ROMING CONSTRUCTIONS d.o.o.
za projektiranje, nadzor i građenje
10000 ZAGREB, Pirovec gornji 52A
tel.: +385 92 1930 260
e-mail: robert.mihalinac@gmail.com

PROSTOR ZA OVJERU TIJELA NADLETNOG ZA IZDAVANJE GRAĐEVINSKE DOZVOLE

INVESTITOR:	**PEDOM ASFALTI d.o.o.** 10 000 ZAGREB, Trsatska 2C
NAZIV GRAĐEVINE:	**NADSTREŠNICE U ASFALTNOJ BAZI BANJE SELO** **na kč 206/1 k.o. Laktec**
VRSTA PROJEKTA:	**GRAĐEVINSKI PROJEKT**
RAZINA OBRADE:	**GLAVNI PROJEKT**
KNJIGA:	**NADSTREŠNICA ZA AGREGAT 2**
ZAJED. OZN. PROJ.:	**04 – 2021**
BROJ PROJEKTA:	**04 / 2 / 2021**
GLAVNI PROJEKTANT:	Robert Mihalinac, mag.ing.aedif.
PROJEKTANT:	Robert Mihalinac, mag.ing.aedif..
SURADNICI:	
DIREKTOR:	Robert Mihalinac, mag.ing.aedif.
DATUM:	Zagreb, svibanj 2021.

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Robert Mihalinac
mag.ing.aedif.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 6028

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Robert Mihalinac
mag.ing.aedif.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 6028

ROMING CONSTRUCTIONS d.o.o.
za projektiranje, nadzor i građenje
10000 ZAGREB

POPIS KNJIGA GLAVNOG PROJEKTA

KNJIGA

GRAĐEVINSKI PROJEKT
Nadstrešnica za agregat 1 (04/1/2021)
ROMING CONSTRUCTIONS d.o.o., Zagreb, Pirovec gornji 52A
OIB: 63804308695
Ovlašteni projektant: Robert Mihalinac, mag.ing.aedif. G 6028.

GRAĐEVINSKI PROJEKT
Nadstrešnica za agregat 2 (04/2/2021)
ROMING CONSTRUCTIONS d.o.o., Zagreb, Pirovec gornji 52A
OIB: 63804308695
Ovlašteni projektant: Robert Mihalinac, mag.ing.aedif. G 6028.

GRAĐEVINSKI PROJEKT
Nadstrešnica za dozatore (04/3/2021)
ROMING CONSTRUCTIONS d.o.o., Zagreb, Pirovec gornji 52A
OIB: 63804308695
Ovlašteni projektant: Robert Mihalinac, mag.ing.aedif. G 6028.

GRAĐEVINSKI PROJEKT
Nadstrešnica za kontejnere (04/4/2021)
ROMING CONSTRUCTIONS d.o.o., Zagreb, Pirovec gornji 52A
OIB: 63804308695
Ovlašteni projektant: Robert Mihalinac, mag.ing.aedif. G 6028.

GRAĐEVINSKI PROJEKT
Nadstrešnica za vozila (04/5/2021)
ROMING CONSTRUCTIONS d.o.o., Zagreb, Pirovec gornji 52A
OIB: 63804308695
Ovlašteni projektant: Robert Mihalinac, mag.ing.aedif. G 6028.

GRAĐEVINSKI PROJEKT
Nadstrešnica za spremište (04/6/2021)
ROMING CONSTRUCTIONS d.o.o., Zagreb, Pirovec gornji 52A
OIB: 63804308695
Ovlašteni projektant: Robert Mihalinac, mag.ing.aedif. G 6028.

SADRŽAJ KNJIGE

Naslovna stranica
Popis knjiga glavnog projekta
Sadrž aj knjige

I. OPĆI DIO

1.1 Izvadak iz sudskog registra str. 7
1.2 Imenovanje glavnog projektanta str. 10
1.3 Imenovanje projektanta str. 11
1.4 Izjava o međusobnoj usklađenosti projekata str. 12
1.5 Izjava projektanta str. 13
1.6 Procjena troškova gradnje str. 14
1.7 Posebni uvjeti građenja javnopravnih tijela str. 16

II. TEHNIČKI DIO

2.1. TEHNIČKI OPIS

2.1.1. Uvod str. 31
2.1.2. Opis konstrukcije str. 31
2.1.3. Radionička izvedba str. 32
2.1.4. Statički proračun str. 33
2.1.5. Razredi izlož enosti konstrukcije str. 33
2.1.6. Materijal str. 33
2.1.7. Zaštita od korozije str. 34
2.1.8. Ostalo str. 34

2.2. PRIKAZ PRIMJENJENIH PROPISA I MJERA ZAŠTITE

2.2.1. Popis primjenjenih propisa i normi str. 35
2.2.2. Prikaz tehničkih rješenja za osiguranje tehničkih svojstava građevine str. 35
2.2.3. Prikaz tehničkih mjera zaštite na radu str. 37
2.2.4. Prikaz mjera zaštite od pož ara str. 37
2.2.5. Program kontrole i osiguranja kakvoće str. 38
2.2.6. Podaci o geotehničkim i drugim istraž nim radovima str. 71
2.2.7. Posebni tehnički uvjeti gradnje i način zbrinjavanja građevnog otpada str. 71
2.2.8. Projektirani vijek uporabe građevine i uvjeti za njeno održ avanje str. 74

2.3. PRORAČUN MEHANIČKE OTPORNOSTI I STABILNOSTI str. 83
2.4.. PROJEKTANTSKI TROŠKOVNIK str. 175

III. NACRTI

3.1. SITUACIJE

3.1.1. Pregledna situacija MJ 1:25000
3.1.2. Pregledna situacija na DOF-u MJ 1:5000
3.1.3. Građevinska situacija na katastarskoj podlozi MJ 1:500

3.2. TLOCRT MJ 1:100

3.3. PRESJECI MJ 1:100

3.4. POGLED SA STRANE MJ 1:100

3.5. TLOCRT KROVIŠTA MJ 1:100

Investitor: **PEDOM ASFALTI d.o.o.**
10 000 ZAGREB, Trsatska 2C

Izradio: **ROMING CONSTRUCTIONS d.o.o.**
za projektiranje, nadzor i građenje
10000 ZAGREB, Pirovec gornji 52A

Naziv građevine: **NADSTREŠNICE U ASFALTNOJ BAZI BANJE SELO**

OZNAKA I NAZIV POGLAVLJA: **I. OPĆI DIO**

Vrsta projekta:	GRAĐEVINSKI PROJEKT
Razina obrade:	GLAVNI PROJEKT
Knjiga:	NADSTREŠNICA ZA AGREGAT 2
Broj projekta:	04 / 2 / 2021
Datum izrade:	Zagreb, svibanj 2021.

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

MBS:
081093038

OIB:
63804308695

EUID:
HRSR.081093038

TVRTKA:
1 ROMING CONSTRUCTIONS društvo s ograničenom odgovornošću za projektiranje, nadzor i građenje

1 ROMING CONSTRUCTIONS d.o.o.

SJEDIŠTE/ADRESA:
1 Zagreb (Grad Zagreb)
Pirovec gornji 52 A

ADRESA ELEKTRONIČKE POŠTE:
2 robert.mihalinac@gmail.com

PRAVNI OBLIK:
1 društvo s ograničenom odgovornošću

PREDMET POSLOVANJA:

1	*	- projektiranje i građenje građevina te stručni nadzor građenja
1	*	- energetsko certificiranje, energetski pregled zgrade i redoviti pregled sustava grijanja i sustava hlađenja ili klimatizacije u zgradi
1	*	- stručni poslova prostornog uređenja
1	*	- djelatnost tehničkog ispitivanja i analize
1	*	- poslovi upravljanja nekretninom i održavanje nekretnina
1	*	- posredovanje u prometu nekretnina
1	*	- poslovanje nekretninama
1	*	- djelatnost vještačenja iz područja graditeljstva
1	*	- uređenje interijera
1	*	- održavanje javnih površina
1	*	- djelatnost uređenja i održavanja krajolika
1	*	- računovodstveni poslovi
1	*	- kupnja i prodaja robe
1	*	- pružanje usluga u trgovini
1	*	- obavljanje trgovačkog posredovanja na domaćem i inozemnom tržištu
1	*	- zastupanje inozemnih tvrtki
1	*	- prijevoz za vlastite potrebe
1	*	- savjetovanje u vezi s poslovanjem i upravljanjem
1	*	- promidžba (reklama i propaganda)
1	*	- istraživanje tržišta i ispitivanje javnog mnijenja
1	*	- organiziranje seminara, tečajeva, sajmova, priredbi, izložbi i koncerata
1	*	- web dizajn

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

PREDMET POSLOVANJA:

1 * - izrada i održavanje web stranica
1 * - računalne i srodne djelatnosti
1 * - usluge informacijskog društva
1 * - skladištenje robe
1 * - grafički dizajn
1 * - industrijski dizajn
1 * - usluge prevođenja
1 * - proizvodnja proizvoda od metala
1 * - proizvodnja proizvoda od gume i plastike
1 * - iznajmljivanje strojeva i opreme, bez rukovatelja i predmeta za osobnu uporabu i kućanstvo
1 * - poslovi građenja i rekonstrukcije javnih cesta
1 * - poslovi održavanja javnih cesta
1 * - ostali poslovi upravljanja javnim cestama
1 * - snimanje iz zraka
1 * - stručni poslovi zaštite okoliša
1 * - stručni poslovi zaštite od buke
1 * - administrativne djelatnosti

OSNIVAČI/ČLANOVI DRUŠTVA:

1 Robert Mihalinac, OIB: 30244578713
Zagreb, Pirovec gornji 52A
1 - član društva

1 Sandra Mihalinac, OIB: 61269166577
Zagreb, Pirovec gornji 52A
1 - član društva

OSOBE OVLAŠTENE ZA ZASTUPANJE:

1 Robert Mihalinac, OIB: 30244578713
Zagreb, Pirovec gornji 52A
1 - direktor
1 - zastupa društvo samostalno i pojedinačno

1 Sandra Mihalinac, OIB: 61269166577
Zagreb, Pirovec gornji 52A
1 - direktor
1 - zastupa društvo samostalno i pojedinačno

TEMELJNI KAPITAL:

1 20.000,00 kuna

PRAVNI ODNOSI:

Osnivački akt:

1 Društveni ugovor o osnivanju društva s ograničenom odgovornošću od 12.04.2017. godine.

FINANCIJSKA IZVJEŠĆA:

	Predano	God.	Za razdoblje	Vrsta izvještaja
eu	27.06.20	2019	01.01.19 - 31.12.19	GFI-POD izvještaj

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

Upise u glavnu knjigu proveli su:

RBU	Tt	Datum	Naziv suda
0001	Tt-17/14574-4	14.04.2017	Trgovački sud u Zagrebu
0002	Tt-20/26472-4	27.10.2020	Trgovački sud u Zagrebu
eu	/	27.04.2018	elektronički upis
eu	/	27.04.2019	elektronički upis
eu	/	27.06.2020	elektronički upis

Sudska pristojba po Tbr. 29. st. 1. Uredbe o tarifi sudskih pristojbi (NN br. 53/19), za izvadak iz sudskog registra u iznosu od 15.00 Kn naplaćena je elektroničkim putem.

Ova isprava je u digitalnom obliku elektronički potpisana certifikatom:
CN=sudreg, L=ZAGREB,
O=MINISTARSTVO PRAVOSUĐA I UPRAVE HR72910430276, C=HR

Broj zapisa: 00114-sf6Gz-ebX0C-YxQvM-kBO26
Kontrolni broj: TpONt-btXqI-ljU1L-jWchG

Skeniranjem ovog QR koda možete provjeriti točnost podataka.
Isto možete učiniti i na web stranici
http://sudreg.pravosudje.hr/registar/kontrola_izvornika/ unosom gore navedenog broja zapisa i kontrolnog broja dokumenta.
U oba slučaja sustav će prikazati izvornik ovog dokumenta. Ukoliko je ovaj dokument identičan prikazanom izvorniku u digitalnom obliku, Ministarstvo pravosuđa i uprave potvrđuje točnost isprave i stanje podataka u trenutku izrade izvatka.
Provjera točnosti podataka može se izvršiti u roku tri mjeseca od izdavanja isprave.

PEDOM
ASFALTI
d.o.o. za građevinarstvo i trgovinu

Trsatska 2/c, Zagreb
OIB: 73063070814
Tel: + 385 1 2025 252
info@pedom-asfalti.hr

Zagreb, 02.04.2021.

ROMING CONSTRUCTIONS d.o.o.
Pirovec Gornji 52A
10 000 Zagreb

PREDMET: Imenovanje glavnog projektanta

Na osnovu članka 52. Stavak 4., Zakona o gradnji (N.N. 153/13, 20/17, 39/19 i 125/19) za pružanje usluge izrade glavnog projekta nadstrešnica u asfaltnoj bazi Banje Selo na k.č. 206/1 u k.o. Laktec za **glavnog projektanta** imenuje se:

Robert Mihalinac, mag.ing.aedif.
ovlašteni inženjer građevinarstva
broj uvjerenja 6028

Imenovani može obavljati poslove glavnog projektanta jer ispunjava sve uvjete iz članka 51. Zakona o gradnji (N.N. 153/13, N.N. 20/17, 39/19 i 125/19)

Direktor:
Ines Guštek, dipl.ing.

PEDOM ASFALTI
d.o.o. za građevinarstvo i trgovinu
Zagreb

Na temelju odredbi i u skladu sa Zakonom o gradnji (N.N. br.153/13, 20/17, 39/19, 125/19) izdaje se :

IMENOVANJE PROJEKTANTA
BROJ 04 – 2

kojim se određuje: **Robert Mihalinac, mag.ing.aedif**

za projektanta: NADSTREŠNICA ZA AGREGAT 2

građevina: **NADSTREŠNICE U ASFALTNOJ BAZI BANJE SELO**

Investitor **PEDOM ASFALTI d.o.o.**
10 000 ZAGREB, Trsatska 2C

Imenovani ima slijedeću stručnu spremu: VSS

završen: Građevinski fakultet u Zagrebu

Ovlaštenje za izradu projektne dokumentacije: Rješenje Hrvatske komore arhitekata i inţenjera u graditeljstvu
Klasa UP/I-360-01/18-01/74
Ur.broj 500-03-18-4
od 27. oţujka 2018. pod rednim brojem 6028

U Zagrebu, svibanj 2021.

DIREKTOR :

ROMING CONSTRUCTIONS d.o.o.
za projektiranje, nadzor i građenje
10000 ZAGREB

Robert Mihalinac, mag.ing.aedif

Na temelju odredbi i u skladu sa Zakonom o gradnji (N.N. br.153/13, 20/17, 39/19, 125/19) izdaje se:

IZJAVA O MEĐUSOBNOJ USKLAĐENOSTI PROJEKATA

građevina: **NADSTREŠNICE U ASFALTNOJ BAZI BANJE SELO**

zajednička oznaka projekata: 04 – 2021

Investitor: **PEDOM ASFALTI d.o.o.**
10 000 ZAGREB, Trsatska 2C

Ovom izjavom se utvrđuje da je izvršena provjera cjelokupne tehničke dokumentacije, te se utvrđuje potpunost i međusobna usklađenost projekata za gore navedenu građevinu

U Zagrebu, svibanj 2021.

GLAVNI PROJEKTANT:



Robert Mihalinac, mag.ing.aedif..

Na temelju odredbi i u skladu sa Zakonom o gradnji (N.N. br. 153/13, 20/17, 39/19, 125/19) izdaje se:

IZJAVA PROJEKTANTA

građevina: **NADSTREŠNICE U ASFALTNOJ BAZI BANJE SELO**

Investitor: **PEDOM ASFALTI d.o.o.**
10 000 ZAGREB, Trsatska 2C

naziv knjige: NADSTREŠNICA ZA AGREGAT 2

broj projekta: 04 / 2 / 2021

kojom se potvrđuje da je Glavni projekt usklađen s

Prostornim planom uređenja Grada Sveti Ivan Zelina ("Zelinske novine" br. 8/04, 11/06, 9711, 5/13, 13715, 15/15-pročišćeni tekst, 4/17 i6/17-pročišćeni tekst) te zakonima i pravilnicima koji reguliraju područje građenja i projektiranja kao i posebnim uvjetima građenja.

U Zagrebu, svibanj 2021.

PROJEKTANT:

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Robert Mihalinac
mag.ing.aedif.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 6028

Robert Mihalinac, mag.ing.aedif.

OZNAKA I NAZIV POGLAVLJA:

1.6. PROCJENA TROŠKOVA GRAĐENJA

Procjena troškova građenja građevine – NADSTREŠNICA ZA AGREGAT 2 U ASFALTNOJ BAZI BANJE SELO na k.č. 206/1 k.o. Laktec iznosi:

2 144 800,00 kn (dva milijuna sto četrdeset četiri tisuće osamsto kuna)

1.7. POSEBNI UVJETI GRAĐENJA JAVNOPRAVNIH TIJELA

REPUBLIKA HRVATSKA
ZAGREBAČKA ŽUPANIJA
GRAD SVETI IVAN ZELINA
Upravni odjel za gospodarstvo
stambeno-komunalne djelatnosti
i zaštita okoliša

KLASA: 350-05/21-01/19
URBROJ: 238/30-03/24-21-2
Sveti Ivan Zelina, 13. travnja 2021.

ZAGREBAČKA ŽUPANIJA
Upravni odjel za prostorno uređenje,
gradnju i zaštitu okoliša, Odsjek za
prostorno uređenje i gradnju
Ispostava Sveti Ivan Zelina,

PREDMET: PEDOM ASFALTI d.o.o. – uvjeti priključenja, utvrđuju se

Upravni odjel za gospodarstvo, stambeno – komunalne djelatnosti i zaštitu okoliša Grada Svetog Ivana Zeline temeljem odredbi čl. 136. Zakona o prostornom uređenju („Narodne novine" br. 153/13, 65/17, 114/18 i 39/19) odnosno čl. 81. Zakona o gradnji („Narodne novine" br. 153/13, 20/17 i 39/19) na Poziv upravnog odjela Zagrebačke županije, Ispostava Sveti Ivan Zelina KLASA: 350-05/21-28/000021, URBROJ: 238/1-18-07/3-21-0003 od 30.03.2021. god., utvrđuje uvjete priključenja za:

- zahvat u prostoru neodređene namjene u obuhvatu Postojeće asfaltne baze Banje Selo, izgradnja dvije čelične nadstrešnice za skladištenje agregata, nadstrešnica za dozatore, nadstrešnica za kontejnere, nadstrešnica za parkiralište osobnih automobila i nadstrešnica za spremište na postojećoj građevnoj čestici 206/1 k.o. Laktec (Banje Selo), investitora PEDOM ASFALTI d.o.o., OIB 73063070814, Trsatska 2c, HR-10000 Zagreb.

Uz poziv je putem elektroničkog sustava eKonferencija priložen je Idejni projekt TD 03/1/2021 od ožujka 2021. god. kojeg je izradio projektant Robert Mihalinac, mag. ing. arh. i tvrtka „ROMING CONSTRUCTIONS" d.o.o., Pirovec 52A, HR-10000 Zagreb.

Predmetna čestica nalazi se u izdvojenom građevinskom području izvan naselja određenog Prostornim planom uređenja Grada Sveti Ivan Zelina („Zelinske novine" br. 8/04, 11/06, 9/11, 5/13, 13/15, 15/15 – pročišćeni tekst, 4/17 i 6/17– pročišćeni tekst) namijenjena gospodarskim djelatnostima, proizvodna i poslovna namjena (I, K) - manja zona kod Banjeg Sela i ima pristup na k.č.br. 300, k.o. Laktec, put, javno dobro u općoj uporabi kao neotuđivo vlasništvo Grada Svetog Ivana Zeline.

Za predmetni zahvat Upravni odjel za prostorno uređenje, gradnju i zaštitu okoliša, Odsjek za zaštitu okoliša Zagrebačke županije izdao je Rješenje OPUO da za namjeravani zahvat nije potrebno provesti postupak procjene utjecaja na okoliš, kao ni postupak Glavne ocjene zahvata za ekološku mrežu (KLASA: UP/I - 351-03/19-03/02, URBROJ: 238/1-18-02/2-19-13).

Sukladno navedenom, zahvat u prostoru potrebno je planirati prema odredbama koje se odnose na smještaj proizvodnih građevina izvan naselja (Poglavlje 2.2), te uz slijedeće uvjete:

- U izdvojenim građevinskim područjima izvan naselja moguće je graditi industrijske, zanatske, skladišne, uredske, trgovačke i slične prostore, a ne smiju se graditi građevine za stanovanje.
- Osnovni uvjet za izgradnju takovih sadržaja u obuhvatu prostornog plana je njihova ekološka prihvatljivost u smislu sprečavanja zagađenja okoliša zbog neposredne blizine naselja i poljoprivrednih površina za proizvodnju hrane.

  Za potrebe udovoljavanja uvjeta za zaštitu okoliša ishođeno je Rješenje nadležnog tijela da planirani zahvat neće imati značajan negativni utjecaj na okoliš.
- Priključenje na javno prometnu površinu planira se preko postojećeg prilaza prema prikazanom rješenju.
- Udaljenost građevina od rubova susjednih čestica treba biti min. 1,0 m uz poštivanje propisa o zaštiti od požara.
- Od ruba javno prometne površine građevine trebaju biti udaljene min. 5,0 m, odnosno udaljenost građevnog pravca od regulacijskog pravca (međa građevne čestice prema postojećoj ili planiranoj javno prometnoj površini) treba iznositi min. 5,0 m. Ograde treba planirati iza regulacijske linije.

  Prema prikazanom u idejnom projektu nadstrešnica za kontejnere (oznake 4. na situaciji) smještena je uz rub javnoprometne površine, odnosno čestice u vlasništvu Grada Svetog Ivana Zeline, te je priloženo rješenje potrebno korigirati u skladu s gore navedenim.
- Izgrađenost građevne čestice u zoni privrednih aktivnosti ne može biti veća od 50 % s tim da se min. 20 % građevne čestice mora urediti kao zelena površina na prirodnom tlu.
- Maksimalna katnost građevine iznosi P+2+Pk ili P+3 uz mogućnost gradnje suterena (S) odnosno podruma (Po).
- Visina nadozida za građevine iz stavka (1) i hale iznosi max. 0,9 m, a za ostale građevine manje katnosti visina nadozida iznosi max. 1,2 m.
- Krovišta mogu biti kosa, nagiba 6° - 30 °, zaobljena ili ravna. Visina građevina može biti max. 12 m. Iznimno, visina jednog dijela građevine uvjetovana tehnološkim procesom može biti i veća od propisane pod uvjetom da se može uklopiti u neposredno okruženje.
- Potrebe prometa u mirovanju zadovoljavaju se na građevnoj čestici. Broj potrebnih parkirališnih mjesta određuje se sukladno odredbama čl. 218. važećeg prostornog plana.
- Prilikom izvođenja radova i prijevoza građevinskog materijala za sva nastala možebitna oštećenja na javnom dobru u vlasništvu Grada Sv. Ivana Zeline, odgovoran je investitor koji je isto dužan odmah sanirati, u protivnom će Grad izvršiti radove na teret investitora.
- Prije izdavanja građevinske dozvole investitor treba regulirati imovinsko pravne odnose na nekretninama za koje se izdaje građevinska dozvola i katastarskim česticama koje neposredno graniče s katastarskim česticama koje su predmet ovog projekta.

Viši stručni suradnik za zaštitu okoliša,
prostorno uređenje i graditeljstvo
Sunčica Mateljan Kranjčević, dipl. ing. arh.

DOSTAVITI:
- Naslovu putem elektroničkog sustava (https://dozvola.mgipu.hr),
- Pismohrana, ovdje.

ŽUPANIJSKA UPRAVA ZA CESTE ZAGREBAČKE ŽUPANIJE
Remetinečka cesta 3, 10020 Zagreb
Tel.: 01 / 6520-652, 6459-881, fax: 6520-706, e-mail: zuczg@ zuczg.hr
OIB: 16361613293 - MB: 1312537 - IBAN: HR1323400091100212407

KLASA: 350-05/21-01/72
URBROJ: 238/1-15-2/4-21-2
Zagreb, 14.04.2021.

REPUBLIKA HRVATSKA
Zagrebačka županija
Upravni odjel za prostorno uređenje, gradnju i zaštitu okoliša
Odsjek za prostorno uređenje i gradnju
Ispostava Sveti Ivan Zelina

Predmet: posebni uvjeti – NADSTREŠNICE U ASFALTNOJ BAZI BANJE SELO - povrat predmeta zbog nenadležnosti

Vraćamo Vam predmet, KLASA: 350-05/21-28/000021, URBROJ: 238/1-18-07/3-21-0003, putem elektroničkog sustava eKonferencije, u kojem nas tražite izdavanje **posebnih uvjeta** za izgradnju **NADSTREŠNICA U ASFALTNOJ BAZI BANJE SELO**, na k.č.br.: 206/1, k.o. Laktec.

NA ZNANJE:
- elektroničku ispravu putem elektroničkog sustava (https://dozvola.mgipu.hr)
  – ROBERT MIHALINAC
  HR-10000 Zagreb, PIROVEC GORNJI 52A, izdaje:

Cesta uz koju se planiraju izgraditi navedene građevine, nerazvrstana je cesta i nije u nadležnosti Županijske uprave za ceste Zagrebačke županije.

Sa štovanjem.

RAVNATELJ
Tomislav Landeka, dipl. ing. građ.

VODOOPSKRBA I ODVODNJA ZAGREBAČKE ŽUPANIJE d.o.o.

Koledovčina ulica 1, 10000 Zagreb

Broj: 238/164-21-Z- 1181
259-MF
Zagreb, 13.04.2021.g.

PEDOM ASFALTI d.o.o.
Trsatska 2c,
10000 Zagreb
OIB 73063070814

Na osnovu Vašeg zahtjeva te na osnovu uvida u Idejni projekt, a u suglasju Zakona o komunalnom gospodarstvu (NN 128/99 i 82/04), Zakona o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19 i 125/19), Zakona o vodama (NN 66/19), Rješenja o ispunjavanju posebnih uvjeta za obavljanje djelatnosti javne odvodnje br. 525-12/0904-16-3 od 16. kolovoza 2016. godine i OTU isporuke vodnih usluga br.598-Z-2017-TM od 30.03.2017.g. te br.238/164-18-505-Z-TM od 10.04.2018.g. izdajemo Vam:

POSEBNE UVJETE GRADNJE

GRAĐEVINA:	**NADSTREŠNICA U ASFALTNOJ BAZI BANJE SELO,**
LOKACIJA:	**k.č. br. 206/1 k.o. Laktec,**
INVESTITOR:	**PEDOM ASFALTI d.o.o., Trsatska 2c, 10000 Zagreb, OIB 73063070814,**
PROJEKTANT:	**ROMING CONSTRUCTIONS d.o.o., Pirovec gornji 52a 10000 Zagreb, OIB: 63804308695,**
RAZINA PROJEKTA:	**IDEJNI PROJEKT, GRAĐEVINSKI PROJEKT, T.D.:03/1/2021, od ožujak 2021.g.**
VEZA:	**350-05/21-28/000021**

VODOVOD:

1. Nemamo Posebnih uvjeta gradnje jer se područje obuhvata gradnje nalazi unutar internog sustava vodoopskrbe, a zadržava se postojeći priključak kojim gospodari VODOOPSKRBA I ODVODNJA ZAGREBAČKE ŽUPANIJE d.o.o.

ODVODNJA:

1. **U zoni predmetne građevine trenutno nije izgrađen sustav javne odvodnje.**
2. Na području gdje nije izgrađen ili nije moguće izvršiti priključenje na sustav javne odvodnje, odvodnja sanitarnih otpadnih voda obavlja se vodonepropusnom internom odvodnjom u sabirnu jamu, koja je sastavni dio inter. odvodnje. Oborinske vode se ni u kojem slučaju ne smiju odvoditi u sabirnu jamu.
3. Unutarnju odvodnju građevinskog zahvata riješiti razdjelnim sustavom odvodnje:
   - Sanitarne otpadne vode moraju se spojiti na sabirnu jamu,
   - Oborinske vode (vode sa svih betonskih i asfaltnih voznih površina unutar građevinske parcele) potrebno je prije ispuštanja, pročistiti kroz separator ulja i masti, u oborinsku odvodnju ili na okolni teren ali pod uvjetom da ne ugrožava susjedne parcele, dok se krovne vode direktno ispuštaju u oborinsku odvodnju ili okolni teren, ali pod uvjetom da ne ugrožavaju susjedne parcele,

---

Ovi Posebni uvjeti gradnje vrijede dvije godine od dana izdavanja te se mogu produžiti, dopuniti ili izmjeniti ukoliko za to nastanu opravdani razlozi, a podnositelj priloži zahtjev.

VODOOPSKRBA I ODVODNJA ZAGREBAČKE ŽUPANIJE d.o.o.

Koledovčina ulica 1, 10000 Zagreb

Posebni uvjeti gradnje izdaju se na zahtjev Projektanta te služe kao podloga za izradu Glavnog projekta. Nakon izrade Glavnog projekta potrebno je isti dostaviti na Potvrdu.

Izradio:
Miroslav Funtek

VODOOPSKRBA I ODVODNJA ZAGREBAČKE ŽUPANIJE d.o.o. 10000 Zagreb

Rukovoditelj tehničkog sektora:
Ivica Kudelić, struč.spec.ing.aedif.

Dostaviti:
1. Naslovu
2. Arhiva

HRVATSKE VODE
VODNOGOSPODARSKI ODJEL
ZA GORNJU SAVU
10000 Zagreb, Ulica grada Vukovara 271/VIII

Telefon: 01/23 69 888
Telefax: 01/23 69 889

KLASA: 325-01/21-18/0003180
URBROJ: 374-3108-1-21-2
Datum: 08.04.2021

Hrvatske vode, Vodnogospodarski odjel za gornju Savu na temelju članka 158. stavka 2. i stavka 10. Zakona o vodama (Narodne novine» br. 66/19), Zakona o prostornom uređenju (Narodne novine br. 153/13, 65/17, 114/18, 39/19 i 98/19) odnosno Zakona o gradnji (Narodne novine br. 153/13, 20/17, 39/19 i 125/19) povodom zahtjeva „ZAGREBAČKE ŽUPANIJE", Upravni odjel za prostorno uređenje, gradnju i zaštitu okoliša, Odsjek za prostorno uređenje i gradnju, Ispostava Sveti Ivan Zelina, investitor: „PEDOM ASFALTI" d.o.o., Trsatska 2C, Zagreb, a podnesenog radi izdavanja vodopravnih uvjeta, nakon pregleda dostavljene dokumentacije izdaju:

VODOPRAVNE UVJETE

1. OPĆI DIO

1.1. Lokacija
Zagrebačka županija, Banje Selo; k.č.br. 206/1, k.o. Laktec

1.2. Vrsta i naziv predmetnog zahvata u prostoru
Građenje građevine gospodarske namjene- izgradnja nadstrešnice za skladištenje agregata, nadstrešnice za dozatore, nadstrešnice za kontejnere, nadstrešnice za parkiralište osobnih automobila i nadstrešnice za spremište u asfaltnoj bazi Banje Selo

1.3. Odvodnja otpadnih voda

1.3.1. Glavni projekt mora sadržavati preglednu situaciju lokacije s ucrtanim predmetnim građevinama na lokaciji s prikazanim rješenjem odvodnje oborinskih voda.

1.3.2. Definiran i razrađen sustav interne odvodnje s utvrđenim količinama i sastavom i oborinskih voda, s provedenim hidrauličkim proračunom i dimenzioniranjem vodonepropusnog sustava interne odvodnje s pripadajućim građevinama, uređajima i opremom.

Glavnim projektom potrebno je predvidjeti rješenje odvodnje pojedinih vrsta voda putem sustava interne odvodnje na sljedeći način:

1.3.3. Glavnim projektom potrebno je predvidjeti rješenje odvodnje uvjetno čistih oborinskih voda s krovnih površina na zelene površine unutar vlastite čestice tako da se ne ugrožavaju interesi drugih pravnih i/ili fizičkih osoba i/ili u sustav javne oborinske odvodnje/prijemnik u nadležnosti Hrvatskih voda.

1.3.4. Glavnim projekom potrebno je predvidjeti rješenje odvodnje potencijalno onečišćenih oborinskih otpadnih voda sa svih manipulativnih, prometnih i parkirališnih površina u dogovoru s jedinicom lokalne samouprave, a u skladu sa Zakonom o vodama u sustav javne odvodnje oborinskih voda. U slučaju neizgrađenosti javnog sustava oborinske odvodnje, odvodnju oborinskih onečišćenih voda predvidjeti putem sustava interne oborinske odvodnje te nakon pročišćavanja u separatoru ulja s taložnicom, nastavno u prijemnik u nadležnosti Hrvatskih voda. Sastav potencijalno onečišćenih oborinskih voda nakon pročišćavanja u separatoru ulja mora postići vrijednosti propisane Pravilnikom o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda (Narodne novine br. 26/20) za ispuštanje u površinske vode. **Ovakva izvedba odvodnje oborinskih voda na predmetnoj lokaciji je privremeno rješenje do izgradnje javnog sustava oborinske odvodnje.**

1.3.5. Rješenje odvodnje oborinskih otpadnih voda ne smije ugrožavati interese drugih pravnih i/ili fizičkih osoba.

1.3.6. Nije dozvoljena izgradnja upojnih zdenaca za prihvat oborinskih i/ili otpadnih voda.

1.3.7. Glavnim projektom potrebno je predvidjeti i investitor je dužan izgraditi vodonepropusne građevine za odvodnju i pročišćavanje oborinskih otpadnih voda, a pri njihovom projektiranju treba predvidjeti odgovarajuće mjere zaštite vodnogospodarskih interesa, odnosno podzemnih voda od onečišćenja.
Isto tako, potrebno je za građevine za odvodnju i pročišćavanje oborinskih otpadnih voda, predvidjeti, a prije stavljanja u funkciju i u toku korištenja predmetnih objekata, kontrolirati ispravnosti strukturalnu stabilnost i osiguranje funkcionalnosti u skladu s Pravilnikom o tehničkim zahtjevima za građevine odvodnje otpadnih voda, kao i rokovima obvezne kontrole ispravnosti građevina odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda (Narodne novine br. 3/11). U projektnoj dokumentaciji treba razraditi način provjere vodonepropusnosti, strukturalne stabilnosti i funkcionalnosti predmetnih građevina za odvodnju i pročišćavanje oborinskih otpadnih voda u skladu s Pravilnikom.

1.3.8. Glavnim projektom potrebno je predvidjeti izgradnju kontrolnog okna prije ispusta sustava interne oborinske odvodnje u sustav javne oborinske odvodnje/površinske vode, a iza objekta za predtretman/tretman potencijalno onečišćenih oborinskih otpadnih voda, unutar lokacije na mjestu do kojeg će biti nesmetan pristup.

1.3.9. Glavnim projektom potrebno je predvidjeti, a u toku rada osigurati da sastav otpadnih oborinskih voda u kontrolnom oknu prije ispusta u sustav javne oborinske odvodnje/prijemnik bude u skladu s graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda

propisanih Pravilnikom o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda (Narodne novine br. 26/20) za ispuštanje u sustav javne odvodnje/površinske vode.

1.3.10. Glavnim projektom potrebno je predvidjeti skladištenje opasnih i opasnih otpadnih tvari po vrstama u odgovarajućoj ambalaži, u zatvorenom ili natkrivenom prostoru, na nepropusnoj i obrubljenoj podlozi, otpornoj na agresivnost i habanje te izvedenoj u padu prema nepropusnom sabirnom oknu bez spoja na sustav interne odvodnje.

1.3.11. Glavnim projektom potrebno je predvidjeti odvoz opasnih otpadnih tvari (zauljenog sadržaja iz separatora ulja) s lokacije putem ovlaštene tvrtke za obavljanje navedenih djelatnosti, a o učestalosti odvoza, količini i vrsti svih otpadnih tvari potrebno je predvidjeti vođenje evidencije kao i način vođenja evidencije koji je potrebno dati na uvid prilikom tehničkog pregleda objekta.

1.4. **Zaštita od štetnog djelovanja voda**

1.4.1. Karte opasnosti od poplava i karte rizika od poplava za područja s prethodno procijenjenim značajnim rizicima od poplava prema odredbama članka 126. Zakona o vodama (Narodne novine br. 66/19) objavljene su na mrežnim stranicama Hrvatskih voda.

1.4.2. Obveza projektanta je da u glavnom projektu definira odvodnju voda prema stvarnom stanju na terenu. Projektant je u obvezi, tijekom izrade glavnog projekta, način i detalje ispuštanja pročišćenih oborinskih voda definirati u dogovoru s Hrvatskim vodama, Vodnogospodarskim odjelom za gornju Savu.

1.4.2.1. Dokumentacija za izgradnju ispusne građevine u prijemnik treba sadržavati detalje rješenja i tehnologiju izvođenja (niveletu ispusne građevine ovisno o terenskim uvjetima, zaštita od povrata velikih voda u kanalizaciju (žablji poklopac), zaštita od erozivnih procesa,.....itd)), a istu treba uskladiti sa sa Hrvatskim vodama.

1.4.2.2. Projektno rješenje ispusta treba biti koncipirano tako da omogući ispuštanje pročišćenih oborinskih voda u prijemnik koji je u nadležnosti Hrvatskih voda i prilikom velikih voda u istom.

1.4.2.3. Za izvođenje ispusnih građevina sustava interne odvodnje u slučajevima iz točke 1.4.2.2. investitor je dužan zatražiti vodni nadzor od strane Hrvatskih voda, Vodnogospodarskog odjela za gornju Savu te iste obavijestiti od početku izvođenja radova 15 dana ranije.

1.4.2.4. Glavnim projektom potrebno je predvidjeti izvedbu parkirališnih površina s optimalnim padom radi što bolje odvodnje oborinskih voda te izvedenim rubnjacima da se spriječi razljevanje oborinskih voda na okolni teren i procjeđivanje istih u podzemlje.

1.4.2.5. Radi očuvanja i održavanja vodotoka, te sprječavanja pogoršanja vodnog režima, potrebno je udaljiti građevinu i ogradu minimalno 6-10 metara od ruba vodotoka, Zakon o vodama, članak 141. st.3. (NN 66/19) koji je u nadležnosti Hrvatskih voda. Također je potrebno nacrtati i iskotirati u situaciji udaljenost građevine i ograde od ruba vodotoka. Hrvatske vode suglasne su za odstupanja od navedenog stavka 3. pod uvjetom da ne dolazi do ugrožavanja stabilnosti i sigurnosti vodnih građevina, te pod uvjetom da ne dolazi do pogoršanja postojećeg vodnog režima. Svako odstupanje potrebno je dogovoriti/uskladiti s nadležnom Vodnogospodarskom ispostavom za mali sliv „Zelina Lonja", Dugo Selo, Zagrebačka 35/I (tel.01/2753 977), te s istom sastaviti zapisnik koji treba priložiti u glavni projekt, prije izdavanja potvrde na glavni projekt.

1.4.2.6. Investitor je dužan prije izdavanja vodopravne potvrde za predmetnu građevinu riješiti imovinsko pravne odnose osnivanjem prava služnosti/gradnje na javnom vodnom dobru.

1.5. **Provjera sukladnosti glavnog projekta s ovim vodopravnim uvjetima provodi se po odredbama Zakona o gradnji (Narodne novine br. 153/13, 20/17, 39/18, i 125/19).**

1.6. **Glavni projekt mora sadržavati preglednu situaciju predmetnog zahvata s prikazom vodnih tijela i vodnih građevina na koje predmetni zahvat može imati utjecaj (postojećih i planiranih).**

1.6.1. U slučaju izvođenja radova u zoni podzemnih voda, prilikom izrade glavnog projekta, potrebno je predvidjeti mjere zaštite istih od onečišćenja, te upotrebu materijala koji ne utječu na kakvoću podzemnih voda, kao i rješenje zaštite predmetne građevine od negativnog utjecaja istih. Izvođenje radova treba predvidjeti u što kraćem vremenskom periodu, prilikom niskog nivoa podzemnih voda.

1.7. **Investitor je dužan na tehničkom pregledu na uvid dati sljedeće:**

a) Interne akte vezano uz rad i održavanje sustava odvodnje i provođenje interventnih mjera u slučaju izvanrednih i iznenadnih onečišćenja voda,
b) Geodetsku snimku kompletnog izvedenog sustava interne odvodnje s pratećim objektima odvodnje i uređajima za predtretman otpadnih voda,
c) Potvrdu o sukladnosti građevine s tehničkim zahtjevima za građevinu: provjeru vodonepropusnosti, strukturalne stabilnosti i funkcionalnosti, a kontrolu vodonepropusnosti sustava interne odvodnje s pratećim uređajima za pročišćavanje oborinskih voda putem kojeg će se odvoditi oborinske vode s predmetne lokacije, mora obaviti ovlaštena pravna osoba,
d) Dokaz o pravu služnosti/gradnji na javnom vodnom dobru, u slučaju ispuštanja u prijemnik u nadležnosti Hrvatskih voda.

1.8. Glavnim projektom potrebno je predvidjeti i druge odgovarajuće mjere, da predmetnim zahvatom u prostoru za koji se izdaju ovi vodopravni uvjeti, ne dođe do šteta ili nepovoljnih posljedica za vodnogospodarske interese i interese drugih pravnih i/ili fizičkih osoba na koje bi predmetni zahvat u prostoru mogao imati utjecaja.

1.9. Investitor je odgovoran za sve štete koje mogu nastati izgradnjom ili korištenjem predmetnih građevina te ukoliko do njih dođe, dužan je o svom trošku odstraniti uzroke nastalih šteta, a štete nadoknaditi.

Hrvatske vode neće snositi štete nastale na objektu od utjecaja velikih voda.
Hrvatske vode ne snose eventualne štete nastale negativnim utjecajem visokih podzemnih voda.

1.10. Vodopravni uvjeti mijenjaju se na zahtjev investitora sukladno članku 158. stavak 11. Zakona o vodama (Narodne novine br. 66/19).

1.11. Ovi vodopravni uvjeti prestaju važiti s danom prestanka važenja građevinske dozvole sukladno članku 137. stavak 1. Zakona o gradnji (Narodne novine br. 153/13, 65/17, 114/18, 39/19 i 98/19).

O B R A Z L O Ž E N J E

Dana 31.03.2021. godine pokrenuta je eKonferencija putem elektroničnog sustava eDozvola za izdavanje vodopravnih uvjeta za građenje nadstrešnica za skladištenje agregata, dozatore, kontejnere, parkiralište osobnih automobila i spremište u asfaltnoj bazi Banje Selo na k.č.br.206/1 k.o. Laktec (Banje Selo).

U sustavu eDozvola priložen je Idejni projekt za ishođenje posebnih uvjeta, izrađen od tvrtke ROMING CONSTRUCTIONS d.o.o. iz Zagreba, Pirovec gornji br.52A,TD: 03/1/2021, projektant: Robert Mihalinac, mag.ing.aedif.; Investitor: PEDOM ASFALTI d.o.o., Zagreb, Trsatska 2C.

Predmetnim zahvatom planira se izgradnja nadstrešnica za skladištenje agregata, dozatore, kontejnere, parkiralište osobnih automobila i spremište u asfaltnoj bazi Banje Selo. U nadstrešnicama koje će biti za potrebe asfaltne baze neće biti ugrađene instalacije vodovoda i kanalizacije i el.instalacije. Postojeći uredski dio zgrade priključen je na instalaciju vodovoda. Odvodnja otpadnih sanitarnih voda iz potonjeg objekta riješena je privremeno priključkom na vodonepropusnu sabirnu jamu. Odvodnja oborinskih voda sa manipulativnih, prometnih i parkirališnih površina odvodit će se zasebnim sustavom interne odvodnje preko separatora ulja s taložnicom u prirodni prijemnik.

HRVATSKE VODE 6 ZAGREB

Službena osoba
Vedran Štimac, struč.spec.ing.aedif.

076236322

Dostaviti:

1. REPUBLIKA HRVATSKA
   Zagrebačka županija
   Upravni odjel za prostorno uređenje, gradnju i zaštitu okoliša, Odsjek za prostorno uređenje i gradnju, Ispostava Sveti Ivan Zelina (putem eKonferencije na adresi https://dozvola.mgipu.hr)

Na znanje:

1. Služba zaštite od štetnog djelovanja voda, ovdje
2. VGI za mali sliv Zelina-Lonja, Dugo Selo
3. Pismohrana

076236322

Republika Hrvatska
MINISTARSTVO UNUTARNJIH POSLOVA
RAVNATELJSTVO CIVILNE ZAŠTITE
PODRUČNI URED CIVILNE ZAŠTITE ZAGREB
SLUŽBA ZA INSPEKCIJSKE POSLOVE
Avenija Većeslava Holjevca 20, Zagreb

KLASA: 214-02/21-03/2966
URBROJ: 511-01-361/1-21-2
Zagreb, 1.travnja 2021.

Služba za inspekcijske poslove, Područnog ureda civilne zaštite Zagreb, rješavajući po zahtjevu Upravnog odjela za prostorno uređenje, gradnju i zaštitu okoliša , Odsjek za prostorno uređenje i gradnju Ispostava Sveti Ivan Zelina Trg Ante Starčevića 12, za izdavanje posebnih uvjeta građenja iz područja zaštite od požara za čelične nadstrešnice u asfaltnoj bazi (za skladištenje agregata, dozatora, kontejnera, parkirališta osobnih automobila i za spremišta), na k.č.br.206/1 k.o. Laktec, na temelju čl. 136. Zakona o prostornom uređenju (NN br. 153/13, 65/17, 114/18, 39/19 i 98/19) daje

POSEBNE UVJETE GRAĐENJA

iz područja zaštite od požara u postupku ishođenja posebnih uvjeta za čelične nadstrešnice u asfaltnoj bazi (za skladištenje agregata, dozatora, kontejnera, parkirališta osobnih automobila i za spremišta), na k.č.br.206/1 k.o. Laktec.

I) Sve mjere zaštite od požara projektirati u skladu s važećim hrvatskim propisima i normama koji reguliraju ovu problematiku.

II) Izraditi prikaz svih primijenjenih mjera zaštite od požara sukladno čl. 28. i 51. Pravilnika o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina (NN br. 118/2019) s tim da tekstualni dio navedenog Prikaza sadrži sve podatke propisane Pravilnikom o sadržaju elaborata zaštite od požara (NN br. 51/2012) dok grafički dio prikaza, u odgovarajućem mjerilu, treba sadržavati prikaz svih predviđenih tehničkih rješenja navedenih u tekstualnom dijelu Prikaza.

O b r a z l o ž e n j e

Dana 31.03.2021. godine, ovo tijelo je temeljem čl. 136. Zakona o prostornom uređenju (NN br. 153/13, 65/17, 114/18, 39/19 i 98/19) zaprimilo zahtjev Upravnog odjela za prostorno uređenje, gradnju i zaštitu okoliša , Odsjek za prostorno uređenje i gradnju Ispostava Sveti Ivan Zelina Trg Ante Starčevića 12, KLASE: **350-05/20-28/000021**, URBROJ: 238/1-18-07/3-21-0003 od 30.03.2021. **putem sustava eDozvola** za izdavanje posebnih uvjeta građenja iz područja zaštite od požara u postupku ishođenja posebnih uvjeta za čelične nadstrešnice u asfaltnoj bazi (za skladištenje

agregata, dozatora, kontejnera, parkirališta osobnih automobila i za spremišta), na k.č.br.206/1 k.o. Laktec.

Provedenim postupkom i uvidom u priloženu tehničku dokumentaciju: Idejni projekt oznake BP 03/1/2021 iz ožujka 2021. godine izrađen od strane ROMING CONSTRUCTIONS d.o.o. iz Zagreba, Pirovec gornji 52A, projektant Robert Mihalinac, mag.ing.aedif.utvrđeno je:

- da su sve mjere zaštite od požara određene važećim hrvatskim propisima i normama koji uređuju ovu problematiku te ih treba sukladno tome i primijeniti.

- da je potrebno izraditi prikaz svih primijenjenih mjera zaštite od požara sukladno čl. 28. i 51. Pravilnika o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina (NN br. 118/2019) s tim da tekstualni dio navedenog Prikaza sadrži sve podatke propisane Pravilnikom o sadržaju elaborata zaštite od požara (NN br. 51/2012) dok grafički dio prikaza, u odgovarajućem mjerilu, treba sadržavati prikaz svih predviđenih tehničkih rješenja navedenih u tekstualnom dijelu Prikaza.

REPUBLIKA HRVATSKA – MINISTARSTVO UNUTARNJIH POSLOVA – RAVNATELJSTVO CIVILNE ZAŠTITE – PODRUČNI URED CIVILNE ZAŠTITE ZAGREB – 3 – ZAGREB

VODITELJ

Mladen Vlaić

Investitor: **PEDOM ASFALTI d.o.o.**
10 000 ZAGREB, Trsatska 2C

Izradio: **ROMING CONSTRUCTIONS d.o.o.**
za projektiranje, nadzor i građenje
10000 ZAGREB, Pirovec gornji 52A

Naziv građevine: **NADSTREŠNICE U ASFALTNOJ BAZI BANJE SELO**

OZNAKA I NAZIV POGLAVLJA: **II. TEHNIČKI DIO**

Vrsta projekta:	GRAĐEVINSKI PROJEKT
Razina obrade:	GLAVNI PROJEKT
Knjiga:	NADSTREŠNICA ZA AGREGAT 2
Broj projekta:	04 / 2 / 2021
Datum izrade:	Zagreb, svibanj 2021.

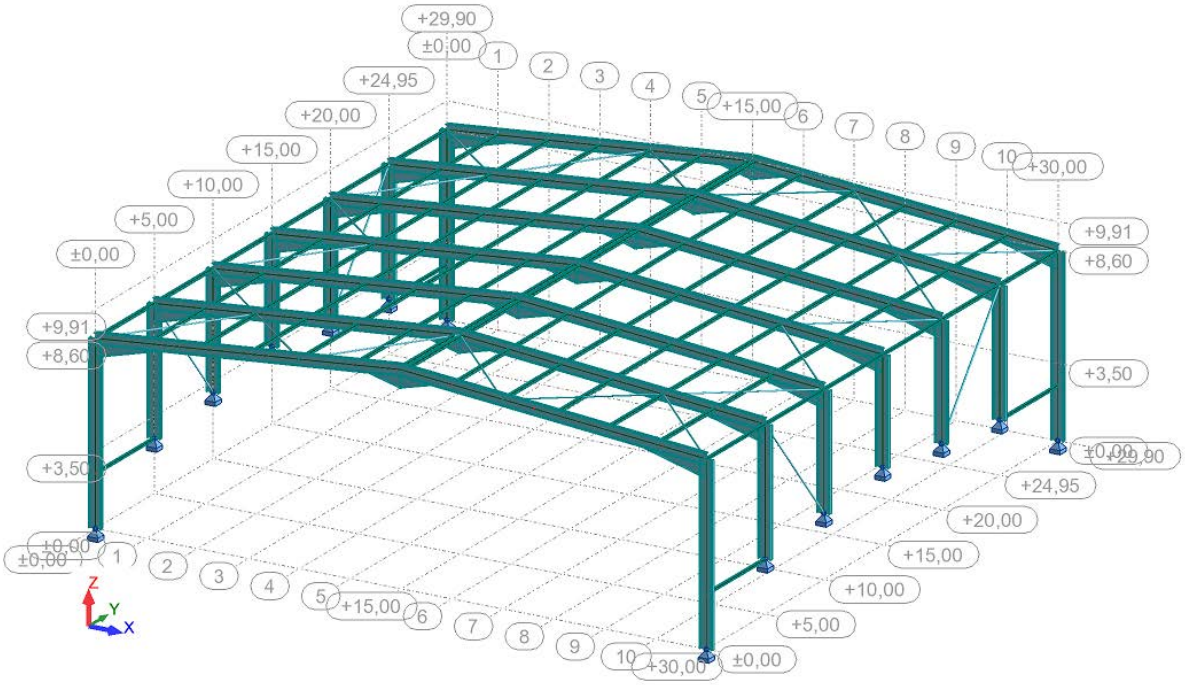
2.1. TEHNIČKI OPIS

2.1.1. Uvod

Predmet projekta su čelične konstrukcije (nadstrešnice) za skladištenje agregata, iznad dozatora, iznad parkirališta za vozila, iznad kontejnera te za skladištenje opreme na lokaciji Banje Selo, na k.č. br. 206/1, k.o. Laktec. Nadstrešnice se nalaze u asfaltnoj bazi Banje Selo, čiji je vlasnik Pedom asfalti d.o.o.
U nadstrešnicama koje će biti za potrebe asfaltne baze nema potrebe za izvođenjem bilo kakvih instalacija te se neće izvoditi instalacije struje i vode.
U ovoj knjizi obrađena je nadstrešnica za agregat 2.

2.1.2. Opis konstrukcije

Predmet projekta je čelična konstrukcija nadstrešnice za natkrivanje otvorenog prostora u kojem se smješta agregat. Lokacija razmatrane konstrukcije je u Asfaltnoj bazi Banje Selo na k.č. 206/1, k.o. Laktec. Osne dimenzije konstrukcije su 29,70 x 30,00 m, visine u strehi 8,63 m, a u sljemenu 9,94 m. Krov je simetričan na dvije vode nagiba 5,0°. Pokrov je izveden čeličnim trapeznim limom.



Glavni nosivi sustav sastoji se od 7 portalnih okvira raspona 30,00 m. Portalni okviri u zabatima oslanjaju se na temelje samce dok je preostalih pet portalnih okvira oslonjeno na postojeće armirano-betonske zidove, duţine 20,20 m i visina 2,50 m na krajevima i 3,50 m u sredini. Debljina armirano-betonskih zidova je 30 cm. U uzduţnom smjeru, portalni okviri su smješteni na razmacima 4,95 m.

Stupovi su izvedeni iz profila IPE 600. Prečke okvira izvedene su iz profila IPE 550. Izvode se ojačanja na mjestima priključenja prečka-stup kao i prečka-prečka iz IPE 550 profila, rezanih dijagonalno i zavarenih na donji pojas prečke. Na prečke okvira oslanjaju se podroţnice, izvedene iz profila HE 140 A, na razmaku 2,50 m. Nadstrešnica je horizontalno stabilizirana s 2 horizontalna poprečna veza i dva horizontalna uzduţna veza.

Horizontalni poprečni vezovi izvedeni su s podrožnicama HEA 140, vertikale, profilima IPE 600, pojasnice, i dijagonalama iz profila Φ 139,7/4. Horizontalni uzdužni vezovi izvedeni su s podrožnicama HEA 140, pojasnice, profilima IPE 600, vertikale, i dijagonalama iz profila Φ 139,7/4. Vertikalna poprečna stabilizacija ostvarena je izvedbom portalnih okvira. Uzdužna vertikalna stabilizacija izvedena je s vlačno-tlačnim dijagonalama iz profila Φ 139,7/4 i vlačno-tlačnim horizontalnim elementima iz profila Φ 139,7/4. Svi profili su toplo oblikovani, vruće valjani, kvalitete čelika S 355 JR.

Pokrov se izvodi iz čeličnih trapezno oblikovanih limova odgovarajuće otpornosti. Ovi čelični limovi moraju se odgovarajuće pričvrstiti na čeličnu podkonstrukciju kako bi se spriječilo odizanje limova uslijed odižućeg djelovanja vjetra. Konstrukcija nije bočno obložena fasadnim elementima. Nepovoljne utjecaje temperaturnog istezanja potrebno je uzeti u obzir kod proračuna pričvršćenja pokrova. Za razmatranu lokaciju T_{max} = 40 ºC, a T_{min} = -25 ºC.

Temelji su izvedeni kao samci te su proračunati za usvojenu dopuštenu nosivost tla od 150 kN/m^2. Usvojene su dimenzije temelja: 3,0/3,0/1,0 m. Temelji su predviđeni od betona C25/30 s armaturom B-500B. Prije početka izvođenja temelja potrebno je provjeriti nosivost tla i potvrditi odgovara li onoj usvojenoj kod statičkog proračuna.

Na dijelu građevine izvedena je temeljna konstrukcija i armiranobetonski zidovi. Spoj nove čelične i postojeće AB konstrukcije ostvaruje se izvedbom čeličnih papuča vijcima povezanim s armirano-betonskim zidom.

Obzirom da se konstrukcija spaja na postojeće armiranobetonske zidove, potrebno je prije izrade izvedbene dokumentacije geodetski snimiti položaj postojećih zidova te na temelju točnih mjera izraditi radionicu čelične konstrukcije. Također, prije izvedbe potrebno je provjeriti ugrađenu armaturu u postojeće zidove na mjestu oslanjanja čeličnih stupova.

Prije izvedbe potrebno je izraditi radioničku dokumentaciju čelične konstrukcije te je dostaviti projektantu konstrukcije na pregled i ovjeru.

2.1.3. Radionička izvedba

Nastoji se da veći dio radova bude obavljen u radionici tako da se omogući gabaritni prijevoz. Okrupljivanje elemenata obavlja se na gradilištu. Prijedlog okrupnjavanja treba uskladiti s mogućnostima radionice izvođača.

U skladu s HRN EN 1990, Tablica B1, posljedice sloma ili nefunkcioniranja konstrukcije svrstavaju se u razred posljedica CC1:

Opis: Male posljedice gubitka ljudskih života i male ili zanemarive ekonomske i društvene posljedice i posljedice za okoliš.

Primjeri: *Poljoprivredne zgrade u kojima obično nema ljudi (npr. skladišta), staklenici.*

U skladu s HRN EN 1090-2 i HRN EN 1990, klasa izvedbe je EXC2:

Kategorija uporabe SC2: Konstrukcije i elementi s njihovim spojevima projektirani za seizmička djelovanja, u područjima sa srednjom ili visokom seizmičkom aktivnosti i u klasama duktilnosti DCM i DCH.

Kategorija izrade PC2: Zavareni elementi izrađeni od čelika klase S355 i više. Elementi nuţni za cjelovitost konstrukcije koji su sastavljeni zavarivanjem na gradilištu.

Za razred CC1 i kategorije SC2 i PC2, klasa izvedbe je EXC2. Ovime su definirani opseg kontrole varova i kvaliteta kao i dimenzijska odstupanja.

2.1.4. Statički proračun

Statički proračun izrađen je prema vaţećim tehničkim propisima za nosive čelične konstrukcije, a za računska opterećenja koja odgovaraju uvjetima mikrolokacije objekta. Opterećenja usvojena su obzirom na lokaciju i namjenu građevine i iznose:

snijeg	s_k = 1,25 kN/m2 na tlu,
vjetar	$v_{b,0}$ = 25 m/s, kategorija terena II,
potres	Povratni period 475 godina s ubrzanjem tla 0,20 g

Temelji su dimenzionirani na pretpostavljenu nosivost tla i potrebno je izradom geomehaničkog elaborata utvrditi udovoljavaju li pretpostavke uvjetima iz geomehaničkog elaborata. Ako se utvrde odstupanja treba konzultirati projektanta.

2.1.5. Razredi izloţenosti konstrukcije

Konstrukcija temelja nalazi se u području gdje korozija armature moţe biti uzrokovana karbonatizacijom. Razredi izloţenosti konstrukcije su XC2 (konstrukcija se nalazi u tlu gdje je okolina uvijek vlaţna). Minimalni razred tlačne čvrstoće betona koji zadovoljava uvjetima za razred izloţenosti XC2 je C25/30, te minimalni zaštitni sloj armature iznosi 50 mm jer je beton u dodiru s tlom.

2.1.6. Materijal

Materijal za čeličnu konstrukciju je S355JR, HRN EN 10025, i S355J0H, HRN EN 10219, a vijci su klase 8.8 prema HRN EN 15048.

Temelji se izvode od betona C25/50 i armira se armaturom B500B.

2.1.7. Zaštita od korozije

Za zaštitu od korozije primjenjuje se tzv. duplex sistem (vruće pocinčavanje + organski premazi). Vruće pocinčavanje potrebno je projektirati prema EN ISO 1461:2009 i EN ISO 1461:2010 dok je premaze potrebno projektirati prema HRN EN 12944. Prema smještaju konstrukcije potrebno je odrediti razred atmosfere koja određuje sustav zaštite. Vruće pocinčavanje i premazi moraju biti međusobno kompatibilni. U dogovoru s investitorom odabrati nijansu boje.

2.1.8. Ostalo

Unutar nadstrešnice za agregat 2 nema nikakvih instalacija struje i vode. Ona služi isključivo u svrhu zaštite agregata od oborina. Oborinska odvodnja asfaltne baze riješena je projektom oborinske odvodnje u sklopu glavnog projekta za koji je izdana potvrda glavnog projekta Klasa. 361-03/09-03/204, Ur. Broj: 238/1-18-07-09-8 izdana od Republika Hrvatska, zagrebačka županija, upravni odjel za prostorno uređenje, gradnju i zaštitu okoliša ispostava Sveti ivan Zelina od 21. prosinca 2009. godine.
U sklopu potvrde glavnog projekta izdana je potvrda Hrvatskih voda, Vodnogospodarski odjel za vodno područje sliva Save, Zagreb, Vukovarska 220 klasa UP/I -325-07/09-01/0067, Ur. Broj: 374-21-2-09-2 od 06.05.209. Također je izdana potvrda Hrvatskih voda, VGI „Zelina-Lonja“ o uplaćenom vodnom doprinosu Klasa: UP/I-325-08/09-01/0029954 Ur. Broj. 374-3108-2-09-3 od 23.10.2009. godine.
Nakon javnog uvida izdana je potvrda izvedenog stanja Klasa. 361-03/09-02/39, Ur. Broj: 238/1-18-07-10-9 od Republika Hrvatska, zagrebačka županija, upravni odjel za prostorno uređenje, gradnju i zaštitu okoliša ispostava Sveti Ivan Zelina od 18. siječnja 2010. godine.
Količina oborinske vode ostaje nepromijenjena. Količina vode koja će s nadstrešnice pasti na asfalt prije je samo direktno pala na asfalt. Nisu potrebni nikakvi proračuni oborinske odvodnje jer je stanje prije i nakon izgradnje nadstrešnice ostalo nepromijenjeno.

Zagreb, svibanj 2021.

PROJEKTANT:

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Robert Mihalinac
mag.ing.aedif.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 6028

Robert Mihalinac, mag.ing.aedif

2.2. PRIKAZ PRIMIJENJENIH PROPISA I MJERA ZAŠTITE

2.2.1. Popis primjenjenih propisa

Zakon o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19) i prateći posebni propisi

Zakon o prostornom uređenju (NN RH 153/13, 65/17, 114/18, 39/19, 98/19)

Zakon o normizaciji (NN 80/13)

Tehnički propis za građevinske konstrukcije (NN 17/2017)

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

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

Zakon o zaštiti od požara (NN 92/10)

Zakon o građevnim proizvodima (NN 76/13, 30/14, 130/17, 39/19, 120/18)

Pravilnik o obaveznom sadržaju i opremanju projekata građevina (NN 118/19)

HRN EN 1990

HRN EN 1991, niz normi

HRN EN 1992, niz normi

HRN EN 1993, niz normi

HRN EN 1997, niz normi

HRN EN 1998, niz normi

HRN EN 1090-2

2.2.2. Prikaz tehničkih rješenja za osiguranje tehničkih svojstava zgrade

Prema Zakonu o gradnji (N.N. 153/13, 20/17, 39/19, 125/19) daje se prikaz primijenjenih tehničkih rješenja u ovom projektu, a vezano na tehnička svojstva bitna za građevinu.
Sastavni dio ovog prikaza je i prikaz primijenjenih mjera zaštite na radu, program kontrole i osiguranja kvalitete, te način zbrinjavanja građevinskog otpada.

PRIMIJENJENI PROPISI I ZAKONI

Prilikom izrade ovog projekta korištena su načela građevinske regulative navedene u popisu primijenjenih zakona, propisa i standarda (u prilogu).

OPIS TEHNIČKIH SVOJSTAVA

1. Mehanička otpornost i stabilnost (Članak 9. Zakona o gradnji)

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

- rušenje cijele građevine ili nekog njezina dijela

- velike deformacije u stupnju koji nije prihvatljiv

- oštećenja na drugim dijelovima građevine, instalacijama ili ugrađenoj opremi kao rezultat velike deformacije nosive konstrukcije

- oštećenja kao rezultat nekog događaja, u mjeri koja je nerazmjerna izvornom uzroku.

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

2. Sigurnost u slučaju požara (Članak 10. Zakona o gradnji)

Konstrukcija je namijenjena isključivo skladištenju kamenog agregata te u skladu s tom namjenom nema posebnih uvjeta u vezi zadovoljenja požarne otpornosti tj. nosivosti konstrukcije, u slučaju požara, tokom određenog vremena. Također, navedena građevina nema električne niti bilo kakve druge instalacije i nema ugrađenu opremu. Konstrukcija je otvorena s jedne strane (ulaz za kamione koji voze kameni agregat). Prikaz mjera i rješenja za primjenu pravila zaštite od požara, tokom izgradnje, dat je u ovom glavnom projektu u okviru prikaza mjera zaštite od požara. Što se tiče građevnih proizvoda, također nema posebnih uvjeta u vezi njihove požarne otpornosti te je jedini uvjet da njihova kontrola i dokaz kvalitete budu provedeni prema programu kontrole i osiguranja kakvoće.

3. Higijena, zdravlje i okoliš (Članak 11. Zakona o gradnji)

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

4. Sigurnost i pristupačnost tijekom uporabe (Članak 12. Zakona o gradnji)

Prema odabranim materijalima i obradama pojedinih elemenata, građevina je projektirana tako da tijekom njenog korištenja uz pravilno održavanje neće dolaziti do nezgoda korisnika. Pri projektiranju su korištena pozitivna načela građevinske regulative i pripadajući pravilnici.

5. Zaštita od buke (Članak 13. Zakona o gradnji)

Obzirom na namjenu konstrukcije, odabrane materijale i tipove konstrukcija, ne postavljaju se dodatni zahtjevi obzirom na sprečavanje širenja buke i vibracije na okolne objekte.

6. Gospodarenje energijom i očuvanje topline (Članak 14. Zakona o gradnji)

Obzirom na namjenu konstrukcije, odabrane materijale i tipove konstrukcija, ne postavljaju se dodatni zahtjevi obzirom na toplinska svojstva građevine.

7. Održiva uporaba prirodnih izvora (Članak 15. Zakona o gradnji)

Predmetna građevina projektirana je, te je predviđeno da se tijekom građenja, i u trenutku njezinih uklanjanja uporaba prirodnih izvora održiva. To prije svega podrazumijeva:

- ponovnu uporabu ili mogućnost reciklaže građevine, njezinih materijala i dijelova nakon uklanjanja,
- trajnost građevine uporabu okolišu prihvatljivih sirovina i sekundarnih materijala u građevinama

2.2.3. Prikaz tehničkih mjera zaštite na radu

Temeljem odredbi Zakona o zaštiti na radu (N.N. br. 71/14) daje se prikaz tehničkih mjera i rješenja za primjenu pravila zaštite na radu.

a) TEHNIČKE MJERE ZAŠTITE NA RADU U VRIJEME IZVEDBE KONSTRUKCIJE

Ove mjere sadrže svu opremu i zahvate koji se temeljem i u skladu sa Zakonom o zaštiti na radu trebaju provesti za ovu vrstu radova.

Oprema gradilišta, osiguranje pojedinih uređaja i strojeva na njemu te radnika za vrijeme građenja, mora u cijelosti odgovarati propisima o HTZ.

Posebno treba spriječiti razvijanje otrovnih i eksplozivnih plinova, oštećenje i iskrenje elektrovodova i neposredni kontakt radnika s istim, zagađenje zraka, opasna zračenja, zagađenje voda i tla, te isključiti neodgovarajuća rješenja koja su izvan standarda.

Prilikom izvedbe radova, promet će se odvijati ograničeno na lokalnoj mreži, a izvođač je dužan postaviti odgovarajuću privremenu signalizaciju. Strojevi, vozila i radnici moraju biti obilježeni odgovarajućim znakovima i oznakama.

Za provedbu svih zaštitnih mjera nadležna je i odgovorna uprava gradilišta.

Provjeru provedbe ovih zaštitnih mjera provodi rukovoditelj gradilišta, nadzorni inženjer te ovlašteni organ grada ili županije.

b) TEHNIČKE MJERE ZAŠTITE ZA VRIJEME UPORABE

Tehničke mjere zaštite za vrijeme uporabe objekta vezane su za sigurnost građevine. Sve mjere dane su u odgovarajućim projektima, a utemeljene na propisima koji se odnose na tip i namjenu objekta, kao i upotrebljene materijale.

Građevina je projektirana i bit će izvedena tako da se tijekom njenog korištenja izbjegnu moguće nezgode korisnika građevine, a koje mogu nastati od posklizнuća, pada, sudara, opekotina, udara struje ili eksplozije.

2.2.4. Prikaz mjera zaštite od požara

Na temelju odredbi Zakona o zaštiti od požara (N.N. br. 92/10) daje se prikaz mjera i rješenja za primjenu pravila zaštite od požara.

Građevina mora biti organizirana i građena tako da se:

- spriječi širenje vatre i dima,

- spriječi širenje vatre na susjedne objekte ili šumu,

- omogući pristup vatrogasnoj službi i tehnici ugroženim objektima,

- omogući da sve osobe mogu neozlijeđene napustiti gradilište, odnosno da se omogući njihovo spašavanje,

- da se omogući zaštita spasitelja.

Za vrijeme izvedbe objekta potrebno je provesti sve potrebne mjere sa lako zapaljivim materijalima koji mogu izazvati požar. Takve materijale potrebno je držati udaljene od toplinskih izvora.

Električne instalacije, uređaji i oprema moraju svojom izradom i izvođenjem odgovarati važećim tehničkim propisima.

Na svim mjestima na gradilištu gdje postoji opasnost od požara, potrebno je provesti zaštitne mjere prema Zakonu o zaštiti od požara.

Zapaljive tekućine potrebno je držati u posebnim skladištima osiguranim od požara sukladno pozitivnim propisima (boje, lakovi, plastične folije). Pri radu s takvim materijalima, zabranjena je uporaba otvorenog plamena te ih je potrebno držati dalje od toplinskih izvora.

Signalna oprema koja sadrži električne instalacije, mora svojom izvedbom odgovarati zahtjevima važećih tehničkih propisa.

Za provedbu ovih mjera nadležna je i odgovorna uprava gradilišta.

Kontrolu provedbe ovih mjera provodi rukovoditelj gradilišta, nadzorni inženjer i ovlašteni organ općine ili županije.

Nakon završetka izgradnje objekta potrebno je urediti gradilište i odstraniti sve ostatke građe i materijala.

2.2.5. Program kontrole i osiguranja kakvoće

Općenito

Program kontrole i osiguranja kvalitete izrađen je u skladu sa Zakonom o gradnji (NN 153/13, 20/17., 39/19., 125/19.), te s važećim hrvatskim normama i propisima u građevinarstvu.

Zakon o gradnji (NN RH br. 153/13, 20/17., 39/19., 125/19.) propisuje ispunjavanje temeljnih zahtjeva za građevinu u pogledu:mehaničke otpornosti i stabilnosti, sigurnosti u slučaju požara, zdravlja i zaštite okoliša, sigurnosti u uporabi, zaštiti od buke i uštedi energije i očuvanju topline. Temeljni zahtjevi moraju, uz propisano održavanje biti ispunjeni tijekom uporabnog vijeka predmetne građevine.

Građevni proizvodi koji se ugrađuju u građevinu moraju biti takvi da se mogu ispuniti temeljni zahtjevi za građevinu odnosno mora im biti potvrđena sukladnost sa hrvatskim normama, propisima i tehničkim specifikacijama.

Pravilnik o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama o sukladnosti i označavanju građevnih proizvoda (NN RH br. 1/05) propisuje uvjete za obavljanje poslova, specificira radnje koje provode proizvođač i potrebno tijelo za potvrđivanje sukladnosti prema odgovarajućem sustavu potvrđivanja za pojedini građevni proizvod, te njihovo označavanje.

Tehnički propis za građevinske konstrukcije (NN RH br. 17/17.,75/20.) u okviru ispunjavanja temeljnih zahtjeva za građevinu, propisuje tehnička svojstva za građevinske konstrukcije u građevinama, zahtjeve za projektiranje, izvođenje, održavanje, uklanjanje te drugi zahtjeve za građevinske konstrukcije, svojstva koja moraju imati građevni proizvodi u odnosu na njihove bitne značajke i drugi zahtjevi za građevne proizvode namijenjene ugradnji u građevinske konstrukcije.

Svi sudionici u gradnji, a to su: Investitor, Projektant, Izvoditelj i Nadzorni inženjer, dužni su se pridržavati odredbi navedenih zakona.

Investitor je dužan:

- projektiranje, nadzor i građenje povjeriti osobama registriranim za odbavljanje tih djelatnosti,
- osigurati stručni nadzor nad građenjem,
- po završetku gradnje poduzeti potrebne radnje za obavljanje tehničkog pregleda i ishođenje uporabne dozvole.

Izvođač radova je po zakonu dužan:

- graditi u skladu s građevnom dozvolom, te s dokumentacijom koja je istoj prethodila (posebnim suglasnostima),
- graditi u skladu s lokacijskom dozvolom i projektnom dokumentacijom,
- radove izvoditi na način da se zadovolje svojstva u smislu pouzdanosti, mehaničke otpornosti i stabilnosti, sigurnosti u slučaju požara, zaštite od ugrožavanja zdravlja ljudi, zaštite korisnika od povreda, zaštite od buke i vibracija, toplinske zaštite i uštede energije, zaštite od korozije, te svih ostalih funkcionalnih i zaštitnih svojstava,
- ugrađivati materijale, opremu i proizvode predviđene projektom, provjerene u praksi, a čija je kvaliteta kazana certifikatom proizvođača koji dokazuje da je kvaliteta određenog proizvoda u skladu s važećim propisima i normama,
- osiguravati dokaze o kvaliteti radova i u građenih proizvoda i opreme u skaldu s projektom i zakonom.

U cilju osiguranja ispravnog toka i kvalitete građena Izvoditelj mora na gradilištu posjedovati odgovarajuću dokumnetaciju za građenje te prema njoj obavljati potrebne radnje kako slijedi:

- voditi građevinski dnevnik i građevinsku knjigu,
- donijeti rješenje o postavljanju odgovornih osoba,
- izraditi elaborat organizacije gradilišta s primijenjenim mjerama zaštite na radu i zaštite od požara,
- izraditi elaborat montaže konstruktivnih skela i vođenje knjiga montaže,
- izvršiti osiguranje iskolčenja građevine,
- načiniti dokumentaciju o kvaliteti radova i građevina prema preporukama proizvoditelja i važećim propisima,
- sastaviti izvještaj o ispitiavnju betona od strane ovlaštene organizacije prema programu ispitivanja, te izraditi projekt betona,
- sastaviti zapisinik o tlačnom ispitivanju cjevovoda i građevina prema preporukama proizvoditelja i važećim propisima,

- sastaviti zapisnik o ispitivanju vodonepropusnosti kanala, cjevovoda i građevina,
- nabaviti odgovarajuće ateste i uvjerenja za svu ugrađenu opremu,
- sastaviti zapisnike o montaži opreme,
- prikupiti jamstvene listove,
- priložiti uputstva o pogonu i održavanju,
- priložiti rezultate ispitivanja kvalitete – odgovarajuće ateste i uvjerenja,
- podnijeti izvještaje o ostalim eventualnim radovima i opremi,
- izraditi elaborat izvedenog stanja građevine i katastra instalacija,
- provesti sva ostala ispitivanja i radnje što nisu navedene, a potrebne su radi osiguranja kvalitete radova te ugrađenog materijala i opreme.

O izvršenim kontrolnim ispitivanjima materijala koji se ugrađuju u građevinu, a koji su predmet ovog programa potrebno je za cijelo vrijeme građenja voditi dokumentaciju te sačiniti izvješća o pogodnosti primjene-ugradnje ispitivanih materijala na način opisna u ovom programu ili navedenim normama.

Izvješće o pogodnosti materijala mora sadržavati sljedeće dijelove:

- naziv materijala, laboratorijsku oznaku uzorka, količinu uzorka, namjenu materijala, mjesto i vrijeme uzimanja uzorka te završnih ispitivanja, podatke o proizvođaču i investitoru, podatke o građevini za koju se uzimaju uzorci odnosno vrši ispitivanje,
- prikaz svih laboratorijskih (terenskih) ispitivanja za koje se izdaje uvjerenje (izvješće) odnosno ocjena kvalitete u skladu s ovim programom i u njemu navedenim normama,
- ocjenu kvalitete i mišljenje o pogodnosti (uporabljivosti) materijala za primjenu na navedenoj građevini te rok do kojeg vrijedi izvješće.

Rezultati svih laboratorijskih ispitivanja moraju se redovito upisivati u laboratorisjku dokumentaciju (dnevnik, knjiga...). Uz dokumentaciju koja prati isporuku proizvoda, proizvođač je dužan priložiti rezultate tekućih ispitivanja koja se odnose na isporučene količine. Za materijale koji podliježu obaveznom atestiranju izdaje se atsetna dokumentacija prema propisima. Izvješća odnosno rezultati ispitivanja izdaju se na formularima koji nose oznaku ovlaštene organizacije uz naznaku mjesta i osoba koje su izvšile ispitivanja, Izvješća te rezultati ispitivanja moraju se pravovremeno dostavljati nadzornom inženjeru.

Ovim Programom kontrole i osiguranja kvalitete, sukladno čl. 20 TPBK, određena su svojstva građevinskih proizvoda i uvjeti građenja čelične nadstrešnice za skladištenje agregata u asfaltnoj bazi Banje Selo. Minimalni sadržaj programa je:

1. **Svojstva koja moraju imati građevni proizvodi-** oznake uvjetovanih svojstava i dokaze Uporabljivosti, prema odgovarajućim HRN EN normama i propisima.
2. **Uvjet građenja i druge zahtjeve koji moraju biti ispunjeni tijekom izvođenja betonske konstrukcije,** a koji imaju utjecaj na postizanje predviđenih svojstava betonske konstrukcije.

2.2.5.1. SVOJSTVA GRAĐEVNIH PROIZVODA

A. BETON (svojstva, proizvodnja i sukladnost)

2.2.5.1.1. Općenito

Program kontrole i osiguranja kvalitete osnovni je uvjet za postizanje zahtijevanih svojstava betona i konstruktivnih elemenata u fazi građenja i eksploatacije. Upravljanje kvalitetom definirano je Tehničkim propisom za betonske konstrukcije (NN 101/05), članak 13. i 14.

Potvrđivanje sukladnosti betona provodi se prema kriterijima norme HRN EN 206-1 i Pravilniku o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama o sukladnosti i označavanju građevnih proizvoda (NN 01/05). Unutarnja kontrola proizvodnje betona provodi se prema normi HRN EN 206-1 i mora obuhvatiti sve mjere nuţne za odrţavanje 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

2.2.5.1.2. Odabrani razredi (svojstva) betona

Građevina je čelična konstrukcija nadstrešnice s armirano – betonskim temeljima u prirodnim uvjetima, koje karakterizira prilično visoko zasićenje vodom u svim godišnjim dobima. Lokacija građevine je tipična kontinentalna. Zbog toga su betoni u konstrukcijskim elementima izloţeni karbonatizaciji i ciklusima smrzavanja/odmrzavanja, te ih treba svrstati u razrede izloţenosti od XC2 do XC4, XA1 do XA3 i u XF1 do XF4.

Na temelju provedenog statičkog proračuna i dimenzioniranja konstrukcijskih elemenata građevine te procijenjenih uvjeta izloţenosti okolini, odabrani su ovi razredi betona, dati u tablici 1.

Tablica 1. Odabrani razredi betona

RAZRED BETONA	OSNOVNA SVOJSTVA				DODATNA I TRAJNOSNA SVOJSTVA			KONSTRUKCIJSKI DIO
	Raz.min. tl.čvrst.	Razred Izloženos.	Dmax. agregata	Raz.sad.C L.	V.D.P.	Raz.vl. čvrstoće	Otpornost na mraz i sol (ciklusi)	
II	C 12/15	X0	32	-	-	-	-	-podložni beton
III IV	C 25/30	XC2	32	0,4	≤ 25	≤ 1/10 fck	25 cikl. mraz	-trak. temlji, tem. samci i
	C 25/30	XC2	32	0,4	≤ 25	≤ 1/10 fck	25 cikl.mraz	-zidovi

Specificirana svojstva betona u tablici 1. odnose se na očvrsli beton u konstrukcijskim elementima građevine. Međutim, pored ovih svojstava, proizvođaču betona treba uvjetovati i razrede i svojstva svježeg betona kao npr. konzistencije, sadržaj pora, i sl. koju treba odrediti izvođač radova.

Svi navedeni betoni osim podložnog su tzv. projektirani betoni.

2.2.5.1.3. Proizvodnja betona

Proizvođač je u cijelosti odgovoran za građevinski proizvod. U tu svrhu obavezan je provoditi sljedeće aktivnosti:

a) Početno ispitivanje

b) Stalnu unutarnju kontrolu proizvodnje

c) Ispitivanje uzoraka iz proizvodnje prema utvrđenom planu

2.2.5.1.3.1. Početno ispitivanje

Sastav betona koji se proizvodi mora biti dokazan početnim ispitivanjem prema HRN EN 206-1 Dodatak A. Za početna ispitivanja projektiranog betona odgovoran je proizvođač. Početnim ispitivanjem utvrđuju se da li beton zadovoljava sva uvjetovana svojstva svježeg i očvrslog betona. Prije upotrebe novog sastava betona ili prilikom pojave značajnije promjene u sastavnim materijalima mora se obaviti početno ispitivanje. U slučaju betona zadanog sastava i betona normiranog zadanog sastava nisu potrebna početna ispitivanja proizvođača.

Za početno ispitivanje pojedinog betona mora se ispitati po tri uzorka iz svake od tri mješavine. Tlačna čvrstoća betona za kojeg se provodi početno ispitivanje mora biti dva puta veća od očekivanje standardne devijacije(ς = 3 - 6), što znači od 6 N/mm2 do 12 N/mm2. Konzistencija betona treba biti unutar granica razreda konzistencije. Za sva ostala svojstva beton treba zadovoljiti uvjetovane vrijednosti u odgovarajućoj veličini.

2.2.5.1.3.2. Stalna unutarnja kontrola proizvodnje

Unutarnja kontrola proizvodnje uključuje sve mjere koje su potrebne za postizanje i održavanje kvalitete betona tako da on bude u skladu sa propisanim zahtjevima. U toj kontroli obuhvaćene su sve provjere i ispitivanja, kao i korištenje rezultata ispitivanja opreme, osnovnih materijala, svježeg i očvrslog betona. Proizvođač u tom postupku mora izvršiti sljedeće:

1. Organizirati laboratorij i stalnu nezavisnu ekipu za provedbu laboratorijskih ispitivanja,

2. Imenovati osobu odgovornu za provođenje ispitivanja i radnji u postupku ocjenjivanja sukladnosti betona,

3. Uspostaviti sustav pisanih uputa za obavljanje pojedinih radnji u postupku ocjenjivanja sukladnosti. (Priručnik, radne upute, zapise i sl.)

2.2.5.1.3.2.1. Svojstva sastavnih materijala

Agregat

Tehnička svojstva agregata za beton koji će se koristiti moraju ispunjavati, ovisno o podrijetlu agregata, opće i posebne zahtjeve i moraju biti specificirana prema normi HRN EN 12620, normama na koje ta norma upućuje i odredbama Priloga "D" Tehničkog propisa za betonske konstrukcije.

Potvrđivanje sukladnosti i izdavanje isprava o sukladnosti agregata za beton treba se provoditi prema odredbama Dodatka za norme HRN EN 12620 i Pravilnik o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama o sukladnosti i označavanju građevnih proizvoda.

Cement

Za proizvodnju betona iz tablice 1., mogu se koristiti vrste i tipovi cementa za opće namjene specificiranih prema HRN EN 197-1.

Za predmetnu građevinu preporuča se korištenje cementa CEM II B-S, koji ima vrijednost minerala C_3A oko 8%.

Tehnički propis za betonske konstrukcije – Prilog C propisuje za potvrđivanje sukladnosti cementa obveznu primjenu dodataka A normi HRN EN 197-1. Sustav potvrđivanja sukladnosti je **1+**, a provode ga proizvođač i ovlašteno tijelo. Svaki cement u prometu (na tržištu) mora biti popraćen certifikatom sukladnosti.

Za kontrolu kvalitete korištenog cementa preporučuje se na betonari uzimanje i odlaganje uzorka cementa od svake isporuke.

Voda

Za izradu betona isključivo se može upotrebljavati voda koja zadovoljava zahtjeve norme HRN EN 1008. Ovakva voda treba se koristiti i za zaštitu betona.

Mineralni dodatci

U obzir dolaze mineralni dodaci tipa II i to silicijska prašina (SiO_2). Doziranje ovog dodatka na 1m³ betona kao i njegov utjecaj na čvrstoću i ostala svojstva betona treba utvrditi prethodnim ispitivanjem.

Mineralni dodaci tipa II trebaju se uključiti u proračun sastava betona vezan na količinu cementa i v/c faktor, ako im je utvrđena uporabljivost. Pri tome treba postupiti prema uvjetima točke 5.2.5. HRN EN 206-1.

Potvrđivanje sukladnosti mineralnih dodataka betonu provodi se u skladu s odredbama Priloga E Tehničkog propisa za betonske konstrukcije.

Mineralni dodaci betonu označavaju se na sljedeći način:

- leteći pepeo prema normi HRN EN 450-1
- silicijska prašina prema normi nHRN EN 13263-1
- punila (filteri) prema normi HRN EN 12620

Kontrola mineralnog dodatka betonu provodi se na betonari prema normi HRN EN 206-1 dodatak E. Preporučuje se uzimanje uzoraka i odlaganje za svaku isporuku.

Kemijski dodatci

Vrste kemijskih dodataka koje dolaze u obzir za primjenu u navedenim betonima su:

- plastifikator,
- superplastifikator,
- aerant,
- usporivač vezivanja,
- dodatak za vodonepropusnost i
- dodataka za betoniranje pri niskim temperaturama.

Mogu se koristiti kemijski dodaci koji zadovoljavaju uvjete norme HRN EN 934 i koji imaju potvrdu sukladnosti koju je izdala ovlaštena hrvatska institucija.

2.2.5.1.3.2.2. Projektiranje betona

Sastav betona i sastavne materijale za projektirani beton i beton zadanog sastava treba odabrati tako da zadovoljavaju svojstva uvjetovana za svježi i očvrsli beton, uključivo konzistenciju, gustoću, čvrstoću, trajnost, zaštitu ugrađenog čelika od korozije, uzimajući u obzir proizvodni proces i odabrani postupak izvedbe betonskih radova koji uključuju transport, ugradnju, zbijanje, njegovanje i moguće druge tretmane ili obrade ugrađenog betona.

2.2.5.1.3.2.3. Tvornička kontrola proizvodnje betona

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

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

To uključuje:

- izbor materijala,
- projektiranje betona,
- proizvodnju betona,
- preglede i ispitivanja,
- uporabu rezultata ispitivanja sastavnih materijala, svježeg i očvrslog betona i opreme,
- kontrolu sukladnosti u skladu s ovim programom kontrole i osiguranja kvalitete.

Sustavi kontrole proizvodnje

Kontrola proizvodnje treba biti organizirana prema načelima serije normi HRN EN ISO 9000.

Odgovornost, nadležna tijela i odnosi cjelokupnog osoblja koje upravlja, izvodi i verificira radove koji predodređuju kakvoću betona, moraju biti utvrđeni dokumentiranim sustavom kontrole proizvodnje u tzv. "Priručniku kvalitete".

Priručnik kvalitete proizvodnje treba uprava proizvođača revidirati najmanje svake dvije godine radi osiguranja njegove uporabivosti i učinkovitosti. Izvještaje revizije treba čuvati najmanje 3 godine, osim ako zakonske obveze ne traže duže razdoblje.

Sustav kontrole proizvodnje treba sadržavati odgovarajuće dokumentirani postupak i upute. Taj postupak i upute treba po potrebi utvrditi uzimajući u obzir potrebe kontrole iskazane u tablicama 22, 23 i 24, poglavlja 9, HRN EN 206-1.

Osoblje, oprema i instalacije

Znanje, uvježbanost i iskustvo osoblja uključenog u proizvodnju i kontrolu proizvodnje treba odgovarati kapacitetu pogona.

Odgovarajuće dokaze uvježbanosti i iskustva osoblja uključenog u proizvodnju i kontrolu proizvodnje treba održavati.

Sastavni materijali trebaju biti tako uskladišteni i upotrijebljeni da im se svojstva značajnije ne mijenjaju, npr. djelovanjem klime, miješanjem ili zagađivanjem, i da im se sukladnost s odgovarajućom normom održava.

Miješalice trebaju omogućavati jednoliku distribuciju sastavnih materijala i jednoliku obradivost mješavine unutar vremena miješanja i kapaciteta miješalice. Homogenost miješanja mora biti ispitana na početku proizvodnje i nakon svakih 15000 m3.

Odmjeravanje sastavnih materijala treba biti takvo da zadovoljava propisane tolerancije u tablici br. 21 norme HRN EN 206-1.

Ocjenjivanje, praćenje i certificiranje kontrole proizvodnje

Proizvođačevu tvorničku kontrolu proizvodnje (TKP), treba za sve betone klase iznad C 16/20 vrednovati ovlašteno nadzorno tijelo i zatim certificirati ovlašteno certifikacijsko tijelo.

Ovlašteno nadzorno 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 kontrolu proizvodnje.

Nadzorno tijelo treba po završetku početnih ispitivanja napisati posebni izvještaj o svim značajnijim činjenicama početnog nadzora, kontrole proizvodnje i ocjene sustava kojim potvrđuje je li kontrola proizvodnje betona sukladno poglavlju 9, HRN EN 206-1. Izvještaj prosljeđuje proizvođaču i ovlaštenom certifikacijskom tijelu, koje na osnovi toga odlučuje o davanju certifikata tvorničkoj kontroli proizvodnje (TKP).

Certifikat TKP + pozitivni rezultati kontrole sukladnosti iz poglavlja 8 norme HRN EN 206-1, su osnova za izdavanje "Izjave o sukladnosti" pojedinog tipa betona. Ovu izjavu daje proizvođač betona

2.2.5.1.3.3. Ispitivanje uzoraka iz proizvodnje prema utvrđenom planu

2.2.5.1.3.3.1. Svježi beton

Konzistencija betona utvrđuje se metodama slijeganja i rasprostiranja prema HRN EN 12350-2 i HRN EN 12350-5 i provodi se u laboratoriju proizvođača betona.

Količinu cementa, vode, agregata ili mineralnih dodataka utvrđuje se prema otpremnici betona sa proizvodnog pogona. Ni jedna pojedinačno utvrđena vrijednost vodocementnog faktora ne smije biti veća za više od 0,02 od granične vrijednosti.

Količina mikropora uvučenog zraka u odnosu na najveću frakciju agregata

Najveća frakcija agregata(mm)	Količina pora (%)
32-63	2-3
16-32	3-5
8-16	5-7
4-8	7-10

Sadržaj zraka u betonu utvrđuje se postupkom HRN EN 12350-7. Donja granica je uvjetovana vrijednost od –0,5 % do max 1,0% prema HRN EN 206-1.

Kriteriji sukladnosti posebnih svojstava

Svojstvo	**Postupak ispitivanja**	**Minimalni broj uzoraka ili ispitivanja**	**Broj prihvaćanja**	**Maksimalno dopušteno odstupanje pojedinog rezultata ispitivanja od granice uvjetovane razredom ili tolerancijom zadane vrijednosti**	
				Donja granica	**Gornja granica**
v/c faktor	HRN EN 206-1 (točka 5.4.2) ili	1 ispitivanje dnevno	vidi Tablicu 19a HRN EN 206-1	nema ograničenja[1)]	+0,02
Sadržaj cementa	HRN EN 206-1 (točka 5.4.2)	1 ispitivanje dnevno	vidi Tablicu 19a HRN EN 206-1	– 10 kg/m^3	nema ograničenja[1)]
Sadržaj zraka u svježem betonu	HRN EN 12350-7	1 uzorak u danu kontinuirane proizvodnje	vidi Tablicu 19a HRN EN 206-1	– 0.5 % apsolutne vrijednosti	+ 1.0 % apsolutne vrijednosti
Sadržaj klorida u betonu	HRN EN 206-1 (točka 5.2.7)	za svaki sastav (recepturu) betona i ponovo ako poraste sadržaj klorida u bilo kojem sastavnom materijalu	–	nema ograničenja[1)]	veća vrijednost nije dopuštena
Primjedba: [1)] Dok se ograničenja ne uvjetuju					

Količina klorida u betonu

Količina klorida u betonu izražena kao postotak kloridnih iona na masu cementa ne smije prijeći vrijednosti iskazane u HRN EN 206-1, tablica 10.

Kalcijev klorid i kemijski dodaci na bazi klorida ne smiju se dodavati u beton koji sadrži čeličnu armaturu, prednapeti čelik ili drugi ugrađeni metal.

Za utvrđivanje količine klorida u betonu treba utvrditi ukupan doprinos sastavnih materijala.

Temperatura betona

Temperatura svježeg betona ne smije biti ispod 5° C u vrijeme isporuke. Kada je potreban zahtjev za drugačiju minimalnu ili maksimalnu temperaturu svježeg betona treba ih propisati uz utvrđivanje i toleranciju. Bilo koji uvjet za umjetno hlađenje ili grijanje betona treba prije otpreme usuglasiti između proizvođača i korisnika.

Kriteriji sukladnosti konzistencije

Svojstvo	**Postupak ispitivanja**	**Minimalni broj uzoraka ili ispitivanja**	**Broj prihvaćanja**	**Maksimalno dopušteno odstupanje pojedinog rezultata ispitivanja od granice uvjetovane razredom ili tolerancijom zadane vrijednosti**	
				Donja granica	**Gornja granica**
Vizualni pregled	Uspoređivanje stvarnog i normalnog izgleda betona	Svaka mješavina Za vozila svaki teret	–	–	–
Slijeganje	HRN EN 12350-2	Kao za tlačnu čvrstoću ili pri ispitivanju sadržaja zraka ili u slučaju sumnje slijedom vizualnog pregleda	vidi Tablicu 19b HRN EN 206-1	– 10 mm	+ 20 mm
				– 20 mm [2)]	+ 30 mm [2)]
Rasprostiranje	HRN EN 12350-5		vidi Tablicu 19b HRN EN 206-1	– 20 mm	+ 30 mm
				– 30 mm [2)]	+ 40 mm [2)]
Primjedba:[1)] Kada nema donjih ni gornjih ograničenja ova odstupanja ne primjenjivati [2)] Primjenjivo jedino za mjerenje konzistencije iz početne količine pražnjenja vozila(prema načinu definiranom u HRN EN 206-1 – točka 5.4.1					

Sukladnost ispitivanja svježeg betona se prihvaća zadovoljenjem sukcesivnih rezultata ispitivanja u skladu sa uvjetovanim graničnim vrijednostima ili graničnim razredima ili zadanim vrijednostima uključujući dozvoljene tolerancije i maksimalno dopušteno odstupanje od tražene (uvjetovane) vrijednosti.

2.2.5.1.3.3.2. Očvrsli beton

Utvrđivanje čvrstoće obavlja se na uzorcima kocaka brida 150 mm sukladnim HRN EN 12390-1- Oblik, dimenzije i drugi zahtjevi za uzorke i kalupe i izrađenim i njegovanim prema HRN EN 12390-2 - Izrada i njegovanje uzoraka za ispitivanje čvrstoće.

Tlačna čvrstoća betona utvrđuje se prema normi HRN EN 12390-3. Tlačna čvrstoća utvrđena je na uzorcima ispitanim pri starosti od 28 dana. U posebnim slučajevima može se posebno uvjetovati ispitivanje pri starosti manjoj ili većoj od 28 dana.

Pri ocjenjivanju sukladnosti razlikujemo početnu proizvodnju (dok se ne dobije minimalno 35 rezultata ispitivanja) i kontinuiranu proizvodnju (nakon dobivanja 35 rezultata ispitivanja u periodu koji ne prelazi 12 mjeseci).

Uzorkovanje se vrši prema planu uzorkovanja ili nakon dodavanja kemijskog dodatka radi prilagodbe konzistencije. Rezultat ispitivanja je onaj dobiven na pojedinačnom uzorku ili prosjek rezultata kada su uzorci na isti način uzorkovani i kada se ispituju u isto vrijeme.

Sukladnost se ocjenjuje tijekom perioda ocjenjivanja koji ne prelazi 12 mjeseci (ispituju se uzorci pri starosti od 28 dana ili nekoj drugoj uvjetovanoj starosti) i to na sljedeći način:

a) **Kriterij 1**: grupa od ***n*** sukcesivnih rezultata ispitivanja (f_{cm})

b) **Kriterij 2**: svaki pojedinačni rezultat (f_{ci})

Osnovni uvjet je da se rezultati ispitivanja ne preklapaju.

Tablica 2. HRN EN 206-1: Kriteriji sukladnosti tlačne čvrstoće

Tip proizvodnje	Broj n rezultata ispitivanja tlačne čvrstoće u grupi	KRITERIJ 1	KRITERIJ 2
		Prosjek od ***n*** rezultata, f_{cm} (N/mm^2)	Pojedini rezultat, f_{ci} (N/mm^2)
Početna	3 rezultata	$\geq f_{ck} + 4$	$\geq f_{ck} - 4$
Kontinuirana	15 rezultata	$\geq f_{ck} + 1.48\sigma$	$\geq f_{ck} - 4$

U početku se standardnu devijaciju (σ) računa iz najmanje 35 sukcesivnih rezultata ispitivanja dobivenih u periodu većem od 3 mjeseca, a neposredno su ispred proizvodnog perioda čiju sukladnost provjeravamo. Ova vrijednost se uzima kao utvrđena standardna devijacija (σ) populacije, a računa se prema sljedećem postupku:

Treba osigurati da se standardna devijacija od najmanje 15 rezultata (s_{15}) ne razlikuje značajnije od utvrđene standardne devijacije na način:

$0.63\sigma \leq s_{15} \leq 1.37\sigma$

Ako je vrijednost s_{15} izvan gornjih granica treba utvrditi novu vrijednost iz dostupnih posljednjih 35 rezultata ispitivanja.

Sukladnost s karakterističnom tlačnom čvrstoćom betona **(f_{ck})** je potvrđena ako su **oba** kriterija iz Tablice 14. HRN EN 206-1 za početnu i za kontinuiranu proizvodnju zadovoljena.

2.2.5.1.3.3. Svojstva trajnosti

Beton se uzorkuje u skladu s HRN EN 12350-1. Uzorkovanje treba provesti za svaki sastav betona kod kojeg su uvjetovana (tražena) svojstva trajnosti.

Kada je projektom betonske konstrukcije zadano jedno ili više svojstava trajnosti betona, proizvođač betona odgovoran je za dokaz tih svojstava.

Ispitivanja svojstava trajnosti proizvođač je dužan provoditi u skladu s normama danim u TPBK, Prilog A. točka A.1.

Kontrola sukladnosti svojstava trajnosti će se prihvaćati prema pojedinačnim izvještajima za pojedino svojstvo trajnosti, a prema kriterijima koje propisuje pojedina norma, TPBK ili projektant.

2.2.5.1.4. Isporuka betona

Prilikom svake isporuke betona na gradilište proizvođač betona dužan je izdati otpremnicu koja mora sadržavati sljedeće podatke:

- Naziv tvrtke
- Serijski broj otpremnice
- Datum i vrijeme utovara betona-vrijeme prvog kontakta cementa i vode.
- Reg. Br. Auto miksera
- Ime prijevoznika
- Ime kupca
- Ime i lokacija gradilišta
- Količina betona u m^3
- Deklaracija sukladnostiprema s referencama prema uvjetima kvalitete i prema HRN EN 206-1
- Ime ili znak certifikacijskog tijela
- Vrijeme dolaska na gradilište
- vrijeme početka istovara
- vrijeme kraja istovara
- Ime odgovorne osobe za proizvodnju betona
- Oznaka razreda čvrstoće i normu HRN EN 206-1:2000

- Razred konzistencije ili zadanu vrijednost
- Tip i razred čvrstoće cementa
- Tip kemijskog dodatka
- Specijalna svojstva ako su tražena (granične vrijednosti sastava ili razred otpornosti prema razredima izloženosti, najveće nazivno zrno agregata, konzistencija itd)
- Maksimalnu nominalnu gornju veličinu zrna agregata
- Porijeklo agregata
- v/c faktor

2.2.5.1.5. Kontrolni postupci na gradilištu

2.2.5.1.5.1. Svježi beton

Za beton projektiranog sastava dopremljenog iz centralne betonare (tvornice betona), odgovorna osoba obvezno određuje neposredno prije ugradnje provedbu kontrolnih postupaka utvrđivanja svojstava svježeg betona.

Kontrolni postupak utvrđivanja svojstava svježeg betona provodi se na uzorcima koji se uzimaju neposredno prije ugradnje betona u betonsku konstrukciju u skladu sa zahtjevima norme HRN ENV 13670-1, HRN EN 206-1 i projekta betonske konstrukcije, a najmanje pregledom svake otpremnice i vizualnom kontrolom konzistencije kod svake dopreme (svakog vozila) te, kod opravdane sumnje ispitivanjem konzistencije istim postupkom kojim je ispitana u proizvodnji.

2.2.5.1.5.2. Očvrsli beton

Za beton projektiranog sastava dopremljenog iz centralne betonare (tvornice betona), odgovorna osoba obvezno određuje neposredno prije ugradnje provedbu kontrolnih postupaka utvrđivanja svojstava očvrslog betona

Utvrđivanje čvrstoće obavlja se na uzorcima kocaka brida 150 mm sukladnim HRN EN 12390-1- Oblik, dimenzije i drugi zahtjevi za uzorke i kalupe, izrađenim i njegovanim prema HRN EN 12390-2 - Izrada i njegovanje uzoraka za ispitivanje čvrstoće.

Tlačna čvrstoća betona utvrđuje se prema normi HRN EN 12390-3. Uzima se jedan uzorak za istovrsne elemente betonske konstrukcije koji se bez prekida ugrađivanja betona izvedu unutar 24 sata od betona istih iskazanih svojstava i od istog proizvođača.

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

2.2.5.1.5.3. Ocjenjivanje rezultata ispitivanja

Kontrolni postupak utvrđivanja tlačne čvrstoće betona ocjenjivanjem rezultata ispitivanja uzoraka sa gradilišta i dokazivanjem karakteristične tlačne čvrstoće betona provodi se primjenom kriterija iz Dodataka B norme HRN EN 206-1 «Ispitivanje identičnosti tlačne čvrstoće».

Ispitivanje i dokazivanje identičnosti pokazuje da li ugrađeni beton pripada istom skupu za koji je proizvođačevom ocjenom sukladnosti utvrđeno da mu je tlačna čvrstoća sukladna s karakterističnom čvrstoćom (fck).

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

B. ARMATURA

Čelik za armiranje

Čelik za armiranje betona treba zadovoljavati uvjete EN 10080 i uvjete projekta konstrukcije. Svaki proizvod treba biti jasno označen i prepoznatljiv.

Površina armature mora biti očišćena od slobodne hrđe i tvari koje mogu štetno djelovati na čelik, beton ili vezu između njih.

Armatura će se na gradilište dovesti u savijenom stanju, a bit će rezana i savijena u armiračkom pogonu

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

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

Šipke čelične armature, zavarene mreže i predgotovljeni armaturni koševi ne smiju se oštetiti tijekom prijevoza, skladištenja, rukovanja i postavljanja u projektiranu poziciju.

Prije postavljanja armature, mora se ista očistiti od prljavštine, masnoće i ljusaka od korozije. Ispod armature koja se postavlja na tlo potrebno je izvesti podložni sloj za izravnanje.

C. MATERIJAL ZA NASIPE

Dopušteno je korištenje agregata normalne mase, koji prema podrijetlu može biti prirodan, industrijski proizveden ili recikliran.

Potvrđivanje sukladnosti provodi se prema HRN EN 13242 Agregati za nevezane i hidraulički vezane materijale za uporabu u građevinarstvu i cestogradanji. Dokaz o uporabljivosti je certifikat tvorničke kontrole proizvodnje (proveden u dragovoljnom području).

2.2.5.2. UVJETI GRAĐENJA

Uvjeti građenja su po sadrţaju, opsegu i nivou razrade tipični za dotičnu građevinu, a to pak zavisi od vrste i sloţenosti građevine.Za jednostavne građevine, minimalni uvjeti građenja koje treba opisati "Programom kontrole i osiguranja kvalitete" su uvjeti iz Priloga " J" TPBK. Međutim za sloţenije građevine i specifične uvjete građenja, projektant treba odrediti posebne uvjete građenja. Predmetna građevina ne spada u sloţene građevine i ne zahtjeva specifične uvjete građenja, kao ni izradu "Plana kvalitete izvedbe", već je dovoljno izraditi "Plan betoniranja i nadzora."

A. ISKOLČENJE I ZAHTJEVANA GEOMETRIJA

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

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

B. ZEMLJANI RADOVI

a) Iskopi

Tijekom radova na iskopima kontrolirati:

- da se iskop obavlja prema profilima i visinskim kotama iz projekta, te propisanim nagibima pokosa iskopa (uzimajući u obzir geomehanička svojstva tla),
- da tijekom rada ne dođe do potkopavanja ili oštećenja okolnih građevina ili okolnog tla,
- da se ne vrše nepotrebno povećani ili štetni iskopi,

da se ne degradira ili oštećuje temeljno tlo zbog nekontroliranih miniranja i neadekvatnih iskopa,

- za vrijeme rada na iskopu pa do završetka svih radova na objektu Izvoditelj je duţan osigurati pravilnu odvodnju,
- ne smije se dozvoliti zadrţavanje vode u iskopima,
- vrstu i karakteristiku temeljnog tla kontrolirati prema geotehničkom eleboratu, a dubine i gabarite iskopa prema građevinskom projektu građevine.

Kontrolom i tekućim ispitivanjma obuhvatiti:

- određivanje stupnja zbijenosti u odnosu na Proctorov postupak (Sz) ili određivanje modula stišljivosti (MS),
- ispitivanje granulometrije nasipnog materijala.

Nasipavanje izvoditi u propisanim debljinama slojeva i s propisanom zbijenošću. Osobito posvetiti pažnju izvedbi pokosa nasipa.

Kontrola geometrije vrši se kontinuirano, vizuelno i mjerenjem.

C. IZVOĐENJE BETONSKIH RADOVA

1. Općenito

Izvođač radova treba izvesti betonske i armirano-betonske radove u skladu sa zahtjevima norme HRN ENV 13670-1 - Izvedba betonskih konstrukcija – 1. dio: Općenito i TPBK prilog J.

Pogon za proizvodnju betona mora ispunjavati zahtjeve norme HRN EN 206-1 - Beton – 1. dio: Specifikacije, svojstva, proizvodnja i sukladnost. Za svaku vrstu betona koja će se ugrađivati na konstrukciju, proizvođač odnosno izvođač je dužan dostaviti odgovarajuću ispravu o sukladnosti te vrste betona.

2. Ugradnja betona

Dozvoljena maksimalna visina slobodnog pada betona je 1,5 m ukoliko ne dolazi do segregacije. Za veće visine vertikalnog transporta betona treba osigurati dovoljan broj vertikalnih lijevaka. Nije dozvoljeno transportiranje betona po kosinama.

Transportna sredstva ne smiju se oslanjati na oplatu ili armaturu, kako ne bi dovela u pitanje njihov projektirani položaj.

Svaki započeti betonski konstruktivni dio ili element objekta mora biti betoniran neprekidno u započetom opsegu, bez obzira na radno vrijeme, brze vremenske promjene ili isključenja pojedinih uređaja mehanizacije iz pogona.

Svježem betonu ne smije se naknadno dodavati voda,već je u slučaju potrebe za korekcijom konzistencije svježe betonske mase potrebno provesti korekciju samo uz dodavanje superplastifikatora (voditi računa o kompatibilnosti dodatka) prema normi HRN EN 934.

Ako dođe do neizbježnog, nepredviđenog prekida betoniranja, betoniranje mora biti završeno tako, da se na mjestu prekida može izraditi konstruktivno i tehnološki odgovarajući radni spoj. Izrada takvog radnog spoja moguća je samo uz odobrenje odgovorne osobe. Svježi beton se mora ugrađivati vibriranjem u slojevima, čija debljina ne smije biti veća od 50 cm. Sloj betona koji se ugrađuje mora vibriranjem biti dobro spojen s prethodnim donjim slojem betona. Ako dođe do prekida betoniranja, prije nastavka betoniranja, površina sloja betona mora biti dobro očišćena ispuhivanjem i ispiranjem, a po potrebi i pjeskarenjem.

Beton treba ubaciti što bliže njegovom konačnom položaju u konstrukciji, da bi se izbjegla segregacija, a nije dozvoljeno transportirati betone pomoću pervibratora.

Beton treba ugraditi i zbiti tako da se sva armatura i uloženi elementi dobro obuhvate betonom i osigura zaštitni sloj betona unutar propisanih tolerancija te beton dobije traženu čvrstoću i trajnost. Posebnu pažnju treba posvetiti ugradnji i zbijanju betona na mjestima promjene presjeka, suženja presjeka, uz otvore, na mjestima zgusnute armature i prekida betoniranja.

Vibriranje, osim ako nije drugačije uvjetovano projektom, treba u pravilu izvoditi uronjenim vibratorima. Beton treba dopremiti što bliže konačnom položaju u konstrukcijskom elementu. Vibriranjem se beton ne smije namjerno navlačiti kroz oplatu i armaturu. Normalna debljina sloja ne bi smjela biti veća od visine uronjenog vibratora. Vibriranje treba izvoditi sustavnim vertikalnim uranjanjem vibratora tako da se površina donjeg sloja revibrira. Kod debljih slojeva je revibriranje površinskog sloja preporučljivo i radi izbjegavanja plastičnog slijeganja betona ispod gornjih šipki armature.

Beton treba tijekom ugradnje i zbijanja zaštiti od insolacije, jakog vjetra, smrzavanja, vode, kiše i snijega.

U slučaju da se betoniranje izvodi u prisustvu podzemne vode koju se ne može eliminirati, beton se mora ugrađivati na način da se spriječi ispiranje cementa odnosno kontaktor postupkom, pri čemu treba osigurati potrebnu konzistenciju betona kojom se može provesti ovaj postupak.

U vrijeme visokih dnevnih temperatura (oko 30°C), kada postoje poteškoće s održavanjem dozvoljene temperature svježeg betona, početak radova na betoniranju pomaknuti će se prema hladnijem dijelu dana (noć, jutro).

Vrijeme od proizvodnje betona do ugradnje treba biti što kraće, kako bi se izbjegli problemi pri praznjenju transportnih sredstava i ugradnji zbog smanjenja obradivosti svježe betonske mase. Ugrađivanje se treba odvijati brzo i bez zastoja. Redoslijed betoniranja mora omogućiti povezivanje novog betona s prethodnim.

Njegovanje vodom u uvjetima vrućeg vremena je najpogodnije i počinje odmah kada beton počne očvršćivati, a ako je intenzitet isparavanja blizu kritične granice, površina će se finim raspršivanjem vode održavati vlažnim, bez opasnosti od ispiranja.

Čelične oplate treba rashlađivati vodom, a podloga prije betoniranja mora biti nakvašena.

Ukoliko se pukotine pojave već u svježem betonu treba ih zatvoriti revibriranjem.

Voda koja se upotrebljava za njegovanje ne smije biti mnogo hladnija od betona, kako razlike između temperature betona na površini i unutar jezgre ne bi prouzročile pojavu pukotina. Stoga je efikasan način njegovanja pokrivanjem betona s materijalima koji vodu upijaju i zadržavaju (juta, spužvasti materijal i sl.) i dodatno prekrivenim plastičnom folijom.

Prekrivanje povoljno djeluje i na utjecaj razlika temperatura noć-dan.

Pri temperaturama zraka višim od 25 °C temperaturu svježeg betona treba kontrolirati najmanje jedanput u toku 2 sata.

Betoniranje pri temperaturama nižim od 5 ˚C moguće je uz pridržavanje mjera za zimsko betoniranje.

Pri ugradnji svježi beton mora imati minimalnu temperaturu od +5˚C, koja se na nižim pozitivnim temperaturama zraka (0 < i < +5°C) može postići zagrijavanjem agregata i vode, pri čemu temperatura mješavine agregata i vode, koji se zagrijavaju, ne smiju prijeći +30°C prije dodavanja cementa. U svakom slučaju temperatura svježeg betona u zimskom periodu na mjestu ugradnje mora biti unutar + 6 do + 15°C.

Odmah poslije ugradnje beton se toplinski zaštićuje prekrivanjem otvorenih površina izolacijskim materijalima, kao i dodatnom izolacijom čeličnih oplata da se omogući normalan tijek procesa stvrdnjavanja i spriječi smrzavanje.

Toplotna izolacija betona mora biti takva da osigura postizanje najmanje 50 % projektirane čvrstoće pri pritisku prije nego što beton bude izložen djelovanju mraza.

Posebno treba voditi računa kod skidanja oplate da temperaturni gradijent ne prijeđe propisane vrijednosti.

U zimskom ili prijelaznom periodu, dok je temperatura zraka ispod +10oC beton u oplati i ispod pokrivača ima zadovoljavajuće uvjete njege i očvršćivanja. Ako je vanjska temperatura veća od + 10oC i relativna vlažnost zraka manja od 40% beton treba održavati vlaženjem uobičajenim postupcima (polijevanje vodom i prekrivanjem nepropusnim folijama).

Pri temperaturama zraka nižim od + 5°C temperatura svježeg betona mjeri se najmanje jedanput tijekom 2h.

Za potrebe transporta i ugradnje betona treba koristiti slijedeća sredstva:

- Automješalice betona kapaciteta 6 - 9 m^{3}, koji su po mogućnosti opremljeni opremom za naknadno doziranje vode ili dodataka betonu.
- Autopumpe ili kran za vetikalni i horizontalni transport betona na gradilištu.
- Pervibratore dimenzija ovisno o veličini konstruktivnog elementa.

3. Njegovanje betona

Beton u ranom razdoblju treba zaštititi:

- da se skupljanje svede na najmanju mjeru,
- da se postigne potrebna površinska čvrstoća,
- da se osigura dovoljna trajnost površinskog sloja,
- od smrzavanja,
- od štetnih vibracija, udara ili drugih oštećivanja.

Beton neposredno nakon betoniranja treba zaštiti i njegovati u trajanju od cca 7 dana .

Beton se može njegovati zadržavanjem u oplati do kad ne postigne zahtjevana svojstva. U pogledu održavanja vlage u betonu izvoditelj radova se može opredijeliti za 2 sistema njegovanja:

- vlaženje vodom prskanjem direktno ili preko materijala koji zadržava vodu u sebi s tim da temp.vode ne bude hladnija za 10°C od betona (beton njegovan u 100 % vlazi)
- spriječavanje gubitka vode iz betona membranama (tvrdi papir, plastika, plastična folija)

Pri temperaturama ispod +5°C i iznad +30°C osigurati posebne mjere zaštite.

Njegovanje površine betona treba bez odgode započeti odmah po završetku zbijanja i površinske obrade. Ako slobodnu površinu betona treba zaštititi od pucanja zbog plastičnog skupljanja, privremeno njegovanje treba primijeniti i prije površinske obrade.

Za beton koji će u eksploataciji biti izložen uvjetima agresivnosti razreda X0 ili XC1 najmanje razdoblje njegovanja treba biti 12 sati, pod uvjetom da vezanje ne nastupi iznad 5 sati i temperatura površine betona bude

veća ili jednaka 5°C, a za ostale stupnjeve agresivnosti treba njegovati dok površinski sloj betona ne dosegne najmanje 50 % uvjetovane tlačne čvrstoće što se dokazuje tehnološkim uzorcima.

4. Oplata i skele

Izvođač radova mora osigurati da se oplata postavlja očišćena i premazana sredstvom koje će spriječiti nepotrebno prijanjanje betonske mase na podlogu i koje neće štetiti betonu, armaturi i oplati. Oplata treba osigurati betonu traženi oblik dok ne očvrsne. Izvoditelj mora obratiti pažnju na spojnice koje mora zabrtviti kako bi se izbjeglo prekomjerni gubitak cementne paste iz oplate, odnosno kako bi se spriječio nastanak segregiranih mjesta i "gnijezda" u betonu.

Oplatu koja apsorbira značajniju količinu vode iz betona ili omogućava evaporaciju treba odgovarajuće vlažiti da se spriječi gubitak vode iz betona, osim ako nije za to posebno i kontrolirano namijenjena.

Unutarnja površina oplate mora biti čista. Ako se koristi za vidni beton, njezina obrada mora osigurati takvu površinu betona.

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

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

Skidanje same oplate treba izvoditi na način da se konstrukcija ne preopterети i ne ošteti.

Opterećenja skela treba otpuštati postupno tako da se drugi elementi skele ne preopterete. Stabilnost skela i oplate treba održavati pri oslobađanju i uklanjanju opterećenja.

Postupak podupiranja ili otpuštanja kad se primjenjuje za reduciranje utjecaja početnog opterećenja, sukcesivno opterećenje i/ili izbjegavanje velike deformacije treba detaljno utvrditi.

5. Površinska obrada

Posebnu površinsku obradu betona, ako se traži, treba utvrditi projektnim specifikacijama. Za prihvaćanje zadane kvalitete površinske obrade mogu biti uvjetovani pokusni betonski paneli.

Vrsta i kvaliteta površinske obrade ovise o tipu oplate, betonu (agregatu, cementu, kemijskim i mineralnim dodacima), izvedbi i zaštiti tijekom izvedbe.

D. NADZOR

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

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

1. Nadzor materijala i proizvoda

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

Tablica 3: Zahtjevi nadzora materijala i proizvoda

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

2. Područje nadzora izvedbe

Područje nadzora koji treba provesti prikazano je u tablici

Tablica 4: Područje nadzora

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

3. Nadzor prije betoniranja

Prije početka betoniranja nadzor treba uključivati:

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

4. Nadzor poslije betoniranja

Na konstrukcijskim spojnicama treba provjeriti i potvrditi da je preklopna (kontinuitetna) armatura u projektiranom poloţ aju.

Treba provjeriti poloţ aj dilatacijske trake.

5. Nadzor armature

5.1. Nadzor prije betoniranja

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

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

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

5.2. Nadzor poslije betoniranja

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

5.3. Nadzor postupka betoniranja

Nadzor i ispitivanje postupka betoniranja treba planirati, izvoditi i dokumentirati prema Tablici 5.

Tablica 5: Planiranja, nadzora i dokumentiranja

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

Plan nadzora treba identificirati sve nadzore, motrenja i ispitivanja za potrebne dokaze kvalitete.

Najbolji nadzor je kontinuirani nadzor sukladnosti i uobičajene dobre prakse.

E. ČELIČNA KONSTRUKCIJA

Temeljni dokument za proračun nosive čelične konstrukcije je EN 1993-1-1.

Upotrebljeni materijali koje izvoditelj radova dobavlja i ugrađuje moraju biti novi, a po kvaliteti i dimenzijama moraju odgovarati hrvatskim normama i standardima. Za sve radove treba primjenjivati važeće tehničke propise, građevinske norme i hrvatske standarde, što izvoditelj radova treba dokazati odgovarajućim certifikatima. Izvedba svih radova treba biti prema nacrtima, opisu radova i detaljima, a odstupanja od istih mogu biti samo u skladu s dozvoljenim tolerancijama za određenu vrstu radova. Bilo kakva odstupanja od projekta ili dispozicijske promjene odobrava isključivo projektant. Svi uvjeti iskazani u ovom dokumentu, ili u dokumentima citiranim u ovom dokumentu obvezni su za primjenu.

Sav potreban materijal za izradu, atikorozivnu zaštitu i montažu čelične konstrukcije treba skladištiti na odgovarajućem mjestu tako da bude siguran od oštećenja ili lomova.

Prema EN 1990 i HRN EN 1993-1-1, konstrukcija je svrstana u srednju klasu posljedica (CC2), normalnu razinu kontrole projekta (DSL2) i normalnu razinu kontrole nadzora za vrijeme izvođenja (IL2), čime se konačno svrstava u klasu izvođenja EXC2.

Dokazivanje radova provodi se prema EN 25817. Za provedbu kompletne kontrole kvalitete potrebno je od ovlaštene institucije ishodovati konačno završno izvješće o svim provedenim kontrolnim ispitivanjima. Detaljno načinjen i obrazložen Program mora biti dostavljen Glavnom inženjeru najkasnije 2 tjedna od službenog otvaranja radova.

Izrada čelične konstrukcije se kontinuirano kontrolira od radioničke izrade do završetka montaže.

Dokumentacija koju izvoditelj radova treba prikupiti tijekom izrade i montaže čelične konstrukcije je sljedeća:

- atesti o osnovnom i spojnom materijalu,
- atesti o materijalima za antikorozijsku zaštitu,
- atesti zavarivača,
- dnevnik radioničke izrade čelične konstrukcije,
- dnevnik montaže čelične konstrukcije,
- zapisnik o radioničkoj kontroli čelične konstrukcije,
- zapisnik o kontroli antikorozijsko zaštićene konstrukcije,
- zapisnik o probnoj montaži (po potrebi),
- zapisnik o preuzimanju sidrene konstrukcije,
- zapisnici o geodetskim i drugim mjerenjima tijekom montaže,
- zapisnik o preuzimanju montirane čelične konstrukcije,
- foto dokumentacija o montaži (po potrebi).

MATERIJAL

Materijal za izradu čelične konstrukcije je S355JR sukladno EN 10025-2.

Kvaliteta materijala usvaja se prema EN 1993-1-10 za stanje mjerodavne temperature od T_{Ed} = -20°C i za napone s_{Ed} = 0,50*fy(t).

Materijal se na homogenost provjerava ultrazvučnim ispitivanjem. Ukoliko na radioničkim nacrtima nije drugačije definirano, zadovoljava materijal klase S1, prema EN 10160.

Za pojedine elemente definiraju se posebni zahtjevi za materijal.

Za elemente koji se obrađuju savijanjem primjenjuje se materijal s dopunskom oznakom "C" prema EN 10025-2. Za elemente s nagomilanim varovima i prostornim stanjem naprezanja primjenjuje se materijal koji zadovoljava dodatni uvjet Z35, prema EN 10164.

Vijci i trnovi su vruće cinčani. Kvaliteta vijaka je 8.8, i anker vijaka 8.8 i sve se razrađuje u sklopu radioničke dokumentacije.

RADIONIČKA IZRADA

Prije početka izvođenja shodno Zakonu o gradnji (NN 153/13., 20/17., 39/19., 125/19.) potrebno je sve radove izvoditi prema:

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

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

Budući da se elementi čelične konstrukcije preteţito spajaju vijčanom vezom dimenzija rupa (promjer) buši se do 1,5 mm veća od promjera vijka i to za vijke < M20, dok je za vijke ≥M20 dimenzija rupa veća za 2,0 mm od promjera vijka.

Na konstrukciju je potrebno obratiti mjesta za prihvat pri dizanju i prijenos tijekom transporta ili montaţe na projektom odreţenim mjestima. Mjesta za prihvaćanje konstrukcije prilikom dizanja i prijenosa tereta treba u radionici označiti bojom.

Dopuštene su tolerancije prema vaţećoj tehničkoj regulativi za:

1. kvalitetu i dimenzije kod nabavke materijala i vijaka,
2. konstruiranje priključaka i ekscentričnih priključaka pri izradi radioničkih nacrta,
3. točnost izmjera i primijenjene dimenzije profila, limova i vijaka,
4. točnost i kvalitetu probijanja i bušenja rupa za vijke.

Prije izrade čelične konstrukcije izvoditelj radova je duţan pribaviti sljedeće dokumente:

1. ateste osnovnog materijala,
2. ateste spojnog materijala,
3. ateste zavarivača,
4. plan redoslijeda zavarivanja,
5. plan montaţe

Kontrola u radionici:

Kontrola čelične konstrukcije obuhvaća sljedeće:

- kontrola mjera poprečnog presjeka štapova,
- kontrola duljina štapova,
- kontrola linearnosti štapova,
- kontrola mjera, oblika i poloţaj rupa za vijke,
- kontrola mjera oblika I debljine čvornih limova i prirubnica,
- kontrola mjera I oblika zavara.

Popratna dokumentacija o radioničkoj izradi čelične konstrukcije sadrţi sljedeće.

- Popis djelatnika koji su sudjelovali u izvedbi konstrukcije,
- Opis tehnologije (opis radnih postupaka),
- Pregled proizvodnog rada (dnevnik proizvodnje),
- Dnevnik zavarivanja s atestima zavarivača i atestima dodatnog materijala,
- Atesti osnovnogi vijčanog materijala.

U radionici se obavlja uz stručni nadzor investitora prvi pregled izvedenih radova (kontrola geometrije, kvalitete ugrađenog materijala te izrada konstrukcije).

Nakon uspješnog obavljenog pregleda čelične konstrukcije u radionici konstrukcija se može transportirati na gradilište.

Podloge za izradu tehnologije zavarivanja i dokaze kvalitete

Tehnologiju zavarivanja potrebno je uskladiti sa sljedećim zahtjevima:

1. Potrebno je izvršiti kontrolu varova nerazornim metodama i to u četiri razine:
   - Dimenzionalna i vizualna kontrola 100 % prema EN 970.
   - Ultrazvučna kontrola varova svih vlačnih nastavaka 30 %, dok se kod tlačnih nastavaka zahtijeva 20 % prema EN 1714.
   - Penetracijska kontrola 10 % od onih varova koji nisu kontrolirani ultrazvučno, prema EN 571.
   - Ispitivanje varova magnetofluksom 10 % varova koji su ispitani penetrantima za slučaj pojave pukotine ispod površine vara, prema EN 1290.

2. Dopuštena razina grešaka (kvaliteta vara) određuje se prema HRN EN ISO 5817 za klasu zavara C.

3. Kvaliteta elektrode definirana je prema EN 499 i usvaja se u ovisnosti o odabranoj kvaliteti čelika.

4. Kod zavarivačkih radova potrebno je osigurati stalnu kontrolu prije, u toku i nakon izvedenih radova. Površine za zavarivanje moraju biti kvalitetno pripremljene, bez masnoća, hrđe i drugih prljavština. Poslije izvedenih zavarivačkih radova potrebno je obaviti dimenzionalnu i vizualnu kontrolu te ostale kontrole predviđene ovim programom. 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 +5° C. Za radove koji nakon potpunog sklapanja konstrukcije neće biti vidljivi, potrebno je napisati zapisnik o preuzimanju u trenutku dostupnosti pregledavnju svih dijelova konstrukcije (posebna pozornost na leđajeve).

Dokazi kvalitete prije početka izrade čelične konstrukcije

Prije početka izrade čelične konstrukcije potrebno je posjedovati sljedeće:

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

Ova dokumentacija ovjerena po nadzornom inženjeru odnosno projektantu sastavni je dio dokumenata za tehnički pregled konstrukcije.

Ukoliko se materijal nabavlja tijekom rada, potrebno je ateste materijala prije početka izrade dostaviti nadzornom inženjeru na ovjeru.

Kontrola u toku izrade, transporta i montaže

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

Fazne kontrole (fazni tehnički pregledi) koje se provode u toku izvedbe čelične konstrukcije

Izvedba čelične konstrukcije ima sljedeće faze:

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

U pravilu se svaka faza mora pregledati i utvrditi da je izvedena prema tehničkoj dokumentaciji i prema važećim tehničkim propisima. Izvršenje fazne kontrole podvrgnuju putem zapisnika odgovorne osobe projektanta, stručnog nadzora i izvoditelja. Dok se ne uklone nedostaci utvrđeni u nekoj fazi, u pravilu ne može započeti idući 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 (izvedba međudanika, montaža instalacija ili opreme i drugo).

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

Dijelovi konstrukcije ne smiju se odlagati neposredno na zemlju nego na drvene grede i sl. Dijelovi konstrukcije se slažu tako da se omogući lagano pronalaženje pozicija i pristup zbog dizanja i transporta.

Prigodom prijema u radionici izvoditelj radova na izradi čelične konstrukcije dužan je staviti na uvid potrebnu tehničku dokumentaciju:

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

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

Izvođač koji izvodi radove na čeličnoj konstrukciji mora udovoljavati uvjetima danim u HRN EN 1090-1, odnosno EN 1090-2. Radionička izrada priprema se i provodi sukladno HRN EN 1090-2. Primjenjuju se odrednice za prihvaćenu klasu izvedbe prema EN 1090-2 kao i odgovarajuću razina kontrole.
Zavareni spojevi moraju zadovoljavati "klasu C" prema EN 5817 i za klasu izvedbe.
Kvaliteta vijaka i trnova se razrađuje u sklopu radioničke dokumentacije.

Program kontrole i osiguranja kakvoće

U prethodnom tekstu su dane opće smjernice za izradu i kontrolu te osiguranje kakvoće čelične konstrukcije.
Program kontrole i osiguranja kakvoće vezan uz izradu i montažu čelične konstrukcije sastoji se od:

I. Prijemne kontrole kod proizvođača
II. Prijemne kontrole na gradilištu
III. Kontrole montaže čelične konstrukcije i
IV. Kontrole obima i oblika primopredajne dokumentacije.

I. Prijemna kontrola u radionici proizvođača sastoji se od:

A- Prijemne kontrole čeličnih elemenata konstrukcije
B- Prijemne kontrole vijaka, matica i podloški
C- Prijemne kontrole ležajeva i dilatacijskih naprava.

(B) Prijemna kontrola vijaka, matica i podloški treba obuhvatiti:

- kontrolu nabavne dokumentacije,
- preuzimanje atestne dokumentacije s kontrolom prema propisanim tehničkim uvjetima,
- kontrolu vijaka (vizualna kontrola), kontrola zaštitnog premaza, kontrola označavanja vijaka i pakiranja.

(C) Prijemna kontrola leţajeva i dilatacijskih naprava treba obuhvatiti:

- kontrole kompletnosti atestno tehničke dokumentacije,
- kontrola izvještajne dokumentacije pri izradi.

II Prijemna kontrola na gradilištu sastoji se od:

A- kontrole dopremljenog materijala
B- kontrole odlaganja i uskladištenja

(A) Kontrola dopremljenog materijala treba obuhvatiti:

- kontrolu samog materijala,
- kontrolu eventualnih oštećenja i deformacija uslijed transporta i
- kontrolu eventualnih oštećenja zaštitnog premaza.

(B) Pri kontroli odlaganja i uskladištenja treba obuhvatiti:

- kontrolu ispravnosti transporta do mjesta odlaganja,
- kontrolu odlaganja i uskladištenja te
- kontrolu odlaganja s obzirom na redoslijed montaţe.

III Kontrola montaţe čeličnе konstrukcije sastoji se od:

A- pripremnih radova
B- kontrole izvoĐenja montaţe čelične konstrukcije
C- primopredaja čelične konstrukcije.

(A) Pri kontroli pripremnih radova obuhvaća se:

- kontrola izuzimanja elemenata čelične konstrukcije sa deponije,
- kontrola otklanjanja eventualnih oštećenja i deformacija prouzrokovanih nepravilnim uskladištenjem i rukovanjem,
- kontrola otklanjanja eventualnih oštećenja zaštitnog premaza iz gore navedenih razloga,
- kontrola označavanja pozicija prema redoslijedu uzimanja sa deponije,
- kontrola transporta do mjesta ugradnje.

(B) Kod kontrole izvoĐenja montaţe konstrukcije obuhvaća se:

- geodetska kontrola,
- kontrola vijčanih spojeva s vijcima (atesti vijaka, kontrola površina, kontrola rupa, izuzimanje vijaka iz skladišta, ugradnja, zaštita od korozije, nalijeganje čvornih ploča),
- kontrola montaţe u svezi izvedbene dokumentacije,

- kontrola zavarivanja (atesti postupka, atesti zavarivača, atesti dodatnog materijala, vizualna kontrola, kontrola pripreme za sučeono zavarivanje, kontrola ţigova zavarivača, radiografska kontrola, penetrantska kontrola, ispitivanje čvrstoće.

(C) Pri kontrolnom pregledu kompletno montirane konstrukcije provodi se kontrola:

- kompletnosti montirane konstrukcije prema radioničkoj dokumentaciji,
- uklanjanja svih pomoćnih skela,
- AKZ-a.

IV Obujam i oblik primopredajne dokumentacije

1. Primopredajna dokumentacija
2. Registracija tvrtke za djelatnost koju obavlja
3. Rješenje o postavljanju odgovornih osoba gradilišta
4. Uvjerenje o podobnosti tvrtke za poslove zavarivanja
5. Uvjerenja o kvalifikacijama stručnih osoba koje sudjeluju u izradi konstrukcije
6. Uvjerenje o stručnoj osposobljenosti osoba koja su provodila internu kontrolu na poslovima zavarivanja (fotokopija uvjerenja)
7. Uvjerenje o stručnoj osposobljenosti osoba koja su vršila nerazorna ispitivanja (fotokopija uvjerenja)
8. Registar uređaja za zavarivanje
9. Uvjerenje o ispravnosti uređaja za zavarivanje
10. Registar peći za odrţavanje elektrode
11. Uvjerenje o ispravnosti peći za odrţavanje elektrode
12. Ateste osnovnog materijala
13. Registar atesta materijala za zavarivanje
14. Ateste dodatnog materijala
15. Ateste zavarivača
16. Ateste priključnih elemenata
17. Radioničke nacrte sa specifikacijama
18. Dnevnik izrade elemenata
19. Dnevnik zavarivanja
20. Podatke o tehnologiji zavarivanja
21. Građevinski (montaţni) dnevnici
22. Izvješće interne tehničke kontrole
23. Izvještaji za sve provedene vrste kontrolnih ispitivanja nerazornim metodama
24. Geodetski izvještaji
25. Izvještaji o kontroli vijčanih spojeva
26. Registar materijala za AKZ
27. Atesti materijala za AKZ
28. Izvještaj kontrole AKZ
29. Kontrolne liste

TRANSPORT NA GRADILIŠTE

Transport čelične konstrukcije se obavlja suglasno odredbama propisa i gabaritima i prometnim uvjetima transporta u cestovnom, ţ eljezničkom i vodnom prometu.

Prilikom dizanja i prijenosa konstrukcije ista se zahvaća na odgovarajućim mjestima koja su predviĐena radioničkom dokumentacijom (kuke, rupe i sl.) i u radionici obiljeţ ena bojom.

Ako mjesta za prihvat konstrukcije tijekom dizanja nisu obiljeţ ena vrijede slijedeća opća pravila:

1. pojedinačni elementi konstrukcije (stupovi ili grede) duljine do 3 m se prihvaćaju na jednom mjestu (na kraju),
2. pojedinačni elementi konstrukcije (stupovi ili grede) dulji od 3 m se prihvaćaju na dva mjesta simetrično i to tako da je zahvat na ¼ duljine elementa

Poloţ aj dijelova čelične konstrukcije u transportu je odreĐen projektnom dokumentacijom, a mora biti takav da omogućuje sigurnost ljudi i konstrukcije koja se transportira. Nije dozvoljeno konstrukciju postavljati u poloţ aj koji nije projektom predviĐen, a moţ e izazvati deformacije i oštećenja konstrukcije. Izvoditelj radova moţ e predloţ iti odgovarajući poloţ aj konstrukcije u transportu za sloţ ene konstrukcije (sklopovi od više elemenata) koji odobrava nadzorni inţ enjer.

ANTIKOROZIVNA ZAŠTITA ČELIČNE KONSTRUKCIJE

Zaštita čelične konstrukcije od korozije obavlja se sukladno s odredbama EN ISO 1461:2009 i EN ISO 1461:2010, HRN EN ISO 2808, HRN EN ISO 8501, HRN EN ISO 12944 te HRN ISO 8501-3.
Prema HRN EN ISO 12944:2018 uvjeti okoline svrstani su u C3 kategoriju i srednji stupanj agresivnosti okoline.
Prema kategoriji korozivnosti , ISO 12944-5:2019 mogu se koristiti slijedeći premazi:

Table B.2 — Summary of the minimum number of coats (MNOC) and minimum NDFT of the paint system depending on durability and corrosivity category on abrasive blasted steel substrates

Durability		Low (l)			Medium (m)			High (h)			Very high (vh)		
Type of primer		Zn (R)	Misc.		Zn (R)	Misc.		Zn (R)	Misc.		Zn (R)	Misc.	
Binder base of primer		ESI, EP, PUR	EP, PUR, ESI	AK, AY	ESI, EP, PUR	EP, PUR, ESI	AK, AY	ESI, EP, PUR	EP, PUR, ESI	AK, AY	ESI, EP, PUR	EP, PUR, ESI	AK, AY
Binder base of subsequent coats		EP, PUR, AY	EP, PUR, AY	AK, AY	EP, PUR, AY	EP, PUR, AY	AK, AY	EP, PUR, AY	EP, PUR, AY	AK, AY	EP, PUR, AY	EP, PUR, AY	AK, AY
C2	MNOC	a			—	—	1	1	1	1	2	2	2
	NDFT				—	—	100	60	120	160	160	180	200
C3	MNOC	—	—	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
	NDFT	—	—	100	60	120	160	160	180	200	200	240	260
C4	MNOC	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	2	—
	NDFT	60	120	160	160	180	200	200	240	260	260	300	—
C5	MNOC	2	2	—	2	2	—	3	2	—	3	3	—
	NDFT	160	180	—	200	240	—	260	300	—	320	360	—

The abbreviations are described in Table A.1. For single coats, the binder base of the primer is recommended.

In addition to polyurethane technology, other coating technologies may be suitable, e.g. polysiloxanes, polyaspartic and fluoropolymer [fluoroethylene/vinyl ether co-polymer (FEVE)].

[a] If a coating is desired, use a system from a higher corrosivity category or durability, e.g. C2 high or C3 medium.

REPOZITORIJ HRNAVOU MARKO RIHTARIĆ
Zabranjeno je umnožavanje hrvatski nijihom dijelova bez izvora dozvolu HZN-a

Napomena:

Za zaštitu od korozije primjenjuje se tzv. duplex sistem (vruće pocinčavanje + organski premazi). Vruće pocinčavanje potrebno je projektirati prema EN ISO 1461:2009 i EN ISO 1461:2010 dok je premaze potrebno projektirati prema HRN EN 12944. Prema smještaju konstrukcije potrebno je odrediti razred atmosfere koja određuje sustav zaštite. Vruće pocinčavanje i premazi moraju biti međusobno kompatibilni. U dogovoru s investitorom odabrati nijansu boje.

MONTAŢA ČELIČNE KONSTRUKCIJE

Izvoditelj montaţe čelične konstrukcije je duţan izraditi elaborat montaţe čelične konstrukcije kojim se određuje slijedeće:

- način montaţe pojedinih dijelova konstrukcije,
- redoslijed i faze montaţe,
- potrebna oprema za montaţu (mehanizacija, skela itd.),
- eventualna privremena ojačanja na konstrukciji radi montaţe,
- prikaz mjera zaštite na radu za osiguranje sigurne montaţe.

U svakoj fazi montaţe čelične konstrukcije mora biti osigurano:

- stabilnost i nepromjenjivost oblika montiranog dijela konstrukcije,
- stabilnost pojedinog elementa konstrukcije koji se montira u određenoj fazi i njegova zadovoljavajuća nosivost u fazi montaţe,
- sigurnost ljudi, izvedenih radova, opreme i materijala pri istovremenoj izvedbi montaţe čelične konstrukcije i ostalih radova na građevini.

Prije početka montaţe čelične konstrukcije izvoditelj radova je duţan kontrolirati na gradnji sve mjere koje su bitne za njegov rad i pregledati sve podloge na kojima će izvesti montaţu čelične konstrukcije. Izvoditelj čelične konstrukcije treba prije početka montaţe zapisnički preuzeti od naručitelja geodetske podatke o izvedenim temeljima i dijelovima betonske konstrukcije na koje se temelji čelična konstrukcija (visinske i tlocrtne kote dijelova koji određuju poloţaj konstrukcije u prostoru).

vrsta odstupanja	dozvoljeno odstupanje
gornja kota temeljne glave	± 5 mm
nagib ravnine temeljne glave	1 ‰
bazna čelična ploča stupa	± 5 mm
nagib bazne čelične ploče stupova	0.5 ‰
gornja kota sidrenih vijaka u odnosu na projektiranu	+20 mm / - 0 mm
duljina navoja sidrenih vijaka	+ 80 mm / - 0 mm

Odstupanja od mjera izvedenih leţajeva za čeličnu konstrukciju mogu biti unutar vrijednosti predviđenih vaţećim Pravilnikom o tehničkim mjerama i uvjetima za montaţu čeličnih konstrukcija odnosno prema podacima iz gornje tablice.

Ako izvoditelj radova ustanovi razlike u mjerama ili nedostatke odnosno pogreške na podlozi, duţan je o tome obavijestiti nadzornog inţenjera i zatraţiti rješenje.

Svaki montirani segment se prije montaţe provjerava glede ispravnosti geometrije i kvalitete izvedenih spojeva. Svaku fazu montaţe je potrebno geodetski kontrolirati. Rupe u spojevima se moraju poklapati. Ako se rupe ne poklapaju nije dozvoljeno nasilno navlačenje konstrukcije nego je potrebno bušenjem povećati promjer rupe.

Svi vijci se nakon provjere geometrije odgovarajuće faze montaţe osiguravaju protiv odvrtanja (elastična podloška ili kontra matica).

Prijem konstrukcije po završenoj montaţi obavlja se komisijski o čemu se sastavlja zapisnik.

Kod preuzimanja građevinskog proizvoda proizvedenog izvan gradilišta izvođač mora utvrditi:

- je li građevni proizvod isporučen s oznakom u skladu s posebnim propisima i podudaraju li se podaci na dokumentaciji s kojom je građevni proizvod isporučen s podacima u oznaci,
- je li građevni proizvod isporučen s tehničkim uputama za ugradnju i uporabu,
- jesu li svojstva, uključivo rok uporabe građevnog proizvoda te podaci značajni za njegovu ugradnju, uporabu I utjecaj na svojstva, te trajnost čelične konstrukcije sukladni svojstvima i podacima određeni glavnim projektom.

Sve gore navedeno zapisuje se u skladu s posebnim propisom o vođenju građevinskog dnevnika, a dokumentacija s kojom je građevni proizvod isporučen se pohranjuje među dokaze o sukladnosti građevnih proizvoda koje izvođač mora imati na gradilištu.

Prije ugradnje građevnog proizvoda odnosno nastavak radova mora odobriti nadzorni inţenjer, što se zapisuje u skladu s posebnim propisom o vođenju građevinskog dnevnika.

Čelična konstrukcija i građevni proizvodi moraju imati tehnička svojstva i ispunjavati druge zahtjeve propisane tehničkim propisom za čelične konstrukcije (NN 112/08, NN 125/10, NN 73/12, NN 136/12). Sastavni dijelovi čelične konstrukcije (betonski temelji) i građevni proizvodi koji se u njih ugrađuju, a koji nisu obuhvaćeni tehničkim propisom za čelične konstrukcije, moraju zadovoljiti još i odredbe posebnog Propisa kojim se uređuju takve konstrukcije. Ispituje se i dokazuje kvaliteta konstrukcijskih čelika, kvalitete zaštite od korozije, kontrolu zavarivanja, kontrolu spojnih sredstava (vijka), te drugi značajni uvjeti prema propisima mehaničke otpornosti i stabilnosti, tj. normama, sukladnosti, certificiranju itd.

Nije potrebno posebno ispitivanje nosivosti i uporabivosti konstrukcije, ako su dokazana svojstava uporabivosti ugrađenih građevinskih proizvoda čelične konstrukcije u svemu u skladu sa zahtjevima iz projekta i TPČK (NN

112/08, NN 125/10, NN 73/12, NN 136/12), te zadovoljeni svi uvjeti građenja prema normi HRN EN 1090 za razred izvođenja EXC2 na nosivu i sekundarnu konstrukciju.

F. MJERE U SLUČAJU NESUKLADNOSTI

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

Kad je nesukladnost potvrđena, treba istražiti sljedeće:

- utjecaj nesukladnosti na izvedbu i uporabu,

- mjere potrebne da bi se nesukladni element ili dio konstrukcije učinili prihvatljivima,

- potrebu zabrane i zamjene nepopravljivog nesukladnog elementa ili dijela konstrukcije.

Veličina nesukladnosti uvjetovanih svojstava betona utvrđuje se naknadnim ispitivanjima istih svojstava na uzorcima betona iz konstrukcijskog elementa prema važećim normama. Ispitivanja se odlukom nadzornog inženjera povjeravaju odgovarajućoj ovlaštenoj instituciji.

Nesukladnost tlačne čvrstoće (postignute i uvjetovane klase) betona rješava se naknadnim ispitivanjem uzoraka betona izvađenih iz dijela konstrukcije u koji je ugrađen nesukladni beton.

Ispitivanja treba provesti prema HRN EN 7034 i HRN U.M1.048 i utvrditi klasu tlačne čvrstoće kojoj ugrađeni beton odgovara u vrijeme ispitivanja približnu klasu kojoj je odgovarao pri 28-dnevnoj starosti. Prva služi za kontrolu stabilnosti i sigurnosti predmetnog konstrukcijskog dijela a druga za reguliranje ugovornih odnosa između proizvođača i kupca betona.

Ako su neispravnosti i nesukladnosti zanemarive za izvedbu i uporabu element treba preuzeti. Ako se nesukladnost može popraviti, element treba preuzeti nakon popravka.

Ocjenu sukladnosti elementa nakon popravka trebaju dati nadzorni inženjer i ovlaštena institucija koja je utvrdila veličinu nesukladnosti i uvjetovala popravak.

Rektifikacija nesukladnosti mora biti u skladu s projektnim specifikacijama i ovim Tehničkim uvjetima.

Dokumentaciju postupka i materijala koji će se upotrijebiti treba prije popravka odobriti nadzorni inženjer.

I. DODATNA ISPITIVANJA

Dodatna ispitivanja gradiva osoba u postupku građenja i elemenata građevine obaviti će se po nalogu odgovornih osoba.

2.2.6. Podaci o geotehničkim i drugim istraţnim radovima

Na predmetnoj lokaciji nisu izvršena geotehnička ispitivanja!

Za svrhu statičkog proračuna pretpostavljeni su sljedeći parametri:

- specifični dopušteni tlak σ_a' = 150,00 kN/m^2
- očekivana slijeganja s = 3 cm
- volumenska teţina tla γ = 18,0 kN/m^3
- kut unutarnjeg trenja φ = 30°
- prosječni modul reakcije podloge k_s = 5 000 kN/m^3.

Tlo je kategorije C. U slučaju nailsaka na loše nosivo tlo potrebno ga je očisiti do razine dobro nosivog tla. Po izvršenom iskopu potrebno je osigurati pregled temeljnog tla. Tek nakon pregleda temeljnog tla od strane projektanta moţe se pristupiti izgradnji građevine. Ukoliko stanje na terenu nakon izvedenog iskopa ukazuje na bitna odstupanja od pretpostavljenog geotehničkog profila potrebno je kontaktirati projektanta.

Prije poĉetka armirano-betonskih radova na temeljima objekta propusta, nadzorna sluţba gradilišta je duţna pribaviti mišljenje geomehaniĉara da li je stvarna kvaliteta temeljnog tla u skladu sa projektiranim tlom, mišljenje se obavezno mora upisati u graĊevinski dnevnik i odobriti daljnju gradnju. U protivnom potrebno je provesti ponovno proraĉunavanje konstrukcije i deformacija.

2.2.7. Posebni tehniĉki uvjeti gradnje i naĉin zbrinjavanja graĊevnog otpada

A) POSEBNI TEHNIĈKI UVJETI GRADNJE ZA ZEMLJANE RADOVE

2.2.7.1. Posebni tehniĉki uvjeti za zemljane radove

Iskop građevinske jame za temelje obavlja se strojno u širokom otkopu, tako da se ručni iskop svede na minimum. Građevinska jama šira je obostrano za 70-100 cm od betonskog oblika u razini donje plohe temelja sa pokosima usjeka 1:1, ili 1:1,5 ukoliko je nekoherentni materijal, kako bi se osigurala sigurna gradnja. U toku gradnje izvođač je duţan osigurati djelotvornu zaštitu, odvodnju i eventualno crpljenje vode iz građevne jame u koliko se pokaţe nuţnim.

Dio iskopanog materijala se koristi za zatrpavanje građevnih jama, a višak odvozi na mjesto stalne deponije. Zatrpavanje građevnih jama izvodi se nasipavanjem i zbijanjem.

Radovi na zatrpavanju ne smiju se izvoditi ako su materijal ili podloga smrznuti. Rad na nasipavanju i sabijanju materijala treba prekinuti ako zbog kiše, visokih podzemnih voda ili drugih okolnosti nije moguće udovoljiti zahtjevima kvalitete.

2.2.7.2. Posebni tehnički uvjeti za beton

Beton se mora proizvoditi od predhodno ispitanih i tokom vremena kontroliranih osnovnih materijala, u pogonima za proizvodnju betona, koji su funkcionalno projektirani, predhodno ispitani i kontrolirani u toku rada.

Sastav betona mora biti projektiran računski i provjeren eksperimentalno u skladu s postojećim tehničkim propisima i važećim standardima. On mora biti dokazan predhodno laboratorijskim ispitivanjima svojstava svježeg, stvrdnjavajućeg i očvrslog betona, koje će obaviti izvođač radova putem organizacije registrirane i ovlaštene za tu djelatnost.

Tekuću kontrolu osnovnih materijala,svježeg, stvrdnjavajućeg i očvrslog betona ,koju obavlja izvođač, treba kontrolirati pored ovlaštene organizacije i nadzorni inženjer.

Za sve betonske radove mora biti pripremljena tehnologija koja omogućuje dobivanje gustog, kompaktnog I vodonepropusnog betona.

Eksperimentalno treba dokazati da beton zadovoljava sva svojstva propisana projektom,kao što su vodocementni faktor, konzistencija,ugradljivost,vlačna čvrstoća, otpornost na smrzavanje, otpornost na smrzavanje u prisustvu soli,traženi modul elastičnosti,zahtjevanu čvrstoću i sl., a u svemu prema važećim standardima.

Izvoditelj treba izraditi **plan uzimanja uzoraka**, za pojedine vrste betona, na osnovu operativnog plana radova u suglasnosti s nadzornim inženjerom.

Beton se mora ugrađivati sistematski i programirano prema unaprijed izrađenom programu i zabranom sistemu.Svaki započeti betonski odsjek, konstruktivni dio ili elemenat objekta, mora biti izbetoniran neprekinuto,bez obzira na radon vrijeme, ili druge nepredviđene oklnosti.

projektom određenja. Na prekidima mora biti ostvarena dobra prionljivost obaju betona, a sam spoj mora biti vodonepropusan.

Da bi se spriječilo, kod vidljivih površina betona, naknadno provlaživanje i kristalizacija procjedne vode na mjestima prekida betoniranja, potrebno je površine radnih reški prije nastavka betoniranja premazati sredstvom za vezu starog i novog betona,držeći se u svemu upustava prizvođača.

Odmah poslije ugrađivanja i površinske obrade beton se mora zštiti od neposrednog djelovanja sunčanih zraka, oborina i smrzavanja.

Za ocjenu postignute kvalitete betona u konstrukciji mjerodavan je osimrezultata prije spomenutih proba i kontrolnih ispitivanja, opći izgled betona, njegova jednoličnost i kompaktnost.

U prethodnoj **tablici br.1**,dani su uvjeti projekta za konstruktivni beton, na bazi kojih treba izraditi plan uzimanja uzoraka.

2.2.7.3. Posebni tehnički uvjeti za tesarske radove

Sve oplate za beton moraju biti izrađene prema mjerama iz projekta. Izvođač je duzan za svaku oplatu izraditi nacrt.

Reške u oplati moraju dobro brtviti,tako da bude onemogućeno svako procjeđivanje i otjecanje vode,ili cementnog morta. Za brtvljenje oplate mogu se uptrebljavati samo oni materijali koji ne djeluju štetno na hidratizaciju betona i koji ne mogu obojiti betonsku površinu.

Oplate moraju biti učvršćene i usidrene tako da nisu moguće njihove nikakve naknadne deformacije.

Oplate koje upijaju vodu moraju prije betoniranja biti navlažene ili premazane tako da betonu ne oduzimaju vodu.

Svi elementi za usidrenje, napinjanje I fiksiranje oplate moraju biti izrađeni tako da svaki dio koji ostane u betonu, a može hrđati, može posebno biti zaštićen,na način koji neće štetiti konstrukciji.

Sva poprečna sidra moraju biti opremljena glavama za napinjanje,a koja se poslije betoniranja mogu odstraniti, a da se beton ne ošteti. Otvori, koji ostaju u betonu nakon što se izvuku sidra, moraju se pažljivo I vodonepropusno ispuniti betonom ili cementnim mortom.

Kod vidljivih površina betona, raspored sidrenih otvora i način njihove obrade mora biti takav da vizualno I tehnološki odgovara vidlivom betonu.

B) NAČIN ZBRINJAVANJA GRAĐEVNOG OTPADA

Nakon izgradnje građevine i uklanjanja eventualnih nedostataka, potrebno je zbrinuti građevni otpad, kako bi se predmetna građevina uklopila u postojeći okoliš. Na taj način smanjio bi se osjećaj devastacije okoliša te bi se udovoljilo ekološkim aspektima.

Prilikom zbrinjavanja građevnog otpada posebnu pozornost potrebno je obratiti na slijedeće:

- sve putne prilaze gradilištu urediti prema vizuelnim zahtjevima okoliša, a one putove koji trajno ostaju u funkciji sanirati i urediti prema kriterijima za normalno odvijanje prometa i to u ovisnosti o razredu i namjeni prometnice,
- prethodno oformljene deponije i pozajmišta urediti i isplanirati, kako bi se u što većoj mjeri uklopili s prirodnim okolišom, a u što manjoj mjeri ugrozile bliže susjedne građevine,
- sve građevine (privremenog karaktera), opremu gradilišta, neutrošeni materijal, otpad i slično, treba ukloniti, a predmetno zemljište adekvatno urediti, tj. dovesti u prvobitno stanje,
- kompletnu zonu, devastiranu zahvatom, dovesti u uredno stanje tj. najmanje na razinu prvobitnog stanja.

Sanacija gradilišta

Za potrebe organizacije gradilišta - deponiranje građevinskog materijala, manipulativne površine za prijevoz i za djelatnike - koristit će se prvenstveno prostor građevinske parcele.

Sav otpadni materijal koji se bude deponirao na površini parcele u tijeku izvođenja radova investitor će nakon dovršenja radova o vlastitom trošku odvesti na obliţnju deponiju.

Sve oštećene prometne i druge površine i instalacije susjednih objekta investitor će po završetku radova o svom trošku dovesti u prvobitno stanje. Nakon izgradnje predmetne građevine i uklanjanja eventualnih nedostataka potrebno je izvršiti sanaciju okoliša gradilišta kako bi se predmetna građevina što više uklopila u postojeći okoliš. Na taj način smanjuje se osjećaj devastacije okoliša te udovoljava ekološkim zahtjevima. Zbog toga je potrebno sve usjeke, zasjeke, nasipe i ostale površine stabilizirati, osim tehničkim mjerama i adekvatnim ozelenjavanjem autohtonim biljnim vrstama.

2.2.8. Projektirani vijek uporabe građevine i uvjeti za njeno održavanje

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

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

Tablica 6. Naznačeni proračunski uporabni vijek (prema HRN EN 1990) tablica A1.1(HR)

Kategorija proračunskog uporabnog vijeka	Naznačeni proračunski uporabni vijek [godine]	Primjer
1	**≤ 10**	Privremene konstrukcije, konstrukciije tijekom izvedbe
2	**10 - 25**	Zamjenjivi dijelovi konstrukcije, npr. grede pokretnih kranova, leţajevi
3	**15 - 30**	Poljoprivredne i slične konstrukcije
4	**50**	Konstrukcije zgrada, mostova i drugih inţenjerskih građevina uobičajenih dimenzija ili obične vaţnosti
5	**100**	Konstrukcije zgrada, mostova i drugih inţenjerskih građevina velikih dimenzija ili velike vaţnosti

Suglasno ovoj normi konstrukciju objekta: **NADSTREŠNICA ZA AGREGAT U ASFALTNOJ BAZI BANJE SELO na kč 206/1, k.o. Laktec** koja je predmet projektiranja ovim projektom treba svrstati u četvrtu kategoriju, što znači da je zahtijevani proračunski uporabni vijek ove građevine**: 50 godina.**

Ova vrijednost usvojena za uporabni vijek predstavlja polazište na osnovi kojega su definirani zahtjevi na beton, zahtjevi na izvođenje radova te održavanje konstrukcije.

Prema Eurokodu 1, 1. dio i Eurokodu 2 za ostvarenje trajne betonske konstrukcije valja razmotriti sljedeće, međusobno ovisne, čimbenike:

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

Opće odredbe dane u normi osiguravaju zadovoljavajući uporabni vijek, uz pretpostavku da su u ranoj fazi projektiranja odgovarajuće razmatrani zahtjevi za uporabu i trajnost.

Obzirom na djelovanja koja utječu na trajnost, Eurokod 2 se uglavnom bavi s četiri glavna mehanizma degradacije, tj.:

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

Prvi mehanizam degradacije u prvom redu napada i oštećuje armaturu, što ima za posljedicu raspucavanje i odlamanje betona. Preostala tri mehanizma degradacije izravno razaraju beton. Svi navedeni mehanizmi degradacije zahtijevaju prisutnost vode. Kako je voda neophodna za proces hidratacije, uvijek je prisutna u određenoj količini. Brzina napredovanja degradacije smanjuje se što je beton više suh.

Budući da je djelovanje vode vrlo nepovoljno i razorno za betonsku konstrukciju, osnovna pravila ispravnog projektiranja građevine s obzirom na djelovanje vode mogu se sumirati kako slijedi:

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

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

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

2.2.8.2. Definiranje sastava i svojstava betona betonske konstrukcije

- **Analiza izloženosti konstrukcije**

Tablica 7. Razredi izloženosti ovisno o uvjetima okoliša (prema Eurokodu 2)

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

1) Ovaj razred izloženosti vrijedi samo ako građevina ili njezin dio za vrijeme izvođenja dulje vrijeme ne budu izloženi lošijim uvjetima.
2) Kemijski škodljiv okoliš razvrstan je u ISO DP 9690. Mogu se također usvojiti ovi istovrijedni razredi izloženosti: Razred izloženosti 5a: ISO - razredba A1G, A1L, A1S Razred izloženosti 5b: ISO - razredba A2G, A2L, A2S Razred izloženosti 5c: ISO - razredba A3G, A3L, A3S

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

Tablica 8. Najmanja debljina zaštitnog sloja za obični beton (Eurokod 2)

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

Suglasno ovom AB konstrukciju nadstrešnice treba svrstati u 2b razred izloženosi koji se definira kao i:

2 Vlažan okoliš	b) s mrazom	- vanjski elementi izloženi mrazu - elementi u neškodljivom tlu i/ili vodi izloženi mrazu - unutarnji elementi u velikoj vlazi izloženi mrazu

debljina zaštitnog sloja za navedenu izloženost konstrukcije je:

d = 5,0 cm za temelje
d = 4,0 cm za zidove

Projektiranje trajnosti podrazumijeva definiranje i izvedbu betonskih elemenata odgovarajuće otpornosti.

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

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

Tablica 9. Razredi izloženosti (prema HRN EN 206-1)

Oznaka razreda	**Opis okoliša / izloženost**	**Informativni primjeri moguće pojave razreda izloženosti**
1 Nema rizika korozije		
X0	Za beton bez armature ili ugrađenog metala: sve izloženosti gdje nema smrzavanja, abrazije ili kemijskog djelovanja. Za beton s armaturom ili ugrađenim metalom: vrlo suho.	Beton unutar građevine s vrlo niskom vlažnosti zraka.
2 Korozija uzrokovana karbonatizacijom		
XC1	Suha ili stalno vlažna	Beton unutar građevina s niskom vlagom zraka. Beton stalno u vodi.

XC2	**Vlažna, rijeĉe suha**	**Površina betona izložena dugotrajnom dodiru s vodom. Mnogi temelji.**
XC3	Umjereno vlažna	Beton unutar građevina s umjerenom iliniskom vlažnosti zraka. Vanjski beton
XC4	Izmjenično vlažna i suha	Površina betona u dodiru s vodom, ali ne kao u XC2.
3 Korozija uzrokovana kloridima koji nisu iz mora		
XD1	Umjereno vlažna	Površina betona izložena kloridima iz zraka.
XD2	Vlažna, rjeĎe suha	Plivališta, beton izložen otpadnim industrijskim vodama koje sadrže kloride.
XD3	Izmjenično vlažna i suha	Dijelovi mostova izloženi prskanju s kloridima, kolnici, parkirališta.
4 Korozija uzrokovana kloridima iz morske vode		
XS1	Izloženo solima iz zraka, ali ne u izravnom dodiru s morskom vodom	Konstrukcije blizu mora ili na obali.
XS2	Stalne uronjena	Dijelovi konstrukcije u moru.
XS3	Područje plime i oseke i područje zapljuslavanja	Dijelovi konstrukcije u moru.
5 Korozija uzrokovana smrzavanjem i odmrzavanjem sa soli za odmrzavanje ili bez nje		
XF1	Umjerena zasićenost vodom bez soli za odmrzavanje	Vertikalne površine betona izložene kiši i smrzavanju.
XF2	Umjerena zasićenost vodom sa solju za odmrzavanje	Vertikalne površine betona cestovnih konstrukcija izložene smrzavanju i solima za odmrzavanje iz zraka.
XF3	Visoka zasićenost vodom bez soli za odmrzavanje	Horizontalne površine betona izložene kiši i smrzavanju.
XF4	Visoka zasićenost vodom sa solju za odmrzavanje	Cestovne i mostovne kolničke ploče izložene solima za odmrzavanje. Površine betona izložene prskanju solima i smrzavanju. Područja vlaženja morem izložena smrzavanju.
6 Kemijska korozija Odnosi se na kemijsko djelovanje iz prirodnog tla i podzemne vode. Klasifikacija morske vode ovisi o zemljopisnoj lokaciji pa treba primijeniti razredbu koja vrijedi na mjestu uporabe betona. U normi je dana posebna specifikacija kemijske agresije prirodnog tla i podzemne vode. Ako se radi o djelovanjima izvan te specifikacije, drugim agresivnim kemikalijama, kemijski onečišćenoj podzemnoj vodi, velikoj brzini vode u kombinaciji sa specificiranim kemikalijama, može biti potrebna posebna studija za utvrĎivanje odgovarajuće izložености.		
XA1	Lagano kemijski agresivan okoliš	
XA2	Umjereno kemijski agresivan okoliš	
XA3	Vrlo kemijski agresivan okoliš	

Suglasno prethodnoj tablici konstrukcija građevine se treba svrstati u slijedeće razrede izloženosti:

XC1	Suha ili stalno vlažna	Beton unutar građevina s niskom vlagom zraka. Beton stalno u vodi.
XC2	**Vlažna, rijeđe suha**	**Površina betona izložena dugotrajnom dodiru s vodom. Mnogi temelji.**
XC4	Izmjenično vlažna i suha	Površina betona u dodiru s vodom, ali ne kao u XC2.
XA2	Umjereno kemijski agresivan okoliš	
XF2	Umjerena zasićenost vodom sa solju za odmrzavanje	Vertikalne površine betona cestovnih konstrukcija izložene smrzavanju i solima za odmrzavanje iz zraka.

Kloridni ioni su drugi uzrok (uz karbonatizaciju) gubitka pasivizirajućeg učinka. Kloridni ioni mogu prodrijeti u beton, ako je konstrukcija u morskom okolišu ili u kontaktu sa solima za odleđivanje. Također, kloridi mogu biti prisutni u betonu od samog početka, primjerice kada se rabi morski pijesak za sitnu frakciju ili kalcijev klorid kao ubrzivač.

HRN EN 206-1 zabranjuje uporabu kalcijevog klorida i kemijskih dodataka na osnovi kalcijevog klorida u betonu koji sadrži i ubetonirane metalne dijelove (armaturu, čelik za prednapinjanje ili drugi ugrađeni metal).

Definirana je granična vrijednost sadržaja klorida u armiranom betonu izražena kao postotak kloridnih iona od 0,4% na masu cementa.

2.2.8.3. Preporučene granične vrijednosti sastava i svojstava betona

Tablica 10. Preporučene granične vrijednosti sastava i svojstava betona (prema HRN EN 206-1)

Razredi izloženosti				Preporučene granične vrijednosti		
Oznaka razreda		**Djelovanje**		**Max v/c**	**Min cement [kg/m^3]**	**Razred čvrstoće**
X0		**Nema rizika**		**Nema zahtjeva**	**Nema zahtjeva**	**C12/15**
XC	1	**Karbonatizacija (H_2O,CO_2)**	Suho ili u vodi	0,65	260	C20/25
	2		**Vlaga (stalna)**	**0,60**	**280**	**C25/30**
	3		Umjerena vlaga	0,55	280	C30/37
	4		Vlaženje/sušenje	0,50	300	C30/37
XD	1	Kloridi koji nisu iz mora (H_2O,Cl)	Umjerena vlaga	0,55	300	C30/37
	2		Vlaga (stalna)	0,55	300	C30/37
	3		Vlaženje/sušenje	0,45	320	C35/45
XS	1	Kloridi iz mora (H_2O, Cl)	Bez dodira s vodom	0,50	300	C30/37
	2		Uvodi	0,45	320	C35/45

	3		Plima/oseka, zapljuskivanje	0,45	340	C35/45
XF[1)]	1	Smrzavanje-odmrzavanje / + sol	Umjerena zasićenost vodom	0,55	300	C30/37
	2[2]		Umjerena zasićenost vodom + sol	0,55	300	C25/30
	3[2]		Visoka zasićenost vodom	0,50	320	C30/37
	4[2]		Visoka zasićenost vodom + sol	0,45	340	C30/37
XA	1	Kemijsko djelovanje	Neznatno škodljiv	0,55	300	C30/37
	2[3]		Umjereno škodljiv	0,50	320	C30/37
	3[3]		Vrlo škodljiv	0,45	360	C35/45

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

2.2.8.4. Usvojeni sastav i svojstva betona

Sukladno navedenim preporukama za izgradnju konstrukcije AB konstrukcije usvaja se beton sljedećih karakteristika:

	debljina zaštitnog sloja d [cm]	**maksimalan sadržaj klornih iona**	**Max v/c**	**Min cement [kg/m^3]**	**Min Razred čvrstoće**
Nearmirani i slaboarmirani temelji i podne ploče	**5,0**	**0,2% na masu cementa.**	**-**	**-**	**12/15**
AB elementi konstrukcije	**5,0**	**0,4% na masu cementa.**	**0,60**	**280**	**25/30**

2.2.8.5. Održavanje konstrukcije

Radnje u okviru održavanja konstrukcije treba provoditi prema odredbama ***Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije (NN br. 17/17)*** i normama na koje upućuje navedeni Prilog, te odgovarajućom primjenom odredaba važećih ostalih propisa.

Bitni dijelovi konstrukcije su:

- AB konstrukcija
- Čelične elemente konstrukcije

a.) Održavanje AB konstrukcije

Građevina se treba održavati u stanju projektom predviđene sigurnosti i funkcionalnosti, a sukladno odredbama odgovarajućih zakona, normativa i pravila struke. Prije puštanja objekta u uporabu, mora se izvršiti detaljan vizualni pregled građevine i nulto mjerenje stanja elemenata prema kojem će se tijekom uporabe kontrolirati deformacije. Kontrolni pregledi ne smiju biti duži od 2 godine. Pri svakom pregledu posebnu pozornost posvetiti snimanju moguće pukotina i zona drobljenja betona, te svih drugih oštećenja i deformacija bitnih za sigurnost konstrukcije. Ako se vizualnim pregledom stanja konstrukcije uoče promjene i defekti koji mogu umanjiti ili ugroziti sigurnost građevine u uporabi, treba odmah izmjeriti deformacije glavnih elemenata pod stalnim opterećenjem. Na osnovu povećanja deformacija u odnosu na početno stanje, treba utvrditi eventualno smanjenje sigurnosti i propisati daljnje mjere za održavanje projektirane i propisane sigurnosti.

Pregled uključuje najmanje:

- vizualni pregled, u kojeg je uključeno utvrđivanje položaja i veličine napuklina i pukotina te drugih oštećenja konstrukcije odnosno elemenata bitnih za očuvanje mehaničke otpornosti i stabilnosti građevine,
- utvrđivanja stanja zaštitnog sloja armature,
- utvrđivanje veličine progiba glavnih nosivih elemenata ako se vizualnom kontrolom sumnja u ispunjavanje bitnog zahtijeva mehaničke otpornosti i stabilnosti,

U slučaju da su pukotine veće da narušavaju trajnost AB konstrukcije potrebno ih je sanirati prema provjerenim tehničkim sustavima koji su u skladu s Tehničkim propisom za građevinske konstrukcije.
Sve uočene nedostatke i oštećenja potrebno je što hitnije otkloniti, kako bi se postiglo projektirano stanje, odnosno povećala sigurnost, trajnost i funkcionalnost objekta. Da bi se što više smanjili troškovi održavanja objekta i povećala njegova uporabna vrijednost, odabrana su takva rješenja, materijali i oprema koji imaju dostatnu kvalitetu i trajnost.

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

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

- izraditi program održavanja čelične konstrukcije
- voditi evidenciju o čeličnoj konstrukciji putem knjige (servisne knjige) čelične konstrukcije
- svake godine obaviti redovni pregled

- svakih deset godina obaviti glavni pregled
- provoditi radove obnove ili sanacije čelične konstrukcije utvrđene pregledima, a prema zakonima i propisima

c.) Čuvanje dokumentacije održavanja

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

Zagreb, svibanj 2021.

PROJEKTANT:

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Robert Mihalinac
mag.ing.aedif.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 6028

Robert Mihalinac, mag.ing.aedif

OZNAKA I NAZIV POGLAVLJA:

2.3. PRORAČUN MEHANIČKE OTPORNOSTI I STABILNOSTI

ANALIZA DJELOVANJA

Stalno

Vlastita teţina elemenata procjenjuje se u software-u kao "*self weight*".

Vlastita teţina pokrova (trapezni lim): 0,15 kN/m^2

Dodatno stalno

Dodatno stalno: 0,05 kN/m^2

Snijeg (EN 1993-1-3)

Na slici su prikazane zone opterećenja snijegom za Republiku Hrvatsku.



Zona opterećenja snijegom: III
Nadmorska visina: < 200 m.n.m

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

Odabire se prva veća vrijednost nadmorske visine, a to je 200 metara. Prema tome, karakteristična vrijednost opterećenja snijegom iznosi:

$$s_k = 1,25 \text{ kN/m}^2$$

Opterećenje snijega na krovu računa se prema izrazu:

$$s = s_k \cdot \mu_i \cdot C_0 \cdot C_1$$

gdje su:

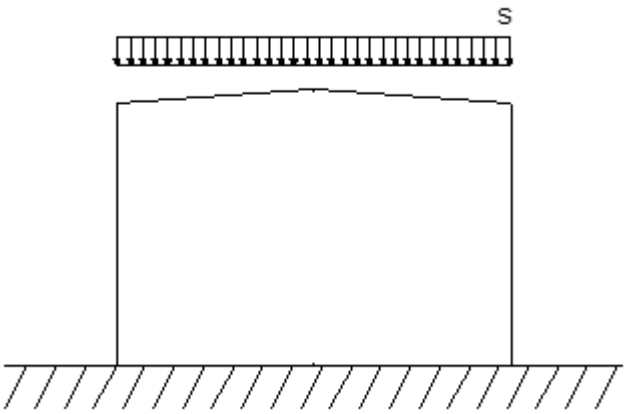
$\mu_i = 0,8$ koeficijent oblika krova
$C_0 = 1,0$ koeficijent izloţenosti
$C_1 = 1,0$ temperaturni koeficijent

Opterećenje snijegom na krovu iznosi:

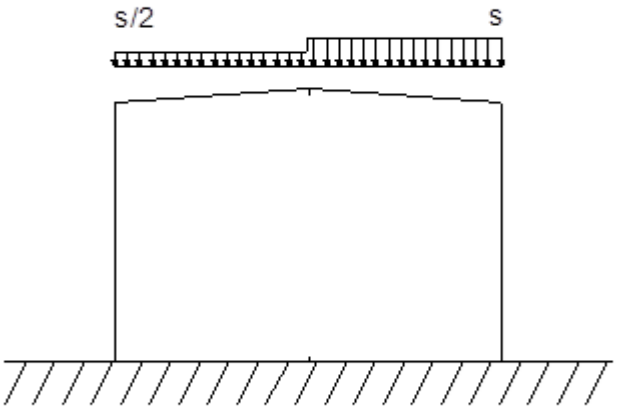
$$s = 1,25 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,00 \text{ kN/m}^2$$

Razmatraju se dva slučaja opterećenja snijegom.

1. Slučaj

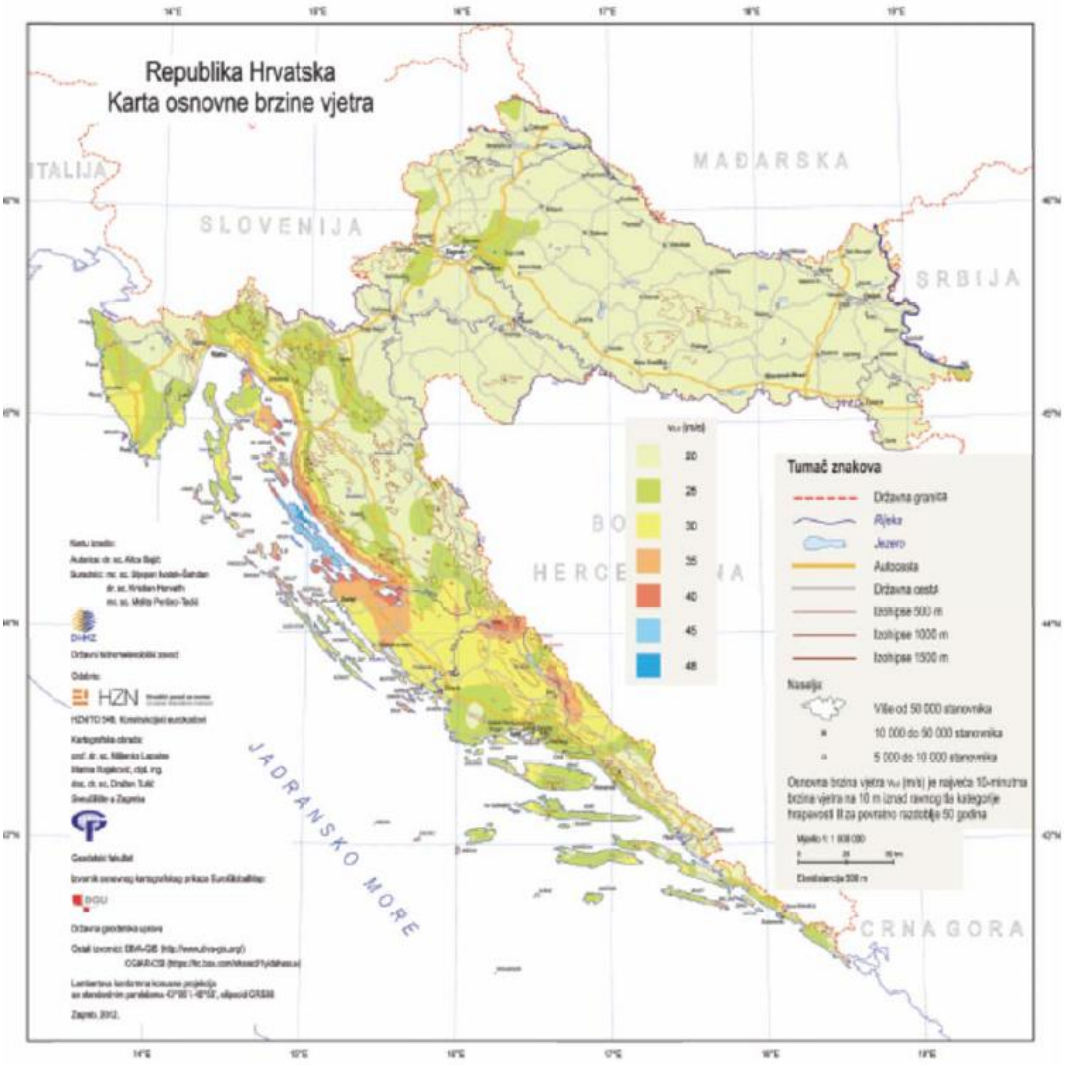


2. Slučaj



Vjetar (EN1993-1-4)

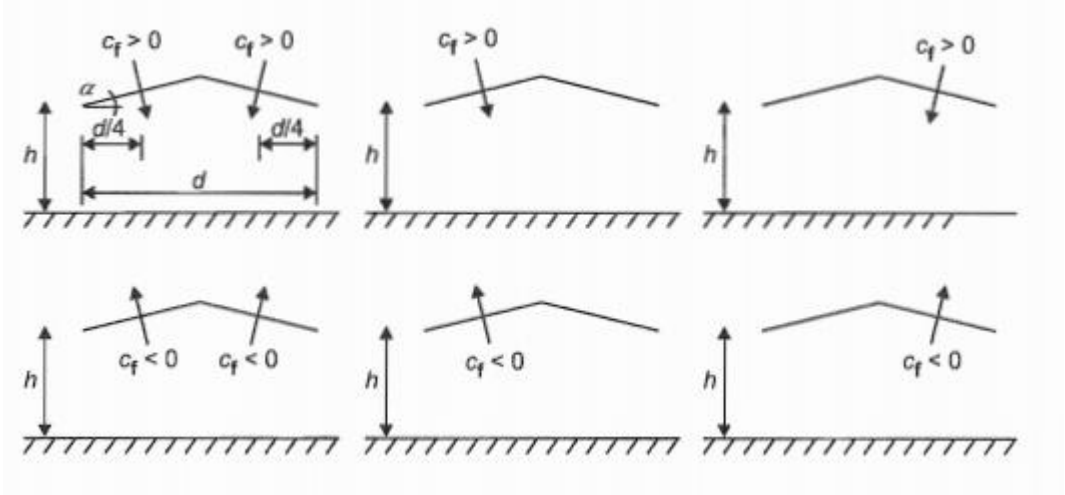
Na slici je prikazana vjetrovna karta Republike Hrvatske.



Odabrana je vrijednost poredbene brzine vjetra $v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$

Pretpostavljena kategorija terena je II.

Na slici je prikazana referentna visina i slučajevi koje nadstrešnica mora zadovoljiti.



Referentna visina z_e jednaka je:

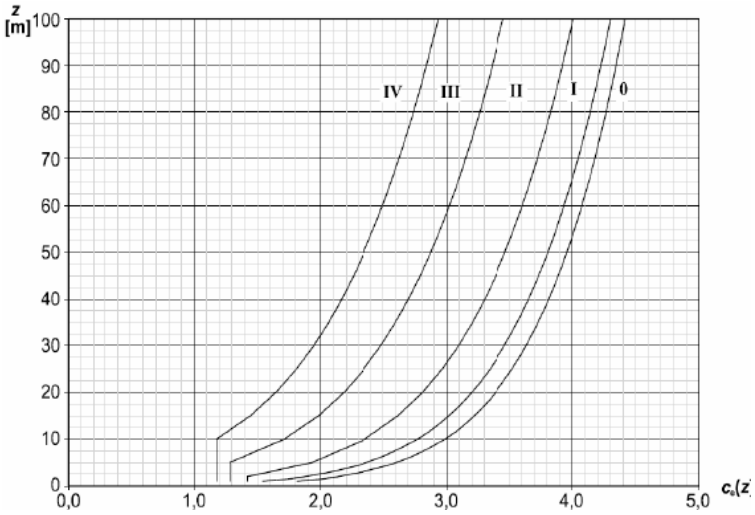
$$z_e = f_c\left(\frac{h}{b}\right)$$

$$h = 9,91 \text{ m}$$

$$b = 29,70 \text{ m}$$

$$h < b \rightarrow z_e = 9,91 \text{ m}$$

Na slici jeprikazan dijagram ovisnosti koeficijenta izloženosti c_e o visini konstrukcije.



Očitani koeficijent izloženosti jednak je:

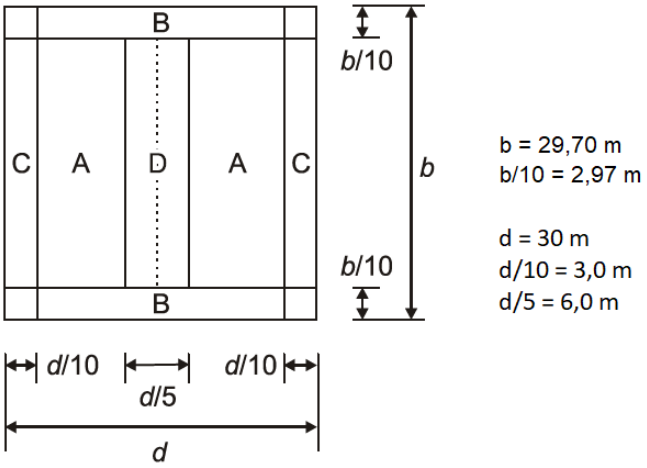
$$C_e(z_e) \cong 2,4$$

Tlak vjetra na konstrukciju računa se prema sljedećem izrazu:

$$w_{net} = q_b \cdot c_e(z_e) \cdot c_{p,net}$$

$$q_b = \frac{\rho_{zrak}}{2} \cdot v_b^2 = \frac{1,25}{2} \cdot 25^2 = 391 \text{ N/m}^2 = 0,39 \text{ kN/m}^2$$

Podjela konstrukcije krova na vjetrovne zone



Prema podjeli krova na vjetrovne zone očitavaju se koeficijent tlaka vjetra $c_{p,net}$ te se određuje neto pritisak vjetra na određenoj površini. Koeficijenti pritiska vjetra ovise i o nagibu krova koji iznosi:

$$\alpha = +5^{\circ}$$

Vrijednosti koeficijenata $c_{p,net}$ i c_f za dvostrešne nadstrešnice, tablica 7.7, HRN EN 1991-1-4, dane su za praznu slobodnostojeću nadstrešnicu $\varphi = 0$ i za nadstrešnicu s uskladištenom robom $\varphi = 1$. Pretpostavljena je vrijednost $\varphi = 0,7$, linearnom interpolacijom se dobije:

$\varphi = 0,7$	$c_{p,net}+$	$c_{p,net}-$
Zona A	+0,6	-1,09
Zona B	+1,8	-1,82
Zona C	+1,3	-1,68
Zona D	+0,4	-1,38

Koeficijenti neto tlaka rabit će se za proračun pokrova, pričvršćenja pokrova i za podroţnice.

Sveukupni koeficijent sile c_f iznosi:

$c_f = +0,3$ svi φ,

$c_f = -1,09$ za $\varphi = -0,7$.

Lokalno djelovanje vjetra po zonama krova, tlačno:

Površina A→ $w_{net}^{A} = 0,39 \cdot 2,4 \cdot 0,6 = +0,56 \text{ kN/m}^2$

Površina B→ $w_{net}^{B} = 0,39 \cdot 2,4 \cdot 1,8 = 1,68 \text{ kN/m}^2$

Površina C→ $w_{net}^{C} = 0,39 \cdot 2,4 \cdot 1,3 = 1,22 \text{ kN/m}^2$

Površina D→ $w_{net}^{D} = 0,39 \cdot 2,4 \cdot 0,4 = 0,37 \text{ kN/m}^2$

Lokalno djelovanje vjetra po zonama krova, odiţuće:

Površina A→ $w_{net}^{A} = 0,39 \cdot 2,4 \cdot (-1,09) = -1,02 \text{ kN/m}^2$

Površina B→ $w_{net}^{B} = 0,39 \cdot 2,4 \cdot (-1,82) = -1,70 \text{ kN/m}^2$

Površina C→ $w_{net}^{C} = 0,39 \cdot 2,4 \cdot (-1,68) = -1,57 \text{ kN/m}^2$

Površina D→ $w_{net}^{D} = 0,39 \cdot 2,4 \cdot (-1,38) = -1,29 \text{ kN/m}^2$

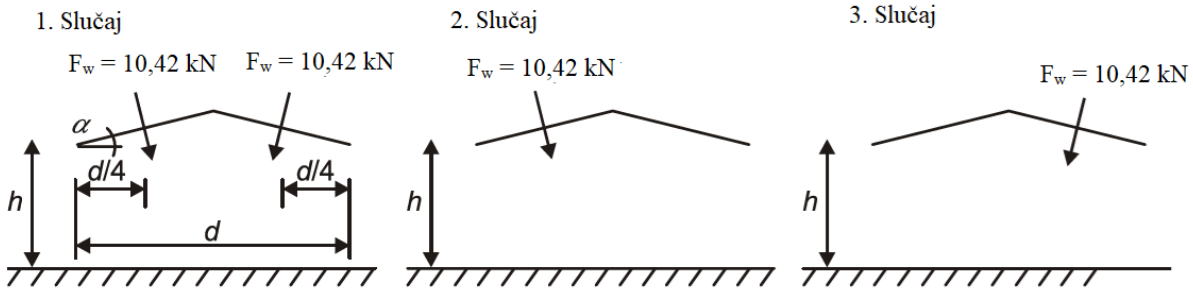
Globalno djelovanje vjetra F_w izračunava se prema sljedećem izrazu:

$$F_w = c_f \cdot q_b \cdot c_e(z) \cdot c_s \cdot c_d \cdot b \cdot d \quad (c_s c_d = 1,0)$$

- Okvir u zabatu

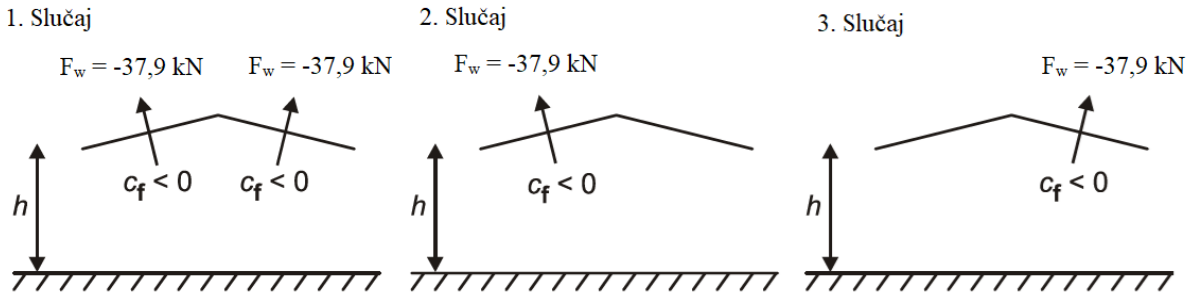
Za $c_f > 0$ razmatraju se sljedeći slučajevi:

$$F_w = +0,3 \cdot 0,39 \cdot 2,4 \cdot 1,0 \cdot \frac{4,95}{2} \cdot 15,0 = 10,42 \ kN$$



Za c_f < 0 razmatraju se sljedeći slučajevi:

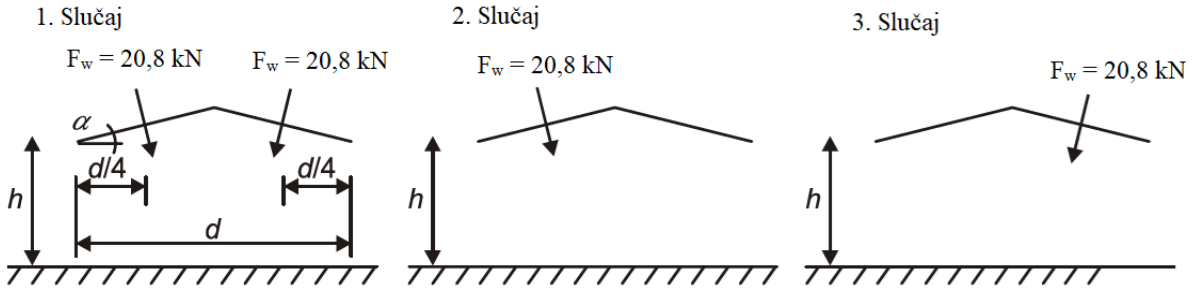
$$F_w = -1,09 \cdot 0,39 \cdot 2,4 \cdot 1,0 \cdot \frac{4,95}{2} \cdot 15 = -37,9\ kN$$



- Okvir unutarnji

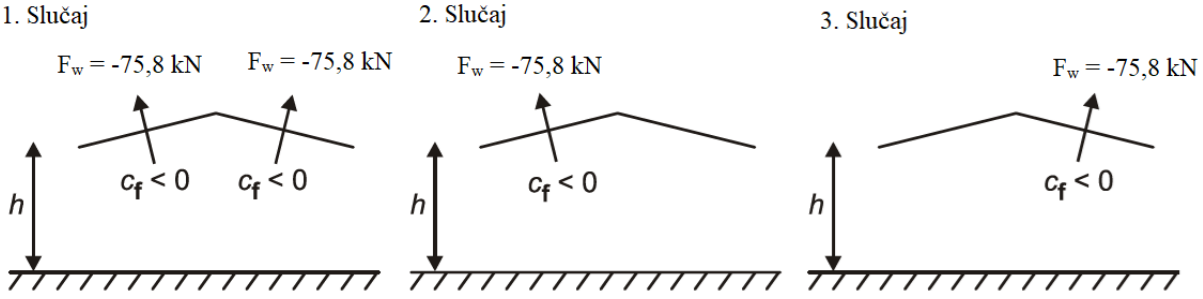
Za c_f > 0 razmatraju se sljedeći slučajevi:

$$F_w = +0,3 \cdot 0,39 \cdot 2,4 \cdot 1,0 \cdot 4,95 \cdot 15,0 = 20,8\ kN$$



Za c_f < 0 razmatraju se sljedeći slučajevi:

$$F_w = -1,09 \cdot 0,39 \cdot 2,4 \cdot 1,0 \cdot 4,95 \cdot 15 = -75,8\ kN$$



imperfekcije poprečnog okvira

Imperfekcije od stalnog opterećenja

$$\phi = \phi_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m$$

$$\phi_0 = \frac{1}{200}$$

$$\alpha_h = \frac{2}{\sqrt{h}} = \frac{2}{\sqrt{9,91}} = 0,635 \rightarrow \alpha_h = 0,64$$

$$\alpha_m = \sqrt{0,5 \cdot \left(1 + \frac{1}{m}\right)} = \sqrt{0,5 \cdot \left(1 + \frac{1}{2}\right)} = 0,866$$

$$\phi = \frac{1}{200} \cdot 0,64 \cdot 0,866 = 0,0028$$

$$H_{Ed} = \phi \cdot V_{uk} = 0,0028 \cdot \left(0,6 \cdot 4,95 \cdot 30,0\right) = 0,25 \text{ kN}$$

Imperfekcije od snijega 1

$$H_{Ed} = \phi \cdot V_{uk} = 0,0028 \cdot \left(1,0 \cdot 4,95 \cdot 30,0\right) = 0,42 \text{ kN}$$

Imperfekcije od snijega 2

$$H_{Ed} = \phi \cdot V_{uk} = 0,0028 \cdot \left(1,0 \cdot 4,95 \cdot 30,0\right) = 0,42 \text{ kN}$$

Imperfekcije horizontalnog poprečnog veza

Geometrijska imperfekcija veza uzima se u obzir ekvivalentnom geometrijskom imperfekcijom.

Duţina veza

L = 30 m

$$\alpha_m = \sqrt{0,5 \cdot \left(1 + \frac{1}{m}\right)} < 1$$

m = 5 (sustav veza stabilizira 3 NOSAČA)

$$\alpha_m = 1,0$$

$$e_0 = \frac{1,0 \cdot 30,0}{500} = 0,06 \text{ m} = 6,0 \text{ cm}$$

Pretpostavljena veličina progiba veza od svih djelovanja u svojoj ravnini

$$\delta_q \leq \frac{L}{2500} = \frac{3000}{2500} = 1,2 \text{ cm}$$

Ekvivalentno raspodijeljeno opterećenje

$$q_d = \sum N_{Ed} \cdot 8 \cdot \frac{e_0 + \delta_q}{L^2} \text{ kN/m}$$

Seizmičko opterećenje

Ulazni podaci za seizmički proračun

Razred tla:	C
Proračunsko ubrzanje tla:	a = 0,20 g
Faktor ponašanja	q = 4,0

Koristi se računski spektar odziva definiran izrazima u točki 3.2.2.5 HRN EN 1998-1 uz primjenu faktora ponašanja q = 4,0 prema HRN EN 1998-1.

Računski učinci u seizmičkoj situaciji djelovanja dobivaju se kombinacijom mjerodavnih djelovanja

$$\sum G_{kj} + \gamma_I \cdot A_{Ed}$$

Gdje je :

$\gamma_I = 1{,}0$ faktor važnosti građevine,

A_{Ed} ……. Proračunsko seizmičko djelovanje dobiveno s pomoću proračunskog spektra odziva
G_{kj} …….. karakteristične vrijednosti stalnih djelovanja
"+" znači "kombinirano s"

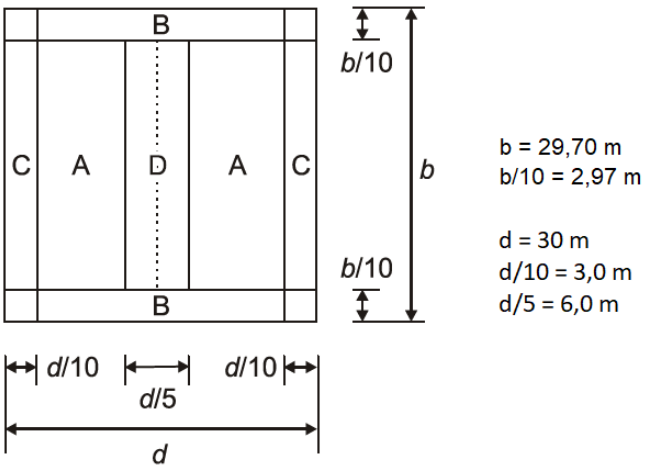
znači "kombinirani učinci od"

Seizmičkom analizom je utvrđeno da potres u odnosu na djelovanje vjetra nije mjerodavan i neće se dalje razmatrati.

Statički proračun i dimenzioniranje čelične konstrukcije

Pokrov – čelični trapezno oblikovan lim

Podjela konstrukcije krova na vjetrovne zone



- Statički sustav kontinuirani nosač preko šest polja
- Razmak podrot nica 2,5 m
- Karakteristična djelovanja

  stalno $g_k = +0,15\ kN/m^2$

  snijeg $s_k = +1,0\ kN/m^2$ sk = +1,00 kN/m^2

  vjetar tlak, zona B $w_{net}^B = 1,68\ kN/m^2$

  vjetar odit ući, zona B $w_{net}^B = -1,70\ kN/m^2$

  vjetar odit ući, zona C $w_{net}^C = -1,57\ kN/m^2$

- Parcijalni faktori

  stalno djelovanje $\gamma_{G,sup} = 1,35$

  $\gamma_{G,inf} = 1,00$

  promjenjivo, nepovoljno $\gamma_Q = 1,5$
- Kombinacijski faktori

  snijeg $\psi_{0,s} = 0,5$

  vjetar $\psi_{0,w} = 0,6$

Krajnje graničnо stanje

- Kombinacija 1. – maximalno pritiskujuće djelovanje

$$q_d = \gamma_{G,sup} \cdot g_k + \gamma_Q \cdot \left(w_{net}^B + \psi_{0,s} \cdot s_k \right)$$

$$q_d = 1,35 \cdot 0,15 + 1,5 \cdot \left(1,68 + 0,5 \cdot 1,0\right) = 3,47\ kN/m^2$$

- Kombinacija 2. – maximalno odit uće djelovanje

$$q_d = \gamma_{G,inf} \cdot g_k + \gamma_Q \cdot w_{net}^B$$

$$q_d = 1,00 \cdot 0,15 + 1,5 \cdot \left(-1,70\right) = 2,40\ kN/m^2$$

Graničnо stanje uporabe

- Kombinacija 1. – maximalno pritiskujuće djelovanje

$$q_d = 1,0 \cdot 0,15 + 1,0 \cdot \left(1,68 + 0,5 \cdot 1,0\right) = 2,33\ kN/m^2$$

- Kombinacija 2. – maximalno odit uće djelovanje

$$q_d = 1,00 \cdot 0,15 + 1,0 \cdot \left(-1,70\right) = 1,55\ kN/m^2$$

Pokrov, čelični trapezni lim, potrebno je odabrati kao kontinuirani nosač preko šest raspona od 2, 5 m i specificirana pritiskujuća i odit uća opterećenja. Npr. trapezni lim 50/150/1,00, negativni polot aj. Računske otpornosti za krajnje granično stanje i granično stanje uporabe usvojenog trapeznog lima moraju se dokazati prema HRN EN 1993-1-3 u sklopu izvedbenog projekta.

Pričvršćenja pokrova

Pričvršćenja pokrova na čeličnu podkonstrukciju trebaju se provjeriti na sljedeća opterećenja:

- U području preklapanja zona B i C

$$q_d = \gamma_Q \cdot \left(w_{net}^B + w_{net}^C \right) = 1,50 \cdot \left(-1,70 - 1,57 \right) = -4,91 \text{ kN / m}^2$$

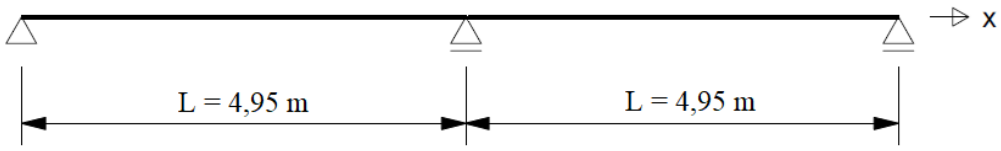
- Za ostale zone usvaja se odiţuće djelovanje zone B

$$q_d = \gamma_Q \cdot \left(w_{net}^B + w_{net}^C \right) = 1,50 \cdot \left(-1,70 \right) = -2,55 \text{ kN / m}^2$$

Računske otpornosti za krajnje granično stanje usvojenog pričvršćenja moraju se dokazati prema HRN EN 1993-1-3 u sklopu izvedbenog projekta.

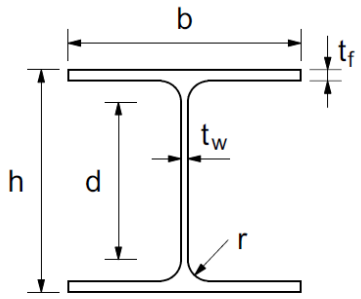
Podroţnice

- **Statički sustav**



- **Poprečni presjek**

HE 140 A, S 355 JR



h	= 133 mm	A	= 31,42 cm^2
b	= 140 mm	I_y	= 1033 cm^4
d	= 92 mm	$W_{pl,y}$	= 173,5 cm^3
t_f	= 8,5 mm	I_z	= 389,3 cm^4
t_w	= 5,5 mm	$W_{pl,z}$	= 84,85 cm^3
r	= 12 mm	I_T	= 8,13 cm^4
g	= 0,247 kN/m	I_ω	= 15060 cm^6

Mehaničke karakteristike čelika

f_y = 355 N/mm^2
f_u = 490 N/mm^2
E = 210000 N/mm^2
G = 81000 N/mm^2
ν = 0,3

- **Karakteristične vrijednosti djelovanja**

Vl. teţ. podroţnice $g_{0,k} = 0,20 \text{ kN / m}^2$

Vl. teţ. pokrova $g_{1,k} = 0,15 \text{ kN / m}^2$

Snijeg $s_k = 1,00 \text{ kN / m}^2$

Vjetar tlak, zona C $w_{net}^C = 1,22 \text{ kN / m}^2$

Vjetar odizanje, zona C $w_{net}^C = -1,57 \text{ kN / m}^2$

- **Parcijalni faktori**

  stalno djelovanje $\gamma_{G,sup} = 1,35$

  $\gamma_{G,inf} = 1,00$

  promjenjivo, nepovoljno $\gamma_Q = 1,5$

- **Kombinacijski faktori**

  snijeg $\psi_{0,s} = 0,5$

  vjetar $\psi_{0,w} = 0,6$

Krajnje graničnо stanje

- Kombinacija 1. – maximalno pritiskujuće djelovanje

$$q_d = \gamma_{G,sup} \cdot \left(g_{0,k} + g_{1,k}\right) \cdot a + \gamma_Q \cdot \left(w_{net}^{C} + \psi_{0,s} \cdot s_k\right) \cdot a$$

$$q_d = 1,35 \cdot \left(0,20 + 0,15\right) \cdot 2,50 + 1,5 \cdot \left(1,22 + 0,5 \cdot 1,0\right) \cdot 2,50 = 7,63 \text{ kN / m}$$

- Kombinacija 2. – maximalno odiţ uće djelovanje

$$q_d = \gamma_{G,inf} \cdot \left(g_{0,k} + g_{1,k}\right) \cdot a + \gamma_Q \cdot w_{net}^{C} \cdot a$$

$$q_d = 1,00 \cdot \left(0,20 + 0,15\right) \cdot 2,50 + 1,5 \cdot \left(-1,57\right) \cdot 2,50 = -5,01 \text{ kN / m}$$

Graničnо stanje uporabe

- Kombinacija 1. – maximalno pritiskujuće djelovanje

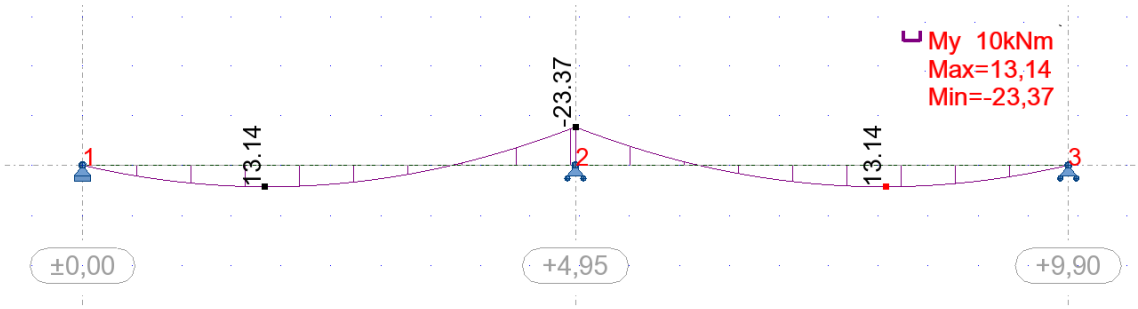
$$q_d = 1,0 \cdot \left(0,20 + 0,15\right) \cdot 2,50 + 1,0 \cdot \left(1,22 + 0,5 \cdot 1,0\right) \cdot 2,50 = 4,90 \text{ kN / m}$$

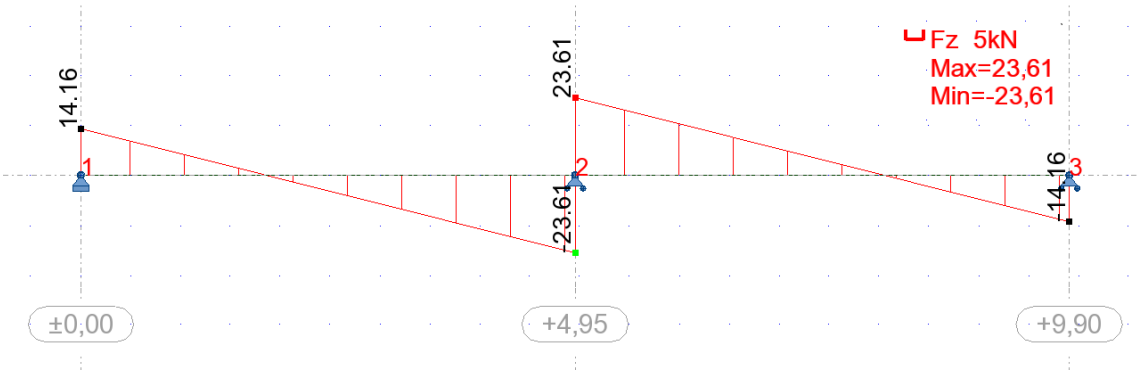
- Kombinacija 2. – maximalno odiţ uće djelovanje

$$q_d = 1,00 \cdot \left(0,20 + 0,15\right) \cdot 2,50 + 1,0 \cdot \left(-1,57\right) \cdot 2,50 = 3,05 \text{ kN / m}$$

Učinci djelovanja - KGS

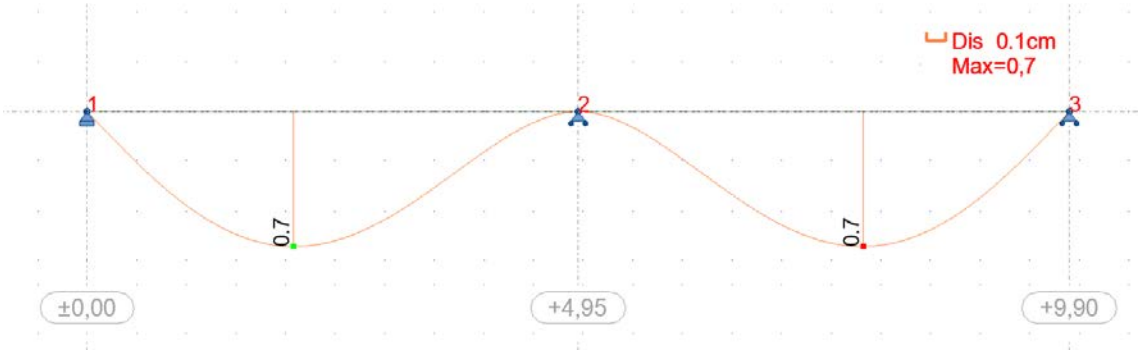
- Kombinacija 1. – maximalno pritiskujuće djelovanje





Učinci djelovanja - GSU

- Kombinacija 1. – maximalno pritiskujuće djelovanje



Dokaz za KGS i GSU

STEEL DESIGN

CODE: *EN 1993-1:2005/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.*
ANALYSIS TYPE: Member Verification

CODE GROUP:
MEMBER: 1 Beam_1 **POINT:** 3 **COORDINATE:** x = 1.00 L = 4.95 m

---

LOADS:
Governing Load Case: 11 KGS

MATERIAL:
S 355 (S 355) fy = 355.00 MPa



SECTION PARAMETERS: HEA 140

h=13.3 cm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=14.0 cm	Ay=26.36 cm2	Az=10.12 cm2	Ax=31.42 cm2
tw=0.5 cm	Iy=1033.13 cm4	Iz=389.32 cm4	Ix=7.97 cm4
tf=0.9 cm	Wply=173.51 cm3	Wplz=84.85 cm3	

INTERNAL FORCES AND CAPACITIES:

My,Ed = -23.37 kN*m		
My,pl,Rd = 61.59 kN*m		
My,c,Rd = 61.59 kN*m		Vz,Ed = -23.61 kN

Vz,c,Rd = 207.49 kN

Mb,Rd = 38.46 kN*m

Class of section = 1

LATERAL BUCKLING PARAMETERS:

z = 1.00	Mcr = 46.80 kN*m	Curve,LT - b	XLT = 0.61
Lcr,low=4.95 m	Lam_LT = 1.15	fi,LT = 1.12	XLT,mod = 0.62

BUCKLING PARAMETERS:

About y axis:

About z axis:

VERIFICATION FORMULAS:

Section strength check:

My,Ed/My,c,Rd = 0.38 < 1.00 (6.2.5.(1))

Vz,Ed/Vz,c,Rd = 0.11 < 1.00 (6.2.6.(1))

Global stability check of member:

My,Ed/Mb,Rd = 0.61 < 1.00 (6.3.2.1.(1))

Section OK !!!

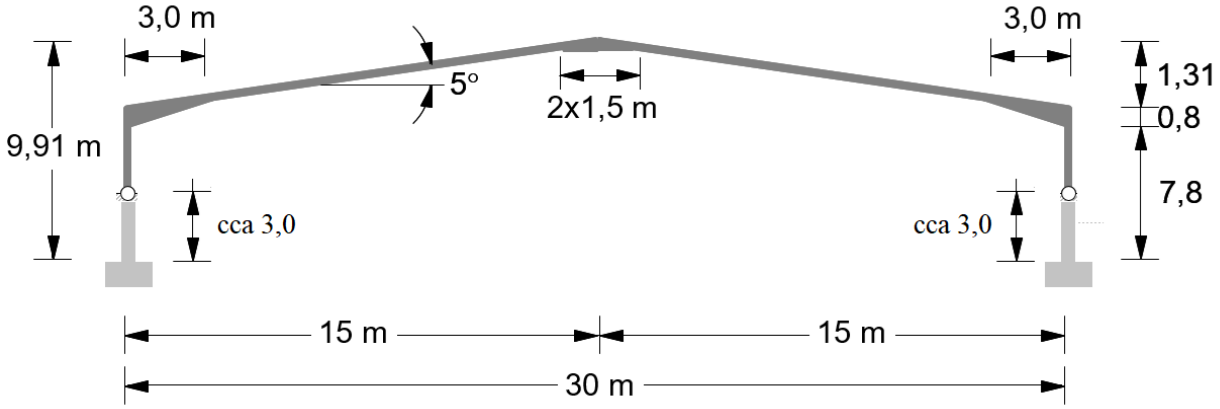
Maximalni progib

$$\delta_{max} = 0,7 \text{ cm} = \frac{L}{707} < \delta_{dop} = \frac{L}{300} = 1,65 \text{ cm}$$

Proveden je dokaz za podroţnice koje nisu u sastavu horizontalnog veza.

Okviri unutarnji

- **Statički sustav**



Unutarnji okviri su smješeteni na razmaku 4,95 m i oslonjeni na izvedene armirano-betonske zidove.

- **Poprečni presjeci**

Stup: IPE 600, S 355

h = 600,0 mm	A = 156000 mm^2	
b = 220,0 mm	$W_{el,y}$ = 3069·10^3 mm^3	
t_w = 12,0 mm	$W_{pl,y}$ = 3512·10^3 mm^3	i_y = 243,0 mm
t_f = 10,0 mm	I_y = 92080·10^4 mm^4	i_z = 46,6 mm
r = 24,0 mm	I_z = 3387·10^4 mm^4	
h_w = 562,0 mm	I_T = 165,4·10^4 mm^4	
d = 514,0 mm	I_w = 2846·10^9 mm^6	

Čelik S 355, f_y = 355 N/mm^2, f_u = 490 N/mm^2

Prečka: IPE 550, S 355

h = 550,0 mm	A = 134400 mm^2	
b = 210,0 mm	$W_{el,y}$ = 2441·10^3 mm^3	
t_w = 11,1 mm	$W_{pl,y}$ = 2787·10^3 mm^3	i_y = 223,5 mm
t_f = 17,2 mm	I_y = 67120·10^4 mm^4	i_z = 44,5 mm
r = 24,0 mm	I_z = 2668·10^4 mm^4	
h_w = 515,6 mm	I_T = 123,2·10^4 mm^4	
d = 467,6 mm	I_w = 1884·10^9 mm^6	

Čelik S 355, f_y = 355 N/mm^2, f_u = 490 N/mm^2

- **Ojačanja u strehi i sljemenu**

Izvedena su iz profila IPE 550, S355, rezani dijagonalno, i zavareni preko hrpta na donji pojas prečaka.

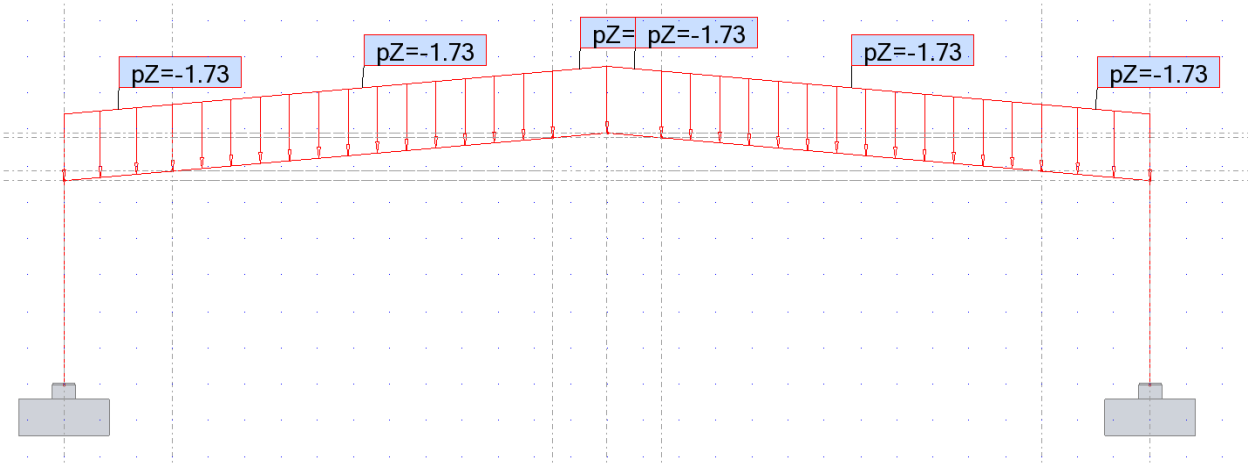
Izvedena su s čelnim pločama u vijčanoj izvedbi, punog kontinuiteta.

- **Karakteristične vrijednosti djelovanja**

Vl. teţ. stupova i prečke	software	
Vl. teţ. podroţnice	$g_{0,k} = 0,20\ \text{kN/m}^2$	
Vl. teţ. pokrova	$g_{1,k} = 0,15\ \text{kN/m}^2$	
Snijeg	$s_k = 1,00\ \text{kN/m}^2$	

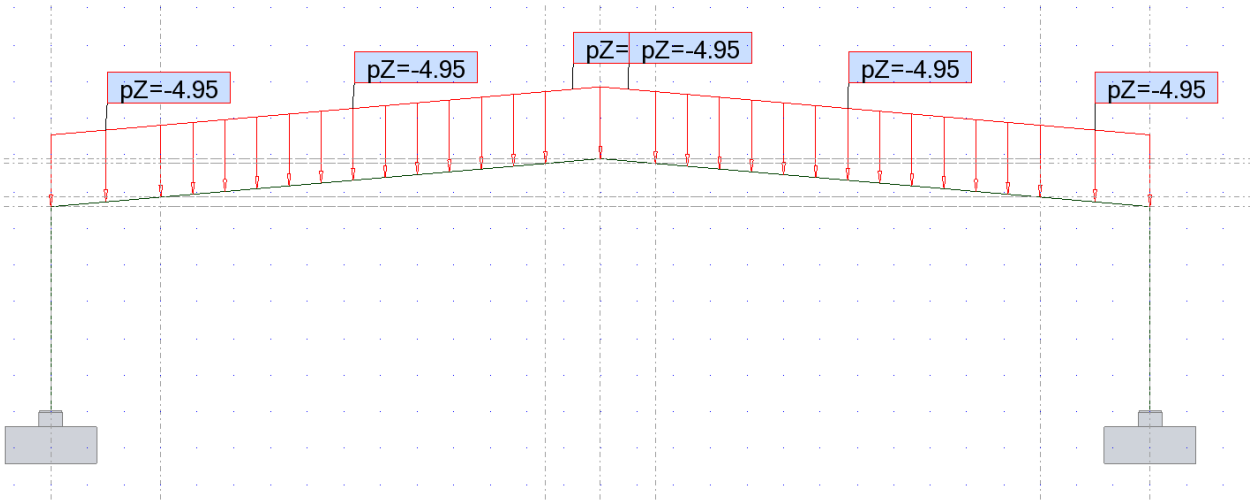
Vlastita teţina podroţnica i pokrova

$$p_Z = (g_{0,k} + g_{1,k}) \cdot a = (0,20 + 0,15) \cdot 4,95 = 1,73\ \text{kN/m}$$



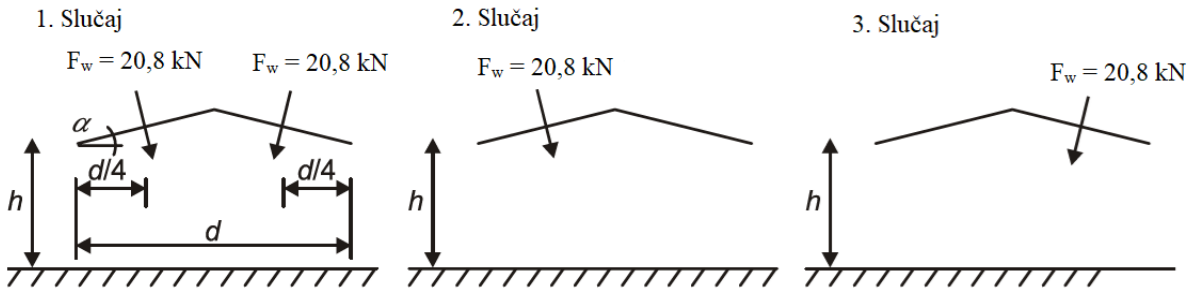
Snijeg

$$p_Z = s_k \cdot a = 1,0 \cdot 4,95 = 4,95\ \text{kN/m}$$



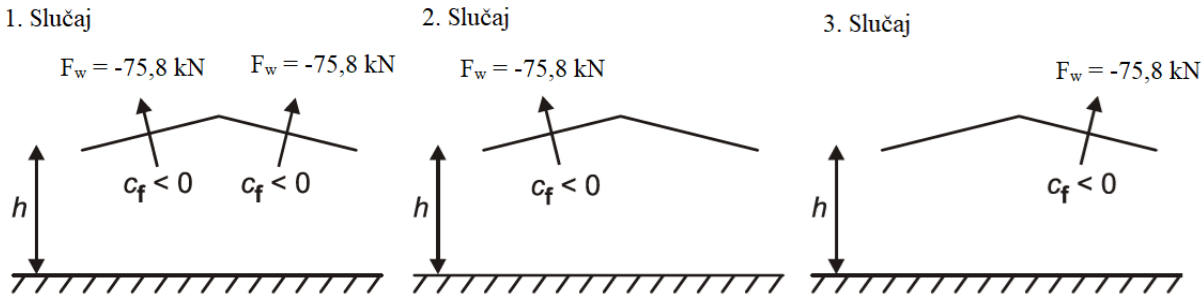
Za $c_f > 0$ razmatraju se sljedeći slučajevi:

$$F_w = +0,3 \cdot 0,39 \cdot 2,4 \cdot 1,0 \cdot 4,95 \cdot 15,0 = 20,8\ kN$$



Za $c_f < 0$ razmatraju se sljedeći slučajevi:

$$F_w = -1,09 \cdot 0,39 \cdot 2,4 \cdot 1,0 \cdot 4,95 \cdot 15 = -75,8\ kN$$



- **Parcijalni faktori**

  stalno djelovanje $\gamma_{G,sup} = 1,35$

  $\gamma_{G,inf} = 1,00$

  promjenjivo, nepovoljno $\gamma_Q = 1,5$

- **Kombinacijski faktori**

  snijeg $\psi_{0,s} = 0,5$

  vjetar $\psi_{0,w} = 0,6$

- **Kombinacije djelovanja**

ULS = krajnje granično stanje
SLS:CHR = granično stanje uporabe:karakteristična

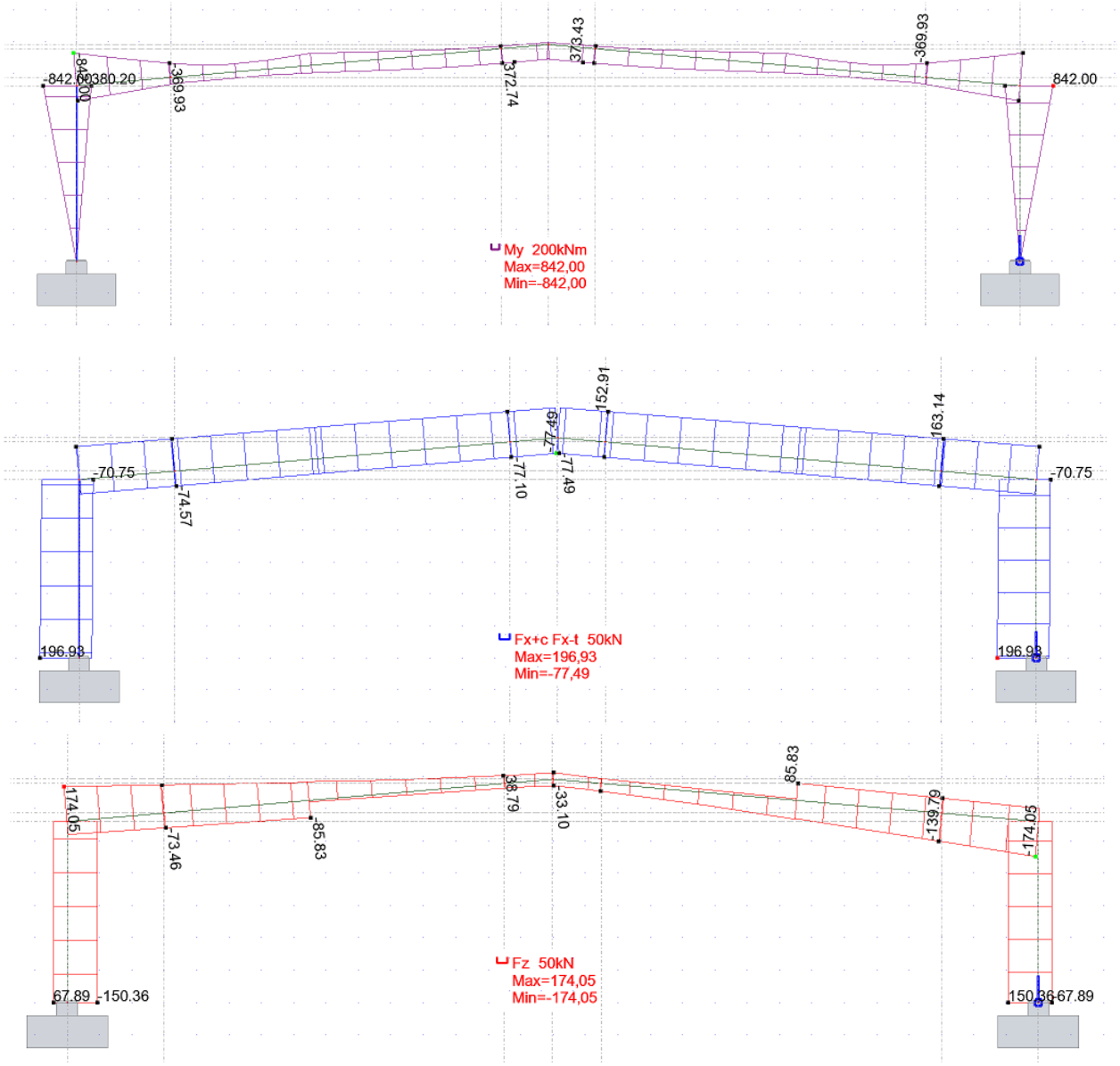
1 = vlastita teţina
2 = snijeg
3 = vjetar za $c_f > 0$ – 1. Slučaj
4 = vjetar za $c_f > 0$ – 2. Slučaj
5 = vjetar za $c_f > 0$ – 3. Slučaj
6 = vjetar za $c_f < 0$ – 1. Slučaj
7 = vjetar za $c_f < 0$ – 2. Slučaj
8 = vjetar za $c_f < 0$ – 3. Slučaj

ULS/1	1*1.35
ULS/2	1*1.35 + 2*0.75 + 3*1.50
ULS/3	1*1.35 + 3*1.50
ULS/4	1*1.35 + 2*0.75 + 4*1.50
ULS/5	1*1.35 + 4*1.50
ULS/6	1*1.35 + 2*0.75 + 5*1.50
ULS/7	1*1.35 + 5*1.50
ULS/8	1*1.35 + 2*0.75 + 6*1.50
ULS/9	1*1.35 + 6*1.50
ULS/10	1*1.35 + 2*0.75 + 7*1.50
ULS/11	1*1.35 + 7*1.50
ULS/12	1*1.35 + 2*0.75 + 8*1.50
ULS/13	1*1.35 + 8*1.50
ULS/14	1*1.00
ULS/15	1*1.00 + 2*0.75 + 3*1.50
ULS/16	1*1.00 + 3*1.50
ULS/17	1*1.00 + 2*0.75 + 4*1.50
ULS/18	1*1.00 + 4*1.50
ULS/19	1*1.00 + 2*0.75 + 5*1.50
ULS/20	1*1.00 + 5*1.50
ULS/21	1*1.00 + 2*0.75 + 6*1.50
ULS/22	1*1.00 + 6*1.50
ULS/23	1*1.00 + 2*0.75 + 7*1.50
ULS/24	1*1.00 + 7*1.50
ULS/25	1*1.00 + 2*0.75 + 8*1.50
ULS/26	1*1.00 + 8*1.50
ULS/27	1*1.35 + 2*1.50
ULS/28	1*1.35 + 2*1.50 + 3*0.90
ULS/29	1*1.35 + 2*1.50 + 4*0.90
ULS/30	1*1.35 + 2*1.50 + 5*0.90
ULS/31	1*1.35 + 2*1.50 + 6*0.90
ULS/32	1*1.35 + 2*1.50 + 7*0.90
ULS/33	1*1.35 + 2*1.50 + 8*0.90
ULS/34	1*1.00 + 2*1.50
ULS/35	1*1.00 + 2*1.50 + 3*0.90
ULS/36	1*1.00 + 2*1.50 + 4*0.90
ULS/37	1*1.00 + 2*1.50 + 5*0.90
ULS/38	1*1.00 + 2*1.50 + 6*0.90
ULS/39	1*1.00 + 2*1.50 + 7*0.90
ULS/40	1*1.00 + 2*1.50 + 8*0.90
SLS:CHR/1	1*1.00
SLS:CHR/2	1*1.00 + 2*0.50 + 3*1.00
SLS:CHR/3	1*1.00 + 3*1.00
SLS:CHR/4	1*1.00 + 2*0.50 + 4*1.00
SLS:CHR/5	1*1.00 + 4*1.00

SLS:CHR/6	1*1.00 + 2*0.50 + 5*1.00
SLS:CHR/7	1*1.00 + 5*1.00
SLS:CHR/8	1*1.00 + 2*0.50 + 6*1.00
SLS:CHR/9	1*1.00 + 6*1.00
SLS:CHR/10	1*1.00 + 2*0.50 + 7*1.00
SLS:CHR/11	1*1.00 + 7*1.00
SLS:CHR/12	1*1.00 + 2*0.50 + 8*1.00
SLS:CHR/13	1*1.00 + 8*1.00
SLS:CHR/14	1*1.00 + 2*1.00
SLS:CHR/15	1*1.00 + 2*1.00 + 3*0.60
SLS:CHR/16	1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.60
SLS:CHR/17	1*1.00 + 2*1.00 + 5*0.60
SLS:CHR/18	1*1.00 + 2*1.00 + 6*0.60
SLS:CHR/19	1*1.00 + 2*1.00 + 7*0.60
SLS:CHR/20	1*1.00 + 2*1.00 + 8*0.60
SLS:FRE/21	1*1.00
SLS:FRE/22	1*1.00 + 3*0.20
SLS:FRE/23	1*1.00 + 4*0.20
SLS:FRE/24	1*1.00 + 5*0.20
SLS:FRE/25	1*1.00 + 6*0.20
SLS:FRE/26	1*1.00 + 7*0.20
SLS:FRE/27	1*1.00 + 8*0.20
SLS:FRE/28	1*1.00 + 2*0.20
SLS:QPR/29	1*1.00
SLS:CHR/1	1*1.00
SLS:CHR/2	1*1.00 + 2*0.50 + 3*1.00
SLS:CHR/3	1*1.00 + 3*1.00
SLS:CHR/4	1*1.00 + 2*0.50 + 4*1.00
SLS:CHR/5	1*1.00 + 4*1.00
SLS:CHR/6	1*1.00 + 2*0.50 + 5*1.00
SLS:CHR/7	1*1.00 + 5*1.00
SLS:CHR/8	1*1.00 + 2*0.50 + 6*1.00
SLS:CHR/9	1*1.00 + 6*1.00
SLS:CHR/10	1*1.00 + 2*0.50 + 7*1.00
SLS:CHR/11	1*1.00 + 7*1.00
SLS:CHR/12	1*1.00 + 2*0.50 + 8*1.00
SLS:CHR/13	1*1.00 + 8*1.00
SLS:CHR/14	1*1.00 + 2*1.00
SLS:CHR/15	1*1.00 + 2*1.00 + 3*0.60
SLS:CHR/16	1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.60
SLS:CHR/17	1*1.00 + 2*1.00 + 5*0.60
SLS:CHR/18	1*1.00 + 2*1.00 + 6*0.60
SLS:CHR/19	1*1.00 + 2*1.00 + 7*0.60
SLS:CHR/20	1*1.00 + 2*1.00 + 8*0.60
SLS:FRE/1	1*1.00
SLS:FRE/2	1*1.00 + 3*0.20
SLS:FRE/3	1*1.00 + 4*0.20
SLS:FRE/4	1*1.00 + 5*0.20
SLS:FRE/5	1*1.00 + 6*0.20
SLS:FRE/6	1*1.00 + 7*0.20
SLS:FRE/7	1*1.00 + 8*0.20
SLS:FRE/8	1*1.00 + 2*0.20
SLS:QPR/1	1*1.00

- **Učinci djelovanja - KGS**

Mjerodavna kombinacija:



- **Stup: Dokaz za KGS**

Okvir je horizontalno nepomičan jer je α_{cr} = 17,7 > 10.

STEEL DESIGN

CODE: *EN 1993-1:2005/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.*
ANALYSIS TYPE: Member Verification

CODE GROUP:
MEMBER: 1 Column_1 **POINT:** 3 **COORDINATE:** x = 1.00 L = 5.60 m

---

LOADS:
Governing Load Case: 9 ULS /28/ 1*1.35 + 2*1.50 + 3*0.90

MATERIAL:
S 355 (S 355) fy = 355.00 MPa



SECTION PARAMETERS: IPE 600

h=60.0 cm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=22.0 cm	Ay=94.30 cm2	Az=83.78 cm2	Ax=155.98 cm2
tw=1.2 cm	Iy=92083.40 cm4	Iz=3387.34 cm4	Ix=166.20 cm4
tf=1.9 cm	Wply=3512.62 cm3	Wplz=485.66 cm3	

INTERNAL FORCES AND CAPACITIES:

N,Ed = 187.84 kN	My,Ed = -842.00 kN*m	
Nc,Rd = 5537.43 kN	My,Ed,max = -842.00 kN*m	
Nb,Rd = 5203.52 kN	My,c,Rd = 1246.98 kN*m	Vz,Ed = -150.36 kN
	MN,y,Rd = 1246.98 kN*m	Vz,c,Rd = 1717.23 kN
	Mb,Rd = 1246.98 kN*m	
		Class of section = 1



LATERAL BUCKLING PARAMETERS:

z = 0.00	Mcr = 13669.20 kN*m	Curve,LT - c	XLT = 1.00
Lcr,low=1.30 m	Lam_LT = 0.30	fi,LT = 0.51	XLT,mod = 1.00

BUCKLING PARAMETERS:



About y axis:



About z axis:

Ly = 5.60 m	Lam_y = 0.30	Lz = 5.60 m	Lam_z = 0.37
Lcr,y = 5.60 m	Xy = 0.98	Lcr,z = 1.30 m	Xz = 0.94
Lamy = 23.05	kyy = 0.79	Lamz = 27.90	kzy = 0.41

VERIFICATION FORMULAS:

Section strength check:

N,Ed/Nc,Rd = 0.03 < 1.00 (6.2.4.(1))
My,Ed/My,c,Rd = 0.68 < 1.00 (6.2.5.(1))
Vz,Ed/Vz,c,Rd = 0.09 < 1.00 (6.2.6.(1))

Global stability check of member:

Lambda,y = 23.05 < Lambda,max = 210.00 Lambda,z = 27.90 < Lambda,max = 210.00 STABLE
My,Ed,max/Mb,Rd = 0.68 < 1.00 (6.3.2.1.(1))
N,Ed/(Xy*N,Rk/gM1) + kyy*My,Ed,max/(XLT*My,Rk/gM1) = 0.57 < 1.00 (6.3.3.(4))
N,Ed/(Xz*N,Rk/gM1) + kzy*My,Ed,max/(XLT*My,Rk/gM1) = 0.31 < 1.00 (6.3.3.(4))

LIMIT DISPLACEMENTS



Deflections (LOCAL SYSTEM): *Not analyzed*



Displacements (GLOBAL SYSTEM):

vx = 2.6 cm < vx max = L/150.00 = 3.7 cm Verified
Governing Load Case: 12 SLS /10/ 1*1.00 + 2*0.50 + 7*1.00
vy = 0.0 cm < vy max = L/150.00 = 3.7 cm Verified
Governing Load Case: 1 DL1

Section OK !!!

- **Prečka: Dokaz za KGS**

Okvir je horizontalno nepomičan jer je α_{cr} = 17,8 > 10.

STEEL DESIGN

CODE: *EN 1993-1:2005/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.*
ANALYSIS TYPE: Member Verification

CODE GROUP:
MEMBER: 4 Beam_4 **POINT:** 2 **COORDINATE:** x = 0.71 L = 7.51 m

---

LOADS:
Governing Load Case: 9 ULS /28/ 1*1.35 + 2*1.50 + 3*0.90

MATERIAL:
S 355 (S 355) fy = 355.00 MPa



SECTION PARAMETERS: IPE 550

h=55.0 cm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=21.0 cm	Ay=82.51 cm2	Az=72.34 cm2	Ax=134.42 cm2
tw=1.1 cm	Iy=67116.50 cm4	Iz=2667.58 cm4	Ix=118.40 cm4
tf=1.7 cm	Wply=2787.21 cm3	Wplz=400.55 cm3	

INTERNAL FORCES AND CAPACITIES:

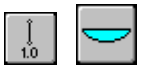
N,Ed = 155.84 kN	My,Ed = 310.06 kN*m	
Nc,Rd = 4771.77 kN	My,Ed,max = 372.74 kN*m	
Nb,Rd = 1551.22 kN	My,c,Rd = 989.46 kN*m	Vz,Ed = 37.53 kN
	MN,y,Rd = 989.46 kN*m	Vz,c,Rd = 1482.70 kN
	Mb,Rd = 452.26 kN*m	
		Class of section = 1



LATERAL BUCKLING PARAMETERS:

z = 1.00	Mcr = 543.37 kN*m	Curve,LT - c	XLT = 0.45
Lcr,upp=5.27 m	Lam_LT = 1.35	fi,LT = 1.42	XLT,mod = 0.46

BUCKLING PARAMETERS:



About y axis:



About z axis:

Ly = 10.54 m	Lam_y = 0.62	Lz = 10.54 m	Lam_z = 1.55
Lcr,y = 10.54 m	Xy = 0.88	Lcr,z = 5.27 m	Xz = 0.33
Lamy = 47.17	kyy = 1.09	Lamz = 118.30	kzy = 0.57

VERIFICATION FORMULAS:
Section strength check:
N,Ed/Nc,Rd = 0.03 < 1.00 (6.2.4.(1))
My,Ed/My,c,Rd = 0.31 < 1.00 (6.2.5.(1))
Vz,Ed/Vz,c,Rd = 0.03 < 1.00 (6.2.6.(1))
Global stability check of member:
Lambda,y = 47.17 < Lambda,max = 210.00 Lambda,z = 118.30 < Lambda,max = 210.00 STABLE
My,Ed,max/Mb,Rd = 0.82 < 1.00 (6.3.2.1.(1))
N,Ed/(Xy*N,Rk/gM1) + kyy*My,Ed,max/(XLT*My,Rk/gM1) = 0.93 < 1.00 (6.3.3.(4))
N,Ed/(Xz*N,Rk/gM1) + kzy*My,Ed,max/(XLT*My,Rk/gM1) = 0.57 < 1.00 (6.3.3.(4))

LIMIT DISPLACEMENTS



Deflections (LOCAL SYSTEM):
uy = 0.0 cm < uy max = L/200.00 = 5.3 cm Verified
Governing Load Case: 1 DL1
uz = 1.6 cm < uz max = L/200.00 = 5.3 cm Verified
Governing Load Case: 7 WIND5

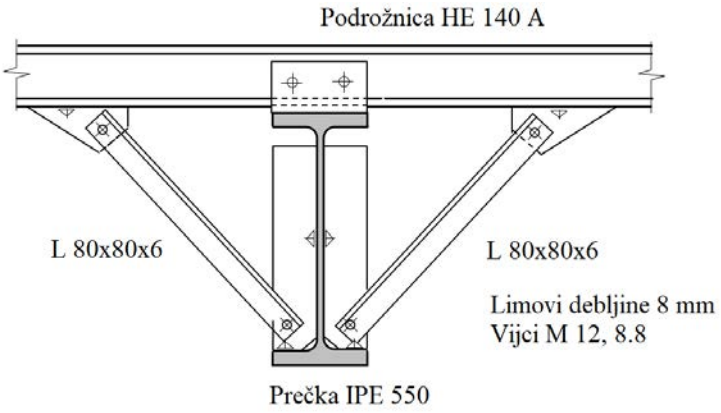


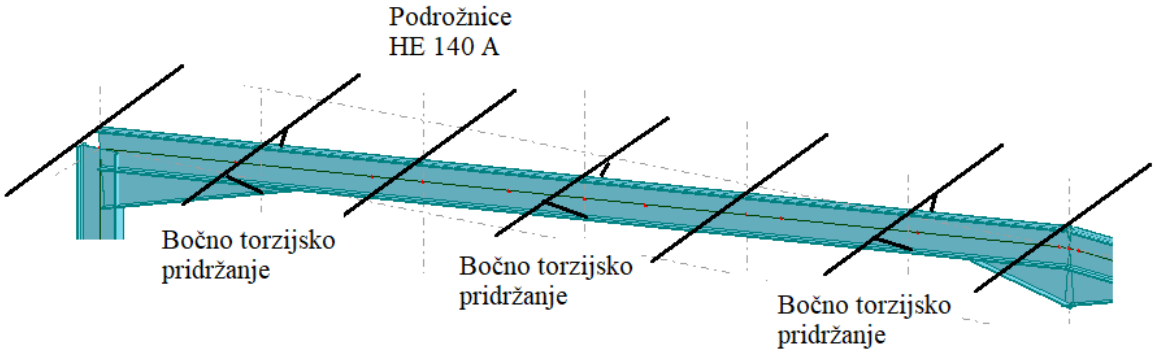
Displacements (GLOBAL SYSTEM): *Not analyzed*

Section OK !!!

Napomena:

- Prečka se izvodi s bočno torzijskim pridrţanjima prema slici, pridrţane su i gornja i donja pojasnica, na razmacima cca 5,00 m.





- **Ojačanje (konzervativno)**

STEEL DESIGN

CODE: *EN 1993-1:2005/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.*
ANALYSIS TYPE: Member Verification

CODE GROUP:
MEMBER: 8 Beam_8 **POINT:** 3 **COORDINATE:** x = 1.00 L = 3.01 m

---

LOADS:
Governing Load Case: 9 ULS /28/ 1*1.35 + 2*1.50 + 3*0.90

MATERIAL:
S 355 (S 355) fy = 355.00 MPa

SECTION PARAMETERS: IPE 550

h=110.0 cm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=21.0 cm	Ay=72.24 cm2	Az=118.28 cm2	Ax=229.68 cm2
tw=1.1 cm	Iy=330493.31 cm4	Iz=4001.06 cm4	Ix=176.15 cm4
tf=1.7 cm	Wely=5931.31 cm3	Welz=381.05 cm3	

INTERNAL FORCES AND CAPACITIES:
N,Ed = 166.13 kN My,Ed = -842.00 kN*m

Nc,Rd = 8153.53 kN
Nb,Rd = 4993.03 kN
My,el,Rd = 2105.62 kN*m
My,c,Rd = 2105.62 kN*m
Mb,Rd = 1362.45 kN*m
Vz,Ed = -174.05 kN
Vz,c,Rd = 2424.29 kN
Class of section = 3

LATERAL BUCKLING PARAMETERS:

z = 1.00 | Mcr = 2662.77 kN*m | Curve,LT - d | XLT = 0.63
Lcr,low=3.01 m | Lam_LT = 0.89 | fi,LT = 0.98 | XLT,mod = 0.65

BUCKLING PARAMETERS:

About y axis:
Ly = 3.01 m | Lam_y = 0.13
Lcr,y = 3.01 m | Xy = 1.00
Lamy = 10.24 | kyy = 1.01

About z axis:
Lz = 3.01 m | Lam_z = 0.88
Lcr,z = 3.01 m | Xz = 0.61
Lamz = 67.21 | kzy = 1.01

VERIFICATION FORMULAS:

Section strength check:

My,Ed/My,c,Rd = 0.40 < 1.00 (6.2.5.(1))
N,Ed/Nc,Rd + My,Ed/My,c,Rd = 0.42 < 1.00 (6.2.1(7))
sqrt(Sig,x,Ed*^2 + 3*Tau,z,Ed^2)/(fy/gM0) = 0.41 < 1.00 (6.2.1.(5))
Vz,Ed/Vz,c,Rd = 0.07 < 1.00 (6.2.6.(1))

Global stability check of member:

Lambda,y = 10.24 < Lambda,max = 210.00 Lambda,z = 67.21 < Lambda,max = 210.00 STABLE
My,Ed/Mb,Rd = 0.62 < 1.00 (6.3.2.1.(1))
N,Ed/(Xy*N,Rk/gM1) + kyy*My,Ed/(XLT*My,Rk/gM1) = 0.65 < 1.00 (6.3.3.(4))
N,Ed/(Xz*N,Rk/gM1) + kzy*My,Ed/(XLT*My,Rk/gM1) = 0.66 < 1.00 (6.3.3.(4))

LIMIT DISPLACEMENTS

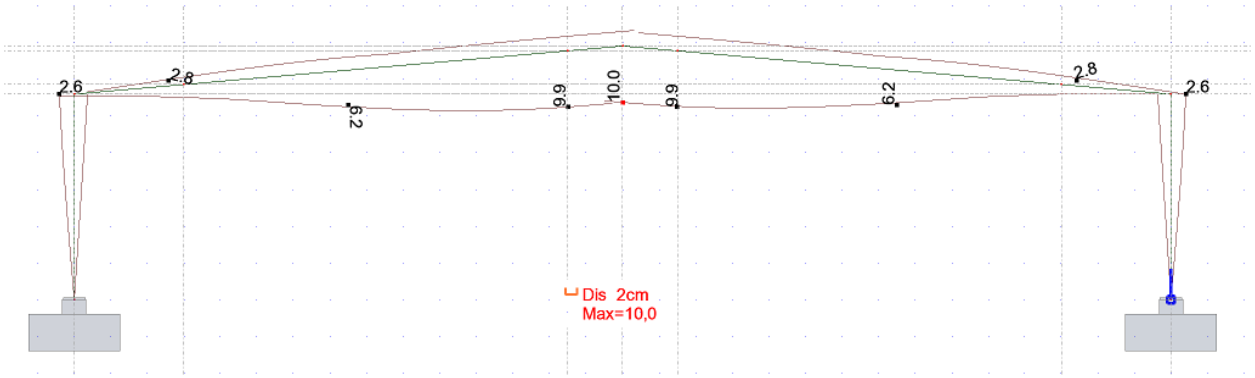
Deflections (LOCAL SYSTEM):

uy = 0.0 cm < uy max = L/200.00 = 1.5 cm Verified
Governing Load Case: 1 DL1
uz = 0.1 cm < uz max = L/200.00 = 1.5 cm Verified
Governing Load Case: 12 SLS /15/ 1*1.00 + 2*1.00 + 3*0.60

Displacements (GLOBAL SYSTEM): *Not analyzed*

Section OK !!!

- **Granično stanje uporabivosti**



Maximalni progib u sljemenu

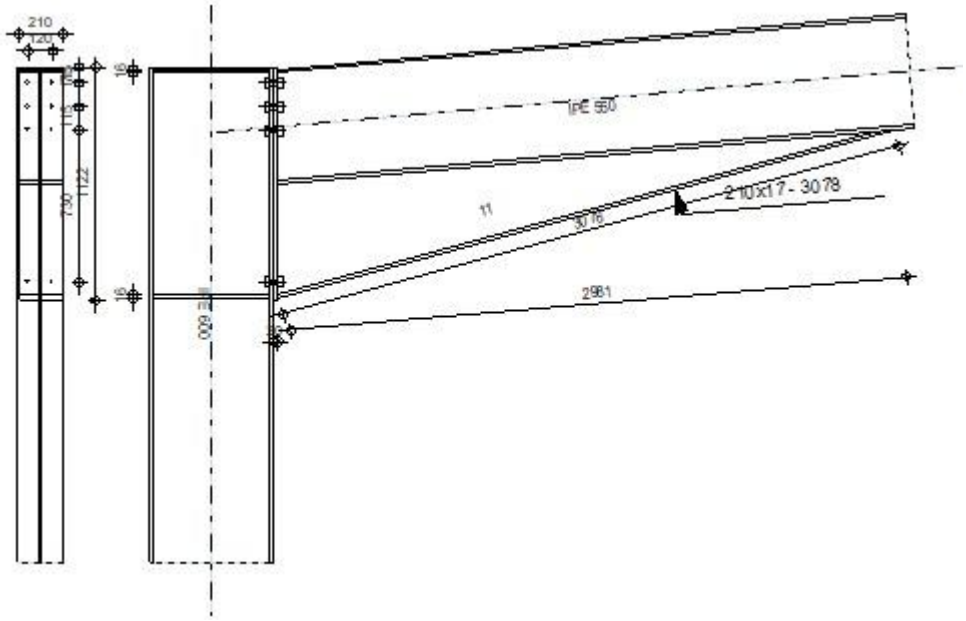
$$\delta_{max} = 10,0 \text{ cm} = \frac{L}{316} < \delta_{dop} = \frac{L}{200} = 15 \text{ cm}$$

Maximalni pomak u strehi

$$\delta_{max} = 2,6 \text{ cm} = \frac{H}{215} > \delta_{dop} = \frac{H}{300} = 1,87 \text{ cm}$$

Uvjet nije zadovoljen. Međutim, budući da ne postoji fasadna obloga, prihvaća se i također nalazi se u području elastičnih deformacija.

Priključak stup-prečka, unutarnji okviri



General

Connection no.: 2
Connection name: Frame knee
Structure node: 4
Structure bars: 2, 8

Geometry

Column

Section: IPE 600
Bar no.: 2

α =	-90,0	[Deg]	Inclination angle
h_c =	600	[mm]	Height of column section
b_{fc} =	220	[mm]	Width of column section
t_{wc} =	12	[mm]	Thickness of the web of column section
t_{fc} =	19	[mm]	Thickness of the flange of column section
r_c =	24	[mm]	Radius of column section fillet
A_c =	155,98	[cm^2]	Cross-sectional area of a column
I_{xc} =	92083,40	[cm^4]	Moment of inertia of the column section

Material: S 355

Resistance

f_{yc} =	355,00	[MPa]

Beam

Section: IPE 550
Bar no.: 8

α =	5,0	[Deg]	Inclination angle
h_b =	550	[mm]	Height of beam section
b_f =	210	[mm]	Width of beam section
t_{wb} =	11	[mm]	Thickness of the web of beam section
t_{fb} =	17	[mm]	Thickness of the flange of beam section
r_b =	24	[mm]	Radius of beam section fillet
r_b =	24	[mm]	Radius of beam section fillet
A_b =	134,42	[cm^2]	Cross-sectional area of a beam
I_{xb} =	67116,50	[cm^4]	Moment of inertia of the beam section

Material: S 355

f_{yb} =	355,00	[MPa]	Resistance

Bolts

The shear plane passes through the UNTHREADED portion of the bolt.

d =	24	[mm]	Bolt diameter
Class =	8.8		Bolt class
F_{tRd} =	203,33	[kN]	Tensile resistance of a bolt
n_h =	2		Number of bolt columns
n_v =	4		Number of bolt rows
h_1 =	75	[mm]	Distance between first bolt and upper edge of front plate

Horizontal spacing e_i = 120 [mm]
Vertical spacing p_i = 115;115;730 [mm]

Plate

h_p =	1122	[mm]	Plate height
b_p =	210	[mm]	Plate width
t_p =	20	[mm]	Plate thickness

Material: S 355

f_{yp} =	355,00	[MPa]	Resistance

Lower stiffener

w_d =	210	[mm]	Plate width
t_{fd} =	17	[mm]	Flange thickness
h_d =	550	[mm]	Plate height
t_{wd} =	11	[mm]	Web thickness
l_d =	2981	[mm]	Plate length
α =	15,2	[Deg]	Inclination angle

Material: S 355

f_{ybu} =	355,00	[MPa]	Resistance

Column stiffener

Upper

h_{su} =	562	[mm]	Stiffener height
b_{su} =	104	[mm]	Stiffener width
t_{hu} =	16	[mm]	Stiffener thickness

Material: S 355

f_{ysu} =	355,00	[MPa]	Resistance

Lower

h_{sd} =	562	[mm]	Stiffener height
b_{sd} =	104	[mm]	Stiffener width
t_{hd} =	16	[mm]	Stiffener thickness

Material: S 355

f_{ysu} =	355,00	[MPa]	Resistance

Fillet welds

a_w =	8	[mm]	Web weld
a_f =	8	[mm]	Flange weld

a_w =	8	[mm]	Web weld
a_s =	8	[mm]	Stiffener weld
a_{fd} =	5	[mm]	Horizontal weld

Material factors

γ_{M0} =	1,00		Partial safety factor	[2.2]
γ_{M1} =	1,00		Partial safety factor	[2.2]
γ_{M2} =	1,25		Partial safety factor	[2.2]
γ_{M3} =	1,25		Partial safety factor	[2.2]

Loads

Ultimate limit state

Case: 9: ULS /28/ 1*1.35 + 2*1.50 + 3*0.90

$M_{b1,Ed}$ =	842,00	[kN*m]	Bending moment in the right beam
$V_{b1,Ed}$ =	187,84	[kN]	Shear force in the right beam
$N_{b1,Ed}$ =	-150,36	[kN]	Axial force in the right beam
$M_{c1,Ed}$ =	842,00	[kN*m]	Bending moment in the lower column
$V_{c1,Ed}$ =	150,36	[kN]	Shear force in the lower column
$N_{c1,Ed}$ =	-187,84	[kN]	Axial force in the lower column

Results

Beam resistances

COMPRESSION

A_b =	134,42	[cm^2]	Area	EN1993-1-1:[6.2.4]

$N_{cb,Rd} = A_b f_{yb} / \gamma_{M0}$

$N_{cb,Rd}$ =	4771,77	[kN]	Design compressive resistance of the section	EN1993-1-1:[6.2.4]

SHEAR

A_{vb} =	133,39	[cm^2]	Shear area	EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]

$V_{cb,Rd} = A_{vb} (f_{yb} / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$

$V_{cb,Rd}$ =	2733,98	[kN]	Design sectional resistance for shear	EN1993-1-1:[6.2.6.(2)]

$V_{b1,Ed} / V_{cb,Rd} \leq 1,0$	0,07 < 1,00	verified	(0,07)

BENDING - PLASTIC MOMENT (WITHOUT BRACKETS)

W_{plb} =	2787,21	[cm^3]	Plastic section modulus	EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]

$M_{b,pl,Rd} = W_{plb} f_{yb} / \gamma_{M0}$

$M_{b,pl,Rd}$ = 989,46 [kN*m] Plastic resistance of the section for bending (without stiffeners) EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]

BENDING ON THE CONTACT SURFACE WITH PLATE OR CONNECTED ELEMENT

W_{pl} =	6017,62	[cm^3]	Plastic section modulus	EN1993-1-1:[6.2.5]

$M_{cb,Rd} = W_{pl} f_{yb} / \gamma_{M0}$

$M_{cb,Rd}$ =	2136,25	[kN*m]	Design resistance of the section for bending	EN1993-1-1:[6.2.5]

FLANGE AND WEB - COMPRESSION

$M_{cb,Rd}$ =	2136,25	[kN*m]	Design resistance of the section for bending	EN1993-1-1:[6.2.5]
h_f =	1085	[mm]	Distance between the centroids of flanges	[6.2.6.7.(1)]

$F_{c,fb,Rd} = M_{cb,Rd} / h_f$

$F_{c,fb,Rd}$ =	1969,72	[kN]	Resistance of the compressed flange and web	[6.2.6.7.(1)]

WEB OR BRACKET FLANGE - COMPRESSION - LEVEL OF THE BEAM BOTTOM FLANGE

Bearing:

β =	5,0	[Deg]	Angle between the front plate and the beam	
γ =	15,2	[Deg]	Inclination angle of the bracket plate	
$b_{eff,c,wb}$ =	325	[mm]	Effective width of the web for compression	[6.2.6.2.(1)]
A_{vb} =	72,34	[cm^2]	Shear area	EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]
ω =	0,87		Reduction factor for interaction with shear	[6.2.6.2.(1)]
$\sigma_{com,Ed}$ =	304,50	[MPa]	Maximum compressive stress in web	[6.2.6.2.(2)]
k_{wc} =	0,84		Reduction factor conditioned by compressive stresses	[6.2.6.2.(2)]

$F_{c,wb,Rd1} = [\omega k_{wc} b_{eff,c,wb} t_{wb} f_{yb} / \gamma_{M0}] \cos(\gamma) / \sin(\gamma - \beta)$

$F_{c,wb,Rd1}$ =	5085,87	[kN]	Beam web resistance	[6.2.6.2.(1)]

Buckling:

d_{wb} =	468	[mm]	Height of compressed web	[6.2.6.2.(1)]

d_{wb} =	468	[mm]	Height of compressed web	[6.2.6.2.(1)]
λ_p =	1,35		Plate slenderness of an element	[6.2.6.2.(1)]
ρ =	0,63		Reduction factor for element buckling	[6.2.6.2.(1)]

$F_{c,wb,Rd2} = [\omega\ k_{wc}\ \rho\ b_{eff,c,wb}\ t_{wb}\ f_{yb} / \gamma_{M1}] \cos(\gamma) / \sin(\gamma - \beta)$

$F_{c,wb,Rd2}$ =	3216,42	[kN]	Beam web resistance	[6.2.6.2.(1)]

Resistance of the bracket flange

$F_{c,wb,Rd3} = b_b\ t_b\ f_{yb} / (0.8*\gamma_{M0})$

$F_{c,wb,Rd3}$ =	1602,83	[kN]	Resistance of the bracket flange	[6.2.6.7.(1)]

Final resistance:

$F_{c,wb,Rd,low} = \text{Min}\ (F_{c,wb,Rd1}\ ,\ F_{c,wb,Rd2}\ ,\ F_{c,wb,Rd3})$

$F_{c,wb,Rd,low}$ =	1602,83	[kN]	Beam web resistance	[6.2.6.2.(1)]

Column resistances

WEB PANEL - SHEAR

$M_{b1,Ed}$ =	842,00	[kN*m]	Bending moment (right beam)	[5.3.(3)]
$M_{b2,Ed}$ =	0,00	[kN*m]	Bending moment (left beam)	[5.3.(3)]
$V_{c1,Ed}$ =	150,36	[kN]	Shear force (lower column)	[5.3.(3)]
$V_{c2,Ed}$ =	0,00	[kN]	Shear force (upper column)	[5.3.(3)]
z =	971	[mm]	Lever arm	[6.2.5]

$V_{wp,Ed} = (M_{b1,Ed} - M_{b2,Ed}) / z - (V_{c1,Ed} - V_{c2,Ed}) / 2$

$V_{wp,Ed}$ =	792,25	[kN]	Shear force acting on the web panel	[5.3.(3)]
A_{vs} =	83,78	[cm^2]	Shear area of the column web	EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]
A_{vc} =	83,78	[cm^2]	Shear area	EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]
d_s =	1086	[mm]	Distance between the centroids of stiffeners	[6.2.6.1.(4)]
$M_{pl,fc,Rd}$ =	7,05	[kN*m]	Plastic resistance of the column flange for bending	[6.2.6.1.(4)]
$M_{pl,stu,Rd}$ =	5,00	[kN*m]	Plastic resistance of the upper transverse stiffener for bending	[6.2.6.1.(4)]
$M_{pl,stl,Rd}$ =	5,00	[kN*m]	Plastic resistance of the lower transverse stiffener for bending	[6.2.6.1.(4)]

$V_{wp,Rd} = 0.9\ (\ A_{vs}*f_{y,wc}\ ) / (\sqrt{3}\ \gamma_{M0}) + \text{Min}(4\ M_{pl,fc,Rd} / d_s\ ,\ (2\ M_{pl,fc,Rd} + M_{pl,stu,Rd} + M_{pl,stl,Rd}) / d_s)$

$V_{wp,Rd}$ =	1567,69	[kN]	Resistance of the column web panel for shear	[6.2.6.1]
$V_{wp,Ed} / V_{wp,Rd} \le 1,0$	0,51 < 1,00	verified		(0,51)

WEB - TRANSVERSE COMPRESSION - LEVEL OF THE BEAM BOTTOM FLANGE

Bearing:

t_{wc} =	12	[mm]	Effective thickness of the column web	[6.2.6.2.(6)]
$b_{eff,c,wc}$ =	295	[mm]	Effective width of the web for compression	[6.2.6.2.(1)]
A_{vc} =	83,78	[cm^2]	Shear area	EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]
ω =	0,90		Reduction factor for interaction with shear	[6.2.6.2.(1)]
$\sigma_{com,Ed}$ =	247,04	[MPa]	Maximum compressive stress in web	[6.2.6.2.(2)]
k_{wc} =	1,00		Reduction factor conditioned by compressive stresses	[6.2.6.2.(2)]
A_s =	33,28	[cm^2]	Area of the web stiffener	EN1993-1-1:[6.2.4]

$F_{c,wc,Rd1} = \omega\ k_{wc}\ b_{eff,c,wc}\ t_{wc}\ f_{yc} / \gamma_{M0} + A_s\ f_{ys} / \gamma_{M0}$

$F_{c,wc,Rd1}$ =	2315,03	[kN]	Column web resistance	[6.2.6.2.(1)]

Buckling:

d_{wc} =	514	[mm]	Height of compressed web	[6.2.6.2.(1)]
λ_p =	1,24		Plate slenderness of an element	[6.2.6.2.(1)]
ρ =	0,67		Reduction factor for element buckling	[6.2.6.2.(1)]
λ_s =	7,87		Stiffener slenderness	EN1993-1-1:[6.3.1.2]
χ_s =	1,00		Buckling coefficient of the stiffener	EN1993-1-1:[6.3.1.2]

$F_{c,wc,Rd2} = \omega\ k_{wc}\ \rho\ b_{eff,c,wc}\ t_{wc}\ f_{yc} / \gamma_{M1} + A_s\ \chi_s\ f_{ys} / \gamma_{M1}$

$F_{c,wc,Rd2}$ =	1945,98	[kN]	Column web resistance	[6.2.6.2.(1)]

Final resistance:

$F_{c,wc,Rd,low} = \text{Min}\ (F_{c,wc,Rd1}\ ,\ F_{c,wc,Rd2})$

$F_{c,wc,Rd}$ =	1945,98	[kN]	Column web resistance	[6.2.6.2.(1)]

WEB - TRANSVERSE COMPRESSION - LEVEL OF THE BEAM TOP FLANGE

Bearing:

t_{wc} =	12	[mm]	Effective thickness of the column web	[6.2.6.2.(6)]
$b_{eff,c,wc}$ =	295	[mm]	Effective width of the web for compression	[6.2.6.2.(1)]
A_{vc} =	83,78	[cm^2]	Shear area	EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]

t_{wc} =	12	[mm]	Effective thickness of the column web	[6.2.6.2.(6)]
ω =	0,90		Reduction factor for interaction with shear	[6.2.6.2.(1)]
$\sigma_{com,Ed}$ =	247,04	[MPa]	Maximum compressive stress in web	[6.2.6.2.(2)]
k_{wc} =	1,00		Reduction factor conditioned by compressive stresses	[6.2.6.2.(2)]
A_s =	33,28	[cm^2]	Area of the web stiffener	EN1993-1-1:[6.2.4]

$F_{c,wc,Rd1} = \omega\, k_{wc}\, b_{eff,c,wc}\, t_{wc}\, f_{yc} / \gamma_{M0} + A_s\, f_{ys} / \gamma_{M0}$

$F_{c,wc,Rd1}$ =	2313,28	[kN]	Column web resistance	[6.2.6.2.(1)]

Buckling:

d_{wc} =	514	[mm]	Height of compressed web	[6.2.6.2.(1)]
λ_p =	1,24		Plate slenderness of an element	[6.2.6.2.(1)]
ρ =	0,67		Reduction factor for element buckling	[6.2.6.2.(1)]
λ_s =	7,87		Stiffener slenderness	EN1993-1-1:[6.3.1.2]
χ_s =	1,00		Buckling coefficient of the stiffener	EN1993-1-1:[6.3.1.2]

$F_{c,wc,Rd2} = \omega\, k_{wc}\, \rho\, b_{eff,c,wc}\, t_{wc}\, f_{yc} / \gamma_{M1} + A_s\, \chi_s\, f_{ys} / \gamma_{M1}$

$F_{c,wc,Rd2}$ =	1945,38	[kN]	Column web resistance	[6.2.6.2.(1)]

Final resistance:

$F_{c,wc,Rd,upp} = \text{Min}\,(F_{c,wc,Rd1}\,,\, F_{c,wc,Rd2})$

$F_{c,wc,Rd,upp}$ =	1945,38	[kN]	Column web resistance	[6.2.6.2.(1)]

Geometrical parameters of a connection

EFFECTIVE LENGTHS AND PARAMETERS - COLUMN FLANGE

Nr	m	m_x	e	e_x	p	$l_{eff,cp}$	$l_{eff,nc}$	$l_{eff,1}$	$l_{eff,2}$	$l_{eff,cp,g}$	$l_{eff,nc,g}$	$l_{eff,1,g}$	$l_{eff,2,g}$
1	35	-	50	-	115	219	221	219	221	224	178	178	178
2	35	-	50	-	115	219	202	202	202	230	115	115	115
3	35	-	50	-	423	219	202	202	202	845	423	423	423
4	35	-	50	-	730	219	212	212	212	839	477	477	477

EFFECTIVE LENGTHS AND PARAMETERS - FRONT PLATE

Nr	m	m_x	e	e_x	p	$l_{eff,cp}$	$l_{eff,nc}$	$l_{eff,1}$	$l_{eff,2}$	$l_{eff,cp,g}$	$l_{eff,nc,g}$	$l_{eff,1,g}$	$l_{eff,2,g}$
1	45	-	45	-	115	285	273	273	273	258	211	211	211
2	45	-	45	-	115	285	238	238	238	230	115	115	115
3	45	-	45	-	423	285	238	238	238	845	423	423	423
4	45	-	45	-	730	285	238	238	238	873	484	484	484

m – Bolt distance from the web
m_x – Bolt distance from the beam flange
e – Bolt distance from the outer edge
e_x – Bolt distance from the horizontal outer edge
p – Distance between bolts
$l_{eff,cp}$ – Effective length for a single bolt in the circular failure mode
$l_{eff,nc}$ – Effective length for a single bolt in the non-circular failure mode
$l_{eff,1}$ – Effective length for a single bolt for mode 1
$l_{eff,2}$ – Effective length for a single bolt for mode 2
$l_{eff,cp,g}$ – Effective length for a group of bolts in the circular failure mode
$l_{eff,nc,g}$ – Effective length for a group of bolts in the non-circular failure mode
$l_{eff,1,g}$ – Effective length for a group of bolts for mode 1
$l_{eff,2,g}$ – Effective length for a group of bolts for mode 2

Connection resistance for compression

$N_{j,Rd} = \text{Min}\,(\, N_{cb,Rd} 2\, F_{c,wb,Rd,low}\,,\, 2\, F_{c,wc,Rd,low}\,,\, 2\, F_{c,wc,Rd,upp}\,)$

$N_{j,Rd}$ =	3205,65	[kN]	Connection resistance for compression	[6.2]

$N_{b1,Ed} / N_{j,Rd} \le 1,0$	0,05 < 1,00	verified	(0,05)

Connection resistance for bending

$F_{t,Rd}$ =	203,33	[kN]	Bolt resistance for tension	[Table 3.4]
$B_{p,Rd}$ =	484,78	[kN]	Punching shear resistance of a bolt	[Table 3.4]

$F_{t,fc,Rd}$ – column flange resistance due to bending

$F_{t,fc,Rd}$ – column flange resistance due to bending
$F_{t,wc,Rd}$ – column web resistance due to tension
$F_{t,ep,Rd}$ – resistance of the front plate due to bending
$F_{t,wb,Rd}$ – resistance of the web in tension

$F_{t,fc,Rd} = Min\ (F_{T,1,fc,Rd}\ ,\ F_{T,2,fc,Rd}\ ,\ F_{T,3,fc,Rd})$ [6.2.6.4] , [Tab.6.2]

$F_{t,wc,Rd} = \omega\ b_{eff,t,wc}\ t_{wc}\ f_{yc} / \gamma_{M0}$ [6.2.6.3.(1)]

$F_{t,ep,Rd} = Min\ (F_{T,1,ep,Rd}\ ,\ F_{T,2,ep,Rd}\ ,\ F_{T,3,ep,Rd})$ [6.2.6.5] , [Tab.6.2]

$F_{t,wb,Rd} = b_{eff,t,wb}\ t_{wb}\ f_{yb} / \gamma_{M0}$ [6.2.6.8.(1)]

RESISTANCE OF THE BOLT ROW NO. 1

$F_{t1,Rd,comp}$ - Formula	**$F_{t1,Rd,comp}$**	**Component**
$F_{t1,Rd} = Min\ (F_{t1,Rd,comp})$	406,66	Bolt row resistance
$F_{t,fc,Rd(1)} = 406,66$	406,66	Column flange - tension
$F_{t,wc,Rd(1)} = 877,22$	877,22	Column web - tension
$F_{t,ep,Rd(1)} = 406,66$	406,66	Front plate - tension
$F_{t,wb,Rd(1)} = 1074,11$	1074,11	Beam web - tension
$B_{p,Rd} = 969,56$	969,56	Bolts due to shear punching
$V_{wp,Rd}/\beta = 1567,69$	1567,69	Web panel - shear
$F_{c,wc,Rd} = 1945,98$	1945,98	Column web - compression
$F_{c,fb,Rd} = 1969,72$	1969,72	Beam flange - compression
$F_{c,wb,Rd} = 1602,83$	1602,83	Beam web - compression

RESISTANCE OF THE BOLT ROW NO. 2

$F_{t2,Rd,comp}$ - Formula	**$F_{t2,Rd,comp}$**	**Component**
$F_{t2,Rd} = Min\ (F_{t2,Rd,comp})$	254,37	Bolt row resistance
$F_{t,fc,Rd(2)} = 390,98$	390,98	Column flange - tension
$F_{t,wc,Rd(2)} = 816,11$	816,11	Column web - tension
$F_{t,ep,Rd(2)} = 389,24$	389,24	Front plate - tension
$F_{t,wb,Rd(2)} = 937,23$	937,23	Beam web - tension
$B_{p,Rd} = 969,56$	969,56	Bolts due to shear punching
$V_{wp,Rd}/\beta - \sum_1^1 F_{ti,Rd} = 1567,69 - 406,66$	1161,04	Web panel - shear
$F_{c,wc,Rd} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 1945,98 - 406,66$	1539,32	Column web - compression
$F_{c,fb,Rd} - \sum_1^1 F_{ti,Rd} = 1969,72 - 406,66$	1563,06	Beam flange - compression
$F_{c,wb,Rd} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 1602,83 - 406,66$	1196,17	Beam web - compression
$F_{t,fc,Rd(2+1)} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 691,51 - 406,66$	284,86	Column flange - tension - group
$F_{t,wc,Rd(2+1)} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 1125,53 - 406,66$	718,88	Column web - tension - group
$F_{t,ep,Rd(2+1)} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 661,03 - 406,66$	254,37	Front plate - tension - group
$F_{t,wb,Rd(2+1)} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 1285,23 - 406,66$	878,58	Beam web - tension - group

RESISTANCE OF THE BOLT ROW NO. 3

$F_{t3,Rd,comp}$ - Formula	**$F_{t3,Rd,comp}$**	**Component**
$F_{t3,Rd} = Min\ (F_{t3,Rd,comp})$	389,24	Bolt row resistance
$F_{t,fc,Rd(3)} = 390,98$	390,98	Column flange - tension
$F_{t,wc,Rd(3)} = 816,11$	816,11	Column web - tension
$F_{t,ep,Rd(3)} = 389,24$	389,24	Front plate - tension
$F_{t,wb,Rd(3)} = 937,23$	937,23	Beam web - tension
$B_{p,Rd} = 969,56$	969,56	Bolts due to shear punching
$V_{wp,Rd}/\beta - \sum_1^2 F_{ti,Rd} = 1567,69 - 661,03$	906,66	Web panel - shear
$F_{c,wc,Rd} - \sum_1^2 F_{tj,Rd} = 1945,98 - 661,03$	1284,95	Column web - compression
$F_{c,fb,Rd} - \sum_1^2 F_{tj,Rd} = 1969,72 - 661,03$	1308,69	Beam flange - compression
$F_{c,wb,Rd} - \sum_1^2 F_{tj,Rd} = 1602,83 - 661,03$	941,80	Beam web - compression
$F_{t,fc,Rd(3+2)} - \sum_2^2 F_{tj,Rd} = 813,31 - 254,37$	558,94	Column flange - tension - group
$F_{t,wc,Rd(3+2)} - \sum_2^2 F_{tj,Rd} = 1720,87 - 254,37$	1466,49	Column web - tension - group
$F_{t,fc,Rd(3+2+1)} - \sum_2^1 F_{tj,Rd} = 1219,97 - 661,03$	558,94	Column flange - tension - group
$F_{t,wc,Rd(3+2+1)} - \sum_2^1 F_{tj,Rd} = 1981,76 - 661,03$	1320,73	Column web - tension - group
$F_{t,ep,Rd(3+2)} - \sum_2^2 F_{tj,Rd} = 813,31 - 254,37$	558,94	Front plate - tension - group
$F_{t,wb,Rd(3+2)} - \sum_2^2 F_{tj,Rd} = 2118,02 - 254,37$	1863,65	Beam web - tension - group
$F_{t,ep,Rd(3+2+1)} - \sum_2^1 F_{tj,Rd} = 1195,29 - 661,03$	534,26	Front plate - tension - group

$F_{t3,Rd,comp}$ - Formula	$F_{t3,Rd,comp}$	Component
$F_{t,wb,Rd(3+2+1)} - \sum_2^1 F_{tj,Rd}$ = 2950,09 - 661,03	2289,07	Beam web - tension - group

Additional reduction of the bolt row resistance

$F_{t3,Rd} = F_{t1,Rd}\ h_3/h_1$

$F_{t3,Rd}$ = 315,69 [kN] Reduced bolt row resistance [6.2.7.2.(9)]

RESISTANCE OF THE BOLT ROW NO. 4

$F_{t4,Rd,comp}$ - Formula	$F_{t4,Rd,comp}$	Component
$F_{t4,Rd}$ = Min ($F_{t4,Rd,comp}$)	389,24	Bolt row resistance
$F_{t,fc,Rd(4)}$ = 399,71	399,71	Column flange - tension
$F_{t,wc,Rd(4)}$ = 854,75	854,75	Column web - tension
$F_{t,ep,Rd(4)}$ = 389,24	389,24	Front plate - tension
$F_{t,wb,Rd(4)}$ = 937,23	937,23	Beam web - tension
$B_{p,Rd}$ = 969,56	969,56	Bolts due to shear punching
$V_{wp,Rd}/\beta - \sum_1^3 F_{ti,Rd}$ = 1567,69 - 976,72	590,97	Web panel - shear
$F_{c,wc,Rd} - \sum_1^3 F_{ti,Rd}$ = 1945,98 - 976,72	969,26	Column web - compression
$F_{c,fb,Rd} - \sum_1^3 F_{tj,Rd}$ = 1969,72 - 976,72	993,00	Beam flange - compression
$F_{c,wb,Rd} - \sum_1^3 F_{tj,Rd}$ = 1602,83 - 976,72	626,11	Beam web - compression
$F_{t,fc,Rd(4+3)} - \sum_3^3 F_{tj,Rd}$ = 813,31 - 315,69	497,62	Column flange - tension - group
$F_{t,wc,Rd(4+3)} - \sum_3^3 F_{tj,Rd}$ = 2156,02 - 315,69	1840,33	Column web - tension - group
$F_{t,fc,Rd(4+3+2)} - \sum_3^2 F_{tj,Rd}$ = 1219,97 - 570,06	649,91	Column flange - tension - group
$F_{t,wc,Rd(4+3+2)} - \sum_3^2 F_{tj,Rd}$ = 2233,06 - 570,06	1663,00	Column web - tension - group
$F_{t,fc,Rd(4+3+2+1)} - \sum_3^1 F_{tj,Rd}$ = 1626,62 - 976,72	649,91	Column flange - tension - group
$F_{t,wc,Rd(4+3+2+1)} - \sum_3^1 F_{tj,Rd}$ = 2320,33 - 976,72	1343,62	Column web - tension - group
$F_{t,ep,Rd(4+3)} - \sum_3^3 F_{tj,Rd}$ = 813,31 - 315,69	497,62	Front plate - tension - group
$F_{t,wb,Rd(4+3)} - \sum_3^3 F_{tj,Rd}$ = 3571,76 - 315,69	3256,07	Beam web - tension - group
$F_{t,ep,Rd(4+3+2)} - \sum_3^2 F_{tj,Rd}$ = 1219,97 - 570,06	649,91	Front plate - tension - group
$F_{t,wb,Rd(4+3+2)} - \sum_3^2 F_{tj,Rd}$ = 4024,92 - 570,06	3454,86	Beam web - tension - group
$F_{t,ep,Rd(4+3+2+1)} - \sum_3^1 F_{tj,Rd}$ = 1626,62 - 976,72	649,91	Front plate - tension - group
$F_{t,wb,Rd(4+3+2+1)} - \sum_3^1 F_{tj,Rd}$ = 4856,99 - 976,72	3880,28	Beam web - tension - group

Additional reduction of the bolt row resistance

$F_{t4,Rd} = F_{t1,Rd}\ h_4/h_1$

$F_{t4,Rd}$ = 26,97 [kN] Reduced bolt row resistance [6.2.7.2.(9)]

SUMMARY TABLE OF FORCES

Nr	h_i	$F_{ti,Rd}$	$F_{t,fc,Rd}$	$F_{t,wc,Rd}$	$F_{t,ep,Rd}$	$F_{t,wb,Rd}$	$F_{t,Rd}$	$B_{p,Rd}$
1	1028	406,66	406,66	877,22	406,66	1074,11	406,66	969,56
2	913	254,37	390,98	816,11	389,24	937,23	406,66	969,56
3	798	315,69	390,98	816,11	389,24	937,23	406,66	969,56
4	68	26,97	399,71	854,75	389,24	937,23	406,66	969,56

CONNECTION RESISTANCE FOR BENDING $M_{j,Rd}$

$M_{j,Rd} = \sum h_i F_{ti,Rd}$

$M_{j,Rd}$ = 904,22 [kN*m] Connection resistance for bending [6.2]

$M_{b1,Ed} / M_{j,Rd} \le 1,0$ 0,93 < 1,00 verified (0,93)

Connection resistance for shear

α_v = 0,60 Coefficient for calculation of $F_{v,Rd}$ [Table 3.4]

β_{Lf} = 0,88 Reduction factor for long connections [3.8]

$F_{v,Rd}$ = 152,00 [kN] Shear resistance of a single bolt [Table 3.4]

$F_{t,Rd,max}$ = 203,33 [kN] Tensile resistance of a single bolt [Table 3.4]

$F_{b,Rd,int}$ = 428,64 [kN] Bearing resistance of an intermediate bolt [Table 3.4]

$F_{b,Rd,ext}$ = 412,15 [kN] Bearing resistance of an outermost bolt [Table 3.4]

Nr	$F_{ti.Rd.N}$	$F_{ti.Ed.N}$	$F_{ti.Rd.M}$	$F_{ti.Ed.M}$	$F_{ti.Ed}$	$F_{vi.Rd}$
1	406,66	-37,59	406,66	378,67	341,08	121,87
2	406,66	-37,59	254,37	236,87	199,28	197,59
3	406,66	-37,59	315,69	293,97	256,38	167,11
4	406,66	-37,59	26,97	25,11	-12,48	304,01

$F_{ti,Rd,N}$ – Bolt row resistance for simple tension
$F_{ti,Ed,N}$ – Force due to axial force in a bolt row
$F_{ti,Rd,M}$ – Bolt row resistance for simple bending
$F_{ti,Ed,M}$ – Force due to moment in a bolt row
$F_{ti,Ed}$ – Maximum tensile force in a bolt row
$F_{vj,Rd}$ – Reduced bolt row resistance
$F_{ti,Ed,N} = N_{i,Ed} F_{ti,Rd,N} / N_{i,Rd}$
$F_{ti,Ed,M} = M_{i,Ed} F_{ti,Rd,M} / M_{i,Rd}$
$F_{ti,Ed} = F_{ti,Ed,N} + F_{ti,Ed,M}$
$F_{vi,Rd} = Min (n_h F_{v,Ed} (1 - F_{ti,Ed}/ (1.4 n_h F_{t,Rd,max}), n_h F_{v,Rd} , n_h F_{b,Rd}))$
$V_{j,Rd} = n_h \sum_1^n F_{vj,Rd}$ [Table 3.4]
$V_{j,Rd}$ = 790,58 [kN] Connection resistance for shear [Table 3.4]
$V_{b1,Ed} / V_{i,Rd} \leq 1,0$ 0,24 < 1,00 verified (0,24)

Weld resistance

A_w =	247,26	[cm^2]	Area of all welds	[4.5.3.2(2)]
A_{wy} =	87,01	[cm^2]	Area of horizontal welds	[4.5.3.2(2)]
A_{wz} =	160,25	[cm^2]	Area of vertical welds	[4.5.3.2(2)]
I_{wy} =	329441,59	[cm^4]	Moment of inertia of the weld arrangement with respect to the hor. axis	[4.5.3.2(5)]
$\sigma_{\perp max}=\tau_{\perp max}$ =	-109,04	[MPa]	Normal stress in a weld	[4.5.3.2(5)]
$\sigma_\perp=\tau_\perp$ =	-104,89	[MPa]	Stress in a vertical weld	[4.5.3.2(5)]
τ_{II} =	11,72	[MPa]	Tangent stress	[4.5.3.2(5)]
β_w =	0,90		Correlation coefficient	[4.5.3.2(7)]
$\sqrt{[\sigma_{\perp max}^2 + 3*(\tau_{\perp max}^2)]} \leq f_u/(\beta_w*\gamma_{M2})$	218,08 < 417,78		verified	(0,52)
$\sqrt{[\sigma_\perp^2 + 3*(\tau_\perp^2+\tau_{II}^2)]} \leq f_u/(\beta_w*\gamma_{M2})$	210,77 < 417,78		verified	(0,50)
$\sigma_\perp \leq 0.9*f_u/\gamma_{M2}$	109,04 < 338,40		verified	(0,32)

Connection stiffness

t_{wash} =	5	[mm]	Washer thickness	[6.2.6.3.(2)]
h_{head} =	17	[mm]	Bolt head height	[6.2.6.3.(2)]
h_{nut} =	24	[mm]	Bolt nut height	[6.2.6.3.(2)]
L_b =	70	[mm]	Bolt length	[6.2.6.3.(2)]
k_{10} =	8	[mm]	Stiffness coefficient of bolts	[6.3.2.(1)]

STIFFNESSES OF BOLT ROWS

Nr	hj	k_3	k_4	k_5	$k_{eff,i}$	$k_{eff,i}\ h_i$	$k_{eff,i}\ h_i^2$
					Sum	43,56	3896,75
1	1028	3	26	16	2	17,16	1764,51
2	913	2	17	9	1	10,41	950,63
3	798	3	30	18	2	14,69	1172,75
4	68	3	31	18	2	1,30	8,86

$k_{eff,i} = 1 / (\sum_3^5 (1 / k_{i,i}))$ [6.3.3.1.(2)]
$z_{eq} = \sum_i k_{eff,i} h_i^2 / \sum_i k_{eff,i} h_i$
z_{eq} = 895 [mm] Equivalent force arm [6.3.3.1.(3)]
$k_{eq} = \sum_i k_{eff,i} h_i / z_{eq}$
k_{eq} = 5 [mm] Equivalent stiffness coefficient of a bolt arrangement [6.3.3.1.(1)]
A_{vc} = 83,78 [cm^2] Shear area EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]
β = 1,00 Transformation parameter [5.3.(7)]
z = 895 [mm] Lever arm [6.2.5]
k_1 = 4 [mm] Stiffness coefficient of the column web panel subjected to shear [6.3.2.(1)]
k_2 = Stiffness coefficient of the compressed column web [6.3.2.(1)]
$S_{j,ini} = E z_{eq}^2 / \sum_i (1 / k_1 + 1 / k_2 + 1 / k_{eq})$ [6.3.1.(4)]
$S_{j,ini}$ = 345531,45 [kN*m] Initial rotational stiffness [6.3.1.(4)]
μ = 2,47 Stiffness coefficient of a connection [6.3.1.(6)]
$S_j = S_{j,ini} / \mu$ [6.3.1.(4)]
S_j = 140165,47 [kN*m] Final rotational stiffness [6.3.1.(4)]

Connection classification due to stiffness.

$S_{j,rig}$ = 1170085,04 [kN*m] Stiffness of a rigid connection [5.2.2.5]
$S_{j,pin}$ = 23401,70 [kN*m] Stiffness of a pinned connection [5.2.2.5]
$S_{j,pin} \leq S_{j,ini} < S_{j,rig}$ SEMI-RIGID

Weakest component:

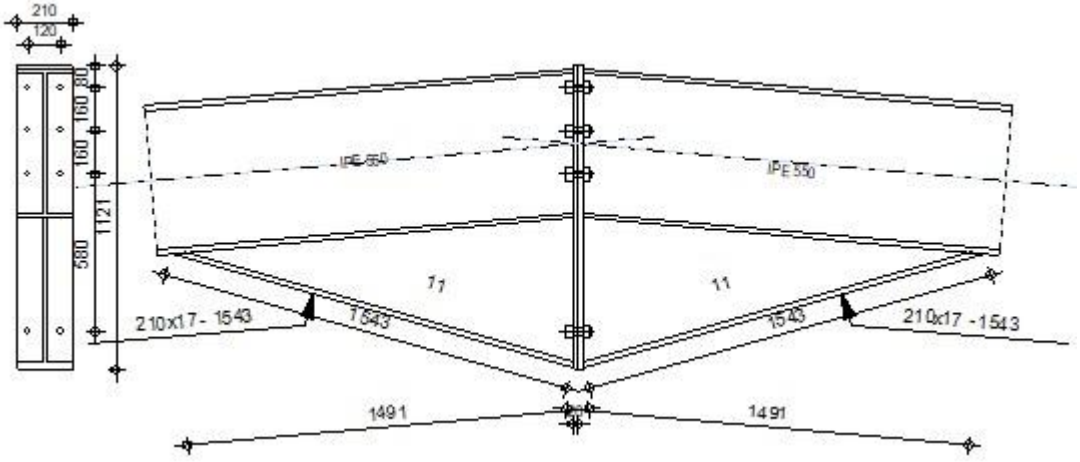
FRONT PLATE - TENSION

Remarks

Bolts vertical spacing is too large. 730 [mm] > 200 [mm]

Connection conforms to the code	Ratio	0,93

Priključak prečka-prečka, unutarnji okviri



General

Connection no.: 3
Connection name: Beam-Beam
Structure node: 7
Structure bars: 5, 6

Geometry

Left side

Beam

Section: IPE 550
Bar no.: 5

α =	-175,0	[Deg]	Inclination angle
h_{bl} =	550	[mm]	Height of beam section
b_{fbl} =	210	[mm]	Width of beam section
t_{wbl} =	11	[mm]	Thickness of the web of beam section
t_{fbl} =	17	[mm]	Thickness of the flange of beam section
r_{bl} =	24	[mm]	Radius of beam section fillet
A_{bl} =	134,42	[cm^2]	Cross-sectional area of a beam
I_{xbl} =	67116,50	[cm^4]	Moment of inertia of the beam section

Material: S 355
f_{yb} = 355,00 [MPa] Resistance

Right side

Beam

Section: IPE 550
Bar no.: 6

α =	-5,0	[Deg]	Inclination angle
h_{br} =	550	[mm]	Height of beam section
b_{fbr} =	210	[mm]	Width of beam section
t_{wbr} =	11	[mm]	Thickness of the web of beam section
t_{fbr} =	17	[mm]	Thickness of the flange of beam section
r_{br} =	24	[mm]	Radius of beam section fillet
A_{br} =	134,42	[cm^2]	Cross-sectional area of a beam
I_{xbr} =	67116,50	[cm^4]	Moment of inertia of the beam section

Material: S 355

f_{yb} =	355,00	[MPa]	Resistance

Bolts

The shear plane passes through the UNTHREADED portion of the bolt.

d =	24	[mm]	Bolt diameter
Class =	8.8		Bolt class
F_{tRd} =	203,33	[kN]	Tensile resistance of a bolt
n_h =	2		Number of bolt columns
n_v =	4		Number of bolt rows
h_1 =	80	[mm]	Distance between first bolt and upper edge of front plate

Horizontal spacing e_i = 120 [mm]
Vertical spacing p_i = 160;160;580 [mm]

Plate

h_{pr} =	1121	[mm]	Plate height
b_{pr} =	210	[mm]	Plate width
t_{pr} =	20	[mm]	Plate thickness

Material: S 355

f_{ypr} =	355,00	[MPa]	Resistance

Lower stiffener

w_{rd} =	210	[mm]	Plate width
t_{frd} =	17	[mm]	Flange thickness
h_{rd} =	550	[mm]	Plate height
t_{wrd} =	11	[mm]	Web thickness
l_{rd} =	1491	[mm]	Plate length
α_d =	15,8	[Deg]	Inclination angle

Material: S 355

f_{ybu} =	355,00	[MPa]	Resistance

Fillet welds

a_w =	8	[mm]	Web weld
a_f =	8	[mm]	Flange weld
a_{fd} =	5	[mm]	Horizontal weld

Material factors

γ_{M0} =	1,00		Partial safety factor	[2.2]
γ_{M1} =	1,00		Partial safety factor	[2.2]
γ_{M2} =	1,25		Partial safety factor	[2.2]
γ_{M3} =	1,25		Partial safety factor	[2.2]

Loads

Ultimate limit state

Case: 9: ULS /28/ 1*1.35 + 2*1.50 + 3*0.90

$M_{b1,Ed}$ =	-365,85	[kN*m]	Bending moment in the right beam
$N_{b1,Ed}$ =	-151,99	[kN]	Axial force in the right beam

Results

Beam resistances

COMPRESSION

A_b = 134,42 [cm^2] Area EN1993-1-1:[6.2.4]

$N_{cb,Rd} = A_b f_{yb} / \gamma_{M0}$

$N_{cb,Rd}$ = 4771,77 [kN] Design compressive resistance of the section EN1993-1-1:[6.2.4]

BENDING - PLASTIC MOMENT (WITHOUT BRACKETS)

W_{plb} = 2787,21 [cm^3] Plastic section modulus EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]

$M_{b,pl,Rd} = W_{plb} f_{yb} / \gamma_{M0}$

$M_{b,pl,Rd}$ = 989,46 [kN*m] Plastic resistance of the section for bending (without stiffeners) EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]

BENDING ON THE CONTACT SURFACE WITH PLATE OR CONNECTED ELEMENT

W_{pl} = 6022,75 [cm^3] Plastic section modulus EN1993-1-1:[6.2.5]

$M_{cb,Rd} = W_{pl} f_{yb} / \gamma_{M0}$

$M_{cb,Rd}$ = 2138,08 [kN*m] Design resistance of the section for bending EN1993-1-1:[6.2.5]

FLANGE AND WEB - COMPRESSION

$M_{cb,Rd}$ = 2138,08 [kN*m] Design resistance of the section for bending EN1993-1-1:[6.2.5]

h_f = 1085 [mm] Distance between the centroids of flanges [6.2.6.7.(1)]

$F_{c,fb,Rd} = M_{cb,Rd} / h_f$

$F_{c,fb,Rd}$ = 1971,44 [kN] Resistance of the compressed flange and web [6.2.6.7.(1)]

WEB OR BRACKET FLANGE - COMPRESSION - LEVEL OF THE BEAM BOTTOM FLANGE

Bearing:

β = 5,0 [Deg] Angle between the front plate and the beam

γ = 15,8 [Deg] Inclination angle of the bracket plate

$b_{eff,c,wb}$ = 277 [mm] Effective width of the web for compression [6.2.6.2.(1)]

A_{vb} = 72,34 [cm^2] Shear area EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]

ω = 0,90 Reduction factor for interaction with shear [6.2.6.2.(1)]

$\sigma_{com,Ed}$ = 0,00 [MPa] Maximum compressive stress in web [6.2.6.2.(2)]

k_{wc} = 1,00 Reduction factor conditioned by compressive stresses [6.2.6.2.(2)]

$F_{c,wb,Rd1} = [\omega k_{wc} b_{eff,c,wb} t_{wb} f_{yb} / \gamma_{M0}] \cos(\gamma) / \sin(\gamma - \beta)$

$F_{c,wb,Rd1}$ = 2662,78 [kN] Beam web resistance [6.2.6.2.(1)]

Buckling:

d_{wb} = 468 [mm] Height of compressed web [6.2.6.2.(1)]

λ_p = 1,24 Plate slenderness of an element [6.2.6.2.(1)]

ρ = 0,68 Reduction factor for element buckling [6.2.6.2.(1)]

$F_{c,wb,Rd2} = [\omega k_{wc} \rho b_{eff,c,wb} t_{wb} f_{yb} / \gamma_{M1}] \cos(\gamma) / \sin(\gamma - \beta)$

$F_{c,wb,Rd2}$ = 1797,99 [kN] Beam web resistance [6.2.6.2.(1)]

Resistance of the bracket flange

$F_{c,wb,Rd3} = b_b t_b f_{yb} / (0.8*\gamma_{M0})$

$F_{c,wb,Rd3}$ = 1602,83 [kN] Resistance of the bracket flange [6.2.6.7.(1)]

Final resistance:

$F_{c,wb,Rd,low} = \text{Min} (F_{c,wb,Rd1} , F_{c,wb,Rd2} , F_{c,wb,Rd3})$

$F_{c,wb,Rd,low}$ = 1602,83 [kN] Beam web resistance [6.2.6.2.(1)]

Geometrical parameters of a connection

EFFECTIVE LENGTHS AND PARAMETERS - FRONT PLATE

Nr	m	m_x	e	e_x	p	$l_{eff.cp}$	$l_{eff.nc}$	$l_{eff.1}$	$l_{eff.2}$	$l_{eff.cp.g}$	$l_{eff.nc.g}$	$l_{eff.1.g}$	$l_{eff.2.g}$
1	45	-	45	-	580	285	242	242	242	723	413	413	413
2	45	-	45	-	370	285	238	238	238	740	370	370	370
3	45	-	45	-	160	285	238	238	238	320	160	160	160
4	45	-	45	-	160	285	238	238	238	303	199	199	199

m – Bolt distance from the web

m_x – Bolt distance from the beam flange

e – Bolt distance from the outer edge

e_x – Bolt distance from the horizontal outer edge

p – Distance between bolts

$l_{eff,cp}$ – Effective length for a single bolt in the circular failure mode

m – Bolt distance from the web
$l_{eff,nc}$ – Effective length for a single bolt in the non-circular failure mode
$l_{eff,1}$ – Effective length for a single bolt for mode 1
$l_{eff,2}$ – Effective length for a single bolt for mode 2
$l_{eff,cp,g}$ – Effective length for a group of bolts in the circular failure mode
$l_{eff,nc,g}$ – Effective length for a group of bolts in the non-circular failure mode
$l_{eff,1,g}$ – Effective length for a group of bolts for mode 1
$l_{eff,2,g}$ – Effective length for a group of bolts for mode 2

Connection resistance for compression

$N_{j,Rd}$ = Min ($N_{cb,Rd}$2 $F_{c,wb,Rd,low}$)

$N_{i,Rd}$ =	3205,65	[kN]	Connection resistance for compression	[6.2]
$N_{b1,Ed}$ / $N_{i,Rd}$ ≤ 1,0	0,05 < 1,00		verified	(0,05)

Connection resistance for bending

$F_{t,Rd}$ =	203,33	[kN]	Bolt resistance for tension	[Table 3.4]
$B_{p,Rd}$ =	510,30	[kN]	Punching shear resistance of a bolt	[Table 3.4]

$F_{t,fc,Rd}$ – column flange resistance due to bending
$F_{t,wc,Rd}$ – column web resistance due to tension
$F_{t,ep,Rd}$ – resistance of the front plate due to bending
$F_{t,wb,Rd}$ – resistance of the web in tension

$F_{t,fc,Rd}$ = Min ($F_{T,1,fc,Rd}$, $F_{T,2,fc,Rd}$, $F_{T,3,fc,Rd}$) [6.2.6.4] , [Tab.6.2]
$F_{t,wc,Rd} = \omega\ b_{eff,t,wc}\ t_{wc}\ f_{yc} / \gamma_{M0}$ [6.2.6.3.(1)]
$F_{t,ep,Rd}$ = Min ($F_{T,1,ep,Rd}$, $F_{T,2,ep,Rd}$, $F_{T,3,ep,Rd}$) [6.2.6.5] , [Tab.6.2]
$F_{t,wb,Rd} = b_{eff,t,wb}\ t_{wb}\ f_{yb} / \gamma_{M0}$ [6.2.6.8.(1)]

RESISTANCE OF THE BOLT ROW NO. 1

$F_{t1,Rd,comp}$ - Formula	**$F_{t1,Rd,comp}$**	**Component**
$F_{t1,Rd}$ = Min ($F_{t1,Rd,comp}$)	392,16	Bolt row resistance
$F_{t,ep,Rd(1)}$ = 392,16	392,16	Front plate - tension
$F_{t,wb,Rd(1)}$ = 951,91	951,91	Beam web - tension
$B_{p,Rd}$ = 1020,59	1020,59	Bolts due to shear punching
$F_{c,fb,Rd}$ = 1971,44	1971,44	Beam flange - compression

RESISTANCE OF THE BOLT ROW NO. 2

$F_{t2,Rd,comp}$ - Formula	**$F_{t2,Rd,comp}$**	**Component**
$F_{t2,Rd}$ = Min ($F_{t2,Rd,comp}$)	389,24	Bolt row resistance
$F_{t,ep,Rd(2)}$ = 389,24	389,24	Front plate - tension
$F_{t,wb,Rd(2)}$ = 937,23	937,23	Beam web - tension
$B_{p,Rd}$ = 1020,59	1020,59	Bolts due to shear punching
$F_{c,fb,Rd}$ - $\sum_1^1 F_{tj,Rd}$ = 1971,44 - 392,16	1579,28	Beam flange - compression
$F_{t,ep,Rd(2+1)}$ - $\sum_1^1 F_{tj,Rd}$ = 813,31 - 392,16	421,15	Front plate - tension - group
$F_{t,wb,Rd(2+1)}$ - $\sum_1^1 F_{tj,Rd}$ = 3084,03 - 392,16	2691,86	Beam web - tension - group

Additional reduction of the bolt row resistance

$F_{t2,Rd} = F_{t1,Rd}\ h_2/h_1$

$F_{t2,Rd}$ =	155,57	[kN]	Reduced bolt row resistance	[6.2.7.2.(9)]

RESISTANCE OF THE BOLT ROW NO. 3

$F_{t3,Rd,comp}$ - Formula	**$F_{t3,Rd,comp}$**	**Component**
$F_{t3,Rd}$ = Min ($F_{t3,Rd,comp}$)	389,24	Bolt row resistance
$F_{t,ep,Rd(3)}$ = 389,24	389,24	Front plate - tension
$F_{t,wb,Rd(3)}$ = 937,23	937,23	Beam web - tension
$B_{p,Rd}$ = 1020,59	1020,59	Bolts due to shear punching
$F_{c,fb,Rd}$ - $\sum_1^2 F_{tj,Rd}$ = 1971,44 - 547,73	1423,71	Beam flange - compression
$F_{t,ep,Rd(3+2)}$ - $\sum_2^2 F_{tj,Rd}$ = 813,31 - 155,57	657,74	Front plate - tension - group
$F_{t,wb,Rd(3+2)}$ - $\sum_2^2 F_{tj,Rd}$ = 2088,47 - 155,57	1932,90	Beam web - tension - group
$F_{t,ep,Rd(3+2+1)}$ - $\sum_2^1 F_{tj,Rd}$ = 1219,97 - 547,73	672,24	Front plate - tension - group
$F_{t,wb,Rd(3+2+1)}$ - $\sum_2^1 F_{tj,Rd}$ = 3714,51 - 547,73	3166,78	Beam web - tension - group

Additional reduction of the bolt row resistance

$F_{t3,Rd} = F_{t1,Rd}\ h_3/h_1$

$F_{t3,Rd}$ = 90,30 [kN] Reduced bolt row resistance [6.2.7.2.(9)]

RESISTANCE OF THE BOLT ROW NO. 4

$F_{t4.Rd.comp}$ - Formula	$F_{t4.Rd.comp}$	Component
$F_{t4,Rd} = Min\ (F_{t4,Rd,comp})$	389,24	Bolt row resistance
$F_{t,ep,Rd(4)} = 389,24$	389,24	Front plate - tension
$F_{t,wb,Rd(4)} = 937,23$	937,23	Beam web - tension
$B_{p,Rd} = 1020,59$	1020,59	Bolts due to shear punching
$F_{c,fb,Rd} - \sum_1^3 F_{tj,Rd} = 1971,44 - 638,03$	1333,41	Beam flange - compression
$F_{t,ep,Rd(4+3)} - \sum_3^3 F_{tj,Rd} = 686,76 - 90,30$	596,46	Front plate - tension - group
$F_{t,wb,Rd(4+3)} - \sum_3^3 F_{ti,Rd} = 1414,34 - 90,30$	1324,04	Beam web - tension - group
$F_{t,ep,Rd(4+3+2)} - \sum_3^2 F_{ti,Rd} = 1179,79 - 245,87$	933,92	Front plate - tension - group
$F_{t,wb,Rd(4+3+2)} - \sum_3^2 F_{tj,Rd} = 2872,32 - 245,87$	2626,45	Beam web - tension - group
$F_{t,ep,Rd(4+3+2+1)} - \sum_3^1 F_{tj,Rd} = 1626,62 - 638,03$	988,59	Front plate - tension - group
$F_{t,wb,Rd(4+3+2+1)} - \sum_3^1 F_{tj,Rd} = 4498,36 - 638,03$	3860,33	Beam web - tension - group

Additional reduction of the bolt row resistance

$F_{t4,Rd} = F_{t1,Rd}\ h_4/h_1$

$F_{t4,Rd}$ = 25,03 [kN] Reduced bolt row resistance [6.2.7.2.(9)]

SUMMARY TABLE OF FORCES

Nr	h_i	$F_{ti.Rd}$	$F_{t.fc.Rd}$	$F_{t.wc.Rd}$	$F_{t.ep.Rd}$	$F_{t.wb.Rd}$	$F_{t.Rd}$	$B_{p.Rd}$
1	961	392,16	-	-	392,16	951,91	406,66	1020,59
2	381	155,57	-	-	389,24	937,23	406,66	1020,59
3	221	90,30	-	-	389,24	937,23	406,66	1020,59
4	61	25,03	-	-	389,24	937,23	406,66	1020,59

CONNECTION RESISTANCE FOR BENDING $M_{j.Rd}$

$M_{j,Rd} = \sum h_i\ F_{tj,Rd}$

$M_{j,Rd}$ = 457,87 [kN*m] Connection resistance for bending [6.2]

$M_{b1,Ed} / M_{j,Rd} \le 1,0$	0,80 < 1,00	verified	(0,80)

Weld resistance

A_w =	247,25	[cm^2]	Area of all welds	[4.5.3.2(2)]
A_{wy} =	87,01	[cm^2]	Area of horizontal welds	[4.5.3.2(2)]
A_{wz} =	160,24	[cm^2]	Area of vertical welds	[4.5.3.2(2)]
I_{wy} =	329413,33	[cm^4]	Moment of inertia of the weld arrangement with respect to the hor. axis	[4.5.3.2(5)]
$\sigma_{\perp max}=\tau_{\perp max}$ =	-45,43	[MPa]	Normal stress in a weld	[4.5.3.2(5)]
$\sigma_\perp=\tau_\perp$ =	-42,30	[MPa]	Stress in a vertical weld	[4.5.3.2(5)]
τ_{II} =	0,00	[MPa]	Tangent stress	[4.5.3.2(5)]
β_w =	0,90		Correlation coefficient	[4.5.3.2(7)]

$\sqrt{[\sigma_{\perp max}^2 + 3*(\tau_{\perp max}^2)]} \le f_u/(\beta_w*\gamma_{M2})$	90,86 < 417,78	verified	(0,22)
$\sqrt{[\sigma_\perp^2 + 3*(\tau_\perp^2+\tau_{II}^2)]} \le f_u/(\beta_w*\gamma_{M2})$	84,59 < 417,78	verified	(0,20)
$\sigma_\perp \le 0.9*f_u/\gamma_{M2}$	45,43 < 338,40	verified	(0,13)

Connection stiffness

t_{wash} =	5	[mm]	Washer thickness	[6.2.6.3.(2)]
h_{head} =	17	[mm]	Bolt head height	[6.2.6.3.(2)]
h_{nut} =	24	[mm]	Bolt nut height	[6.2.6.3.(2)]
L_b =	68	[mm]	Bolt length	[6.2.6.3.(2)]
k_{10} =	8	[mm]	Stiffness coefficient of bolts	[6.3.2.(1)]

STIFFNESSES OF BOLT ROWS

Nr	hj	k_3	k_4	k_5	$k_{eff.i}$	$k_{eff.i}\ h_i$	$k_{eff.i}\ h_i^2$
					Sum	69,20	4886,56
1	961			19	4	42,27	4063,25
2	381			18	4	16,64	634,71

Nr	hj	k_3	k_4	k_5	$k_{eff,i}$	$k_{eff,i}\ h_i$	$k_{eff,i}\ h_i^2$
3	221			12	4	7,84	173,58
4	61			15	4	2,45	15,03

$k_{eff,i} = 1 / (\sum_3^5 (1 / k_{i,i}))$ [6.3.3.1.(2)]
$z_{eq} = \sum_i k_{eff,i}\ h_i^2 / \sum_i k_{eff,i}\ h_i$
z_{eq} = 706 [mm] Equivalent force arm [6.3.3.1.(3)]
$k_{eq} = \sum_j k_{eff,j}\ h_j / z_{eq}$
k_{eq} = 10 [mm] Equivalent stiffness coefficient of a bolt arrangement [6.3.3.1.(1)]
$S_{i,ini} = E\ z_{eq}^2\ k_{eq}$ [6.3.1.(4)]
$S_{j,ini}$ = 1026178,59 [kN*m] Initial rotational stiffness [6.3.1.(4)]
μ = 1,63 Stiffness coefficient of a connection [6.3.1.(6)]
$S_j = S_{j,ini} / \mu$ [6.3.1.(4)]
S_j = 629281,29 [kN*m] Final rotational stiffness [6.3.1.(4)]

Connection classification due to stiffness.

$S_{j,rig}$ = 2340170,08 [kN*m] Stiffness of a rigid connection [5.2.2.5]
$S_{j,pin}$ = 46803,40 [kN*m] Stiffness of a pinned connection [5.2.2.5]
$S_{j,pin} \le S_{j,ini} < S_{j,rig}$ SEMI-RIGID

Weakest component:

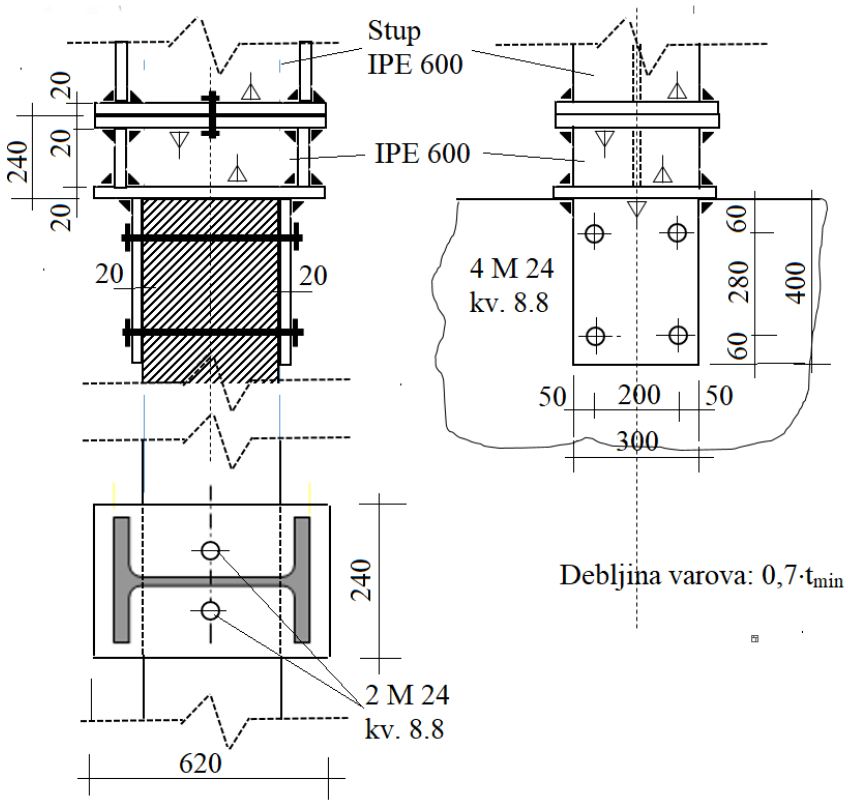
FRONT PLATE - TENSION

Remarks

Distance of bolts from an edge is too large. 141 [mm] > 120 [mm]
Bolts vertical spacing is too large. 580 [mm] > 200 [mm]

Connection conforms to the code	Ratio	0,80

Oslanjanje stupa na armirano-betonski zid, unutarnji okviri

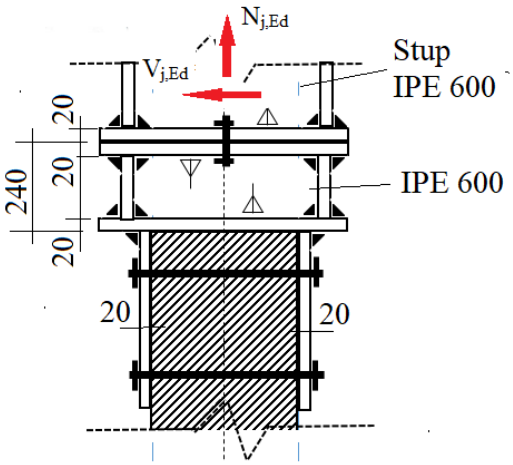


Stup IPE 600 zglobno se oslanja na element IPE 600 i spojeni su s dva vijak M24, kv. 8.8. Element IPE 600 zavaren je na ploču, koja tvori zavarenu čeličnu kutiju, vijcima povezana s armirano betonskim zidom. Na priključak djeluju:

1. uzduţ na tlačna sila $N_{j,Ed}$ = 196,95 kn i poprečna sila $V_{j,Ed}$ = 150,36 kN,
2. uzduţ na vlačna sila $N_{j,Ed}$ = 64,03 kn i poprečna sila $V_{j,Ed}$ = 67,89 kN,

Priključak stupa IPE 600 na konzolu IPE 600 vijcima 2 M 24 kv. 8.8 - Tlak

1. Uzduţ na tlačna sila $N_{j,Ed}$ = 196,95 kn i poprečna sila $V_{j,Ed}$ = 150,36 kN



Geometry

Left side

Beam

Section: IPE 600
α = -180,0 [Deg] Inclination angle
Material: S 355
f_{yb} = 355,00 [MPa] Resistance

Right side

Beam

Section: IPE 600
α = 0,0 [Deg] Inclination angle
Material: S 355
f_{yb} = 355,00 [MPa] Resistance

Bolts

The shear plane passes through the UNTHREADED portion of the bolt.
d = 24 [mm] Bolt diameter
Class = 8.8 Bolt class
F_{tRd} = 203,33 [kN] Tensile resistance of a bolt
n_h = 2 Number of bolt columns
n_v = 1 Number of bolt rows
h_1 = 310 [mm] Distance between first bolt and upper edge of front plate
Horizontal spacing e_i = 120 [mm]
Vertical spacing p_i = [mm]

Plate

h_{pr} = 620 [mm] Plate height
b_{pr} = 240 [mm] Plate width
t_{pr} = 20 [mm] Plate thickness
Material: Steel
f_{ypr} = 235,00 [MPa] Resistance

Fillet welds

a_w = 5 [mm] Web weld
a_f = 8 [mm] Flange weld

Material factors

γ_{M0} = 1,00 Partial safety factor [2.2]
γ_{M1} = 1,00 Partial safety factor [2.2]
γ_{M2} = 1,25 Partial safety factor [2.2]
γ_{M3} = 1,25 Partial safety factor [2.2]

Loads

Ultimate limit state
Case: Manual calculations.
$V_{b1,Ed}$ = 150,36 [kN] Shear force in the right beam
$N_{b1,Ed}$ = -196,93 [kN] Axial force in the right beam

Results

Beam resistances

$N_{cb,Rd}$ = 5537,43 [kN] Design compressive resistance of the section EN1993-1-1:[6.2.4]

$N_{b1,Ed} / N_{cb,Rd} \leq 1,0$	0,04 < 1,00	verified		(0,04)
$V_{cb,Rd}$ = 1717,23	[kN]	Design sectional resistance for shear		EN1993-1-1:[6.2.6.(2)]
$V_{b1,Ed} / V_{cb,Rd} \leq 1,0$	0,09 < 1,00	verified		(0,09)

AXIAL FORCES IN BEAM FLANGES

N_{upp} = -98,47	[kN]	Axial force in the beam top flange	
N_{low} = -98,47	[kN]	Axial force in the beam bottom flange	

Connection resistance for shear

$V_{i,Rd}$ = 347,44	[kN]	Connection resistance for shear		[Table 3.4]
$V_{b1,Ed} / V_{i,Rd} \leq 1,0$	0,43 < 1,00	verified		(0,43)

Weld resistance

$\sqrt{[\sigma_{\perp max}^2 + 3*(\tau_{\perp max}^2)]} \leq f_u/(\beta_w*\gamma_{M2})$	35,10 < 360,00	verified	(0,10)
$\sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3*(\tau_{\perp}^2+\tau_{II}^2)]} \leq f_u/(\beta_w*\gamma_{M2})$	61,64 < 360,00	verified	(0,17)
$\sigma_{\perp} \leq 0.9*f_u/\gamma_{M2}$	17,55 < 259,20	verified	(0,07)

Connection stiffness

There are no axial forces or moments in the connection. For such a case, the program does not calculate stiffness of the connection.

Weakest component:

BOLTS - SHEAR

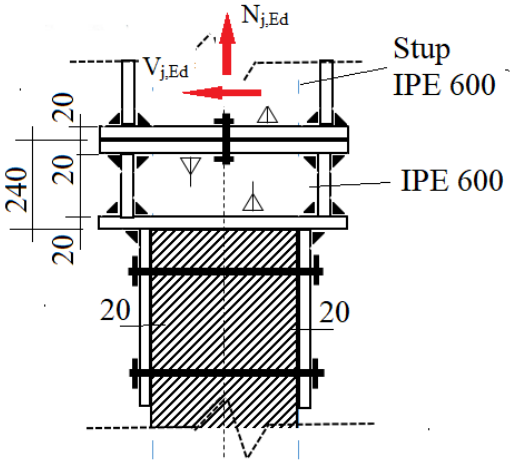
Remarks

Distance of bolts from an edge is too large. 310 [mm] > 120 [mm]

Connection conforms to the code	Ratio	0,43

Priključak stupa IPE 600 na konzolu IPE 600 vijcima 2 M 24 kv. 8.8 - Vlak

2. Uzdužna vlačna sila $N_{j,Ed}$ = 64,03 kn i poprečna sila $V_{i,Ed}$ = 67,89 kN,



Geometry

Left side

Beam

Section: IPE 600
α = -180,0 [Deg] Inclination angle
Material: S 355
f_{yb} = 355,00 [MPa] Resistance

Right side

Beam

Section: IPE 600
α = 0,0 [Deg] Inclination angle
Material: S 355
f_{yb} = 355,00 [MPa] Resistance

Bolts

The shear plane passes through the UNTHREADED portion of the bolt.
d = 24 [mm] Bolt diameter
Class = 8.8 Bolt class
F_{tRd} = 203,33 [kN] Tensile resistance of a bolt
n_h = 2 Number of bolt columns
n_v = 1 Number of bolt rows
h_1 = 310 [mm] Distance between first bolt and upper edge of front plate
Horizontal spacing e_i = 120 [mm]
Vertical spacing p_i = [mm]

Plate

h_{pr} = 620 [mm] Plate height
b_{pr} = 240 [mm] Plate width
t_{pr} = 20 [mm] Plate thickness
Material: Steel
f_{ypr} = 235,00 [MPa] Resistance

Fillet welds

a_w = 5 [mm] Web weld
a_f = 8 [mm] Flange weld

Material factors

γ_{M0} =	1,00	Partial safety factor	[2.2]
γ_{M1} =	1,00	Partial safety factor	[2.2]
γ_{M2} =	1,25	Partial safety factor	[2.2]
γ_{M3} =	1,25	Partial safety factor	[2.2]

Loads

Ultimate limit state
Case: Manual calculations.
$V_{b1,Ed}$ = 67,80 [kN] Shear force in the right beam
$N_{b1,Ed}$ = 64,03 [kN] Axial force in the right beam

Results

Beam resistances

$N_{tb,Rd}$ =	5537,43	[kN]	Design tensile resistance of the section		EN1993-1-1:[6.2.3]
$V_{cb,Rd}$ =	1717,23	[kN]	Design sectional resistance for shear		EN1993-1-1:[6.2.6.(2)]
$V_{b1,Ed} / V_{cb,Rd} \leq 1,0$			0,04 < 1,00	verified	(0,04)

Connection resistance for tension

$F_{t,Rd}$ =	203,33	[kN]	Bolt resistance for tension		[Table 3.4]
$B_{p,Rd}$ =	390,86	[kN]	Punching shear resistance of a bolt		[Table 3.4]

$N_{i,Rd} = \text{Min}\ (N_{tb,Rd}\ ,\ n_v\ n_h\ F_{t,Rd}\ ,\ n_v\ n_h\ B_{p,Rd})$

$N_{i,Rd}$ =	406,66	[kN]	Connection resistance for tension		[6.2]
$N_{b1,Ed} / N_{i,Rd} \leq 1,0$			0,16 < 1,00	verified	(0,16)

Connection resistance for shear

$V_{i,Rd}$ =	308,36	[kN]	Connection resistance for shear		[Table 3.4]
$V_{b1,Ed} / V_{i,Rd} \leq 1,0$			0,22 < 1,00	verified	(0,22)

Weld resistance

$\sqrt{[\sigma_{\perp max}^2 + 3*(\tau_{\perp max}^2)]} \le f_u/(\beta_w*\gamma_{M2})$	11,41 < 360,00	verified	(0,03)
$\sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3*(\tau_{\perp}^2+\tau_{II}^2)]} \le f_u/(\beta_w*\gamma_{M2})$	25,54 < 360,00	verified	(0,07)
$\sigma_{\perp} \le 0.9*f_u/\gamma_{M2}$	5,71 < 259,20	verified	(0,02)

Connection stiffness

There is no bending moment acting on the connection. For such a case, the program does not calculate rotational stiffness of the connection.

Weakest component:

BOLTS - SHEAR

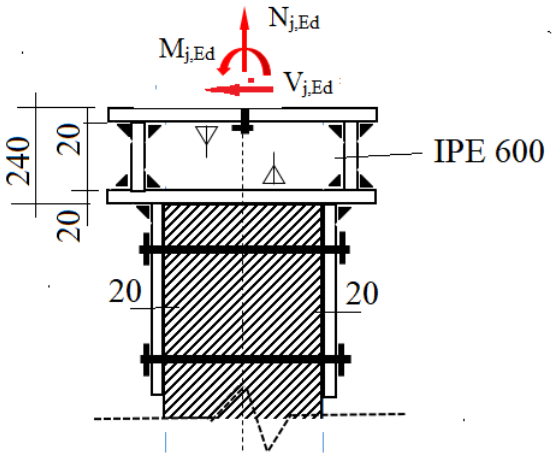
Remarks

Distance of bolts from an edge is too large. 310 [mm] > 120 [mm]

Connection conforms to the code	Ratio	0,22

Konzola IPE 600 zavarena na ploču koja se oslanja na beton

Konzola IPE 600 zavarena je na čelnu ploču. Na priključak djeluju uzduţna vlačna sila $N_{j,Ed}$ = 196,93 kn, poprečna sila Vj,Ed = 150,36 kN i moment savijanja Mj,Ed = 0,24·142,26 = 36,1 kNm



Geometry

Column

Section: IPE 600
α = -90,0 [Deg] Inclination angle
Material: S 235
f_{yc} = 235,00 [MPa] Resistance

Beam

Section: IPE 600
α = 0,0 [Deg] Inclination angle
Material: S 355
f_{yb} = 355,00 [MPa] Resistance

Column stiffener

Upper
h_{su} = 562 [mm] Stiffener height
b_{su} = 104 [mm] Stiffener width
t_{hu} = 20 [mm] Stiffener thickness

Material: S 355
f_{ysu} = 355,00 [MPa] Resistance

Lower

h_{sd} = 562 [mm] Stiffener height
b_{sd} = 104 [mm] Stiffener width
t_{hd} = 20 [mm] Stiffener thickness
Material: S 355
f_{ysu} = 355,00 [MPa] Resistance

Fillet welds

a_w = 5 [mm] Web weld
a_f = 8 [mm] Flange weld
a_s = 5 [mm] Stiffener weld

Material factors

γ_{M0} =	1,00	Partial safety factor	[2.2]
γ_{M1} =	1,00	Partial safety factor	[2.2]
γ_{M2} =	1,25	Partial safety factor	[2.2]
γ_{M3} =	1,25	Partial safety factor	[2.2]

Loads

Ultimate limit state

Case: Manual calculations.

$M_{b1,Ed}$ = 36,10 [kN*m] Bending moment in the right beam
$V_{b1,Ed}$ = 150,36 [kN] Shear force in the right beam
$N_{b1,Ed}$ = -196,93 [kN] Axial force in the right beam

Results

Beam resistances

$N_{cb,Rd}$ = 5537,43 [kN]	Design compressive resistance of the section			EN1993-1-1:[6.2.4]
$N_{b1,Ed} / N_{cb,Rd} \le 1,0$	0,04 < 1,00	verified		(0,04)
$V_{cb,Rd}$ = 1717,23 [kN]	Design sectional resistance for shear			EN1993-1-1:[6.2.6.(2)]
$V_{b1,Ed} / V_{cb,Rd} \le 1,0$	0,09 < 1,00	verified		(0,09)
$M_{b,pl,Rd}$ = 1246,98 [kN*m]	Plastic resistance of the section for bending (without stiffeners)			EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]
$M_{cb,Rd}$ = 1089,65 [kN*m]	Design resistance of the section for bending			EN1993-1-1:[6.2.5]
$M_{b1,Ed} / M_{cb,Rd} \le 1,0$	0,03 < 1,00	verified		(0,03)
$M_{Nb,Rd}$ = 1050,90 [kN*m]	Reduced resistance (axial force) of the section for bending			EN1993-1-1:[6.2.9.2.(1)]
$M_{b1,Ed} / M_{Nb,Rd} \le 1,0$	0,03 < 1,00	verified		(0,03)
$F_{c,fb,Rd}$ = 1875,48 [kN]	Resistance of the compressed flange and web			[6.2.6.7.(1)]

AXIAL FORCES IN BEAM FLANGES

N_{upp} = -36,33 [kN] Axial force in the beam top flange
N_{low} = -160,60 [kN] Axial force in the beam bottom flange

Column resistances

$V_{wp,Ed}$ = 62,13 [kN]	Shear force acting on the web panel			[5.3.(3)]
$V_{wp,Rd}$ = 1055,26 [kN]	Resistance of the column web panel for shear			[6.2.6.1]
$V_{wp,Ed} / V_{wp,Rd} \le 1,0$	0,06 < 1,00	verified		(0,06)
$F_{c,wc,Rd}$ = 2034,21 [kN]	Column web resistance			[6.2.6.2.(1)]
$N_{low} / F_{c,wc,Rd,low} \le 1,0$	0,08 < 1,00	verified		(0,08)
$F_{c,wc,Rd,upp}$ = 2034,21 [kN]	Column web resistance			[6.2.6.2.(1)]
$N_{upp} / F_{c,wc,Rd,upp} \le 1,0$	0,02 < 1,00	verified		(0,02)

Weld resistance

$\sqrt{[\sigma_{\perp max}^2 + 3*(\tau_{\perp max}^2)]} \le f_u/(\beta_w*\gamma_{M2})$	59,55 < 360,00	verified	(0,17)
$\sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3*(\tau_{\perp}^2+\tau_{II}^2)]} \le f_u/(\beta_w*\gamma_{M2})$	75,35 < 360,00	verified	(0,21)
$\sigma_{\perp} \le 0.9*f_u/\gamma_{M2}$	29,77 < 259,20	verified	(0,11)

Connection stiffness

$S_{j,ini}$ =	388454,46	[kN*m]	Initial rotational stiffness	[6.3.1.(4)]
S_j =	194227,23	[kN*m]	Final rotational stiffness	[6.3.1.(4)]

Connection classification due to stiffness.

$S_{j,rig}$ =	309400,22	[kN*m]	Stiffness of a rigid connection	[5.2.2.5]
$S_{j,pin}$ =	19337,51	[kN*m]	Stiffness of a pinned connection	[5.2.2.5]

$S_{j,ini}$ B $S_{j,rig}$ RIGID

Weakest component:

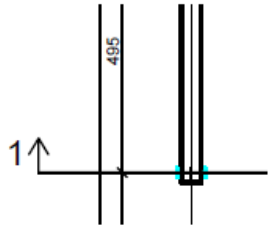
WELDS

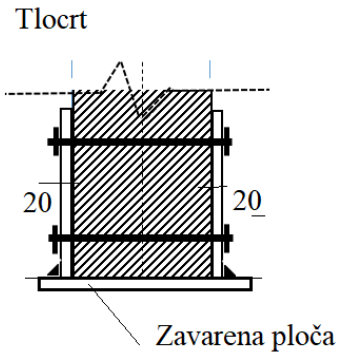
Connection conforms to the code	Ratio	0,21

Čelična kutija koja se oslanja na beton i s vijcima 4 M 24, kv. 8.8, kroz armirani betonski zid

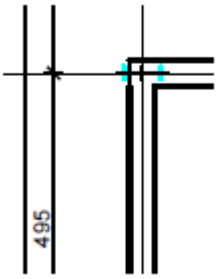
Odabrani konstrukcijski elementi kao i spojna sredstva zadovoljavaju. Prije izrade radioničke dokumentacije potrebno je izbušiti rupe u betonu i detaljno geodetski snimiti lokacija oslanjanja. Zavarena čelična kutija modificira se u ovisnosti na poloţaj na armirano betonskom zidu.

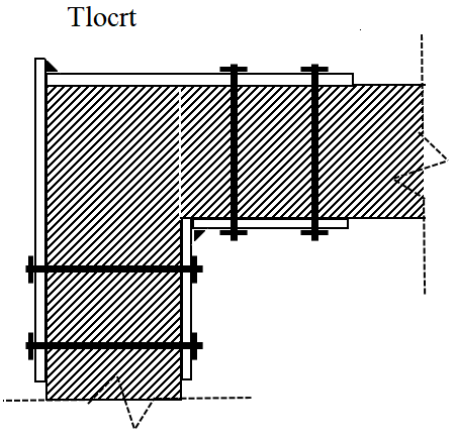
Završetak armirano betonskog zida



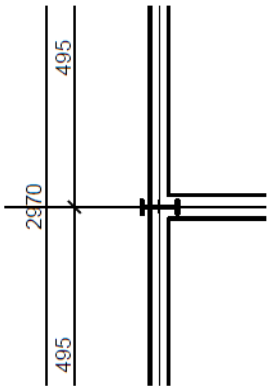


Armirano betonski zidovi meĎusobno okomiti (T – oblik)

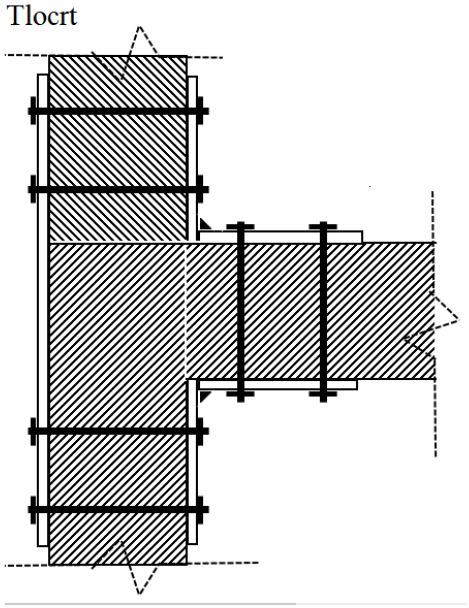




Armirano betonski zidovi meĎusobno okomiti, T – oblik

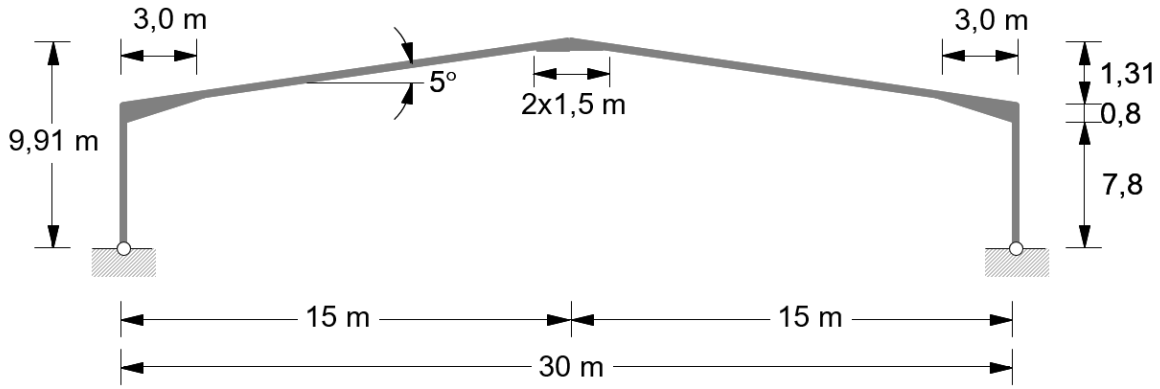


Tlocrt



Okvir u zabatu

- **Statički sustav**



- **Poprečni presjeci**

Stup: IPE 600, S 355

h = 600,0 mm	A = 156000 mm^2	
b = 220,0 mm	$W_{el,y} = 3069 \cdot 10^3$ mm^3	
t_w = 12,0 mm	$W_{pl,y} = 3512 \cdot 10^3$ mm^3	i_y = 243,0 mm
t_f = 10,0 mm	$I_y = 92080 \cdot 10^4$ mm^4	i_z = 46,6 mm
r = 24,0 mm	$I_z = 3387 \cdot 10^4$ mm^4	
h_w = 562,0 mm	$I_T = 165{,}4 \cdot 10^4$ mm^4	
d = 514,0 mm	$I_w = 2846 \cdot 10^9$ mm^6	

Čelik S 355, f_y = 355 N/mm^2, f_u = 490 N/mm^2

Prečka: IPE 550, S 355

$h = 550,0$ mm	$A = 134400$ mm^2	
$b = 210,0$ mm	$W_{el,y} = 2441 \cdot 10^3$ mm^3	
$t_w = 11,1$ mm	$W_{pl,y} = 2787 \cdot 10^3$ mm^3	$i_y = 223,5$ mm
$t_f = 17,2$ mm	$I_y = 67120 \cdot 10^4$ mm^4	$i_z = 44,5$ mm
$r = 24,0$ mm	$I_z = 2668 \cdot 10^4$ mm^4	
$h_w = 515,6$ mm	$I_T = 123,2 \cdot 10^4$ mm^4	
$d = 467,6$ mm	$I_w = 1884 \cdot 10^9$ mm^6	

Čelik S 355, $f_y = 355$ N/mm^2, $f_u = 490$ N/mm^2

- **Ojačanja u strehi i sljemenu**

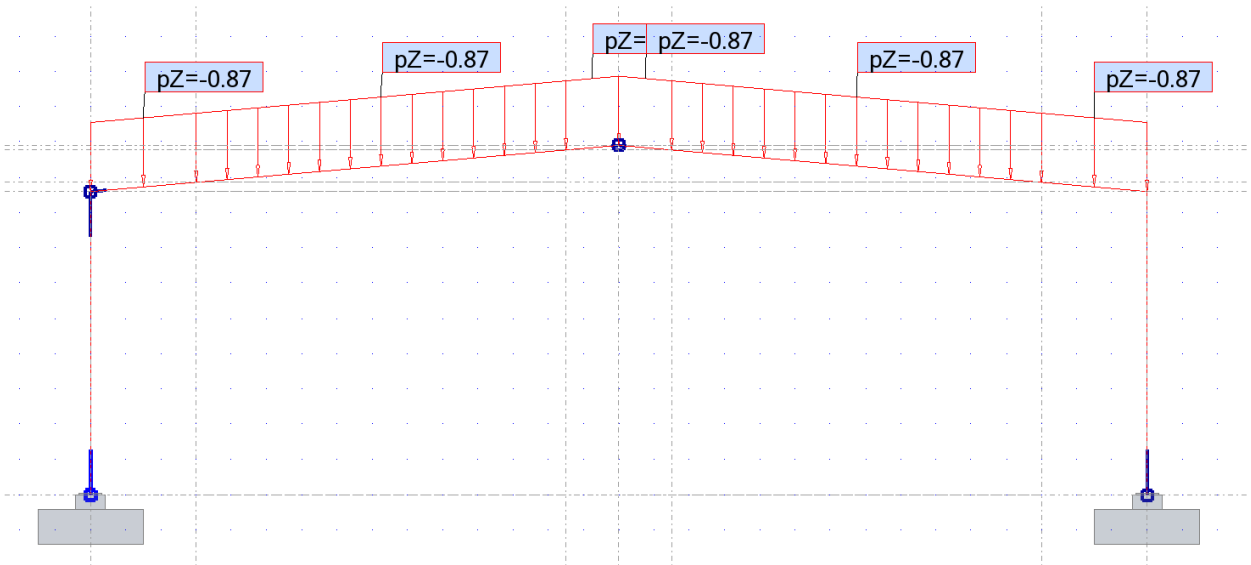
Izvedena su iz profila IPE 550, S355, rezani dijagonalno, i zavareni preko hrpta na donji pojas prečaka. Izvedena su s čelnim pločama u vijčanoj izvedbi, punog kontinuiteta.

- **Karakteristične vrijednosti djelovanja**

Vl. tež. stupova i prečke	software	
Vl. tež. podrožnice	$g_{0,k} = 0,20$ kN / m^2	
Vl. tež. pokrova	$g_{1,k} = 0,15$ kN / m^2	
Snijeg	$s_k = 1,00$ kN / m^2	

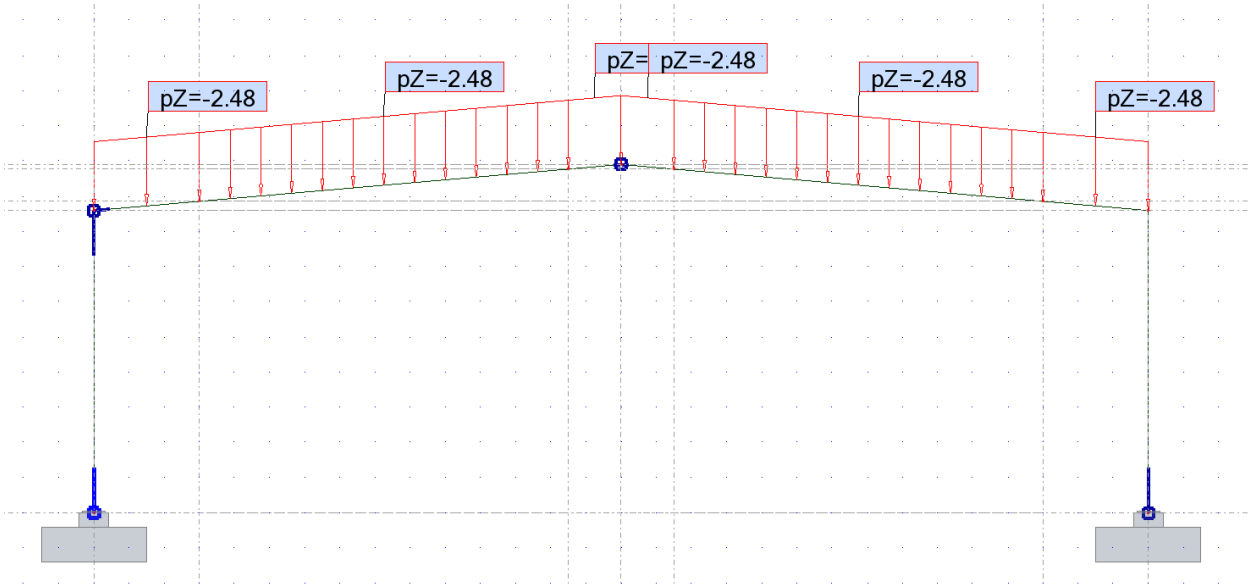
Vlastita teţina podroţnica i pokrova

$$p_Z = \left(g_{0,k} + g_{1,k}\right) \cdot a = \left(0,20 + 0,15\right) \cdot \frac{4,95}{2} = 0,87 \text{ kN / m}$$



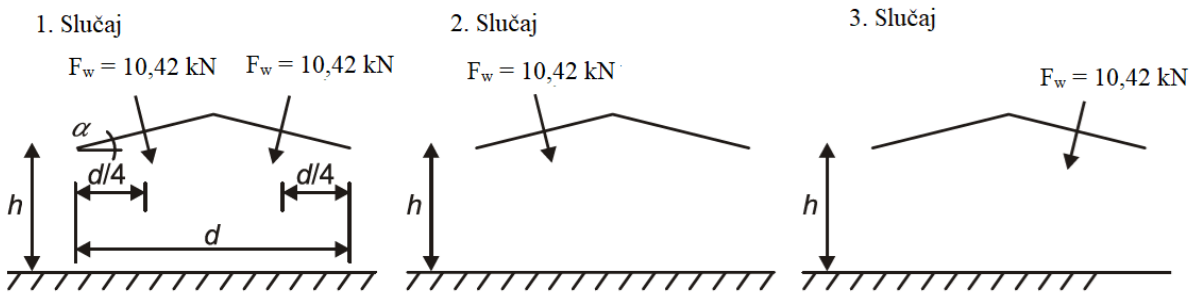
Snijeg

$$p_Z = s_k \cdot a = 1,0 \cdot \frac{4,95}{2} = 2,48 \text{ kN / m}$$



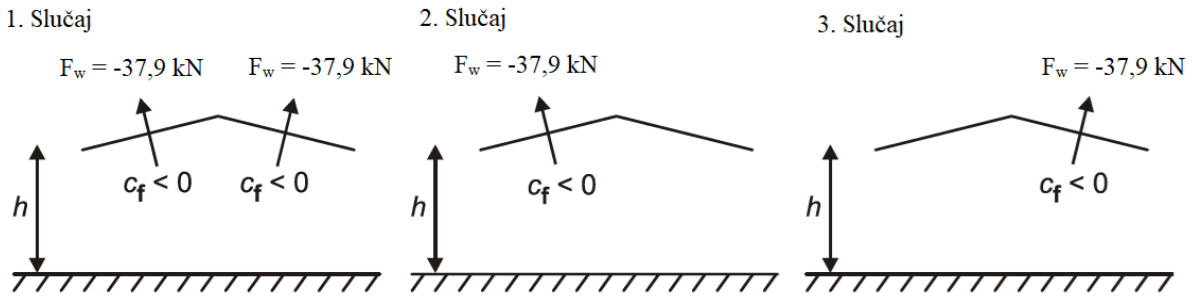
Za $c_f > 0$ razmatraju se sljedeći slučajevi:

$$F_w = +0,3 \cdot 0,39 \cdot 2,4 \cdot 1,0 \cdot \frac{4,95}{2} \cdot 15,0 = 10,42 \ kN$$



Za $c_f < 0$ razmatraju se sljedeći slučajevi:

$$F_w = -1,09 \cdot 0,39 \cdot 2,4 \cdot 1,0 \cdot \frac{6,95}{2} \cdot 15 = -37,9 \ kN$$



- **Parcijalni faktori**

  stalno djelovanje $\gamma_{G,sup} = 1,35$

  $\gamma_{G,inf} = 1,00$

  promjenjivo, nepovoljno $\gamma_Q = 1,5$

- **Kombinacijski faktori**

  snijeg $\psi_{0,s} = 0,5$

  vjetar $\psi_{0,w} = 0,6$

- **Kombinacije djelovanja**

ULS = krajnje granično stanje

SLS:CHR = granično stanje uporabe:karakteristična

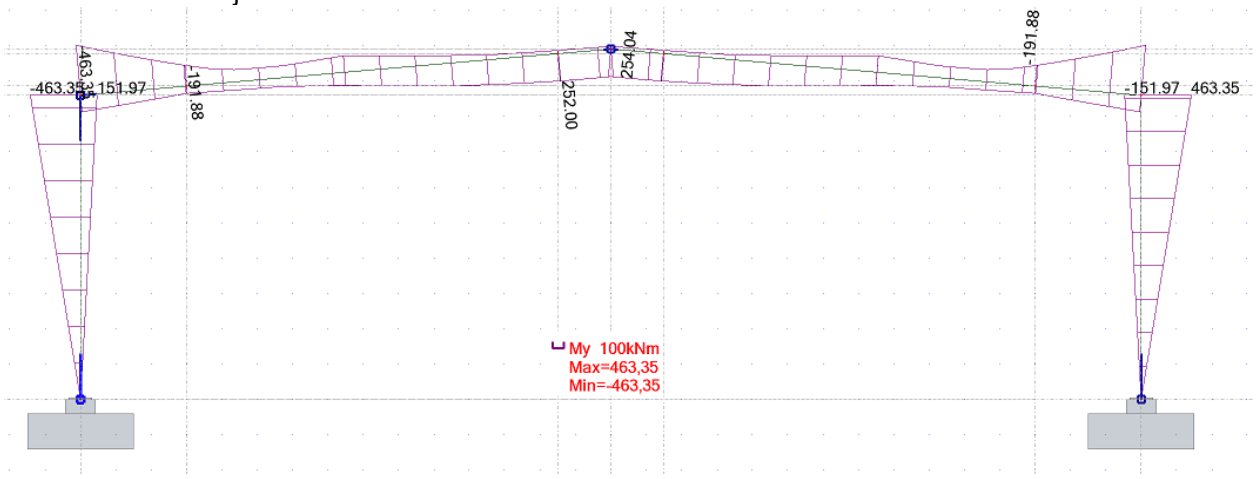
1 = vlastita težina
2 = snijeg
3 = vjetar za $c_f > 0$ – 1. Slučaj
4 = vjetar za $c_f > 0$ – 2. Slučaj
5 = vjetar za $c_f > 0$ – 3. Slučaj
6 = vjetar za $c_f < 0$ – 1. Slučaj
7 = vjetar za $c_f < 0$ – 2. Slučaj
8 = vjetar za $c_f < 0$ – 3. Slučaj

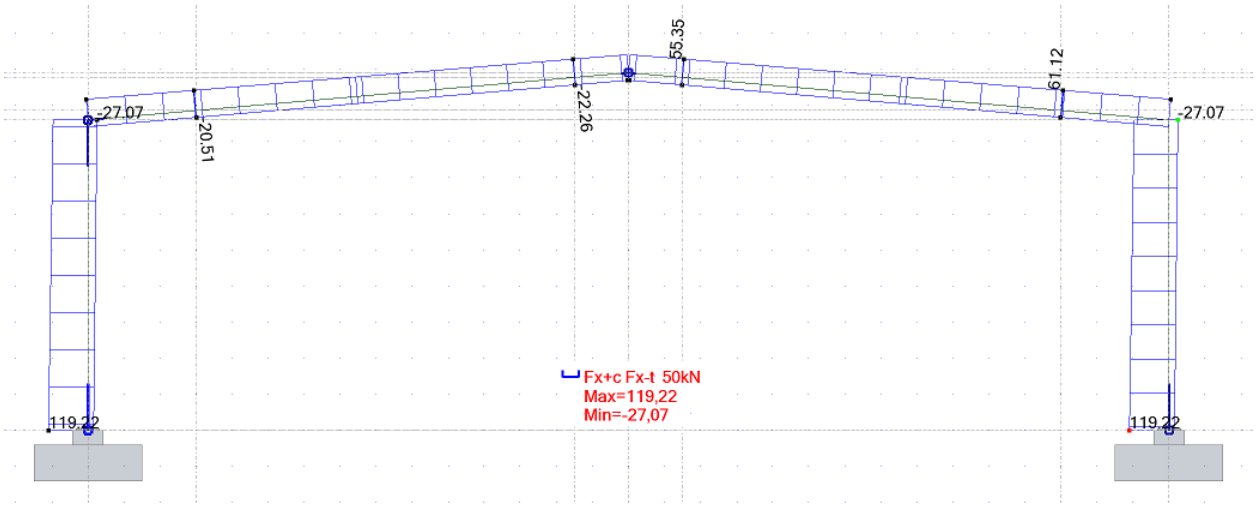
- ULS/1 1*1.35
- ULS/2 1*1.35 + 2*0.75 + 3*1.50
- ULS/3 1*1.35 + 3*1.50
- ULS/4 1*1.35 + 2*0.75 + 4*1.50
- ULS/5 1*1.35 + 4*1.50
- ULS/6 1*1.35 + 2*0.75 + 5*1.50
- ULS/7 1*1.35 + 5*1.50
- ULS/8 1*1.35 + 2*0.75 + 6*1.50
- ULS/9 1*1.35 + 6*1.50
- ULS/10 1*1.35 + 2*0.75 + 7*1.50
- ULS/11 1*1.35 + 7*1.50
- ULS/12 1*1.35 + 2*0.75 + 8*1.50
- ULS/13 1*1.35 + 8*1.50
- ULS/14 1*1.00
- ULS/15 1*1.00 + 2*0.75 + 3*1.50
- ULS/16 1*1.00 + 3*1.50
- ULS/17 1*1.00 + 2*0.75 + 4*1.50
- ULS/18 1*1.00 + 4*1.50
- ULS/19 1*1.00 + 2*0.75 + 5*1.50
- ULS/20 1*1.00 + 5*1.50
- ULS/21 1*1.00 + 2*0.75 + 6*1.50
- ULS/22 1*1.00 + 6*1.50
- ULS/23 1*1.00 + 2*0.75 + 7*1.50
- ULS/24 1*1.00 + 7*1.50
- ULS/25 1*1.00 + 2*0.75 + 8*1.50
- ULS/26 1*1.00 + 8*1.50
- ULS/27 1*1.35 + 2*1.50
- ULS/28 1*1.35 + 2*1.50 + 3*0.90
- ULS/29 1*1.35 + 2*1.50 + 4*0.90
- ULS/30 1*1.35 + 2*1.50 + 5*0.90
- ULS/31 1*1.35 + 2*1.50 + 6*0.90
- ULS/32 1*1.35 + 2*1.50 + 7*0.90

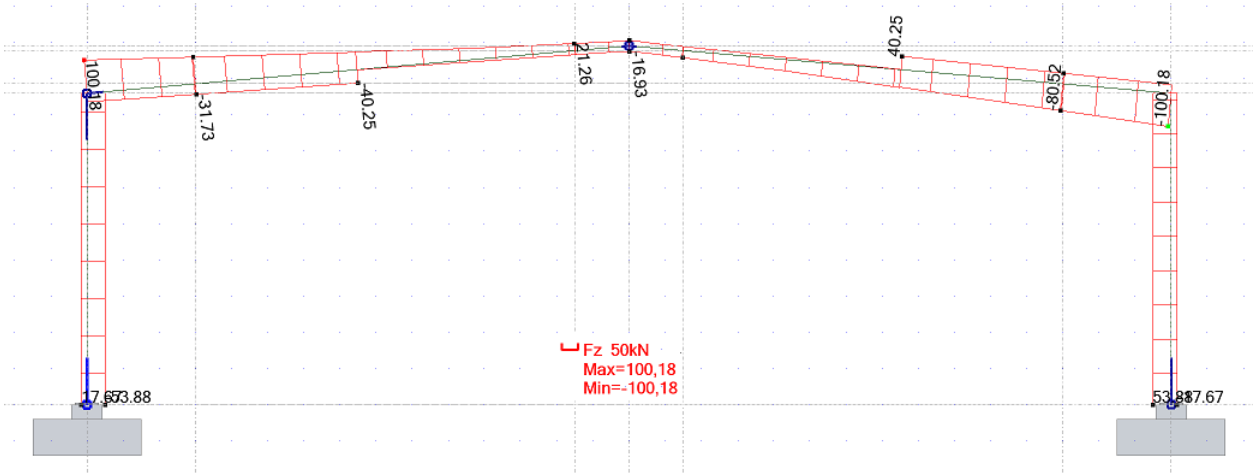
- ULS/33 1*1.35 + 2*1.50 + 8*0.90
- ULS/34 1*1.00 + 2*1.50
- ULS/35 1*1.00 + 2*1.50 + 3*0.90
- ULS/36 1*1.00 + 2*1.50 + 4*0.90
- ULS/37 1*1.00 + 2*1.50 + 5*0.90
- ULS/38 1*1.00 + 2*1.50 + 6*0.90
- ULS/39 1*1.00 + 2*1.50 + 7*0.90
- ULS/40 1*1.00 + 2*1.50 + 8*0.90
- SLS:CHR/1 1*1.00
- SLS:CHR/2 1*1.00 + 2*0.50 + 3*1.00
- SLS:CHR/3 1*1.00 + 3*1.00
- SLS:CHR/4 1*1.00 + 2*0.50 + 4*1.00
- SLS:CHR/5 1*1.00 + 4*1.00
- SLS:CHR/6 1*1.00 + 2*0.50 + 5*1.00
- SLS:CHR/7 1*1.00 + 5*1.00
- SLS:CHR/8 1*1.00 + 2*0.50 + 6*1.00
- SLS:CHR/9 1*1.00 + 6*1.00
- SLS:CHR/10 1*1.00 + 2*0.50 + 7*1.00
- SLS:CHR/11 1*1.00 + 7*1.00
- SLS:CHR/12 1*1.00 + 2*0.50 + 8*1.00
- SLS:CHR/13 1*1.00 + 8*1.00
- SLS:CHR/14 1*1.00 + 2*1.00
- SLS:CHR/15 1*1.00 + 2*1.00 + 3*0.60
- SLS:CHR/16 1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.60
- SLS:CHR/17 1*1.00 + 2*1.00 + 5*0.60
- SLS:CHR/18 1*1.00 + 2*1.00 + 6*0.60
- SLS:CHR/19 1*1.00 + 2*1.00 + 7*0.60
- SLS:CHR/20 1*1.00 + 2*1.00 + 8*0.60
- SLS:FRE/21 1*1.00
- SLS:FRE/22 1*1.00 + 3*0.20
- SLS:FRE/23 1*1.00 + 4*0.20
- SLS:FRE/24 1*1.00 + 5*0.20
- SLS:FRE/25 1*1.00 + 6*0.20
- SLS:FRE/26 1*1.00 + 7*0.20
- SLS:FRE/27 1*1.00 + 8*0.20
- SLS:FRE/28 1*1.00 + 2*0.20
- SLS:QPR/29 1*1.00
- SLS:CHR/1 1*1.00
- SLS:CHR/2 1*1.00 + 2*0.50 + 3*1.00
- SLS:CHR/3 1*1.00 + 3*1.00
- SLS:CHR/4 1*1.00 + 2*0.50 + 4*1.00
- SLS:CHR/5 1*1.00 + 4*1.00
- SLS:CHR/6 1*1.00 + 2*0.50 + 5*1.00
- SLS:CHR/7 1*1.00 + 5*1.00
- SLS:CHR/8 1*1.00 + 2*0.50 + 6*1.00
- SLS:CHR/9 1*1.00 + 6*1.00
- SLS:CHR/10 1*1.00 + 2*0.50 + 7*1.00
- SLS:CHR/11 1*1.00 + 7*1.00
- SLS:CHR/12 1*1.00 + 2*0.50 + 8*1.00
- SLS:CHR/13 1*1.00 + 8*1.00
- SLS:CHR/14 1*1.00 + 2*1.00
- SLS:CHR/15 1*1.00 + 2*1.00 + 3*0.60
- SLS:CHR/16 1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.60
- SLS:CHR/17 1*1.00 + 2*1.00 + 5*0.60
- SLS:CHR/18 1*1.00 + 2*1.00 + 6*0.60
- SLS:CHR/19 1*1.00 + 2*1.00 + 7*0.60
- SLS:CHR/20 1*1.00 + 2*1.00 + 8*0.60

- SLS:FRE/1 1*1.00
- SLS:FRE/2 1*1.00 + 3*0.20
- SLS:FRE/3 1*1.00 + 4*0.20
- SLS:FRE/4 1*1.00 + 5*0.20
- SLS:FRE/5 1*1.00 + 6*0.20
- SLS:FRE/6 1*1.00 + 7*0.20
- SLS:FRE/7 1*1.00 + 8*0.20
- SLS:FRE/8 1*1.00 + 2*0.20
- SLS:QPR/1 1*1.00
- **Učinci djelovanja - KGS**

Mjerodavna kombinacija:







- **Stup: Dokaz za KGS**

Okvir je horizontalno nepomičan jer je α_{cr} = 22,0 > 10.

STEEL DESIGN

CODE: *EN 1993-1:2005/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.*
ANALYSIS TYPE: Member Verification

CODE GROUP:
MEMBER: 2 Column_2 **POINT:** 2 **COORDINATE:** x = 0.50 L = 4.30 m

---

LOADS:
Governing Load Case: 9 ULS /28/ 1*1.35 + 2*1.50 + 3*0.90

MATERIAL:
S 355 (S 355) fy = 355.00 MPa

SECTION PARAMETERS: IPE 600

h=60.0 cm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=22.0 cm	Ay=94.30 cm2	Az=83.78 cm2	Ax=155.98 cm2
tw=1.2 cm	Iy=92083.40 cm4	Iz=3387.34 cm4	Ix=166.20 cm4
tf=1.9 cm	Wply=3512.62 cm3	Wplz=485.66 cm3	

INTERNAL FORCES AND CAPACITIES:

N,Ed = 112.24 kN	My,Ed = 231.68 kN*m	
Nc,Rd = 5537.43 kN	My,Ed,max = 463.35 kN*m	
Nb,Rd = 1519.63 kN	My,c,Rd = 1246.98 kN*m	Vz,Ed = 53.88 kN
	MN,y,Rd = 1246.98 kN*m	Vz,c,Rd = 1717.23 kN
	Mb,Rd = 827.36 kN*m	
		Class of section = 1

LATERAL BUCKLING PARAMETERS:

z = 0.00	Mcr = 1128.79 kN*m	Curve,LT - c	XLT = 0.61
Lcr,upp=6.10 m	Lam_LT = 1.05	fi,LT = 1.07	XLT,mod = 0.66

BUCKLING PARAMETERS:



About y axis:



About z axis:

Ly = 8.60 m	Lam_y = 0.46	Lz = 8.60 m	Lam_z = 1.71
Lcr,y = 8.60 m	Xy = 0.94	Lcr,z = 6.10 m	Xz = 0.27
Lamy = 35.40	kyy = 0.98	Lamz = 130.90	kzy = 0.51

VERIFICATION FORMULAS:

Section strength check:

N,Ed/Nc,Rd = 0.02 < 1.00 (6.2.4.(1))
My,Ed/My,c,Rd = 0.19 < 1.00 (6.2.5.(1))
Vz,Ed/Vz,c,Rd = 0.03 < 1.00 (6.2.6.(1))

Global stability check of member:

Lambda,y = 35.40 < Lambda,max = 210.00 Lambda,z = 130.90 < Lambda,max = 210.00 STABLE
My,Ed,max/Mb,Rd = 0.56 < 1.00 (6.3.2.1.(1))
N,Ed/(Xy*N,Rk/gM1) + kyy*My,Ed,max/(XLT*My,Rk/gM1) = 0.57 < 1.00 (6.3.3.(4))
N,Ed/(Xz*N,Rk/gM1) + kzy*My,Ed,max/(XLT*My,Rk/gM1) = 0.36 < 1.00 (6.3.3.(4))

LIMIT DISPLACEMENTS


Deflections (LOCAL SYSTEM): *Not analyzed*


Displacements (GLOBAL SYSTEM):

vx = 2.3 cm < vx max = L/150.00 = 5.7 cm Verified
Governing Load Case: 12 SLS /12/ 1*1.00 + 2*0.50 + 8*1.00
vy = 0.0 cm < vy max = L/150.00 = 5.7 cm Verified
Governing Load Case: 1 DL1

Section OK !!!

- **Prečka: Dokaz za KGS**

Okvir je horizontalno nepomičan jer je $\alpha_{cr} = 22{,}0 > 10$.

STEEL DESIGN

CODE: *EN 1993-1:2005/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.*
ANALYSIS TYPE: Member Verification

CODE GROUP:
MEMBER: 7 Beam_7 **POINT:** 2 **COORDINATE:** x = 0.29 L = 3.02 m

---

LOADS:
Governing Load Case: 9 ULS /28/ 1*1.35 + 2*1.50 + 3*0.90

MATERIAL:
S 355 (S 355) fy = 355.00 MPa


SECTION PARAMETERS: IPE 550

h=55.0 cm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=21.0 cm	Ay=82.51 cm2	Az=72.34 cm2	Ax=134.42 cm2
tw=1.1 cm	Iy=67116.50 cm4	Iz=2667.58 cm4	Ix=118.40 cm4
tf=1.7 cm	Wply=2787.21 cm3	Wplz=400.55 cm3	

INTERNAL FORCES AND CAPACITIES:

N,Ed = 57.00 kN	My,Ed = 207.98 kN*m	
Nc,Rd = 4771.77 kN	My,Ed,max = 252.00 kN*m	
Nb,Rd = 1551.21 kN	My,c,Rd = 989.46 kN*m	Vz,Ed = -24.04 kN

MN,y,Rd = 989.46 kN*m
Mb,Rd = 452.26 kN*m

Vz,c,Rd = 1482.70 kN

Class of section = 1

LATERAL BUCKLING PARAMETERS:

z = 1.00	Mcr = 543.36 kN*m	Curve,LT - c	XLT = 0.45
Lcr,upp=5.27 m	Lam_LT = 1.35	fi,LT = 1.42	XLT,mod = 0.46

BUCKLING PARAMETERS:

About y axis: About z axis:

Ly = 10.54 m	Lam_y = 0.62	Lz = 10.54 m	Lam_z = 1.55
Lcr,y = 10.54 m	Xy = 0.88	Lcr,z = 5.27 m	Xz = 0.33
Lamy = 47.17	kyy = 1.03	Lamz = 118.30	kzy = 0.54

VERIFICATION FORMULAS:

Section strength check:

N,Ed/Nc,Rd = 0.01 < 1.00 (6.2.4.(1))
My,Ed/My,c,Rd = 0.21 < 1.00 (6.2.5.(1))
Vz,Ed/Vz,c,Rd = 0.02 < 1.00 (6.2.6.(1))

Global stability check of member:

Lambda,y = 47.17 < Lambda,max = 210.00 Lambda,z = 118.30 < Lambda,max = 210.00 STABLE
My,Ed,max/Mb,Rd = 0.56 < 1.00 (6.3.2.1.(1))
N,Ed/(Xy*N,Rk/gM1) + kyy*My,Ed,max/(XLT*My,Rk/gM1) = 0.59 < 1.00 (6.3.3.(4))
N,Ed/(Xz*N,Rk/gM1) + kzy*My,Ed,max/(XLT*My,Rk/gM1) = 0.34 < 1.00 (6.3.3.(4))

LIMIT DISPLACEMENTS

Deflections (LOCAL SYSTEM):

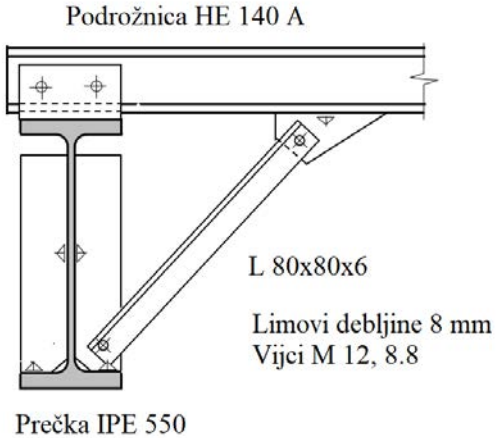
uy = 0.0 cm < uy max = L/200.00 = 5.3 cm Verified
Governing Load Case: 1 DL1
uz = 0.9 cm < uz max = L/200.00 = 5.3 cm Verified
Governing Load Case: 12 SLS /19/ 1*1.00 + 2*1.00 + 7*0.60

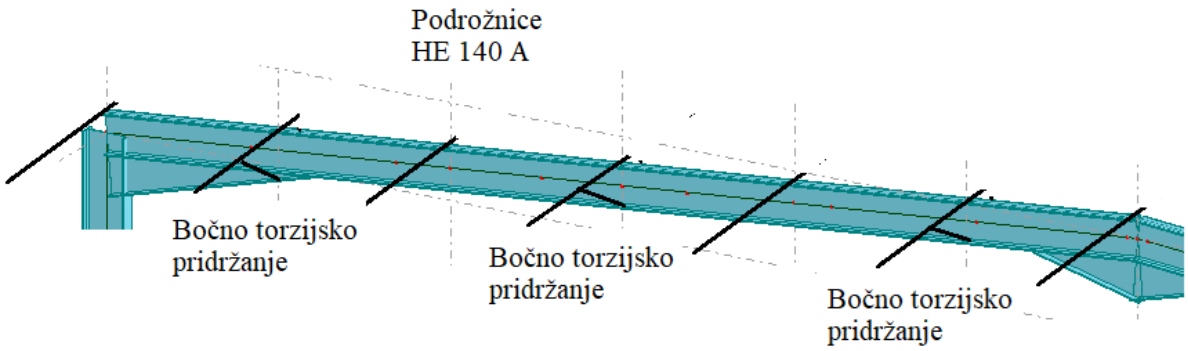
Displacements (GLOBAL SYSTEM): *Not analyzed*

Section OK !!!

Napomena:

- Prečka se izvodi s bočno torzijskim pridržanjima prema slici, pridržane su i gornja i donja pojasnica, na razmacima cca 5,00 m.





- **Ojačanje (konzervativno)**

STEEL DESIGN

CODE: *EN 1993-1:2005/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.*
ANALYSIS TYPE: Member Verification

CODE GROUP:
MEMBER: 8 Beam_8 **POINT:** 3 **COORDINATE:** x = 1.00 L = 3.01 m

---

LOADS:
Governing Load Case: 9 ULS /28/ 1*1.35 + 2*1.50 + 3*0.90

MATERIAL:
S 355 (S 355) fy = 355.00 MPa

SECTION PARAMETERS: IPE 550

h=110.0 cm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=21.0 cm	Ay=72.24 cm2	Az=118.28 cm2	Ax=229.68 cm2
tw=1.1 cm	Iy=330493.31 cm4	Iz=4001.06 cm4	Ix=176.15 cm4
tf=1.7 cm	Wely=5931.31 cm3	Welz=381.05 cm3	

INTERNAL FORCES AND CAPACITIES:

N,Ed = 62.83 kN	My,Ed = -463.35 kN*m	
Nc,Rd = 8153.53 kN	My,el,Rd = 2105.62 kN*m	
Nb,Rd = 4993.03 kN	My,c,Rd = 2105.62 kN*m	Vz,Ed = -100.18 kN
		Vz,c,Rd = 2424.29 kN
	Mb,Rd = 1362.45 kN*m	
		Class of section = 3

LATERAL BUCKLING PARAMETERS:

z = 1.00	Mcr = 2662.77 kN*m	Curve,LT - d	XLT = 0.63
Lcr,low=3.01 m	Lam_LT = 0.89	fi,LT = 0.98	XLT,mod = 0.65

BUCKLING PARAMETERS:

About y axis: About z axis:

Ly = 3.01 m	Lam_y = 0.13	Lz = 3.01 m	Lam_z = 0.88
Lcr,y = 3.01 m	Xy = 1.00	Lcr,z = 3.01 m	Xz = 0.61

Lamy = 10.24 kyy = 1.00 Lamz = 67.21 kzy = 1.00

VERIFICATION FORMULAS:

Section strength check:

My,Ed/My,c,Rd = 0.22 < 1.00 (6.2.5.(1))
N,Ed/Nc,Rd + My,Ed/My,c,Rd = 0.23 < 1.00 (6.2.1(7))
sqrt(Sig,x,Ed*^2 + 3*Tau,z,Ed^2)/(fy/gM0) = 0.22 < 1.00 (6.2.1.(5))
Vz,Ed/Vz,c,Rd = 0.04 < 1.00 (6.2.6.(1))

Global stability check of member:

Lambda,y = 10.24 < Lambda,max = 210.00 Lambda,z = 67.21 < Lambda,max = 210.00 STABLE
My,Ed/Mb,Rd = 0.34 < 1.00 (6.3.2.1.(1))
N,Ed/(Xy*N,Rk/gM1) + kyy*My,Ed/(XLT*My,Rk/gM1) = 0.35 < 1.00 (6.3.3.(4))
N,Ed/(Xz*N,Rk/gM1) + kzy*My,Ed/(XLT*My,Rk/gM1) = 0.35 < 1.00 (6.3.3.(4))

LIMIT DISPLACEMENTS

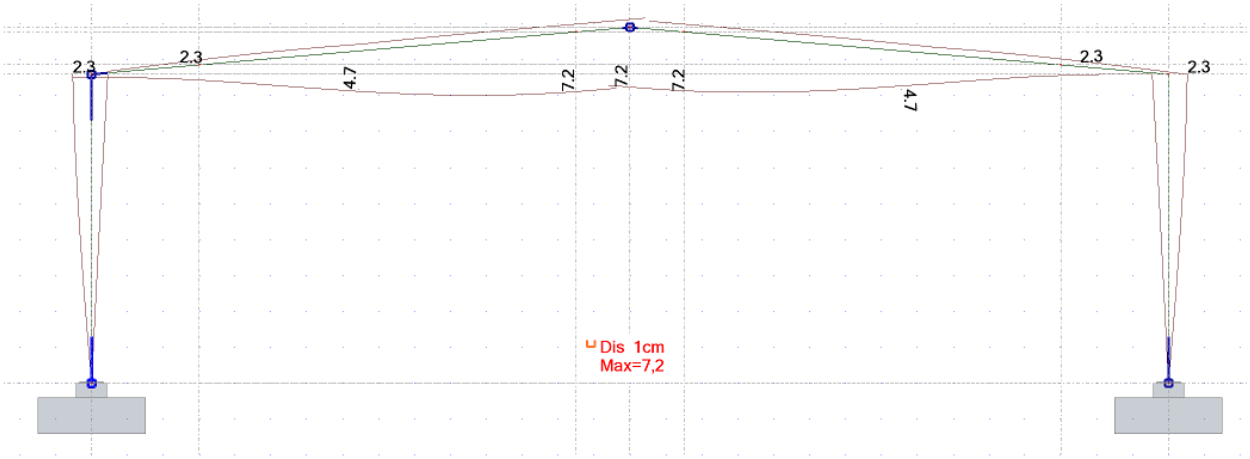
Deflections (LOCAL SYSTEM):

uy = 0.0 cm < uy max = L/200.00 = 1.5 cm Verified
Governing Load Case: 1 DL1
uz = 0.1 cm < uz max = L/200.00 = 1.5 cm Verified
Governing Load Case: 12 SLS /15/ 1*1.00 + 2*1.00 + 3*0.60

Displacements (GLOBAL SYSTEM): *Not analyzed*

Section OK !!!

- **Granično stanje uporabivosti**



Maximalni progib u sljemenu

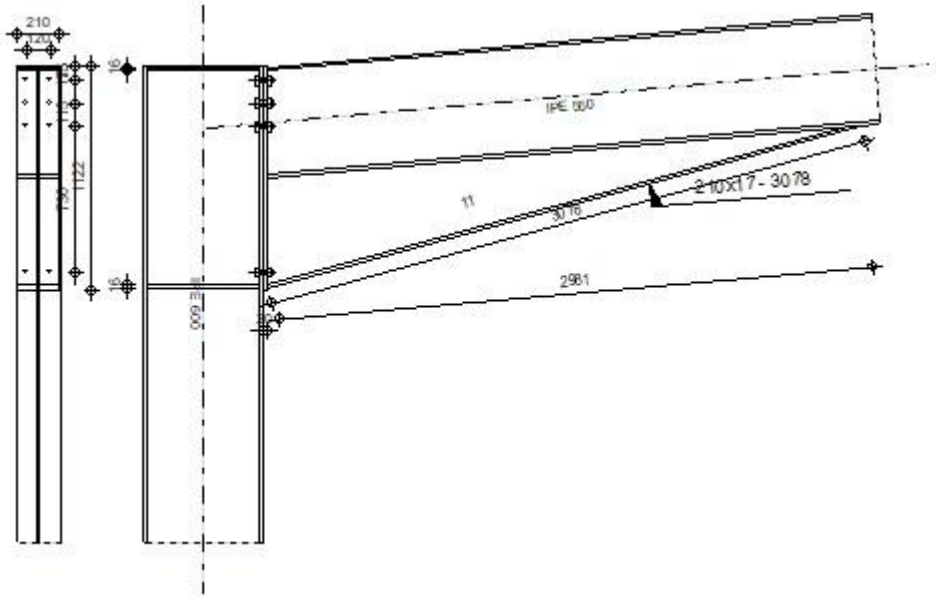
$$\delta_{max} = 7,2 \text{ cm} = \frac{L}{417} < \delta_{dop} = \frac{L}{200} = 15 \text{ cm}$$

Maximalni pomak u strehi

$$\delta_{max} = 2,3 \text{ cm} = \frac{H}{374} < \delta_{dop} = \frac{H}{300} = 2,87 \text{ cm}$$

Uvjet je zadovoljen.

Priključak stup-prečka, okvir u zabatu



General

Connection no.: 2
Connection name: Frame knee
Structure node: 2
Structure bars: 1, 3

Geometry

Column

Section: IPE 600
Bar no.: 1

α =	-90,0	[Deg]	Inclination angle
h_c =	600	[mm]	Height of column section
b_{fc} =	220	[mm]	Width of column section
t_{wc} =	12	[mm]	Thickness of the web of column section
t_{fc} =	19	[mm]	Thickness of the flange of column section
r_c =	24	[mm]	Radius of column section fillet
A_c =	155,98	[cm^2]	Cross-sectional area of a column
I_{xc} =	92083,40	[cm^4]	Moment of inertia of the column section
Material:	S 355		
f_{yc} =	355,00	[MPa]	Resistance

Beam

Section: IPE 550
Bar no.: 3

α =	5,0	[Deg]	Inclination angle
h_b =	550	[mm]	Height of beam section
b_f =	210	[mm]	Width of beam section
t_{wb} =	11	[mm]	Thickness of the web of beam section
t_{fb} =	17	[mm]	Thickness of the flange of beam section
r_b =	24	[mm]	Radius of beam section fillet
r_b =	24	[mm]	Radius of beam section fillet
A_b =	134,42	[cm^2]	Cross-sectional area of a beam
I_{xb} =	67116,50	[cm^4]	Moment of inertia of the beam section
Material:	S 355		
f_{yb} =	355,00	[MPa]	Resistance

Bolts

The shear plane passes through the UNTHREADED portion of the bolt.

d =	24	[mm]	Bolt diameter
Class =	8.8		Bolt class
F_{tRd} =	203,33	[kN]	Tensile resistance of a bolt
n_h =	2		Number of bolt columns
n_v =	4		Number of bolt rows
h_1 =	75	[mm]	Distance between first bolt and upper edge of front plate
Horizontal spacing e_i =	120 [mm]		
Vertical spacing p_i =	115;115;730 [mm]		

Plate

h_p =	1122	[mm]	Plate height
b_p =	210	[mm]	Plate width
t_p =	20	[mm]	Plate thickness
Material:	S 355		
f_{yp} =	355,00	[MPa]	Resistance

Lower stiffener

w_d =	210	[mm]	Plate width
t_{fd} =	17	[mm]	Flange thickness
h_d =	550	[mm]	Plate height
t_{wd} =	11	[mm]	Web thickness
l_d =	2981	[mm]	Plate length
α =	15,2	[Deg]	Inclination angle
Material:	Steel		
f_{ybu} =	235,00	[MPa]	Resistance

Column stiffener

Upper

h_{su} =	562	[mm]	Stiffener height
b_{su} =	104	[mm]	Stiffener width
t_{hu} =	16	[mm]	Stiffener thickness
Material:	Steel		
f_{ysu} =	235,00	[MPa]	Resistance

Lower

h_{sd} =	562	[mm]	Stiffener height
b_{sd} =	104	[mm]	Stiffener width
t_{hd} =	16	[mm]	Stiffener thickness
Material:	Steel		
f_{ysu} =	235,00	[MPa]	Resistance

Fillet welds

a_w =	8	[mm]	Web weld
a_f =	8	[mm]	Flange weld
a_s =	8	[mm]	Stiffener weld
a_{fd} =	5	[mm]	Horizontal weld

Material factors

γ_{M0} =	1,00	Partial safety factor	[2.2]
γ_{M1} =	1,00	Partial safety factor	[2.2]
γ_{M2} =	1,25	Partial safety factor	[2.2]
γ_{M3} =	1,25	Partial safety factor	[2.2]

Loads

Ultimate limit state

Case:	9: ULS /28/ 1*1.35 + 2*1.50 + 3*0.90		
$M_{b1,Ed}$ =	463,35	[kN*m]	Bending moment in the right beam
$V_{b1,Ed}$ =	105,27	[kN]	Shear force in the right beam
$N_{b1,Ed}$ =	-53,88	[kN]	Axial force in the right beam

$M_{b1,Ed}$ =	463,35	[kN*m]	Bending moment in the right beam
$M_{c1,Ed}$ =	463,35	[kN*m]	Bending moment in the lower column
$V_{c1,Ed}$ =	53,88	[kN]	Shear force in the lower column
$N_{c1,Ed}$ =	-105,27	[kN]	Axial force in the lower column

Results

Beam resistances

COMPRESSION

A_b = 134,42 [cm^2] Area EN1993-1-1:[6.2.4]

$N_{cb,Rd} = A_b f_{yb} / \gamma_{M0}$

$N_{cb,Rd}$ = 4771,77 [kN] Design compressive resistance of the section EN1993-1-1:[6.2.4]

SHEAR

A_{vb} = 133,39 [cm^2] Shear area EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]

$V_{cb,Rd} = A_{vb} (f_{yb} / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$

$V_{cb,Rd}$ = 2733,98 [kN] Design sectional resistance for shear EN1993-1-1:[6.2.6.(2)]

$V_{b1,Ed} / V_{cb,Rd} \leq 1,0$ 0,04 < 1,00 verified (0,04)

BENDING - PLASTIC MOMENT (WITHOUT BRACKETS)

W_{plb} = 2787,21 [cm^3] Plastic section modulus EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]

$M_{b,pl,Rd} = W_{plb} f_{yb} / \gamma_{M0}$

$M_{b,pl,Rd}$ = 989,46 [kN*m] Plastic resistance of the section for bending (without stiffeners) EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]

BENDING ON THE CONTACT SURFACE WITH PLATE OR CONNECTED ELEMENT

W_{pl} = 6017,62 [cm^3] Plastic section modulus EN1993-1-1:[6.2.5]

$M_{cb,Rd} = W_{pl} f_{yb} / \gamma_{M0}$

$M_{cb,Rd}$ = 2136,25 [kN*m] Design resistance of the section for bending EN1993-1-1:[6.2.5]

FLANGE AND WEB - COMPRESSION

$M_{cb,Rd}$ = 2136,25 [kN*m] Design resistance of the section for bending EN1993-1-1:[6.2.5]

h_f = 1085 [mm] Distance between the centroids of flanges [6.2.6.7.(1)]

$F_{c,fb,Rd} = M_{cb,Rd} / h_f$

$F_{c,fb,Rd}$ = 1969,72 [kN] Resistance of the compressed flange and web [6.2.6.7.(1)]

WEB OR BRACKET FLANGE - COMPRESSION - LEVEL OF THE BEAM BOTTOM FLANGE

Bearing:

β = 5,0 [Deg] Angle between the front plate and the beam

γ = 15,2 [Deg] Inclination angle of the bracket plate

$b_{eff,c,wb}$ = 325 [mm] Effective width of the web for compression [6.2.6.2.(1)]

A_{vb} = 72,34 [cm^2] Shear area EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]

ω = 0,87 Reduction factor for interaction with shear [6.2.6.2.(1)]

$\sigma_{com,Ed}$ = 165,42 [MPa] Maximum compressive stress in web [6.2.6.2.(2)]

k_{wc} = 1,00 Reduction factor conditioned by compressive stresses [6.2.6.2.(2)]

$F_{c,wb,Rd1} = [\omega k_{wc} b_{eff,c,wb} t_{wb} f_{yb} / \gamma_{M0}] \cos(\gamma) / \sin(\gamma - \beta)$

$F_{c,wb,Rd1}$ = 6038,31 [kN] Beam web resistance [6.2.6.2.(1)]

Buckling:

d_{wb} = 468 [mm] Height of compressed web [6.2.6.2.(1)]

λ_p = 1,35 Plate slenderness of an element [6.2.6.2.(1)]

ρ = 0,63 Reduction factor for element buckling [6.2.6.2.(1)]

$F_{c,wb,Rd2} = [\omega k_{wc} \rho b_{eff,c,wb} t_{wb} f_{yb} / \gamma_{M1}] \cos(\gamma) / \sin(\gamma - \beta)$

$F_{c,wb,Rd2}$ = 3818,76 [kN] Beam web resistance [6.2.6.2.(1)]

Resistance of the bracket flange

$F_{c,wb,Rd3} = b_b t_b f_{yb} / (0.8*\gamma_{M0})$

$F_{c,wb,Rd3}$ = 1602,83 [kN] Resistance of the bracket flange [6.2.6.7.(1)]

Final resistance:

$F_{c,wb,Rd,low} = \text{Min} (F_{c,wb,Rd1} , F_{c,wb,Rd2} , F_{c,wb,Rd3})$

$F_{c,wb,Rd,low}$ = 1602,83 [kN] Beam web resistance [6.2.6.2.(1)]

Column resistances

WEB PANEL - SHEAR

$M_{b1,Ed}$ =	463,35	[kN*m]	Bending moment (right beam)	[5.3.(3)]
$M_{b2,Ed}$ =	0,00	[kN*m]	Bending moment (left beam)	[5.3.(3)]
$V_{c1,Ed}$ =	53,88	[kN]	Shear force (lower column)	[5.3.(3)]
$V_{c2,Ed}$ =	0,00	[kN]	Shear force (upper column)	[5.3.(3)]
z =	971	[mm]	Lever arm	[6.2.5]

$V_{wp,Ed} = (M_{b1,Ed} - M_{b2,Ed}) / z - (V_{c1,Ed} - V_{c2,Ed}) / 2$

$V_{wp,Ed}$ =	450,41	[kN]	Shear force acting on the web panel	[5.3.(3)]
A_{vs} =	83,78	[cm^2]	Shear area of the column web	EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]
A_{vc} =	83,78	[cm^2]	Shear area	EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]
d_s =	1086	[mm]	Distance between the centroids of stiffeners	[6.2.6.1.(4)]
$M_{pl,fc,Rd}$ =	7,05	[kN*m]	Plastic resistance of the column flange for bending	[6.2.6.1.(4)]
$M_{pl,stu,Rd}$ =	3,31	[kN*m]	Plastic resistance of the upper transverse stiffener for bending	[6.2.6.1.(4)]
$M_{pl,stl,Rd}$ =	3,31	[kN*m]	Plastic resistance of the lower transverse stiffener for bending	[6.2.6.1.(4)]

$V_{wp,Rd} = 0.9 (A_{vs} * f_{y,wc}) / (\sqrt{3}\ \gamma_{M0}) + \mathrm{Min}(4\ M_{pl,fc,Rd} / d_s\ ,\ (2\ M_{pl,fc,Rd} + M_{pl,stu,Rd} + M_{pl,stl,Rd}) / d_s)$

$V_{wp,Rd}$ =	1564,58	[kN]	Resistance of the column web panel for shear	[6.2.6.1]
$V_{wp,Ed} / V_{wp,Rd} \leq 1,0$		0,29 < 1,00	verified	(0,29)

WEB - TRANSVERSE COMPRESSION - LEVEL OF THE BEAM BOTTOM FLANGE

Bearing:

t_{wc} =	12	[mm]	Effective thickness of the column web	[6.2.6.2.(6)]
$b_{eff,c,wc}$ =	295	[mm]	Effective width of the web for compression	[6.2.6.2.(1)]
A_{vc} =	83,78	[cm^2]	Shear area	EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]
ω =	0,90		Reduction factor for interaction with shear	[6.2.6.2.(1)]
$\sigma_{com,Ed}$ =	136,07	[MPa]	Maximum compressive stress in web	[6.2.6.2.(2)]
k_{wc} =	1,00		Reduction factor conditioned by compressive stresses	[6.2.6.2.(2)]
A_s =	33,28	[cm^2]	Area of the web stiffener	EN1993-1-1:[6.2.4]

$F_{c,wc,Rd1} = \omega\ k_{wc}\ b_{eff,c,wc}\ t_{wc}\ f_{yc} / \gamma_{M0} + A_s\ f_{ys} / \gamma_{M0}$

$F_{c,wc,Rd1}$ =	1915,67	[kN]	Column web resistance	[6.2.6.2.(1)]

Buckling:

d_{wc} =	514	[mm]	Height of compressed web	[6.2.6.2.(1)]
λ_p =	1,24		Plate slenderness of an element	[6.2.6.2.(1)]
ρ =	0,67		Reduction factor for element buckling	[6.2.6.2.(1)]
λ_s =	7,87		Stiffener slenderness	EN1993-1-1:[6.3.1.2]
χ_s =	1,00		Buckling coefficient of the stiffener	EN1993-1-1:[6.3.1.2]

$F_{c,wc,Rd2} = \omega\ k_{wc}\ \rho\ b_{eff,c,wc}\ t_{wc}\ f_{yc} / \gamma_{M1} + A_s\ \chi_s\ f_{ys} / \gamma_{M1}$

$F_{c,wc,Rd2}$ =	1546,62	[kN]	Column web resistance	[6.2.6.2.(1)]

Final resistance:

$F_{c,wc,Rd,low} = \mathrm{Min}\ (F_{c,wc,Rd1}\ ,\ F_{c,wc,Rd2})$

$F_{c,wc,Rd}$ =	1546,62	[kN]	Column web resistance	[6.2.6.2.(1)]

WEB - TRANSVERSE COMPRESSION - LEVEL OF THE BEAM TOP FLANGE

Bearing:

t_{wc} =	12	[mm]	Effective thickness of the column web	[6.2.6.2.(6)]
$b_{eff,c,wc}$ =	295	[mm]	Effective width of the web for compression	[6.2.6.2.(1)]
A_{vc} =	83,78	[cm^2]	Shear area	EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]
ω =	0,90		Reduction factor for interaction with shear	[6.2.6.2.(1)]
$\sigma_{com,Ed}$ =	136,07	[MPa]	Maximum compressive stress in web	[6.2.6.2.(2)]
k_{wc} =	1,00		Reduction factor conditioned by compressive stresses	[6.2.6.2.(2)]
A_s =	33,28	[cm^2]	Area of the web stiffener	EN1993-1-1:[6.2.4]

$F_{c,wc,Rd1} = \omega\ k_{wc}\ b_{eff,c,wc}\ t_{wc}\ f_{yc} / \gamma_{M0} + A_s\ f_{ys} / \gamma_{M0}$

$F_{c,wc,Rd1}$ =	1913,92	[kN]	Column web resistance	[6.2.6.2.(1)]

Buckling:

d_{wc} =	514	[mm]	Height of compressed web	[6.2.6.2.(1)]
λ_p =	1,24		Plate slenderness of an element	[6.2.6.2.(1)]
ρ =	0,67		Reduction factor for element buckling	[6.2.6.2.(1)]
λ_s =	7,87		Stiffener slenderness	EN1993-1-1:[6.3.1.2]
χ_s =	1,00		Buckling coefficient of the stiffener	EN1993-1-1:[6.3.1.2]

$F_{c,wc,Rd2} = \omega\ k_{wc}\ \rho\ b_{eff,c,wc}\ t_{wc}\ f_{yc} / \gamma_{M1} + A_s\ \chi_s\ f_{ys} / \gamma_{M1}$

$F_{c,wc,Rd2}$ =	1546,02	[kN]	Column web resistance	[6.2.6.2.(1)]

Final resistance:

$F_{c,wc,Rd,upp}$ = Min ($F_{c,wc,Rd1}$, $F_{c,wc,Rd2}$)

$F_{c,wc,Rd,upp}$ = 1546,02 [kN] Column web resistance [6.2.6.2.(1)]

Geometrical parameters of a connection

EFFECTIVE LENGTHS AND PARAMETERS - COLUMN FLANGE

Nr	m	m_x	e	e_x	p	$l_{eff,cp}$	$l_{eff,nc}$	$l_{eff,1}$	$l_{eff,2}$	$l_{eff,cp,g}$	$l_{eff,nc,g}$	$l_{eff,1,g}$	$l_{eff,2,g}$
1	35	-	50	-	115	219	221	219	221	224	178	178	178
2	35	-	50	-	115	219	202	202	202	230	115	115	115
3	35	-	50	-	423	219	202	202	202	845	423	423	423
4	35	-	50	-	730	219	212	212	212	839	477	477	477

EFFECTIVE LENGTHS AND PARAMETERS - FRONT PLATE

Nr	m	m_x	e	e_x	p	$l_{eff,cp}$	$l_{eff,nc}$	$l_{eff,1}$	$l_{eff,2}$	$l_{eff,cp,g}$	$l_{eff,nc,g}$	$l_{eff,1,g}$	$l_{eff,2,g}$
1	45	-	45	-	115	285	273	273	273	258	211	211	211
2	45	-	45	-	115	285	238	238	238	230	115	115	115
3	45	-	45	-	423	285	238	238	238	845	423	423	423
4	45	-	45	-	730	285	238	238	238	873	484	484	484

m – Bolt distance from the web

m_x – Bolt distance from the beam flange

e – Bolt distance from the outer edge

e_x – Bolt distance from the horizontal outer edge

p – Distance between bolts

$l_{eff,cp}$ – Effective length for a single bolt in the circular failure mode

$l_{eff,nc}$ – Effective length for a single bolt in the non-circular failure mode

$l_{eff,1}$ – Effective length for a single bolt for mode 1

$l_{eff,2}$ – Effective length for a single bolt for mode 2

$l_{eff,cp,g}$ – Effective length for a group of bolts in the circular failure mode

$l_{eff,nc,g}$ – Effective length for a group of bolts in the non-circular failure mode

$l_{eff,1,g}$ – Effective length for a group of bolts for mode 1

$l_{eff,2,g}$ – Effective length for a group of bolts for mode 2

Connection resistance for compression

$N_{j,Rd}$ = Min ($N_{cb,Rd}$2 $F_{c,wb,Rd,low}$, 2 $F_{c,wc,Rd,low}$, 2 $F_{c,wc,Rd,upp}$)

$N_{j,Rd}$ = 3092,05 [kN] Connection resistance for compression [6.2]

$N_{b1,Ed} / N_{j,Rd} \leq 1,0$ 0,02 < 1,00 verified (0,02)

Connection resistance for bending

$F_{t,Rd}$ = 203,33 [kN] Bolt resistance for tension [Table 3.4]

$B_{p,Rd}$ = 484,78 [kN] Punching shear resistance of a bolt [Table 3.4]

$F_{t,fc,Rd}$ – column flange resistance due to bending

$F_{t,wc,Rd}$ – column web resistance due to tension

$F_{t,ep,Rd}$ – resistance of the front plate due to bending

$F_{t,wb,Rd}$ – resistance of the web in tension

$F_{t,fc,Rd}$ = Min ($F_{T,1,fc,Rd}$, $F_{T,2,fc,Rd}$, $F_{T,3,fc,Rd}$) [6.2.6.4] , [Tab.6.2]

$F_{t,wc,Rd} = \omega\ b_{eff,t,wc}\ t_{wc}\ f_{yc} / \gamma_{M0}$ [6.2.6.3.(1)]

$F_{t,ep,Rd}$ = Min ($F_{T,1,ep,Rd}$, $F_{T,2,ep,Rd}$, $F_{T,3,ep,Rd}$) [6.2.6.5] , [Tab.6.2]

$F_{t,wb,Rd} = b_{eff,t,wb}\ t_{wb}\ f_{yb} / \gamma_{M0}$ [6.2.6.8.(1)]

RESISTANCE OF THE BOLT ROW NO. 1

$F_{t1,Rd,comp}$ - Formula	$F_{t1,Rd,comp}$	Component
$F_{t1,Rd}$ = Min ($F_{t1,Rd,comp}$)	406,66	Bolt row resistance
$F_{t,fc,Rd(1)}$ = 406,66	406,66	Column flange - tension
$F_{t,wc,Rd(1)}$ = 877,22	877,22	Column web - tension
$F_{t,ep,Rd(1)}$ = 406,66	406,66	Front plate - tension
$F_{t,wb,Rd(1)}$ = 1074,11	1074,11	Beam web - tension

$F_{t1,Rd,comp}$ - Formula	**$F_{t1,Rd,comp}$**	**Component**
$B_{p,Rd}$ = 969,56	969,56	Bolts due to shear punching
$V_{wp,Rd}/\beta$ = 1564,58	1564,58	Web panel - shear
$F_{c,wc,Rd}$ = 1546,62	1546,62	Column web - compression
$F_{c,fb,Rd}$ = 1969,72	1969,72	Beam flange - compression
$F_{c,wb,Rd}$ = 1602,83	1602,83	Beam web - compression

RESISTANCE OF THE BOLT ROW NO. 2

$F_{t2,Rd,comp}$ - Formula	**$F_{t2,Rd,comp}$**	**Component**
$F_{t2,Rd}$ = Min ($F_{t2,Rd,comp}$)	254,37	Bolt row resistance
$F_{t,fc,Rd(2)}$ = 390,98	390,98	Column flange - tension
$F_{t,wc,Rd(2)}$ = 816,11	816,11	Column web - tension
$F_{t,ep,Rd(2)}$ = 389,24	389,24	Front plate - tension
$F_{t,wb,Rd(2)}$ = 937,23	937,23	Beam web - tension
$B_{p,Rd}$ = 969,56	969,56	Bolts due to shear punching
$V_{wp,Rd}/\beta$ - $\sum_1^1 F_{ti,Rd}$ = 1564,58 - 406,66	1157,92	Web panel - shear
$F_{c,wc,Rd}$ - $\sum_1^1 F_{ti,Rd}$ = 1546,62 - 406,66	1139,96	Column web - compression
$F_{c,fb,Rd}$ - $\sum_1^1 F_{ti,Rd}$ = 1969,72 - 406,66	1563,06	Beam flange - compression
$F_{c,wb,Rd}$ - $\sum_1^1 F_{ti,Rd}$ = 1602,83 - 406,66	1196,17	Beam web - compression
$F_{t,fc,Rd(2+1)}$ - $\sum_1^1 F_{ti,Rd}$ = 691,51 - 406,66	284,86	Column flange - tension - group
$F_{t,wc,Rd(2+1)}$ - $\sum_1^1 F_{ti,Rd}$ = 1125,53 - 406,66	718,88	Column web - tension - group
$F_{t,ep,Rd(2+1)}$ - $\sum_1^1 F_{ti,Rd}$ = 661,03 - 406,66	254,37	Front plate - tension - group
$F_{t,wb,Rd(2+1)}$ - $\sum_1^1 F_{ti,Rd}$ = 1285,23 - 406,66	878,58	Beam web - tension - group

RESISTANCE OF THE BOLT ROW NO. 3

$F_{t3,Rd,comp}$ - Formula	**$F_{t3,Rd,comp}$**	**Component**
$F_{t3,Rd}$ = Min ($F_{t3,Rd,comp}$)	389,24	Bolt row resistance
$F_{t,fc,Rd(3)}$ = 390,98	390,98	Column flange - tension
$F_{t,wc,Rd(3)}$ = 816,11	816,11	Column web - tension
$F_{t,ep,Rd(3)}$ = 389,24	389,24	Front plate - tension
$F_{t,wb,Rd(3)}$ = 937,23	937,23	Beam web - tension
$B_{p,Rd}$ = 969,56	969,56	Bolts due to shear punching
$V_{wp,Rd}/\beta$ - $\sum_1^2 F_{ti,Rd}$ = 1564,58 - 661,03	903,55	Web panel - shear
$F_{c,wc,Rd}$ - $\sum_1^2 F_{ti,Rd}$ = 1546,62 - 661,03	885,59	Column web - compression
$F_{c,fb,Rd}$ - $\sum_1^2 F_{tj,Rd}$ = 1969,72 - 661,03	1308,69	Beam flange - compression
$F_{c,wb,Rd}$ - $\sum_1^2 F_{tj,Rd}$ = 1602,83 - 661,03	941,80	Beam web - compression
$F_{t,fc,Rd(3+2)}$ - $\sum_2^2 F_{tj,Rd}$ = 813,31 - 254,37	558,94	Column flange - tension - group
$F_{t,wc,Rd(3+2)}$ - $\sum_2^2 F_{ti,Rd}$ = 1720,87 - 254,37	1466,49	Column web - tension - group
$F_{t,fc,Rd(3+2+1)}$ - $\sum_2^1 F_{tj,Rd}$ = 1219,97 - 661,03	558,94	Column flange - tension - group
$F_{t,wc,Rd(3+2+1)}$ - $\sum_2^1 F_{tj,Rd}$ = 1981,76 - 661,03	1320,73	Column web - tension - group
$F_{t,ep,Rd(3+2)}$ - $\sum_2^2 F_{tj,Rd}$ = 813,31 - 254,37	558,94	Front plate - tension - group
$F_{t,wb,Rd(3+2)}$ - $\sum_2^2 F_{tj,Rd}$ = 2118,02 - 254,37	1863,65	Beam web - tension - group
$F_{t,ep,Rd(3+2+1)}$ - $\sum_2^1 F_{tj,Rd}$ = 1195,29 - 661,03	534,26	Front plate - tension - group
$F_{t,wb,Rd(3+2+1)}$ - $\sum_2^1 F_{tj,Rd}$ = 2950,09 - 661,03	2289,07	Beam web - tension - group

Additional reduction of the bolt row resistance

$F_{t3,Rd} = F_{t1,Rd}\ h_3/h_1$

$F_{t3,Rd}$ = 315,69 [kN] Reduced bolt row resistance [6.2.7.2.(9)]

RESISTANCE OF THE BOLT ROW NO. 4

$F_{t4,Rd,comp}$ - Formula	**$F_{t4,Rd,comp}$**	**Component**
$F_{t4,Rd}$ = Min ($F_{t4,Rd,comp}$)	389,24	Bolt row resistance
$F_{t,fc,Rd(4)}$ = 399,71	399,71	Column flange - tension
$F_{t,wc,Rd(4)}$ = 854,75	854,75	Column web - tension
$F_{t,ep,Rd(4)}$ = 389,24	389,24	Front plate - tension
$F_{t,wb,Rd(4)}$ = 937,23	937,23	Beam web - tension
$B_{p,Rd}$ = 969,56	969,56	Bolts due to shear punching
$V_{wp,Rd}/\beta$ - $\sum_1^3 F_{ti,Rd}$ = 1564,58 - 976,72	587,86	Web panel - shear

$F_{t4,Rd,comp}$ - Formula	$F_{t4,Rd,comp}$	Component
$F_{c,wc,Rd} - \sum_1^3 F_{ti,Rd}$ = 1546,62 - 976,72	569,90	Column web - compression
$F_{c,fb,Rd} - \sum_1^3 F_{ti,Rd}$ = 1969,72 - 976,72	993,00	Beam flange - compression
$F_{c,wb,Rd} - \sum_1^3 F_{ti,Rd}$ = 1602,83 - 976,72	626,11	Beam web - compression
$F_{t,fc,Rd(4+3)} - \sum_3^3 F_{ti,Rd}$ = 813,31 - 315,69	497,62	Column flange - tension - group
$F_{t,wc,Rd(4+3)} - \sum_3^3 F_{tj,Rd}$ = 2156,02 - 315,69	1840,33	Column web - tension - group
$F_{t,fc,Rd(4+3+2)} - \sum_3^2 F_{ti,Rd}$ = 1219,97 - 570,06	649,91	Column flange - tension - group
$F_{t,wc,Rd(4+3+2)} - \sum_3^2 F_{ti,Rd}$ = 2233,06 - 570,06	1663,00	Column web - tension - group
$F_{t,fc,Rd(4+3+2+1)} - \sum_3^1 F_{ti,Rd}$ = 1626,62 - 976,72	649,91	Column flange - tension - group
$F_{t,wc,Rd(4+3+2+1)} - \sum_3^1 F_{ti,Rd}$ = 2320,33 - 976,72	1343,62	Column web - tension - group
$F_{t,ep,Rd(4+3)} - \sum_3^3 F_{ti,Rd}$ = 813,31 - 315,69	497,62	Front plate - tension - group
$F_{t,wb,Rd(4+3)} - \sum_3^3 F_{ti,Rd}$ = 3571,76 - 315,69	3256,07	Beam web - tension - group
$F_{t,ep,Rd(4+3+2)} - \sum_3^2 F_{ti,Rd}$ = 1219,97 - 570,06	649,91	Front plate - tension - group
$F_{t,wb,Rd(4+3+2)} - \sum_3^2 F_{tj,Rd}$ = 4024,92 - 570,06	3454,86	Beam web - tension - group
$F_{t,ep,Rd(4+3+2+1)} - \sum_3^1 F_{ti,Rd}$ = 1626,62 - 976,72	649,91	Front plate - tension - group
$F_{t,wb,Rd(4+3+2+1)} - \sum_3^1 F_{ti,Rd}$ = 4856,99 - 976,72	3880,28	Beam web - tension - group

Additional reduction of the bolt row resistance

$F_{t4,Rd} = F_{t1,Rd}\, h_4/h_1$

$F_{t4,Rd}$ = 26,97 [kN] Reduced bolt row resistance [6.2.7.2.(9)]

SUMMARY TABLE OF FORCES

Nr	h_i	$F_{ti,Rd}$	$F_{t,fc,Rd}$	$F_{t,wc,Rd}$	$F_{t,ep,Rd}$	$F_{t,wb,Rd}$	$F_{t,Rd}$	$B_{p,Rd}$
1	1028	406,66	406,66	877,22	406,66	1074,11	406,66	969,56
2	913	254,37	390,98	816,11	389,24	937,23	406,66	969,56
3	798	315,69	390,98	816,11	389,24	937,23	406,66	969,56
4	68	26,97	399,71	854,75	389,24	937,23	406,66	969,56

CONNECTION RESISTANCE FOR BENDING $M_{i,Rd}$

$M_{j,Rd} = \sum h_i\, F_{ti,Rd}$

$M_{j,Rd}$ = 904,22 [kN*m] Connection resistance for bending [6.2]

$M_{b1,Ed} / M_{i,Rd} \le 1,0$ 0,51 < 1,00 verified (0,51)

Connection resistance for shear

α_v = 0,60 Coefficient for calculation of $F_{v,Rd}$ [Table 3.4]

β_{Lf} = 0,88 Reduction factor for long connections [3.8]

$F_{v,Rd}$ = 152,00 [kN] Shear resistance of a single bolt [Table 3.4]

$F_{t,Rd,max}$ = 203,33 [kN] Tensile resistance of a single bolt [Table 3.4]

$F_{b,Rd,int}$ = 428,64 [kN] Bearing resistance of an intermediate bolt [Table 3.4]

$F_{b,Rd,ext}$ = 412,15 [kN] Bearing resistance of an outermost bolt [Table 3.4]

Nr	$F_{ti.Rd.N}$	$F_{ti.Ed.N}$	$F_{ti.Rd.M}$	$F_{ti.Ed.M}$	$F_{ti.Ed}$	$F_{vi.Rd}$
1	406,66	-13,47	406,66	208,38	194,91	199,92
2	406,66	-13,47	254,37	130,35	116,88	241,59
3	406,66	-13,47	315,69	161,77	148,30	224,82
4	406,66	-13,47	26,97	13,82	0,35	303,82

$F_{ti,Rd,N}$ – Bolt row resistance for simple tension

$F_{ti,Ed,N}$ – Force due to axial force in a bolt row

$F_{ti,Rd,M}$ – Bolt row resistance for simple bending

$F_{ti,Ed,M}$ – Force due to moment in a bolt row

$F_{ti,Ed}$ – Maximum tensile force in a bolt row

$F_{vj,Rd}$ – Reduced bolt row resistance

$F_{ti,Ed,N} = N_{i,Ed}\, F_{ti,Rd,N} / N_{i,Rd}$

$F_{ti,Ed,M} = M_{i,Ed}\, F_{ti,Rd,M} / M_{i,Rd}$

$F_{ti,Ed} = F_{ti,Ed,N} + F_{ti,Ed,M}$

$F_{vi,Rd} = \text{Min}\,(n_h\, F_{v,Ed}\,(1 - F_{ti,Ed}/(1.4\, n_h\, F_{t,Rd,max}),\, n_h\, F_{v,Rd}\,,\, n_h\, F_{b,Rd}))$

$V_{i,Rd} = n_h \sum_1^n F_{vi,Rd}$ [Table 3.4]

$V_{i,Rd}$ = 970,15 [kN] Connection resistance for shear [Table 3.4]

$V_{b1,Ed} / V_{i,Rd} \le 1,0$ 0,11 < 1,00 verified (0,11)

Weld resistance

A_w =	247,26	[cm^2]	Area of all welds	[4.5.3.2(2)]
A_{wy} =	87,01	[cm^2]	Area of horizontal welds	[4.5.3.2(2)]
A_{wz} =	160,25	[cm^2]	Area of vertical welds	[4.5.3.2(2)]
I_{wy} =	329441,59	[cm^4]	Moment of inertia of the weld arrangement with respect to the hor. axis	[4.5.3.2(5)]
$\sigma_{\perp max}=\tau_{\perp max}$ =	-57,87	[MPa]	Normal stress in a weld	[4.5.3.2(5)]
$\sigma_\perp=\tau_\perp$ =	-55,63	[MPa]	Stress in a vertical weld	[4.5.3.2(5)]
τ_{II} =	6,57	[MPa]	Tangent stress	[4.5.3.2(5)]
β_w =	0,90		Correlation coefficient	[4.5.3.2(7)]

$\sqrt{[\sigma_{\perp max}^2 + 3*(\tau_{\perp max}^2)]} \le f_u/(\beta_w*\gamma_{M2})$	115,74 < 417,78	verified	(0,28)
$\sqrt{[\sigma_\perp^2 + 3*(\tau_\perp^2+\tau_{II}^2)]} \le f_u/(\beta_w*\gamma_{M2})$	111,83 < 417,78	verified	(0,27)
$\sigma_\perp \le 0.9*f_u/\gamma_{M2}$	57,87 < 338,40	verified	(0,17)

Connection stiffness

t_{wash} =	5	[mm]	Washer thickness	[6.2.6.3.(2)]
h_{head} =	17	[mm]	Bolt head height	[6.2.6.3.(2)]
h_{nut} =	24	[mm]	Bolt nut height	[6.2.6.3.(2)]
L_b =	70	[mm]	Bolt length	[6.2.6.3.(2)]
k_{10} =	8	[mm]	Stiffness coefficient of bolts	[6.3.2.(1)]

STIFFNESSES OF BOLT ROWS

Nr	hj	k_3	k_4	k_5	$k_{eff,i}$	$k_{eff,i}\ h_i$	$k_{eff,i}\ h_i^2$
					Sum	43,56	3896,75
1	1028	3	26	16	2	17,16	1764,51
2	913	2	17	9	1	10,41	950,63
3	798	3	30	18	2	14,69	1172,75
4	68	3	31	18	2	1,30	8,86

$k_{eff,i} = 1 / (\sum_3^5 (1 / k_{i,i}))$ [6.3.3.1.(2)]

$z_{eq} = \sum_i k_{eff,i}\ h_i^2 / \sum_i k_{eff,i}\ h_i$

z_{eq} = 895 [mm] Equivalent force arm [6.3.3.1.(3)]

$k_{eq} = \sum_i k_{eff,i}\ h_i / z_{eq}$

k_{eq} = 5 [mm] Equivalent stiffness coefficient of a bolt arrangement [6.3.3.1.(1)]

A_{vc} =	83,78	[cm^2]	Shear area	EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]
β =	1,00		Transformation parameter	[5.3.(7)]
z =	895	[mm]	Lever arm	[6.2.5]
k_1 =	4	[mm]	Stiffness coefficient of the column web panel subjected to shear	[6.3.2.(1)]
k_2 =			Stiffness coefficient of the compressed column web	[6.3.2.(1)]

$S_{j,ini} = E\ z_{eq}^2 / \sum_i (1 / k_1 + 1 / k_2 + 1 / k_{eq})$ [6.3.1.(4)]

$S_{j,ini}$ = 345531,45 [kN*m] Initial rotational stiffness [6.3.1.(4)]

μ = 1,00 Stiffness coefficient of a connection [6.3.1.(6)]

$S_j = S_{j,ini} / \mu$ [6.3.1.(4)]

S_j = 345531,45 [kN*m] Final rotational stiffness [6.3.1.(4)]

Connection classification due to stiffness.

$S_{j,rig}$ =	1170085,04	[kN*m]	Stiffness of a rigid connection	[5.2.2.5]
$S_{j,pin}$ =	23401,70	[kN*m]	Stiffness of a pinned connection	[5.2.2.5]

$S_{j,pin} \le S_{j,ini} < S_{j,rig}$ SEMI-RIGID

Weakest component:

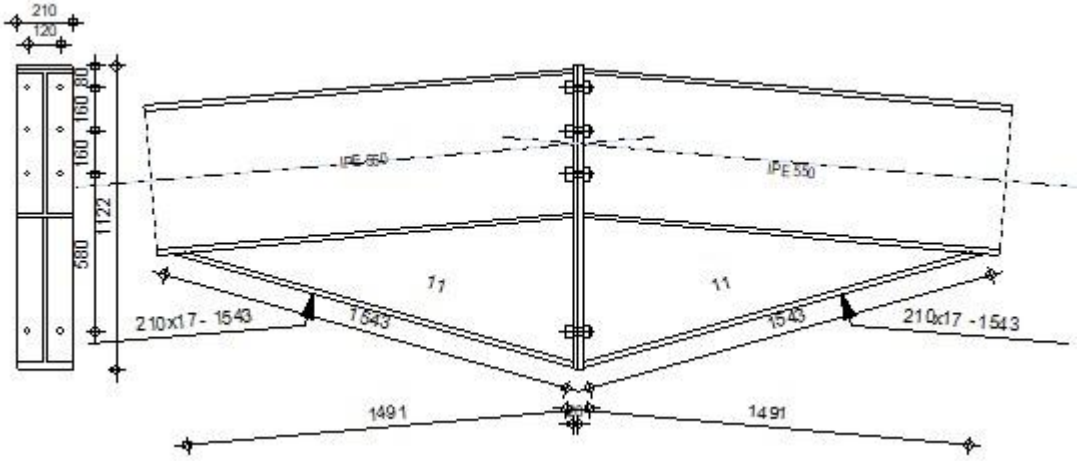
FRONT PLATE - TENSION

Remarks

Bolts vertical spacing is too large. 730 [mm] > 200 [mm]

Connection conforms to the code	Ratio	0,51

Priključak prečka-prečka, okvir u zabatu



General

Connection no.: 3
Connection name: Beam-Beam
Structure node: 7
Structure bars: 5, 6

Geometry

Left side

Beam

Section:			IPE 550
Bar no.:			5
α =	-175,0	[Deg]	Inclination angle
h_{bl} =	550	[mm]	Height of beam section
b_{fbl} =	210	[mm]	Width of beam section
t_{wbl} =	11	[mm]	Thickness of the web of beam section
t_{fbl} =	17	[mm]	Thickness of the flange of beam section
r_{bl} =	24	[mm]	Radius of beam section fillet
A_{bl} =	134,42	[cm^2]	Cross-sectional area of a beam
I_{xbl} =	67116,50	[cm^4]	Moment of inertia of the beam section
Material:	S 355		
f_{yb} =	355,00	[MPa]	Resistance

Right side

Beam

Section:			IPE 550
Bar no.:			6
α =	-5,0	[Deg]	Inclination angle
h_{br} =	550	[mm]	Height of beam section
b_{fbr} =	210	[mm]	Width of beam section
t_{wbr} =	11	[mm]	Thickness of the web of beam section
t_{fbr} =	17	[mm]	Thickness of the flange of beam section
r_{br} =	24	[mm]	Radius of beam section fillet
A_{br} =	134,42	[cm^2]	Cross-sectional area of a beam
I_{xbr} =	67116,50	[cm^4]	Moment of inertia of the beam section
Material:	S 355		
f_{yb} =	355,00	[MPa]	Resistance

Bolts

The shear plane passes through the UNTHREADED portion of the bolt.

d =	24	[mm]	Bolt diameter
Class =	8.8		Bolt class
F_{tRd} =	203,33	[kN]	Tensile resistance of a bolt
n_h =	2		Number of bolt columns
n_v =	4		Number of bolt rows
h_1 =	80	[mm]	Distance between first bolt and upper edge of front plate
Horizontal spacing e_i =	120 [mm]		
Vertical spacing p_i =	160;160;580 [mm]		

Plate

h_{pr} =	1122	[mm]	Plate height
b_{pr} =	210	[mm]	Plate width
t_{pr} =	20	[mm]	Plate thickness
Material:	Steel		
f_{ypr} =	235,00	[MPa]	Resistance

Lower stiffener

w_{rd} =	210	[mm]	Plate width
t_{frd} =	17	[mm]	Flange thickness
h_{rd} =	550	[mm]	Plate height
t_{wrd} =	11	[mm]	Web thickness
l_{rd} =	1491	[mm]	Plate length
α_d =	15,8	[Deg]	Inclination angle
Material:	Steel		
f_{ybu} =	235,00	[MPa]	Resistance

Fillet welds

a_w =	8	[mm]	Web weld
a_f =	8	[mm]	Flange weld
a_{fd} =	5	[mm]	Horizontal weld

Material factors

γ_{M0} =	1,00	Partial safety factor	[2.2]
γ_{M1} =	1,00	Partial safety factor	[2.2]
γ_{M2} =	1,25	Partial safety factor	[2.2]
γ_{M3} =	1,25	Partial safety factor	[2.2]

Loads

Ultimate limit state

Case: 9: ULS /28/ 1*1.35 + 2*1.50 + 3*0.90

$M_{b1,Ed}$ =	-252,36	[kN*m]	Bending moment in the right beam
$N_{b1,Ed}$ =	-54,69	[kN]	Axial force in the right beam

Results

Beam resistances

COMPRESSION

A_b = 134,42 [cm^2] Area — EN1993-1-1:[6.2.4]

$N_{cb,Rd} = A_b f_{yb} / \gamma_{M0}$

$N_{cb,Rd}$ = 4771,77 [kN] Design compressive resistance of the section — EN1993-1-1:[6.2.4]

BENDING - PLASTIC MOMENT (WITHOUT BRACKETS)

W_{plb} = 2787,21 [cm^3] Plastic section modulus — EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]

$M_{b,pl,Rd} = W_{plb} f_{yb} / \gamma_{M0}$

$M_{b,pl,Rd}$ = 989,46 [kN*m] Plastic resistance of the section for bending (without stiffeners) — EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]

BENDING ON THE CONTACT SURFACE WITH PLATE OR CONNECTED ELEMENT

W_{pl} = 6022,75 [cm^3] Plastic section modulus — EN1993-1-1:[6.2.5]

$M_{cb,Rd} = W_{pl} f_{yb} / \gamma_{M0}$

$M_{cb,Rd}$ = 2138,08 [kN*m] Design resistance of the section for bending EN1993-1-1:[6.2.5]

FLANGE AND WEB - COMPRESSION

$M_{cb,Rd}$ = 2138,08 [kN*m] Design resistance of the section for bending EN1993-1-1:[6.2.5]
h_f = 1085 [mm] Distance between the centroids of flanges [6.2.6.7.(1)]
$F_{c,fb,Rd} = M_{cb,Rd} / h_f$
$F_{c,fb,Rd}$ = 1971,44 [kN] Resistance of the compressed flange and web [6.2.6.7.(1)]

WEB OR BRACKET FLANGE - COMPRESSION - LEVEL OF THE BEAM BOTTOM FLANGE

Bearing:
β = 5,0 [Deg] Angle between the front plate and the beam
γ = 15,8 [Deg] Inclination angle of the bracket plate
$b_{eff,c,wb}$ = 277 [mm] Effective width of the web for compression [6.2.6.2.(1)]
A_{vb} = 72,34 [cm^2] Shear area EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]
ω = 0,90 Reduction factor for interaction with shear [6.2.6.2.(1)]
$\sigma_{com,Ed}$ = 0,00 [MPa] Maximum compressive stress in web [6.2.6.2.(2)]
k_{wc} = 1,00 Reduction factor conditioned by compressive stresses [6.2.6.2.(2)]
$F_{c,wb,Rd1} = [\omega\, k_{wc}\, b_{eff,c,wb}\, t_{wb}\, f_{yb} / \gamma_{M0}] \cos(\gamma) / \sin(\gamma - \beta)$
$F_{c,wb,Rd1}$ = 2662,78 [kN] Beam web resistance [6.2.6.2.(1)]
Buckling:
d_{wb} = 468 [mm] Height of compressed web [6.2.6.2.(1)]
λ_p = 1,24 Plate slenderness of an element [6.2.6.2.(1)]
ρ = 0,68 Reduction factor for element buckling [6.2.6.2.(1)]
$F_{c,wb,Rd2} = [\omega\, k_{wc}\, \rho\, b_{eff,c,wb}\, t_{wb}\, f_{yb} / \gamma_{M1}] \cos(\gamma) / \sin(\gamma - \beta)$
$F_{c,wb,Rd2}$ = 1797,99 [kN] Beam web resistance [6.2.6.2.(1)]
Resistance of the bracket flange
$F_{c,wb,Rd3} = b_b\, t_b\, f_{yb} / (0.8 * \gamma_{M0})$
$F_{c,wb,Rd3}$ = 1602,83 [kN] Resistance of the bracket flange [6.2.6.7.(1)]
Final resistance:
$F_{c,wb,Rd,low} = \text{Min}\,(F_{c,wb,Rd1}\,,\, F_{c,wb,Rd2}\,,\, F_{c,wb,Rd3})$
$F_{c,wb,Rd,low}$ = 1602,83 [kN] Beam web resistance [6.2.6.2.(1)]

Geometrical parameters of a connection

EFFECTIVE LENGTHS AND PARAMETERS - FRONT PLATE

Nr	m	m_x	e	e_x	p	$l_{eff,cp}$	$l_{eff,nc}$	$l_{eff,1}$	$l_{eff,2}$	$l_{eff,cp,g}$	$l_{eff,nc,g}$	$l_{eff,1,g}$	$l_{eff,2,g}$
1	45	-	45	-	580	285	242	242	242	723	413	413	413
2	45	-	45	-	370	285	238	238	238	740	370	370	370
3	45	-	45	-	160	285	238	238	238	320	160	160	160
4	45	-	45	-	160	285	238	238	238	303	199	199	199

m – Bolt distance from the web
m_x – Bolt distance from the beam flange
e – Bolt distance from the outer edge
e_x – Bolt distance from the horizontal outer edge
p – Distance between bolts
$l_{eff,cp}$ – Effective length for a single bolt in the circular failure mode
$l_{eff,nc}$ – Effective length for a single bolt in the non-circular failure mode
$l_{eff,1}$ – Effective length for a single bolt for mode 1
$l_{eff,2}$ – Effective length for a single bolt for mode 2
$l_{eff,cp,g}$ – Effective length for a group of bolts in the circular failure mode
$l_{eff,nc,g}$ – Effective length for a group of bolts in the non-circular failure mode
$l_{eff,1,g}$ – Effective length for a group of bolts for mode 1
$l_{eff,2,g}$ – Effective length for a group of bolts for mode 2

Connection resistance for compression

$N_{i,Rd} = \text{Min}\,(N_{cb,Rd} 2\, F_{c,wb,Rd,low})$
$N_{i,Rd}$ = 3205,65 [kN] Connection resistance for compression [6.2]

$N_{b1,Ed} / N_{i,Rd} \le 1,0$	0,02 < 1,00	verified	(0,02)

Connection resistance for bending

$F_{t,Rd}$ = 203,33 [kN] Bolt resistance for tension [Table 3.4]
$B_{p,Rd}$ = 390,86 [kN] Punching shear resistance of a bolt [Table 3.4]

$F_{t,fc,Rd}$ – column flange resistance due to bending
$F_{t,wc,Rd}$ – column web resistance due to tension
$F_{t,ep,Rd}$ – resistance of the front plate due to bending
$F_{t,wb,Rd}$ – resistance of the web in tension

$F_{t,fc,Rd} = Min (F_{T,1,fc,Rd} , F_{T,2,fc,Rd} , F_{T,3,fc,Rd})$ [6.2.6.4] , [Tab.6.2]
$F_{t,wc,Rd} = \omega\ b_{eff,t,wc}\ t_{wc}\ f_{yc} / \gamma_{M0}$ [6.2.6.3.(1)]
$F_{t,ep,Rd} = Min (F_{T,1,ep,Rd} , F_{T,2,ep,Rd} , F_{T,3,ep,Rd})$ [6.2.6.5] , [Tab.6.2]
$F_{t,wb,Rd} = b_{eff,t,wb}\ t_{wb}\ f_{yb} / \gamma_{M0}$ [6.2.6.8.(1)]

RESISTANCE OF THE BOLT ROW NO. 1

$F_{t1,Rd,comp}$ - Formula	$F_{t1,Rd,comp}$	Component
$F_{t1,Rd} = Min (F_{t1,Rd,comp})$	328,03	Bolt row resistance
$F_{t,ep,Rd(1)} = 328,03$	328,03	Front plate - tension
$F_{t,wb,Rd(1)} = 951,91$	951,91	Beam web - tension
$B_{p,Rd} = 781,73$	781,73	Bolts due to shear punching
$F_{c,fb,Rd} = 1971,44$	1971,44	Beam flange - compression

RESISTANCE OF THE BOLT ROW NO. 2

$F_{t2,Rd,comp}$ - Formula	$F_{t2,Rd,comp}$	Component
$F_{t2,Rd} = Min (F_{t2,Rd,comp})$	326,09	Bolt row resistance
$F_{t,ep,Rd(2)} = 326,09$	326,09	Front plate - tension
$F_{t,wb,Rd(2)} = 937,23$	937,23	Beam web - tension
$B_{p,Rd} = 781,73$	781,73	Bolts due to shear punching
$F_{c,fb,Rd} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 1971,44 - 328,03$	1643,42	Beam flange - compression
$F_{t,ep,Rd(2+1)} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 811,77 - 328,03$	483,75	Front plate - tension - group
$F_{t,wb,Rd(2+1)} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 3084,03 - 328,03$	2756,00	Beam web - tension - group

RESISTANCE OF THE BOLT ROW NO. 3

$F_{t3,Rd,comp}$ - Formula	$F_{t3,Rd,comp}$	Component
$F_{t3,Rd} = Min (F_{t3,Rd,comp})$	326,09	Bolt row resistance
$F_{t,ep,Rd(3)} = 326,09$	326,09	Front plate - tension
$F_{t,wb,Rd(3)} = 937,23$	937,23	Beam web - tension
$B_{p,Rd} = 781,73$	781,73	Bolts due to shear punching
$F_{c,fb,Rd} - \sum_1^2 F_{tj,Rd} = 1971,44 - 654,12$	1317,33	Beam flange - compression
$F_{t,ep,Rd(3+2)} - \sum_2^2 F_{tj,Rd} = 680,42 - 326,09$	354,33	Front plate - tension - group
$F_{t,wb,Rd(3+2)} - \sum_2^2 F_{tj,Rd} = 2088,47 - 326,09$	1762,37	Beam web - tension - group
$F_{t,ep,Rd(3+2+1)} - \sum_2^1 F_{tj,Rd} = 1097,39 - 654,12$	443,27	Front plate - tension - group
$F_{t,wb,Rd(3+2+1)} - \sum_2^1 F_{tj,Rd} = 3714,51 - 654,12$	3060,39	Beam web - tension - group

RESISTANCE OF THE BOLT ROW NO. 4

$F_{t4,Rd,comp}$ - Formula	$F_{t4,Rd,comp}$	Component
$F_{t4,Rd} = Min (F_{t4,Rd,comp})$	265,38	Bolt row resistance
$F_{t,ep,Rd(4)} = 326,09$	326,09	Front plate - tension
$F_{t,wb,Rd(4)} = 937,23$	937,23	Beam web - tension
$B_{p,Rd} = 781,73$	781,73	Bolts due to shear punching
$F_{c,fb,Rd} - \sum_1^3 F_{tj,Rd} = 1971,44 - 980,21$	991,23	Beam flange - compression
$F_{t,ep,Rd(4+3)} - \sum_3^3 F_{tj,Rd} = 591,47 - 326,09$	265,38	Front plate - tension - group
$F_{t,wb,Rd(4+3)} - \sum_3^3 F_{tj,Rd} = 1414,34 - 326,09$	1088,25	Beam web - tension - group
$F_{t,ep,Rd(4+3+2)} - \sum_3^2 F_{tj,Rd} = 986,27 - 652,18$	334,09	Front plate - tension - group
$F_{t,wb,Rd(4+3+2)} - \sum_3^2 F_{tj,Rd} = 2872,32 - 652,18$	2220,14	Beam web - tension - group
$F_{t,ep,Rd(4+3+2+1)} - \sum_3^1 F_{tj,Rd} = 1403,24 - 980,21$	423,04	Front plate - tension - group
$F_{t,wb,Rd(4+3+2+1)} - \sum_3^1 F_{tj,Rd} = 4498,36 - 980,21$	3518,15	Beam web - tension - group

SUMMARY TABLE OF FORCES

Nr	h_i	$F_{ti,Rd}$	$F_{t,fc,Rd}$	$F_{t,wc,Rd}$	$F_{t,ep,Rd}$	$F_{t,wb,Rd}$	$F_{t,Rd}$	$B_{p,Rd}$

Nr	h_i	$F_{ti,Rd}$	$F_{t,fc,Rd}$	$F_{t,wc,Rd}$	$F_{t,ep,Rd}$	$F_{t,wb,Rd}$	$F_{t,Rd}$	$B_{p,Rd}$
1	961	328,03	-	-	328,03	951,91	406,66	781,73
2	381	326,09	-	-	326,09	937,23	406,66	781,73
3	221	326,09	-	-	326,09	937,23	406,66	781,73
4	61	265,38	-	-	326,09	937,23	406,66	781,73

CONNECTION RESISTANCE FOR BENDING $M_{j,Rd}$

$M_{j,Rd} = \sum h_j F_{tj,Rd}$

$M_{j,Rd}$ = 528,19 [kN*m] Connection resistance for bending [6.2]

$M_{b1,Ed} / M_{j,Rd} \leq 1,0$ 0,48 < 1,00 verified (0,48)

Weld resistance

A_w =	247,25	[cm^2]	Area of all welds	[4.5.3.2(2)]
A_{wy} =	87,01	[cm^2]	Area of horizontal welds	[4.5.3.2(2)]
A_{wz} =	160,24	[cm^2]	Area of vertical welds	[4.5.3.2(2)]
I_{wy} =	329413,33	[cm^4]	Moment of inertia of the weld arrangement with respect to the hor. axis	[4.5.3.2(5)]
$\sigma_{\perp max}=\tau_{\perp max}$ =	-31,07	[MPa]	Normal stress in a weld	[4.5.3.2(5)]
$\sigma_\perp=\tau_\perp$ =	-28,77	[MPa]	Stress in a vertical weld	[4.5.3.2(5)]
τ_{II} =	0,00	[MPa]	Tangent stress	[4.5.3.2(5)]
β_w =	0,80		Correlation coefficient	[4.5.3.2(7)]

$\sqrt{[\sigma_{\perp max}^2 + 3*(\tau_{\perp max}^2)]} \leq f_u/(\beta_w*\gamma_{M2})$ 62,14 < 360,00 verified (0,17)

$\sqrt{[\sigma_\perp^2 + 3*(\tau_\perp^2+\tau_{II}^2)]} \leq f_u/(\beta_w*\gamma_{M2})$ 57,54 < 360,00 verified (0,16)

$\sigma_\perp \leq 0.9*f_u/\gamma_{M2}$ 31,07 < 259,20 verified (0,12)

Connection stiffness

t_{wash} =	5	[mm]	Washer thickness	[6.2.6.3.(2)]
h_{head} =	17	[mm]	Bolt head height	[6.2.6.3.(2)]
h_{nut} =	24	[mm]	Bolt nut height	[6.2.6.3.(2)]
L_b =	68	[mm]	Bolt length	[6.2.6.3.(2)]
k_{10} =	8	[mm]	Stiffness coefficient of bolts	[6.3.2.(1)]

STIFFNESSES OF BOLT ROWS

Nr	hj	k_3	k_4	k_5	$k_{eff,i}$	$k_{eff,i}$ h_i	$k_{eff,i}$ h_i^2
					Sum	69,20	4886,56
1	961			19	4	42,27	4063,25
2	381			18	4	16,64	634,71
3	221			12	4	7,84	173,58
4	61			15	4	2,45	15,03

$k_{eff,j} = 1 / (\sum_3^5 (1 / k_{i,j}))$ [6.3.3.1.(2)]

$z_{eq} = \sum_i k_{eff,i} h_i^2 / \sum_i k_{eff,i} h_i$

z_{eq} = 706 [mm] Equivalent force arm [6.3.3.1.(3)]

$k_{eq} = \sum_i k_{eff,i} h_i / z_{eq}$

k_{eq} = 10 [mm] Equivalent stiffness coefficient of a bolt arrangement [6.3.3.1.(1)]

$S_{i,ini} = E z_{eq}^2 k_{eq}$ [6.3.1.(4)]

$S_{i,ini}$ = 1026178,59 [kN*m] Initial rotational stiffness [6.3.1.(4)]

μ = 1,00 Stiffness coefficient of a connection [6.3.1.(6)]

$S_j = S_{i,ini} / \mu$ [6.3.1.(4)]

S_j = 1026178,59 [kN*m] Final rotational stiffness [6.3.1.(4)]

Connection classification due to stiffness.

$S_{i,rig}$ = 2340170,08 [kN*m] Stiffness of a rigid connection [5.2.2.5]

$S_{i,pin}$ = 46803,40 [kN*m] Stiffness of a pinned connection [5.2.2.5]

$S_{i,pin} \leq S_{i,ini} < S_{i,rig}$ SEMI-RIGID

Weakest component:

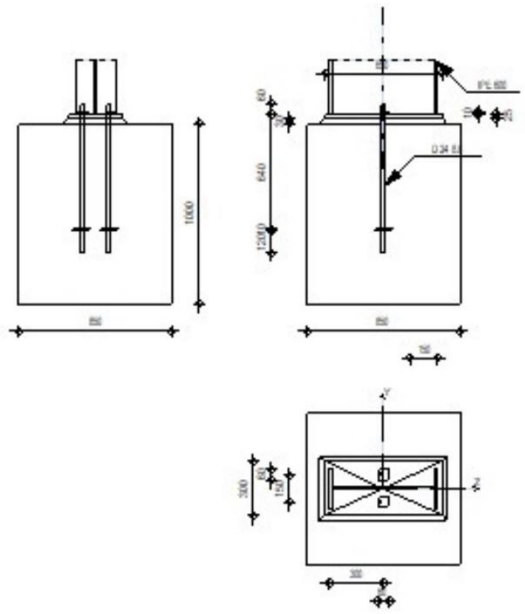
FRONT PLATE - TENSION

Remarks

Distance of bolts from an edge is too large. 142 [mm] > 120 [mm]
Bolts vertical spacing is too large. 580 [mm] > 200 [mm]

Connection conforms to the code	Ratio	0,48

Temeljna stopa stupa



General

Connection no.: 1
Connection name: Pinned column base
Structure node: 1
Structure bars: 1

Geometry

Column

Section: IPE 600
Bar no.: 1

L_c =	8,60	[m]	Column length
α =	0,0	[Deg]	Inclination angle
h_c =	600	[mm]	Height of column section
b_{fc} =	220	[mm]	Width of column section
t_{wc} =	12	[mm]	Thickness of the web of column section
t_{fc} =	19	[mm]	Thickness of the flange of column section
r_c =	24	[mm]	Radius of column section fillet
A_c =	155,98	[cm^2]	Cross-sectional area of a column
I_{yc} =	92083,40	[cm^4]	Moment of inertia of the column section

Material: S 355

f_{yc} =	355,00	[MPa]	Resistance
f_{uc} =	470,00	[MPa]	Yield strength of a material

Column base

l_{pd} =	650	[mm]	Length
b_{pd} =	300	[mm]	Width
t_{pd} =	25	[mm]	Thickness
Material:	S 355		
f_{ypd} =	355,00	[MPa]	Resistance
f_{upd} =	470,00	[MPa]	Yield strength of a material

Anchorage

The shear plane passes through the UNTHREADED portion of the bolt.

Class =	8.8		Anchor class
f_{yb} =	640,00	[MPa]	Yield strength of the anchor material
f_{ub} =	800,00	[MPa]	Tensile strength of the anchor material
d =	24	[mm]	Bolt diameter
A_s =	3,53	[cm^2]	Effective section area of a bolt
A_v =	4,52	[cm^2]	Area of bolt section
n =	2		Number of bolt rows
e_V =	150	[mm]	Vertical spacing

Anchor dimensions

L_1 =	60	[mm]
L_2 =	640	[mm]
L_3 =	120	[mm]

Anchor plate

l_p =	100	[mm]	Length
b_p =	100	[mm]	Width
t_p =	10	[mm]	Thickness
Material:	S 355		
f_y =	355,00	[MPa]	Resistance

Washer

l_{wd} =	60	[mm]	Length
b_{wd} =	60	[mm]	Width
t_{wd} =	10	[mm]	Thickness

Wedge

Section:	IPE 100		
l_w =	0	[mm]	Length
Material:	S 235		
f_{yw} =	235,00	[MPa]	Resistance

Material factors

γ_{M0} =	1,00	Partial safety factor
γ_{M2} =	1,25	Partial safety factor
γ_C =	1,50	Partial safety factor

Spread footing

L =	850	[mm]	Spread footing length
B =	850	[mm]	Spread footing width
H =	1000	[mm]	Spread footing height

Concrete

Class			C25/30
f_{ck} =	25,00	[MPa]	Characteristic resistance for compression

Grout layer

t_g =	30	[mm]	Thickness of leveling layer (grout)
$f_{ck,g}$ =	12,00	[MPa]	Characteristic resistance for compression
$C_{f,d}$ =	0,30		Coeff. of friction between the base plate and concrete

Welds

a_p =	5	[mm]	Footing plate of the column base
a_w =	5	[mm]	Wedge

Loads

Case: 9: ULS /28/ 1*1.35 + 2*1.50 + 3*0.90

$N_{j,Ed}$ = -119,22 [kN] Axial force

$V_{j,Ed,z}$ = 53,88 [kN] Shear force

Results

Compression zone

COMPRESSION OF CONCRETE

f_{cd} = 16,67 [MPa] Design compressive resistance — EN 1992-1:[3.1.6.(1)]

f_j = 21,39 [MPa] Design bearing resistance under the base plate — [6.2.5.(7)]

$c = t_p \sqrt{(f_{yp}/(3*f_j*\gamma_{M0}))}$

c = 59 [mm] Additional width of the bearing pressure zone — [6.2.5.(4)]

b_{eff} = 103 [mm] Effective width of the bearing pressure zone under the flange — [6.2.5.(3)]

l_{eff} = 300 [mm] Effective length of the bearing pressure zone under the flange — [6.2.5.(3)]

A_{c0} = 308,41 [cm^2] Area of the joint between the base plate and the foundation — EN 1992-1:[6.7.(3)]

A_{c1} = 2573,84 [cm^2] Maximum design area of load distribution — EN 1992-1:[6.7.(3)]

$F_{rdu} = A_{c0}*f_{cd}*\sqrt{(A_{c1}/A_{c0})} \le 3*A_{c0}*f_{cd}$

F_{rdu} = 1484,93 [kN] Bearing resistance of concrete — EN 1992-1:[6.7.(3)]

β_j = 0,67 Reduction factor for compression — [6.2.5.(7)]

$f_{jd} = \beta_j*F_{rdu}/(b_{eff}*l_{eff})$

f_{jd} = 32,10 [MPa] Design bearing resistance — [6.2.5.(7)]

$A_{c,n}$ = 1192,80 [cm^2] Bearing area for compression — [6.2.8.2.(1)]

$F_{c,Rd,i} = A_{C,i}*f_{jd}$

$F_{c,Rd,n}$ = 3828,69 [kN] Bearing resistance of concrete for compression — [6.2.8.2.(1)]

RESISTANCES OF SPREAD FOOTING IN THE COMPRESSION ZONE

$N_{j,Rd} = F_{c,Rd,n}$

$N_{j,Rd}$ = 3828,69 [kN] Resistance of a spread footing for axial compression — [6.2.8.2.(1)]

Connection capacity check

$N_{j,Ed} / N_{j,Rd} \le 1,0$ (6.24)	0,03 < 1,00	verified	(0,03)

Shear

BEARING PRESSURE OF AN ANCHOR BOLT ONTO THE BASE PLATE

Shear force $V_{j,Ed,z}$

$\alpha_{d,z}$ = 4,17 Coeff. taking account of the bolt position - in the direction of shear — [Table 3.4]

$\alpha_{b,z}$ = 1,00 Coeff. for resistance calculation $F_{1,vb,Rd}$ — [Table 3.4]

$k_{1,z}$ = 2,50 Coeff. taking account of the bolt position - perpendicularly to the direction of shear — [Table 3.4]

$F_{1,vb,Rd,z} = k_{1,z}*\alpha_{b,z}*f_{up}*d*t_p / \gamma_{M2}$

$F_{1,vb,Rd,z}$ = 564,00 [kN] Resistance of an anchor bolt for bearing pressure onto the base plate — [6.2.2.(7)]

SHEAR OF AN ANCHOR BOLT

α_b = 0,25 Coeff. for resistance calculation $F_{2,vb,Rd}$ — [6.2.2.(7)]

A_{vb} = 4,52 [cm^2] Area of bolt section — [6.2.2.(7)]

f_{ub} = 800,00 [MPa] Tensile strength of the anchor material — [6.2.2.(7)]

γ_{M2} = 1,25 Partial safety factor — [6.2.2.(7)]

$F_{2,vb,Rd} = \alpha_b*f_{ub}*A_{vb}/\gamma_{M2}$

$F_{2,vb,Rd}$ = 71,80 [kN] Shear resistance of a bolt - without lever arm — [6.2.2.(7)]

α_M = 2,00 Factor related to the fastening of an anchor in the foundation — CEB [9.3.2.2]

$M_{Rk,s}$ = 1,30 [kN*m] Characteristic bending resistance of an anchor — CEB [9.3.2.2]

l_{sm} = 55 [mm] Lever arm length — CEB [9.3.2.2]

γ_{Ms} = 1,20 Partial safety factor — CEB [3.2.3.2]

$F_{v,Rd,sm} = \alpha_M*M_{Rk,s}/(l_{sm}*\gamma_{Ms})$

$F_{v,Rd,sm}$ = 39,84 [kN] Shear resistance of a bolt - with lever arm — CEB [9.3.1]

CONCRETE PRY-OUT FAILURE

$N_{Rk,c}$ =	106,31	[kN]	Design uplift capacity	CEB [9.2.4]
k_3 =	2,00		Factor related to the anchor length	CEB [9.3.3]
γ_{Mc} =	2,16		Partial safety factor	CEB [3.2.3.1]

$F_{v,Rd,cp} = k_3 * N_{Rk,c} / \gamma_{Mc}$

$F_{v,Rd,cp}$ =	98,43	[kN]	Concrete resistance for pry-out failure	CEB [9.3.1]

CONCRETE EDGE FAILURE

Shear force $V_{i,Ed,z}$

$V_{Rk,c,z}^{0}$ =	424,29	[kN]	Characteristic resistance of an anchor	CEB [9.3.4.(a)]
$\psi_{A,V,z}$ =	0,85		Factor related to anchor spacing and edge distance	CEB [9.3.4]
$\psi_{h,V,z}$ =	1,00		Factor related to the foundation thickness	CEB [9.3.4.(c)]
$\psi_{s,V,z}$ =	0,95		Factor related to the influence of edges parallel to the shear load direction	CEB [9.3.4.(d)]
$\psi_{ec,V,z}$ =	1,00		Factor taking account a group effect when different shear loads are acting on the individual anchors in a group	CEB [9.3.4.(e)]
$\psi_{\alpha,V,z}$ =	1,00		Factor related to the angle at which the shear load is applied	CEB [9.3.4.(f)]
$\psi_{ucr,V,z}$ =	1,00		Factor related to the type of edge reinforcement used	CEB [9.3.4.(g)]
γ_{Mc} =	2,16		Partial safety factor	CEB [3.2.3.1]

$F_{v,Rd,c,z} = V_{Rk,c,z}^{0} * \psi_{A,V,z} * \psi_{h,V,z} * \psi_{s,V,z} * \psi_{ec,V,z} * \psi_{\alpha,V,z} * \psi_{ucr,V,z} / \gamma_{Mc}$

$F_{v,Rd,c,z}$ =	159,09	[kN]	Concrete resistance for edge failure	CEB [9.3.1]

SPLITTING RESISTANCE

$C_{f,d}$ =	0,30		Coeff. of friction between the base plate and concrete	[6.2.2.(6)]
$N_{c,Ed}$ =	119,22	[kN]	Compressive force	[6.2.2.(6)]

$F_{f,Rd} = C_{f,d} * N_{c,Ed}$

$F_{f,Rd}$ =	35,76	[kN]	Slip resistance	[6.2.2.(6)]

BEARING PRESSURE OF THE WEDGE ONTO CONCRETE

$F_{v,Rd,wg,z} = 1.4 * l_w * b_{wz} * f_{ck} / \gamma_c$

$F_{v,Rd,wg,z}$ =	0,00	[kN]	Resistance for bearing pressure of the wedge onto concrete

SHEAR CHECK

$V_{j,Rd,z} = n_b * \min(F_{1,vb,Rd,z}, F_{2,vb,Rd}, F_{v,Rd,sm}, F_{v,Rd,cp}, F_{v,Rd,c,z}) + F_{v,Rd,wg,z} + F_{f,Rd}$

$V_{j,Rd,z}$ =	115,45	[kN]	Connection resistance for shear	CEB [9.3.1]

$V_{i,Ed,z} / V_{i,Rd,z} \leq 1,0$	0,47 < 1,00	verified	(0,47)

Welds between the column and the base plate

$\sigma_\perp$ =	6,39	[MPa]	Normal stress in a weld	[4.5.3.(7)]
$\tau_\perp$ =	6,39	[MPa]	Perpendicular tangent stress	[4.5.3.(7)]
τ_{yII} =	0,00	[MPa]	Tangent stress parallel to $V_{j,Ed,y}$	[4.5.3.(7)]
τ_{zII} =	9,59	[MPa]	Tangent stress parallel to $V_{j,Ed,z}$	[4.5.3.(7)]
β_W =	0,90		Resistance-dependent coefficient	[4.5.3.(7)]

$\sigma_\perp / (0.9 * f_u / \gamma_{M2})) \leq 1.0$ (4.1)	0,02 < 1,00	verified	(0,02)
$\sqrt{(\sigma_\perp^2 + 3.0 (\tau_{yII}^2 + \tau_\perp^2))} / (f_u / (\beta_W * \gamma_{M2}))) \leq 1.0$ (4.1)	0,03 < 1,00	verified	(0,03)
$\sqrt{(\sigma_\perp^2 + 3.0 (\tau_{zII}^2 + \tau_\perp^2))} / (f_u / (\beta_W * \gamma_{M2}))) \leq 1.0$ (4.1)	0,05 < 1,00	verified	(0,05)

Weakest component:

FOUNDATION - BEARING PRESSURE ONTO CONCRETE

Connection conforms to the code	Ratio	0,47

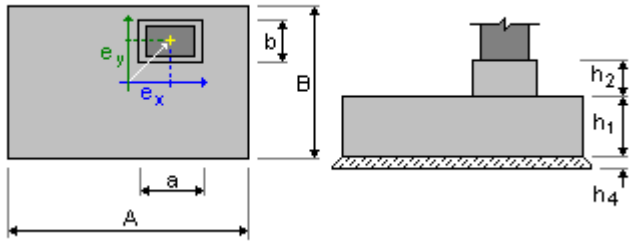
Temelj stupa okvira: Foundation 1…3 **Number: 1**

1. Basic data

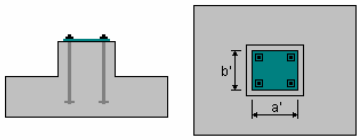
2. Assumptions

- Geotechnic calculations according to : EN 1997-1:2008
- Concrete calculations according to : EN 1992-1-1:2004 AC:2008
- Shape selection : without limits

3. Geometry



A	= 3,00 (m)	a	= 0,85 (m)
B	= 3,00 (m)	b	= 0,85 (m)
h1	= 1,00 (m)	e_x	= 0,00 (m)
h2	= 0,40 (m)	e_y	= 0,00 (m)
h4	= 0,10 (m)		



a' = 80,0 (cm)
b' = 40,0 (cm)
cnom1 = 7,0 (cm)
cnom2 = 7,0 (cm)
Cover deviations: Cdev = 1,0(cm), Cdur = 0,0(cm)

4. Materials

- Concrete : C25/30; Characteristic strength = 25,00 MPa
  Unit weight = 2501,36 (kG/m3)
  Rectangular stress distribution [3.1.7(3)]
- Longitudinal reinforcement : type B500B Characteristic strength = 500,00 MPa
  Ductility class: B
  Horizontal branch of the stress-strain diagram
- Transversal reinforcement : type B500B Characteristic strength = 500,00 MPa
- Additional reinforcement: : type B500B Characteristic strength = 500,00 MPa

5. Loads

Foundation loads:

Case	Nature	Group	N (kN)	Fx (kN)	Fy (kN)	Mx (kN*m)	My (kN*m)
DL1	dead load(Structural)	1	39,90	-14,85	-0,00	-0,00	0,00
SN1	snow	1	37,34	-18,98	-0,00	-0,00	-0,00
WIND1	wind	1	10,38	-5,96	-0,00	-0,00	0,00
WIND2	wind	1	7,52	-2,53	-0,00	-0,00	-0,00

WIND3	wind	1	2,87	-3,43	-0,00	-0,00	0,00
WIND4	wind	1	-37,76	21,68	-0,00	-0,00	-0,00
WIND5	wind	1	-27,33	9,19	-0,00	-0,00	0,00
WIND6	wind	1	-10,42	12,49	-0,00	-0,00	-0,00
DL1	dead load(Structural)	3	39,90	14,85	-0,00	-0,00	-0,00
SN1	snow	3	37,34	18,98	-0,00	-0,00	-0,00
WIND1	wind	3	10,38	5,96	-0,00	-0,00	-0,00
WIND2	wind	3	2,87	3,43	-0,00	-0,00	0,00
WIND3	wind	3	7,52	2,53	-0,00	-0,00	0,00
WIND4	wind	3	-37,76	-21,68	-0,00	-0,00	-0,00
WIND5	wind	3	-10,42	-12,49	-0,00	-0,00	-0,00
WIND6	wind	3	-27,33	-9,19	-0,00	-0,00	-0,00

Backfill loads:

Case	Nature	Q1 (kN/m2)

6. Combination list

1/ 1_ULS A1 : 1.35DL1
2/ 1_ULS A1 : 1.35DL1+1.50WIND1+0.75SN1
3/ 1_ULS A1 : 1.35DL1+1.50WIND1
4/ 1_ULS A1 : 1.35DL1+1.50WIND2+0.75SN1
5/ 1_ULS A1 : 1.35DL1+1.50WIND2
6/ 1_ULS A1 : 1.35DL1+1.50WIND3+0.75SN1
7/ 1_ULS A1 : 1.35DL1+1.50WIND3
8/ 1_ULS A1 : 1.35DL1+1.50WIND4+0.75SN1
9/ 1_ULS A1 : 1.35DL1+1.50WIND4
10/ 1_ULS A1 : 1.35DL1+1.50WIND5+0.75SN1
11/ 1_ULS A1 : 1.35DL1+1.50WIND5
12/ 1_ULS A1 : 1.35DL1+1.50WIND6+0.75SN1
13/ 1_ULS A1 : 1.35DL1+1.50WIND6
14/ 1_ULS A1 : 1.00DL1
15/ 1_ULS A1 : 1.00DL1+1.50WIND1+0.75SN1
16/ 1_ULS A1 : 1.00DL1+1.50WIND1
17/ 1_ULS A1 : 1.00DL1+1.50WIND2+0.75SN1
18/ 1_ULS A1 : 1.00DL1+1.50WIND2
19/ 1_ULS A1 : 1.00DL1+1.50WIND3+0.75SN1
20/ 1_ULS A1 : 1.00DL1+1.50WIND3
21/ 1_ULS A1 : 1.00DL1+1.50WIND4+0.75SN1
22/ 1_ULS A1 : 1.00DL1+1.50WIND4
23/ 1_ULS A1 : 1.00DL1+1.50WIND5+0.75SN1
24/ 1_ULS A1 : 1.00DL1+1.50WIND5
25/ 1_ULS A1 : 1.00DL1+1.50WIND6+0.75SN1
26/ 1_ULS A1 : 1.00DL1+1.50WIND6
27/ 1_ULS A1 : 1.35DL1+1.50SN1
28/ 1_ULS A1 : 1.35DL1+0.90WIND1+1.50SN1
29/ 1_ULS A1 : 1.35DL1+0.90WIND2+1.50SN1
30/ 1_ULS A1 : 1.35DL1+0.90WIND3+1.50SN1
31/ 1_ULS A1 : 1.35DL1+0.90WIND4+1.50SN1
32/ 1_ULS A1 : 1.35DL1+0.90WIND5+1.50SN1
33/ 1_ULS A1 : 1.35DL1+0.90WIND6+1.50SN1
34/ 1_ULS A1 : 1.00DL1+1.50SN1
35/ 1_ULS A1 : 1.00DL1+0.90WIND1+1.50SN1
36/ 1_ULS A1 : 1.00DL1+0.90WIND2+1.50SN1
37/ 1_ULS A1 : 1.00DL1+0.90WIND3+1.50SN1
38/ 1_ULS A1 : 1.00DL1+0.90WIND4+1.50SN1
39/ 1_ULS A1 : 1.00DL1+0.90WIND5+1.50SN1
40/ 1_ULS A1 : 1.00DL1+0.90WIND6+1.50SN1
41/ 3_ULS A1 : 1.35DL1
42/ 3_ULS A1 : 1.35DL1+1.50WIND1+0.75SN1
43/ 3_ULS A1 : 1.35DL1+1.50WIND1
44/ 3_ULS A1 : 1.35DL1+1.50WIND2+0.75SN1
45/ 3_ULS A1 : 1.35DL1+1.50WIND2
46/ 3_ULS A1 : 1.35DL1+1.50WIND3+0.75SN1
47/ 3_ULS A1 : 1.35DL1+1.50WIND3
48/ 3_ULS A1 : 1.35DL1+1.50WIND4+0.75SN1
49/ 3_ULS A1 : 1.35DL1+1.50WIND4
50/ 3_ULS A1 : 1.35DL1+1.50WIND5+0.75SN1
51/ 3_ULS A1 : 1.35DL1+1.50WIND5
52/ 3_ULS A1 : 1.35DL1+1.50WIND6+0.75SN1
53/ 3_ULS A1 : 1.35DL1+1.50WIND6
54/ 3_ULS A1 : 1.00DL1
55/ 3_ULS A1 : 1.00DL1+1.50WIND1+0.75SN1
56/ 3_ULS A1 : 1.00DL1+1.50WIND1

57/ 3_ULS A1 : 1.00DL1+1.50WIND2+0.75SN1
58/ 3_ULS A1 : 1.00DL1+1.50WIND2
59/ 3_ULS A1 : 1.00DL1+1.50WIND3+0.75SN1
60/ 3_ULS A1 : 1.00DL1+1.50WIND3
61/ 3_ULS A1 : 1.00DL1+1.50WIND4+0.75SN1
62/ 3_ULS A1 : 1.00DL1+1.50WIND4
63/ 3_ULS A1 : 1.00DL1+1.50WIND5+0.75SN1
64/ 3_ULS A1 : 1.00DL1+1.50WIND5
65/ 3_ULS A1 : 1.00DL1+1.50WIND6+0.75SN1
66/ 3_ULS A1 : 1.00DL1+1.50WIND6
67/ 3_ULS A1 : 1.35DL1+1.50SN1
68/ 3_ULS A1 : 1.35DL1+0.90WIND1+1.50SN1
69/ 3_ULS A1 : 1.35DL1+0.90WIND2+1.50SN1
70/ 3_ULS A1 : 1.35DL1+0.90WIND3+1.50SN1
71/ 3_ULS A1 : 1.35DL1+0.90WIND4+1.50SN1
72/ 3_ULS A1 : 1.35DL1+0.90WIND5+1.50SN1
73/ 3_ULS A1 : 1.35DL1+0.90WIND6+1.50SN1
74/ 3_ULS A1 : 1.00DL1+1.50SN1
75/ 3_ULS A1 : 1.00DL1+0.90WIND1+1.50SN1
76/ 3_ULS A1 : 1.00DL1+0.90WIND2+1.50SN1
77/ 3_ULS A1 : 1.00DL1+0.90WIND3+1.50SN1
78/ 3_ULS A1 : 1.00DL1+0.90WIND4+1.50SN1
79/ 3_ULS A1 : 1.00DL1+0.90WIND5+1.50SN1
80/ 3_ULS A1 : 1.00DL1+0.90WIND6+1.50SN1
81/ 1_SLS : 1.00DL1
82/ 1_SLS : 1.00DL1+1.00WIND1
83/ 1_SLS : 1.00DL1+1.00WIND2
84/ 1_SLS : 1.00DL1+1.00WIND3
85/ 1_SLS : 1.00DL1+1.00WIND4
86/ 1_SLS : 1.00DL1+1.00WIND5
87/ 1_SLS : 1.00DL1+1.00WIND6
88/ 1_SLS : 1.00DL1+1.00SN1
89/ 1_SLS : 1.00DL1+1.00WIND1+1.00SN1
90/ 1_SLS : 1.00DL1+1.00WIND2+1.00SN1
91/ 1_SLS : 1.00DL1+1.00WIND3+1.00SN1
92/ 1_SLS : 1.00DL1+1.00WIND4+1.00SN1
93/ 1_SLS : 1.00DL1+1.00WIND5+1.00SN1
94/ 1_SLS : 1.00DL1+1.00WIND6+1.00SN1
95/ 3_SLS : 1.00DL1
96/ 3_SLS : 1.00DL1+1.00WIND1
97/ 3_SLS : 1.00DL1+1.00WIND2
98/ 3_SLS : 1.00DL1+1.00WIND3
99/ 3_SLS : 1.00DL1+1.00WIND4
100/ 3_SLS : 1.00DL1+1.00WIND5
101/ 3_SLS : 1.00DL1+1.00WIND6
102/ 3_SLS : 1.00DL1+1.00SN1
103/ 3_SLS : 1.00DL1+1.00WIND1+1.00SN1
104/ 3_SLS : 1.00DL1+1.00WIND2+1.00SN1
105/ 3_SLS : 1.00DL1+1.00WIND3+1.00SN1
106/ 3_SLS : 1.00DL1+1.00WIND4+1.00SN1
107/ 3_SLS : 1.00DL1+1.00WIND5+1.00SN1
108/ 3_SLS : 1.00DL1+1.00WIND6+1.00SN1
109/* 1_ULS : 1.35DL1
110/* 1_ULS : 1.35DL1+1.50WIND1+0.75SN1
111/* 1_ULS : 1.35DL1+1.50WIND1
112/* 1_ULS : 1.35DL1+1.50WIND2+0.75SN1
113/* 1_ULS : 1.35DL1+1.50WIND2
114/* 1_ULS : 1.35DL1+1.50WIND3+0.75SN1
115/* 1_ULS : 1.35DL1+1.50WIND3
116/* 1_ULS : 1.35DL1+1.50WIND4+0.75SN1
117/* 1_ULS : 1.35DL1+1.50WIND4
118/* 1_ULS : 1.35DL1+1.50WIND5+0.75SN1
119/* 1_ULS : 1.35DL1+1.50WIND5
120/* 1_ULS : 1.35DL1+1.50WIND6+0.75SN1
121/* 1_ULS : 1.35DL1+1.50WIND6
122/* 1_ULS : 1.00DL1
123/* 1_ULS : 1.00DL1+1.50WIND1+0.75SN1
124/* 1_ULS : 1.00DL1+1.50WIND1
125/* 1_ULS : 1.00DL1+1.50WIND2+0.75SN1
126/* 1_ULS : 1.00DL1+1.50WIND2
127/* 1_ULS : 1.00DL1+1.50WIND3+0.75SN1
128/* 1_ULS : 1.00DL1+1.50WIND3
129/* 1_ULS : 1.00DL1+1.50WIND4+0.75SN1
130/* 1_ULS : 1.00DL1+1.50WIND4
131/* 1_ULS : 1.00DL1+1.50WIND5+0.75SN1
132/* 1_ULS : 1.00DL1+1.50WIND5

133/* 1_ULS : 1.00DL1+1.50WIND6+0.75SN1
134/* 1_ULS : 1.00DL1+1.50WIND6
135/* 1_ULS : 1.35DL1+1.50SN1
136/* 1_ULS : 1.35DL1+0.90WIND1+1.50SN1
137/* 1_ULS : 1.35DL1+0.90WIND2+1.50SN1
138/* 1_ULS : 1.35DL1+0.90WIND3+1.50SN1
139/* 1_ULS : 1.35DL1+0.90WIND4+1.50SN1
140/* 1_ULS : 1.35DL1+0.90WIND5+1.50SN1
141/* 1_ULS : 1.35DL1+0.90WIND6+1.50SN1
142/* 1_ULS : 1.00DL1+1.50SN1
143/* 1_ULS : 1.00DL1+0.90WIND1+1.50SN1
144/* 1_ULS : 1.00DL1+0.90WIND2+1.50SN1
145/* 1_ULS : 1.00DL1+0.90WIND3+1.50SN1
146/* 1_ULS : 1.00DL1+0.90WIND4+1.50SN1
147/* 1_ULS : 1.00DL1+0.90WIND5+1.50SN1
148/* 1_ULS : 1.00DL1+0.90WIND6+1.50SN1
149/* 3_ULS : 1.35DL1
150/* 3_ULS : 1.35DL1+1.50WIND1+0.75SN1
151/* 3_ULS : 1.35DL1+1.50WIND1
152/* 3_ULS : 1.35DL1+1.50WIND2+0.75SN1
153/* 3_ULS : 1.35DL1+1.50WIND2
154/* 3_ULS : 1.35DL1+1.50WIND3+0.75SN1
155/* 3_ULS : 1.35DL1+1.50WIND3
156/* 3_ULS : 1.35DL1+1.50WIND4+0.75SN1
157/* 3_ULS : 1.35DL1+1.50WIND4
158/* 3_ULS : 1.35DL1+1.50WIND5+0.75SN1
159/* 3_ULS : 1.35DL1+1.50WIND5
160/* 3_ULS : 1.35DL1+1.50WIND6+0.75SN1
161/* 3_ULS : 1.35DL1+1.50WIND6
162/* 3_ULS : 1.00DL1
163/* 3_ULS : 1.00DL1+1.50WIND1+0.75SN1
164/* 3_ULS : 1.00DL1+1.50WIND1
165/* 3_ULS : 1.00DL1+1.50WIND2+0.75SN1
166/* 3_ULS : 1.00DL1+1.50WIND2
167/* 3_ULS : 1.00DL1+1.50WIND3+0.75SN1
168/* 3_ULS : 1.00DL1+1.50WIND3
169/* 3_ULS : 1.00DL1+1.50WIND4+0.75SN1
170/* 3_ULS : 1.00DL1+1.50WIND4
171/* 3_ULS : 1.00DL1+1.50WIND5+0.75SN1
172/* 3_ULS : 1.00DL1+1.50WIND5
173/* 3_ULS : 1.00DL1+1.50WIND6+0.75SN1
174/* 3_ULS : 1.00DL1+1.50WIND6
175/* 3_ULS : 1.35DL1+1.50SN1
176/* 3_ULS : 1.35DL1+0.90WIND1+1.50SN1
177/* 3_ULS : 1.35DL1+0.90WIND2+1.50SN1
178/* 3_ULS : 1.35DL1+0.90WIND3+1.50SN1
179/* 3_ULS : 1.35DL1+0.90WIND4+1.50SN1
180/* 3_ULS : 1.35DL1+0.90WIND5+1.50SN1
181/* 3_ULS : 1.35DL1+0.90WIND6+1.50SN1
182/* 3_ULS : 1.00DL1+1.50SN1
183/* 3_ULS : 1.00DL1+0.90WIND1+1.50SN1
184/* 3_ULS : 1.00DL1+0.90WIND2+1.50SN1
185/* 3_ULS : 1.00DL1+0.90WIND3+1.50SN1
186/* 3_ULS : 1.00DL1+0.90WIND4+1.50SN1
187/* 3_ULS : 1.00DL1+0.90WIND5+1.50SN1
188/* 3_ULS : 1.00DL1+0.90WIND6+1.50SN1
189/* 1_SLS : 1.00DL1
190/* 1_SLS : 1.00DL1+1.00WIND1+0.50SN1
191/* 1_SLS : 1.00DL1+1.00WIND1
192/* 1_SLS : 1.00DL1+1.00WIND2+0.50SN1
193/* 1_SLS : 1.00DL1+1.00WIND2
194/* 1_SLS : 1.00DL1+1.00WIND3+0.50SN1
195/* 1_SLS : 1.00DL1+1.00WIND3
196/* 1_SLS : 1.00DL1+1.00WIND4+0.50SN1
197/* 1_SLS : 1.00DL1+1.00WIND4
198/* 1_SLS : 1.00DL1+1.00WIND5+0.50SN1
199/* 1_SLS : 1.00DL1+1.00WIND5
200/* 1_SLS : 1.00DL1+1.00WIND6+0.50SN1
201/* 1_SLS : 1.00DL1+1.00WIND6
202/* 1_SLS : 1.00DL1+1.00SN1
203/* 1_SLS : 1.00DL1+0.60WIND1+1.00SN1
204/* 1_SLS : 1.00DL1+0.60WIND2+1.00SN1
205/* 1_SLS : 1.00DL1+0.60WIND3+1.00SN1
206/* 1_SLS : 1.00DL1+0.60WIND4+1.00SN1
207/* 1_SLS : 1.00DL1+0.60WIND5+1.00SN1
208/* 1_SLS : 1.00DL1+0.60WIND6+1.00SN1

209/* 1_SLS : 1.00DL1+0.20WIND1
210/* 1_SLS : 1.00DL1+0.20WIND2
211/* 1_SLS : 1.00DL1+0.20WIND3
212/* 1_SLS : 1.00DL1+0.20WIND4
213/* 1_SLS : 1.00DL1+0.20WIND5
214/* 1_SLS : 1.00DL1+0.20WIND6
215/* 1_SLS : 1.00DL1+0.20SN1
216/* 3_SLS : 1.00DL1
217/* 3_SLS : 1.00DL1+1.00WIND1+0.50SN1
218/* 3_SLS : 1.00DL1+1.00WIND1
219/* 3_SLS : 1.00DL1+1.00WIND2+0.50SN1
220/* 3_SLS : 1.00DL1+1.00WIND2
221/* 3_SLS : 1.00DL1+1.00WIND3+0.50SN1
222/* 3_SLS : 1.00DL1+1.00WIND3
223/* 3_SLS : 1.00DL1+1.00WIND4+0.50SN1
224/* 3_SLS : 1.00DL1+1.00WIND4
225/* 3_SLS : 1.00DL1+1.00WIND5+0.50SN1
226/* 3_SLS : 1.00DL1+1.00WIND5
227/* 3_SLS : 1.00DL1+1.00WIND6+0.50SN1
228/* 3_SLS : 1.00DL1+1.00WIND6
229/* 3_SLS : 1.00DL1+1.00SN1
230/* 3_SLS : 1.00DL1+0.60WIND1+1.00SN1
231/* 3_SLS : 1.00DL1+0.60WIND2+1.00SN1
232/* 3_SLS : 1.00DL1+0.60WIND3+1.00SN1
233/* 3_SLS : 1.00DL1+0.60WIND4+1.00SN1
234/* 3_SLS : 1.00DL1+0.60WIND5+1.00SN1
235/* 3_SLS : 1.00DL1+0.60WIND6+1.00SN1
236/* 3_SLS : 1.00DL1+0.20WIND1
237/* 3_SLS : 1.00DL1+0.20WIND2
238/* 3_SLS : 1.00DL1+0.20WIND3
239/* 3_SLS : 1.00DL1+0.20WIND4
240/* 3_SLS : 1.00DL1+0.20WIND5
241/* 3_SLS : 1.00DL1+0.20WIND6
242/* 3_SLS : 1.00DL1+0.20SN1

7. Geotechnical design

a. Assumptions

- Cohesion reduction coefficient: 0,00
- Smooth precast foundation 6.5.3(10)
- Sliding with soil pressure considered: for X and Y directions
- Design approach: 3
  A1 + M2 + R3
  $\gamma_{\phi'}$ = 1,25
  $\gamma_{c'}$ = 1,25
  γ_{cu} = 1,40
  γ_{qu} = 1,40
  γ_{γ} = 1,00
  $\gamma_{R,v}$ = 1,00
  $\gamma_{R,h}$ = 1,00

b. Soil

Soil level: N_l = 0,00 (m)
Column pier level: N_a = 0,00 (m)
Minimum reference level: N_f = -0,50 (m)

1. Clay
• Soil level: 0.00 (m)

- Thickness: 1.00 (m)
- Unit weight: 2243.38 (kG/m3)
- Unit weight of solid: 2753.23 (kG/m3)
- Internal friction angle: 25.0 (Deg)
- Cohesion: 0.06 (MPa)

2. Clayey silt

- Soil level: -1.00 (m)
- Thickness: 1.00 (m)
- Unit weight: 2039.43 (kG/m3)
- Unit weight of solid: 2804.22 (kG/m3)
- Internal friction angle: 25.0 (Deg)
- Cohesion: 0.06 (MPa)

c. Limit states

Stress calculations

Soil type under foundation: not layered
Design combination **3_ULS A1 : 1.35DL1+0.90WIND1+1.50SN1**
Load factors: **1.35** * Foundation weight
1.35 * Soil weight
Calculation results: On the foundation level
Weight of foundation and soil over it: Gr = 405,95 (kN)
Design load:
Nr = 525,16 (kN) Mx = -0,00 (kN*m) My = 75,43 (kN*m)

Allowable stress calculation method: Semi-empirical - stress limit

Load eccentricity:
$|e_B|$ = 0,14 (m) $|e_L|$ = 0,00 (m)
Equivalent foundation dimensions:
B' = B - 2$|e_B|$ = 2,71 (m)
L' = L - 2$|e_L|$ = 3,00 (m)

qu = 0.15 (MPa)

p_{le}* = 0,10 (MPa)
D_e = Dmin - d = 1,40 (m)
k_p = 0,94
q'_0 = 0,03 (MPa)

qu = kp * (ple*) + q'_0 = 0,12 (MPa)

Stress in soil: qref = 0.08 (MPa)
Safety factor: qlim / qref = 1.658 > 1

Uplift

Uplift in ULS
Design combination **1_ULS A1 : 1.35DL1+0.90WIND1+1.50SN1**
Load factors: **1.00** * Foundation weight
1.00 * Soil weight
Contact area: s = 0,06
s_{lim} = 0,17

Sliding

Design combination **3_ULS A1 : 1.00DL1+1.50WIND4**
Load factors: **1.00** * Foundation weight
1.00 * Soil weight
Weight of foundation and soil over it: Gr = 300,70 (kN)
Design load:
Nr = 283,96 (kN) Mx = -0,00 (kN*m) My = -24,74 (kN*m)
Equivalent foundation dimensions: A_ = 3,00 (m) B_ = 3,00 (m)
Sliding area: 9,00 (m2)
Foundation/soil friction coefficient: tan(δd) = 0,24
Cohesion: c_u = 0.05 (MPa)
Soil pressure considered:
Hx = -17,67 (kN) Hy = 0,00 (kN)
Ppx = 145,17 (kN) Ppy = 0,00 (kN)
Pax = -23,91 (kN) Pay = 0,00 (kN)
Sliding force value H_d = 0,00 (kN)
Value of force preventing foundation sliding:
- On the foundation level: R_d = 68,01 (kN)
Stabilility for sliding: ∞

Average settlement

Soil type under foundation: not layered
Design combination **3_SLS : 1.00DL1+1.00WIND1+1.00SN1**
Load factors: **1.00** * Foundation weight
1.00 * Soil weight
Weight of foundation and soil over it: Gr = 300,70 (kN)
Average stress caused by design load: q = 0,04 (MPa)
Thickness of the actively settling soil: z = 1,50 (m)
Stress on the level z:
- Additional: σzd = 0,01 (MPa)
- Caused by soil weight: σzγ = 0,06 (MPa)
Settlement:
- Original s' = 0,0 (cm)
- Secondary s'' = 0,0 (cm)
- TOTAL S = 0,0 (cm) < Sadm = 5,0 (cm)
Safety factor: 270.9 > 1

Settlement difference

Design combination **3_SLS : 1.00DL1+1.00WIND1+1.00SN1**
Load factors: **1.00** * Foundation weight
1.00 * Soil weight
Settlement difference: S = 0,0 (cm) < Sadm = 5,0 (cm)
Safety factor: 108.9 > 1

Rotation

About OX axis
Design combination **3_ULS A1 : 1.00DL1+1.50WIND4**
Load factors: **1.00** * Foundation weight
1.00 * Soil weight
Weight of foundation and soil over it: Gr = 300,70 (kN)
Design load:
Nr = 283,96 (kN) Mx = -0,00 (kN*m) My = -24,74 (kN*m)
Stability moment: M_{stab} = 451,05 (kN*m)
Rotation moment: M_{renv} = 25,11 (kN*m)
Stability for rotation: 17.97 > 1

About OY axis
Design combination: **1_ULS A1 : 1.35DL1+0.90WIND1+1.50SN1**
Load factors: **1.00** * Foundation weight
1.00 * Soil weight
Weight of foundation and soil over it: Gr = 300,70 (kN)
Design load:
Nr = 419,92 (kN) Mx = -0,00 (kN*m) My = -75,43 (kN*m)
Stability moment: M_{stab} = 629,88 (kN*m)
Rotation moment: M_{renv} = 75,43 (kN*m)
Stability for rotation: 8.351 > 1

8. RC design

9. RC design

- Exposure : X0
- Structure class : S1

a. Analysis of punching and shear

Punching

Design combination **3_ULS : 1.35DL1+0.90WIND1+1.50SN1**
Load factors: **1.35** * Foundation weight
1.35 * Soil weight
Design load:
Nr = 525,16 (kN) Mx = -0,00 (kN*m) My = 75,43 (kN*m)
Length of critical circumference: 5,71 (m)
Punching force: 87,50 (kN)
Section effective height heff = 0,92 (m)
Reinforcement ratio: ρ = 0.14 %
Shear stress: 0,03 (MPa)
Admissible shear stress: 1,55 (MPa)
Safety factor: 50.37 > 1

b. Required reinforcement

Spread footing:

bottom:

3_ULS : 1.35DL1+0.90WIND1+1.50SN1
My = 55,92 (kN*m) A_{sx} = 12,44 (cm2/m)

3_ULS : 1.35DL1+0.90WIND1+1.50SN1
Mx = 29,28 (kN*m) A_{sy} = 12,44 (cm2/m)

$A_{s\ min}$ = 12,44 (cm2/m)

top:

3_ULS : 1.00DL1+1.50WIND4

My = -12,22 (kN*m) A'_{sx} = 12,44 (cm2/m)

3_ULS : 1.00DL1+1.50WIND4
Mx = -3,48 (kN*m) A'_{sy} = 12,44 (cm2/m)

$A_{s\ min}$ = 12,44 (cm2/m)

Column pier:
Longitudinal reinforcement A = 14,45 (cm2) $A_{min.}$ = 14,45 (cm2)
A = 2 * (Asx + Asy)
Asx = 4,89 (cm2) Asy = 2,34 (cm2)

c. Provided reinforcement

Spread footing:
Bottom:
Along X axis:
12 B500B 20 l = 7,58 (m) e = 1*-1,31 + 11*0,24
Along Y axis:
12 B500B 20 l = 7,42 (m) e = 1*-1,31 + 11*0,24

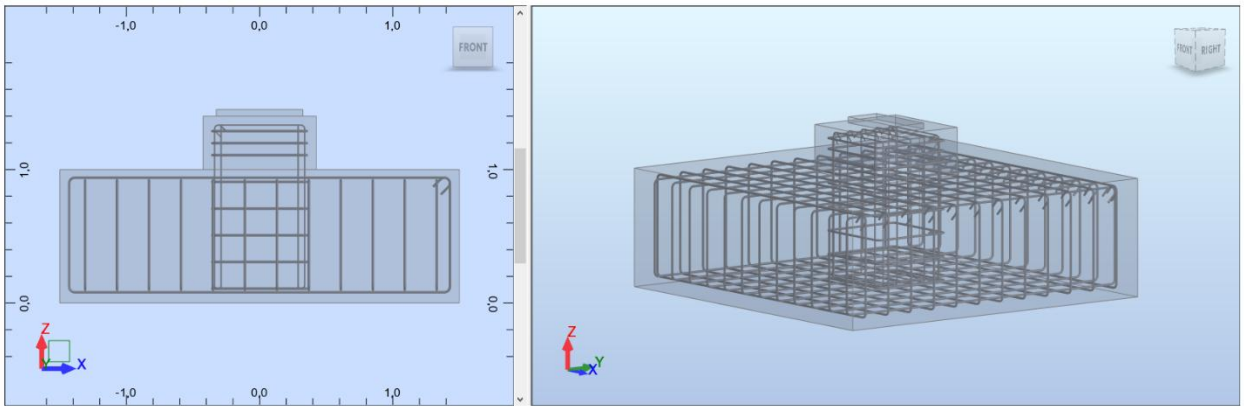
Pier
Longitudinal reinforcement
Along X axis:
3 B500B 12 l = 3,85 (m) e = 1*-0,28 + 2*0,28
Along Y axis:
5 B500B 12 l = 3,89 (m) e = 1*-0,28 + 4*0,14
Transversal reinforcement
7 B500B 20 l = 2,98 (m) e = 1*0,30 + 4*0,20 + 2*0,09

10. Material survey:

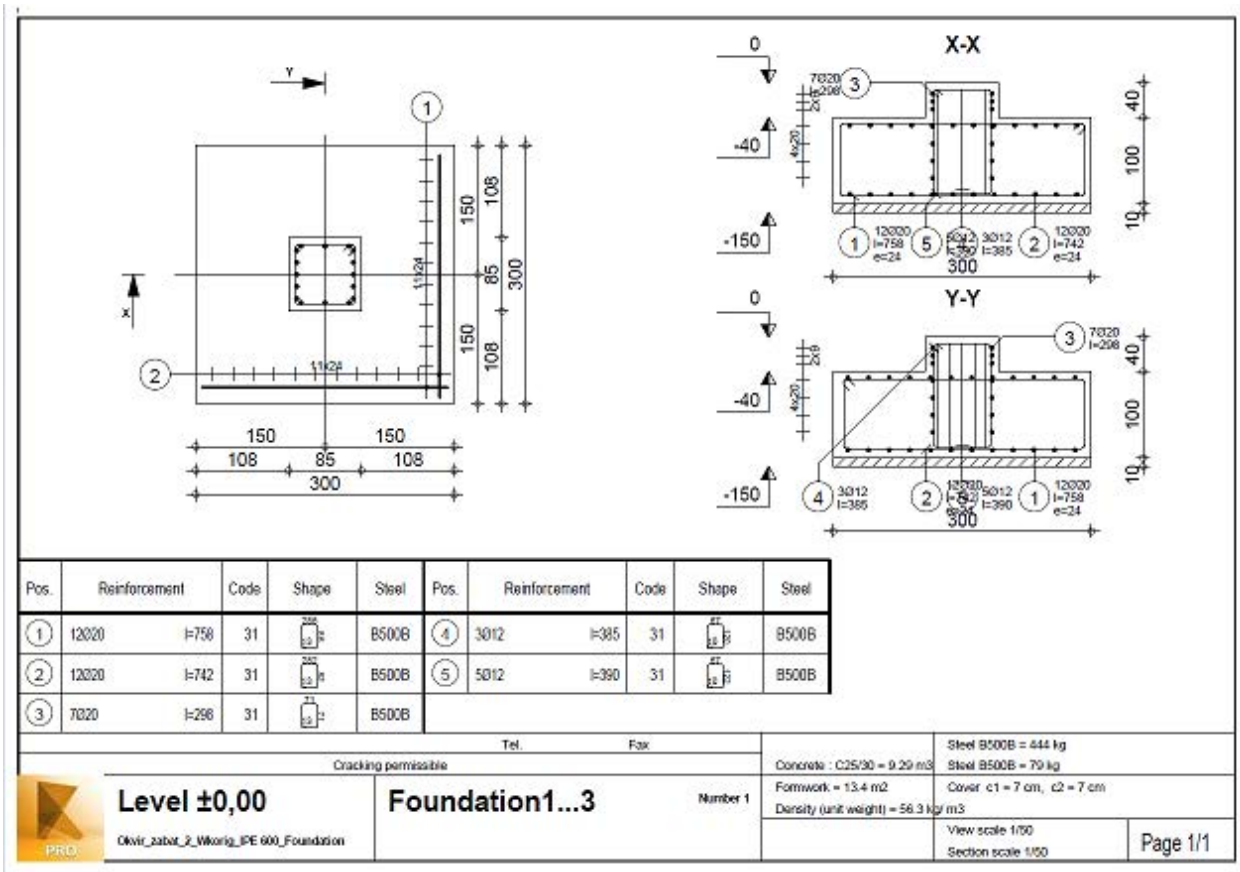
- Concrete volume = 9,29 (m3)
- Formwork = 13,36 (m2)

- Steel B500B
  - Total weight = 523,05 (kG)
  - Density = 56,31 (kG/m3)
  - Average diameter = 18,9 (mm)
  - Survey according to diameters:

Diameter	Length (m)	Number:
12	3,85	3
12	3,89	5
20	2,98	7
20	7,42	12
20	7,58	12



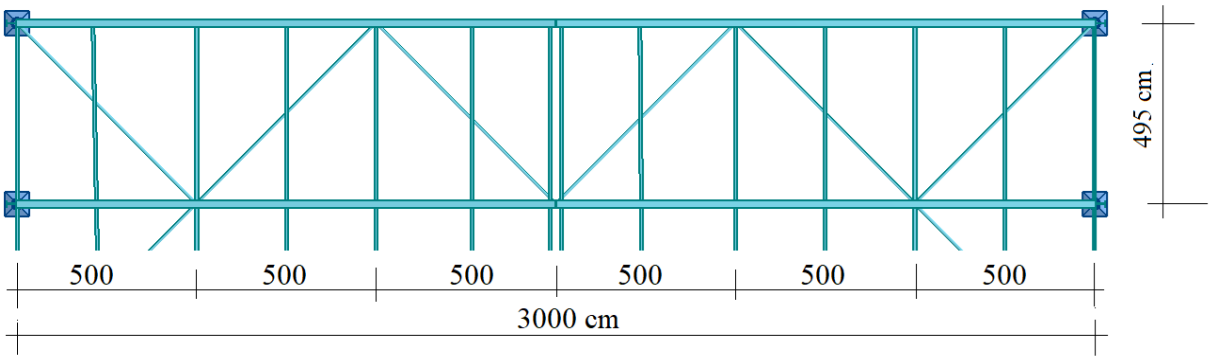
Nacrt armature

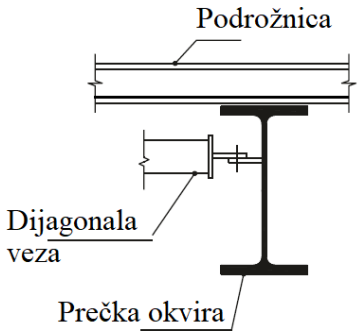


Pos.	Reinforcement	Code	Shape	Steel
1	12Ø20 l=758	31		B500B
2	12Ø20 l=742	31		B500B
3	7Ø20 l=298	31		B500B
4	3Ø12 l=385	31		B500B
5	5Ø12 l=390	31		B500B

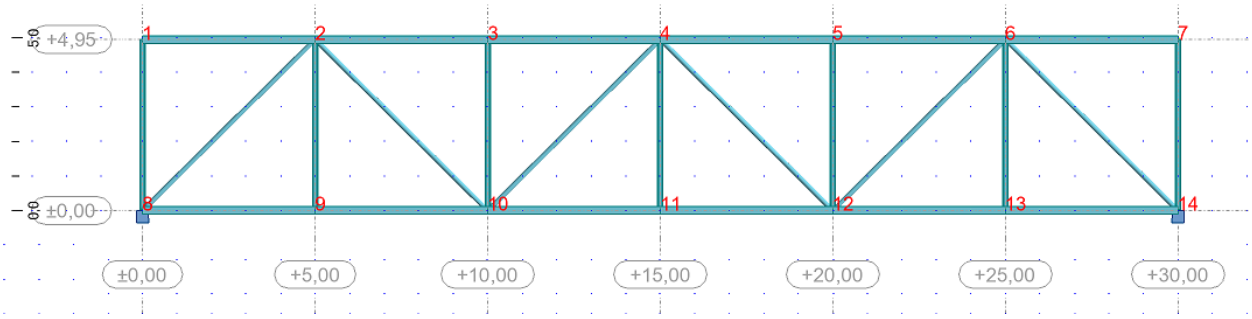
Horizontalna stabilizacija

- **Tlocrt krovišta**





- **Statički sustav**



- **Karakteristične vrijednosti djelovanja**

Vjetar:

- uzeto je u obzir trenje vjetra po krovu (konzervativno)

$$c_{fr} = 0,01$$

$$A_{fr} = 2 \cdot b \cdot d = 2 \cdot 29,7 \cdot 30,0 = 1782 \text{ m}^2$$

$$F_w = c_{fr} \cdot q_p(z_e) \cdot c_s \cdot c_d \cdot A_{fr}$$

$$F_w = 0,01 \cdot 0,39 \cdot 2,4 \cdot 1,0 \cdot 29,70 \cdot 30 = 8,34 \; kN$$

Računska vrijednost po čvorovima:

$$F_{wd} = 1,5 \cdot 1,39 = 2,09\ kN$$ - unutarnji čvorovi

$$F_{wd} = 1,5 \cdot \frac{1,39}{2} = 1,04\ kN$$ - vanjski čvorovi

Imperfekcija, točka 4.7.:

Ekvivalentno raspodijeljeno opterećenje

$$q_d = \sum N_{Ed} \cdot 8 \cdot \frac{e_0 + \delta_q}{L^2}$$ kN/m

$$e_0 = \frac{1,0 \cdot 30,0}{500} = 0,06\ m$$

$$\delta_q \le \frac{L}{2500} = \frac{30,00}{2500} = 0,012\ m$$ cm

$$N_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{h} = \frac{842,00}{0,55} = 1531\ kN$$

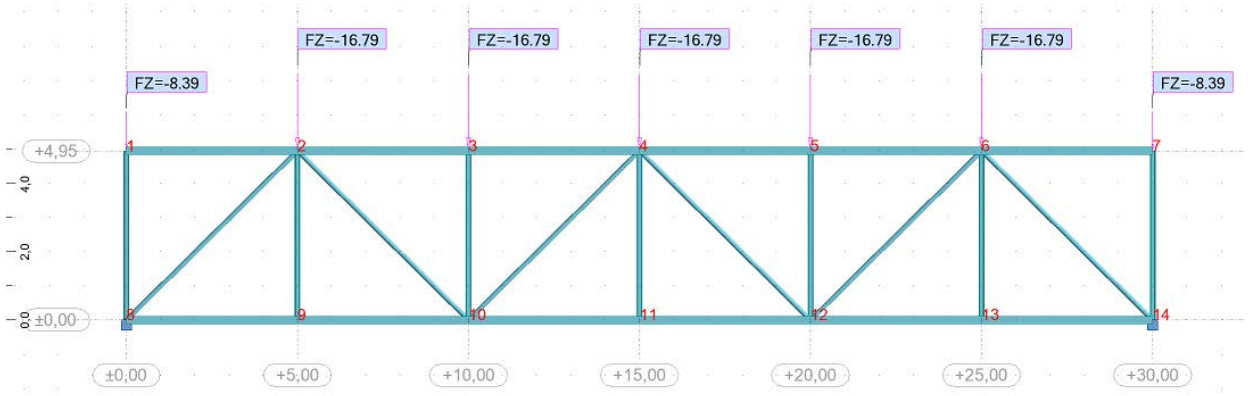
$$q_d = 3 \cdot 1531 \cdot 8 \cdot \frac{0,06 + 0,012}{30,0^2} = 2,94$$ kN/m

Računska vrijednost po čvorovima:

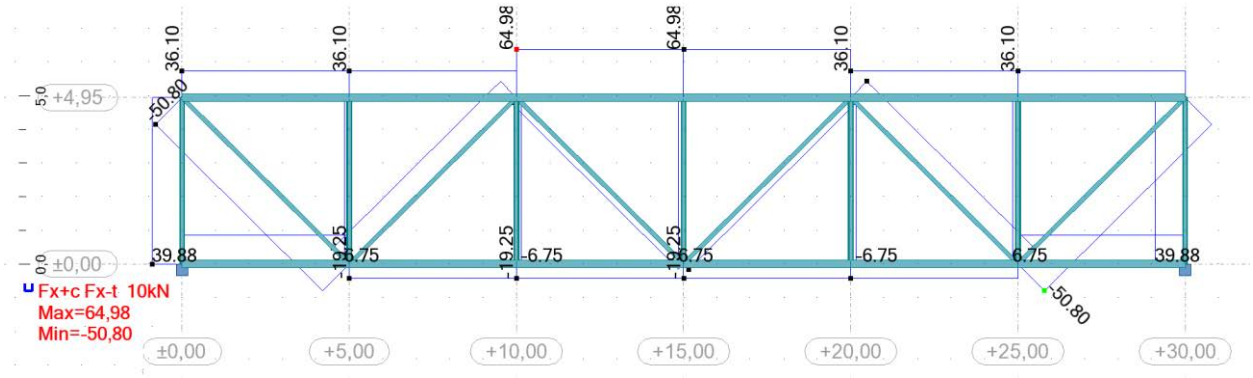
$$F_{wd} = 2,94 \cdot 5,0 = 14,7\ kN$$ - unutarnji čvorovi

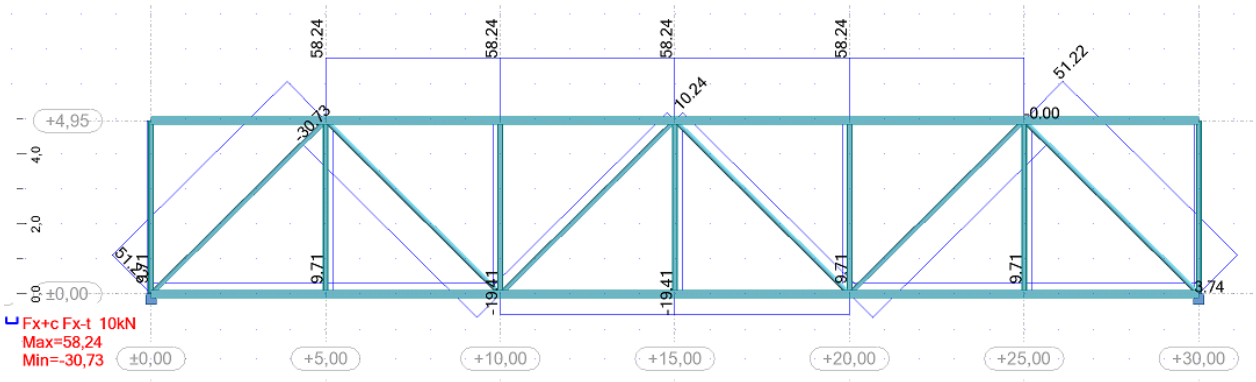
$$F_{wd} = 2,94 \cdot \frac{5,0}{2} = 7,35\ kN$$ - vanjski čvorovi

- **Računske vrijednosti djelovanja**



- **Računske vrijednosti učinaka djelovanja**





- **Dokaz za KGS - Dijagonala**

STEEL DESIGN

CODE: *EN 1993-1:2005/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.*
ANALYSIS TYPE: Member Verification

CODE GROUP:
MEMBER: 20 Simple bar_20 **POINT:** 1 **COORDINATE:** x = 0.00 L = 0.00 m

---

LOADS:
Governing Load Case: 2 LL1

MATERIAL:
S 355 (S 355) fy = 355.00 MPa

SECTION PARAMETERS: TRON 139x4

h=14.0 cm	gM0=1.00	gM1=1.00	
	Ay=10.86 cm2	Az=10.86 cm2	Ax=17.05 cm2
tw=0.4 cm	Iy=392.86 cm4	Iz=392.86 cm4	Ix=785.72 cm4
	Wply=73.68 cm3	Wplz=73.68 cm3	

INTERNAL FORCES AND CAPACITIES:

N,Ed = 59.66 kN
Nc,Rd = 605.37 kN
Nb,Rd = 145.68 kN

Class of section = 2

LATERAL BUCKLING PARAMETERS:

BUCKLING PARAMETERS:

About y axis:

Ly = 7.04 m
Lcr,y = 7.04 m
Lamy = 146.59
Lam_y = 1.92
Xy = 0.24

About z axis:

Lz = 7.04 m
Lcr,z = 7.04 m
Lamz = 146.59
Lam_z = 1.92
Xz = 0.24

VERIFICATION FORMULAS:

Section strength check:

N,Ed/Nc,Rd = 0.10 < 1.00 (6.2.4.(1))

Global stability check of member:

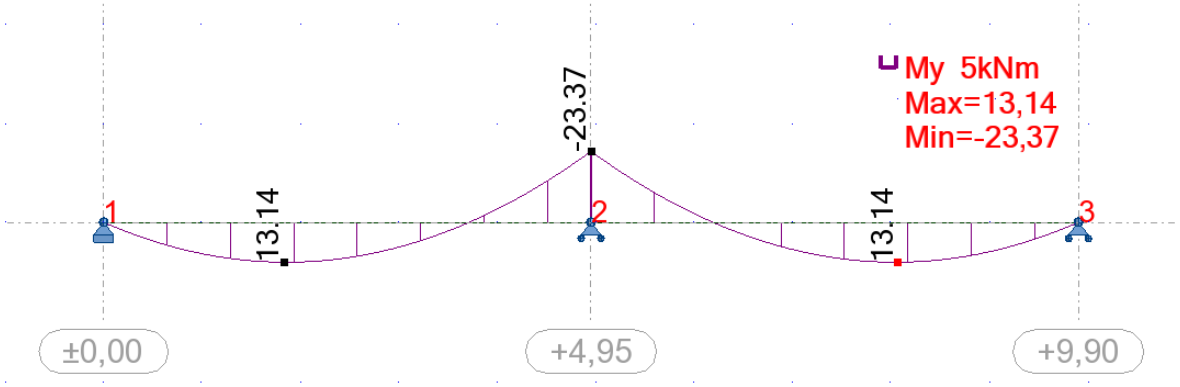
Lambda,y = 146.59 < Lambda,max = 210.00 Lambda,z = 146.59 < Lambda,max = 210.00 STABLE

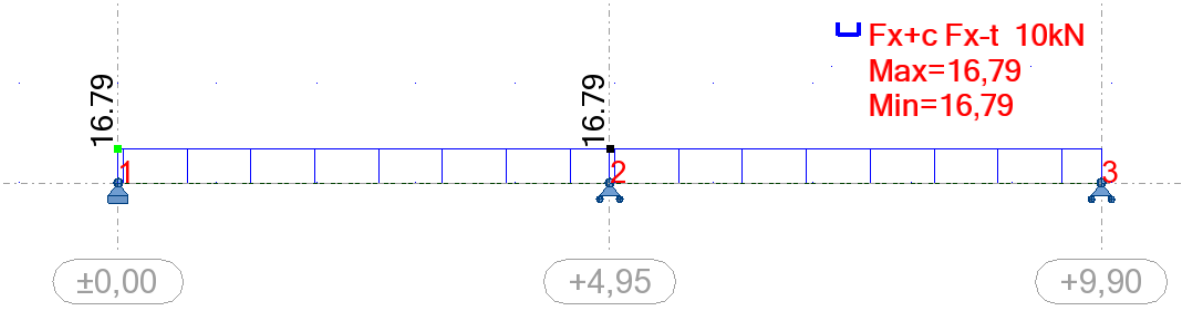
N,Ed/Nb,Rd = 0.41 < 1.00 (6.3.1.1.(1))

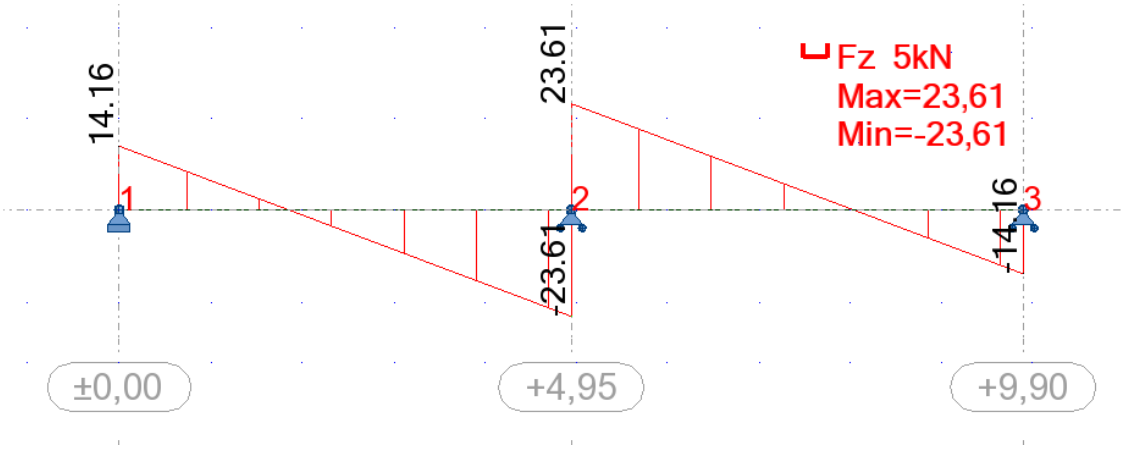
Section OK !!!

- **Dokaz za KGS – Podrožnica, točka 4.9.3.**

Provjerava se podrožnica prva do rubne podrožnice za Kombinaciju 1. iz točke 4.9.3. i tlačnu silu 16,79 kN.







STEEL DESIGN

CODE: *EN 1993-1:2005/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.*
ANALYSIS TYPE: Member Verification

CODE GROUP:
MEMBER: 1 Beam_1 **POINT:** 3 **COORDINATE:** x = 1.00 L = 4.95 m

---

LOADS:
Governing Load Case: 8 Podrožnica u HV

MATERIAL:
S 355 (S 355) fy = 355.00 MPa

SECTION PARAMETERS: HEA 140

h=13.3 cm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=14.0 cm	Ay=26.36 cm2	Az=10.12 cm2	Ax=31.42 cm2
tw=0.5 cm	Iy=1033.13 cm4	Iz=389.32 cm4	Ix=7.97 cm4
tf=0.9 cm	Wply=173.51 cm3	Wplz=84.85 cm3	

INTERNAL FORCES AND CAPACITIES:

N,Ed = 16.79 kN	My,Ed = -23.37 kN*m	
Nc,Rd = 1115.27 kN	My,Ed,max = -23.37 kN*m	
Nb,Rd = 252.04 kN	My,c,Rd = 61.59 kN*m	Vz,Ed = -23.61 kN
	MN,y,Rd = 61.59 kN*m	Vz,c,Rd = 207.49 kN
	Mb,Rd = 38.46 kN*m	
		Class of section = 1

LATERAL BUCKLING PARAMETERS:

z = 1.00	Mcr = 46.80 kN*m	Curve,LT - b	XLT = 0.61
Lcr,low=4.95 m	Lam_LT = 1.15	fi,LT = 1.12	XLT,mod = 0.62

BUCKLING PARAMETERS:

About y axis: About z axis:

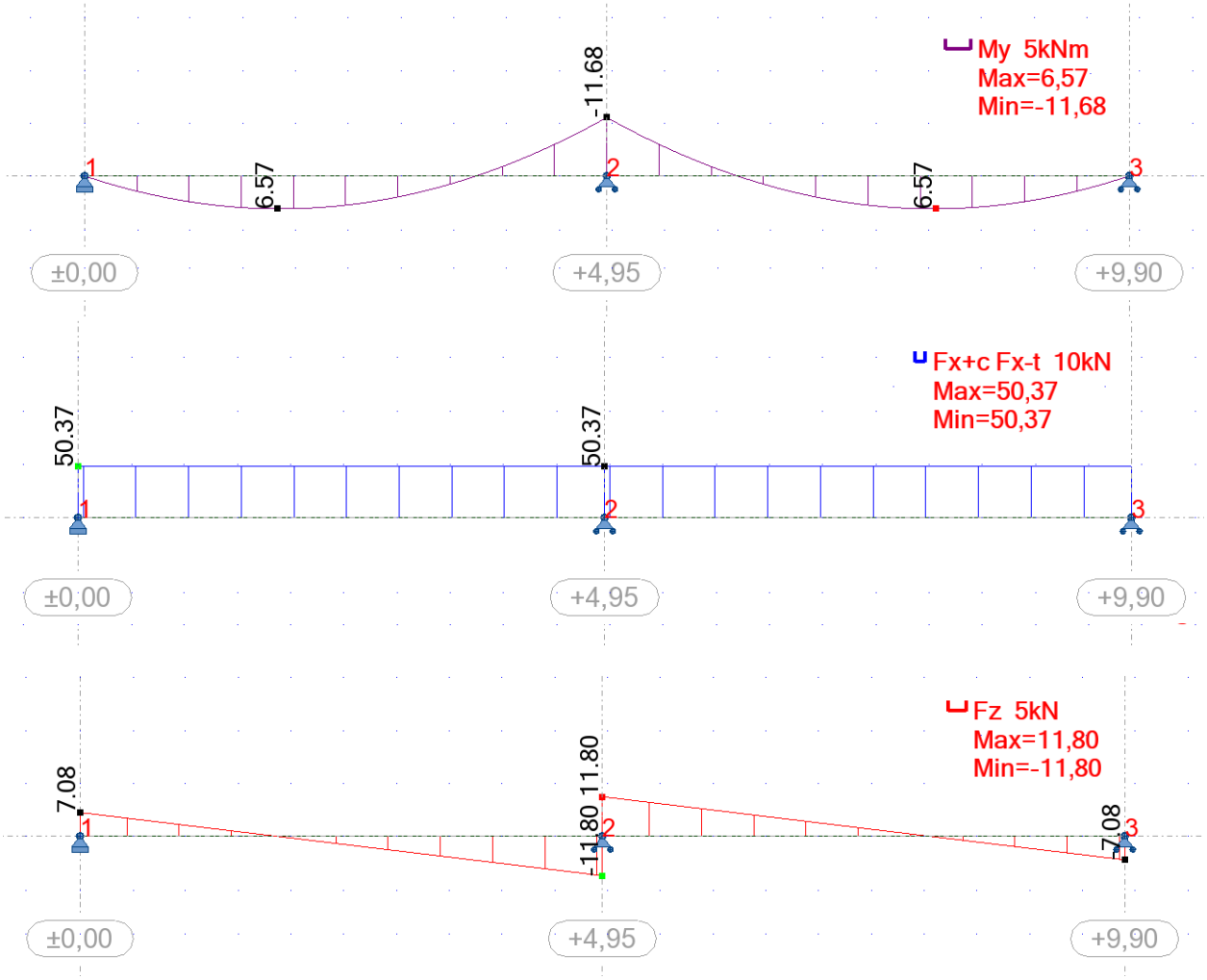
Ly = 4.95 m	Lam_y = 1.13	Lz = 4.95 m	Lam_z = 1.84
Lcr,y = 4.95 m	Xy = 0.52	Lcr,z = 4.95 m	Xz = 0.23
Lamy = 86.32	kyy = 1.04	Lamz = 140.61	kzy = 0.54

VERIFICATION FORMULAS:
Section strength check:

N,Ed/Nc,Rd = 0.02 < 1.00 (6.2.4.(1))
My,Ed/My,c,Rd = 0.38 < 1.00 (6.2.5.(1))
Vz,Ed/Vz,c,Rd = 0.11 < 1.00 (6.2.6.(1))
Global stability check of member:
Lambda,y = 86.32 < Lambda,max = 210.00 Lambda,z = 140.61 < Lambda,max = 210.00 STABLE
My,Ed,max/Mb,Rd = 0.61 < 1.00 (6.3.2.1.(1))
N,Ed/(Xy*N,Rk/gM1) + kyy*My,Ed,max/(XLT*My,Rk/gM1) = 0.66 < 1.00 (6.3.3.(4))
N,Ed/(Xz*N,Rk/gM1) + kzy*My,Ed,max/(XLT*My,Rk/gM1) = 0.40 < 1.00 (6.3.3.(4))

Section OK !!!

Provjerava se rubna podrožnica za pola opterećenja iz Kombinacije 1. iz točke 4.9.3. i tlačnu silu 50,37 kN.



STEEL DESIGN

CODE: *EN 1993-1:2005/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.*
ANALYSIS TYPE: Member Verification

CODE GROUP:
MEMBER: 1 Beam_1 **POINT:** 3 **COORDINATE:** x = 1.00 L = 4.95 m

---

LOADS:
Governing Load Case: 9 Podrožnica u HV rubna

MATERIAL:
S 355 (S 355) fy = 355.00 MPa



SECTION PARAMETERS: HEA 140

h=13.3 cm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=14.0 cm	Ay=26.36 cm2	Az=10.12 cm2	Ax=31.42 cm2
tw=0.5 cm	Iy=1033.13 cm4	Iz=389.32 cm4	Ix=7.97 cm4
tf=0.9 cm	Wply=173.51 cm3	Wplz=84.85 cm3	

INTERNAL FORCES AND CAPACITIES:

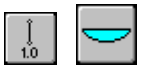
N,Ed = 50.37 kN	My,Ed = -11.68 kN*m	
Nc,Rd = 1115.27 kN	My,Ed,max = -11.68 kN*m	
Nb,Rd = 252.04 kN	My,c,Rd = 61.59 kN*m	Vz,Ed = -11.80 kN
	MN,y,Rd = 61.59 kN*m	Vz,c,Rd = 207.49 kN
	Mb,Rd = 38.46 kN*m	
		Class of section = 1



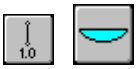
LATERAL BUCKLING PARAMETERS:

z = 1.00	Mcr = 46.80 kN*m	Curve,LT - b	XLT = 0.61
Lcr,low=4.95 m	Lam_LT = 1.15	fi,LT = 1.12	XLT,mod = 0.62

BUCKLING PARAMETERS:



About y axis:



About z axis:

Ly = 4.95 m	Lam_y = 1.13	Lz = 4.95 m	Lam_z = 1.84
Lcr,y = 4.95 m	Xy = 0.52	Lcr,z = 4.95 m	Xz = 0.23
Lamy = 86.32	kyy = 1.16	Lamz = 140.61	kzy = 0.61

VERIFICATION FORMULAS:

Section strength check:

N,Ed/Nc,Rd = 0.05 < 1.00 (6.2.4.(1))
My,Ed/My,c,Rd = 0.19 < 1.00 (6.2.5.(1))
Vz,Ed/Vz,c,Rd = 0.06 < 1.00 (6.2.6.(1))

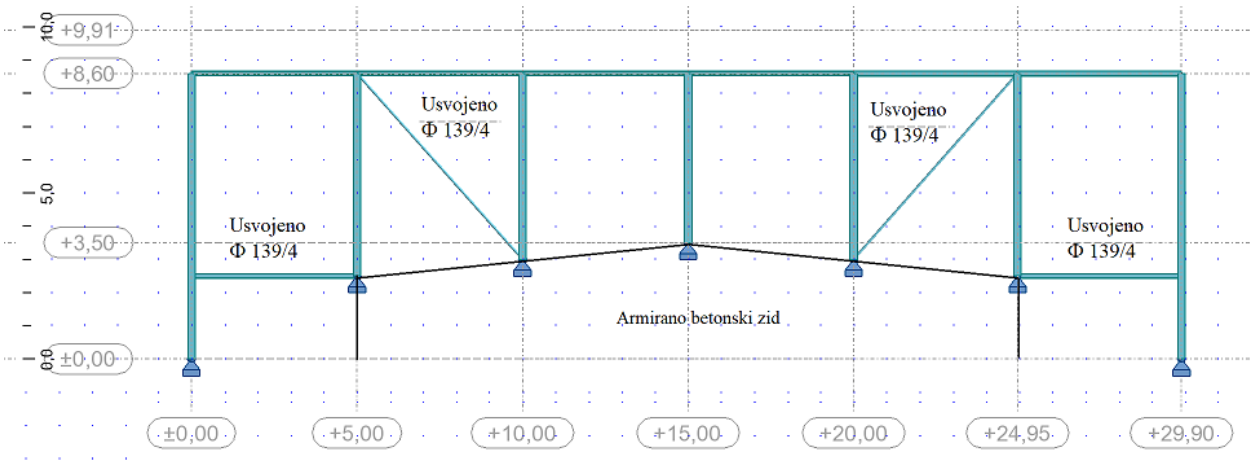
Global stability check of member:

Lambda,y = 86.32 < Lambda,max = 210.00 Lambda,z = 140.61 < Lambda,max = 210.00 STABLE
My,Ed,max/Mb,Rd = 0.30 < 1.00 (6.3.2.1.(1))
N,Ed/(Xy*N,Rk/gM1) + kyy*My,Ed,max/(XLT*My,Rk/gM1) = 0.44 < 1.00 (6.3.3.(4))
N,Ed/(Xz*N,Rk/gM1) + kzy*My,Ed,max/(XLT*My,Rk/gM1) = 0.39 < 1.00 (6.3.3.(4))

Section OK !!!

Vertikalna stabilizacija

Usvojen je profil Φ 139,7/4 kao i kod horizontalne stabilizacije.



Duţina dijagonale iznosi 7,50 m.

Vitkost dijagonale iznosi 750/4,80 = 156.

Otpornost na izvijanje iznosi $N_{b,Rd}$ = 104 kN (duţina izvijanja 8,00 m).

Mximalna tlačna sila: $N_{Ed} = 59,66 \cdot \frac{7,51}{4,95} = 90,5\ kN$

Uvjet: N_{Ed} = 90,5 kN < $N_{b,Rd}$ = 104 kN

utrošak čelika

Okvir u zabatu

Profil	Kom	L (m)	M (kg/m)	M elementa (kg)	Ukupno (kg)	Oplošje (m^2)
IPE 550	2	1,51	105,55	159,39	319	5,67
IPE 550	2	3,02	105,55	318,78	638	11,33
IPE 550	2	10,54	105,55	1112,55	2225	39,56
IPE 600	2	8,60	122,49	1053,43	2107	34,65
Ukupno						
IPE 550	6	30,14	105,55	3181,42	3181	56,56
IPE 600	2	17,20	122,49	2106,86	2107	34,65
Vute					477	9,12
Ukupno					5765	100,33

Okvir unutarnji

Profil	Kom	L (m)	M (kg/m)	M elementa (kg)	Ukupno (kg)	Oplošje (m^2)
IPE 550	2	1,51	105,55	159,39	319	5,67
IPE 550	2	3,02	105,55	318,78	638	11,33
IPE 550	2	10,54	105,55	1112,55	2225	39,56
IPE 600	2	5,60	122,49	685,95	1372	22,57
Ukupno						
IPE 550	6	30,14	105,55	3181,42	3181	56,56
IPE 600	2	11,20	122,49	1371,91	1372	22,57
Vute					477	9,12
Ukupno					5030	88,24

Podroţnice

Profil	Kom	L (m)	M (kg/m)	M elementa (kg)	Ukupno (kg)	Oplošje (m^2)
HE 140 A	14	29,7	24,67	732,70	10258	330,15

Stabilizacija

Profil	Kom	L (m)	M (kg/m)	M elementa (kg)	Ukupno (kg)	Oplošje (m^2)
Φ 139,7/4	20	7,04	13,39	94,27	1885	61,81
Φ 139,7/4	4	7,51	13,39	100,56	402	13,19
Ukupno					2287	75,00

Okviri IPE 550

- unutarnji 3182 x 5 = 15910 kg
- zabat 3182 x 2 = 6364 kg

Okviri IPE 600

- unutarnji 1372 x 5 = 6860 kg
- zabat 2107 x 2 = 4214 kg

Vute

- unutarnji 477 x 5 = 2385 kg
- zabat 477 x 2 = 954 kg

Podroţnice HE 140 A

- 10258 kg

Stabilizacija Φ 139/4

- 2287 kg

Ukupno: 49232 kg

Dodatak (vijci, zavarivanje, čvorni limovi): 0,03 x 49232 = 1478 kg

Sveukupno: 50710 kg

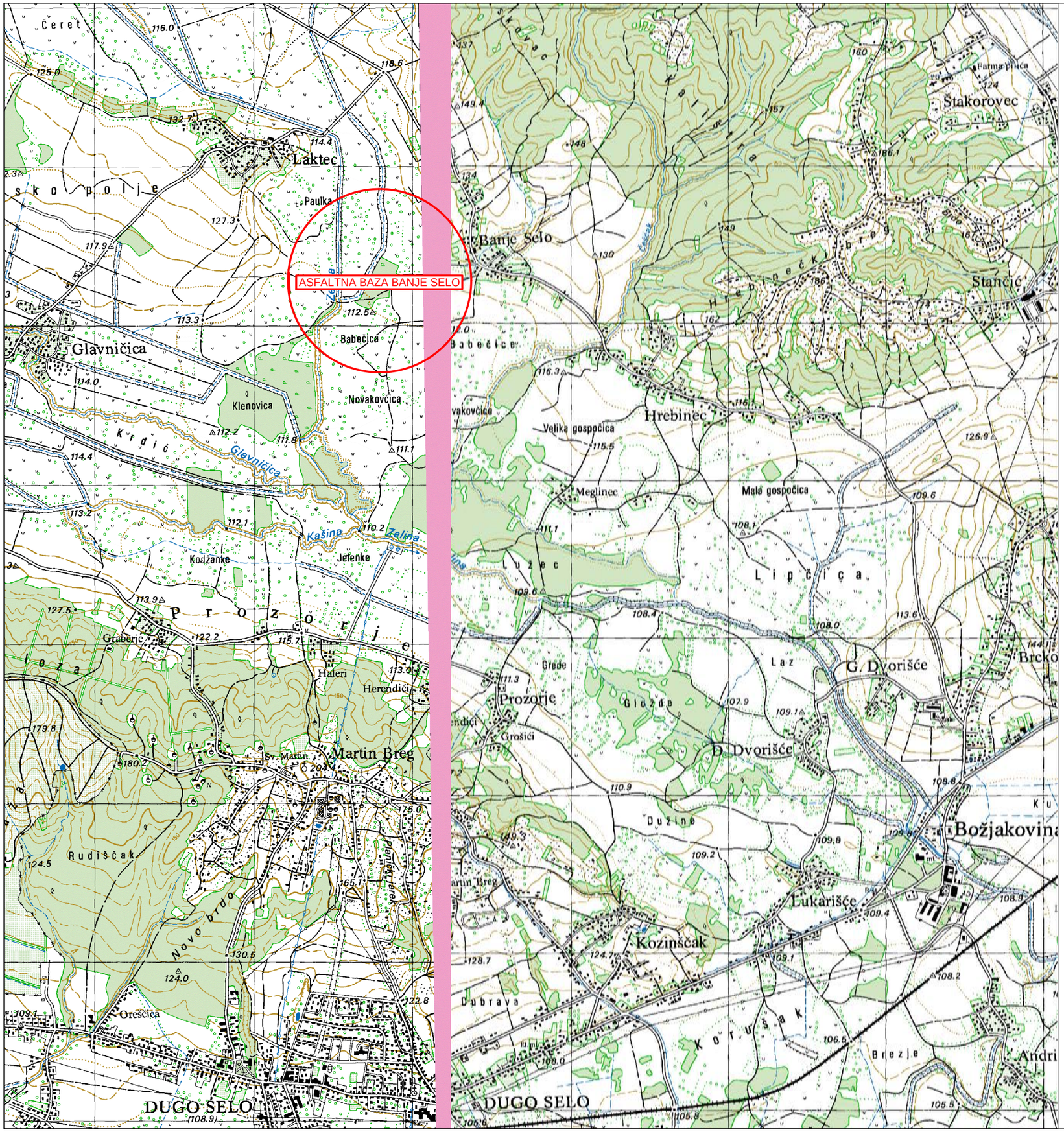
Investitor: **PEDOM ASFALTI d.o.o.**
10 000 ZAGREB, Trsatska 2C

Izradio: **ROMING CONSTRUCTIONS d.o.o.**
za projektiranje, nadzor i građenje
10000 ZAGREB, Pirovec gornji 52A

Naziv građevine: **NADSTREŠNICE U ASFALTNOJ BAZI BANJE SELO**

OZNAKA I NAZIV POGLAVLJA: **III. NACRTI**

Vrsta projekta:	GRAĐEVINSKI PROJEKT
Razina obrade:	GLAVNI PROJEKT
Knjiga:	NADSTREŠNICA ZA AGREGAT 2
Broj projekta:	04 / 2 / 2021
Datum izrade:	Zagreb, svibanj 2021.



IZMJENA BR.	OPIS	DATUM	POTPIS

INVESTITOR/NARUČITELJ: PEDOM ASFALTI d.o.o. 10000 Zagreb, Trsatska 2C	ROMING CONSTRUCTIONS d.o.o. ZA PROJEKTIRANJE, NADZOR I GRAĐENJE 10000 ZAGREB, PIROVEC GORNJI 52A mob: +385 92 1930 260 e-mail: robert.mihalinac@gmail.com
GRAĐEVINA: NADSTREŠNICE U ASFALTNOJ BAZI BANJE SELO	
KNJIGA: NADSTREŠNICA ZA AGREGAT 2	VRSTA PROJEKTA: GRAĐEVINSKI PROJEKT
RAZINA PROJEKTA: GLAVNI PROJEKT	ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA: 04 - 2021
SADRŽAJ: PREGLEDNA SITUACIJA	
GLAVNI PROJEKTANT: Robert Mihalinac, mag.ing.aedif.	MJERILO: 1:25000
PROJEKTANT: Robert Mihalinac, mag.ing.aedif. HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA Robert Mihalinac mag.ing.aedif. Ovlašteni inženjer građevinarstva G 6028	DATUM: svibanj, 2021. OZNAKA KNJIGE: BROJ PROJEKTA: 04 / 2 / 2021
SURADNICI: DIREKTOR: Robert Mihalinac, mag.ing.aedif.	BROJ PRILOGA: 3.1.1.
OZNAKA DOKUMENTA:	



IZMJENA BR.	OPIS	DATUM	POTPIS

INVESTITOR/NARUČITELJ:
PEDOM ASFALTI d.o.o.
10000 Zagreb, Trsatska 2C

ROMING CONSTRUCTIONS d.o.o.
ZA PROJEKTIRANJE, NADZOR I GRAĐENJE
10000 ZAGREB, PIROVEC GORNJI 52A
mob: +385 92 1930 260
e-mail: robert.mihalinac@gmail.com

GRAĐEVINA:
NADSTREŠNICE U ASFALTNOJ BAZI BANJE SELO

KNJIGA:
NADSTREŠNICA ZA AGREGAT 2

VRSTA PROJEKTA:
GRAĐEVINSKI PROJEKT

RAZINA PROJEKTA:
GLAVNI PROJEKT

ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA:
04 - 2021

SADRŽAJ:
PREGLEDNA SITUACIJA NA DOF-u

GLAVNI PROJEKTANT:
Robert Mihalinac, mag.ing.aedif.

MJERILO:
1:5000

PROJEKTANT:
Robert Mihalinac, mag.ing.aedif.

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Robert Mihalinac
mag.ing.aedif.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 6028

DATUM:
svibanj, 2021.

OZNAKA KNJIGE:

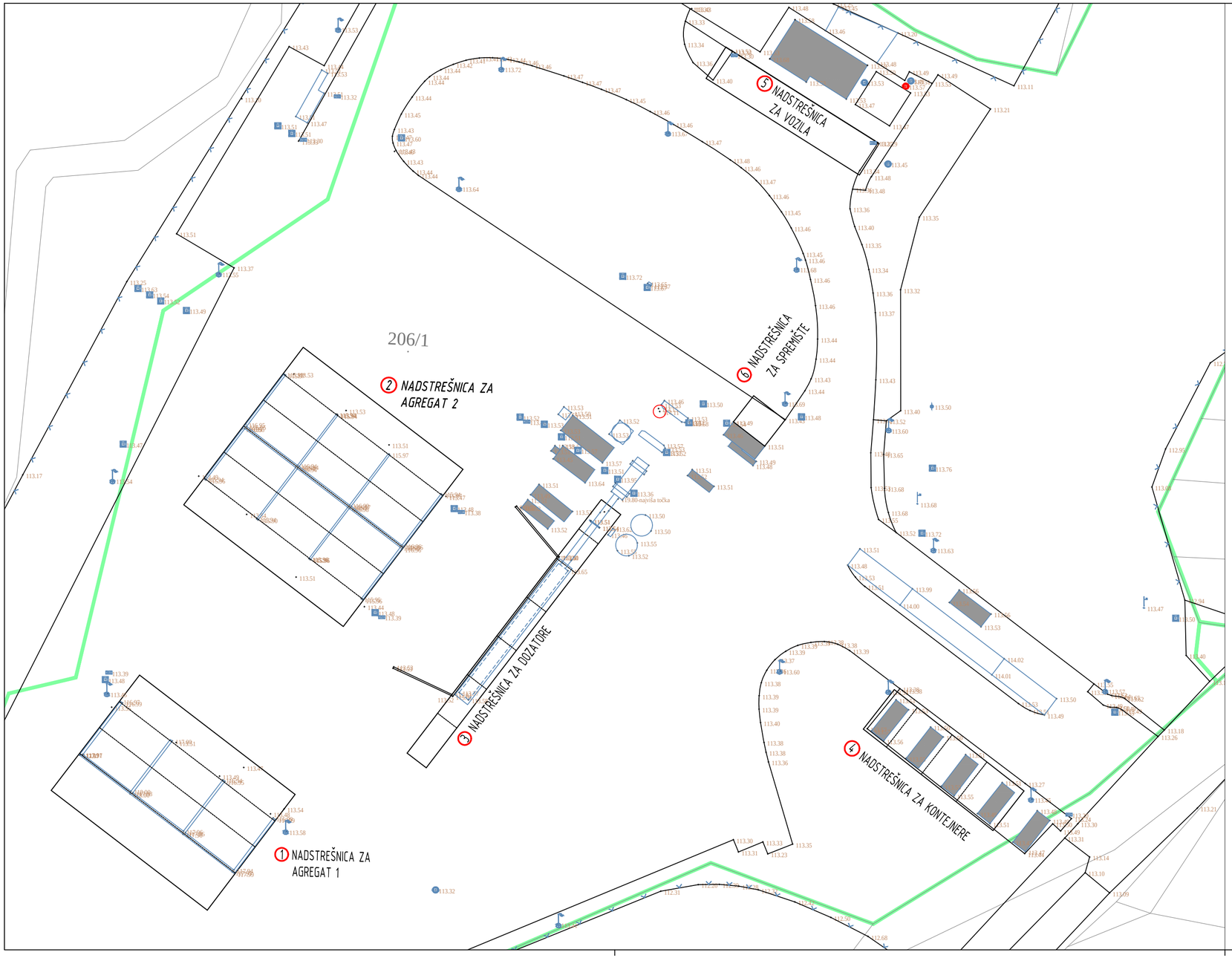
BROJ PROJEKTA:
04 / 2 / 2021

SURADNICI:

BROJ PRILOGA:
3.1.2.

DIREKTOR: Robert Mihalinac, mag.ing.aedif.

OZNAKA DOKUMENTA:



IZMJENA BR.	OPIS	DATUM	POTPIS

INVESTITOR/NARUČITELJ:
PEDOM ASFALTI d.o.o.
10000 Zagreb, Trsatska 2C

ROMING CONSTRUCTIONS d.o.o.
ZA PROJEKTIRANJE, NADZOR I GRAĐENJE
10000 ZAGREB, PIROVEC GORNJI 52A
mob: +385 92 1930 260
e-mail: robert.mihalinac@gmail.com

GRAĐEVINA:
NADSTREŠNICE U ASFALTNOJ BAZI
BANJE SELO

KNJIGA:
NADSTREŠNICA ZA AGREGAT 2

VRSTA PROJEKTA:
GRAĐEVINSKI PROJEKT

RAZINA PROJEKTA:
GLAVNI PROJEKT

ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA:
04 - 2021

SADRŽAJ:
GRAĐEVINSKA SITUACIJA

GLAVNI PROJEKTANT:
Robert Mihalinac, mag.ing.aedif.

MJERILO:
1:500

PROJEKTANT:
Robert Mihalinac, mag.ing.aedif.

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Robert Mihalinac
mag.ing.aedif.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 6028

DATUM:
svibanj, 2021.

OZNAKA KNJIGE:

BROJ PROJEKTA:
04 / 2 / 2021

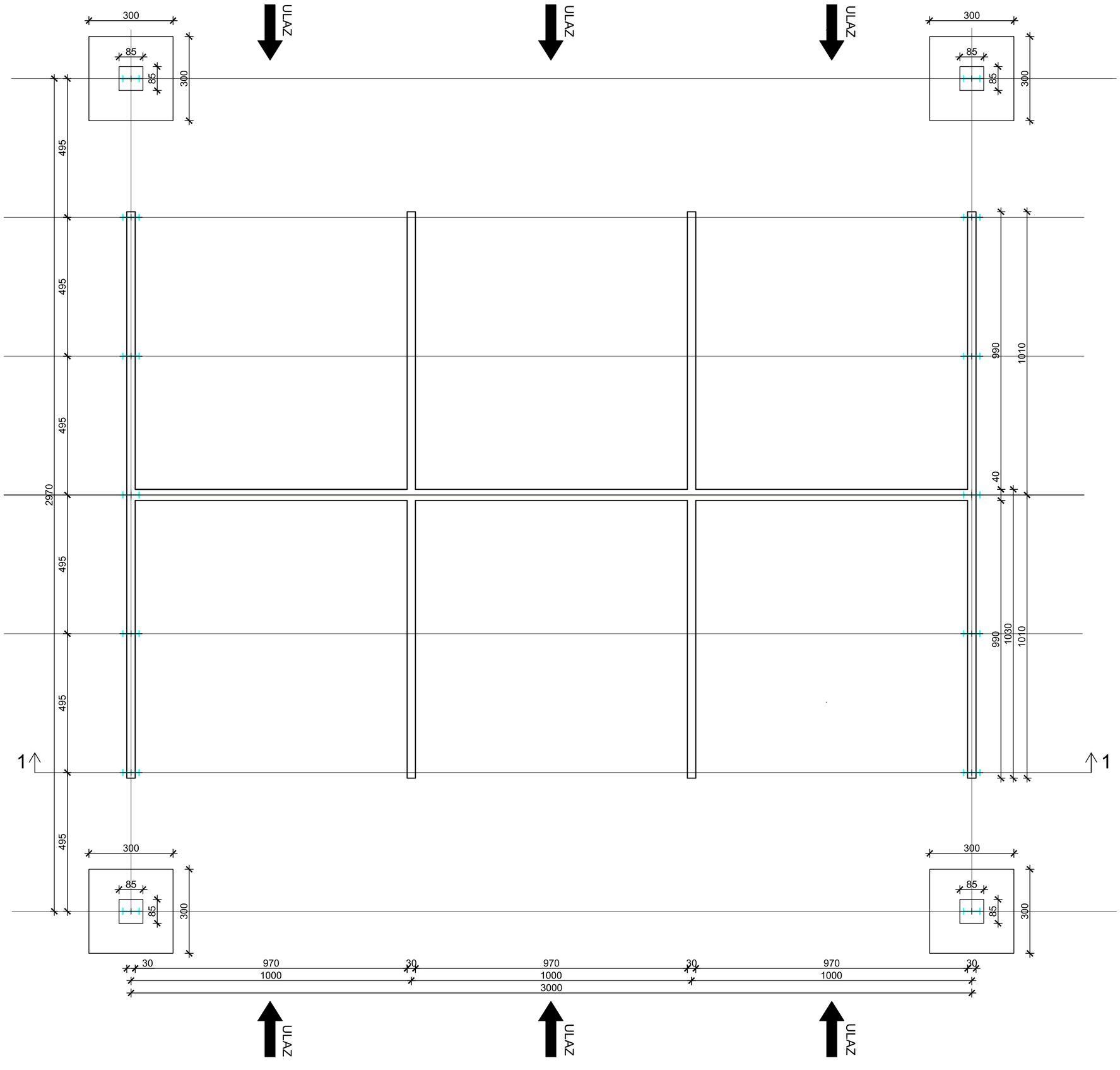
SURADNICI:

BROJ PRILOGA:
3.1.3.

DIREKTOR:
Robert Mihalinac, mag.ing.aedif.

OZNAKA DOKUMENTA:

TLOCRT



IZMJENA BR.	OPIS	DATUM	POTPIS

INVESTITOR/NARUČITELJ:
PEDOM ASFALTI d.o.o.
10 000 Zagreb, Trsatska ulica 2C

GRAĐEVINA:
NADSTREŠNICE
U ASFALTNOJ BAZI BANJE SELO

KNJIGA:
NADSTREŠNICA ZA AGREGAT 2

VRSTA PROJEKTA:
GRAĐEVINSKI PROJEKT

RAZINA PROJEKTA:
GLAVNI PROJEKT

ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA:
04 - 2021

SADRŽAJ:
TLOCRT

GLAVNI PROJEKTANT:
Robert Mihalinac, mag.ing.aedif.

MJERILO:
1:100

PROJEKTANT:
Robert Mihalinac, mag.ing.aedif.

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Robert Mihalinac
mag.ing.aedif.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 6028

DATUM:
svibanj 2021

OZNAKA KNJIGE:

BROJ PROJEKTA:
04 / 2 / 2021

SURADNICI:

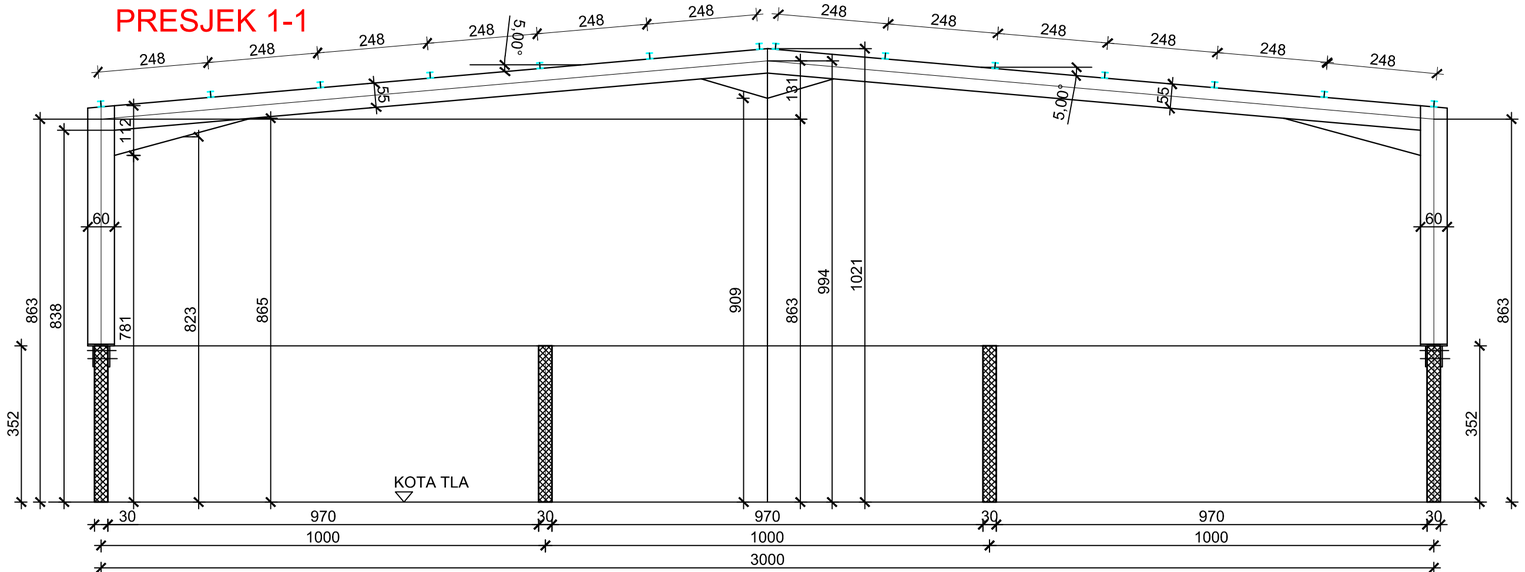
BROJ PRILOGA:
3.2.

DIREKTOR:
Robert Mihalinac, mag.ing.aedif.

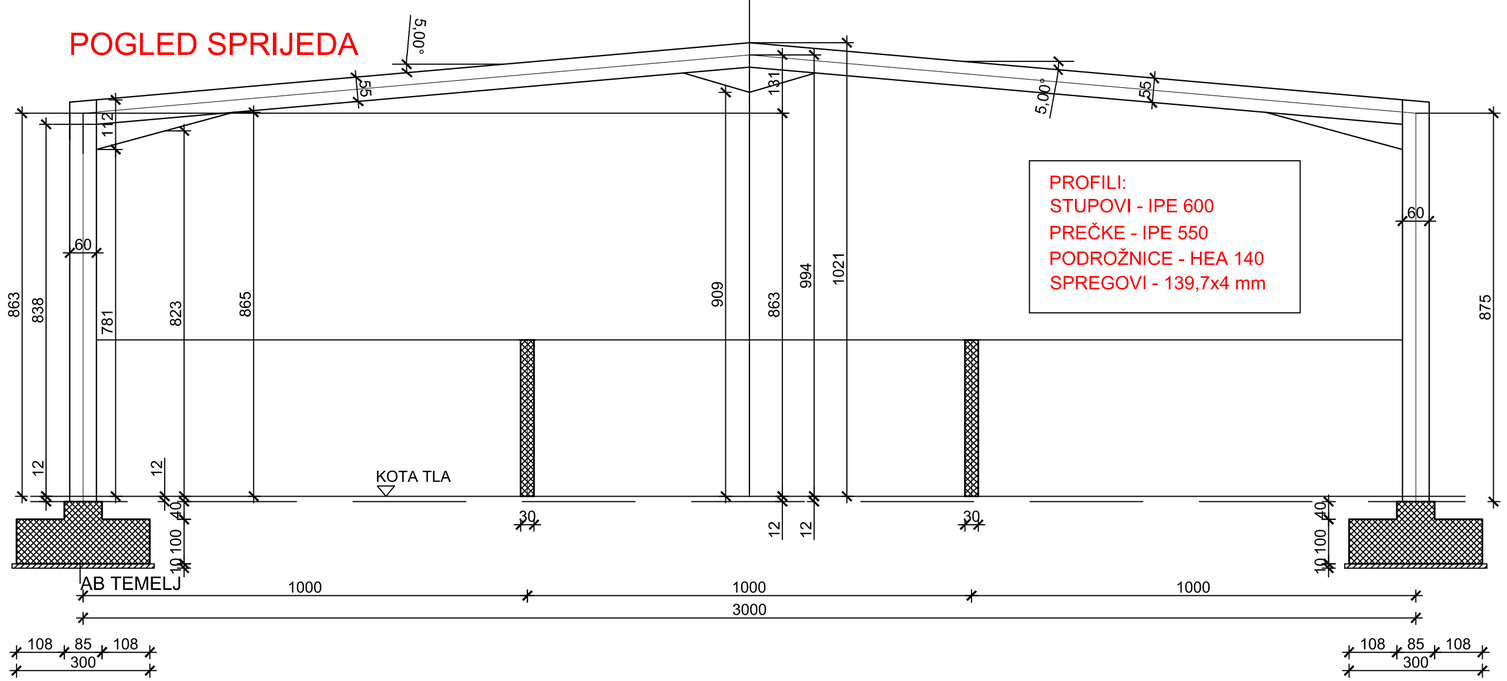
OZNAKA DOKUMENTA:

ROMING CONSTRUCTIONS d.o.o.
ZA PROJEKTIRANJE, NADZOR I GRAĐENJE
10000 ZAGREB, PIROVEC GORNJI 52A
mob: +385 92 1930 260
e-mail: robert.mihalinac@gmail.com

PRESJEK 1-1



POGLED SPRIJEDA



PROFILI:
STUPOVI - IPE 600
PREČKE - IPE 550
PODROŽNICE - HEA 140
SPREGOVI - 139,7x4 mm

IZMJENA BR.	OPIS	DATUM	POTPIS

INVESTITOR/NARUČITELJ:
PEDOM ASFALTI d.o.o.
10 000 Zagreb, Trsatska ulica 2C

GRAĐEVINA:
NADSTREŠNICE
U ASFALTNOJ BAZI BANJE SELO

KNJIGA:
NADSTREŠNICA ZA AGREGAT 2

VRSTA PROJEKTA:
GRAĐEVINSKI PROJEKT

RAZINA PROJEKTA:
GLAVNI PROJEKT

ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA:
04 - 2021

SADRŽAJ:
PRESJECI

ROMING CONSTRUCTIONS d.o.o.
ZA PROJEKTIRANJE, NADZOR I GRAĐENJE
10000 ZAGREB, PIROVEC GORNJI 52A
mob: +385 92 1930 260
e-mail: robert.mihalinac@gmail.com

GLAVNI PROJEKTANT:
Robert Mihalinac, mag.ing.aedif.

MJERILO:
1:100

PROJEKTANT:
Robert Mihalinac, mag.ing.aedif.

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Robert Mihalinac
mag.ing.aedif.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 6028

DATUM:
svibanj 2021

OZNAKA KNJIGE:

BROJ PROJEKTA:
04 / 2 / 2021

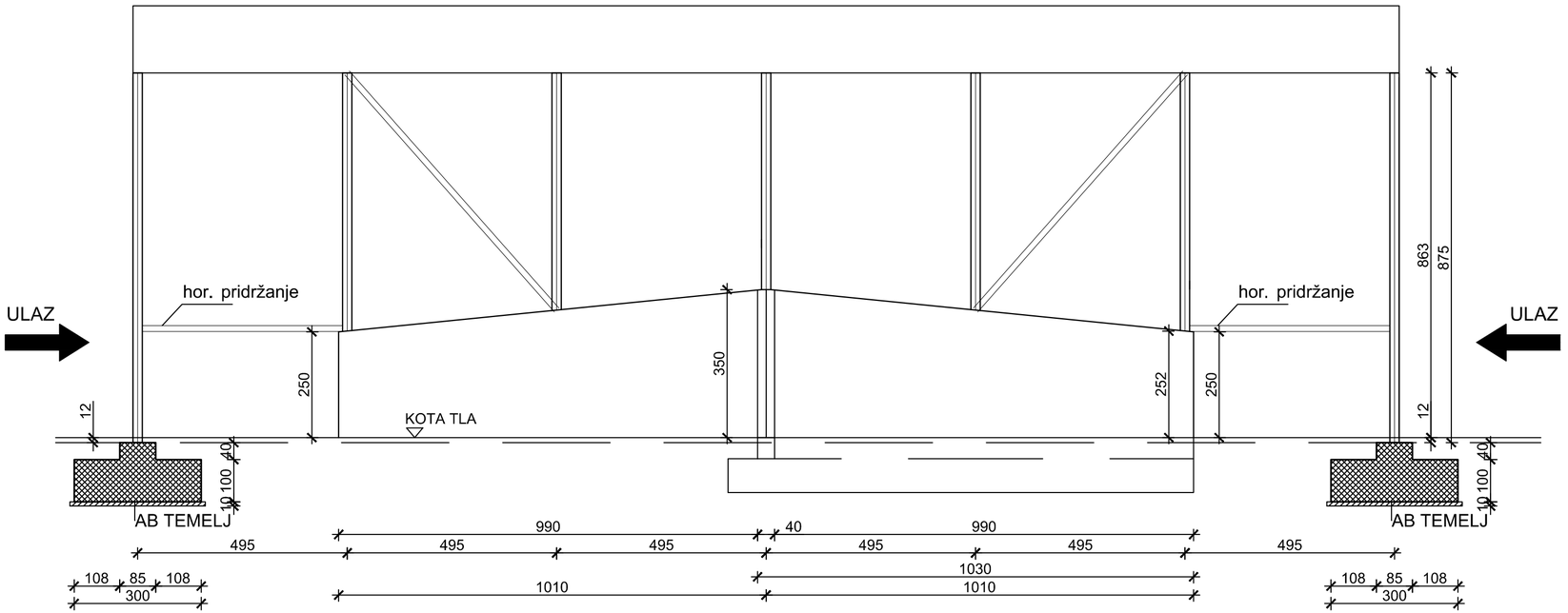
SURADNICI:

BROJ PRILOGA:
3.3.

DIREKTOR:
Robert Mihalinac, mag.ing.aedif.

OZNAKA DOKUMENTA:

POGLED SA STRANE



IZMJENA BR.	OPIS	DATUM	POTPIS

INVESTITOR/NARUČITELJ:
PEDOM ASFALTI d.o.o.
10 000 Zagreb, Trsatska ulica 2C

GRAĐEVINA:
NADSTREŠNICE
U ASFALTNOJ BAZI BANJE SELO

ROMING CONSTRUCTIONS d.o.o.
ZA PROJEKTIRANJE, NADZOR I GRAĐENJE
10000 ZAGREB, PIROVEC GORNJI 52A
mob: +385 92 1930 260
e-mail: robert.mihalinac@gmail.com

KNJIGA:
NADSTREŠNICA ZA AGREGAT 2

VRSTA PROJEKTA:
GRAĐEVINSKI PROJEKT

RAZINA PROJEKTA:
GLAVNI PROJEKT

ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA:
04 - 2021

SADRŽAJ:
POGLED SA STRANE

GLAVNI PROJEKTANT:
Robert Mihalinac, mag.ing.aedif.

MJERILO:
1:100

PROJEKTANT:
Robert Mihalinac, mag.ing.aedif.

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Robert Mihalinac
mag.ing.aedif.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 6028

DATUM:
svibanj 2021

OZNAKA KNJIGE:

BROJ PROJEKTA:
04 / 2 / 2021

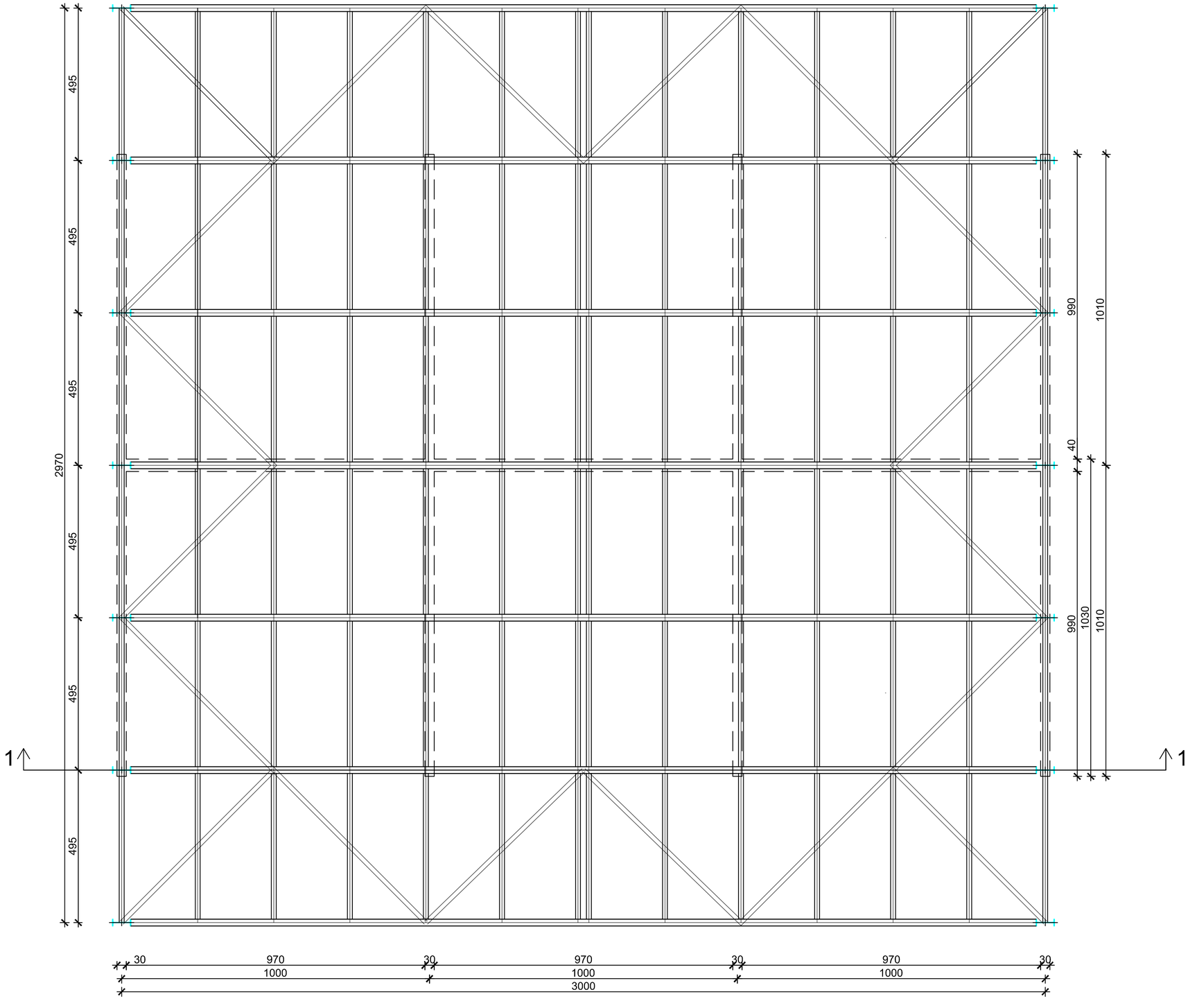
SURADNICI:

BROJ PRILOGA:
3.4.

DIREKTOR:
Robert Mihalinac, mag.ing.aedif.

OZNAKA DOKUMENTA:

TLOCRT KROVIŠTA



IZMJENA BR.	OPIS	DATUM	POTPIS

INVESTITOR/NARUČITELJ:
PEDOM ASFALTI d.o.o.
10 000 Zagreb, Trsatska ulica 2C

GRAĐEVINA:
NADSTREŠNICE
U ASFALTNOJ BAZI BANJE SELO

KNJIGA:
NADSTREŠNICA ZA AGREGAT 2

VRSTA PROJEKTA:
GRAĐEVINSKI PROJEKT

RAZINA PROJEKTA:
GLAVNI PROJEKT

ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA:
04 - 2021

SADRŽAJ:
TLOCRT KROVIŠTA

ROMING CONSTRUCTIONS d.o.o.
ZA PROJEKTIRANJE, NADZOR I GRAĐENJE
10000 ZAGREB, PIROVEC GORNJI 52A
mob: +385 92 1930 260
e-mail: robert.mihalinac@gmail.com

GLAVNI PROJEKTANT:
Robert Mihalinac, mag.ing.aedif.

PROJEKTANT:
Robert Mihalinac, mag.ing.aedif.

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Robert Mihalinac
mag.ing.aedif.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 6028

MJERILO:
1:100

DATUM:
svibanj 2021

OZNAKA KNJIGE:

BROJ PROJEKTA:
04 / 2 / 2021

SURADNICI:

BROJ PRILOGA:
3.5.

DIREKTOR:
Robert Mihalinac, mag.ing.aedif.

OZNAKA DOKUMENTA: