**AS-Inženjering d.o.o.**
za projektiranje, inženjering i konzalting
Krčka 2/A, 53 270 Senj
tel: +385 (0)53 882 073; fax: +385 (0)53 882-177

Ured Otočac: Kralja Zvonimira 113/A
tel: +385 (0)53 882 073; fax: +385 (0)53 882-177
e-mail: info@as-inzenjering.hr
OIB: 11568737997 (M.B. 0569828)

Investitor: **PEMPER d. o. o.**
**OIB:24422195574**

Adresa: **Pod Pakljom 3**
**53 220 OTOČAC**

Lokacija: **Otočac**
kčbr.: **4076/1**
Kat. općina: **Otočac**

Zajed. oznaka: **AS_1459**
Broj projekta: **034-10-2020 GP_K**

Redni broj mape: **2**

**Građevina:** **POSLOVNO-PROIZVODNI POGON ZA PROIZVODNJU I OBRADU SIROVE GRAĐE - Pilana, 3× silos, nadstrešnica, kotlovnica, parionica, sušara i prostor za radnike**

Razina razrade: **GLAVNI PROJEKT**
Strukovna odrednica: **GRAĐEVINSKI PROJEKT**
Vrsta projekta: **PRORAČUN KONSTRUKCIJE NA MEHANIČKU OTPORNOST I STABILNOST**

Gl. projektant:
Božidar Nikšić, dipl. ing. građ.
Broj ovlaštenja: **G 471**

Projektant:
Božidar Nikšić, dipl. ing. građ.
Broj ovlaštenja: **G 471**

BOŽIDAR NIKŠIĆ
Digitalno potpisao: BOŽIDAR NIKŠIĆ
Datum: 2021.03.22 09:19:34 +01'00'

Direktor:
Marko Prpić, univ. bacc. ing. aedif.

Otočac, prosinac 2020.

**Ovjerava ovlašteni revident:**

**mr. sc. Ivan Palijan, dipl.ing.građ.**
ovlašteni revident ovl. br. 65

- za područje mehaničke otpornosti i stabilnosti metalnih i spregnutih konstrukcija (red. br. evidencije: 52/14)
- za područje mehaničke otpornosti i stabilnosti betonskih i zidanih konstrukcija (red. br. evidencije: 90/15)

broj izvješća: R19-GP/2021

datum: 17. 03. 2021.

potpis i pečat revidenta:

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
mr.sc. Ivan Palijan
dipl. ing. građ.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 598

ProjektPRO©

**Datoteka: Mapa_2_PRORAČUN KONSTRUKCIJE**

## A GLAVNOG PROJEKTA

## GLAVNI PROJEKT: AS_1459

| Mapa | Opis dijelova projektne dokumentacije | Izradio | Oznaka projekta | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | **Arhitektonski projekt** | AS-INŽENJERING, Senj, Petar Ljubić, dipl.ing.arh. | 034-10-2020 GP | _A |
| 2 | **Projekt konstrukcije** | AS-INŽENJERING, Senj, Božidar Nikšić, dipl. ing. građ. | 034-10-2020 GP | _K |
| 3 | **Projekt vodovoda i kanalizacije** | AS-INŽENJERING d.o.o., Senj, Dani Smojver, mag.ing.aedif. | 034-10-2020 GP | _V |
| 4 | **Elektrotehnički projekt** | MBT-inženjering d.o.o., Macinec, Marijan Marciuš, dipl.ing.el. | 498/2020 | |
| 5 | **Strojarski projekt** | PLI d.o.o. Varaždin ZVONIMIR FILIPI, dipl.ing. str. | 036/2020-S | |

## ELABORATI

| Mapa | Opis dijelova projektne dokumentacije | Izradio | Oznaka elaborata | |
|---|---|---|---|---|
| E1 | ELBORAT ZAŠTITE OD POŽARA | | 034-10-2020 GP | _EP |
| E2 | ZAŠTITE NA RADU | | 034-10-2020 GP | _ER |
| E3 | ELABORAT ZAŠTITE OD BUKE | | 034-10-2020 GP | _EB |

Kraj poglavl

Datoteka: *Mapa_2_PRORAČUN KONSTRUKCIJE*

# SADRŽAJ PROJEKTA


| Rbroj | **Naslov** - opis dijela projektne dokumentacije | List |
|---|---|---|
| | ***Opći dio*** | |
| | Proračun konstrukcije - naslovna stranica | 1 |
| | Stranica za ovjeru revidenta | 2 |
| | Popis svih mapa projekta | 3 |
| | Sadržaj | 4 |
| | Rješenje o imenovanju projektanta | 5 |
| | Prilozi | 6 |
| | Izjava o usklađenosti | 13 |
| | ***Tehnički dio*** | |
| **1.** | **TEHNIČKI OPIS** | 15 |
| **2.** | **PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE** | 21 |
| **3.** | **PROCJENA TROŠKOVA GRADNJE KONSTRUKCIJE** | 59 |
| **4.** | **DOKAZ MEHANIČKE OTPORNOSTI I STABILNOSTI** | 60 |
| 4.1. | Podaci o temeljnom tlu | 61 |
| 4.2. | Podaci o vlastitoj težini i stalna djelovanja | 63 |
| 4.3. | Podaci o vjetrovnom području i djelovanje vjetra na konstrukciju | 64 |
| 4.4. | Podaci o snježnom području i djelovanje snjega na konstrukciju | 77 |
| 4.5. | Podaci o potresnoj zoni i seizmička djelovanja | 82 |
| 4.6. | Proračun reznih sila i dimenzioniranje | 84 |

**Broj: K-034-10-2020 GP_K**
**Otočac, prosinac 2020.**

Temeljem Zakona o gradnji (Narodne novine RH br. 153/13; 20/17; 39/19; 125/19) i Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu (Narodne novine br. 78/15., 114/18; 110/19) izdaje se

# R J E Š E NJ E

Za izradu projektne dokumentacije na projektu:

ZOP:
**AS_1459**
Broj projekta:
**034-10-2020 GP_K**
Građevina:
**POSLOVNO-PROIZVODNI POGON ZA PROIZVODNJU I OBRADU SIROVE GRAĐE - Pilana, 3× silos, nadstrešnica, kotlovnica, parionica, sušara i prostor za radnike**
Investitor:
**PEMPER d. o. o.**
**OIB:24422195574**

kao **projektant**, imenuje se:

## Božidar Nikšić, dipl. ing. građ.

*Obrazloženje:*

Zakon o gradnji (Narodne novine br. 153/13; 20/17) i Zakon o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu (Narodne novine br. 78/15., 114/18) propisuju ovlaštenja i obveze osoba koje sudjeluju u projektiranju - projektanata. Budući je utvrđeno da imenovani ispunjava sve uvjete koji su propisani Zakonom doneseno je rješenje kao u dispozitivu.

Projektant je odgovoran da je projektna dokumentacija izrađena prema Zakonu o gradnji, posebnim propisima i drugim zakonima te pravilima struke uz poštivanje *Kodeksa strukovne etike* .

Ovl. osoba:
***Marko Prpić, univ. bacc. ing. aedif.***

AS- Inženjering d.o.o.
m.p.
Krčka 2a, Senj 53 270
OIB: 11568737997

ProjektPRO©

# PRILOZI

| Rbr. | Opis dokumentacije koja se prilaže: | Br. priloga: |
|---|---|---|
| 1 | Izvadak i sudskog registra za tvrku | 01 |
| 2 | Rješenje o upisu u imenik ovlaštenih inženjera za projektanta konstrukcije | 02 |

REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U RIJECI

MBS:020019824
Tt-14/4988-2

R J E Š E N J E

Trgovački sud u Rijeci po sucu pojedincu Ika Mohorović u registarskom predmetu upisa u sudski registar povećanja temeljnog kapitala i izmjene Izjave po prijedlogu predlagatelja AS-INŽENJERING, društvo s ograničenom odgovornošću za građevinarstvo, Senj, Petra Matkovića 7, 04.07.2014. godine

r i j e š i o j e

u sudski registar ovog suda upisuje se:

povećanje temeljnog kapitala,
promjena odredbi Izjave o osnivanju,
kod subjekta upisa upisanog

pod tvrtkom/nazivom AS-INŽENJERING, društvo s ograničenom odgovornošću za građevinarstvo, sa sjedištem u Senju, Petra Matkovića 7, u registarski uložak s MBS 020019824, OIB 11568737997, prema podacima naznačenim u prilogu ovoga rješenja ("Podaci za upis u glavnu knjigu sudskog registra"), koji je njegov sastavni dio.

TRGOVAČKI SUD U RIJECI

U Rijeci, 4. srpnja 2014. godine

REPUBLIKA HRVATSKA 15 TRGOVAČKI SUD U RIJECI

S U D A C

Ika Mohorović

Uputa o pravnom lijeku:

Pravo na žalbu protiv ovog rješenja ima sudionik ili druga osoba koja za to ima pravni interes. Žalba se podnosi u roku od 8 (osam) dana Visokom trgovačkom sudu Republike Hrvatske u dva primjerka, putem prvostupanjskog suda. Predlagatelj nema pravo žalbe.

D003, 2014-07-04 11:04:35 Stranica: 1 od 1

REPUBLIKA HRVATSKA
JAVNI BILJEŽNIK
Biondić Eda
Senj, Pavlinski trg 17

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

MBS:
020019824

OIB:
11568737997

EUID:
HRSR.020019824

TVRTKA:
1 AS-INŽENJERING, društvo s ograničenom odgovornošću za građevinarstvo

1 AS-INŽENJERING d.o.o.

SJEDIŠTE/ADRESA:
6 Senj (Grad Senj)
Krčka 2/A

PRAVNI OBLIK:
1 društvo s ograničenom odgovornošću

PREDMET POSLOVANJA:

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 45.1 | - Pripremni radovi na gradilištu |
| 1 | 45.11 | - Rušenje građ. objekata i zemljani radovi |
| 1 | 45.2 | - Izgradnja građ. objekata i dijelova objekata |
| 1 | 45.3 | - Instalacijski radovi |
| 1 | 45.4 | - Završni građevinski radovi |
| 1 | 45.5 | - Iznajm. građ. strojeva i opr. s rukovateljem |
| 1 | 60.24 | - Prijevoz robe (tereta) cestom |
| 1 | * | - Projektiranje građevinskih objekata |
| 1 | * | - Nadzor nad građenjem |
| 2 | 70.31 | - Agencije za promet nekretninama |
| 3 | * | - projektiranje, građenje, uporaba i uklanjanje građevina |
| 3 | * | - stručni poslovi prostornog uređenja |
| 3 | * | - obavljanje djelatnosti upravljanja projektom gradnje |
| 3 | * | - poslovi upravljanja nekretninom i održavanje nekretnina |
| 3 | * | - poslovanje nekretninama |
| 3 | * | - inženjerstvo i s njim povezano tehničko savjetovanje |
| 3 | * | - usluge vještačenja na području graditeljstva |
| 3 | * | - kupnja i prodaja robe |
| 3 | * | - obavljanje trgovačkog posredovanja na domaćem i inozemnom tržištu |
| 3 | * | - zastupanje domaćih i inozemnih tvrtki u okviru registriranih djelatnosti |

OSNIVAČI/ČLANOVI DRUŠTVA:

1 Zlatko Prpić, OIB: 80938301507
Senj, Petra Matkovića 7
1 - jedini osnivač d.o.o.

Izrađeno: 2020-03-13 10:37:06 D004
Podaci od: 2020-03-13 Stranica: 1 od 3

REPUBLIKA HRVATSKA
JAVNI BILJEŽNIK
Biondić Eda
Senj, Pavlinski trg 17

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

OSOBE OVLAŠTENE ZA ZASTUPANJE:

1 Zlatko Prpić, OIB: 80938301507
Senj, Petra Matkovića 7
7 - predsjednik uprave
7 - zastupa pojedinačno i samostalno temeljem odluke od 31. listopada 2019.

6 Marko Prpić, OIB: 90916284127
Senj, Petra Matkovića 7
6 - prokurist
6 - zastupa društvo sukladno odredbama čl. 47 i 48 Zakona o trgovačkim društvima, temeljem odluke od 3. ožuka 2017.

7 Cintia Veronica Morelli, OIB: 98269076353
Senj, Ulica Petra Matkovića 7
7 - član uprave
7 - zastupa skupno s predsjednikom uprave temeljem odluke od 31. listopada 2019.

TEMELJNI KAPITAL:
4 560.000,00 kuna

PRAVNI ODNOSI:
Osnivački akt:
1 Odluka o osnivanju d.o.o. od 02.12.1993.g. usklađena sa ZTD-om Izjavom o usklađenju od 27.12.1995.g.
2 Odlukom člana društva od 01.12.1997.g. izmijenjena je Izjava o usklađenju u članku 5. odredbe o predmetu poslovanju i članku 7. o temeljnom kapitalu.
3 Odlukom člana Društva od 3. veljače 2014. godine odredbe Izjave izmijenjene su u cijelosti te je u potpunom tekstu dostavljena u zbirku isprava.
4 Odlukom jedinog člana društva od 26. lipnja 2014. godine izmijenjena je Izjava o osnivanju i to čl.7. (temeljni kapital) i čl.9. (poslovni udjeli). Potpuni tekst Izjave dostavljen je u zbirku isprava.
7 Odlukom člana društva od 31. listopada 2019. odredbe Izjave izmijenjene su u cjelosti te je u potpunom tekstu dostavljena u zbirku isprava.

Promjene temeljnog kapitala:
2 Odlukom člana društva od 01.12.1997.g. povećava se temeljni kapital s iznosa od 7.128,00 kn za 10.872,00 kn u novcu na 18.000,00 kn.
4 Odlukom jedinog člana društva od 26. lipnja 2014. godine povećan je temelji kapita iz dobiti društva i to sa iznosa od 18.000,00 kuna za iznos od 542.000,00 kuna na iznos od 560.000,00 kuna.

Statusne promjene: subjektu upisa pripojen drugi
5 Društvu je pripojeno društvo EUROKON d. o. o. za projektiranje, građenje i nadzor, Otočac, Kralja Zvonimira 113/A upisano u reg. ulošku s matičnim brojem subjekta (MBS) 020038475, OIB 19725571503 Trgovačkog suda u Rijeci, temeljem Ugovora o pripajanju od 31. listopada 2016., Odluke o pripajanju od 31. listopada 2016. i

Izrađeno: 2020-03-13 10:37:06 D004
Podaci od: 2020-03-13 Stranica: 2 od 3

REPUBLIKA HRVATSKA
JAVNI BILJEŽNIK
Biondić Eda
Senj, Pavlinski trg 17

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

PRAVNI ODNOSI:

Statusne promjene: subjektu upisa pripojen drugi
Odluke Skupštine pripojenog društva od 31. listopada 2016.
Odluke o pripajanju nisu pobijane.

OSTALI PODACI:

1 Upis izvršen u Trgovačkom sudu Rijeka RUL 1-19127

FINANCIJSKA IZVJEŠĆA:

| | Predano | God. | Za razdoblje | Vrsta izvještaja |
|---|---|---|---|---|
| eu | 30.04.19 | 2018 | 01.01.18 - 31.12.18 | GFI-POD izvještaj |

Upise u glavnu knjigu proveli su:

| RBU | Tt | Datum | Naziv suda |
|---|---|---|---|
| 0001 | Tt-95/1987-2 | 10.07.1996 | Trgovački sud u Karlovcu |
| 0002 | Tt-97/758-2 | 07.07.1998 | Trgovački sud u Karlovcu |
| 0003 | Tt-14/1218-3 | 21.02.2014 | Trgovački sud u Rijeci |
| 0004 | Tt-14/4988-2 | 04.07.2014 | Trgovački sud u Rijeci |
| 0005 | Tt-16/7197-6 | 29.11.2016 | Trgovački sud u Rijeci |
| 0006 | Tt-17/1760-2 | 15.03.2017 | Trgovački sud u Rijeci |
| 0007 | Tt-19/5910-2 | 12.11.2019 | Trgovački sud u Rijeci |
| eu | / | 29.05.2009 | elektronički upis |
| eu | / | 10.06.2010 | elektronički upis |
| eu | / | 19.03.2011 | elektronički upis |
| eu | / | 28.03.2012 | elektronički upis |
| eu | / | 26.03.2013 | elektronički upis |
| eu | / | 27.03.2014 | elektronički upis |
| eu | / | 30.03.2015 | elektronički upis |
| eu | / | 07.03.2016 | elektronički upis |
| eu | / | 21.04.2017 | elektronički upis |
| eu | / | 26.09.2017 | elektronički upis |
| eu | / | 28.09.2017 | elektronički upis |
| eu | / | 25.04.2018 | elektronički upis |
| eu | / | 30.04.2019 | elektronički upis |

Pristojba:_____

Nagrada:_____

JAVNI BILJEŽNIK
Biondić Eda
Senj, Pavlinski trg 17

REPUBLIKA HRVATSKA
HRVATSKA KOMORA ARHITEKATA
I INŽENJERA U GRADITELJSTVU

Klasa: UP/I-360-01/99-01/471
Urbroj: 314-01-99-1
Zagreb, 8. kolovoza 1999.

Na temelju članaka 24. i 50. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu (Narodne novine, broj 47/98), Odbor za upise razreda inženjera građevinarstva, rješavajući po zahtjevu Božidara Nikšić, dipl.ing.građ. iz Ličkog Lešića, Sinac 188a, za upis u Imenik, ovlaštenih inženjera građevinarstva, donio je sljedeće:

R J E Š E N J E

1. U **Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva** upisuje se **BOŽIDAR NIKŠIĆ**, (JMBG 1410966334034), dipl.ing.građ. iz Ličkog Lešića, pod rednim brojem **471**, s danom upisa **23. lipnja 1999. godine.**

2. Upisom u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva, Božidar Nikšić, dipl.ing.građ. iz Ličkog Lešića, stječe pravo na uporabu strukovnog naziva "ovlašteni inženjer građevinarstva" i pravo na obavljanje poslova temeljem članka 25. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu, a u svezi s člankom 4. stavkom 1. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu, te ostala prava i dužnosti sukladno posebnim propisima.

3. Ovlaštenom inženjeru izdaje se ***"inženjerska iskaznica"*** i stječe pravo na uporabu ***"pečata"***.

O b r a z l o ž e n j e

Božidar Nikšić, dipl.ing.građ. iz Ličkog Lešića, podnio je Zahtjev za upis u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva.

Odbor za upise razreda inženjera građevinarstva proveo je postupak u povodu dostavljenog Zahtjeva, te je temeljem članka 24. stavka 2. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu (Narodne novine, broj 40/99), a u svezi s člankom 5. stavkom 4. i člankom 20. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu (Narodne novine, broj 40/99), riješeno kao u izreci.

Upisom u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva imenovani stječe pravo na izradu i uporabu pečata, sukladno članku 35. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu i na izdavanje "inženjerske iskaznice".

Na temelju članka 141. stavka 1. točke 1. Zakona o općem upravnom postupku (Narodne novine, broj 53/91), predmet je riješen po skraćenom postupku.

Pouka o pravnom lijeku

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

PREDSJEDNIK KOMORE

Ivan Franić, dipl.ing.arh.

Dostaviti:

1. Božidaru Nikšić, Lički Lešić, Sinac 188a
   uz povrat potvrde o izvršenoj dostavi
2. U Zbirku isprava Komore
3. Pismohrana Komore

ProjektPRO©

**Broj: IO-034-10-2020 GP_K**

Temeljem članka Zakona o gradnji ("Narodne novine", broj 153/13; 20/17; 39/19; 125/19), ovlašteni inženjer građevinarstva Božidar Nikšić (redni broj upisa 471), zaposlen u "As-inženjering" d.o.o, Senj, Krčka 2A, daje slijedeću :

# I Z J A V U

O USKLAĐENOSTI PROJEKTA SA DOKUMENTOM PROSTORNOG UREĐENJA, TE ODREDBAMA POSEBNIH ZAKONA I DRUGIH PROPISA

| | |
|---|---|
| Građevina: | **POSLOVNO-PROIZVODNI POGON ZA PROIZVODNJU I OBRADU SIROVE GRAĐE - Pilana, 3× silos, nadstrešnica, kotlovnica, parionica, sušara i prostor za radnike** |
| Zajed. oznaka: | **AS_1459** |
| Ozn. projekta:: | **034-10-2020 GP_K** |
| Lokacija: | **Otočac** |
| kčbr.: | **4076/1** |
| Kat. općina: | **Otočac** |
| Investitor: | **PEMPER d. o. o.** |
| | **OIB:24422195574** |
| Adresa: | **Pod Pakljom 353 220 OTOČAC** |
| Projekt: | **GLAVNI PROJEKT** |
| | **GRAĐEVINSKI PROJEKT** |
| | **PRORAČUN KONSTRUKCIJE** |

Ovaj projekt usklađen je su skladu s prostorno-planskom dokumentacijom:

- PPU Grada Otočaca ("Službeni vjesnik Grada Otočca", br. 5/04)
- PPU Grada Otočaca – Izmjene i dopune I. ("Službeni vjesnik Grada Otočca", br. 3/06 i 4/11)
- PPU Grada Otočaca – Izmjene i dopune II. ("Službeni vjesnik Grada Otočca", 3/15)
- PPU Grada Otočaca – Izmjene i dopune III. ("Službeni vjesnik Grada Otočca", 4/17)
- UPU Grada Otočac ("Službeni vjesnik Grada Otočca", br. 1/09, 2/12, 3/15)
- UPU Grada Otočac – Izmjene i dopune I. ("Službeni vjesnik Grada Otočca", br. 5/16)
- UPU Grada Otočac – Izmjene i dopune II. ("Službeni vjesnik Grada Otočca", br. 4/17)

Usklađen je i s sljedećim propisima:

**Zakon o gradnji**
(„Narodne novine" broj 153/13, 20/17, 39/19, 125/19)
**Zakon o građevnim proizvodima**
(„Narodne novine" broj 76/13., 30/14., 130/17)
**Zakon o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje**
(Narodne novine" broj 78/15, 118/18, 110/19)
**Zakon o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom** uređenju
(„Narodne novine" broj 78/15., 114/18; 110/19)

**Tehnički propis za građevinske konstrukcije**
(„Narodne novine“ broj 17/17.)
**Tehnički propis o građevnim proizvodima**
(„Narodne novine“ broj 35/18
**Tehnički propis kojim se utvrđuju tehničke specifikacije za građevne proizvode u usklađenom području**
(„Narodne novine" broj 4/15, 24/15, 93/15, 133/15, 36/16, 58/16, 104/16, 28/17, 88/17, 29/18)
**Pravilnik o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina**
(„Narodne novine“ broj 64/14 41/15, 105/15, 61/16, 20/17)
**Pravilnik o održavanju građevina**
(„Narodne novine“ broj 122/14)
**Pravilnik o tehničkim dopuštenjima za građevne proizvode**
(„Narodne novine“ broj 103/08

te s drugim propisima koje ev. nisu navedeni a s kojima mora biti usklađen.

Projektant konstrukcije:
Božidar Nikšić, dipl. ing. građ.

m.p.

# 1. TEHNIČKI OPIS

Opći podaci:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Investitor: | PEMPER d. o. o.<br>OIB:24422195574 | Adresa: | Pod Pakljom 3<br>53 220 OTOČAC |
| Građevina: | POSLOVNO-PROIZVODNI POGON ZA PROIZVODNJU I OBRADU SIROVE GRAĐE - Pilana, 3× silos, nadstrešnica, kotlovnica, | | |
| Lokacija: | Otočac | | |
| Kčbr: | 4076/1 | | |
| K.O.: | Otočac | | |
| Suradnici: | | | |

## 1.1. TEHNIČKI OPIS

### 1.1.1. LOKACIJA

- Katastarska čestica na kojoj će se izvesti predmetni zahvat nalazi se u Otočcu, u poslovnoj zoni Otočac. Teren je u pretežno ravan i pogodan za izgradnju, ali ga je potrebno prilagoditi predmetnom zahvatu, i djelomično nasipati teren.
Teren je na cca. 460 m.n.v.

### 1.1.2. KONSTRUKCIJA I MATERIJALI

#### 1.1.2.1. Zgrada pilane

Tlocrtni gabariti predmetne građevine su: 60,00 x 22,00 m osno, (60,55 × 22,89 - vanjske mjere, P= 1.386,00 m2), i sastoji se samo od prizemlje (P). Visina građevine je 6,00 m do vijenca i 736 do sljemena.
Unutar prostora predmetne građevine biti predviđena jedna izdvojena prostorija za brušenje pila I sitne mahaničarske popravke - brusiona.

Konstrukcija građevine biti će montažna - čeična. Sastoji se 13 dvozglobnih čeličnih okvira rapona 22,0 m (osno) izrađenih od standardnih IPE profila konstantnog presjeka i promijenjivog u čvorovima , postavljenim na razmaku 5,0 m, međusobno povezanih sekundarnim nosačima (krovne roženice i zidni nosači panelne obloge) te ukrućeni sa po tri sustava stabilizacije u vertikalnim i kosim krovnim ravninama. Krovne roženice su od IPE profila, a nosači vertikalnih panela od HOP □ profila. Čelik je S 275. Smještaj građevine na parceli prikazan je na situaciji.

Vertikalni spregovi izvode se od standarnih "L" profila, kao i kao i spregovi u krvnim ravninama.

Ispod stupova su postavljeni temelji samci pravokutne osnovice. Dubina temeljenja samaca je 100 cm. Također predviđa se izgradnja podne AB ploče na nasibu d=40cm zbijenosti 80 MN/m2 koja će se armirati mrežom Q-385 u donjoj i Q-335 u gornjoj zoni.

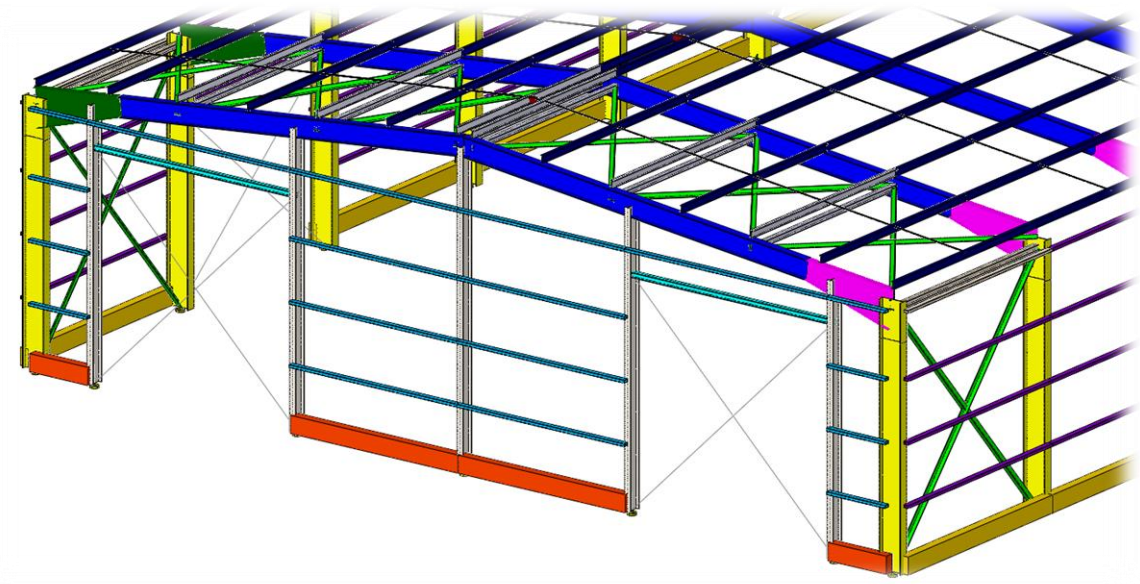
Ploča će se podijeliti u dilatacijska polja 5,0×5,5 m tako da se do dubine min. 1/3 debljine ploče izrežu dilatacijske reške i ispune trajno elastičnim kitom.

Klasa betona za temelje je C25/30. Sva armatura je B500B.

Računski tretman pretpostavlja zglobne veze između stupova i temelja, te punu upetost prečke i stupova (dvozglobni okvir). Pokrov je od sendwich panela sa ispunom od MW, kao i zidne obloga.

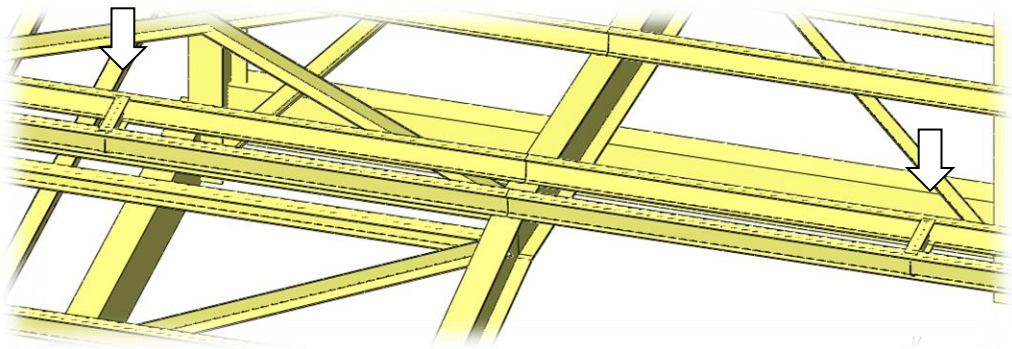
Sve dimenzije prema nacrtima.

Skica 1

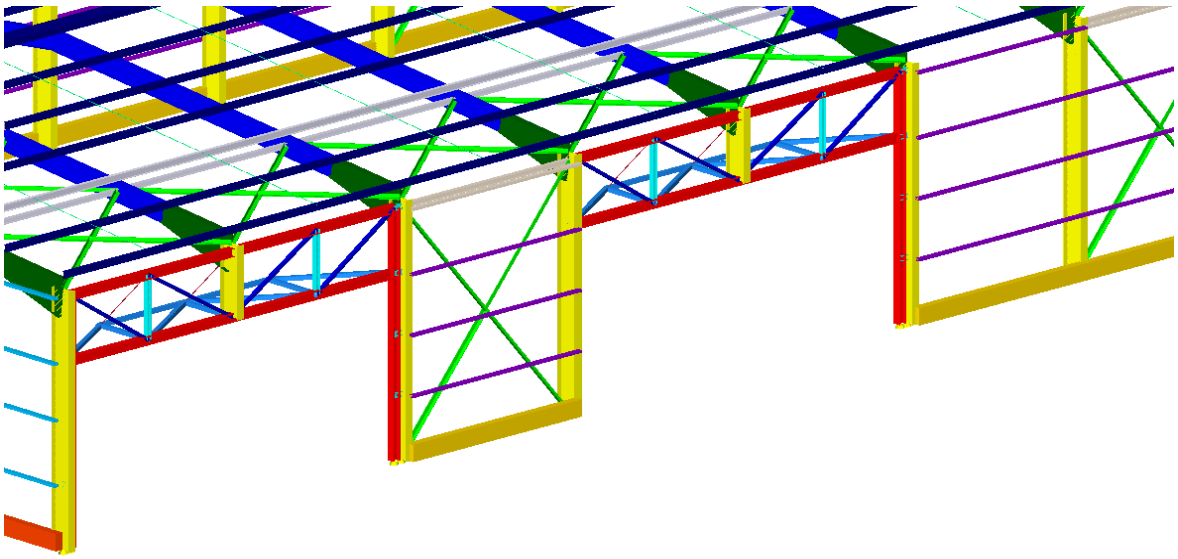


Krovne roženice u sljemenu povezati u sredini polja

Skica 2



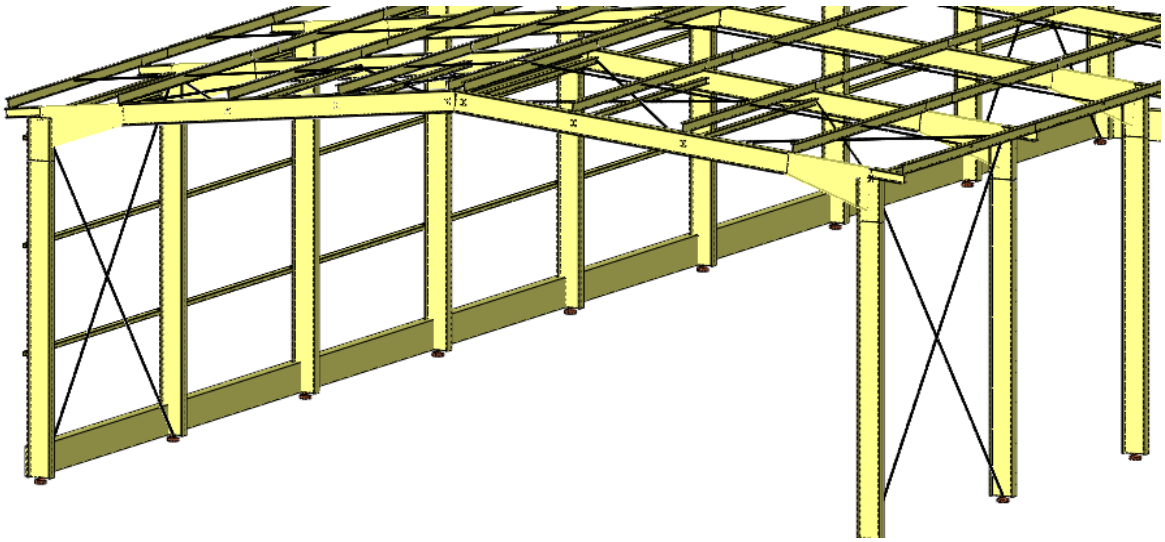
Skica 3



1.1.2.2. Nadstrešnica

Tlocrtni gabariti predmetne građevine su: 40,00 x 15,00 m osno (40,36 × 15,62 m vanjske mjere, P=630,42 m2), i sastoji se samo od prizemlja (P). Visina građevine je 6,0 m do vijenca i 7,05 m do vrha sljemena, i u skladu je sa odredbama UPU Grada Otočac – Izmjene i dopune I. (“Službeni vjesnik Grada Otočca”, br. 5/16); “max dopuštena visina za proizvodnu namjenu mjereno od konačno zaravnatog i uređenog terena uz pročelje građevine na njegovom najnižem dijelu do gornjeg ruba stropne konstrukcije zadnjeg kata iznosi najviše 12,0 m“.
Nadstrešnica će biti otvorena sa dvije strane, a služi za skladišenje gotove piljene građe.

Skica 3



Konstrukcija građevine biti će montažna - čeična. Sastoji se 9 dvozglobnih čeličnih okvira izrađenih od standardnih IPE profila konstantnog presjeka I promijenjivog u čvorovima, rapona 15,0 m (osno), na razmaku 5,0 m, međusobno povezanih sekundarnim nosačima (krovne roženice i zidni nosači panelne obloge) te ukrućeni sa po dva sustava stabilizacije u vertikalnim i kosim krovnim ravninama. Krovne roženice su od IPE profila, a nosači vertikalnih panela od HOP □ profila. Čelik je S275. Smještaj građevine na parceli prikazan je na situaciji.
Ispod stupova su postavljeni temelji samci pravokutne osnovice. Dubina temeljenja samaca je 100 cm. Također predviđa se izgradnja podne AB ploče na nasibu d=40cm zbijenosti 80 MN/m2 koja će se armirati mrežom Q-385 u donjoj i Q-335 u gornjoj zoni.
Ploča će se podijeliti u dilatacijska polja 5,0×5,5 m tako da se do dubine min. 1/3 debljine ploče izrežu dilatacijske reške i ispune trajno elastičnim kitom.
Klasa betona za temelje je C25/30. Sva armatura je B500B.
Računski tretman pretpostavlja zglobne veze između stupova i temelja, te punu upetost prečke i stupova (dvozglobni okvir). Pokrov je od sendwich panela sa ispunom od MW, kao i zidne obloga.
Sve dimenzije prema nacrtima.

### 1.1.2.3. Kotlovnica

Tlocrtni gabariti predmetne građevine su: 13,15 x 10,10 m + 8,60 × 3,30, P=132,82+28,38=161,20 m2 (upravljačka prostorija), a katnost građevine je prizemlje (P). Visina građevine 6,20 do vijenca i 7,63 do sljemena.

- Konstruktivni elementi koji čine nosivi sklop građevine jesu: temelji, vanjski i unutarnji nosivi zidovi horizontalni i vertikalni serklaži,grede i krovište.

Temelji zidova su trakasti amirano-betonski, beton C 25/30, armatura B500 B.
Nadtemeljni zidovi su armirano-betonski debljine koja odgovara debljini nosivih zidova u prizemlju, beton C 25/30, armatura B500 B.
Vanjski nosivi zidovi su od blok-opeke M-10 debljine 25 cm, zidane u produžnom mortu M-5 ili betonskih blokova d=25 cm.
Svi zidovi su ojačani horizontalnim i vertikalnim serklažima.
Na završetcima zidova predviđeni su horizontalni armirano-betonski serklaži. Horizontalni serklaži armiraju se uzdužnim šipkama čiji profil je 4$\phi$ 12, i vilicama $\phi$8/30 ako nije drugačije naznačeno u projektu, beton C 25/30, armatura B500 B. .
Na sudarima zidova i uglovima predviđeni su vertikalni armirano-betonski serklaži. Vertikalni serklaži armiraju se uzdužnim šipkama čiji je profil 4$\phi$ 14 i vilicama $\phi$ 8/15 cm.
Sve grede nadvoji i stupovi su armirano-betonski, beton C 25/30, armatura B500 B.
Krovište je od drvene građe minimalne klase čvrstoće C 27, i maksimalne vlažnosti prilikom ugradnje od 20% (drvena građa mora biti prosušena).
Nazidnice se učvršćiju u serklaže vijcima M20…8.8, na svakih 1,50 m.

### 1.1.2.4. Parionica

Tlocrtni gabariti predmetne građevine su: 7,50 x 5,47 m, P=41,03 m2, a katnost građevine je prizemlje (P). Visina građevine je 4,94×5,17 ili prosječno 5,06 m .
Parionica je samostojeći objekt i sa ostalim predviđenim zgradama čini zajedničku funkcionalno-tehničku cjelinu; proizvodni pogon za proizvodnju sirove drvene građe.
Konstrukcija građevine biti će montažna, izrađena od aluminijskih profila i obložena "sendwich" Al panela ispunjenih MW. Krovna konstrukcija je rešetkasta.

1.1.2.5. Sušara

Tlocrtni gabariti predmetne građevine su: 9,10 x 8,91 m, P=81,08 m2, a katnost građevine je prizemlje. Visina građevine je prosječno 5,40 m.
Sušara je samostojeći objekt i sa ostalim predviđenim zgradama čini zajedničku funkcionalno-tehničku cjelinu; proizvodni pogon za proizvodnju sirove drvene građe.
Konstrukcija građevine biti će montažna, izrađena od aluminijskih profila i obložena "sendwich" Al panela ispunjenih MW. Krovna konstrukcija je rešetkasta.

1.1.2.6. Zgrada za radnike

Tlocrtni gabariti predmetne građevine su: 4,45×10,00 m, P=44,50 m2, a katnost građevine je prizemlje. Visina građevine je prosječno 3,60 - 4,10, prosječno 3,85.
Zgrada samostojeći objekt i sa ostalim predviđenim zgradama čini zajedničku funkcionalno-tehničku cjelinu; proizvodni pogon za proizvodnju sirove drvene građe.
- Konstruktivni elementi koji čine nosivi sklop građevine jesu: temelji, vanjski i unutarnji nosivi zidovi horizontalni i vertikalni serklaži,grede i krovište.

Temelji zidova su trakasti amirano-betonski, beton C 25/30, armatura B500 B.
Nadtemeljni zidovi su armirano-betonski debljine koja odgovara debljini nosivih zidova u prizemlju, beton C 25/30, armatura B500 B.
Vanjski nosivi zidovi su od blok-opeke M-10 debljine 25 cm, zidane u produžnom mortu M-5 ili betonskih blokova d=25 cm.
Svi zidovi su ojačani horizontalnim i vertikalnim serklažima.
Na završetcima zidova predviđeni su horizontalni armirano-betonski serklaži. Horizontalni serklaži armiraju se uzdužnim šipkama čiji profil je 4$\phi$ 12, i vilicama $\phi$8/30 ako nije drugačije naznačeno u projektu, beton C 25/30, armatura B500 B. .
Na sudarima zidova i uglovima predviđeni su vertikalni armirano-betonski serklaži. Vertikalni serklaži armiraju se uzdužnim šipkama čiji je profil 4$\phi$ 14 i vilicama $\phi$ 8/15 cm.
Sve grede nadvoji i stupovi su armirano-betonski, beton C 25/30, armatura B500 B.
Krovište je od drvene građe minimalne klase čvrstoće C 27, i maksimalne vlažnosti prilikom ugradnje od 20% (drvena građa mora biti prosušena).
Nazidnice se učvršćiju u serklaže vijcima M20…8.8, na svakih 1,50 m.

1.1.3. Antikorozijska zaštita

Antikorozijsku zaštitu treba provesti u nekoliko faza, ovisno od kategorije atmosferske korozivnosti.

Odabir premaza vrši se obično prema stupnju korozivnosti okoliša, vrste materijala i zahtjevane trajnosti zaštite, te se u nastavku navode sljedeći paramatri za izbor premaza.
Korozivnost okoliša
Prema standardu ISO 12944, građevina se svrstava **C3 (srednja)**, industrijska i urbana atmosfera s prosječnom razinom onečišćenja sumpornim oksidom (IV) ili priobalna područja niskog saliniteta, proizvodni objekti s visokom vlažnošću i određenim stupnjem onečišćenja zraka, npr. tvornice hrane, praonice, pivovare, mljekare i sl.
Vrsta površine koju treba zaštititi: konstrukcijski čelik
Tražena trajnost sustava premaza: **SREDNJI - M** (5 do 15 godina)

Projektant ne uvjetuje proizvođača zaštitne boje i ne specificira vrstu boje ali izabrana boja mora udovoljavati gore navedenim pretpostavkama i mora se nanositi točno prema uputstvima proizvođača i propisanoj debljini slojeva koja, za temeljni i završni premaz ukupno nebi trebala biti manja od 160 μm .
Preporuča se jedan epoksi BO premaz kao 1x HEMPADUR QUATTRO 17634/ 100 HEMPADUR 17410 debljine 100 μm, i završni poliuretnski BO kao 1x HEMPATHANE HS 55610 od 60 μm.

## 1.2. PROJEKTIRANI VIJEK TRAJANJA GRAĐEVINE I UVJETI ZA NJENO ODRŽAVANJE

Predviđa se da se tijekom korištenja građevine, izvedene predviđenim materijalima (beton, opeka, kamen, drvo, lim), uz adekvatno održavanje, neće ugroziti njena trajnost, niti stabilnost tla na okolnom zemljištu, prometne površine, komunalne i druge instalacije.
Građevina je projektirana tako da tijekom korištenja različita djelovanja neće prouzročiti deformacije dijelova zgrade u nedopuštenom stupnju, oštećenja građevinskog dijela ili opreme, a u slučaju požara očuvati će se nosivost konstrukcije tijekom određenog vremena utvrđenog posebnim propisom.
Svi dijelovi građevine izloženi djelovanju oborinske vode i agresivnog tla zaštićeni su ugradbom u manje osjetljive materijale, oblogama ili antikorozivnim premazima.
Za lakše i jednostavnije redovito održavanje zgrade bitni su uvjeti kvalitetne izvedbe slijedećih završnih radova: hidroizolacije, termoizolacije, limarski i krovopokrivački radovi, završne podne i zidne obloge i instalacije. Kvalitetnom izvedbom navedenih radova bitno će se smanjiti moguće štete i troškovi održavanja.
Na predmetnoj zgradi potrebno je provoditi redoviti pregled limarskih opšava (naročito oko krovnih terasa), te utvrditi kvalitet limarskih spojeva, sva brtvljenja, eventualne deformacije opšava i otkloniti onečišćenja u odvodima. Pregledom obuhvatiti sve spojne elemente i limarske završetke obrađene silikonskim kitom.
Sva eventualna mehanička oštećenja potrebno je sanirati radi spriječavanja daljnih oštećenja djelovanjem vlage.
Potrebno je provoditi redovitu kontrolu pritegnutosti spojeva, a naročito stanje antikorozijske zaštite. Sva oštećenja treba odmah sanirati.
Uz predviđene mjere održavanja građevine predviđeni vijek trajanja je 80 godina osim pokrova, obloga i lamarije 30 godina.

## 1.3. PRORAČUN

### 1.3.1. Proračuna reznih sila i dimenzioniranje

Proračun reznih sila i dimenzioniranje za sve konstruktivne elemente, na temelju ulaznih podataka koji je pregledno dan u dijelu analiza opterećenja izvršen je pomoću računala.

### 1.3.2. Propisi

Primjenjeni aktualni važeći propisi koji reguliraju problematiku u pojedinom području. Pregled korištenih propisa dat je u dijelu Program kontrole i osiguranja kvalitete.

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Božidar Nikšić
dipl. ing. građ.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 471

Projektant:
Božidar Nikšić, d.i.g.
m.p.

ProjektPRO©

## 2. PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE

Opći podaci:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Investitor: | PEMPER d. o. o.<br>OIB:24422195574 | Adresa: | Pod Pakljom 3<br>53 220 OTOČAC |
| Građevina: | POSLOVNO-PROIZVODNI POGON ZA PROIZVODNJU I OBRADU SIROVE GRAĐE - Pilana, 3× silos, nadstrešnica, kotlovnica, parionica, sušara i prostor za radnike | | |
| Lokacija: | Otočac | | |
| Kčbr: | 4076/1 | | |
| K.O.: | Otočac | | |
| Suradnici: | | | |

### 2.1. ZAKONI I PROPISI PRIMJENJENI KOD PROJEKTIRANJA

#### 2.1.1. Zakoni

**Zakon o gradnji**
*(„Narodne novine“ broj 153/13., 20/17; 39/19)*

**Zakon o građevnim proizvodima**
*(„Narodne novine“ broj 76/13., 30/14., 130/17., 39/19)*

**Zakon o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju**
*(„Narodne novine“ broj 78/15, 114/18)*

**Zakon o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje**
*(„Narodne novine“ broj 78/15, 118/18)*

#### 2.1.2. Pravilnici

**Pravilnik o tehničkim dopuštenjima za građevne proizvode**
(„Narodne novine“ broj 103/08.)

**Pravilnik o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama o sukladnosti i označavanju građevnih proizvoda**
(„Narodne novine“ broj 103/08., 147/09., 87/10., 129/11.)

**Pravilnik o nadzoru građevnih proizvoda**
(„Narodne novine“ broj 113/08.)

**Pravilnik o potrebnim znanjima iz područja upravljanja projektima**
(„Narodne novine“ broj 45/09.)

**Pravilnik o kontroli projekata**
(„Narodne novine“ broj 32/14.)

**Pravilnik o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina**
(„Narodne novine“ broj 64/14., 41/15., 105/15., 61/16., 20/17)

**Pravilnik o održavanju građevina**
(„Narodne novine“ broj 122/14.)

### 2.1.3. Tehnički propisi

**Tehnički propis za građevinske konstrukcije**
(„Narodne novine“ broj 17/17.)

**Tehnički propis o građevnim proizvodima**
(„Narodne novine“ broj 35/18 )

**Tehnički propis kojim se utvrđuju tehničke specifikacije za građevne proizvode u usklađenom području**
(„Narodne novine" broj 4/15, 24/15, 93/15, 133/15, 36/16, 58/16, 104/16, 28/17, 88/17, 29/18, 43/19)

### 2.1.4. Norme

Primjenjuje se norme na koje upućuje Tehnički propis za građevinske konstrukcije iz sljedećih područja:

I.1.1 Osnove projektiranja i djelovanja na konstrukcije
I.1.2 Planiranje uporabnog vijeka konstrukcija
I.2. PROJEKTIRANJE BETONSKIH KONSTRUKCIJA
I.3. PROJEKTIRANJE ČELIČNIH KONSTRUKCIJA
I.5. PROJEKTIRANJE DRVENIH KONSTRUKCIJA
I.6. PROJEKTIRANJE ZIDANIH KONSTRUKCIJA
I.7. GEOTEHNIČKO PROJEKTIRANJE
I.8. PROJEKTIRANJE POTRESNO OTPORNIH GRAĐEVINSKIH KONSTRUKCIJA

### 2.1.5. Ostali propisi

HRN EN 61400-1:2008 Zahtjevi za projektiranje

## 2.2. PREGLED I SPECIFICIRANA SVOJSTVA GRAĐEVINSKIH I DRUGIH PROIZVODA TE PREDGOTOVLJENIH ELEMENATA KOJA SE UGRAĐUJU U GRAĐEVINU

### 2.2.1. Beton i armirani beton

#### 2.2.1.1. Podložni beton

- Razredi izloženosti: XC4
- Razred tlačne čvrstoće: C15/20
- Maksimalna nominalna gornja veličina zrna agregata: 16 mm
- Razred sadržaja klorida: -
- Dodatni zahtjevi: -

#### 2.2.1.2. Beton za temelje (svi objekti)

- Razredi izloženosti: XC2
- Razred tlačne čvrstoće: C25/30
- Maksimalna nominalna gornja veličina zrna agregata: 31,5 mm
- Razred sadržaja klorida: -
- Dodaci betonu: -
- Debljina zaštitnog sloja: Cnom=40 mm
- Dodatni zahtjevi: -

#### 2.2.1.3. Beton za podnu ploču (pilana i nadstrešnica, pariona, sušara)

- Razredi izloženosti: XC3 / XD1
- Razred tlačne čvrstoće: C25/30
- Maksimalna nominalna gornja veličina zrna agregata: 31,5 mm
- Razred sadržaja klorida: -
- Dodaci betonu: -
- Debljina zaštitnog sloja: $C_{nom}$=30 mm
- Dodatni zahtjevi: -

#### 2.2.1.4. Beton za vanjske AB zidove u zemlji (okna, nadtemelji)

- Razredi izloženosti: XC4 / XF1
- Razred tlačne čvrstoće: C25/30
- Maksimalna nominalna gornja veličina zrna agregata: 16,0 mm
- Razred sadržaja klorida: -
- Dodaci betonu: -
- Debljina zaštitnog sloja: $C_{nom}$=25 mm
- Dodatni zahtjevi: -

#### 2.2.1.5. Beton za vanjske AB zidove izvan zemlje, krovnu ploču (silosi)

- Razredi izloženosti: XC4 / XF1
- Razred tlačne čvrstoće: C25/30
- Maksimalna nominalna gornja veličina zrna agregata: 16,0 mm
- Razred sadržaja klorida: -

- Dodaci betonu:-
- Debljina zaštitnog sloja: $C_{nom}$=30 mm
- Dodatni zahtjevi: -

**2.2.1.6.** Beton za vanjske AB vertikalne i horizontalne serklaže (kotlovnica i sanitarne prostorije)

- Razredi izloženosti: XC4 / XF1
- Razred tlačne čvrstoće: C25/30
- Maksimalna nominalna gornja veličina zrna agregata: 16,0 mm
- Razred sadržaja klorida: -
- Dodaci betonu: -
- Debljina zaštitnog sloja: $C_{nom}$=30 mm
- Dodatni zahtjevi: -

**2.2.1.7.** Beton za AB stupove i grede unutar objekta

- Razredi izloženosti: XC1
- Razred tlačne čvrstoće: C25/30
- Maksimalna nominalna gornja veličina zrna agregata: 16,0 mm
- Razred sadržaja klorida: -
- Dodaci betonu: -
- Debljina zaštitnog sloja: $C_{nom}$=25 mm
- Dodatni zahtjevi: -

**2.2.1.8.** Beton za AB ploče unutar objekta (kotlovnica i sanitarne prostorije)

- Razredi izloženosti: XC1
- Razred tlačne čvrstoće: C25/30
- Maksimalna nominalna gornja veličina zrna agregata: 16,0 mm
- Razred sadržaja klorida: -
- Dodaci betonu: -
- Debljina zaštitnog sloja: $C_{nom}$=20 mm
- Dodatni zahtjevi: -

## 2.3. PRIMJENA OPĆIH TEHNIČKIH UVJETA

Ovi tehnički uvjeti i program kontrole kvalita (u daljnjem tekstu Tehnički uvjeti) sadrže tehničke uvjete izvođenja radova, tehnologiju izvođenja, način ocjenjivanja kvalitete. Tehnički uvjeti vrijede za radove na konstrukciji i za radove koji se naknadno odrede na gradilištu, a koji su neophodni za potpuno dovršenje predmetne građevine.
Primjena ovih Tehničkih uvjeta je obavezna. Ovi tehnički uvjeti izrađeni su sukladno propisima navedenih u popisu a naročito *Zakonu o gradnji* , *Tehničkom propisu za građevinske konstrukcije, Tehničkom propisu o građevnim proizvodima* , *Tehničkom propisu kojim se utvrđuju tehničke specifikacije za građevne proizvode u usklađenom području,* te drugim propisima i normama na koje ovi upučuju i čija je primjena obavezena.
Svi sudionoci u građenju dužni su se pridržavati odredbi navedenog Zakona i tehničkih propisa te primijeniti ove odredbe.

**Investitor je dužan:**

⇨ projektiranje, građenje i nadzor povjeriti osobama ovlaštenim za obavljanje tih djelatnosti,

- ⇨ prije gradnje ishoditi građevinsku dozvolu,
- ⇨ osigurati stručni nadzor nad građenjem,
- ⇨ osigurati projektantski nad građenjem,
- ⇨ ugovoriti poslove i odrediti glavnog izvođača, i glavnog inženjera gradilišta,
- ⇨ angažirati geodeta radi iskolčenja građevine,
- ⇨ osigurati preglede radova od strane geomehaničara,
- ⇨ po završetku gradnje poduzeti potrebne radnje za obavljanje tehničkog pregleda i ishođenje uporabne dozvole
- ⇨ pridržavati se ostalih obveza prema Zakonu.

**Izvoditelj je dužan:**

- ⇨ graditi u skladu sa glavnim projektom i građevnom dozvolom
- ⇨ radove izvoditi na način da zadovolje svojstva u smislu pouzdanosti, mehaničke otpornosti i stabilnosti, sigunosti za slučaj požara, zaštite zdravlja ljudi, zaštite korisnika od povreda, zaštite od buke i vibracija, toplinske zaštite i uštede energije, zaštite od korozije, te ostala funkcionalna i zaštitna svojstva
- ⇨ ugrađivati materijale, opremu i proizvode predviđene projektom, provjerene u praksi, a čija je kvaliteta dokazana isprava o sukladnosti s posebnim propisima i odgovarajućim normama,
- ⇨ osigurati dokaze o uporabljivosti betonske konstrukcije prema propisima koji mora rezultate nadzornih radnji i kontrolnih postupaka koja se obvezno provode prije ugradnje građevnih proizvoda u betonsku konstrukciju, dokaze uporabljivosti (rezultate ispitivanja, zapise o provedenim postupcima kontrole kvalitete i dr.) izdanih od ovlaštenih tijela, koje je izvođač osigurao tijekom građenja betonske konstrukcije, uvjete građenja i druge okolnosti koje prema građevinskom dnevniku i drugoj dokumentaciji koju izvođač mora imati na gradilištu, te dokumentaciju koju mora imati proizvođač građevnog proizvoda, a mogu biti od utjecaja na tehnička svojstva betonske konstrukcije.

**Dokumentacija na gradilištu**

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

- ⇨ Gradevinsku dozvolu i dokumentaciju koja je njoj prethodila (suglasnosti)
- ⇨ Glavni projekt
- ⇨ Izvedbeni projekt
- ⇨ Uredno vođen građevinski dnevnik i građevinsku knjigu
- ⇨ Rješenja o imenovanju odgovornih osoba
- ⇨ Elaborat o iskolčenju građevine i način osiguranja stalnih točaka iskolčenja
- ⇨ Dokumentaciju o kvaliteti radova i ugrađenog materijala i opreme (atesti, uvjerenja certifikati, jamstveni listovi i sl.) a naročito:
  - Program ispitivanja kvalitete ugrađenog betona i izvještaje o ispitivanju betona od strane ovlaštene institucije,
  - Dokaze sukladnosti čelika za armiranje i uporabljivosti armature, dokaze sukladnosti proizvoda od čelika i dodatnog materijala za zavarivanje, te zavarljivost proizvoda od čelika i armaturnih šipki upotrijebljenih za sidrenje u beton.
  - Izvještaje o svim ostalim ispitivanjima koja su provedena po nalogu nadzornog inženjera ili bez njegovog naloga, a koja su potrebna radi dokazivanja kvalitete izvedenih radova i ugrađivanja materijala.
  - Za sve građevne proizvode proizvedene izvan gradilišta dokaze da isti ispunjava zahtjeve propisane Tehnočkim propisom o građevinskim proizvodima i da je za njega izdana isprava o sukladnosti s odredbama posebnog propisa.
- ⇨ Dokumentaciju koja proizlazi iz propisa o Zaštiti na radu.

**Odstupanje od projektne dokumentacije**

Bilo kakve promjene i odstupanja od projektne dokumentacije nisu dopuštene ako se tim izmjenam utječe na nitna svojstva građevine, lokacijske uvjete i/ili građevinsku dozvolu.
Manja odstupanje i prilagodbe izvoditelj može izvesti jedino uz pismeno odobrenje nadzornog inženjera, koji procjenjuje u kojim je slučajevima potrebno pribaviti i pismenu suglasnost projektanta.
U protivnom investitor mora ishoditi izmjenu i dopunu građevinske dozvole.

**Kontrole svih materijala prije ugradnje**

Svi materijali, građevinski proizvodi i oprema mogu se ugrađivati samo ako je njihova kvaliteta dokazana odgovarajućim certifikatom nakon provođenja kontrolnih postupaka sukladno Zakonu o gradnji i posebnim propisima odnosno, ako je za iste izdana isprava o sukladnosti s odredbama posebnih propisa ukoliko se radi o gotovim proizvodima i opremi koji se kao takvi dopremaju na gradilište.
Kontrole se vrše osim preko navedenih proizvođačkih dokaza i vizualno, priručnim probama, kontrolom oznake u pakiranju i drugim načinima.
Kod dopreme materijala ili proizvoda na gradilište nadzorni inženjer će ga pregledati i upisom u dnevnik konstatirati da je propisno označen i da ima sve potrebne dokaze o provedenoj kontroli kvalitete. Ako se pri tome utvrdi da materijal ne udovoljava zahtjevima projekta i nije u skladu s propisima, na zahtjev nadzornog inženjera izvoditelj je dužan ukloniti sporni materijal ili proizvod s gradilišta i nabaviti drugi odgovarajući.
Uzimanje uzoraka za ispitivanje te evidencija pristigle atestne dokumentacije obavezno se upisuje u građevinski dnevnik.

## 2.4. PRETHODNA ISPITIVANJA

### 2.4.1. Geomehanička ispitivanja tla

Terenski istražni radovi provode se prema Tehničkom propisu za građevinske konstrukcije i normama na koje upućuje tehnički propis iz područja:
HRN EN ISO 14688-1
Geotehničko istraživanje i ispitivanje -- Identifikacija i klasifikacija tla -- 1. dio: Identifikacija i opis
HRN EN ISO 14688-2
Geotehničko istraživanje i ispitivanje -- Identifikacija i klasifikacija tla -- 2. dio: Načela klasifikacije
HRN EN ISO 14689-1
Geotehničko istraživanje i ispitivanje -- Identifikacija i klasifikacija stijene -- 1. dio: Identifikacija i opis
HRN EN ISO 17628
HRS CEN ISO/TS 17892-4
Geotehničko istraživanje i ispitivanje -- Laboratorijsko ispitivanje tla -- 4. dio: Određivanje granulometrijskog sastava
HRS CEN ISO/TS 17892-5
Geotehničko istraživanje i ispitivanje -- Laboratorijsko ispitivanje tla -- 5. dio: Edometarsko ispitivanje s inkrementalnim opterećenjem
HRS CEN ISO/TS 17892-6

Geotehničko istraživanje i ispitivanje -- Laboratorijsko ispitivanje tla -- 6. dio: Pokus s padajućim šiljkom
HRS CEN ISO/TS 17892-7
Geotehničko istraživanje i ispitivanje -- Laboratorijsko ispitivanje tla -- 7. dio: Ispitivanje jednoosne tlačne čvrstoće sitnozrnoga tla
HRS CEN ISO/TS 17892-8
Geotehničko istraživanje i ispitivanje -- Laboratorijsko ispitivanje tla -- 8. dio: Nekonsolidirano nedrenirano troosno ispitivanje
HRS CEN ISO/TS 17892-9
Geotehničko istraživanje i ispitivanje -- Laboratorijsko ispitivanje tla -- 9. dio: Konsolidirana troosna tlačna ispitivanja tla zasićenog vodom
HRS CEN ISO/TS 17892-10
Geotehničko istraživanje i ispitivanje -- Laboratorijsko ispitivanje tla -- 10. dio: Izravni posmik
HRS CEN ISO/TS 17892-11
HRN EN ISO 22282-1
Geotehničko istraživanje i ispitivanje -- Geohidrauličko ispitivanje -- 1. dio: Opća pravila
HRN EN ISO 22282-2
Geotehničko istraživanje i ispitivanje -- Geohidrauličko ispitivanje -- 2. dio: Ispitivanje vodopropusnosti u bušotini otvorenim sustavom
HRN EN ISO 22282-3
Geotehničko istraživanje i ispitivanje -- Geohidrauličko ispitivanje -- 3. dio: Ispitivanje vodopropusnosti stijenske mase tlakom vode u bušotini
HRN EN ISO 22282-4
Geotehničko istraživanje i ispitivanje -- Geohidrauličko ispitivanje -- 4. dio: Ispitivanje crpenjem vode
HRN EN ISO 22282-5
Geotehničko istraživanje i ispitivanje -- Geohidrauličko ispitivanje -- 5. dio: Infiltrometarsko ispitivanje
HRN EN ISO 22282-6
Geotehničko istraživanje i ispitivanje – Geohidrauličko ispitivanje -- 6. dio: Ispitivanje vodopropusnosti u bušotini zatvorenim sustavom
HRN EN ISO 22475-1
Geotehničko istraživanje i ispitivanje -- Metode uzorkovanja i mjerenja podzemne vode -- 1. dio: Tehnička načela izvedbe
HRS CEN ISO/TS 22475-3
Geotehničko istraživanje i ispitivanje -- Metode uzorkovanja i mjerenja razine podzemne vode -- 3. dio: Neovisna ocjena sukladnosti organizacije i osoblja

Prethodna ispitivanja do izrade glavnog projekta nisu provedena i nije izrađen je Geomahanički elaborat kao podloga za izradu glavnog projekta. Prije početka radova investiror je dužan naručiti geomehanički elaborat tj. Provesti geomehanička ispitivanja.

## 2.5. BETONSKE I ARMIRANOBETONSKE KONSTRUKCIJE I ELEMENTI

Radovi na Izvođenju betonske konstrukcije moraju biti u skladu s Tehničkim propisom za građevinske konstrukcije (NN 17/2017) i hrvatskim normama na koje tehnički propis upućuje upućuje a naročito:
HRN EN 13670
Izvedba betonskih konstrukcija

HRN EN 13670/NA

Izvedba betonskih konstrukcija – Smjernice za primjenu norme HRN EN 13670

HRN ISO 4866

Mehaničke vibracije i udari -- Vibracije građevina -- Smjernice za mjerenje vibracija i ocjenjivanje njihova utjecaja na građevine

HRN EN 446

Smjesa za injektiranje natega za prednapinjanje -- Postupci injektiranja

HRN EN 1504-10

Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija -- Definicije, zahtjevi, kontrola kvalitete i vrednovanje sukladnosti -- 10. dio: Primjena proizvoda i sustava na gradilištu i kontrola kvalitete radova

HRN EN 13791

Ocjena in-situ tlačne čvrstoće u konstrukcijama i predgotovljenim betonskim dijelovima

## 2.5.1. MATERIJAL ZA IZRADU BETONA

Za betonske konstrukcije smiju se koristiti materijali i građevni proizvodi koji su u skkladu s hrvatskom normomi HRN EN 1992-1-1 (beton, čelik za armiranje, čelik za prednapinjanje, uređaji za prednapinjanje, predgotovljeni betonski elementi), odnosno čija su svojstva u skladu s odgovarajućim tehničkim specifikacijama na koje upućuje ova hrvatska norma i poseban propis.

### 2.5.1.1. Cement

Smiju se koristiti samo oni cementi koji imaju potvrdu sukladnosti s uvjetima odgovarajuće važeće norme, izdane od strane ovlaštene hrvatske institucije. Uvozni cementi moraju zadovoljavati uvjete propisane odgovarajućim hrvatskim normama i ove tehničke uvjete i moraju biti na propisani način certificirani. Cement u vrećama i cisternama treba transportirati i skladištiti na način i u uvjetima koji ne utječu negativno na njegovu kakvoću.
Treba ga skladištiti posebno po vrstama i klasama i koristiti prema redoslijedu primitka na betonari. Cementi iste vrste i klase različitih proizvođača smiju se skladištiti u istom silosu samo ako se prethodno dokaže da njihovo miješanje ne djeluje negativno na svojstva i ujednačenost kakvoće betona. Ne smije se rabiti cement koji je na betonari uskladišten duže od 3 mjeseca, ako ispitivanjima osnovnih svojstava nije potvrđeno da mu kakvoća odgovara propisanim uvjetima.

### 2.5.1.2. Agregat

Frakcije agregata moraju se transportirati i skladištiti odvojeno tako da se ne prljaju, ne predrobljuju i ne segregiraju. Podloga odlagališta agregata treba biti izvedena u dovoljnom nagibu za odvodnju vode koja se procjeđuje iz agregata.
Na istom mjestu smije se odlagati samo agregat iste nazivne frakcije iz istog izvora, a iste nazivne frakcije iz različitih izvora samo ako je prethodno dokazano da imaju ista ili dovoljno slična svojstva koja ne uzrokuju promjenu količine doziranja u betonu.

### 2.5.1.3. Voda za spravljanje betona

Voda za spravljanje betona treba zadovoljavati uvjete norme na koje upućuje Tehnički propis za građevinske konstrukcije. Pouzdano pitka voda (iz gradskih vodovoda) može se rabiti bez potrebe prethodne provjere uporabljivosti. Vodu koja se ne koristi za piće, a koristi se za izradu betona na osnovi provedenih ispitivanja, treba kontrolirati najmanje jednom u tri mjeseca.

2.5.1.4. Kemijski dodaci

Kemijski dodaci mogu se rabiti kemijski dodaci koji zadovoljavaju uvjete serije norma Tehnički propis za građevinske konstrukcije . Smiju se rabiti samo oni kemijski dodaci koji imaju potvrdu sukladnosti s uvjetima navedene serije normi koju je izdala ovlaštena hrvatska institucija. Svaka isporuka dodatka na betonaru mora imati na pakiranju otisnutu certifikacijsku oznaku, kopiju certifikata s izvještajem o rezultatima provedenih ispitivanja i deklaraciju s uputama o primjeni. Upute moraju sadržavati sve potrebne podatke o dodatku, preporučene količine doziranja, vrste cementa koji se mogu pritom koristiti, način skladištenja i doziranja te rok trajanja.

## 2.5.2. PROIZVODNJA BETONA

Beton se smije proizvoditi samo u pogonu za proizvodnju betona koja ima odgavarajući certifikat tvorničke kontrole proizvodnje. Proizvođač betona je u cijelosti odgovoran za građevinski proizvod. U tu svrhu obavezan je provoditi sljedeće aktivnosti:

a) Početno ispitivanje
b) Tvorničku kontrolu proizvodnje
c) Ispitivanje uzoraka iz proizvodnje prema utvrđenom planu

Osim dokumentacije sustava kvalitete, sudionici u gradnji moraju pribaviti dokaze nadležnih tijela kojima se potvrđuje njihova sposobnost za izvođenje betonskih radova ili uspostavljanje sustava upravljanja kvalitetom.
Kontrola betona prije ugradnje u betonsku konstrukciju, provodi se u skladu s tehničkim specifikacijama za beton i hrvatskim normama HRN EN 13670 i HRN EN 13670/NA te Tehničkim propisom za građevinske konstrukcije.

### 2.5.2.1. Zahtjevi za sastav svježeg betona

Svojstva betona uvjetovana su traženim svojstvima svježeg i očvrsnulog betona.
Sastav betona i sastavne materijale za projektirani beton 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.
Ako neko svojstvo nije pobliže uvjetovano, proizvođač treba odabrati tipove i razrede sastavnih materijala između onih utvrđene uporabljivosti za utvrđene uvjete djelovanja okoline. Sastav betona treba odrediti tako da se minimalizira segregacija i izdvajanje vode iz svježeg betona ako nije drugačije uvjetovano.
Za početna ispitivanja projektiranog betona odgovoran je proizvođač.
Prethodno ispitivanje treba provesti na svježem betonu temperature od 15°C do 22°C. Ako bi se beton ugrađivao na gradilištu pri vrlo različitim temperaturnim uvjetima ili ako bi se primjenjivala toplinska obrada, treba o tome informirati proizvođača kako bi procijenio utjecaj uvjeta betoniranja na svojstva betona i poduzeo potrebna dodatna ispitivanja i mjere osiguranja uvjetovanih svojstava.

Čvrstoća ili drugo uvjetovano svojstvo mješavine je srednja vrijednost pojedinih rezultata ispitivanja, a rezultat početnih ispitivanja je srednja vrijednost rezultata svih mješavina. U izvještaj uz ostalo treba upisati i vrijeme između miješanja betona i ispitivanja konzistencije, gubitak konzistencije tijekom vremena. Pri ocjeni i prihvaćanju svojstava betona, posebno svojstava svježeg betona, treba uzeti u obzir eventualne razlike u tipu miješalice i postupaka miješanja primijenjenih pri početnim ispitivanjima i onih u stvarnoj proizvodnji.
**Tlačna čvrstoća ispitivanog sastava betona** treba biti veća od uvjetovane klase (karakteristične tlačne čvrstoće) najmanje za veličinu potrebe zadovoljenja uvjeta sukladnosti prema HRN EN 13670 i HRN EN 13670/NA teTehničkim prpisom za građevinske konstrukcije. Trajnosna svojstva ispitivanog sastava betona moraju zadovoljiti najmanje uvjetovani kriterij. Konzistencija betona mora biti unutar granica razreda konzistencije u vrijeme koje odgovara vremenu ugradnje ili, u slučaju tvornički proizvedenog betona, u vrijeme isporuke.
**Uporaba mineralnih dodataka.** Količine mineralnih dodataka tipa I i tipa II koje će se rabiti u betonu moraju biti pokrivene početnim ispitivanjima kojima treba utvrditi utjecaj na čvrstoću i na sva ostala uvjetovana svojstva betona.

**Uporaba kemijskih dodataka**. Ukupna količina kemijskog dodatka ne smije prijeći maksimalnu količinu preporučenu od proizvođača ili 50 g dodatka po kg cementa dok se ne utvrdi utjecaj veće količine dodatka na svojstva i trajnost betona. Kemijski dodaci koji se primjenjuju u količinama manjim od 2 g po 1 kg cementa dopušteni su samo ako su dispergirani u dijelu vode za izradu betona. Ako ukupna količina tekućih kemijskih dodataka prelazi 3 l po 1 m3 betona, njihovu količinu vode treba uračunati u proračun v/c faktora. Kad se rabi više od jednog kemijskog dodatka, kompatibilnost kemijskih dodataka treba provjeriti u početnim ispitivanjima.

**Sadržaj Klorida.** Za ispunjavanje kriterija trajnosti AB konstukcije i maksimalnog sadržaja klorida za izradu motona moraju se upotrijebiti materijali prema normi HRN EN 1992-1-1.

**Temperatura betona.** Temperatura svježeg betona ne smije biti ispod 5°C u vrijeme isporuke. Kada je potreban zahtjev za drugačiju minimalnu ili za 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.

**Konzistencija betona.** Kontrola betona prije ugradnje u betonsku konstrukciju, provodi se u skladu s odgovarajućim tehničkim specifikacijama za beton, hrvatskim normama HRN EN 13670 i HRN EN 13670/NA u skladu s Tehničkim propisom za građevinske konstrukcije. Konzistencija betona utvrđuje se metodama slijeganja i rasprostiranja i provodi se u laboratoriju proizvođača betona. Za svaku metodu ispitivanja mora postojati radna uputa koja se nalazi na mjestu na kojem se ispitivanje provodi.
**Sadržaj zraka u betonu** utvrđuje se postupkom prema odgovarajućim tehničkim specifikacijama za beton, hrvatskim normama HRN EN 13670 i HRN EN 13670/NA u skladu s Tehničkim propisom za građevinske konstrukcije.
Sadržaj zraka u betonu utvrđuje se postupkom prema normi HRN EN 12350-7:2000. Donja granica je uvjetovana vrijednost od -0,5 % do max 1,0% prema HRN EN 206- 1:2006.

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

Prije upotrebe novog sastava betona ili pri značajnijim promjenama u sastavnim materijalima mora se obaviti početno ispitivanje. U slučaju betona zadanog sastava i betona normiranog zadanog sastava nisu potrebna početna ispitivanja proizvođača. Proizvođač je dužan dokazati točno doziranje zadanih sastavnih komponenata i za to mora osigurati zapise
Proizvođač betona mora imati Potvrdu o tvorničkoj kontroli proizvodnje (izdaje tovlaštena institucija) i Izjavu o sukladnosti za određenu vrstu betona (izdaje proizvođač).
Kontrola betona prije ugradnje u betonsku konstrukciju, provodi se u skladu s odgovarajućim tehničkim specifikacijama za beton, hrvatskim normama HRN EN 13670 i HRN EN 13670/NA te Tehničkim propisom za građevinske konstrukcije.

### 2.5.2.2. Zahtjevi za očvrsli beton

**Tlačna čvrstoća.** Dodatno, za slučaj nepotvrđivanja zahtijevanog razreda tlačne čvrstoće betona treba na dijelu konstrukcije u koji je ugrađen beton nepotvrđenog razreda tlačne čvrstoće provesti naknadno ispitivanje tlačne čvrstoće betona u konstrukciji prema nizu hrvatskih norma HRN EN 12504 i ocjenu sukladnosti prema hrvatskoj normi HRN EN 13791 i normama na koje te norme upućuju.
Proizvođač treba prije početka betoniranja odrediti hoće li se tlačna čvrstoća prihvaćati na osnovi ispitivanja kocaka ili valjaka. Ako nije drugačije uvjetovano, tlačna čvrstoća je utvrđena na uzorcima ispitanim pri starosti 28 dana.
Karakteristična tlačna čvrstoća betona mora biti jednaka ili veća od karakteristične tlačne čvrstoće tražene za uvjetovani razred čvrstoće prema tehničkim specifikacija.

**Gustoća.** Prema svojoj gustoći u suhom stanju beton se definira kao obični beton, lagani beton i teški beton (vidi definicije). Gustoća betona u suhom stanju treba biti najmanje od 2.200 kg/m$^3$.

### 2.5.2.3. Zahtjevi vezani uz razrede izloženosti djelovanju okoline

Zahtjevi za beton otporan na djelovanje okoline dani su i u graničnim vrijednostima sastava betona i u utvrđenim svojstvima betona ili zahtjevi mogu biti izvedeni iz postupaka projektiranja prema ponašanju u uporabi. Zahtjevisu uzeti u obzir predviđeni uporabni (radni) vijek konstrukcije.
Ako je sukladan s danim graničnim vrijednostima, pretpostavlja se da će beton u konstrukciji zadovoljavati uvjete trajnosti za namjeravanu uporabu u posebnim uvjetima okoliša onda:
• kad je beton pravilno ugrađen, zbijen i njegovan,
• kad beton ima minimalnu debljinu zaštitnog sloja armature prema normi.
prma normama HRN EN 13670 i HRN EN 13670/NA, normama na koje iste upućuju i Tehničkom propisu za građevinske konstrukcije.

### 2.5.3. 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 sukladnosti s referencama prema uvjetima kvalitete i odg. Normama
- Ime ili znak certifikacijskog tijela
- Vrijeme dolaska na gradilište
- vrijeme početka istovara
- vrijeme kraja istovara
- Oznaka razreda čvrstoće i normu HRN EN 206-1:2006
- 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
- v/c faktor
- razrede izloženosti

Otpremnicu betona treba potpisati, što znači da je izvršen nadzor. Nadzor provodi odgovorna osoba izvoditelja radova.
Na svakoj otpremnici betona mora postojati oznaka građevinskog proizvoda i znak sukladnosti koji odgovara uvjetima Pravilnika o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama o sukladnosti i označavanju građevnih proizvoda. Proizvođač betona mora dati jamstvo za proizvod, te mora dati uputstvo o upotrebi i pravilnom rukovanju.

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

## 2.5.4. UGRADNJA BETONA

### 2.5.4.1. Općenite odredbe

gradnja betona, armature i predgotovljenih betonskih elemenata u betonsku konstrukciju provodi se prema hrvatskim normama HRN EN 13670 i HRN EN 13670/NA, koje definiraju nekoliko povezanih aktivnosti:
- isporukom, prijemom i gradilišnim transportom betona
- pripremnim radnjama koje se provode prije betoniranja
- ugradnjom i zbijanjem betona
- njegovanjem i zaštitom betona
- radnjama koje se provode nakon betoniranja

Kontrole i nadzori prije i nakon betoniranja definirani su Tehničkim propisom za građevinske konstrukcije i normama na joje isti upućuje, a provodi ih nadzor investitora, te unutarnji nadzor i izvođača radova, odnosno proizvođač.

Kontrolne postupke određivanja i utvrđivanja svojstava svježeg i očvrslog betona na mjestu ugradnje provodi nadzorni inženjer, a dokaze o ispitivanju, te zapise o provedenim procedurama kvalitete dužan je dostaviti izvođač.
Pogon za proizvodnju betona mora ispunjavati zahtjeve u skladu s posebnim propisom. Za svaku vrstu betona proizvođač odnosno izvođač je dužan dostaviti odgovarajuću ispravu o sukladnosti, tj. preduvjet da se beton smije primiti na gradilište je Izjava o sukladnosti koji izdaje proizvođač na temelju Certifikata tvorničke kontrole proizvodnje, a kojeg izdaje ovlašteno certifikacijsko tijelo.
O svim provedenim postupcima kontrole kvalitete izvoditelj betonskih radova dužan je voditi zapis. Zapis o provedenim postupcima kontrole kvalitete koji se vodi na gradilištu mora obuhvaćati sve elemente navedene u ovom poglavlju. Zapis se nalazi u prilogu ovog projekta.
Izvoditelj radova mora uspostaviti sustav kontrole i osiguranja kvalitete izvođenja armiranobetonskih konstrukcija, a odgovornim osobama u procesu dana su jednoznačna zaduženja i odgovornosti, te ih jasno dokumentirati

**Izvođenje mora obuhvatiti organizacijsku strukturu, dokumentaciju, podprocese i sredstva koji su potrebni za udovoljavanje zahtjeva norme HRN ENV 13670-1:2006 + prilog J Tehničkog propisa za betonske konstrukcije (NN 101/05), a to je sljedeće:**
- prijem i analiza projektne dokumentacije
- izrada plana kvalitete izvedbe
- pripremni radovi
- montaža oplate
- montaža armature
- isporuka, prijem i gradilišni transport betona
- radnje koje se provode prije betoniranja
- ugradnja i zbijanje betona
- njegovanje i zaštita betona
- radnje koje se provode nakon betoniranja

## 2.5.5. Betoniranje

### 2.5.5.1. Kontrola prije betoniranja

Treba pripremiti planove betoniranja i nadzora ovisno o konstruktivnom elementu, kao i sve ostale mjere predviđene ovim projektom. Za sve navedeno potrebno je voditi zapis kvalitete. U prilogu su dani zapisi koji se trebaju voditi na gradilištu.
Kontrola prije betoniranja obuhvaća preglede i nadzor i to:

OPLATE I SKELE
- Provjera geometrijskih izmjera skele.
- Stabilnost oplate, skela i njihovih temelja.
- Nepropusnost oplate i njezinih dijelova.
- Uklanjanje nečistoća unutar oplate.
- Priprema površine oplate i nauljenost.
- Provjera otvora u oplati.

ARMATURA
- Provjera da li je armatura prikazana u armaturnim nacrtima na svom mjestu i na specificiranim razmacima.
- Provjera da li je osiguran zaštitni sloj u skladu sa specifikacijama.

• Armatura ne smije biti prljava, zagađena ili zahrđana.
• Armatura mora biti ispravno učvršćena, postavljena, i osigurana da se ne pomiče u tijeku betoniranja.
• Razmak između šipki mora biti dovoljan za ugradnju i zbijanje betona.

BETONIRANJE
• Provjera transporta betona na gradilištu.
• Kontrola otpremnice betona u pogledu razreda tlačne čvrstoće betona, sastava betona, količine uvučenog zraka, te razreda konzistencije.
• Kontrola i mjerenje svojstava svježeg betona na mjestu ugradnje (konzistencija, količina uvučenog zraka, temperatura).
• Provjera da li su poduzete aktivnosti za betoniranje u nepovoljnim vremenskim uvjetima (betoniranje na temperaturi <+5°C i >+30°C, noćno betoniranje, osiguranje osvjetljenja, nevrijeme).
• Provjera brzine ugradnje betona (max. 1 sat od spravljanja betona), te faze ugradnje betona (vibriranje u slojevima).
• Debljina ugrađivanog sloja betona (max. 50 cm).
• Provjera vibriranja (vrsta vibratora, broj vibratora, vrijeme vibriranja).

### 2.5.5.2. Ugradnja i zbijanje

Konzistencija projektiranih betona mora biti takva da se beton može kvalitetno ugrađivati i zbijati. Uporaba vode za korekciju konzistencije svježeg betona je zabranjena. Za sve konstruktivne elemente mosta konzistencija betona mjerena metodom slijeganja mora biti S4 (15-21 cm)
Izvođač radova mora koristiti vibratore srednjih dimenzija. Pervibrator u svježem betonu djeluje tako, da se od njega kružno šire harmonijski valovi tlaka. Amplituda tlaka brzo opada s povećanjem udaljenosti od pervibratora.
Stvarni krug djelovanja treba odrediti za svaki tip vibratora, krug djelovanja pervibratora zavisi od promjera igle, frekvencije, oscilacije. Sljedeća tablica prikazuje odnos promjera igle i dosega vibracija.

| Promjer igle (mm) | 38 | 45 | 58 |
|---|---|---|---|
| Doseg vibracija (cm) | 50 | 60 | 85 |

Za vibriranje temeljne ploče i temelja koristiti će se minimalno dva vibratora najvećeg kapaciteta i dimenzija. Vibriranje sloja od 50 cm izvoditi će se okomito i u trajanju minimalno 8-
Za ugradnju betona u stupove i zidove obavezno primjenjivati postupak upuštanja cijevi autopumpe do dopuštene visine betoniranja, a betoniranje izvesti u slojevima od 50 cm.
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.
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.

Dozvoljena maksimalna visina slobodnog pada betona je 1,5 m da 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. Beton treba ubaciti što bliže njegovom konačnom položaju u konstrukciji, da bi se izbjegla segregacija, a nije dozvoljeno transportirati betone pomoću pervibratora.

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, Dubina uranjanja vibratora u donji sloj je min. 15 cm. Ovisno o debljini sloja mora se definirati minimalno vrijeme trajanja vibriranja.

Ako dođe do prekida betoniranja, prije nastavka betoniranja, površina sloja betona mora biti dobro očišćena ispuhivanjem i ispiranjem.

Ako se beton ugrađuje izravno na tlo, svježi beton treba zaštititi od miješanja s tlom i gubitka vode. Konstrukcijske elemente treba podložnim betonom od najmanje 3-5 cm odvojiti od temeljnog tla ili za odgovarajuću vrijednost povećati donji zaštitni sloj betona. Temeljno tlo, stijena, oplata ili konstrukcijski dijelovi u dodiru s pozicijom koja se betonira trebaju imati temperaturu koja neće uzrokovati smrzavanje betona prije no što dostigne dovoljnu otpornost na smrzavanje. Ugradnja betona na smrznuto tlo nije dopuštena ako za takve slučajeve nisu predviđene posebne mjere. Beton treba tijekom ugradnje i zbijanja zaštiti od isušivanja, jakog vjetra, smrzavanja, vode, kiše i snijega

Vibriranje, treba u pravilu izvoditi uronjenim vibratorima. 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. Ukoliko se pukotine pojave već u svježem betonu treba ih zatvoriti revibriranjem.

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 pražnjenju transportnih sredstava i ugradnji zbog smanjenja obradivosti svježe betonske mase. Ugrađivanje će se odvijati brzo i bez zastoja. Redoslijed betoniranja mora omogućiti povezivanje novog betona s prethodnim.

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 +6°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.

Horizontalni nastavci betoniranja dopušteni su pod uvjetom da temperatura prethodno ugrađenog sloja očvrslog betona iznosi <25 °C, zbog negativnih utjecaja topline. O mjerenju temperature potrebno je voditi zapis.

Za potrebe transporta i ugradnje betona treba koristiti slijedeća sredstva:

- Automješalice betona, koji su po mogućnosti opremljeni opremom za naknadno doziranje vode
  ili dodataka betonu.
- Autopumpe ili kran za vetikalni i horizontalni transport betona na gradilištu.
- Vibratore dimenzija ovisno o veličini konstruktivnog elementa
- Letve za ravnanje, vibro letve.

### 2.5.5.3. Njega betona

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 si.) i dodatno prekrivenim plastičnom folijom.
Odmah poslije ugradnje beton se zaštićuje prekrivanjem otvorenih površina izolacijskim materijalima, kao i dodatnom izolacijom 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.
U zimskom ili prijelaznom periodu, dok je temperatura zraka ispod +10°C beton u oplati i ispod pokrivača ima zadovoljavajuće uvjete njege i očvršćivanja. Ako je vanjska temperatura veća od + 10°C 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.
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 4-5 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)

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.
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.
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.

### 2.5.5.4. Kontrola nakon betoniranja

Nakon skidanja oplate nadzorni inženjer prema uvjetovanom razredu nadzora provodi kontrolu površine betona i potvrđuje sukladnost za zahtjevima, a to obuhvaća:
- provjeru zaštite i njege betona, da ne bi došlo do isušivanja i smrzavanja betona
- nadzor pri skidanju oplate, bočnih strana i podnica
- provjeru da li beton ima dovoljnu čvrstoću za skidanje oplate (oko 70% zahtijevane čvrstoće)

• provjeru temperaturnih razlika između ugrađenog betona i temperature okoline. Temperaturne razlike mogu dovesti do pojave pukotina
• pregled površine ugrađenog betona što podrazumijeva utvrđivanje ravnosti, površinske obrade
• pregled kvalitete eventualno izvršenih sanacija.

O kontroli nakon betoniranja vodi se zapis koji je dan u prilogu «Plan i kontrola betoniranja»

2.5.5.5. Geometrijske tolerancije

Izvedene dimenzije konstrukcija trebaju biti unutar najvećih dopuštenih odstupanja radi izbjegavanja štetnih utjecaja na:
• mehaničku otpornost i stabilnost u privremenom i kasnijem uporabnom stanju,
• ponašanje tijekom uporabe građevine,
• kompatibilnost postavljanja i izvedbe konstrukcije i njezinih nekonstruktivnih dijelova.

Nenamjerna mala odstupanja od referentnih vrijednosti koje nemaju značajniji utjecaj na ponašanje izvedene konstrukcije mogu se zanemariti.
Zahtjevi ovog poglavlja odnose se na ukupnu konstrukciju. Kod pojedinih dijelova svaka kontrola tih dijelova mora poštivati uvjete konačne kontrole izvedene konstrukcije.
Ako je određeno geometrijsko odstupanje pokriveno različitim zahtjevima (preduvjetovano), primjenjuje se stroži uvjet.
Dimenzije poprečnog presjeka, zaštitni sloj betona i položaj armature ne smiju odstupati od zadanih vrijednosti u projektu (eventualna odstupanja trebaju u skladu s dopuštenim odstupanja koja su posebno specificirana na izvedbenim nacrtima).

2.5.5.6. 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
Privremeni držači oplate, šipke, cijevi i slični predmeti koji će se ubetonirati u sklop koji se izvodi i ugrađeni elementi kao npr. ploče, ankeri i distanceri trebaju:
• biti čvrsto fiksirani tako da očuvaju projektirani položaj tijekom betoniranja,
• ne uzrokovati neprihvatljive utjecaje na konstrukciju,
• ne reagirati štetno s betonom, armaturom,
• ne uzrokovati neprihvatljivi površinski izgled betona,
• ne štetiti funkcionalnosti i trajnosti konstrukcijskog elementa.
Svaki ugrađeni dio treba imati dovoljnu čvrstoću i krutost da zadrži oblik tijekom betoniranja. Ne smije sadržavati tvari koje mogu štetno djelovati na njih same, beton ili armaturu.
Udubljenja ili otvore za privremene radove treba zapuniti i završno obraditi materijalom kakvoće slične okolnom betonu, osim ako ne ostaju otvoreni ili im je drugi način obrade specificiran.

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

### 2.5.5.7. Površinska obrada

Posebnu površinsku obradu betona, ako se traži, treba utvrditi projektnim specifikacijama. Sve horizontalne površine moraju se fino zagladiti letvama za ravnanje. Prihvaćanje zadane kvalitete površinske obrade upisuje se u obrazac «Plan betoniranja i betoniranje».
Vrsta i kvaliteta površinske obrade ovise o tipu oplate, betonu (agregatu, cementu, kemijskim i mineralnim dodacima), izvedbi i zaštiti tijekom izvedbe.

### 2.5.5.8. Armatura

Armatura izrađena od čelika za armiranje prema odredbama ugrađuje se u armiranu betonsku konstrukciju prema projektu betonske konstrukcije, normi HRN EN 1992-1-1 i normama na koje ta upućuje.
Rukovanje, skladištenje i zaštita armature treba biti u skladu sa zahtjevima tehničkih specifikacija koje se odnose na čelik za armiranje, projekta betonske konstrukcije te odredbama ovoga Priloga.
Izvođač mora prije početka ugradnje provjeriti je li armatura u skladu sa zahtjevima iz projekta betonske konstrukcije, te je li tijekom rukovanja i skladištenja armature došlo do njezinog oštećivanja, deformacije ili druge promjene koja bi bila od utjecaja na tehnička svojstva betonske konstrukcije.
Nadzorni inženjer neposredno prije početka betoniranja mora:
- provjeriti postoji li isprava o sukladnosti za čelik za armiranje, odnosno za armaturu i jesu li iskazana svojstva sukladna zahtjevima iz projekta betonske konstrukcije
- provjeriti je li armatura izrađena, postavljena i povezana u skladu s projektom betonske konstrukcije te u skladu s normama HRN EN 13670 i HRN EN 13670/NA, te dokumentirati nalaze svih provedenih provjera zapisom u građevinski dnevnik.

Površina armature mora biti očišćena od slobodne hrđe i tvari koje mogu štetno djelovati na čelik, beton ili vezu između njih.
Galvanizirana armatura može se koristiti samo u betonu s cementom koji nema štetnog djelovanja na vezu s galvaniziranom armaturom.

### 2.5.5.9. Savijanje, rezanje, prijevoz i skladištenje

Čelik za armiranje betona treba rezati i savijati prema projektnim specifikacijama. Pri tome:
- savijanje treba izvoditi jednolikom brzinom,

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

Zavarivanje, nastavljanje, sklapanje i postavljanje armature mora biti u skaladu s navedenim normama. 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 sloj za izravnanje.

## 2.6. Kontrolni postupci na gradilištu

### 2.6.1. Svježi beton

Za beton projektiranog sastava dopremljenog iz centralne betonare (tvornice betona), nadzorni inženjer obvezno određuje neposredno prije ugradnje provedbu kontrolnih postupaka utvrđivanja svojstava svježeg betona, a sve u skladu s razredom nadzora za pojedini Kontrolni postupak utvrđivanja svojstava svježeg betona provodi se na uzorcima koji se uzimaju neposredno prije ugradnje betona u betonsku konstrukciju u skladu sa zahtjevima norme HRN EN 13670 i HRN EN 13670/NA 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. Kada je definiran razred nadzora 2 i 3 svojstva svježeg betona ispituju se obavezno i prije uzimanja uzoraka očvrsnulog betona.

### 2.6.2. Očvrsnuli beton

Za beton projektiranog sastava dopremljenog iz centralne betonare (tvornice betona), nadzorni inženjer obvezno određuje neposredno prije ugradnje provedbu kontrolnih postupaka utvrđivanja svojstava očvrslog betona, a sve u skladu s planom uzorkovanja betona na Dodatno, za slučaj nepotvrđivanja zahtijevanog razreda tlačne čvrstoće betona treba na dijelu konstrukcije u koji je ugrađen beton nepotvrđenog razreda tlačne čvrstoće provesti naknadno ispitivanje tlačne čvrstoće betona u konstrukciji prema nizu hrvatskih norma HRN EN 12504 i ocjenu sukladnosti prema hrvatskoj normi HRN EN 13791 i normama na koje te norme upućuju, ili jednakovrijedno.

### 2.6.3. Svojstva trajnosti

Svojstva trajnosti osigurat će ispunjavanjem uvjeta iz tehničkih specifikacija, odnosno primjenom norme HRN EN 1992-1-1 i HRN EN 13670 i HRN EN 13670/NA, odnosno normi na koje iste upućuju kao primjeni Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije.
Kontrola sukladnosti svojstava trajnosti će se prihvaćati prema pojedinačnim izvještajima za pojedino svojstvo trajnosti, a prema kriterijima koje propisuje pojedina norma.

### 2.6.4. Ocjenjivanje rezultata ispitivanja

Kontrola betona prije ugradnje u betonsku konstrukciju, provodi se u skladu s odgovarajućim tehničkim specifikacijama za beton, hrvatskim normama HRN EN 13670 i HRN EN 13670/NA te Tehničkim propisom za građevinske konstrukcije.

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 karakterističnom čvrstoćom (fck).
Za slučaj nepotvrđivanja zahtijevanog razreda tlačne čvrstoće betona treba na dijelu konstrukcije u koji je ugrađen beton nepotvrđenog razreda tlačne čvrstoće provesti naknadno ispitivanje tlačne čvrstoće betona u konstrukciji prema nizu hrvatskih norma HRN EN 12504 i ocjenu sukladnosti prema hrvatskoj normi HRN EN 13791 i normama na koje te norme upućuju, ili jednakovrijedno.
Uporabljivost betonske konstrukcije

Betonska konstrukcija ima projektom predviđena tehnička svojstva i uporabljiva je ako:
- su građevni proizvodi ugrađeni u betonsku konstrukciju na način propisan ovim programom i imaju ispravu o sukladnosti, odnosno dokaze uporabljivosti prema Tehničkom propisu za građevinske konstrukcije i normama na koje isti upućuje.
- su uvjeti građenja i druge okolnosti, koje mogu biti od utjecaja na tehnička svojstva betonske konstrukcije, sukladne zahtjevima iz ovog projekta
- postoje zapisi o rezultatima provedenih nadzornih radnji i kontrolnih postupaka koji se sukladno

Tehničkom propisu za građevinske konstrukcije, obvezno provode prije ugradnje građevnih proizvoda u betonsku konstrukciju
- postoje dokazi uporabljivosti (rezultati ispitivanja, zapisi o provedenim postupcima kontrole kvalitete i dr.) koje je izvođač osigurao tijekom građenja betonske konstrukcije, a izdani su od strane ovlaštenog tijela

Izvoditelj radova dužan je predati izvedenu betonsku konstrukciju sa Izvještajem/dokumentacijom o uporabljivosti prem Tehničkom propisu za građevinske konstrukcije i normama na koje isti upućuje .

## 2.7. Nadzor

### 2.7.1. Općenito

Pregledi i nadzor trebaju osigurati da se radovi izvode u skladu s ovim Tehničkim uvjetima i zahtjevima projektnih specifikacija.
Nadzor u ovom kontekstu odnosi se na potvrđivanje sukladnosti svojstava proizvoda i materijala koji će se upotrijebiti i na nadzor nad izvedbom radova.
Na predmetnom građevini za sve konstruktivne elemente koje se monolitno izvode na gradilištu prema normi HRN EN 13670 i HRN EN 13670/NA potrebno je provoditi nadzor, razred nadzora 2. Izvoditelj radova dužan je imenovati odgovornu, stručnu, iskusnu, neovisnu i kompetentnu osobu za provođenje radnji nadzora. Ukoliko izvoditelj ne može imenovati takvu osobu, mora je podugovoriti. Ista osoba koja je glavni inženjer gradilišta ili inženjer gradilišta ili voditelj radova ne može biti imenovana i za provođenje radnji nadzora.
Analogne mjere nadzora provodi i nadzorni inženjer imenovan od strane investitora, a koji se provodi prema Zakonu o gradnji.
Za sve provedene aktivnosti nadzora koje provodi izvoditelj i nadzorni inženjer potrebno je voditi zapis koji mora biti identificiran i označen. Zapis o provedenom nadzornim radnjama i mjerama potpisuju oba nadzora, te se time potvrđuje sukladnost izvedbe.

Sve aktivnosti nadzora planiraju se na temelju tjednog plana betoniranja i plana betoniranja. Izvoditelj radova dužan je zapis tjedni plan betoniranja za naredni tjedan dostaviti unutarnjem nadzoru i nadzornom inženjeru. Ukoliko dođe do promjene plana u odnosu na tjedni izvoditelj je dužan dan ranije obavijestiti nadzor. Dan prije betoniranja temelja stupova mosta, temeljne ploče ili bilo kojeg konstruktivnog elementa izvoditelj će obavijestiti nadzor koji je u obavezi pripremiti zapis o planu betoniranja.

### 2.7.2. Nadzor materijala i proizvoda prije ugradnje

Kontrola betona prije ugradnje u betonsku konstrukciju, provodi se u skladu s odgovarajućim tehničkim specifikacijama za beton, hrvatskim normama HRN EN 13670 i HRN EN 13670/NA te Tehničkim propisom za građevinske konstrukcije.

### 2.7.3. Područje nadzora izvedbe

Područje nadzora koji treba provesti prikazano je u tablici:

| PREDMET | RAZRED NADZORA 2 |
|---|---|
| Oplata i skele | Sve skele i oplate pregledati prije betoniranja |
| Celik za armiranje | Svu glavnu armaturu pregledati prije betoniranja |
| Ugrađeni elementi | Prema projektnim specifikacijama i ovim tehničkim uvjetima |
| Gradilišni prijevoz i ugradnja betona | Prema ovim tehničkim uvjetima |
| Završna obrada i njegovanje betona | Prema ovim tehničkim uvjetima |
| Izvedene mjere | Prema projektnim specifikacijama |
| Dokumentacija o nadzoru | Za sve provedeno |

### 2.7.4. Nadzor betoniranja

Nadzor i ispitivanje radova betoniranja mora se planirati, izvoditi i dokumentirati u skladu s određenim razredom nadzora, a prema tablici:

| PREDMET | RAZRED NADZORA 2 |
|---|---|
| Planiranje nadzora | Plan nadzora, postupci i upute prema specifikacijama<br>Aktivnosti u slučaju nesukladnosti |
| Nadzor | Temeljni nadzor, te nasumice detaljni nadzor betoniranja |
| Dokumentacija | Svi dokumenti planiranja,<br>Izvještaji o svim nadzorima<br>Izvještaji o svim nesukladnostima i popravnim mjerama |

Plan nadzora treba identificirati sve aktivnosti nadzora, kontrole i ispitivanja za potrebne dokaze kvalitete. Plan nadzora prema postojećem sustavu kvalitete mora izraditi izvoditelj radova.

2.7.5. Održavanje konstrukcija

Radnje u okviru održavanja konstrukcije treba provoditi prema odredbama Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije i normama na koje isti upućuje te odgovarajućom primjenom odredbi važećih ostalih propisa.
Bitni dijelovi konstrukcije su:
- AB konstrukcija
- Predgotovljeni prednapeti armiranobetonski glavni nosači rasponske konstrukcije
- Čelični elementi konstrukcije

Redoviti pregledi u svrhu održavanja betonske konstrukcije provode se ne rjeđe od 5 godina za mostove, a obuhvaćaju:
- vizualni pregled, u kojeg je uključeno utvrđivanje položaja i veličine napuklina i pukotina te drugih
  oštećenja bitnih za očuvanje mehaničke otpornosti i stabilnosti građevine,
- utvrđivanja stanja zaštitnog sloja armature,
- utvrđivanje veličine progiba glavnih nosivih elemenata betonske konstrukcije za slučaj osnovnog
  djelovanja, ako se vizualnom kontrolom sumnja u ispunjavanje bitnog zahtijeva mehaničke otpornosti i stabilnosti,

U okviru redovitog održavanja građevinske konstrukcije provode se redoviti pregledi, koji se obzirom na vremenske intervale provođenja pregleda i obim radnji provode na sljedeći način:
1. osnovni pregledi svakih 1 godinu
2. glavni pregledi svakih 5 godina
3. dopunski pregledi koji se provode za pojedine građevinske konstrukcije sukladno posebnim pravilima propisanim ovim Tegničkim propisom za građevinske konstrukcije.

Izvanredno održavanje građevinske konstrukcije provodi se poslije izvanrednih događaja, sukladno odredbama posebnog propisa koji uređuje održavanje građevina, i tehničkim uputama za održavanje koje izdaje proizvođač.

Vlasnik je dužan izraditi plan i program održavanja koji određuje koje će se radnje redovitog održavanja provoditi u razdoblju od pet godina, uzimajući u obzir pripadne specifičnosti građevine.
Vlasnik građevine mora voditi i čuvati dokumentaciju o održavanju u kontinuitetu rednih brojeva i datuma provedenih radnji, koja sadrži sve podatke o izvršenim pregledima i provedenim radovima, podatke o svojstvima građevnih proizvoda koji su ugrađeni u konstrukciju tijekom održavanja, radovima na ugradnji, izvješćima o ispitivanjima koja su provedena tijekom održavanja, osobama koje su provodile održavanje, projektima koji su izrađeni u svrhu održavanja građevine te ostaloj dokumentaciji kojom je tijekom održavanja građevinske konstrukcije bilo potrebno dokazati uporabljivost konstrukcije.

Osnovni pregledi građevinskih konstrukcija koji se provode prema Tehničkom propisu za građevinske konstrukcije a kojima je svrha utvrđivanje općeg stanja konstrukcije, moraju obuhvatiti uvid u raspoloživu dokumentaciju i vizualni pregled stanja glavnih elemenata konstrukcije koji su bitni za nosivost i otpornost na požar konstrukcije u cjelini te za pravilno funkcioniranje građevine (spojevi glavnih nosivih elemenata, potporni elementi, glavni nosači, i sl.), a čijim otkazivanjem može biti ugrožena sigurnost ljudi i/ili prouzročena značajna materijalna šteta.

Glavni pregledi građevinskih konstrukcija obavezno moraju obuhvatiti kontrolu:
– temelja – pregled stanja dostupnih dijelova temelja,
– stanja elemenata nosive konstrukcije – detaljan pregled obavezan je za elemente konstrukcije koji su bitni za nosivost konstrukcije u cjelini te za pravilno funkcioniranje građevine (spojevi glavnih nosivih elemenata, potporni elementi, glavni nosači, i sl.), a čijim otkazivanjem može biti ugrožena sigurnost osoba i/ili prouzročena značajna materijalna šteta
– geometrije konstrukcije, koja je obavezna za sve one dijelove čija bi promjena oblika ili dimenzija u odnosu na izvorno izvedeno stanje mogla utjecati na sigurnost ili funkcionalnost građevine
– stanja ležajeva i oslonaca – pravilnost položaja, pritegnutost, čistoća, oštećenja i funkcionalnost
– stanja zaštite od korozije
– stanja otpornosti na požar,
– stanja sustava za odvodnju i drenažu
– stanja priključaka instalacija i opreme na elemente konstrukcije
– stanja elemenata za osiguranje konstrukcije i ljudi, kao što su ograde, penjalice, leđnici, vodilice i
– ugrađene opreme za opažanje i mjerenje ponašanja građevinske konstrukcije (monitoring).

Kod provedbe osnovnih pregleda ukoliko se utvrde nedostaci koji mogu imati utjecaja na ispunjavanje zahtjeva mehaničke otpornosti i stabilnosti te otpornosti na požar, potrebno je provesti dodatne kontrole i ispitivanja.
Kod provedbe glavnih pregleda konstrukcije, utvrđivanje činjenica provodi se vizualnim pregledom, mjerenjima, ispitivanjima te uvidom u dokumentaciju građevine, uređaja i opreme (projektna dokumentacija, građevinski dnevnik, izjave, potvrde, izvješća, fotodokumentacija, nalozi, zapisnici, otpremnice, i sl.) te na drugi prikladan način.
Ako se pregledom utvrde nedostaci u tehničkim svojstvima građevinske konstrukcije, mora se provesti naknadno dokazivanje da građevinska konstrukcija u zatečenom stanju ispunjava minimalno zahtjeve propisa i pravila u skladu s kojima je projektirana i izvedena.
U slučaju da se pokaže da zatečena tehnička svojstva građevinske konstrukcije ne zadovoljavaju zahtjeve propisa i pravila u skladu s kojima je konstrukcija projektirana i izvedena, potrebno je provesti zahvate (popravci, sanacija, adaptacija, rekonstrukcija) kojima se tehnička svojstva građevinske konstrukcije dovode na razinu koja zadovoljava minimalno zahtjeve tih propisa i pravila, prema odgovarajućem projektu koji je potrebno izraditi ili je

### 2.7.6. Čuvanje dokumentacije održavanja

Dokumentaciju pregleda, te dokumentaciju o održavanju konstrukcije dužan je trajno čuvati vlasnik građevine. Pregled konstrukcije zgrade moraju obavljati za to ovlaštene osobe, te o pregledu sastavljati posebna izvješća, a ako se uoče da su bitna svojstva građevine narušena potrebno je konstrukciju sanirati prema projektu sanacije.

### 2.7.7. ZIDANE KONSTRUKCIJE I ELEMENTI

Radovi na Izvođenju zidanih dijelova konstrukcije moraju biti u skladu s Tehničkim propisom za građevinske konstrukcije (NN 17/2017) i hrvatskim normama na koje tehnički propis upućuje upućuje a naročito:

HRN EN 1996-1-1
Eurokod 6: Projektiranje zidanih konstrukcija -- Dio 1-1: Opća pravila za armirane i nearmirane zidane konstrukcije
HRN EN 1996-1-1/NA
Eurokod 6: Projektiranje zidanih konstrukcija -- Dio 1-1: Opća pravila za armirane i nearmirane zidane konstrukcije -- Nacionalni dodatak
HRN EN 1996-1-2
Eurokod 6: Projektiranje zidanih konstrukcija -- Dio 1-2: Opća pravila -- Proračun konstrukcija na djelovanje požara
HRN EN 1996-1-2/NA
Eurokod 6: Projektiranje zidanih konstrukcija -- Dio 1-2: Opća pravila -- Proračun konstrukcija na djelovanje požara -- Nacionalni dodatak
HRN EN 1996-2
Eurokod 6: Projektiranje zidanih konstrukcija -- 2. dio: Konstruiranje, odabir materijala i izvedba ziđa
HRN EN 1996-2/NA
Eurokod 6: Projektiranje zidanih konstrukcija -- 2. dio: Konstruiranje, odabir materijala i izvedba ziđa -- Nacionalni dodatak
HRN EN 1996-3
Eurokod 6: Projektiranje zidanih konstrukcija -- 3. dio: Pojednostavnjene proračunske metode za nearmirane zidane konstrukcije
HRN EN 1996-3/NA
Eurokod 6: Projektiranje zidanih konstrukcija -- 3. dio: Pojednostavnjene proračunske metode za nearmirane zidane konstrukcije -- Nacionalni dodatak

Ovaj skup norma i propisa predstavlja trenutačno stanje područja i obuhvaća područjematerijala,projektiranja,odabira konstrukcijskih pojedinosti te nosivost i uporabljivost.Mjere osiguranja kvalitete valja provoditi u svim fazama projektiranja, izgradnje, korištenja, dakle u uporabnom vijeku konstrukcije. Te mjere obuhvaćaju:
- definiranje zahtjeva pouzdanosti
- organizacijske mjere
- nadzor u različitim fazama projektiranja,izvedbe,uporabe i održavanja

Program kontrole i osiguranja kvalitete:
⇨ razred nadzora i izvođenje zidane konstrukcije
⇨ svojstva koja moraju imati građevni proizvodi koji se ugrađuju u zidanu konstrukciju,uključujući odgovarajuće podatke propisane odredbama o označavanju građevnih proizvoda prema prilozima TPGK-a
⇨ ispitivanja i postupci dokazivanja uporabljivosti građevnih proizvoda koji se izgrađuju na gradilištu za potrbe tog gradilišta
⇨ način kontrole građevnih proizvoda prije ugradnje
⇨ ispitivanja i postupci dokazivanja nosivosti i uporabljivosti zidane konstrukcije
⇨ uvjete građenja i druge zahtjeve koji moraju biti ispunjeni tijekom izvođenja zidane konstrukcije,a koji imaju utjecaj na postizanje projektiranih odnosno propisanih tehničkih svojstava zidane konstrukcije i ispunjavanje bitnih zahtjeva zagrađevinu
⇨ druge uvjete značajne za ispunjavanje zahtjeva propisanih TPUK-om i posebnim propisima

### 2.7.7.1. Razred nadzora i izvođenja zidane konstrukcije

Nadzorni inženjer utvrđuje za koji razred kontrole izvedba ziđa (A,B,C) je osposobljen izvođač ,te utvrđuje odgovara li taj razred propisanom u projektu.

Ako ne odgovara, treba se donijeti odluka kako postupiti. U slučajevima da je razred viši od zahtijevanog, pa je pouzdanost tako izvedene konstrukcije veća od tražene, jasno može se prihvatiti. Ako je slučaj da je razred niži, treba o tome obavijestiti projektanta, te zajedno s njim donijeti odluku što treba poduzeti.
Ziđe se izvodi od zidnih elemenata,proizvedenih prema odredbama Priloga B i morta proizvedenog prema odredbama Priloga CT ehničkog propisa te prema projektu zidane konstrukcije. Odredbe navedenih priloga uključuju i odredbe odgovarajućih normaspecifikacija.
Kako bi se postigla projektom predviđena tehnička svojstva, izvođenje zidane konstrukcije mora biti u skladu s uvjetima i zahtjevima njezinog glavnog projekta, poglavito s Programom kontrole i osiguranja kvalitete te mora biti najmanje u skladu s općim zahtjevima zaizvođenje zidanih konstrukcija danim u Prilogu «J» TPGK-a i normama na koje taj Prilog upućuje.
Ukoliko bi se izvođenjem odstupilo od norma na koje upućuje prilog «J» TPGK,mora se odgovarajućimmetodama (ispitivanjima ili sl.) i pratećom dokumentacijom koju izvođač mora imati na gradilištu,te dokazati usklađenost s tim normama.

**2.7.7.2. Svojstva građevnih proizvoda koji se ugrađuju u zidanu konstrukciju i o označavanju građevnih proizvoda:**

**Zidani elementi**
**(prema TPGK,Prilog «B» Normama niza HRN EN 1052 i HRN EN 771 NIZ hrn EN 771)**

vrsta zidnog elementa:
**opečni zidni element**
dimenzija:
**25x19x19 cm**
grupa zidnog elementa:
**Grupa 2a (točka 3.1.norme HRN ENV 1996-1, tablica 3.1 norme HRN ENV 1996-1-1 (postotak šupljina HRN EN 772-3)**
tlačna čvrstoća zidnog elemeta $f_d$:
**10,00 N/mm2 (norma HRN EN 772-1)**
razred kontrole proizvodnje zidnog elementa:
**II (niz HRN EN 771,Specifikacije za zidneelemente;HRN EN 771-1:Zidni elementi od opečne Gline)**
razred izvedbe:
**B (NAD,HRN ENV 1996-1-1)**
parcijalni koeficijent sigurnosti za materijale:
**3,0 (HRN ENV 1996-1-1:2004, Opća pravila za zgrade. Pravila za armirano i nearmirano ziđe, točka 2.3.3.29**

Na svim isporučenim zidnim elementima moraju biti jasno označeni podaci, na elementu,pakiranju,otpremnici ili bilo kojoj potvrdi.Označavanje je prema dodatku ZA odgovarajuće norme specifikacija,i prema postojećem zakonodavstvu:

⇨norma specifikacija iz niza HRN EN 771
⇨Pravilnik o ocjenjivanju sukladnosti,ispravama o sukladnosti i označavanju građevnih proizvoda (NN 1/05)

**Mort koji se koristi u gradnji : (prema TPGK,Prilog»C» Norma specifikacija proizvoda HRN EN998-2Potvrđivanje sukladnosti ZA dodaci normeHRN EN 998-2)**

vrsta morta:
**G (mort opće nemjene)**
razred morta: M5
tlačna čvrstoća morta fm:
**5,0 N/mm2 (norma HRN EN 1015-11)**
približni sastav:
**cement; hidratizirano vapno; pijesak: 1;1/2-1/4;5-6**

Označavanje je prema dodatku ZA odgovarajuće norme specifikacija,i prema postojećem zakonodavstvu :

- Označivanje u općem dijelu mora se uskladiti s Pravilnikom o ocjenjivanju sukladnosti. Sadržaj dijela koji se odnosi na tehničkasvojstva proizvoda treba odgovarati oznakama prema ZA.1 i ZA.2 norme HRN EN 998-2.
- Tvornički projektiran mort - označava se na otpremnici i/ili na ambalaži premadodatku ZA.3 norme HRN EN 998-2
- Mort zadanog sastava – označava se na otpremnici i/ili na ambalaži premadodatku ZA.3 norme HRN EN 998-2
- Pravilnik o ocjenjivanju sukladnosti,ispravama o sukladnosti i označavanju građevnih proizvoda (NN 1/05)

### 2.7.7.3. Ispitivanja i postupci dokazivanja uporabljivosti građevnih proizvoda koji se izrađuju na gradilištu za potrebe tog gradilišta:

Mort,beton,armatura,zidni elementi od prirodnog kamena i predgotovljeno ziđe mogu biti izrađeni na gradilištu za potrebe togagradilišta.Da bi se smjeli ugraditi u konstrukciju mora biti dokazana njihova uporabljivost.Podatke o dokazivanju uporabljivosti i postignutim svojstvima građevinskog proizvoda izvođač zapisuje u građevinski dnevnik.
Mort koji se proizvodi na gradilištu za potrebe toga gradilišta je mort zadanog sastava specificiran u glavnom projektu omjerom pojedinih sastojaka i svojstvima tih sastojaka. Svojstva zidarskog cementa se specificiraju prema normi HRN EN 413-1,građevnog vapna prema normi HRN EN 459-1, agregata prema normi HRN EN 13139,a vode prema
Za mort zadanog sastava gdje jeu glavnom projektu zahtijevana tlačna čvrstoća veća od 5 N/mm smije se primijeniti samo mort proizveden u proizvodnom pogonu(tvornici). Za mort zadanog sastava koji se za obiteljske kuće ili jednostavne građevine izrađuje na tom gradilištu i čija je zahtijevana tlačna čvrstoća manja ili jednaka 5 N/mm, uporabljivost se smatra dokazanom ako je potvrđena sukladnost pojedinih sastojaka te ako jeutvrđeno da su omjeri sastojaka morta i način izrade u skladu s glavnim projektom.
TPGK propisuje da se zahtjevi na beton koji je sastavni dio zidane konstrukcije izrađuju prema Tehničkom propisu za betonskekonstrukcije. Iznimno od odredbi tog propisa za gradnju obiteljskih kuća dopuštena je ugradnja betona u serklaže do razreda tlačne čvrstoće C 25/30 pripremljenog na gradilištu, ukoliko je to predviđeno projektom zidane konstrukcije.
Podaci o sastavnim materijalima, načinu pripreme, načinu ugradnje,građevnim proizvodima i provedenim kontrolnim postupcima evidentiraju se u građevnom dnevniku. Predgotovljeno ziđe može se izrađivati na gradilištu za potrebe toga gradilišta.
Dokazivanje uporabljivosti predgotovljenog zida izrađenog preme projektu zidane konstrukcije uključuje; razred proizvodnje zidnog elementa (I i II); razred izvedbe predgotovljenog ziđa (A,B ili C); ispitivanje tipa predgotovljenog ziđa (A,B ili C); ispitivanje ziđa predgotovljenog ziđa.

### 2.7.7.4. Način kontrole građevnih proizvoda prije ugradnje

Građevni proizvod proizveden u proizvodnom pogonu (tvornici) izvan gradilišta smije se ugraditi u zidanu konstrukciju samo ako je za njega izdana isprava o sukladnosti. Mort ,beton,armatura zidni elementi od prirodnog kamena i predgotovljeno ziđe izrađeni na gradilištu za potrebe tog gradilišta,smiju seugraditi u zidanu konstrukciju samo ako je za njih dokazana uporabljivost u skladu sa projektom zidane konstrukcije.Kod preuzimanja građevnog proizvoda izvođač zidne konstrukcije mora utvrditi :

- ⇨ je li građevni proizvod isporučen s oznakom u skladu s posebnim propisom i podudaraju li se podaci po dokumentaciji s kojom je građevni proizvod isporučen s podacima o oznaci
- ⇨ je li građevni proizvod isporučen s tehničkim uputama za gradnju i uporabu
- ⇨ jesu li svojstva,uključivo rok uorabe građevnog proizvoda te podaci značajni za njegovu ugradnju, uporabu i utjecaj na svojstva i trajnost zidane konstrukcije sukladni svojstvima i podacima određenim glavnim projektom.

Prije zidanja zida izvođač mora provesti sljedeće:

- ⇨ pregled svake otpremnice i oznaka na zidnim elementima, mortu i drugim građevnim proizvodima , koji se koriste
- ⇨ vizualnu kontrolu zidnih elemenata, vreća morta i ambalaže ostalih građevnih proizvoda da se utvrde moguća oštećenja
- ⇨ utvrđivanje razreda kontrole proizvodnje zidnih elemenata (I i II)
- ⇨ Izvođač mora prije početka ugradnje u zidanu konstrukciju provjeriti je li izrađeno odnosno proizvedeno predgotovljeno ziđe u skladu sa zahtjevima iz projekta zidane konstrukcije te je li tijekom rukovanja i skladištenja predgotovljenog ziđa došlo do njegovog oštećivanja, deformiranja ili druge promjene koja bi bila od utjecaja na tehnička svojstva zidane konstrukcije.

Nadzorni inženjer neposredno prije ugradnje predgotovljenog ziđa u zidanu konstrukciju

- ⇨ provjeriti je li za predgotovljeno ziđe,i zrađeno prema projektu zidane konstrukcije, dokazana njegova uporabljivost u skladu s projektom
- ⇨ provjeriti postoji li za predgotovljeno ziđe proizvedeno prema tehničkoj specifikaciji isprava o sukladnosti te je li predgotovljenoziđe sukladno zahtjevima iz projekta zidane konstrukcije
- ⇨ provjeriti je li predgotovljeno ziđe postavljeno u skladu s projektom zidane konstrukcije i TPGK,odnosno s tehničkom uputom za ugradnju i uporabu
- ⇨ dokumentirati nalaze svih provedenih provjera zapisom u građevinski dnevnik

### 2.7.7.5. Ispitivanja i postupci dokazivanja nosivosti i uporabljivosti zidane konstrukcije:

Prema TPGK za dokaz uporabljivosti zidane konstrukcije treba uzeti u obzir :

- ⇨ zapise u građevinskom dnevniku o svojstvima i drugim podacima o građevnim proizvodima ugrađenim u zidanu konstrukciju
- ⇨ rezultate nadzornih radnji i kontrolnih postupaka koja se sukladno ovom propisu obvezno provode prije ugradnje građevnih proizvoda u zidanu konstrukciju
- ⇨ dokaze uporabljivosti 8 rezultate ispitivanja ,zapise o provedbenim propisima i dr.9 koje je izvođač osigirao tijekom građenja zidanekonstrukcije
- ⇨ rezultate ispitivanja pokusnim opterećenjem zidane konstrukcije ili njezinih dijelova
- ⇨ uvjete građenja i druge okolnosti koje prema građevinskom dnevniku i drugoj dokumentaciji koju izvođač mora imati nagradilištu, te dokumentaciju koju mora imati proizvođač građevnig proizvoda, a mogu biti od utjecaja na tehnička svojstva zidane konstrukcijeIspitivanja pokusnim opterećenjem zidanih konstrukcija provodi se u cilju ocjene ponašanja konstrukcije u odnosu na projektom predviđene pretpostavke.

Pokusnim opterećenjem ispituju se zidane konstrukcije za koje je ispitivanje predviđeno projektom.Za zidanu konstrukciju koja nema projektom predviđena tehnička svojstva ili se ista ne mogu utvrditi zbog nedostatka potrebnedokumentacije, mora se naknadnim ispitivanjima i naknadnim proračunima utvrditi tehnička svojstva zidane konstrukcije.

### 2.7.7.6. Uvjeti građenja i drugi zahtjevi koji moraju biti ispunjeni tijekom izvođenja zidane konstrukcije ,a koji imaju utjecaj napostizanje projektiranih odnosno propisanih tehničkih svojstava zidane konstrukcije i ispunjavanje bitnih zahtjeva za građevinu

Zaštita za vrijeme skladištenja i rukovanja:
Zidane elemente treba zaštititi od kiše,ciklusa smrzavanja i odmrzavanja te prskanja.
Za tvornički mort vrijede upute proizvođača. Potrebno je spriječiti zagađivanje morta, promjenu vlažnosti, a suhe mortove dostavljene uvrećama skladištiti tako da se troše redom kojim su doprimljene.
Bez predhodnih kontrolnih ispitivanja ne smije se ugrađivati mort nakon provedena 3 mjeseca na gradilištu. U pogledu materijala za gradilišne mortove i ispunski beton, veziva treba zaštititi od međudjelovanja s vlagom i zrakom,različite vrste skladištiti odvojeno, a vreće trošiti redom kojim su doprimljene na gradilište. Agregat treba zaštititi od zagađenja i skladištiti odvojeno različite vrste.
Pomoćni dijelovi i proizvodi za zidane konstrukcije (zidane spone,vlačne trake,konzole) treba skladištiti pod krovom i zaštititi odzemlje, deformiranja, raspucavanja, oštećenja rubova te površinskih oštećenja i oštećenja obloge.
Šipke armature i predgotovljena armatura horizontalnih sljubnica skladišti se iznad tla, dovoljno daleko od blata, ulja, mast, boje ili zavarivanja. Nategе treba zaštititii od svih kemijskih,elektrokemijskih ili bioloških uzročnika korozije,zagađenja,deformiranja,izloženosti kiši, dodira stlom, zavarivanja i drugih oštećenja.

Priprema materijala

Proizvodi moraju biti čisti, a priprema se provodi u skladu s uputama proizvođača. Sa stanovišta trajnosti posebno je važno vrijeme miješanja morta. Norma napominje da prikladno vrijeme nakon dodavanja svih sastojaka pri strojnom miješanju iznosi 3 do 5minuta. Produljeno mišljenje, kada se dodaje sredstvo za uvlačenje zraka, može donijeti do prekomjernog uvlačenja zraka, a time i dosmanjenja adhezije i trajnosti. Osim u slučaju morta s odgodom početka vezivanja, vrijeme miješanja ne treba biti dulje od 15 minuta. Mort se ne smije ugrađivati ukoliko je započeo proces stvrdnjavanja.

Ziđe treba zaštititi od izravnog djelovanja kiše sve dok mort nije sazrio kako ne bi došlo do ispiranja morta iz sljubnica ili nepoželjnih učinaka ciklusa močenja i sušenja. U suprotnom može doći do iscjetavanja, bujanja vapna ili oštećenja materijala neotpornihna vodu.
Za vrijeme jakih kiša prekida se zidanje i završna obrada sljubnica, a zidne elemente, mort i svježe obrađene sljubnice treba zaštititi. Za zaštitu završnog ziđa potrebno je izvesti klupčice, pragove, oluke i privremene cijevi za odvodnju čim prije nakon zidanja izavršne obrade

U pogledu zaštite od oštećenja uslijed djelovanja mraza norma samo navodi da je potrebno primijeniti «primjerene mjere predostržnosti»,ali se zahtjeva da se ziđe oštećeno cikličkim djelovanjem smrzavanja i odmrzavanja ,koja ne može dostići svoju punučvrstoću i trajnost ,zamjeni novim.

Novoizvedeno ziđe treba zaštititi od visokih temperatura i male vlažnosti osim male relativne vlage i visoke temperature, neprekidniuvjeti koji zahtjevaju zaštitu novoizvedenog ziđa uključuju i jaka zračna strujanja. Za sprečavanje prekomjernog gubitka vlage može se ziđe prekriti paronepropusnim materijalom (npr.polietilen). Mjere zaštite od visokih temperatura i održavanja vlažnosti treba provoditi dok cement u mortu ne hidratizira.
Mjere zaštite od mehaničkih oštećenja (npr.udara) planiraju se obzirom na druge radove koji su u tijeku ili slijede, gradilišni transport, primjenu skela i procese izvedbe, a usmjerene su na istaknuta mjesta kao što su uglovi, otvori, podnožja stupova te površina ziđa. Dovršeno ziđe treba zaštititi kako daljnji radovi ne bi prljali lice ziđa ili utjecali na zidni vez pri budućim radovima kao što je žbukanje.
Za osiguranje stabilnosti i prevelikog naprezanja svježeg morta potrebno je ograničiti visinu ziđa koje se zida u jednom danu. Ograničenje se određuje ovisno o debljini zida, vrsti morta, obliku i obujamskoj masi zidnih elemenata te stupnju izloženost ivjetru.
Općenito se navodi da se ziđe ne smije izložiti djelovanjima dok nije postiglo odgovarajuću čvrstoću da se može oduprijeti djelovanjima. Na primjer, punjenje iza potpornog zida ne treba izvesti dok zid nije sposoban preuzeti opterećenja koja nastaju prizapunjavanju, uzimajući u obzir utjecaj zbijanja i vibracija. Kod zidova izloženih djelovanju vjetra ili opterećenjima u izvedbi treba razmotriti i potrebu privremenog podupiranja da bi se osigurala stabilnost.

### 2.7.7.7. Drugi uvjeti značajni za ispunjavanje zahtjeva propisanih TPGK-om i posebnim propisima

Obzirom na obveze koje ima vlasnik građevine glede njezinog održavanja poglavito radi očuvanja svih bitnih zahtjeva zagrađevinu, TPGK-om su uređena pitanja održavanja zidane konstrukcije kao dijela građevine koji služi ispunjavanja bitnih zahtjeva. U okviru održavanja,zidanu konstrukciju:

- ⇨ redovito pregledavati,u razmacima i na način određen projektom građevine,TPGK-om i /ili posebnim propisom donesenim u skladu sodredbama Zakona o gradnji,
- ⇨ izvanredno pregledavati nakon kakvog izvanrednog događaja ili po zahtjevu inspekcije,odnosno,
- ⇨ na njoj treba izvoditi one radove kojima se zidana konstrukcija zadržava ili vraća u stanje određeno projektom građevine i TPGK-omodnosno propisom u skladu s koji je zidana konstrukcija izvedena.

Kao i pri svim prethodnim aktivnostima vezanim za zidane konstrukcije ,i održavanje treba dokumentirati na propisan način,tj.treba: izraditi i čuvati izvješća o pregledima i ispitivanjima zidane konstrukcije. voditi zapise o radovima održavanja, dokumentirati na drugi prikladan način kao i pribaviti i čuvati drugu dokumentaciju propisanu TPGK-om ili drugim propisima donesenim u skladu s odredbama Zakona ogradnji, odnosno normama na koje ti propisi upućuju. Što se tiče građevnih proizvoda koji se rabe za održavanje, kao i radova koji se izvode u okviru radova održavanja zidane konstrukcije,vrijede sva pravila koja su TPGK-om propisana za izvođenje zidane konstrukcije.

### 2.7.7.8. Izvođenja radova

Za izvođenje zidanih zidova moraju se uvažavati sljedeći posebni uvjeti izvođenja:

- ⇨ vertikalni serklaži obavezno se moraju izvesti nakon zidanja zidova s vezom na zub ("šmorc"),
- ⇨ zidanje izvoditi pravilnim zidarskim vezom a preklop mora iznositi min. 1/4 opeke,

- ukoliko nema potrebne vlažnosti, blok opeka se prije ugradnje mora pokvasiti vodom, da bi se izbjeglo naglo sušenje morta,
- debljina horizontalnih spojnica mora biti oko 10,0 mm a nesmije biti veća od 15,0 mm niti manja od 8,0 mm,
- debljina vertikalnih spojnica mora biti oko 8,0 - 15,0 mm (približno 10,0 mm),
- ako se zidanje izvodi u ekstremnim klimatskim uvjetima (visoka ili niska temperatura) zidovi se moraju adekvatno zaštiti (zaštita od sunca, zaštita od mraza),
- zidanje na temperaturi ispod 5°C se ne preporučuje,
- svako naknadno probijanje i dubljenje zidova za instalacije ili druge potrebe, koje nije predviđeno projektom mora se izvesti uz pisanu suglasnost projektanta,
- Ove posebne uvjete treba ugraditi u troškovnik u okviru općih ovjeta za izvođenje pojedinih vrsta radova.

### 2.7.7.9. DRVENE KONSTRUKCIJE I ELEMENTI

2.7.7.10. Općenito

Radovi na Izvođenju drvene konstrukcije moraju biti u skladu s Tehničkim propisom za građevinske konstrukcije (NN 17/2017) i hrvatskim normama na koje tehnički propis upućuje a naročito:

HRN EN 1995-1-1
Eurokod 5: Projektiranje drvenih konstrukcija -- Dio 1-1: Općenito -- Opća pravila i pravila za zgrade
HRN EN 1995-1-1/NA
Eurokod 5: Projektiranje drvenih konstrukcija -- Dio 1-1: Općenito -- Opća pravila i pravila za zgrade -- Nacionalni dodatak
HRN EN 1995-1-2
Eurokod 5: Projektiranje drvenih konstrukcija -- Dio 1-2: Općenito -- Proračun konstrukcija na djelovanje požara
HRN EN 1995-1-2/NA
Eurokod 5: Projektiranje drvenih konstrukcija -- Dio 1-2: Općenito -- Proračun konstrukcija na djelovanje požara -- Nacionalni dodatak
HRN EN 1995-2
Eurokod 5: Projektiranje drvenih konstrukcija -- 2. dio: Mostovi
HRN EN 1995-2 /NA
Eurokod 5: Projektiranje drvenih konstrukcija -- 2. dio: Mostovi -- Nacionalni dodatak

Za drvene konstrukcije rabe se materijali i građevni proizvodi koji su navedeni u hrvatskim normama HRN EN 1995-1-1 i HRN EN 1995-2 (cjelovito drvo i materijali na osnovi drva), a čija su svojstva u skladu s odgovarajućim tehničkim specifikacijama na koje upućuju ove hrvatske norme i poseban propis.
Za priključke drvenih konstrukcija rabe se mehanički spojni elementi (vijci, vijci za drvo, čavli, trnovi, skobe, moždanici i utisnute ježaste ploče) te adhezivi koji su navedeni u hrvatskim normama HRN EN 1995-1-1 i HRN EN 1995-2, a čija su svojstva u skladu s odgovarajućim tehničkim specifikacijama na koje upućuju ove hrvatske norme i poseban propis.
Sastavni dijelovi drvene konstrukcije (spregovi, zatege, temelji i sl.) i građevni proizvodi koji se u njih ugrađuju, a nisu obuhvaćeni posebnim pravilima TPGK za drvene konstrukcije (dio V), moraju ispunjavati zahtjeve ovoga TPGK i posebnih propisa kojima su uređeni građevni proizvodi.

Za projektiranje drvenih konstrukcija primjenjena je hrvatska norma HRN EN 1990 i hrvatske norme nizova HRN EN 1991, HRN EN 1995, HRN EN 1997 i HRN EN 1998, s pripadajućim nacionalnim dodacima te normama na koje ove norme upućuju.

Posebnu pažnju treba posvetiti transportiranju i skladištenju drvene građe kao i njenoj prekomjernoj izloženosti sunčevom zračenju i povećanoj vlažnosti. Svaki mehanički oštećeni ili zbog neadekvatnog transporta i skladištenja prekomjerno deformirani konstruktivni drveni element potrebno je odbaciti i zamijeniti novim.

2.7.7.11. Razredi čvrstoće

Sve elemente drvene konstrukcije izvesti od četinara rareda čvrstoće C27, ako nije drugačije naznačenu u proračunu konstrukcije ili nacrtima.

2.7.7.12. Vlažnost

Sav predviđeni drveni materijal mora biti najviše relativne vlažnosti do 18%,i mora udovoljavati odredbama TEHNIČKOG PROPISA ZA GRAĐEVINSKE KONSTRUKCIJE, NN 17/17. Iznimno se za pojedine elemente konstrukcije može tolerirati i povećana relativna vlažnost (maksimalno 22%), prilikom ugradnje uz konzultaciju s projektantom.

2.7.7.13. Zaštita konstrukcije

Sva drvena građa mora biti premazana adekvatnim lazurnim zaštitnim funngicidnim sredstvom i samo takva se smije ugraditi u konstrukciju. Sav vanjski drveni materijal potrebno je štititi i završnim premazom (za vanjsku uporabu). Prije zaštite drveta bojanjem, potrebno je svaki drveni element potpuno završiti (bez ugradnje čeličnih okova), a nakon bojanja nije dopuštena nikakva dodatna obrada, odnosno ako je ista neizbježna ponoviti loka
Prije premazivanja, obavezno očistiti građu od prljavštine, obljepljenog iverja i kore. Posebno dobro treba natopiti mjesta oslabljenja (rupe, zasjeke, čela) ili eventualne pukotine u drvenom materijalu.
Prije premaza potrebno je utvrditi relativnu vlažnost drvene građe koja može biti maksimalno 18%, osim ako proizvođač zaštinog sredstva ne preporuči drugačije. Osim u skladu s ovim napomenama, potpunu zaštitu izvesti u skladu sa propisanim normama i prema uputama proizvođača zaštitnog sredstva.

2.7.7.14. Dodatni zahtjevi za izvođenje DK

Prije izvođenja elemenata drvene konstrukcije izvođač:
– pregledava svaku otpremnicu i dokumentaciju koja prati drvne proizvode, mehanička spajala, ljepila, zaštitna sredstva i druge građevne proizvode koji se ugrađuju u drvenu konstrukciju
– vizualno kontrolira drvne proizvode, ambalažu mehaničkih spajala, ljepila, zaštitnih sredstava i ambalaže ostalih građevnih proizvoda da se utvrde moguća oštećenja i
– utvrđuje sadržaj vode drvnih odnosno predgotovljenih proizvoda.

Sadržaj vode drvnih proizvoda se utvrđuje neposredno prije izvođenja elemenata drvene konstrukcije u skladu sa hrvatskim normama HRN EN 13183-1 i HRN EN 13183-2.
Prije početka izvođenja elemenata drvene konstrukcije provode se kontrolna ispitivanja građevnih proizvoda u slučaju sumnje.
Elementi drvene konstrukcije moraju biti označeni smjerom montiranja ako to nije jasno vidljivo iz njihovog oblika.

Elementi drvene konstrukcije i drugi proizvodi koji se ugrađuju u drvenu konstrukciju moraju biti transportirani i uskladišteni do trenutka ugradnje na način kako je to određeno projektom drvene konstrukcije i uputom odnosno tehničkom uputom proizvođača.
Prilikom transporta do gradilišta i po gradilištu te prilikom montaže potrebno je u svemu se pridržavati zahtjeva iz projekta drvene konstrukcije i osigurati da se drvni proizvodi i predgotovljeni elementi ne dovedu u položaj neusklađen s projektom, koji bi mogao prouzročiti prekoračenje naprezanja u odnosu na ona u eksploataciji, gubitak stabilnosti elementa ili prevrtanje.
Krojenje drvnih proizvoda radi se na zato pripremljenoj i natkrivenoj podlozi odnosno stolu, na kojem je nacrtana konstrukcija sa svim detaljima i nadvišenjima u prirodnoj veličini uz primjenu preciznih alata ili na licu mjesta na osnovi prethodno izrađenih šablona.
Kod rešetkastih nosača potrebno je prekontrolirati krajeve pojedinih elemenata rešetke na postojanje kvrga i raspuklina te elemente koji ne zadovoljavaju kriterije ugradbe odbaciti.
Rupe, utori i zarezi za spajala moraju biti izvedeni s takvom preciznošću da se osiguraju projektom predviđena svojstva spoja.
Smatra se da je uvjet iz stavka 9. ovoga članka ispunjen ako se rupe za spajala izvode istovremeno na svim elementima istog spoja privremeno složenim u konačni položaj.
Ugradba spajala provodi se u takvom privremenom položaju elemenata konstrukcije kojim se osigurava projektirano nadvišenje.
Tijekom izvođenja drvena konstrukcija mora biti osigurana od opterećenja prouzročenih samom izvedbom (uključujući od opreme koja se koristi pri izvođenju ili samih postupaka izvedbe) kao i od utjecaja vjetra ili nedovršenosti konstrukcije u skladu s projektom drvene konstrukcije.
Sva se privremena učvršćenja i pridržanja moraju ostaviti u drvenoj konstrukciji dok drvena konstrukcija ne bude izvedena do onog stupnja koji dopušta njihovo sigurno uklanjanje.

2.7.7.15. Zabrane pri izvođenju drvenih konstrukcija

Pri izvođenju drvene konstrukcije nije dopušteno sljedeće:
- ⇨ ugradnja mekog konstrukcijskog drva razreda čvrstoće nižeg od C18
- ⇨ ugradnja drvenih elemenata od cjelovitog drva i lijepljenog lameliranog drva za koje se utvrdi da početna odstupanja od ravnosti u sredini elementa prelaze vrijednosti navedene u hrvatskoj normi HRN EN 1995-1-1
- ⇨ ugradnja drvnih proizvoda čiji je sadržaj vlage veći od 22%
- ⇨ ugradnja elemenata koji nisu preventivno zaštićeni postupcima organizacijske zaštite na način da se spriječi ponovno vlaženje drvene građe tijekom transporta, obrade, međuskladištenja, montaže i uporabe, izbjegavanjem izravnog kontakta s vodom i tlom, ispravnim slaganjem elemenata i natkrivanjem
- ⇨ ugradnja mehaničkih spajala pri izradi lijepljenog spoja na način da se smatraju nosivim spojnim sredstvima. Ako se pri izradi lijepljenog spoja primjenjuju čavli, vijci ili vijci za drvo smiju se smatrati samo priteznim spojnim sredstvima
- ⇨ lijepljenje drvnog proizvoda čiji je sadržaj vlage nepovoljniji između sljedećih vrijednosti: 12% ±3% sadržaja vlage i sadržaja vlage koji odgovara uputi odnosno tehničkoj uputi proizvođača ljepila, s time da najveća razlika sadržaja vlage elemenata koji se lijepe ne prelazi ±2%
- ⇨ uporaba različitih vrsta ljepila za izvođenje jedne lijepljene drvene konstrukcije
- ⇨ varenje, na gradilištu ili u tvornici čeličnih elemenata koji su u kontaktu ili takvoj blizini drvenih elemenata da toplina varenja i/ili iskre mogu oštetiti drvene elemente ili njihov zaštitni premaz.

## 2.7.8. ČELIČNE KONSTRUKCIJE I ELEMENTI

### 2.7.8.1. UVJETI ZA IZRADU ČELIČNE KONSTRUKCIJE

Radovi na Izvođenju čelične konstrukcije moraju biti u skladu s Tehničkim propisom za građevinske konstrukcije (NN 17/2017) i hrvatskim normama na koje tehnički propis upućuje a naročito:

II.3.1 Nelegirani konstrukcijski čelici
HRN EN 10027-1
Sustavi označivanja za čelike -- 1. dio: Nazivi čelika
HRN EN 10027-2
Sustavi označivanja čelika -- 2. dio: Brojčani sustav
II.3.2 Mehanički spojni elementi
HRN EN ISO 3269
Spojni elementi -- Prijamno ispitivanje
II.3.3 Izvođenje čeličnih konstrukcija
HRN EN ISO 9013
Toplinsko rezanje -- Razredba rezova -- Geometrijska specifikacija proizvoda i dozvoljena odstupanja kakvoće
HRN EN ISO 286-2
Geometrijske specifikacije proizvoda (GSP) -- ISO-ov kodni sustav za tolerancije linearnih izmjera -- 2. dio: Tablice normiranih razreda tolerancija i graničnih odstupanja za provrte i rukavce
HRI CEN/TR 10347
Uputa za oblikovanje konstrukcijskih čelika u proizvodnji
HRN EN 287-6
Provjera osposobljenosti zavarivača -- Zavarivanje taljenjem -- 6. dio: Lijevano željezo
HRN EN 1011-1
Zavarivanje -- Preporuke za zavarivanje metalnih materijala -- 1. dio: Opće smjernice za elektrolučno zavarivanje
HRN EN 1011-2
Zavarivanje -- Preporuke za zavarivanje metalnih materijala -- 2. dio: Elektrolučno zavarivanje feritnih čelika
HRN EN 1011-3
Zavarivanje -- Preporuke za zavarivanje metalnih materijala -- 3. dio: Elektrolučno zavarivanje nehrđajućih čelika
HRN EN ISO 14732
Zavarivačko osoblje -- Provjera osposobljenosti rukovatelja zavarivanja i podešavatelja uređaja za mehanizirano i automatizirano zavarivanje metalnih materijala
HRN EN ISO 4063
Zavarivanje i srodni postupci -- Nomenklatura postupaka i referentni brojevi
HRN EN ISO 5817
Zavarivanje -- Zavareni spojevi nastali taljenjem u čeliku, niklu, titanu i njihovim legurama (osim zavarivanja elektronskim snopom i laserom) -- Razina kvalitete s obzirom na nepravilnosti
HRN EN ISO 9692-1
Zavarivanje i srodni postupci -- Vrste pripreme spoja -- 1. dio: Ručno elektrolučno zavarivanje, MIG/MAG zavarivanje, plinsko zavarivanje, TIG zavarivanje i zavarivanje čelika elektronskim snopom
HRN EN ISO 9692-2

Zavarivanje i srodni procesi -- Priprema spoja -- 2. dio: Zavarivanje čelika pod praškom
HRN EN ISO 13916
Zavarivanje -- Upute za mjerenje temperature predgrijavanja, međuslojne temperature i održavanje temperature predgrijavanja
HRN EN ISO 14373
Elektrootporno zavarivanje – Postupak za točkasto zavarivanje nezaštićenih i zaštićenih niskougljičnih čelika
HRN EN ISO 14554-1
Zahtjevi za kvalitetu zavarivanja -- Elektrootporno zavarivanje metalnih materijala -- 1. dio: Sveobuhvatni zahtjevi za kvalitetu
HRN EN ISO 14554-2
Zahtjevi za kvalitetu zavarivanja -- Elektrootporno zavarivanje metalnih materijala -- 2. dio: Osnovni zahtjevi za kvalitetu
HRN EN ISO 14555
Zavarivanje -- Elektrolučno zavarivanje svornjaka od metalnih materijala
HRN EN ISO 15609-1
Specifikacija i kvalifikacija postupaka zavarivanja za metalne materijale -- Specifikacija postupka zavarivanja -- 1. dio: Elektrolučno zavarivanje
HRN EN ISO 15609-4
Specifikacija i kvalifikacija postupaka zavarivanja za metalne materijale -- Specifikacija postupka zavarivanja -- 4. dio: Zavarivanje laserom
HRN EN ISO 15609-5
Specifikacija i kvalifikacija postupaka zavarivanja za metalne materijale -- Specifikacija postupka zavarivanja -- 5. dio: Elektrootporno zavarivanje
HRN EN ISO 15611
Specifikacija i kvalifikacija postupaka zavarivanja za metalne materijale -- Kvalifikacija na osnovi prethodnog zavarivačkog iskustva
HRN EN ISO 15612
Specifikacija i kvalifikacija postupaka zavarivanja za metalne materijale -- Kvalifikacija prihvaćenjem normiranoga zavarivačkog postupka
HRN EN ISO 15613
Specifikacija i kvalifikacija postupaka zavarivanja za metalne materijale -- Kvalifikacija pri pokusnome zavarivanju
HRN EN ISO 15614-12
Specifikacija i kvalifikacija postupaka zavarivanja za metalne materijale -- Ispitivanje postupka zavarivanja -- 12. dio: Elektrootporno točkasto, šavno i bradavičasto zavarivanje
HRN EN ISO 15620
Zavarivanje -- Zavarivanje metalnih materijala trenjem
HRN EN ISO 16432
Elektrootporno zavarivanje -- Postupak za bradavičasto zavarivanje niskougljičnih čelika s prevlakom i bez prevlake uporabom reljefnih bradavica
HRN EN ISO 16433
Elektrootporno zavarivanje -- Postupak za šavno zavarivanje niskougljičnih čelika s prevlakom i bez prevlake
HRN CEN ISO/TR 3834-6
Zahtjevi za kvalitetu zavarivanja taljenjem metalnih materijala -- 6. dio: Smjernice za primjenu norme ISO 3834
HRN EN ISO 9712
Nerazorno ispitivanje -- Kvalifikacija i certifikacija NDT osoblja
HRN EN ISO 3452-1
Nerazorno ispitivanje -- Ispitivanje penetrantima -- 1. dio: Opća načela

HRN EN ISO 17637
Nerazorno ispitivanje zavarenih spojeva -- Vizualno ispitivanje zavarenih spojeva nastalih taljenjem
HRN EN ISO 17638
Nerazorno ispitivanje zavara -- Ispitivanje magnetnim česticama
HRN EN ISO 17636-1
Nerazorno ispitivanje zavarenih spojeva -- Radiografsko ispitivanje -- 1. dio: Tehnike snimanja rendgenom i izotopom primjenom filma
HRN EN ISO 17636-2
Nerazorno ispitivanje zavarenih spojeva -- Radiografsko ispitivanje -- 2. dio: Tehnike snimanja rendgenom i izotopom primjenom digitalnih detektora
HRN EN ISO 23279
Nerazorno ispitivanje zavara -- Ultrazvučno ispitivanje -- Karakterizacija indikacija u zavarima
HRN EN ISO 17640
Nerazorno ispitivanje zavara -- Ultrazvučno ispitivanje -- Tehnike, razine ispitivanja i ocjenjivanje
HRN EN ISO 17635
Nerazorno ispitivanje zavara -- Opća pravila za metalne materijale
HRN EN ISO 6507-1
Metalni materijali -- Ispitivanje tvrdoće prema Vickersu -- 1. dio: Ispitna metoda
HRN EN ISO 6507-2
Metalni materijali -- Ispitivanje tvrdoće prema Vickersu -- 2. dio: Provjeravanje i umjeravanje ispitnih uređaja
HRN EN ISO 6507-3
Metalni materijali -- Ispitivanje tvrdoće prema Vickersu -- 3. dio: Umjeravanje etalonskih pločica
HRN EN ISO 6507-4
Metalni materijali -- Ispitivanje tvrdoće prema Vickersu -- 4. dio: Tablice vrijednosti tvrdoća
HRN EN ISO 9018
Razorno ispitivanje zavara metalnih materijala -- Vlačno ispitivanje križnih i preklopnih spojeva
HRN EN ISO 10447
Elektrootporno zavarivanje -- Ispitivanje zavara -- Ispitivanje točkastih i bradavičastih zavara ljuštenjem i razdvajanjem klinom
HRN EN 14616
Toplinsko naštrcavanje -- Preporuke za toplinsko naštrcavanje
HRN EN ISO 12670
Toplinsko naštrcavanje -- Dijelovi s toplinski naštrcanim prevlakama -- Tehnički uvjeti isporuke
HRN EN ISO 2063
Toplinsko naštrcavanje -- Metalne i druge anorganske prevlake -- Cink, aluminij i njihove legure
HRN EN ISO 8501-1
Priprema čeličnih podloga prije nanošenja boja i srodnih proizvoda -- Vizuelna procjena čistoće površine -- 1. dio: Stupnjevi hrđanja i stupnjevi pripreme nezaštićenih čeličnih površina i čeličnih površina nakon potpunog uklanjanja prethodnih prevlaka
HRN EN ISO 8501-2
Priprema čeličnih podloga prije nanošenja boja i srodnih proizvoda -- Vizualna procjena čistoće površine -- 2. dio: Stupnjevi pripreme prethodno zaštićenih čeličnih površina nakon mjestimičnog uklanjanja prethodnih prevlaka
HRN EN ISO 8503-1
Priprema čeličnih podloga prije nanošenja boja i srodnih proizvoda -- Svojstva hrapavosti površina čeličnih podloga čišćenih mlazom abraziva -- 1. dio: Specifikacije i definicije ISO komparatora profila površine za procjenu površina čišćenih mlazom abraziva
HRN EN ISO 8503-2

Priprema čeličnih podloga prije nanošenja boja i srodnih proizvoda -- Svojstva hrapavosti površina čeličnih podloga čišćenih mlazom abraziva -- 2. dio: Metoda stupnjevanja profila površine čelika čišćenog mlazom abraziva -- Postupak s komparatorom
HRN EN ISO 12944-1
Boje i lakovi -- Zaštita od korozije čeličnih konstrukcija zaštitnim sustavom boja -- 1. dio: Opći uvod
HRN EN ISO 12944-2
Boje i lakovi -- Zaštita od korozije čeličnih konstrukcija zaštitnim sustavom boja -- 2. dio: Razredba okoliša
HRN EN ISO 12944-3
Boje i lakovi -- Zaštita od korozije čeličnih konstrukcija zaštitnim sustavom boja -- 3. dio: Razmatranje oblikovanja
HRN EN ISO 12944-4
Boje i lakovi -- Zaštita od korozije čeličnih konstrukcija zaštitnim sustavom boja -- 4. dio: Vrste površina i priprema površina
HRN EN ISO 12944-7
Boje i lakovi -- Zaštita od korozije čeličnih konstrukcija zaštitnim sustavom boja -- 7. dio: Izvođenje i nadzor radova bojenja
HRN EN ISO 12944-8
Boje i lakovi -- Zaštita od korozije čeličnih konstrukcija zaštitnim sustavom boja -- 8. dio: Razvoj specifikacija za nove radove i održavanje
HRN EN ISO 14713-1
Cinkove prevlake -- Smjernice i preporuke za zaštitu od korozije konstrukcija iz željeznog lijeva i čelika -- 1. dio: Opća načela projektiranja i korozijske otpornosti
HRN EN ISO 14713-2
Cinkove prevlake -- Smjernice i preporuke za zaštitu od korozije konstrukcija iz željeznog lijeva i čelika -- 2. dio: Vruće pocinčavanje
HRN EN ISO 14713-3
Cinkove prevlake -- Smjernice i preporuke za zaštitu od korozije konstrukcija iz željeznog lijeva i čelika -- 3. dio: Šerardiziranje
HRN ISO 19840
Boje i lakovi -- Zaštita čeličnih konstrukcija od korozije sustavima zaštitne boje -- Mjerenje i kriterij prihvaćanja debljine suhih filmova na hrapavim površinama
HRN EN ISO 8501-3
Priprema čeličnih podloga prije nanošenja boja i srodnih proizvoda -- Vizualna procjena čistoće površine -- 3. dio: Stupnjevi pripreme zavarenih spojeva, rubova i drugih površina s površinskim nepravilnostima
HRN EN ISO 13920
Zavarivanje -- Opća dopuštena odstupanja za zavarene konstrukcije -- Dimenzije za dužine i kutove -- Oblik i položaj
HRN ISO 2859-5

Izrada čelične konstrukcije treba se povjeriti izvođaču koji ima odgovarajuće iskustvo i reference već izvedenih sličnih objekata. U tehničkoj dokumentaciji (projektu) predviđena je vrsta i kvaliteta materijala od kojeg treba izraditi konstrukciju. Odstupanja u kvaliteti materijala može odobriti jedino projektant konstrukcije.
Izvođač radova dužan je prije početka radova predočiti nadzornom inženjeru sljedeću važeću dokumentaciju:

- ⇨ uvjerenja o kvaliteti osnovnog i dodatnog materijala, sredstava za spajanje te sredstava za antikorozijsku zaštitu,
- ⇨ uvjerenje o podobnosti pogona za izvođenje zavarivačkih radova,
- ⇨ uvjerenja zavarivača koji će raditi na izradi konstrukcije za vrstu zavarivačkih radova koja će se primjenjivati, za traženu debljinu, materijal i položaj zavarivanja,
- ⇨ specifikaciju postupaka zavarivanja i odobrenje o primjeni postupaka zavarivanja,
- ⇨ uvjerenja o ispravnosti strojeva za izvođenje zavarivačkih radova,
- ⇨ plan izvođenja zavarivačkih radova,
- ⇨ uvjerenje o podobnosti izvođača za izvođenje antikorozijske zaštite,
- ⇨ ovlaštenja svih odgovornih osoba u sustavu interne kontrole izvođača,
- ⇨ plan rada interne kontrole izvođača.

Prije pristupanja radovima na montaži potrebno je predočiti Dnevnik radioničke izrade, sve prethodno nabrojane ateste i odobreni Projekt montaže.
Navedena dokumentacija sastavni je dio dokumentacije za tehnički pregled konstrukcije.
Tijekom izrade i montaže konstrukcije izvođač radova dužan je voditi zakonom propisane dnevnike, koje je uz internu kontrolu izvođača dužan ovjeriti i nadzorni inženjer. Ako se materijal za izradu konstrukcije nabavlja i tijekom izrade čelične konstrukcije, potrebno je nadzornom inženjeru staviti na uvid odgovarajuće uvjerenja o kvaliteti.
Prije isporuke konstrukcije na gradilište vrši se prijem konstrukcije u radionici uz pribavljenu kompletnu dokumentaciju o kvaliteti. O prijemu konstrukcije sastavlja se zapisnik koji ovjeravaju svi sudionici izgradnje i investitor, izvođač radova u radionici, nadzorni inženjer te predstavnik izvođača radova na montaži konstrukcije.

### 2.7.8.2. PROPISI

Potrebno je pridržavati se svih normi i propisa navedenih u projektu te pravila stuke i dobre izvedbe.

### 2.7.8.3. OPĆE NAPOMENE ZA IZRADU ČELIČNE KONSTRUKCIJE U RADIONICI

Prilikom rezanja materijala treba paziti na mogućnost pojave lokalnih zareza naročito kod vlačno napregnutih elemenata. Svaki uočeni zarez potrebno izbrusiti ili dovariti i izbrusiti.
Svi elementi trebaju biti izrađeni u granicama dopuštenih odstupanja. Ako odstupanja premaše granične vrijednosti, potrebno je zatražiti suglasnost projektanta za izvedeno stanje.
Kod zavarivačkih radova potrebno je osigurati stalnu kontrolu prije u toku i nakon izvedenih radova. Površine za zavarivanje moraju biti kvalitetno pripremljene i očišćene od masnoće, rđe i druge prljavštine. Poslije izvedenih radova potrebno je provesti dimenzijsku i vizualnu kontrolu te kontrole predviđene projektom.
Zahtijeva se probno sklapanje glavnih nosača o čemu se sastavlja zapisnik, kojega ovjerava nadzorni inženjer. Prilikom izvođenja zavarivačkih radova potrebno je voditi računa da kon-strukcija nakon hlađenja ne poprimi neželjeni deformirani oblik. Ne dopušta se zavarivanje na temperaturi nižoj od 0°C.
Za radove koji nakon potpunog sklapanja konstrukcije neće biti vidljivi, radi se za-pisnik o preuzimanju u trenutku dostupnosti svih dijelova konstrukcije pregledu.
Dijelovi konstrukcije moraju se prije transporta na gradilište označiti i osigurati od oštećenja prije i u toku transporta na gradilište. U tijeku transporta i privremenog skladištenje na gradilištu mora se voditi računa da ne dođe do oštećenja i plastičnih deformacija elemenata konstrukcije.

### 2.7.8.4. RADIONIČKI NACRTI

Izvođač na temelju izvedbene dokumentacije izrađuje radioničke nacrte. Radionički nacrti moraju miti usklađeni s Izvedbenim porojektom koji pak mora biti usklađen s glavnim projektom. Usklađenost svojim potpisom potvrđuje projektant Glavnog projekta.
Ukoliko izvođač smatra da konstrukciju može izraditi po Izvedbenom projektu, ne mora izrađivati radiončke nacrte (odnosi se na konstrukcije čije je složenost takva, da dopušta izostavljanje faze izrade radioničke dokumentacije.
Elemente konstrukcije potrebno je izraditi u svemu prema specifikacijama, crtežima i napucima iz ovog dijela projekta.

### 2.7.8.5. MATERIJALI ZA IZRADU KONSTRUKCIJE

Materijali za izradu konstrukcije navedeni su u statičkom proračunu te na izvedbenim i/ili radioničkim nacrtima. Oznake moraju biti identične na svim nacrtima. Cjelokupan korišteni materijal mora imati odgovarajuća uvje-renja o kvaliteti, a na osnovnom materijalu se mora vidljivo označiti broj šarže i lima sa uvjerenja. Prilikom razrezivanja proizvoda valjanja na manje dijelove potrebno je za važnije elemente nosive čelične konstrukcije prenositi i broj šarže i lima. Na elemente osjetljive na umaranje materijala, prenošenje osnovnih podataka mora se izvršiti bez utiskivanja oznaka, npr. bojom.

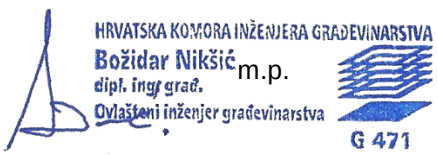
### 2.7.8.6. ANTIKOROZIJSKA ZAŠTITA

Antikorozijsku zaštitu smije se nanositi strogo prema zahtjevima projekta i propisa odnosno upustvima proizvođača sredstva koji će biti korišten. Posebnu pažnju treba obratiti na vlažnost zraka i temperaturu. Nakon završene izvedbe svakog sloja potrebno je provjeriti debljinu i prionjivost premaza.

### 2.7.8.7. PROTUPOŽARNA ZAŠTITA

Protupožarnu zaštitu smije se nanositi strogo prema zahtjevima projekta, propisa i uputa proizvođača. Posebnu pažnju treba obratiti na čistoću i suhoću površine. Nakon završene izvedbe svakog sloja potrebno je provjeriti debljinu i prionjivost nanesene zaštite.

Projektant:
Božidar Nikšić, d.i.g.




ProjektPRO©

## 3. PROCJENA TROŠKOVA GRADNJE KONSTRUKCIJE

Opći podaci:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Investitor: | PEMPER d. o. o.<br>OIB:24422195574 | Adresa: | Pod Pakljom 3<br>53 220 OTOČAC |
| Građevina: | POSLOVNO-PROIZVODNI POGON ZA PROIZVODNJU I OBRADU SIROVE GRAĐE - Pilana, 3× silos, nadstrešnica, kotlovnica, parionica, sušara i prostor za radnike | | |
| Lokacija: | Otočac | | |
| Kčbr: | 4076/1 | | |
| K.O.: | Otočac | | |
| Suradnici: | | | |

# PROCJENA TROŠKOVA GRADNJE KONSTRUKCIJE

| | | | |
|---|---|---|---|
| ZGRADA „A“ – PILANA | 1.386,00 | 2.625,00 | 3.638.250,00 |
| ZGRADA „B“ – NADSTREŠNICA | 630,42 | 2.200,00 | 1.386.924,00 |
| ZGRADA „C“ – KOTLOVNICA | 161,20 | 3.375,00 | 544.050,00 |
| ZGRADA „D“ – PARIONICA | 41,00 | 4.500,00 | 184.500,00 |
| ZGRADA „E“ – SUŠARA | 81,08 | 4.150,00 | 336.482,00 |
| ZGRADA „F“ – ZGRADA ZA HIGIJENU RADNIKA | 44,50 | 3.800,00 | 169.100,00 |
| SILOS 1 i 2 | 112,75 | 1.500,00 | 169.125,00 |
| SILOS 3 | 48,60 | 1.250,00 | 60.750,00 |
| | | | 6.489.181,00 |

Prema izrađenom preliminarnom troškovniku vrijednost konstrukcije procijenjuje se na iznos:

**6.489.181,00 Kn**

Projektant:
Božidar Nikšić, d.i.g.

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Božidar Nikšić
dipl. ing. građ.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 471
m.p.

ProjektPRO©

## 4. DOKAZ MEHANIČKE OTPORNOSTI I STABILNOSTI

Opći podaci:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Investitor: | PEMPER d. o. o.<br>OIB:24422195574 | Adresa: | Pod Pakljom 3<br>53 220 OTOČAC |
| Građevina: | POSLOVNO-PROIZVODNI POGON ZA PROIZVODNJU I OBRADU SIROVE GRAĐE - Pilana, 3× silos, nadstrešnica, kotlovnica, | | |
| Lokacija: | Otočac | | |
| Kčbr: | 4076/1 | | |
| K.O.: | Otočac | | |
| Suradnici: | | | |

# PRORAČUN KONSTRUKCIJE

Projektant:
Božidar Nikšić, d.i.g.

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Božidar Nikšić
dipl. ing. građ. m.p.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 471

ProjektPRO©

## 4.1. Podaci o temeljnom tlu

Geomehaničko izvješće još nije izrađeno. Projektant će na temelju očevida na terenu, iskustva i uvida u geomehaničke elaborate na sličnim lokacijama procijeniti geomehaničke parametre potrebne za izradu ovog projekta. Do početka izvođenja investitor se obvezuje izraditi geomehaničko izvješće i dostaviti projektantu na odobrenje radi potvrde geomehaničkih parametara temeljem kojih je izrađen proračun.

### 4.1.1. Inženjerskogeološke značajke terena

Na području zahvata tlo sačinjava sloj organskog materijala, sloj pjeskovite gline i potom sloj kršja i gline i naposljetku kompaktnije kršje na većim dubinama.
Humus i organski materijal potrebno je odstraniti. Zbog diferencijalnih slijeganja također je potrebno izvršiti zamjenu sloja pjeskovite gline sa kvalitetnim tlom (zbijeni kameni drobljeni agregat i/ili mršavi beton) i temelje položiti na tvrdi sloj.
Iskop izvesti 20 cm dublje i podložni beton položiti na dobro zbijeni tampon (min 20 cm).

### 4.1.2. Hidrogeološke značajke

Na lokaciji nije uočeno prisustvo podzemnih voda, pretpostavlja se mogućnost pojave voda u približno na koti dna temelja, te je pri pročanu nosivosti tla ta okolost uzeta u obzir.

### 4.1.3. Geomehaničke značajke

Sloj 1 - Humus, treset, oganski materijal - ODSTRANITI

Sloj 2 - Zona temeljenja <= 1,20 m

**Dobro graduliran šljunak (GW), srednje gustoće**

| Parametri tla | Znak | Mjera | Vrijednost |
|---|---|---|---|
| Poissonov koeficijent | $\nu$ | [–] | 0,20 |
| Jedinica težine | $\gamma$ | [kN/m³] | 21 |
| Deformacije modul | $E_{def}$ | [MPa] | 250 - 390 |
| **Efektivni parametri :** | | | |
| Kut unutarnjeg trenja | $\varphi_{ef}$ | [°] | 36 - 41 |
| Kohezija | $c_{ef}$ | [kPa] | 0 |
| **Proračun nosivosti :** | | | |
| Širina temelja < 0,5 m | $R_d$ | [kPa] | 325 |
| Širina temelja < 1,0 m | $R_d$ | [kPa] | 520 |
| Širina temelja < 3,0 m | $R_d$ | [kPa] | 650 |
| Koef. čvrstoće konstrukcije | m | [–] | 0,3 |
| ispod tablice podzemne vode | m | [–] | 0,2 |

Sloj 3 - Zona temeljenja > 1,20 m

**Pješčana glina (CS), konzistentnostmekan**

| Parametri tla | Znak | Mjera | Vrijednost |
|---|---|---|---|
| Poissonov koeficijent | $\nu$ | [–] | 0,35 |
| Jedinica težine | $\gamma$ | [kN/m³] | 18,5 |
| Deformacije modul | $E_{def}$ | [MPa] | 2,5 - 4 |
| **Efektivni parametri :** | | | |
| Kut unutarnjeg trenja | $\varphi_{ef}$ | [°] | 22 - 27 |
| Kohezija | $c_{ef}$ | [kPa] | 10 - 18 |
| **Ukupni parametri :** | | | |
| Kut unutarnjeg trenja | $\varphi_u$ | [°] | 0 |
| Kohezija | $c_u$ | [kPa] | 30 |
| **Proračun čvrstoče :** | | | |
| Širina temelja< 3,0 m | $R_d$ | [kPa] | 80 |
| Koef. čvrstoće konstrukcije | m | [–] | 0,2 |
| za $E_{def}$ < 4, prekonsolidirano | m | [–] | 0,1 |

Pretpostavka je da se na većim dubinama nalazi stijena.

4.1.4. Temeljenje

Računska projektna otpornost temeljnog tla, u skladu sa Eurokod 7, projektni pristup 3 (PP3), uvažavajući samo kriterij sloma tla, za dani model i parcijalne faktore svojstva materijala, za slučaj temeljenja na AB trakama na dubini od 0,6 m od površine terena/poda podruma, procijenjuje se na:

**$q_f$ = 325 kN/m² (faktorizirano osnovno i dopunsko opterećenje )**

Računska slijeganja za temelj samac iznosi:

**w = 1,35 cm**

Za daljnje analize gornje konstrukcije koeficijent reakcije tla (Winklerov koeficijent) procijenjen je na 12000 kN/m².
Vodeći računa o jednolikoj raspodjeli naprezanja na tlo slijeganja će također biti raspodjeljena jednakomjerno, tako da bi utjecaj na gornje nosive elemente trebao biti minimalan.

Pri projektiranju i izvođenju predviđene građevine potrebno se pridržavati slijedećih uputa:
- Zemljane radove započeti uklanjanjem humusa iz zone zahvata, deponiranjem na prikladnom mjestu.
- Temeljenje objekta izvesti u tlu istih geomehaničkih karakteristika.
- Eventualnu zamjenu materijala (muljevite gline iz zone temeljenja) izvesti od kvalitetnog kamenog materijala, uz zbijanje u slojevima debljine predvidivo do 30 cm ovisno o materijalu i mehanizaciji, i/ili betonom.
- Od početka izgradnje do završetka radova građevnu jamu se ne smije ostaviti "otvorenu", nezaštićenu ili neuređenu, zbog moguće degradacije temeljnog tla i izazivanja nestabilnosti.
- Višak iskopanog materijala treba odvesti na gradsku deponiju ili koristiti za zelene površine.
- Prije početka radova provesti geomehanička ispitivanja,
- U slučaju pojave nestabilnosti hitno obustaviti daljnje iskope, te o nastalom obavijestiti projektanta i geomehaničara.

Projektant:
Božidar Nikšić, d.i.g.

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Božidar Nikšić
dipl. ing. građ.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
m.p.
G 471

ProjektPRO©

## 4.2. Podaci o vlastitoj težini i stalna djelovanja

### 4.3. Izjava o usklađenosti

**ad a.1**

Računa program prema obrascima:
- za zidove i ploče: $g=\rho*d$ (specifična težina x debljina)
- za stupove i grede: $g=\rho*A_x$ (specifična težina x površina pop. presjeka)

4.3.1. Stalno opterećenje glavnog nosača

Opis slojeva

| | | |
|---|---|---|
| Pokrov TI Paneli | 0,13 | kN/m$^2$ |
| Krovne roženice | 0,12 | kN/m$^2$ |
| Instalacije | 0,10 | kN/m$^2$ |
| **Stalno opterećenje g** | **0,35** | **kN/m$^2$** |
| Razmak glavnih nosača | 5,00 | m |
| **Stalno opterećenje g** | **1,75** | **kN/m$^1$** |

Vlastitu težinu nosača računa program.

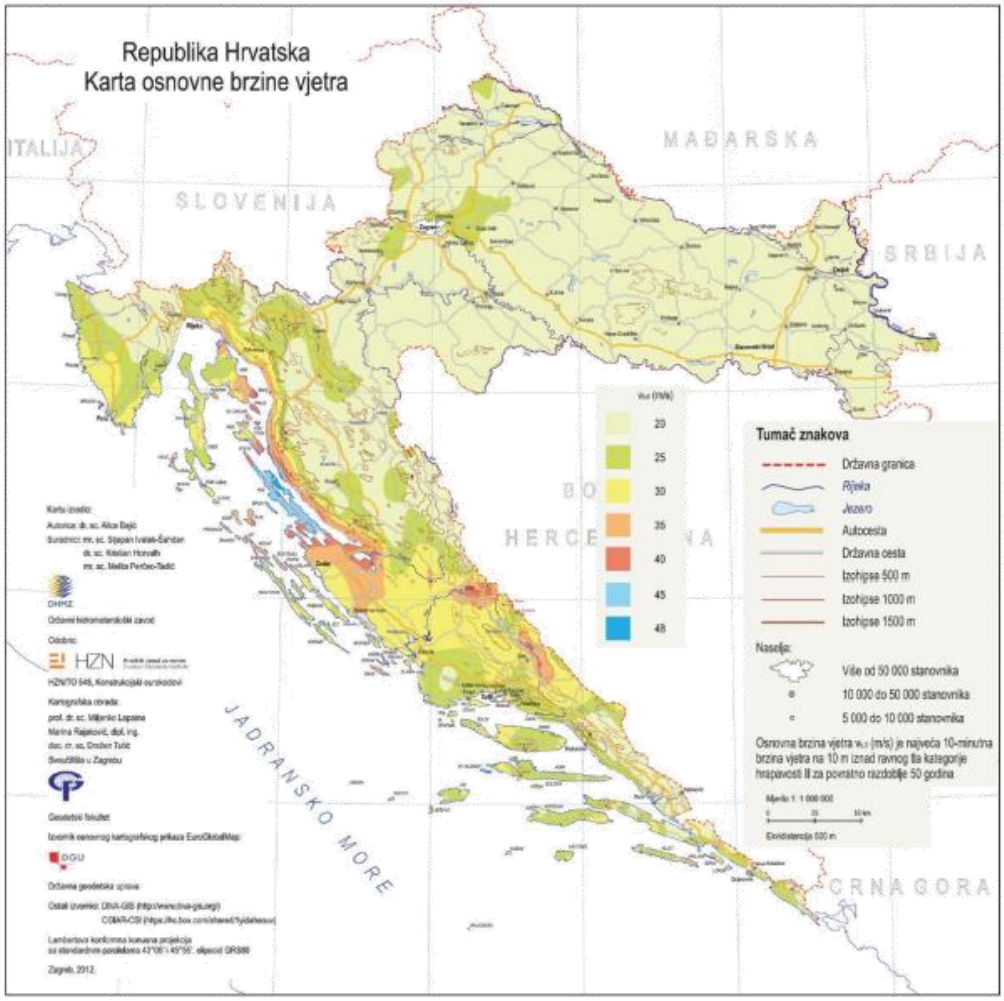
4.3.2. Stalno opterećenje na krovu silosa

| | | |
|---|---|---|
| Ciklon i oprema | 12,00 | kN |

ProjektPRO©

## 4.3. Podaci o vjetrovnom području i djelovanje vjetra na konstrukciju

### 4.3.1. Karta vjetra, vjetrovno područje i osnovna brzina vjetra




**Karta osnovne brzine vjetra $v_{b,0}$**

Osnovna brina vjetra $v_b$ izražava se formulom:

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

Usvojene vrijednosti:

| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent smjera vjetra **$c_{dir}$:** | $c_{dir}$= | 1,00 |
| Koeficijent ovisan o godišnjem dobu **$c_{season}$:** | $c_{season}$= | 1,00 |
| Temeljna vrijednost osnovne brzine vjetra **$v_{b,0}$:** | $v_{b,0}$= | 20,00 m/s |
| **Osnovna brzina vjetra $v_b$:** | | **20,00 m/s** |

4.3.2. Osnovni tlak vjetra

Osnovnii pritisak vjetra određuje se prema izrazu:

$$q_b=0,50\times\rho\times v_b^2$$

Gdje su:

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Gustoća zraka ρ:** | **ρ=** | **1,25** | **kg/m$^3$** |
| **Osnovna brzina vjetra $v_b$:** | **$v_{b,0}$=** | **20,00** | **m/s** |
| **Osnovni pritisak vjetra $q_b$:** | **$q_b=0,50\times\rho\times v_b^2$=** | **250,00** | **N/m$^2$** |
| | **$q_b$=** | **0,25** | **kN/m$^2$** |

4.3.3. Pritisak vjetra na elemente obloge i konstrukcije

Vanjski pritisak vjetra izračunava se prema izrazu:

$$w_e=q_b\times c_e(z_e)\times c_{pe}$$

Gdje su:

| | |
|---|---|
| $q_b$ | osnovni pritisak vjetra |
| $c_e(z)$ | koeficijent izloženosti u funkciji visine zgrade, |
| $c_{pe}$ | koeficijent vajskog pritiska, |

4.3.4. Unutarnji pritisak vjetra izračunava se prema izrazu:

$$w_i=q_b\times c_e(z_i)\times c_{pi}$$

Gdje su:

| | |
|---|---|
| $q_b$ | osnovni pritisak vjetra |
| $c_e(z)$ | koeficijent izloženosti u funkciji visine zgrade, |
| $c_{pi}$ | koeficijent unutarnjeg pritiska, |

4.3.5. Sile vjetra od pritiska

Rezultirajuća sila računa se na temelju slijedećeg izraza:

$$F_w=q_b\times c_e(z_e)\times c_d\times c_s\times c_f\times A_{ref}$$

| | |
|---|---|
| $c_s c_d$ | faktor konstrukcije, |
| $c_f$ | koeficijent sile, |
| $q_b\times C_e(z)$ | vršni tlak brzine vjetra $q_p(Ze)$ |
| $A_{ref}$ | referentna površina |

Rezultirajuća sila za rešetkaste konstrukcije i vertikalne konzolne konstrukcije:

$$F_{we}=c_d \times c_s \times \Sigma w_e \times A_{ref}$$

| | |
|---|---|
| $w_e$ | Vanjski tlak na pojedničane površine, |
| $A_{ref}$ | referentna površina |
| $c_s c_d$ | faktor konstrukcije, |

Faktor konstrukcije $c_s c_d$

Uzima se = 1,0 za:

| | |
|---|---|
| $c_{fr}$ | Zgrade visine h < 15 m |
| $A_{fr}$ | Za zgrade s okvirima i konstruktivnim zidovima, h < 100 m, uz uvjet da je h < 4d (d=širina zgrade u smjeru puhanja vjetra) |
| | Za dimnjake kružnog poprečnog presjeka, h < 60 m uz uvjet da je h < 6d (d=promje |

U suprotnom slijedi

- detaljni proračun
- ili korištenje dijagrama

| | |
|---|---|
| $c_s$ | faktor veličine uzima u obzir smanjeni učinak na djelovanja vjetra uslijed neistodobne pojave vršnih tlakova vjetra na površinu |
| $c_d$ | dinamički faktor uzima u obzir povećani učinak od titranja uslijed turbulencija u rezonanciji sa konstrukcijom |

4.3.6. Srednja brzina vjetra na visini z iznad terena iznosi:

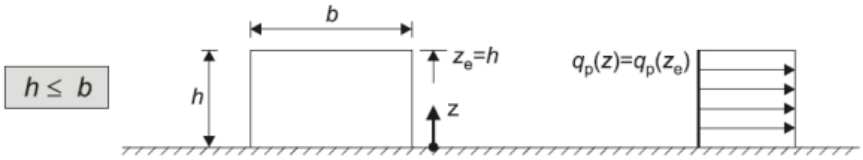
$$v_m(z)=c_r(z) \times c_0(z) \times v_{b,0}$$

| | | |
|---|---|---|
| $c_r(z)$ | koeficijent hrapavosti u funkciji visine zgrade, | |
| $c_0(z)$ | koeficijent ortografije u funkciji visine zgrade - obično $c_0(z)=1$, | $c_0(z)=$ 1,00 |

4.3.7. Referentna visina

| | | |
|---|---|---|
| Visina zgrade **h**: | 6,00 | m |
| Širina zgrade zgrade **b**: | 22,00 | m |
| Dužina zgrade zgrade **d**: | 60,00 | m |
| Odnos **h/b**: | **0,27** | ramatra se kao jedan dio ze=h |

z=b 22,00 m područje I




**Referentna visina, ze, u funkciji parametra visine zgrade h i širine b**

4.3.8. Kategorija terena

| | Parametri vjetra: | $z_0$[m] | $z_{min}$[m] |
|---|---|---|---|
| Kategorija terena: | **III** | 0,300 | 5,00 |

Područje s uobičajenom vegetacijom ili manja naselja (predgrađe, industrijske zone i stalne šume)

$$k_r = 0{,}19 \cdot \left( \frac{z_0}{z_{0,II}} \right)^{0{,}07} = 0{,}215$$

4.3.9. Koeficijent hrapavosti $c_{r(z)}$

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

| | | | |
|---|---|---|---|
| z=b | 22,00 m | područje I | $c_r(z)$= 0,925 |

**$k_r$** Koeficijent terena,
**$z_0$** dužina hrapavosti
**$z_{min}$** minimala visina

4.3.10. Srednja brzina vjetra na visini z iznad terena iznosi:

$$\mathbf{v_m(z)=c_r(z) \times c_0(z) \times v_{b,0}}$$

**$c_r(z)$** koeficijent hrapavosti u funkciji visine zgrade,
**$c_0(z)$** koeficijent ortografije u funkciji visine zgrade - obično $c_r(z)$=1, **$c_0(z)$= 1,00**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| z=b | 22,00 m | područje I | 66,61 km/h | **$v_m(z)$=** | **18,50** m/s |

4.3.11. Poredbeni tlak vjetra koji odgovara srednjoj brzini vjetra:

$$\mathbf{q_b=0{,}5 \times \rho \times v_{m(}z)^2}$$

**$c_r(z)$** koeficijent hrapavosti u funkciji visine zgrade,

**$c_0(z)$** koeficijent ortografije u funkciji visine zgrade - obično $c_0(z)=1$, **$c_0(z)$= 1,00**

z=b 22,00 m područje I **$q_b(z)$= 0,21** kN/m2

4.3.12. Tlak vjetra pri vršnoj brzini (vršni tlak) $q_p(z)$

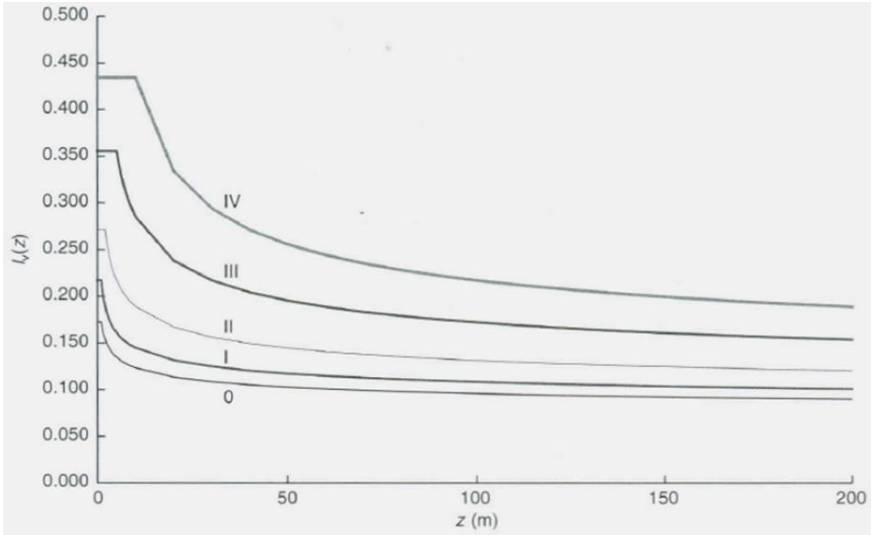
Tlak vjetra pri vršnoj brzini (vršni tlak) $q_p(z)$ u funkciji je dinamičkog efekta vjetra, tj. intenziteta turbulencije $I_v(z)$, odn. koeficijenta izloženosti $C_e(z)$

4.3.12.1. Intenzitet turbulencije $\sigma_v$

$$I_v(z)=\sigma_v/v_m(z)=k_I/c_0(z)\times\ln(z/z_0) \quad \text{za } z_{min}<=z<=z_{max}$$
$$I_v(z)=I_v(z_{min}) \quad \text{za } z<z_{min}$$

$$\sigma_v=k_r\times v_b\times k_I$$

$k_I$ ... koeficijent turbulencije (preporučena vrijednost iznosi 1,0) **$k_I$= 1,00**



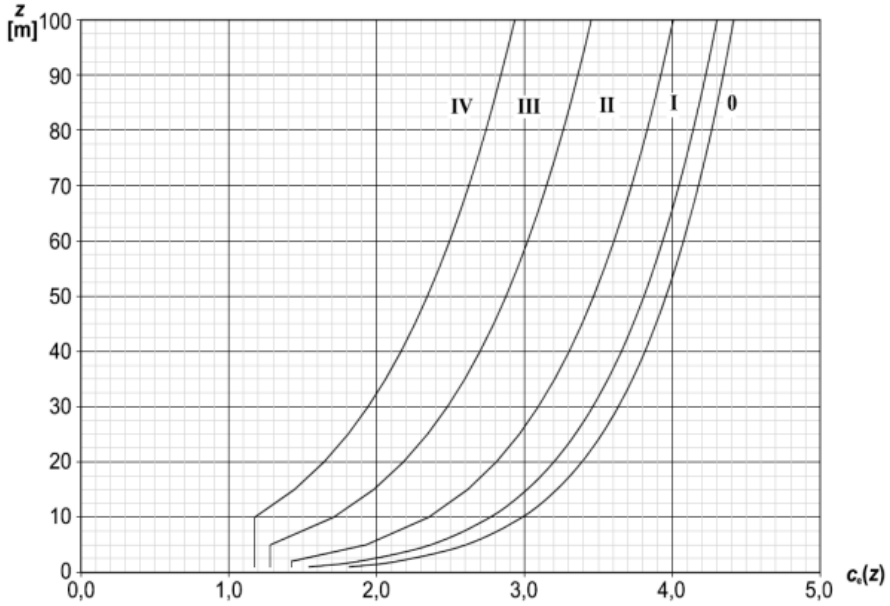

**$\sigma_v$=** 4,31
**$I_v(z)$=** 0,2328 za z=h

**$I_v(z)$=** 23,28%

4.3.13. Koeficijent topografije

Efektivna dužina navjetrenog nagiba $L_e$: 0,00 približno ravan teren
**Koeficijent topografije $c_0$: 1,00**

4.3.14. Koeficijent izloženosti $c_e(z)$



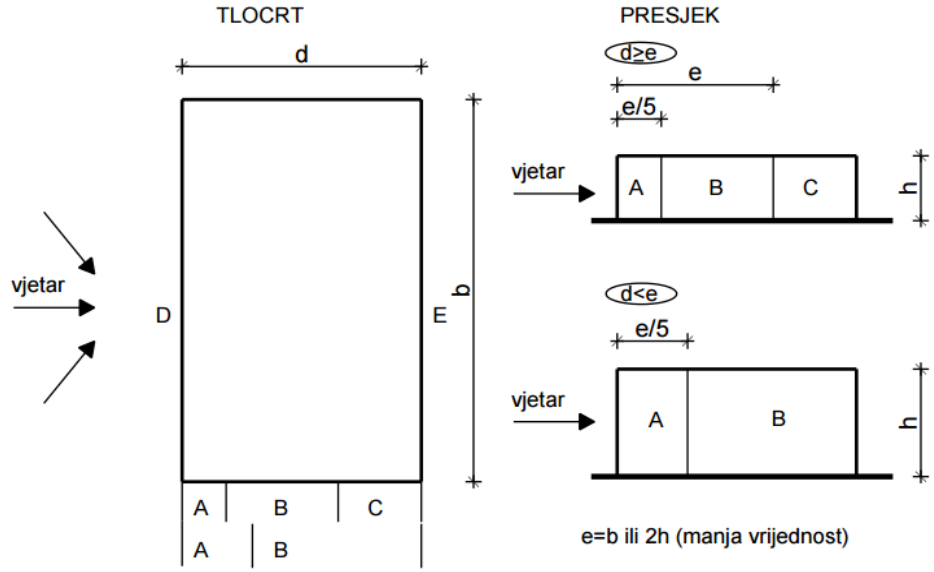

**Određivanje koeficijenta izloženosti ce(z) u funkciji visine i kategorije terena**

z=b 22,00 m $c_e(z) = c_r^2(z) \cdot c_0(z) \cdot \left[1 + \frac{7 \cdot k_r}{c_r(z) \cdot c_0(z)}\right] =$ 2,251

4.3.15. Vanjski pritisak na vertikalne površine

Koeficijent vanjskog pritiska na vertikalne površine zgrade pravokutnog tlocrta:

| | | |
|---|---|---|
| Visina zgrade **h**: | 6,00 | m |
| Dužina zgrade zgrade **b** | 60,00 | m |
| Širina zgrade **d**: | 22,00 | m |
| Odnos e=**b ili 2h**: | 12,00 | mjerodavan je manji |
| e<d | | |
| e/5= | 2,40 | m |
| e-e/5= | 9,60 | m |

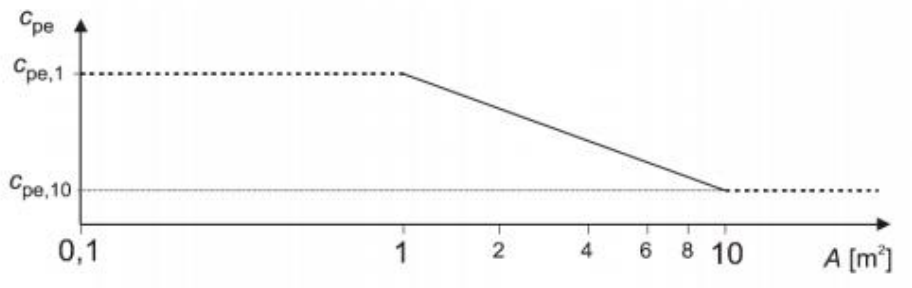



**Vrijednosti koeficijenata vanjskog tlaka za vertikalne zidove tlocrtno pravokutnih zgrada**

| h/d= 0,27 | $c_{pe,10}$ | $c_{pe,1}$ | $c_{pe,A}$ | $w_e$[kN/m2] |
|---|---|---|---|---|
| A | -1,20 | -1,40 | -1,20 | -0,68 |
| B | -0,80 | -1,10 | -0,80 | -0,45 |
| C | -0,50 | -0,50 | -0,50 | -0,28 |
| D | 0,80 | 1,00 | 0,80 | 0,45 |
| E | -0,50 | -0,50 | -0,50 | -0,28 |

A= 14,40 $m^2$
B= 117,60 $m^2$
C= 720,00 $m^2$
D= 360,00 $m^2$
E= 360,00 $m^2$

$_{max}w_e$= 0,45 kN/$m^2$
$_{min}w_e$= -0,68 kN/$m^2$



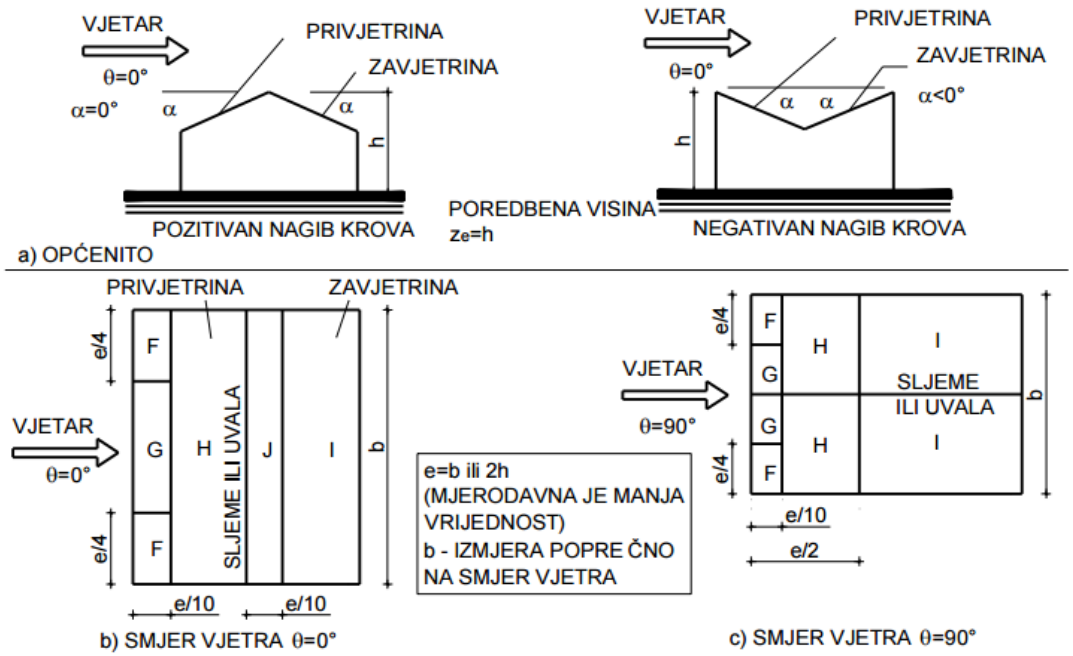

**Slika 4. Određivanje koeficijenta vanjskog tlaka $c_{pe}$ za izloženu površinu A između 1m² i 10m²**

Za $1m^2 < A < 10m^2$ vrijedi:

$$c_{pe} = c_{pe,1} - (c_{pe,1} - c_{pe,10}) \times \log_{10} A$$

Određivanje koeficijenta vanjskog tlaka cpe za izloženu površinu A između 1m2 i 10m2

### 4.3.16. Vanjski pritisak na dvovodne krovove



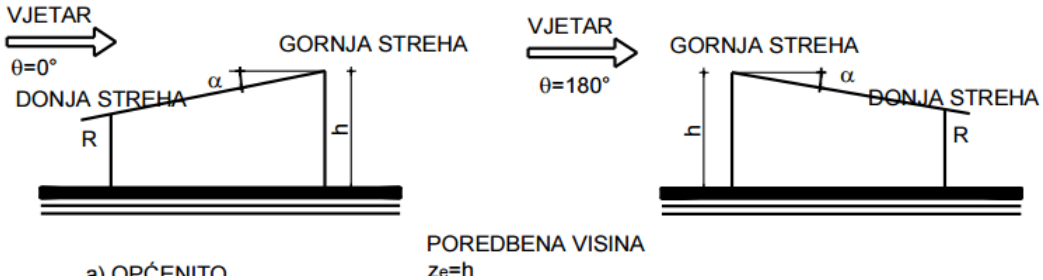
**Θ=0°**

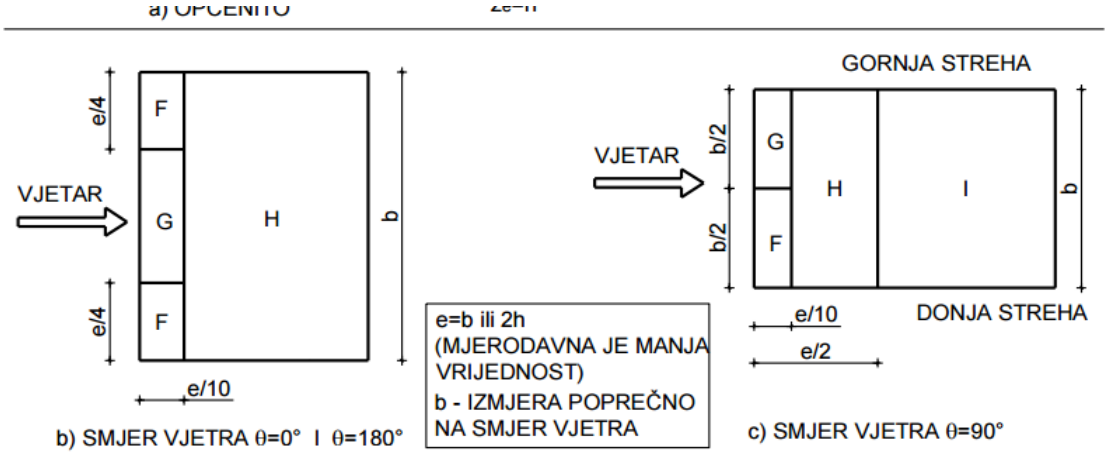
| $c_{p,i}(\alpha)$ | 5,00 ° | | 15,00 ° | | **6,00 °** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $c_{pe,10}$ | $c_{pe,1}$ | $c_{pe,10}$ | $c_{pe,1}$ | $c_{pe,10}$ | $c_{pe,1}$ | Cp, 10,0 |
| F | -1,70 | -2,50 | -0,90 | -2,00 | -1,62 | -2,45 | -1,62 |
| | 0,00 | 0,00 | 0,20 | 0,20 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| G | -1,20 | -2,00 | -0,80 | -1,50 | -1,16 | -1,95 | -1,16 |
| | 0,00 | 0,00 | 0,20 | 0,20 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| H | -0,60 | -1,20 | -0,30 | -0,30 | -0,57 | -1,11 | -0,57 |
| | 0,00 | 0,00 | 0,20 | 0,20 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| I | -0,60 | -0,60 | -0,40 | -0,40 | -0,58 | -0,58 | -0,58 |
| | -0,60 | -0,60 | 0,00 | 0,00 | -0,54 | -0,54 | -0,54 |
| J | 0,20 | 0,20 | -0,10 | 1,50 | 0,17 | 0,33 | 0,17 |
| | -0,60 | -0,60 | 0,00 | 0,00 | -0,54 | -0,54 | -0,54 |
| **Θ=0°** | F | G | H | I | J | $_{min}w_e$ | $_{max}w_e$ |
| $w_e$ | -0,91 | -0,65 | -0,32 | -0,33 | 0,10 | -0,91 | 0,10 |
| | 0,01 | 0,01 | 0,01 | -0,30 | -0,30 | -0,30 | 0,01 |

**Θ=90°**

| $c_{p,i}(\alpha)$ | 5,00 ° | | 15,00 ° | | **6,00 °** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $c_{pe,10}$ | $c_{pe,1}$ | $c_{pe,10}$ | $c_{pe,1}$ | $c_{pe,10}$ | $c_{pe,1}$ | Cp, 10,0 |
| F | -1,60 | -2,20 | -1,30 | -2,00 | -1,57 | -2,18 | -1,57 |
| G | -1,30 | -2,00 | -1,30 | -2,00 | -1,30 | -2,00 | -1,30 |
| H | -1,70 | -1,20 | -0,60 | -1,20 | -1,59 | -1,20 | -1,59 |
| I | -0,50 | -0,50 | -0,50 | -0,50 | -0,50 | -0,50 | -0,50 |
| **Θ=90°** | F | G | H | I | | $_{min}w_e$ | $_{max}w_e$ |
| $w_e$ | -0,88 | -0,73 | -0,89 | -0,28 | | -0,89 | -0,28 |
| | -0,88 | -0,73 | -0,89 | -0,28 | | -0,89 | -0,28 |

4.3.17. Vanjski pritisak na jednovodne krovove - Kotlovnica






## Θ=0°

| $c_{p,i}(\alpha)$ | 5,00 ° | | 15,00 ° | | 6,00 ° | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $c_{pe,10}$ | $c_{pe,1}$ | $c_{pe,10}$ | $c_{pe,1}$ | $c_{pe,10}$ | $c_{pe,1}$ | Cp, 10,0 |
| F | -1,70 | -2,50 | -0,90 | -2,00 | -1,62 | -2,45 | -1,62 |
| | 0,00 | 0,00 | 0,20 | 0,20 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| G | -1,20 | -2,00 | -0,80 | -1,50 | -1,16 | -1,95 | -1,16 |
| | 0,00 | 0,00 | 0,20 | 0,20 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| H | -0,60 | -1,20 | -0,30 | -0,30 | -0,57 | -1,11 | -0,57 |
| | 0,00 | 0,00 | 0,20 | 0,20 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| **Θ=0°** | F | G | H | | | $_{min}W_e$ | $_{max}W_e$ |
| $w_e$ | -0,91 | -0,65 | -0,32 | | | -0,91 | -0,32 |
| | 0,01 | 0,01 | 0,01 | | | 0,01 | 0,01 |

## Θ=90°

| $c_{p,i}(\alpha)$ | 5,00 ° | | 15,00 ° | | **6,00 °** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $c_{pe,10}$ | $c_{pe,1}$ | $c_{pe,10}$ | $c_{pe,1}$ | $c_{pe,10}$ | $c_{pe,1}$ | Cp, 10,0 |
| F | -1,60 | -2,20 | -1,30 | -2,00 | -1,57 | -2,18 | -1,57 |
| G | -1,80 | -2,00 | -1,90 | -2,50 | -1,81 | -2,05 | -1,81 |
| H | -0,60 | -1,20 | -0,80 | -1,20 | -0,62 | -1,20 | -0,62 |
| I | -0,50 | -0,50 | -0,70 | -1,20 | -0,52 | -0,57 | -0,52 |
| **Θ=90°** | F | G | H | I | | $_{min}W_e$ | $_{max}W_e$ |
| $w_e$ | -0,88 | -1,02 | -0,35 | -0,29 | | -1,02 | -0,29 |
| | -0,88 | -1,02 | -0,35 | -0,29 | | -1,02 | -0,29 |

4.3.18. Unutarnji pritisak

UNUTRAŠNJI TLAK koji djeluje na unutrašnje površine građevine određuje se prema izrazu:

$$w_i = q_p(z_e) \cdot c_{pi}$$

Koeficijenti unutrašnjeg tlaka vjetra cpi pvisi o veličini i raspodijeli otvora po oplošju građevine.

☐ **Dominantna ploha** $C_{pe}$= **0,80**

| | | |
|---|---|---|
| Dužina plohe: | 60,00 | m |
| Visina plohe: | 6,00 | m |
| Površina plohe: | 360,00 | $m^2$ |
| Površina otvora dominatne plohe: | 89,00 | $m^2$ |
| Površina ostalih otvora: | 10,00 | $m^2$ |
| Odnos površina μ: | 8,90 | |
| Koeficijent unutrašenjeg tlaka ($C_{pi}$): | 0,72 | |
| Opterećenje vjetrom $w_i$: | **0,41** | **kN/m²** |

☐ **Građevina bez dominantne plohe sa stardnim (manjim otvorima)**




**Koeficijenti unutrašnjeg tlaka u slučaju kada nije moguće odrediti omjer otvora μ**

Za približno praokutne zgrade sa umjereno velikim i manjim otvorima može ze za najnepovoljniji slučaj uzeti:

**$c_{pi}$=** 0,2 max
**$c_{pi}$=** -0,3 min

| $_{max}w_i$ | $_{min}w_i$ |
|---|---|
| 0,11 | -0,17 |

4.3.18.1. Djelovanje na stupove

$w=b*q_b*c_e(z_e)$

b širina stupa b= 0,2 m

$q_b$ osnovni pritisak vjetra
$c_e(Z_e)$ koeficijent izloženosti

| | b | wo | $c_e(Z_e)$ | w (kN/m) |
|---|---|---|---|---|
| Djelovanje na stupove | 0,2 | 0,25 | 2,25 | 0,11 |

b širina stupa b= 0,4 m
$q_b$ osnovni pritisak vjetra
$c_e(Z_e)$ koeficijent izloženosti

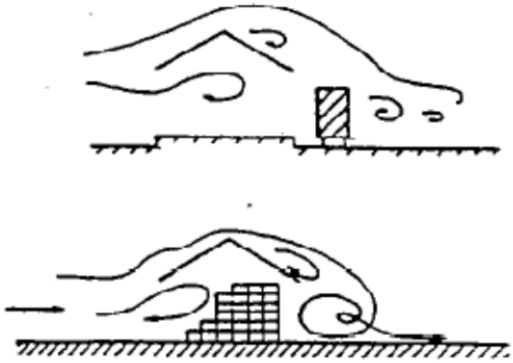
| | b | wo | $c_e(Z_e)$ | w (kN/m) |
|---|---|---|---|---|
| Djelovanje na stupove | 0,4 | 0,25 | 2,25 | 0,23 |

## 4.3.18.2. Djelovanje vjetra na nadstrešnice

Φ stupanj zapriječenosti - omjer površina objekata okomito na smjer djelovanja vjetra koji se nalaze ispod nadstrešnice i ukupne površine ispod nadstrešnice



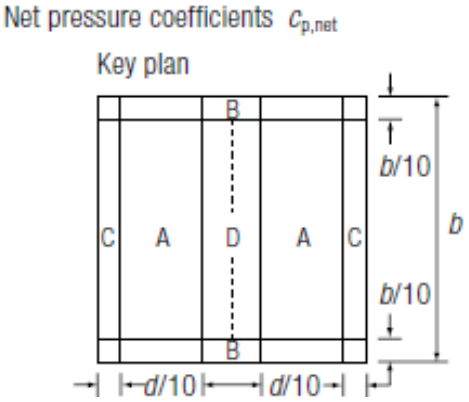
Φ=0

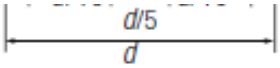


Φ≤1

## 4.3.18.3. Djelovanje vjetra na dvostrešne nadstrešnice

a= 15 m
b= 40 m
Pn= 600 m2
h= 6 m
Pp= 240
Φ= 0,4






| $c_{p,i}(\alpha)$ | stupanj zapriječenosti | A | B | C | D |
|---|---|---|---|---|---|
| 5,00 ° | Φmax | 0,30 | 0,60 | 1,30 | 0,40 |
| | Φ = 0 | -0,60 | -0,60 | -1,40 | -1,40 |
| | Φ = 1 | -1,30 | -1,30 | -1,80 | -1,80 |
| $w_e$ | Φmax | 0,17 | 0,34 | 0,73 | 0,23 |
| | Φ = 0 | -0,34 | -0,34 | -0,79 | -0,79 |
| | Φ = 1 | -0,73 | -0,73 | -1,01 | -1,01 |

ProjektPRO©

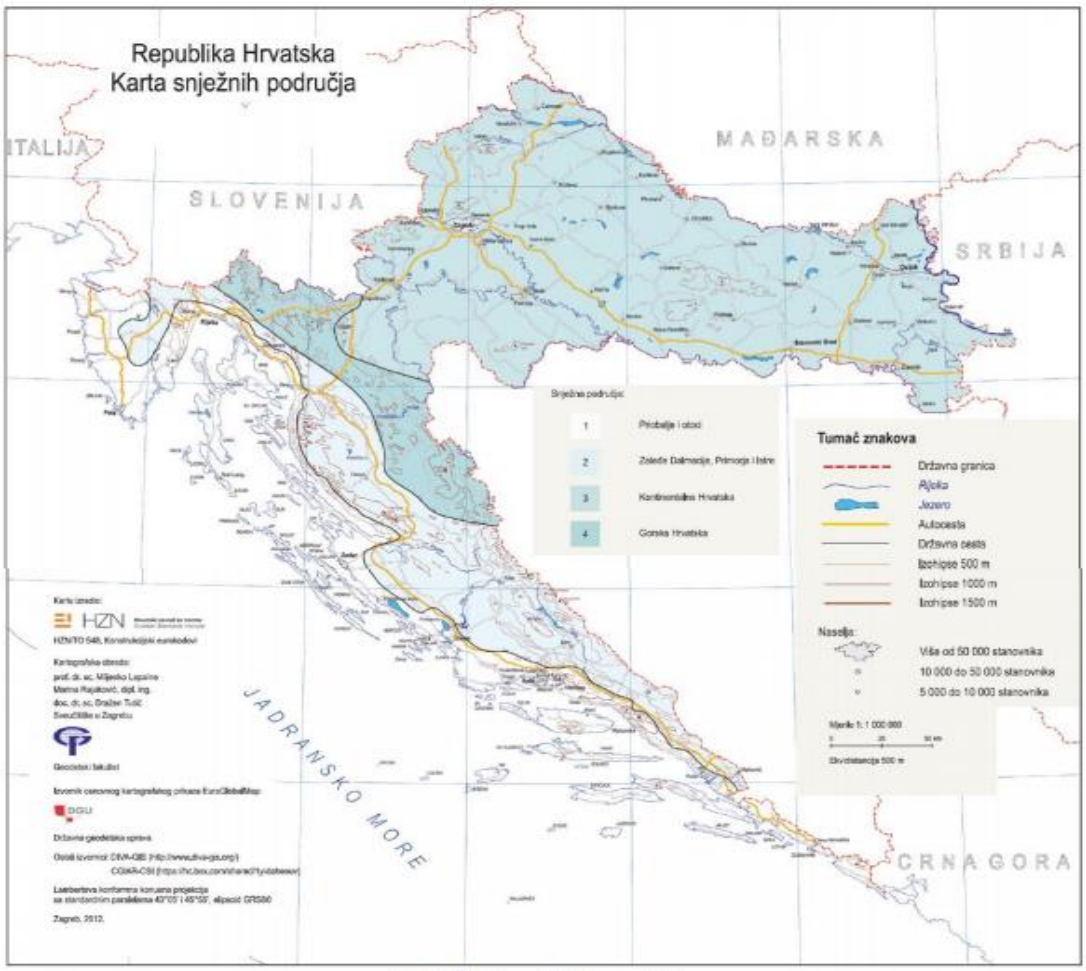
## 4.4. Podaci o snježnom području i djelovanje snjega na konstrukciju

### 4.4.1. Karakteristična vrijednost opterećenja snijegom na tlu $s_k$

Snježna zona: **4**

$s_k = 0,76+0,0027h+0,000002h^2$

$S_{50} = 57,5+0,1445h;\ r=0,89$




**Slika 1. Karta snježnih područja**

Opterećenje snijegom računa se prema izrazu:

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

$s_k$… karakteristično opterećenje snijega na tlu
$C_0$… koeficijent izloženosti
$C_1$… temperaturni koeficijent zbog zagrijavanja zgrade

$\mu_i$... koeficijent oblika opterećenja snijegom

Nadmorska visina **h**: **460,00** m.n.m.
Očekivna maksimalna visina snijega za povratni period 50 g $S_{50}$: **49,07**
Zapreminska težina snijega $\gamma$: 494,25287 kg/m$^3$ **4,94** kN/m$^3$
Karakreristično opterećenje snijegom $s_k$: **2,43** kN/m$^2$

## 4.4.2. Koeficijent izloženosti i temperaturni koeficijent

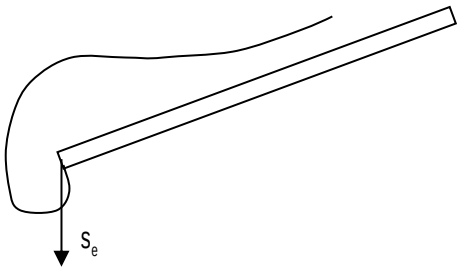
Sukladno preporuci ENV norme do kompletiranja rezultata istraživanja usvojit će se:

**$C_0$=** 1
**$C_1$=** 1

## 4.4.3. Snijeg koji visi preko ivice krova

Sila po dužnom metru ivice krova $s_e$

$$s_e = k \cdot \mu_i^2 \cdot s_k / \gamma$$




$s_k$... karakteristično opterećenje snijega na tlu [kN/m$^2$]
$\mu_i$... koeficijent oblika opterećenja snijegom
**k**... koeficijent (k=0,0-2,50)
**γ**... zapreminska težina snijega

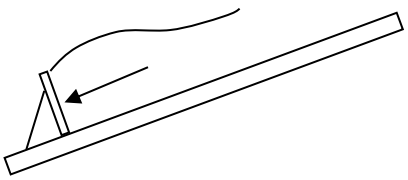
k= 1,00
μ= 0,80 (max)
$s_k$= 2,43 kN/m$^2$
γ= 3,00 kN/m$^3$
**$s_e$= 0,52 kN/m$^1$**

Za razmak rogova a:
a= 0,90 m
**$S_e$= 0,47 kN**

## 4.4.4. Opterećenje od snijega na snjegobrane

Sila po dužnom metru ivice krova $s_e$

$$s_f = \mu_i \cdot s_k \cdot b \cdot \sin\alpha$$



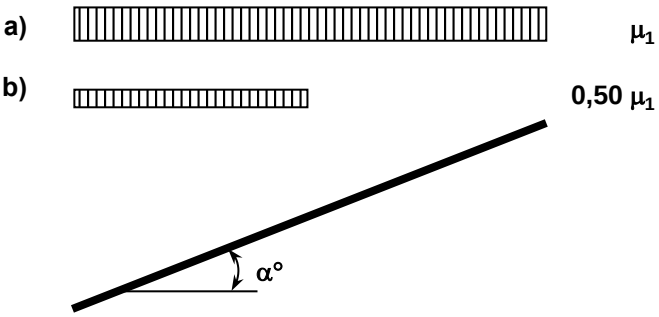
$s_k$... karakteristično opterećenje snijega na tlu [kN/m$^2$]
$\mu_i$... koeficijent oblika opterećenja snijegom
**b**... udaljenost od snjegobrana do sljemena [m]
**α**... kut nagiba krova [°]

μ= 0,80

$s_k$= 2,43 kN/m$^2$
b= 10,50
$\alpha$= 6,00 °
**$s_e$= 2,13 kN/m$^1$**

4.4.5. Koeficijenti oblika opterećenja snijegom $\mu_i$

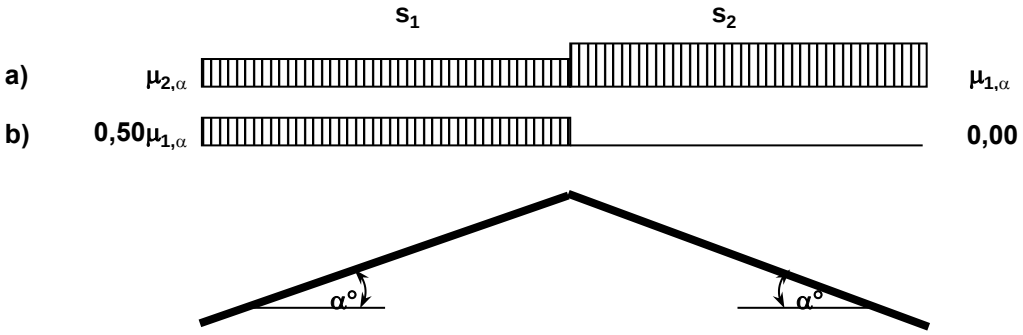
4.4.5.1. Jednostrešni krov




Spriječenost klizanja snijega s krova: **DA**
Kut nagiba krova **$\alpha$:** **6 °**
Koeficijenti oblika opterećenja snijegom **$\mu_1$:** **0,80**

$s_{1(a)}$= **1,94** kN/m$^2$
$s_{1(b)}$= **0,97** kN/m$^2$

4.4.5.2. Dvostrešni simetrični krov




Spriječenost klizanja snijega s krova: **DA**

Kut nagiba krova $\alpha_1$: **6 °**

Koeficijenti oblika opterećenja snijegom $\mu_{1,\alpha}$: **0,80**

Koeficijenti oblika opterećenja snijegom $\mu_{2,\alpha}$: **0,80**

Izračunate vrijednosti pterećenje snijegom:

$s_{1(a)}$= **1,94** kN/m$^2$ $s_{2(a)}$= **1,94** kN/m$^2$

$s_{1(b)}$= **0,97** kN/m$^2$ $s_{2(b)}$= **0,00** kN/m$^2$

Podaci DHMZ-a

**REPUBLIKA HRVATSKA**
**DRŽAVNI HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD**

KLASA: 920-05/20-02/29
URBROJ: 554-05-03/002-20-4

Zagreb, 30. listopada 2020.

**Pemper d.o.o.**
Pod Pakljem 3
53 220 Otočac

Predmet: Karakteristično opterećenje snijegom

Poštovani,

prema Vašem zahtjevu dostavljamo Vam podatak o karakterističnom opterećenju snijegom (vrijednost koja se može očekivati prosječno jednom u 50 godina) za meteorološku postaju Ličko Lešće.

Karakteristično opterećenje snijegom na predmetnoj lokaciji iznosi **1.60 kN/m²**.

Za dodatne informacije i pojašnjenja možete se obratiti mr. sc. Kseniji Cindrić Kalin (cindric@cirus.dhz.hr, tel: 099 4957 169) ili Ireni Nimac (irena.nimac@cirus.dhz.hr).

S poštovanjem,

GLAVNA RAVNATELJICA:
v.d. Alica Bajić
dr.sc. Branka Ivančan-Picek

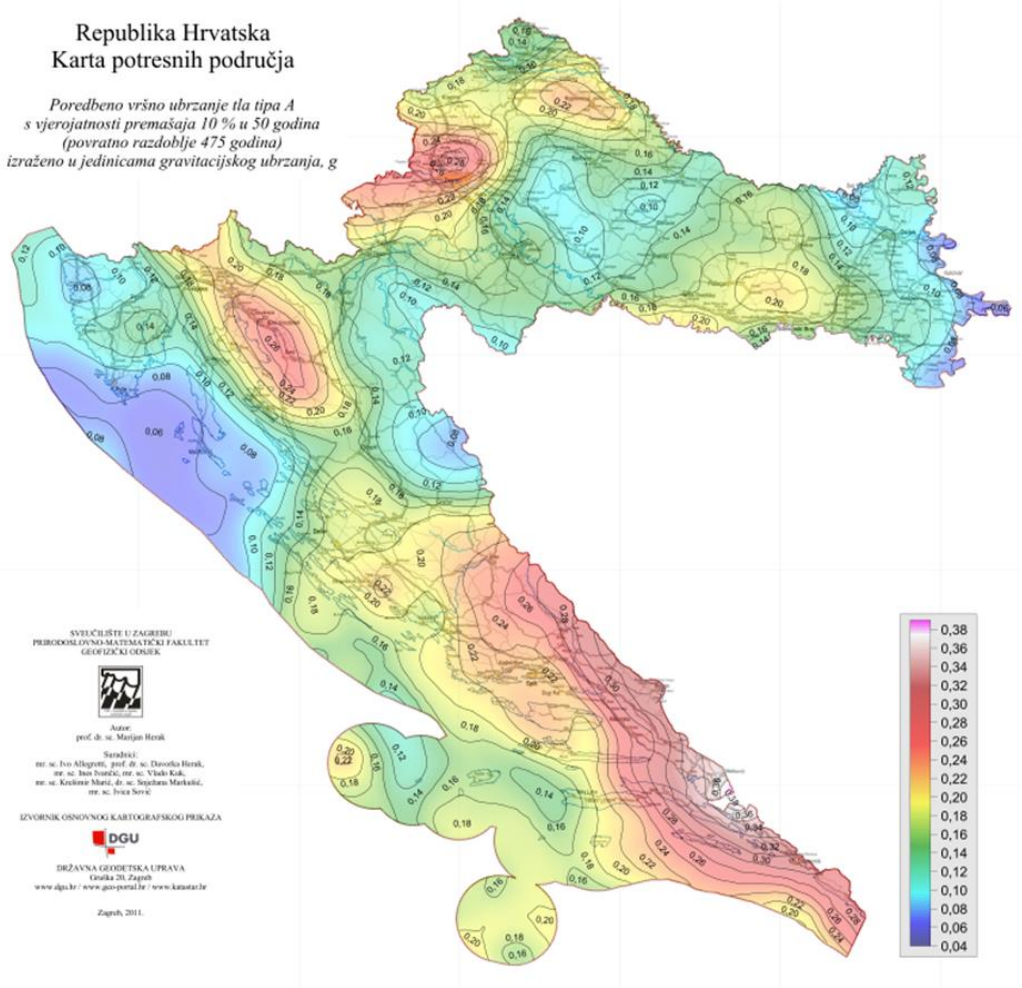
Prilog: račun za obavljenu uslugu

10000 Zagreb, Ravnice 48 • www.meteo.hr • dhmz@cirus.dhz.hr

ProjektPRO©

## 4.5. Podaci o potresnoj zoni i seizmička djelovanja

### 4.5.1. Karta potresnih područja




Općenito, konstrukciju se proračunava i konstuira tako da se odupire seizmičkom djelovanju s velikom vjerojatnošću, bez slučajnog oštećenja i ograničenja uporabe, a cijena obnove ne smije biti neproporcionalno visoka u usporedbi s cijenom konstrukcije.
Vjerojatnost premašaja ($P_{DLR}$= 10%) u 10 godina, a povratni period $T_{DIR}$= 95 godina.

$T_{DIR}$ ($_{DLR}$ - Demage limitation requirement).

Referentna aktivnost, povezana je s referentnom vjerojatnošću premašaja PNCR=10% u 50 godina ili referentnim povratnim periodom **$T_{NCR}$=475** godina, faktor važnosti koji uzima u obzir različitu pouzdanost.

$T_{NCR}$ ($_{NCR}$ - No-collapse requirements)

Zadovoljenje ovih osnovnih zahtjeva provodi se s obzirom na:

- granično stanje nosivosti,
- granično stanje uporabivosti.

Vrste tla A, B, C, D i E, opisane su na osnovi profila tla i prikazane su u tablici, mogu se primijeniti za procjenu utjecaja lokalnog tla na seizmičko djelovanje. Podaci iz tablice mogu se također uzeti pri procjeni utjecaja "dubinske geologije" na seizmičko djelovanje.

Vrste i svojstva tla:

| Vrste tla | Opis slojeva tla | $V_s$, 30(m/s) | $N_{spt}$ s/30 (širenje) | $c_u$* (kPa) |
|---|---|---|---|---|
| A | Stijena ili formacija slične stijene, uključujući najviše 5m slabog materijala na površini | >800 | - | - |
| B | Naslaga vrlo gustog pijeska, šljunka ili vrlo krute gline, kod najmanje nekoliko desetaka metara u dubinu ima svojstvo stupnjevitog povećanja mehaničkih svojstava s dubinom | 360-800 | >50 | >250 |

Prema odredbama EN 1998, teritorij Hrvatske podijeljen je prema prijedlogu stručnjaka, u seizmička područja ovisno o mjesnom hazardu (opasnosti).
Ubrzanja su usklađena s povratnim periodom $T_{NCR}$ seizmičkog djelovanja u kojem ne smije doći do rušenja, ili s ekvivalentnim zahtjevom vjerojatnosti premašaja u 50 godina PNCR, za referentni faktor važnosti $\gamma_I$=1,0 u tom povratnom periodu.

Za drugačiji povratni period od referentnoga za tlo vrste A, proračunsko ubrzanje tla vrste A $a_g$ jednako je $a_{gR}$ pomnoženo faktorom važnosti ($a_g = \gamma_I \cdot a_{gR}$).

4.5.2. Usvojene vrijednosti




Poredbeno vršno ubrtanje tla tipa A
sa referentnim povratnim razdobljem T=475 g
s vjerojatnosti premašaja 10% u 50 g

**$a_g$= 0,19 $a_{gR}$**

## 4.6. Proračun reznih sila i dimenzioniranje

### 4.6.1. Minimalna armatura u ploči:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Stropne ploče | | h= | 20,00 | cm |
| Klasa tlačne čvrstoće betona: | C25/30 | $f_{ck,koc}$= | 30,00 | N/mm² |
| | | $f_{ck,valj}$= | 25,00 | N/mm² |
| | | $\gamma_c$= | 1,50 | |
| | | $f_{cd}=f_{ck}/\gamma_c$ | 16,67 | N/mm² |
| Vrsta armaturnog čelika: | B500 | $f_{yk}$= | 500,00 | N/mm² |
| | | $\gamma_s$= | 1,15 | |
| | | $f_{yd}=f_{yk}/\gamma_s$= | 434,78 | N/mm² |
| zaštitni sloj betona | | a= | 2,50 | cm |
| statička visina poprečnog presjeka | | d= | 17,50 | cm |
| minimalna armatura u ploči | | $A_{s,min}=(0,022\times f_{ck,koc}\times b_t\times d)/f_{yd}$= | 2,66 | cm²/m |
| maksimalna armatura u ploči | | $A_{s,max}=(0,4\times 0,85\times f_{cd}\times b_t\times d)/f_{yd}$= | 22,81 | cm²/m |

### 4.6.2. Minimalna armatura u gredi

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| širina grede | | $b_w$= | 25,00 | cm |
| visina grede | | h= | 55,00 | cm |
| Klasa tlačne čvrstoće betona: | C25/30 | $f_{ck,koc}$= | 30,00 | N/mm² |
| | | $f_{ck,valj}$= | 25,00 | N/mm² |
| | | $\gamma_c$= | 1,50 | |
| | | $f_{cd}=f_{ck}/\gamma_c$ | 16,67 | N/mm² |
| zaštitni sloj betona | | a= | 2,50 | cm |
| promjer vilica | | $\phi_a$= | 8,00 | mm |
| promjer armature | | $\phi_a$= | 14,00 | mm |
| statička visina poprečnog presjeka | | d= | 51,00 | cm |
| kriterij 1 | | $A_{s,min}=(0,6\times b_w\times d)/f_{yk}$= | 1,53 | cm² |
| kriterij 2 | | $A_{s,min}=0,0015\times b_w\times d$= | 1,91 | cm² |
| minimalna armatura u gredi | | **$A_{s,min}$=** | **1,91** | **cm²** |
| maksimalna armatura u gredi | | **$A_{s,max}=(0,85\times f_{cd}\times b_w\times d)/f_{yd}$=** | **16,62** | **cm²** |

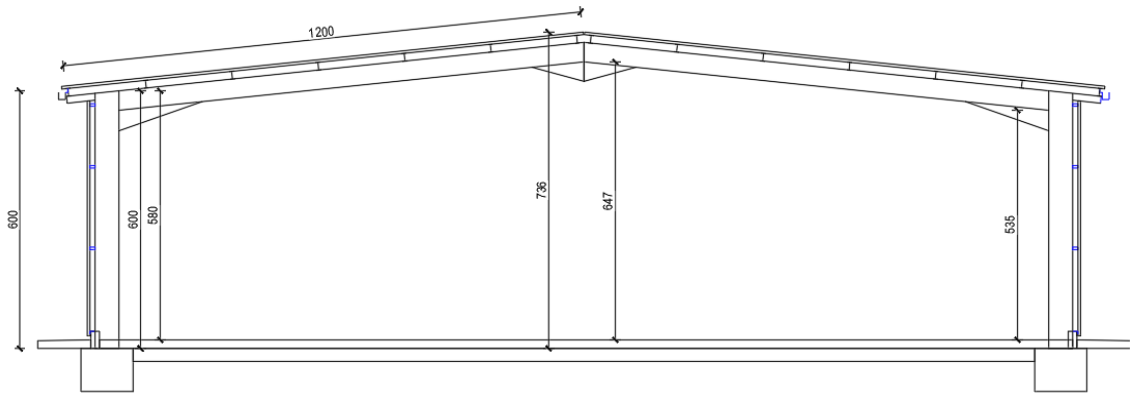
### 4.6.3. Minimalna armatura u AB zidu

| | | | |
|---|---|---|---|
| debljina zida | d= | **20,00** | cm |
| *vertikalna armatura* | | | |
| minimalna armatura (HRN EN 1992-1-1) | $A_{s,min}=0,002\times Ac$= | 4,00 | cm² |
| sa svake strane zida 1/2 armature | $A_{s,min\ 1,2}$= | 2,00 | cm² |
| maksimalni razmak šipki u zidu | $a_{max}$= | 30,00 | cm |
| maksimalna armatura | $A_{s,max}=0,04\times Ac$= | 80,00 | cm² |
| sa svake strane zida 1/2 armature | $A_{s,max\ 1,2}$= | 40,00 | cm² |

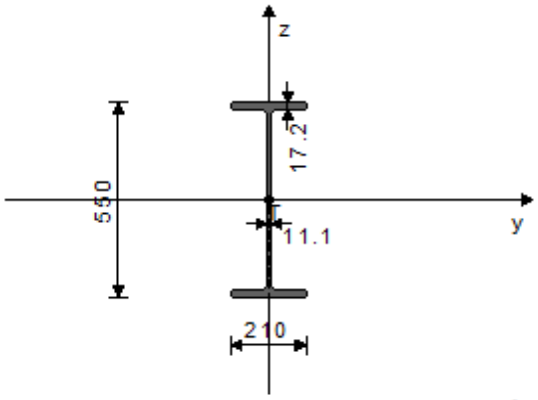
| | | | |
|---|---|---|---|
| promjer glavne armature | $\phi_s$= | 8 | mm |
| nisu potrebne zatvorene spone jer je | 0,02×Ac= | 40 | mm |
| *horizontalna armatura* | | | |
| ploština glavne armature | $A_s$= | 3,35 | cm² |
| minimalna horizontalna armatura 0,1% Ac | $A_{w,min}$=0,1×$A_c$= | 1,00 | cm² |
| minimalna horizontalna armatura 25% glavne | $A_{w,min}$=0,25×$A_s$= | 0,8375 | cm² |
| minimalna horizontalna armatura | $A_{w,min}$= | 1,00 | cm² |

## 4.6.4. Određivanje duljine izvijanja stupova okvira

### Klasifikacija pomičan - nepomičan



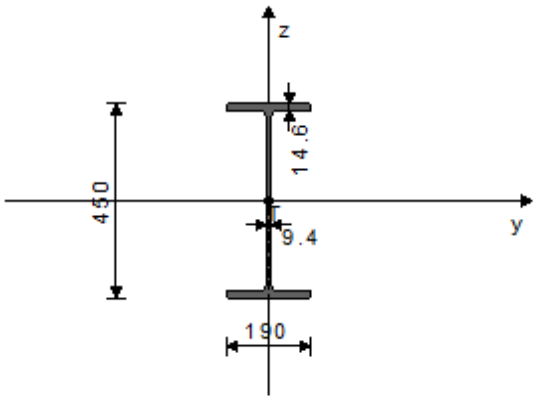

```
E.102 (370-622)
POPREČNI PRESJEK: IPE 550 [S 275] [Set: 1]
EUROCODE 3 (ENV)
-------------------------------------------------------------
GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA
```




```
Ax =   134.00 cm2
Ay =   62.075 cm2
Az =   71.925 cm2
Ix =   124.00 cm4
Iy =    67120 cm4
Iz =   2670.0 cm4
Wy =   2440.7 cm3
Wz =   254.29 cm3
Wy,pl =  2727.1 cm3
Wz,pl =  379.26 cm3
γM0 =    1.100
γM1 =    1.100
γM2 =    1.250
Anet/A =   0.900

[mm]
(fy = 27.5 kN/cm2, fu = 43.0 kN/cm2)
```

```
EK.124 (1395-793)
POPREČNI PRESJEK: IPE 450 [S 275] [Set: 2]
EUROCODE 3 (ENV)
-------------------------------------------------------------
GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA
```




```
Ax =   98.800 cm2
Ay =   47.976 cm2
Az =   50.824 cm2
Ix =   67.100 cm4
Iy =    33740 cm4
Iz =   1680.0 cm4
Wy =   1499.6 cm3
Wz =   176.84 cm3
Wy,pl =  1662.1 cm3
Wz,pl =  263.53 cm3
γM0 =    1.100
γM1 =    1.100
γM2 =    1.250
Anet/A =   0.900
```

```
(fy = 27.5 kN/cm2, fu = 43.0 kN/cm2)
```

$V_d/V_{cr} \leq 0,1$ okvir je nepomičan

$V_d/V_{cr} > 0,1$ okvir je pomičan

Zbroj vertikalnog opterećenja:

| | | |
|---|---|---|
| Vd=(1,60+0,30)×5×22= | 209,00 | kN |
| Hd=1,10*5*6+1,05= | 34,05 | kN |
| ø=l/200 | | |
| ΔHd=Vd×ϕ= | 1,05 | kN |
| ∑Hd=Hd+ΔHd= | 35,10 | kN |

$k=(I_b \times h)/(Ic \times L)$

| | | |
|---|---|---|
| Ib=Iyb= | 33.740,00 | $cm^4$ |
| h= | 6,00 | m |
| Ic=Iyc= | 67.100,00 | $cm^4$ |
| l= | 22,00 | m |
| k= | 0,137 | |

$\delta_1=h^3 \times H \times (2k+1)/12EI_ck$, za H=1,0 kN

$\delta_1$= 0,12 cm, za H=1,0 kN

$\delta=\delta_1 \sum Hd$

δ= 4,17 cm

$$\frac{\delta}{h}\frac{V_d}{\sum H_d} \leq 0{,}1$$

0,041 < 0,100 nepomičan!

Okvir se klasificira kao nepomičan.

Proračun duljine izvijanja Eurocode 3 ENV 1993-1-1 Aneks E.

Za nepomičnu konstrukciju:

$$\frac{l_0}{L} = 0.5 + 0.14(K_A + K_B) + 0.055(K_A + K_B)^2$$

Gdje su $K_A$ i $K_B$ koeficijenti raspodjele na vrhu (A) i dnu (B) stupa:

$$K = \frac{\sum E\frac{I_c}{L_c}}{\sum \alpha E\frac{I_b}{L_b}}$$

U ovoj formuli su oznake “b” grede, a oznake “c” stupovi okvira.

Proračun dužina izvijanja stupova
Nepomična konstrukcija (Eurocode 3 ENV 1993-1-1 Annex E)
Stup 622-370 (Stup )
Izvijanje oko osi 2-2
Vrh stupa (15.00,0.00,5.10)
Krutost stupa
E×I2/L=2.10e+8×6.71e-4/5.100 Kc = 27638 kNm²/m
Krutost stupa iznad
E×I2/L=2.10e+8×6.71e-4/0.700 Kc = 2.01e+5 kNm²/m
Koeficijent preraspodjele
ΣαKc/(ΣαKb + ΣαKc) K,vrh = 1.000
Dno stupa (15.00,0.00,0.00)
Krutost stupa
E×I2/L=2.10e+8×6.71e-4/5.100 Kc = 27638 kNm²/m
Koeficijent preraspodjele
ΣαKc/(ΣαKb + ΣαKc) K,dno = 1.000
Koeficijent dužine izvijanja β2-2 = 1.000
Efektivna dužina izvijanja L2-2 = 5.100

Izvijanje oko osi 3-3
Vrh stupa (15.00,0.00,5.10)
Krutost stupa

E×I3/L=2.10e+8×2.67e-5/5.100 Kc = 1099.4 kNm²/m
Krutost stupa iznad
E×I3/L=2.10e+8×2.67e-5/0.700 Kc = 8010.0 kNm²/m
Koeficijent preraspodjele
ΣαKc/(ΣαKb + ΣαKc) K,vrh = 1.000
Dno stupa (15.00,0.00,0.00)
Krutost stupa
E×I3/L=2.10e+8×2.67e-5/5.100 Kc = 1099.4 kNm²/m
Koeficijent preraspodjele
ΣαKc/(ΣαKb + ΣαKc) K,dno = 1.000
Koeficijent dužine izvijanja β3-3 = 1.000
Efektivna dužina izvijanja L3-3 = 5.100

**PLAN STATIČKIH POZICIJA**
**PRORAČUN REZNIH SILA**
**DIMENZIONIRANJE ELEMENATA KONSTRUKCIJE**

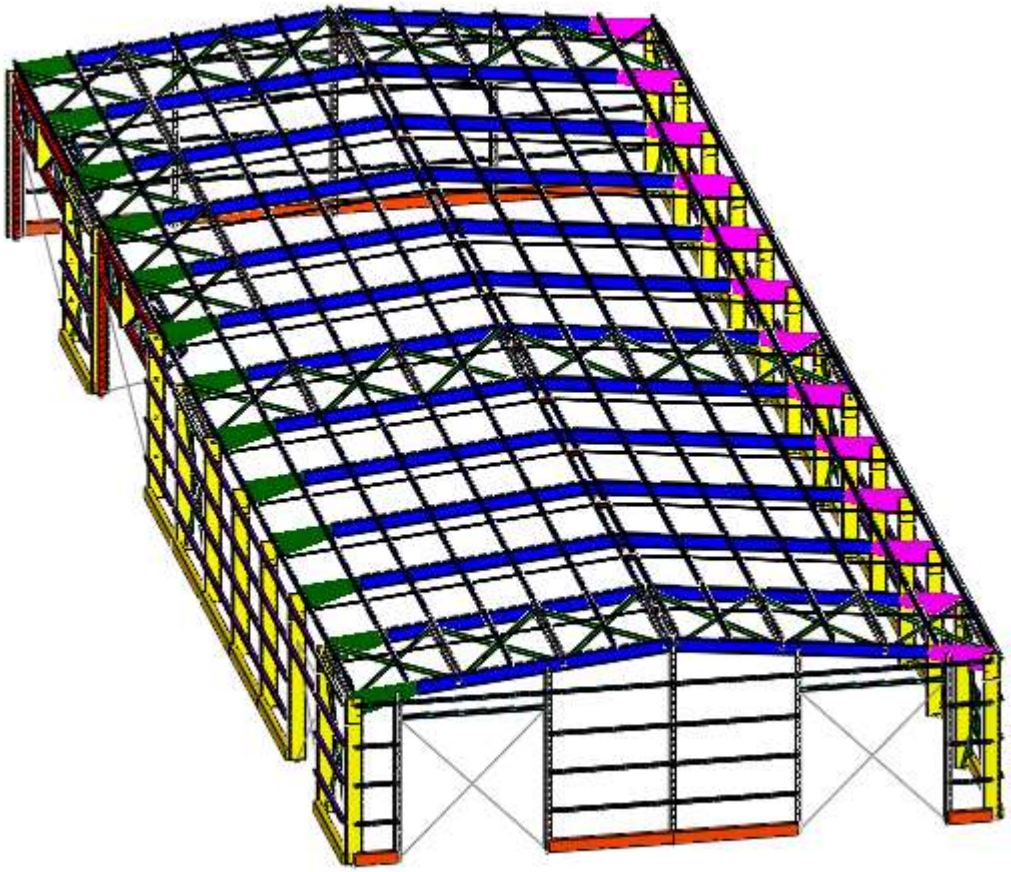
PROVEDENIH RAČUNALOM

Projektanat:

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Božidar Nikšić
dipl. ing. građ.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 471

ProjektPRO©

# PILANA - PRORAČUN KONSTRUKCIJE



## *Sadržaj*

Ulazni podaci

Ulazni podaci - Konstrukcija 91

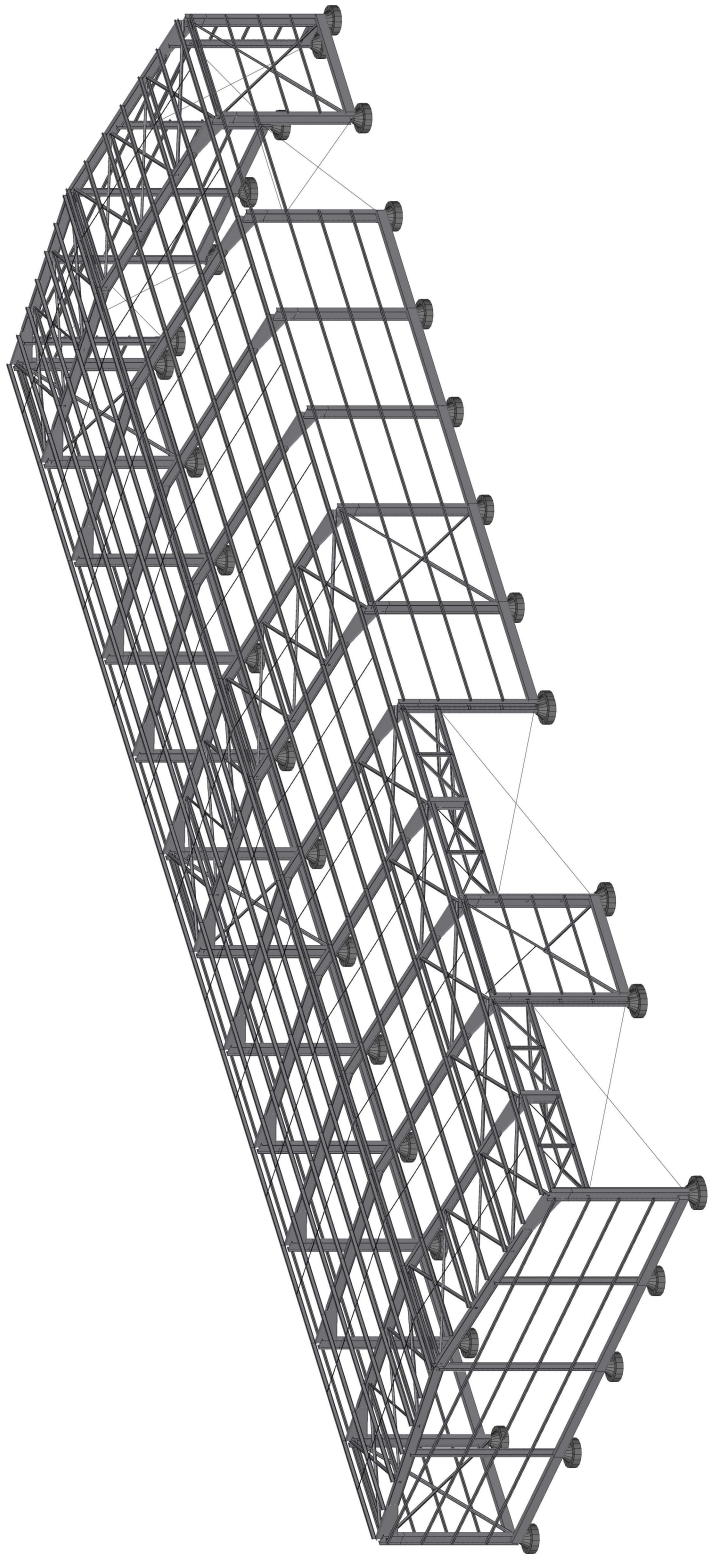
Ulazni podaci - Opterećenje 106

Rezultati

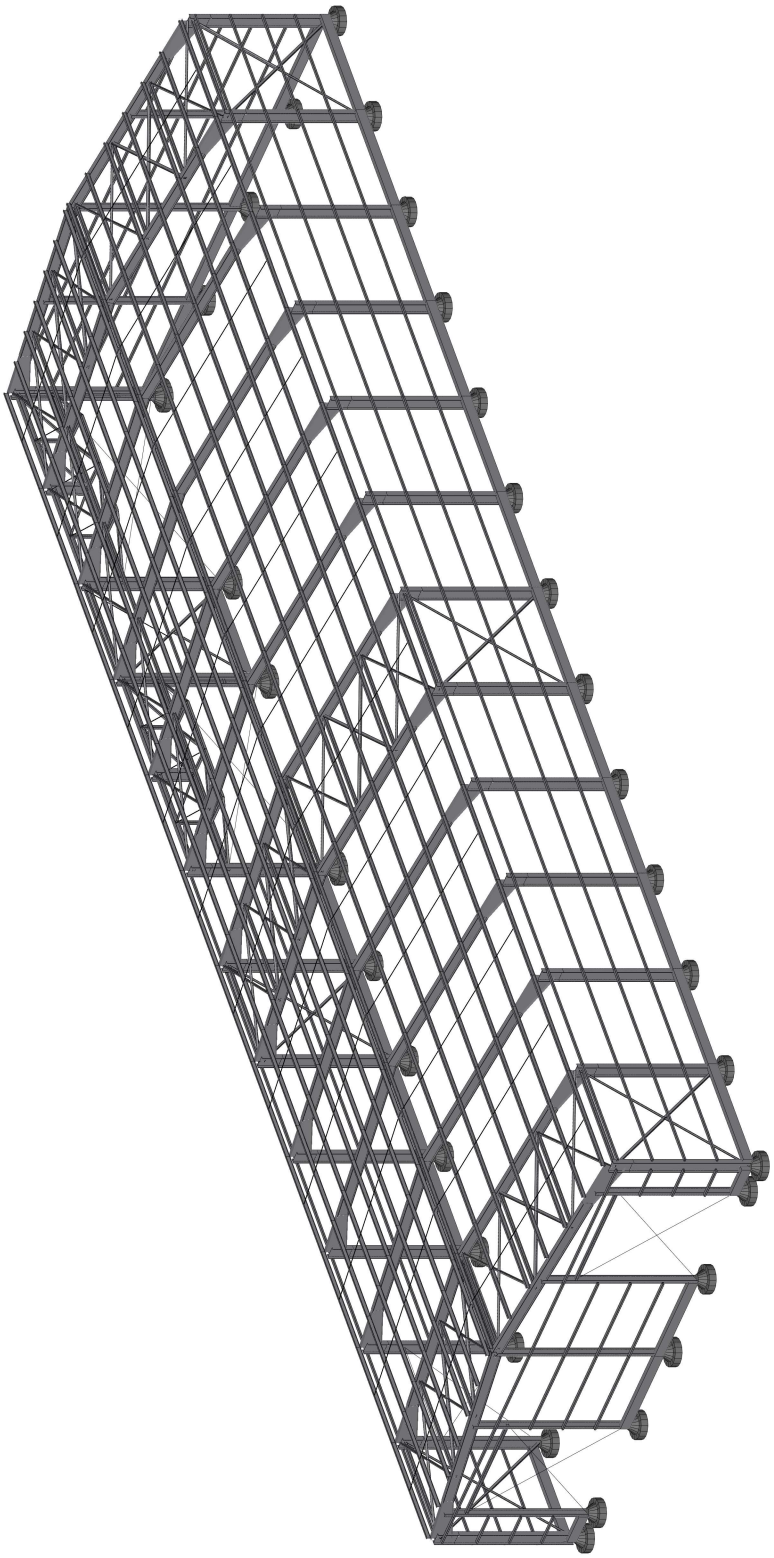
Statički proračun 107

Dimenzioniranje (čelik) 113

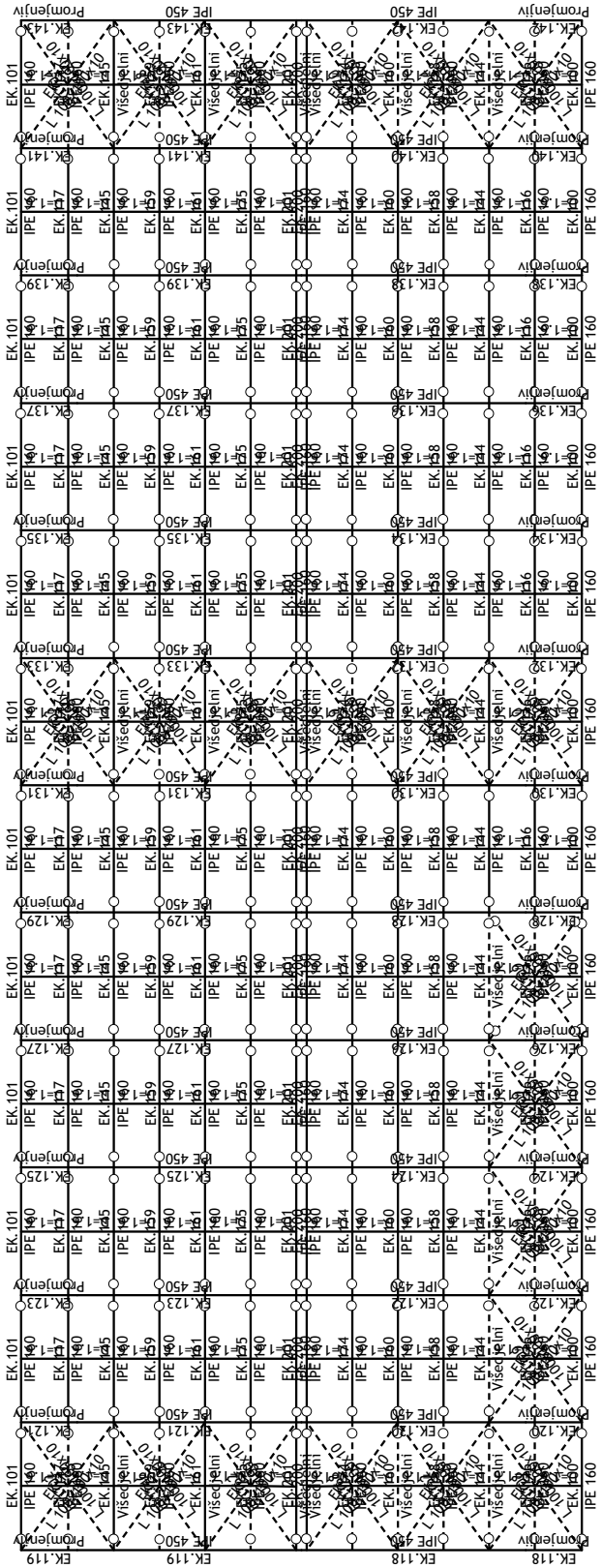
## *Ulazni podaci - Konstrukcija*



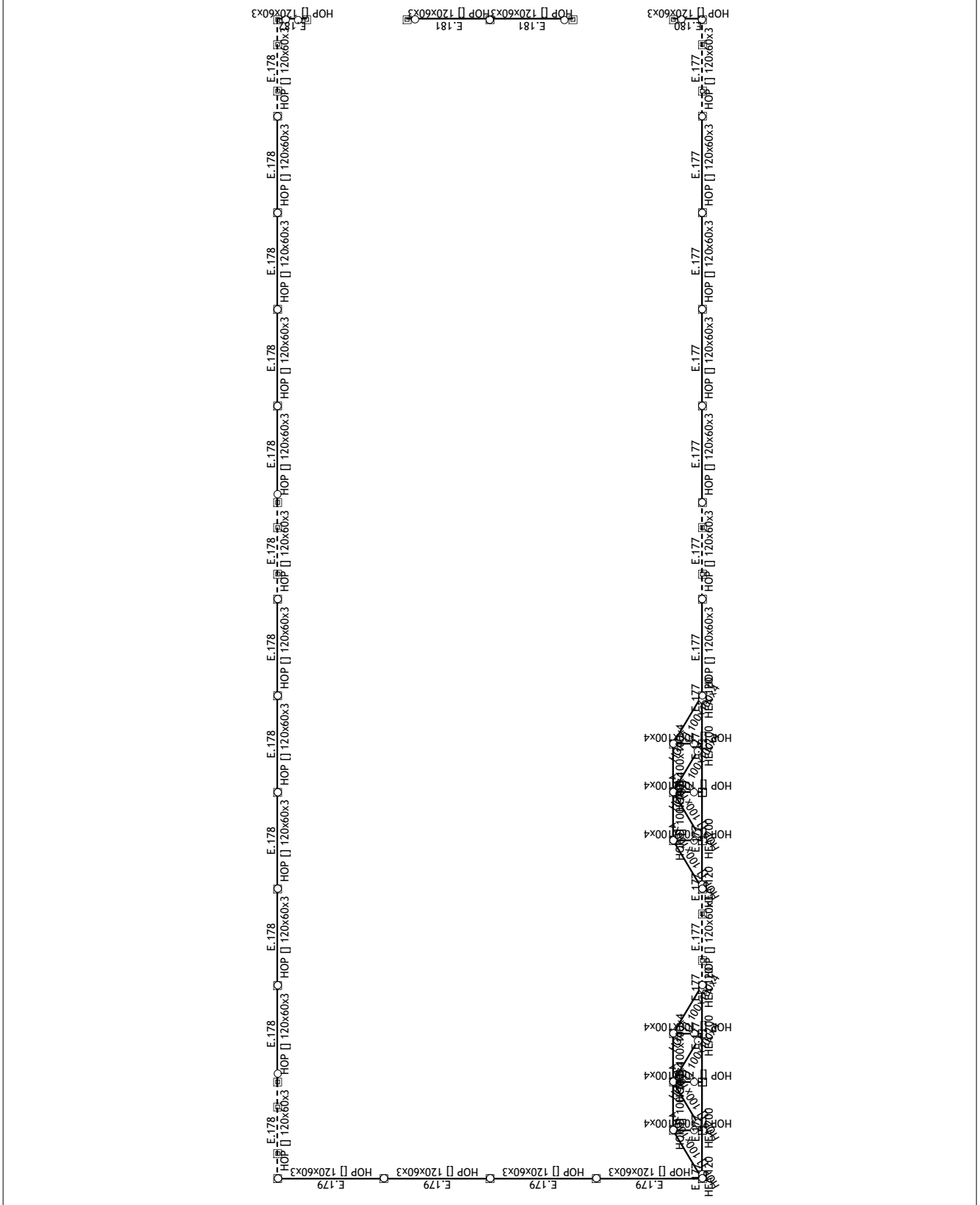
Izometrija



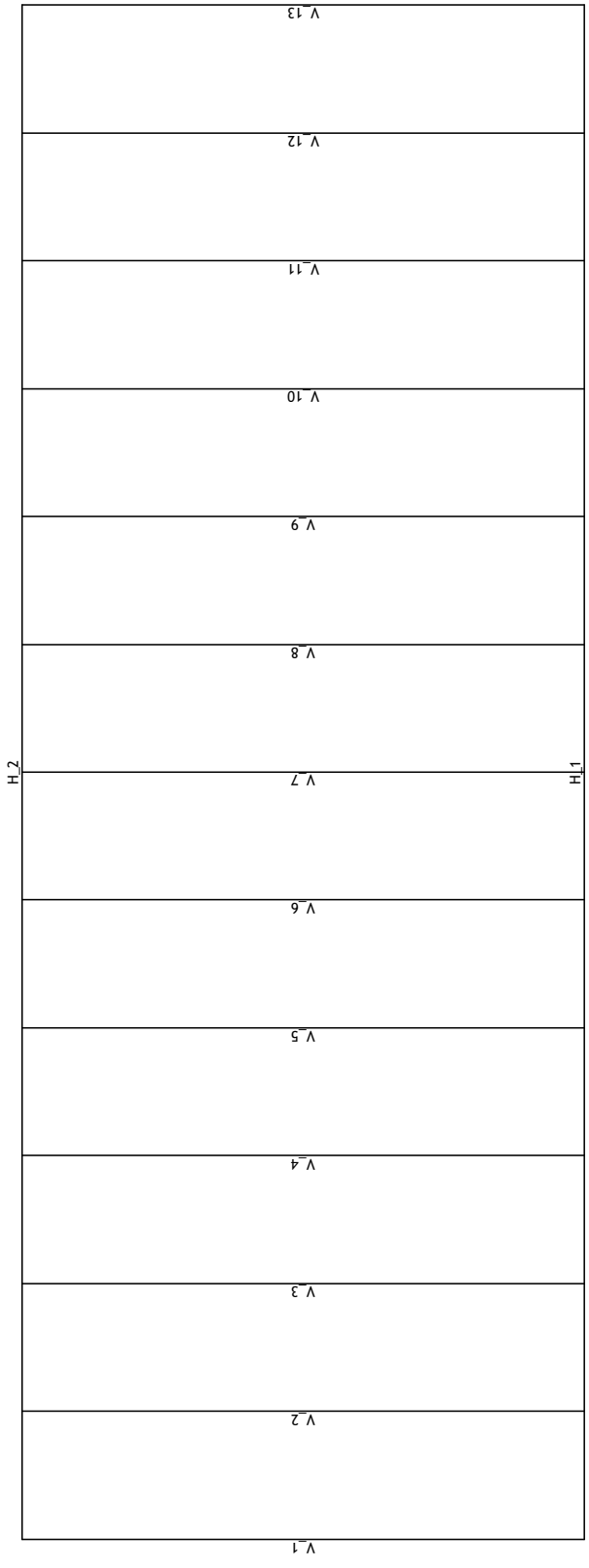
Izometrija



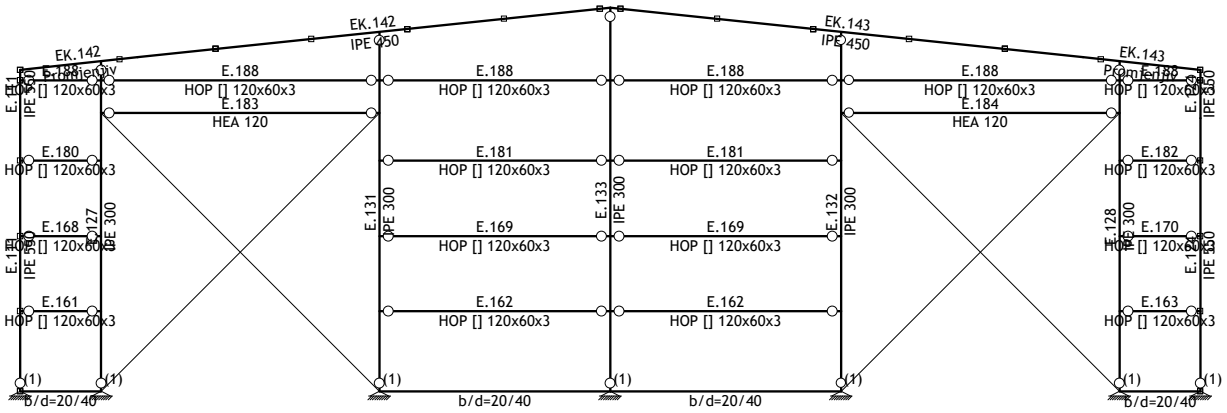
Pogled: Krovna ploha 1+Krovna ploha 2



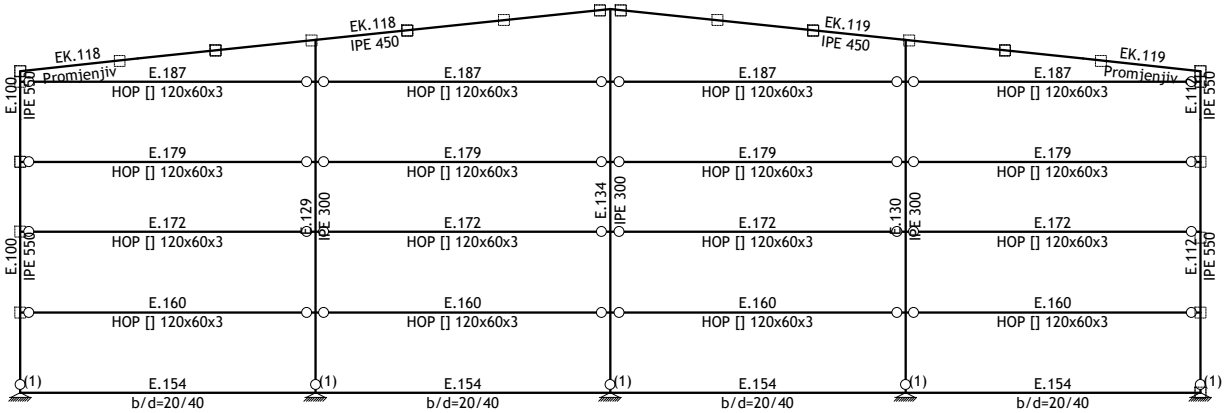

Nivo: +4.30 Vrh vrata [4.30 m]



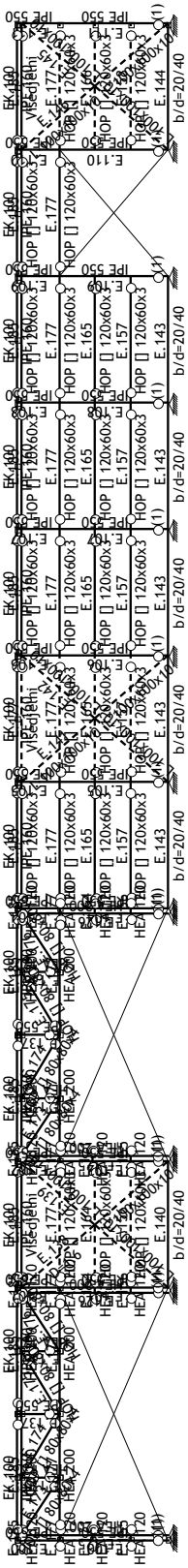

Dispozicija okvira



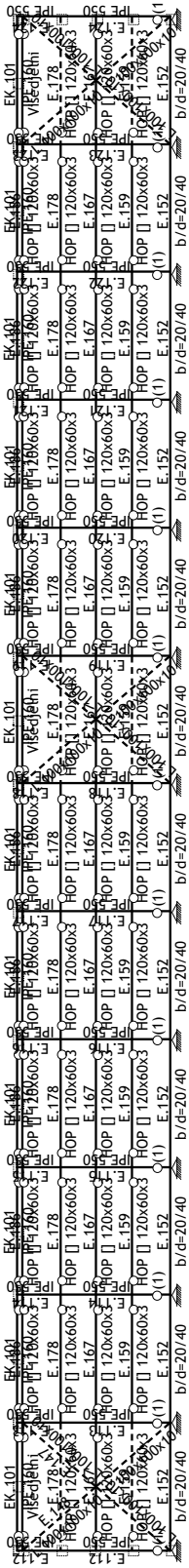

Okvir: V_13



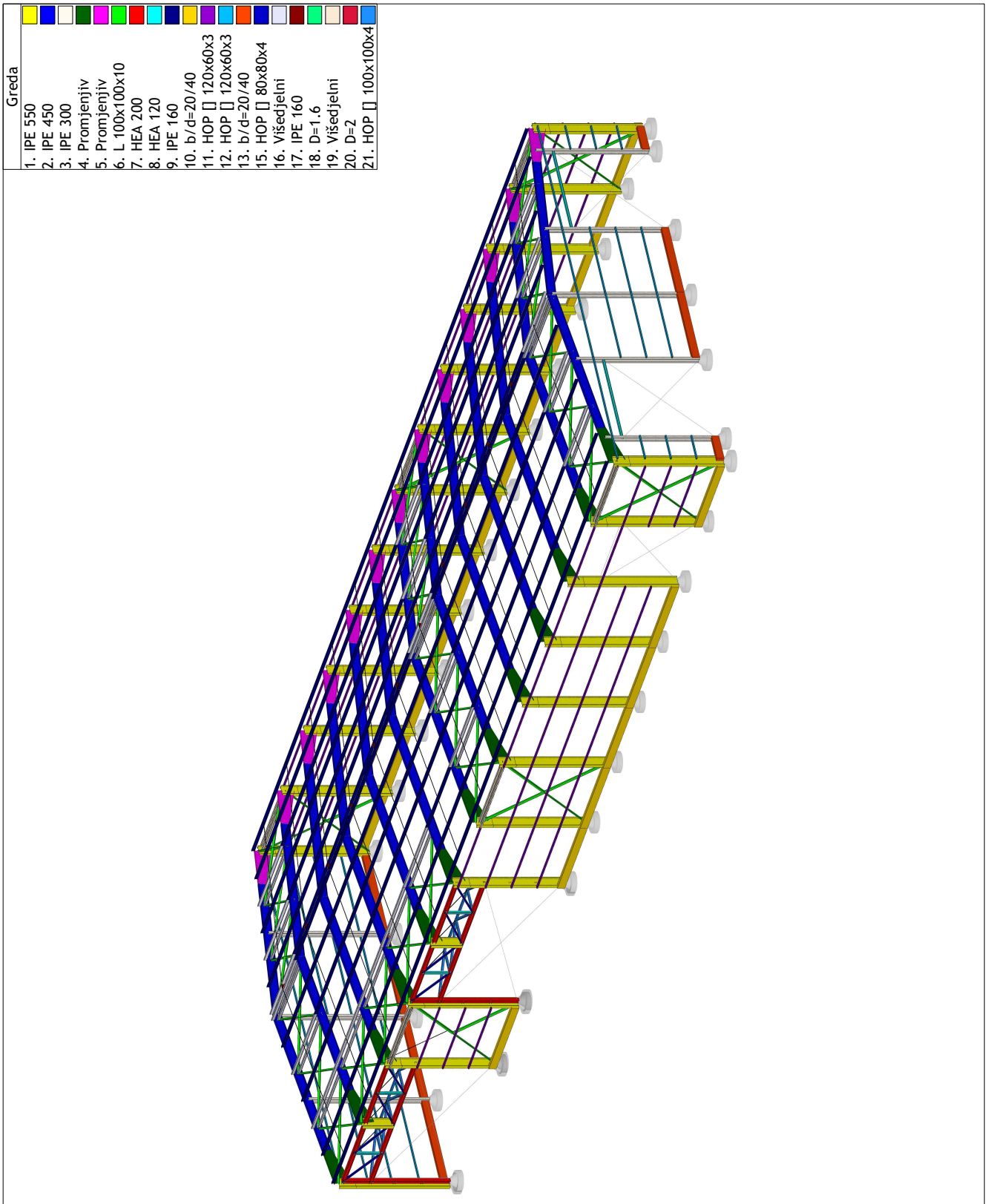

Okvir: V_1



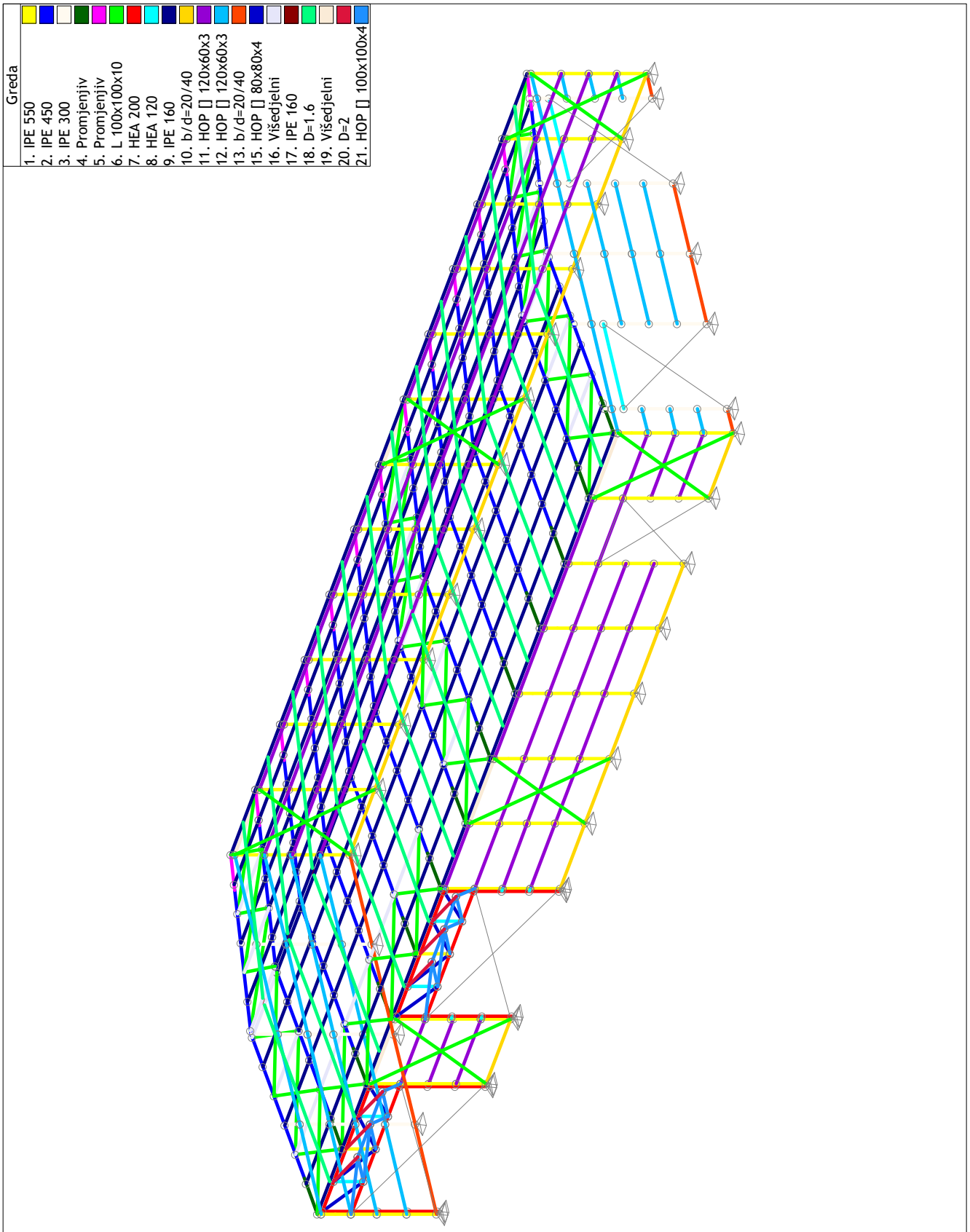
Okvir: H_1



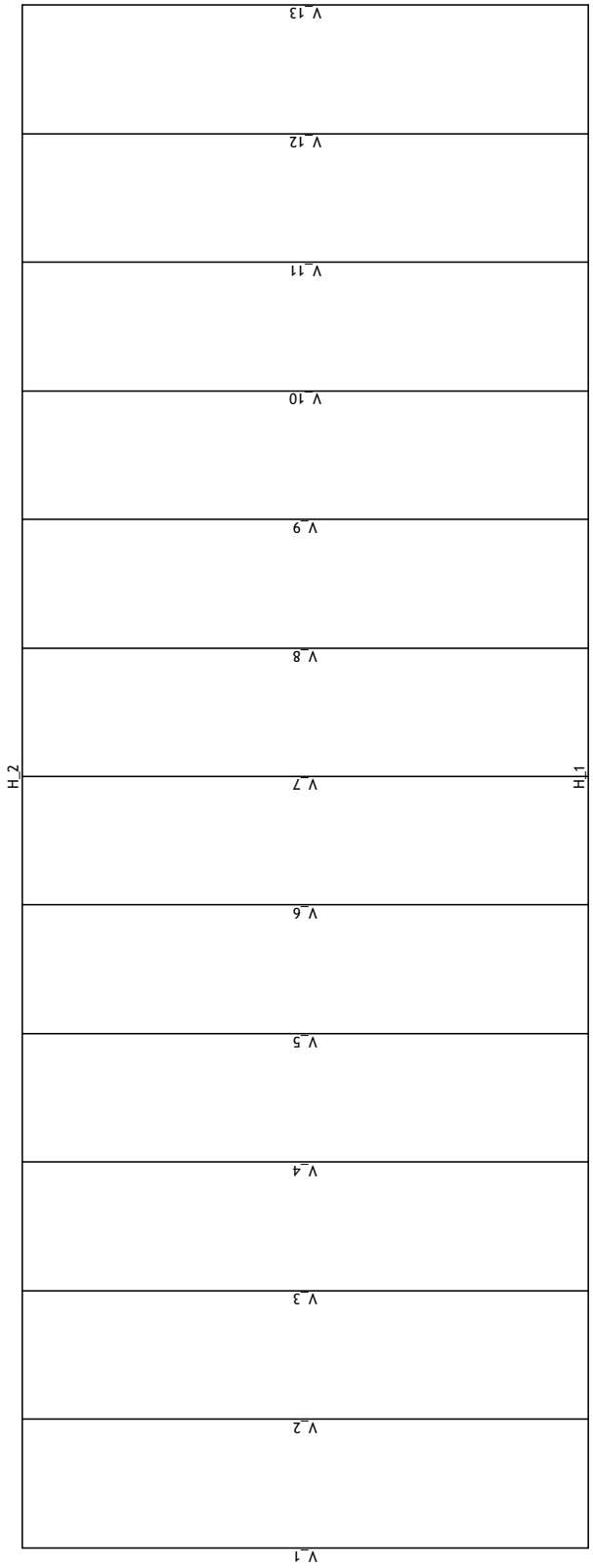
Okvir: H_2




Setovi numeričkih podataka
Greda (1-13,15-21)




Setovi numeričkih podataka
Greda (1-13,15-21)




Dispozicija okvira

**Shema nivoa**

| Naziv | z [m] | h [m] |
|---|---|---|
| +7.16 | 7.16 | 1.16 |
| +6.00 | 6.00 | 1.70 |

| Naziv | z [m] | h [m] |
|---|---|---|
| +4.30 Vrh vrata | 4.30 | 4.30 |
| | 0.00 | |

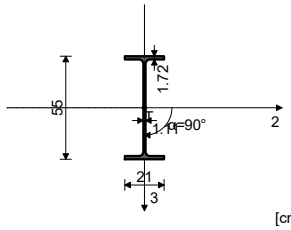
**Tabela materijala**

| No | Naziv materijala | E[kN/m2] | μ | γ[kN/m3] | αt[1/C] | Em[kN/m2] | μm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Čelik | 2.100e+8 | 0.30 | 78.50 | 1.000e-5 | 2.100e+8 | 0.30 |
| 2 | Čelik - spregovi | 2.100e+8 | 0.30 | 0.00 | 1.000e-5 | 2.100e+8 | 0.30 |
| 3 | Beton C 25/30 | 3.150e+7 | 0.20 | 25.00 | 1.000e-5 | 3.150e+7 | 0.20 |

## Setovi greda

### Set: 1 Presjek: IPE 550, Fiktivna ekscentričnost

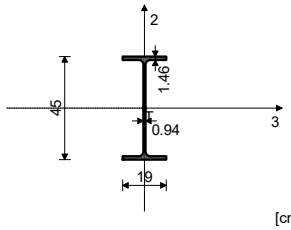
| Mat. | A1 | A2 | A3 | I1 | I2 | I3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 - Čelik | 1.340e-2 | 6.207e-3 | 7.193e-3 | 1.240e-6 | 6.712e-4 | 2.670e-5 |




[cm]

### Set: 2 Presjek: IPE 450, Fiktivna ekscentričnost

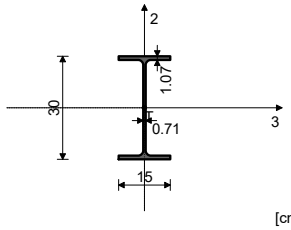
| Mat. | A1 | A2 | A3 | I1 | I2 | I3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 - Čelik | 9.880e-3 | 5.082e-3 | 4.798e-3 | 6.710e-7 | 1.680e-5 | 3.374e-4 |




[cm]

### Set: 3 Presjek: IPE 300, Fiktivna ekscentričnost

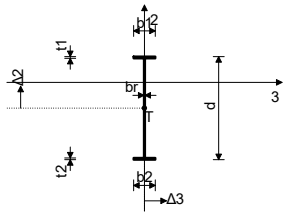
| Mat. | A1 | A2 | A3 | I1 | I2 | I3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 - Čelik | 5.380e-3 | 2.567e-3 | 2.813e-3 | 2.020e-7 | 6.040e-6 | 8.360e-5 |




[cm]

### Set: 4 Presjek: Promjenjiv, Fiktivna ekscentričnost

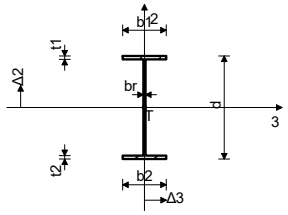
| Mat. | Tip promjene |
|---|---|
| 1 - Čelik | Relativna linearna promjena. |




| No | dL | Δ3 [cm] | Δ2 [cm] | b1 [cm] | t1 [cm] | b2 [cm] | t2 [cm] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | br [cm] | d [cm] | | |
| S | 0 | 0.00 | -22.50 | 19.00 | 1.46 | 19.00 | 1.46 |
| | | | | 0.94 | 90.00 | | |
| E | 1 | 0.00 | 0.00 | 19.00 | 1.46 | 19.00 | 1.46 |
| | | | | 0.94 | 45.00 | | |

### Set: 5 Presjek: Promjenjiv, Fiktivna ekscentričnost

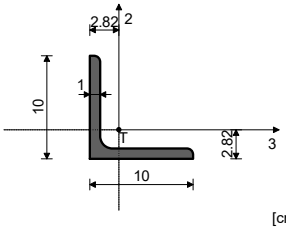
| Mat. | Tip promjene |
|---|---|
| 1 - Čelik | Relativna linearna promjena. |




| No | dL | Δ3 [cm] | Δ2 [cm] | b1 [cm] | t1 [cm] | b2 [cm] | t2 [cm] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | br [cm] | d [cm] | | |
| S | 0 | 0.00 | 0.00 | 19.00 | 1.46 | 19.00 | 1.46 |
| | | | | 0.94 | 45.00 | | |
| E | 1 | 0.00 | -22.50 | 19.00 | 1.46 | 19.00 | 1.46 |
| | | | | 0.94 | 90.00 | | |

Set: 6 Presjek: L 100x100x10, Jednostavan nelinearan (vlačni) štap, Fiktivna ekscentričnost

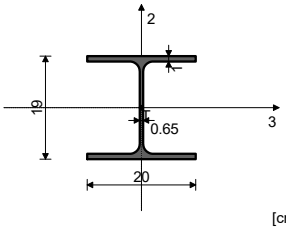
| Mat. | A1 | A2 | A3 | I1 | I2 | I3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 - Čelik - spregovi | 1.920e-3 | 1.000e-3 | 1.000e-3 | 6.670e-8 | 1.766e-6 | 1.766e-6 |



[cm]

Set: 7 Presjek: HEA 200, Fiktivna ekscentričnost

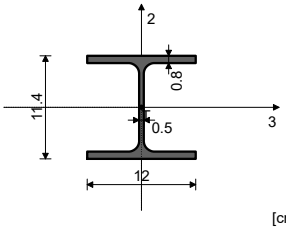
| Mat. | A1 | A2 | A3 | I1 | I2 | I3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 - Čelik | 5.380e-3 | 1.805e-3 | 3.575e-3 | 2.110e-7 | 1.340e-5 | 3.690e-5 |



[cm]

Set: 8 Presjek: HEA 120, Fiktivna ekscentričnost

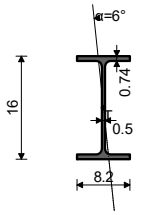
| Mat. | A1 | A2 | A3 | I1 | I2 | I3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 - Čelik | 2.530e-3 | 8.420e-4 | 1.688e-3 | 6.020e-8 | 2.310e-6 | 6.060e-6 |



[cm]

Set: 9 Presjek: IPE 160, Fiktivna ekscentričnost

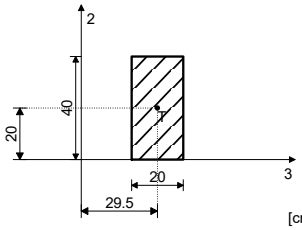
| Mat. | A1 | A2 | A3 | I1 | I2 | I3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 - Čelik | 2.010e-3 | 9.674e-4 | 1.043e-3 | 3.620e-8 | 7.705e-7 | 8.603e-6 |



[cm]

Set: 10 Presjek: b/d=20/40, Fiktivna ekscentričnost

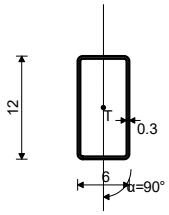
| Mat. | A1 | A2 | A3 | I1 | I2 | I3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 - Beton C 25/30 | 8.000e-2 | 6.667e-2 | 6.667e-2 | 7.324e-4 | 2.667e-4 | 1.067e-3 |



[cm]

Set: 11 Presjek: HOP [] 120x60x3, Fiktivna ekscentričnost

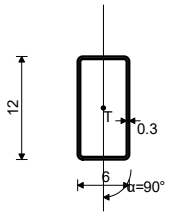
| Mat. | A1 | A2 | A3 | I1 | I2 | I3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 - Čelik | 1.021e-3 | 3.600e-4 | 7.200e-4 | 1.560e-6 | 1.891e-6 | 6.431e-7 |



[cm]

Set: 12 Presjek: HOP [] 120x60x3, Fiktivna ekscentričnost

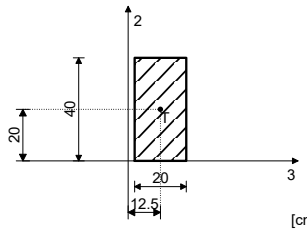
| Mat. | A1 | A2 | A3 | I1 | I2 | I3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 - Čelik | 1.021e-3 | 3.600e-4 | 7.200e-4 | 1.560e-6 | 1.891e-6 | 6.431e-7 |



[cm]

Set: 13 Presjek: b/d=20/40, Fiktivna ekscentričnost

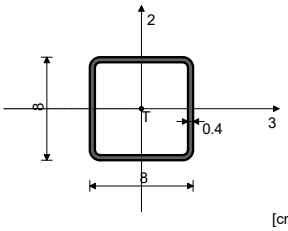
| Mat. | A1 | A2 | A3 | I1 | I2 | I3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 - Beton C 25/30 | 8.000e-2 | 6.667e-2 | 6.667e-2 | 7.324e-4 | 2.667e-4 | 1.067e-3 |



[cm]

Set: 15 Presjek: HOP [] 80x80x4, Fiktivna ekscentričnost

| Mat. | A1 | A2 | A3 | I1 | I2 | I3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 - Čelik | 1.175e-3 | 6.400e-4 | 6.400e-4 | 1.798e-6 | 1.110e-6 | 1.110e-6 |



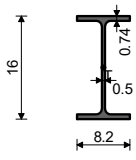
[cm]

Set: 16 Presjek: Višedjelni, Fiktivna ekscentričnost

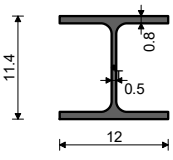
| Mat. | A1 | A2 | A3 | I1 | I2 | I3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 - Čelik | 4.540e-3 | 1.809e-3 | 2.731e-3 | 9.640e-8 | 3.080e-6 | 1.223e-4 |

| No | Presjek | Δ3 [cm] | Δ2 [cm] | α | Mat. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | IPE 160 | 0.00 | 31.00 | -0.10 | 1 |
| 2 | HEA 120 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1 |



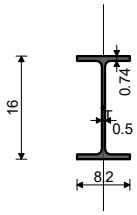
[cm]
IPE 160



[cm]
HEA 120

Set: 17 Presjek: IPE 160, Fiktivna ekscentričnost

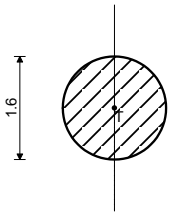
| Mat. | A1 | A2 | A3 | I1 | I2 | I3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 - Čelik | 2.010e-3 | 9.666e-4 | 1.043e-3 | 3.620e-8 | 6.830e-7 | 8.690e-6 |




[cm]

Set: 18 Presjek: D=1.6, Jednostavan nelinearan (vlačni) štap, Fiktivna ekscentričnost

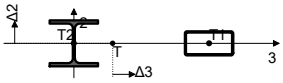
| Mat. | A1 | A2 | A3 | I1 | I2 | I3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 - Čelik - okrugli | 2.011e-4 | 1.810e-4 | 1.810e-4 | 6.434e-9 | 3.217e-9 | 3.217e-9 |



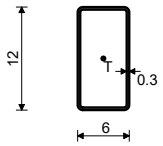

[cm]

Set: 19 Presjek: Višedjelni, Fiktivna ekscentričnost

| Mat. | A1 | A2 | A3 | I1 | I2 | I3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 - Čelik | 3.551e-3 | 1.202e-3 | 2.408e-3 | 1.620e-6 | 8.584e-5 | 6.703e-6 |

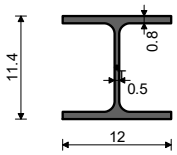



| No | Presjek | Δ3 [cm] | Δ2 [cm] | α | Mat. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | HOP [] 120x60x3 | 33.50 | 0.00 | 1.57 | 1 |
| 2 | HEA 120 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1 |




[cm]

HOP [] 120x60x3

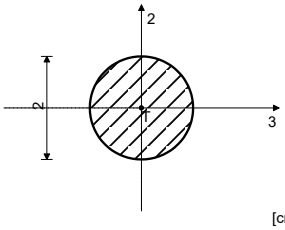



[cm]

HEA 120

Set: 20 Presjek: D=2, Fiktivna ekscentričnost

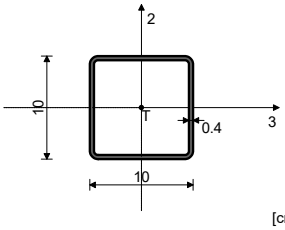
| Mat. | A1 | A2 | A3 | I1 | I2 | I3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 - Čelik - okrugli | 3.142e-4 | 2.827e-4 | 2.827e-4 | 1.571e-8 | 7.854e-9 | 7.854e-9 |




[cm]

Set: 21 Presjek: HOP [] 100x100x4, Fiktivna ekscentričnost

| Mat. | A1 | A2 | A3 | I1 | I2 | I3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 - Čelik | 1.495e-3 | 8.000e-4 | 8.000e-4 | 3.612e-6 | 2.264e-6 | 2.264e-6 |




[cm]

| Setovi točkastih ležajeva | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Set | K,R1 | K,R2 | K,R3 | K,M1 | K,M2 | K,M3 |
| 1 | 1.000e+10 | 1.000e+10 | 1.000e+10 | | | |

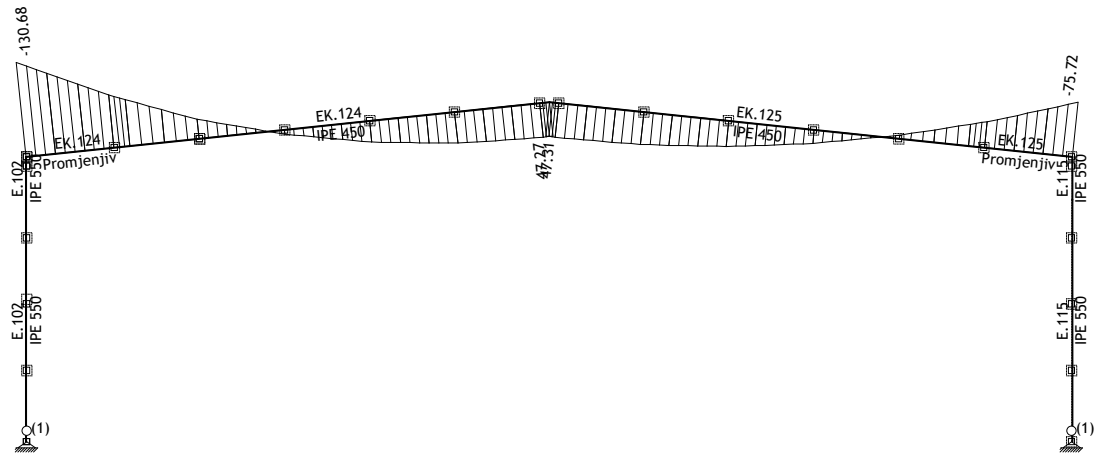
## *Ulazni podaci - Opterećenje*

Lista slučajeva opterećenja

| LC | Naziv | pX [kN] | pY [kN] | pZ [kN] |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Stalno (g) | 0.00 | 0.00 | -1318.29 |
| 2 | Snijeg | 0.00 | 0.00 | -2123.63 |
| 3 | Vjetar X | 231.55 | -0.00 | 977.90 |
| 4 | Vjetar Y | -0.00 | 573.23 | 937.20 |
| 5 | Komb.: 1.35xI+1.5xII+0.9xIV | -0.00 | 515.90 | -4121.66 |
| 6 | Komb.: 1.35xI+1.5xII+0.9xIII | 208.39 | -0.00 | -4085.03 |
| 7 | Komb.: 1.35xI+0.75xII+1.5xIV | -0.00 | 859.84 | -1966.62 |
| 8 | Komb.: 1.35xI+0.75xII+1.5xIII | 347.32 | -0.00 | -1905.57 |
| 9 | Komb.: I+1.5xII+0.9xIV | -0.00 | 515.90 | -3660.26 |
| 10 | Komb.: I+1.5xII+0.9xIII | 208.39 | -0.00 | -3623.63 |
| 11 | Komb.: I+0.75xII+1.5xIV | -0.00 | 859.84 | -1505.22 |
| 12 | Komb.: I+0.75xII+1.5xIII | 347.32 | -0.00 | -1444.17 |
| 13 | Komb.: 1.35xI+1.5xIV | -0.00 | 859.84 | -373.89 |
| 14 | Komb.: 1.35xI+1.5xIII | 347.32 | -0.00 | -312.84 |
| 15 | Komb.: 1.35xI+1.5xII | 0.00 | 0.00 | -4965.14 |
| 16 | Komb.: I+1.5xIV | -0.00 | 859.84 | 87.51 |
| 17 | Komb.: I+1.5xIII | 347.32 | -0.00 | 148.56 |
| 18 | Komb.: I+1.5xII | 0.00 | 0.00 | -4503.74 |
| 19 | Komb.: 1.35xI | 0.00 | 0.00 | -1779.69 |
| 20 | Komb.: I | 0.00 | 0.00 | -1318.29 |

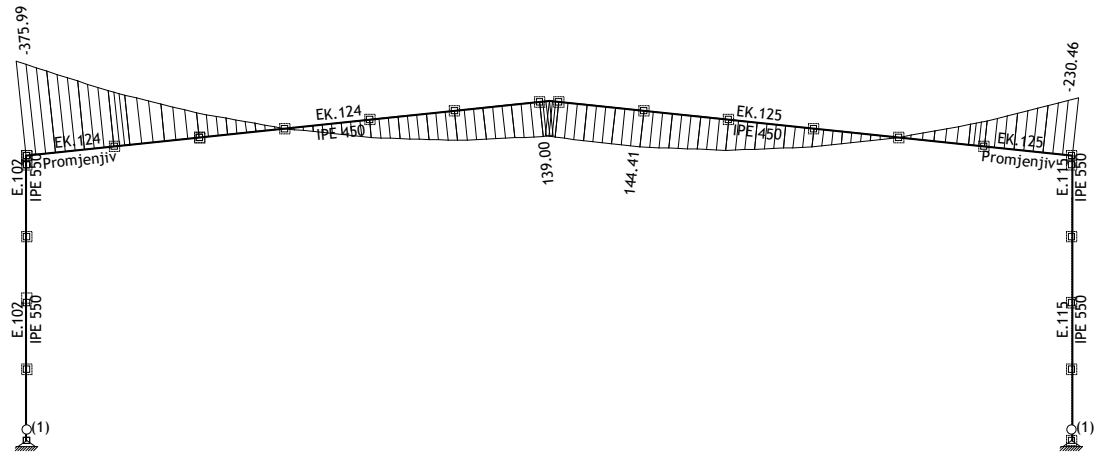
## *Statički proračun*

Opt. 1: Stalno (g)



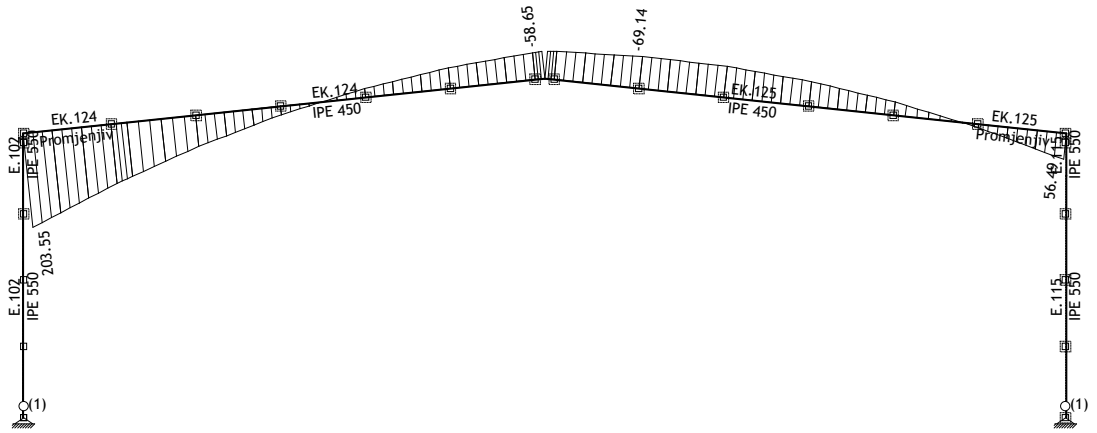

Okvir: V_4
Utjecaji u gredi: max M3= 47.31 / min M3= -130.68 kNm

Opt. 2: Snijeg



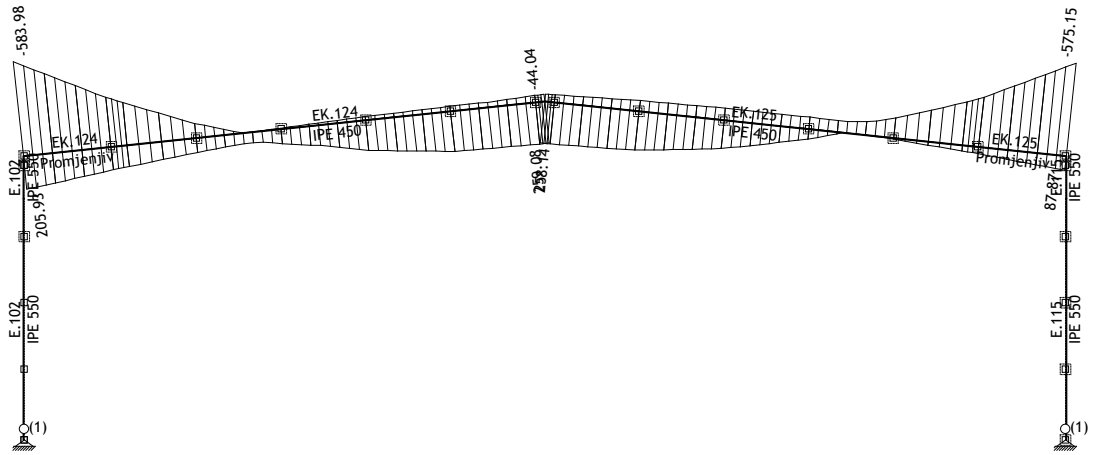

Okvir: V_4
Utjecaji u gredi: max M3= 144.41 / min M3= -375.99 kNm

Opt. 4: Vjetar Y



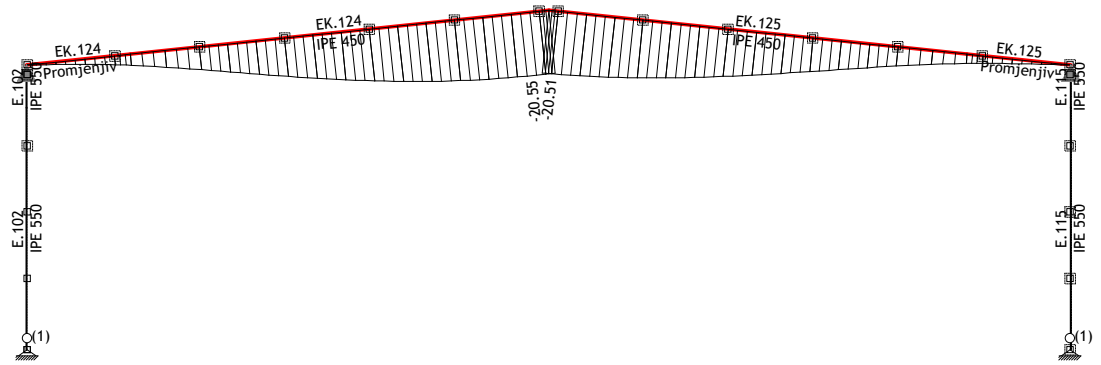

Okvir: V_4
Utjecaji u gredi: max M3= 203.55 / min M3= -69.14 kNm

Opt. 21: [Anv] 5-20



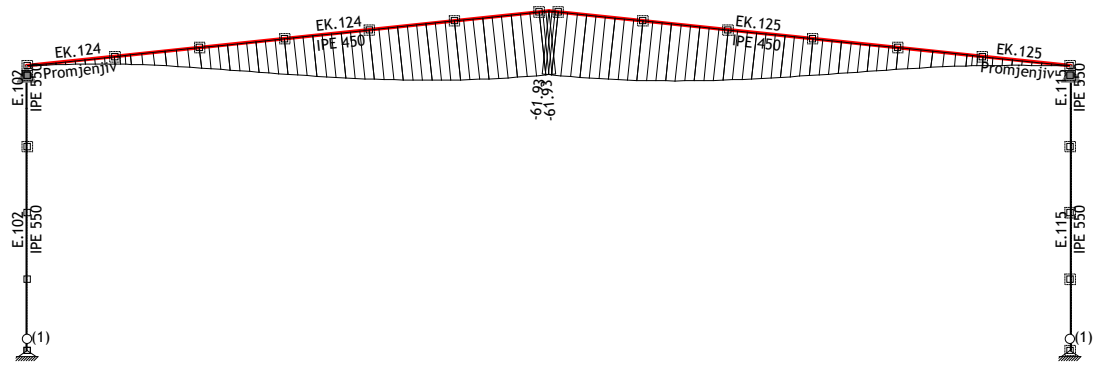

Okvir: V_4
Utjecaji u gredi: max M3= 259.08 / min M3= -583.98 kNm

Opt. 1: Stalno (g)




Okvir: V_4
Utjecaji u gredi: max u,rel.(Z)= 0.00 / min u,rel.(Z)= -20.55 m / 1000

Opt. 2: Snijeg



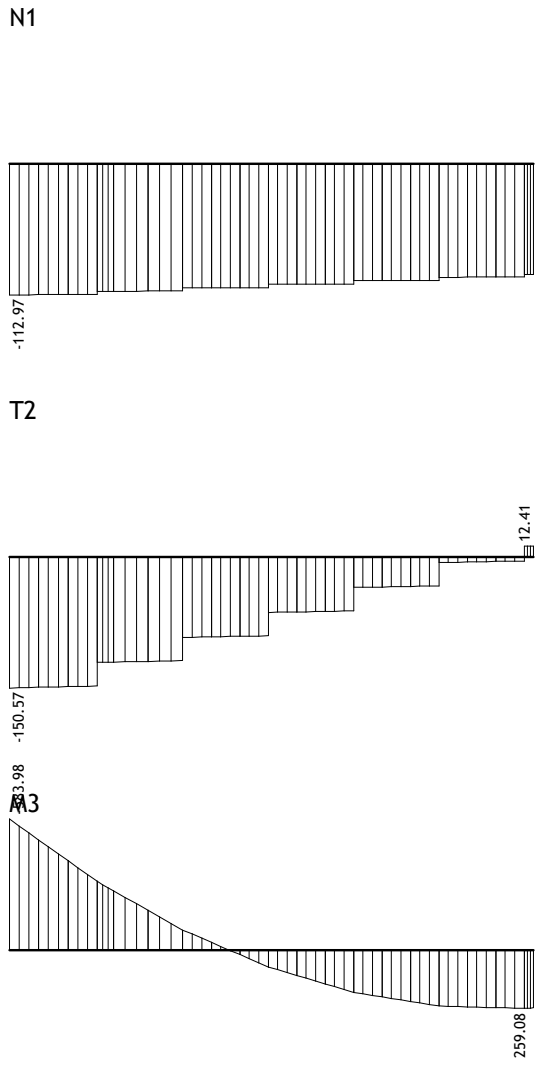

Okvir: V_4
Utjecaji u gredi: max u,rel.(Z)= 0.00 / min u,rel.(Z)= -61.93 m / 1000

KONTROLA PROGIBA

u=6,20+2,10=8,30<2200/200=11,00 [cm]

REZNE SILE U PREČKI OKVIRA

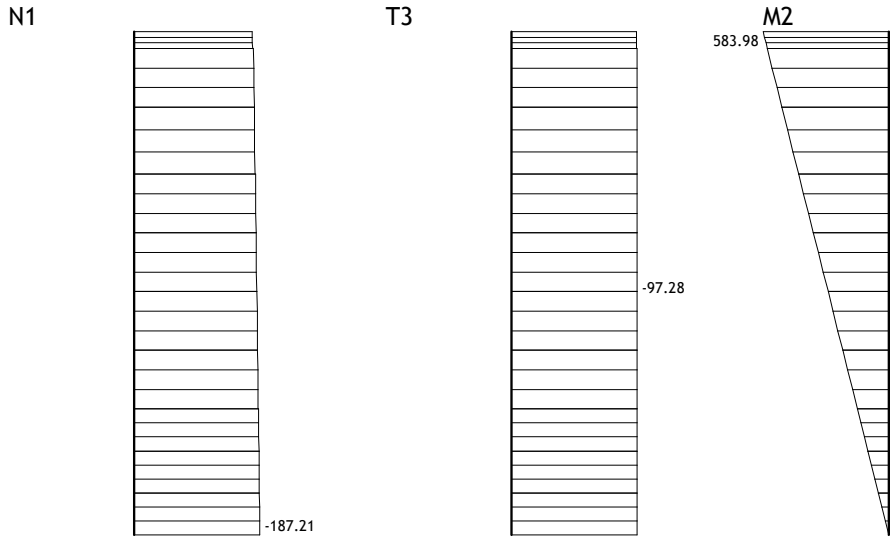
Opt. 15: 1.35xI+1.5xII




Utjecaji u gredi: EK. 124 (659-793-1395)
N1 [kN], T2 [kN], M3 [kNm]

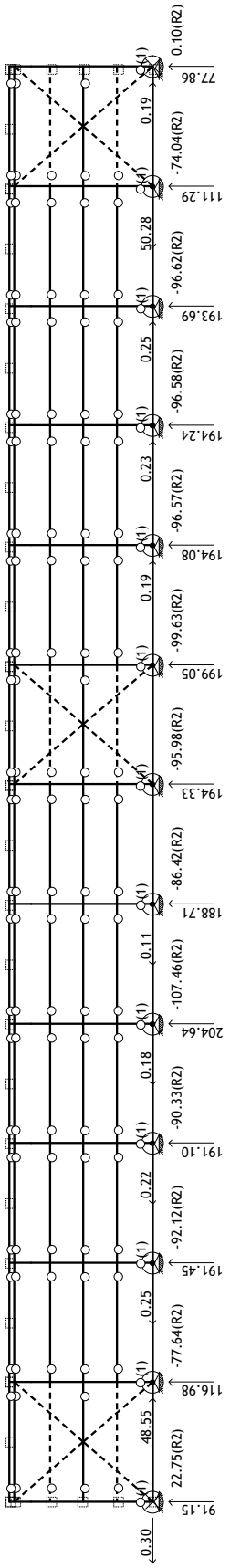
STUP OKVIRA

Opt. 15: 1.35xI+1.5xII



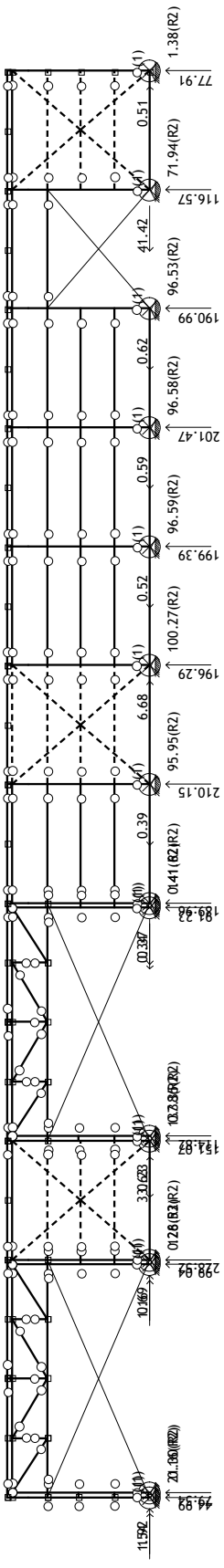

Utjecaji u gredi: E. 102 (370-622-659)
N1 [kN], T3 [kN], M2 [kNm]

Opt. 15: 1.35xI+1.5xII



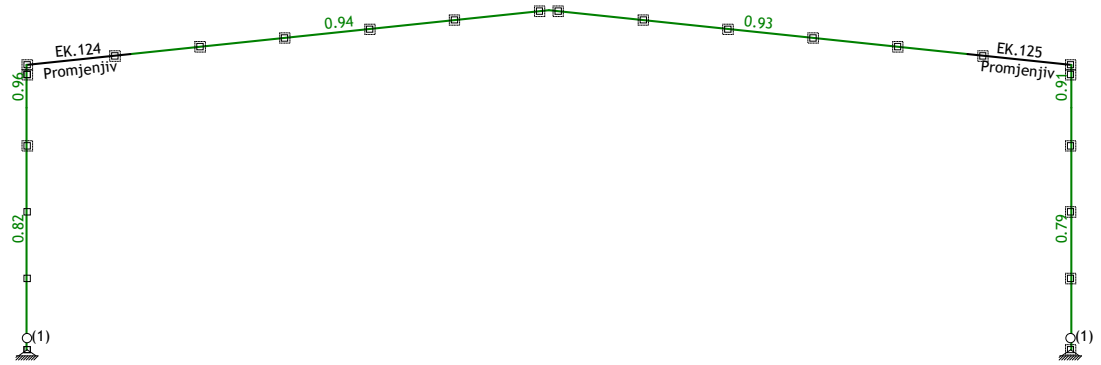

Okvir: H_2
Reakcije ležajeva

Opt. 15: 1.35xI+1.5xII

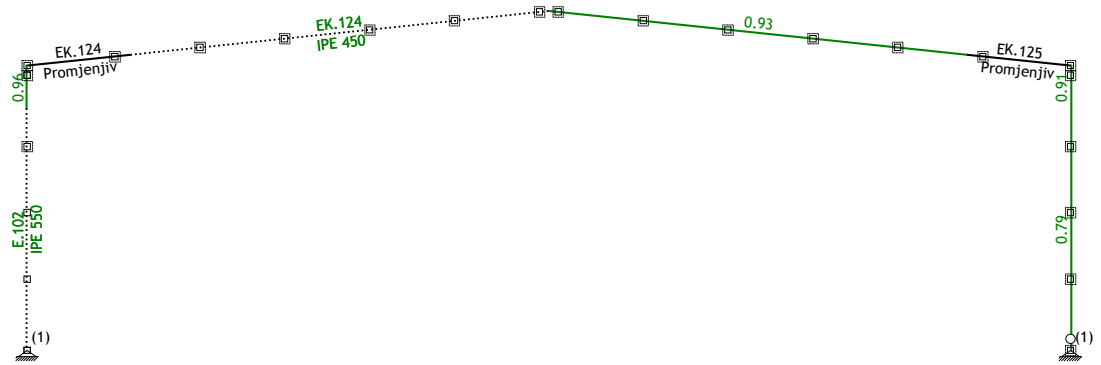



Okvir: H_1
Reakcije ležajeva

## *Dimenzioniranje (čelik)*



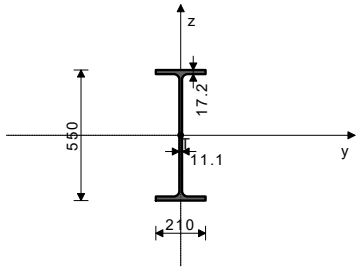

Okvir: V_4
Kontrola stabilnosti




Okvir: V_4
Kontrola stabilnosti

**E.102 (370-622)**
POPREČNI PRESJEK: IPE 550 [S 275] [Set: 1]
EUROCODE 3 (ENV)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA




| | |
|---|---|
| Ax = | 134.00 cm2 |
| Ay = | 62.075 cm2 |
| Az = | 71.925 cm2 |
| Ix = | 124.00 cm4 |
| Iy = | 67120 cm4 |
| Iz = | 2670.0 cm4 |
| Wy = | 2440.7 cm3 |
| Wz = | 254.29 cm3 |
| Wy,pl = | 2727.1 cm3 |
| Wz,pl = | 379.26 cm3 |
| γM0 = | 1.100 |
| γM1 = | 1.100 |
| γM2 = | 1.250 |
| Anet/A = | 0.900 |

(fy = 27.5 kN/cm2, fu = 43.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

| | | |
|---|---|---|
| 15. γ=0.82 | 18. γ=0.77 | 6. γ=0.67 |
| 10. γ=0.62 | 5. γ=0.56 | 9. γ=0.51 |
| 16. γ=0.29 | 8. γ=0.25 | 13. γ=0.25 |
| 12. γ=0.21 | 19. γ=0.19 | 11. γ=0.16 |
| 17. γ=0.16 | 14. γ=0.16 | 7. γ=0.16 |
| 20. γ=0.16 | | |

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

| | | |
|---|---|---|
| Računska uzdužna sila | Nsd = | -178.89 kN |
| Poprečna sila u y pravcu | Vsd_y = | 3.426 kN |
| Poprečna sila u z pravcu | Vsd_z = | 97.277 kN |
| Momenat savijanja oko y osi | Msd_y = | 496.48 kNm |
| Momenat savijanja oko z osi | Msd_z = | 2.275 kNm |
| Moment torzije | Mt = | 0.093 kNm |
| Sistemska dužina štapa | L = | 510.00 cm |

5.3 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA
5.4.4 Tlak

| | | |
|---|---|---|
| Plastična računska otpornost | Npl.Rd = | 3350.0 kN |
| Računska otpornost na tlak | Nc.Rd = | 3350.0 kN |

**Uvjet 5.16: Nsd <= Nc.Rd (178.89 <= 3350.00)**

5.4.5 Savijanje y-y

| | | |
|---|---|---|
| Računski plastični moment | Mpl.Rd = | 681.78 kNm |
| Računska otp.na lokalno izbočavanje | Mo.Rd = | 610.18 kNm |
| Računski elastični momenat | Mel.Rd = | 610.18 kNm |
| Računska otpornost na savijanje | Mc.Rd = | 681.78 kNm |

**Uvjet 5.17: Msd_y <= Mc.Rd_y (496.48 <= 681.78)**

5.4.5 Savijanje z-z

| | | |
|---|---|---|
| Računski plastični moment | Mpl.Rd = | 94.815 kNm |
| Računska otp.na lokalno izbočavanje | Mo.Rd = | 63.571 kNm |
| Računski elastični momenat | Mel.Rd = | 63.571 kNm |
| Računska otpornost na savijanje | Mc.Rd = | 94.815 kNm |

**Uvjet 5.17: Msd_z <= Mc.Rd_z (2.27 <= 94.81)**

5.4.6 Posmik

| | | |
|---|---|---|
| Računska plast.otp.na posmik z-z | Vpl.Rd = | 1038.2 kN |

**Uvjet 5.20: Vsd_z <= Vpl.Rd_z (97.28 <= 1038.15)**

| | | |
|---|---|---|
| Računska plast.otp.na posmik y-y | Vpl.Rd = | 895.97 kN |

**Uvjet 5.20: Vsd_y <= Vpl.Rd_y (3.43 <= 895.97)**

5.4.9 Savijanje, posmik i centrična sila
Nije potrebna redukcija momenata otpornosti
Uvjet: Vsd_z <= 50%Vpl.Rd_z i Vsd_y <= 50%Vpl.Rd_y

5.4.8 Savijanje i centrična sila

| | |
|---|---|
| Omjer Nsd / Npl.Rd | 0.053 |
| Omjer Msd_y / Mpl.Rd_y | 0.728 |
| Omjer Msd_z / Mpl.Rd_z | 0.024 |

**Uvjet 5.36: (0.81 <= 1)**

5.5 OTPORNOST ELEMENATA NA IZVIJANJE

5.5.1.1 Otpornost na izvijanje

| | | |
|---|---|---|
| Dužina izvijanja y-y | l,y = | 510.00 cm |
| Polumjer inercije y-y | i,y = | 22.381 cm |
| Vitkost y-y | λ,y = | 22.787 |
| Relativna vitkost y-y | λ_y = | 0.263 |
| Krivulja izvijanja za os y-y: A | α = | 0.210 |
| Redukcijski koeficijent | χ,y = | 0.986 |
| Koeficijent efektivnog presjeka | βA = | 1.000 |
| Računska otpornost na izvijanje | Nb.Rd_y = | 3303.5 kN |

**Uvjet 5.45: Nsd <= Nb.Rd_y (178.89 <= 3303.47)**

| | | |
|---|---|---|
| Dužina izvijanja z-z | l,z = | 255.00 cm |
| Polumjer inercije z-z | i,z = | 4.464 cm |
| Vitkost z-z | λ,z = | 57.126 |
| Relativna vitkost z-z | λ_z = | 0.658 |
| Krivulja izvijanja za os z-z: B | α = | 0.340 |
| Redukcijski koeficijent | χ,z = | 0.807 |
| Koeficijent efektivnog presjeka | βA = | 1.000 |
| Računska otpornost na izvijanje | Nb.Rd_z = | 2702.9 kN |

**Uvjet 5.45: Nsd <= Nb.Rd_z (178.89 <= 2702.86)**

5.5.2 Bočno-torzijsko izvijanje greda

| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent | C1 = | 2.150 |
| Koeficijent | C2 = | 0.000 |
| Koeficijent | C3 = | 2.150 |
| Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja | k = | 0.500 |
| Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja | kw = | 0.500 |
| Koordinata | zg = | 0.000 cm |
| Koordinata | zj = | 0.000 cm |
| Razmak bočno pridržanih točaka | L = | 255.00 cm |
| Sektorski moment inercije | Iw = | 1.88e+6 cm6 |
| Krit.mom.za bočno tor.izvijanje | Mcr = | 19843 kNm |
| Koeficijent | βw = | 1.000 |
| Koeficijent imperf. | αLT = | 0.210 |
| Bezdimenzionalna vitkost | λLT_ = | 0.194 |
| Koeficijent redukcije | χLT = | 1.000 |
| Računska otpornost na izvijanje | Mb.Rd = | 681.78 kNm |

Nije potrebno voditi računa o bočno-torz.izv. λ_LT <= 0.4

5.5.4 Savijanje i centrični tlak

| | | |
|---|---|---|
| Redukcijski koeficijent | χmin = | 0.807 |
| Nsd / ... | | 0.066 |
| Koeficijent uniformnog momenta | βy = | 1.800 |
| Koeficijent | μy = | 0.012 |
| Koeficijent | ky = | 0.999 |
| ky * My / ... | | 0.728 |
| Koeficijent uniformnog momenta | βz = | 1.722 |
| Koeficijent | μz = | 0.125 |
| Koeficijent | kz = | 0.992 |
| kz * Mz / ... | | 0.024 |

**Uvjet 5.51: (0.82 <= 1)**

| | | |
|---|---|---|
| Redukcijski koeficijent | χ_z = | 0.807 |
| Nsd/ ... | | 0.066 |
| Redukcijski koeficijent | χLT = | 1.000 |
| Koef.unif.mom.za bočno torz.izv. | βM.LT = | 1.800 |
| Koeficijent | μLT = | 0.028 |
| Koeficijent | kLT = | 0.998 |
| kLT * My / ... | | 0.727 |
| Koeficijent uniformnog momenta | βz = | 1.722 |
| Koeficijent | μz = | 0.125 |
| Koeficijent | kz = | 0.992 |
| kz * Mz / ... | | 0.024 |

**Uvjet 5.52: (0.82 <= 1)**

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM
za posmik u ravnini z-z

| | | |
|---|---|---|
| Širina lima | d = | 51.560 cm |
| Debljina lima | tw = | 1.110 cm |

Nema poprečnih ukrućenja u sredini

| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent izbočavanja posmikom | kτ = | 5.340 |

Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom
**Uvjet: d / tw <= 69 ε (46.45 <= 63.78)**

5.6.7 Interakcija posmične sile, savijanja i centr.sile
za posmik u ravnini z-z
Nije potrebno reducirati računsku otpornost presjeka

| | | |
|---|---|---|
| Računska otpornost na izbočavanje | Vba.Rd = | 826.81 kN |

Vsd <= 50% Vba.Rd

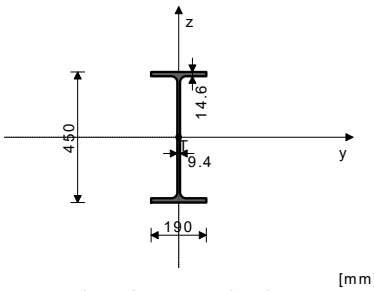
5.7 OTPORNOST REBRA NA POPREČNE SILE
5.7.7 Izvijanje tlačne nožice u ravnini rebra

| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent (klasa nožice 1) | k = | 0.300 |
| Površina rebra | Aw = | 61.050 cm2 |

Površina tlač. nožice Afc = 36.120 cm2
Spriječena je mogućnost izvijanja nožice u ravnini rebra
**Uvjet 5.80: (46.45 <= 297.84)**

**EK.124 (1395-793)**
POPREČNI PRESJEK: IPE 450 [S 275] [Set: 2]
EUROCODE 3 (ENV)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA




| | |
|---|---|
| Ax = | 98.800 cm2 |
| Ay = | 47.976 cm2 |
| Az = | 50.824 cm2 |
| Ix = | 67.100 cm4 |
| Iy = | 33740 cm4 |
| Iz = | 1680.0 cm4 |
| Wy = | 1499.6 cm3 |
| Wz = | 176.84 cm3 |
| Wy,pl = | 1662.1 cm3 |
| Wz,pl = | 263.53 cm3 |
| γM0 = | 1.100 |
| γM1 = | 1.100 |
| γM2 = | 1.250 |
| Anet/A = | 0.900 |

(fy = 27.5 kN/cm2, fu = 43.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

| | | |
|---|---|---|
| 15. γ=0.94 | 18. γ=0.89 | 6. γ=0.75 |
| 5. γ=0.73 | 10. γ=0.70 | 9. γ=0.68 |
| 16. γ=0.33 | 13. γ=0.29 | 8. γ=0.27 |
| 7. γ=0.27 | 11. γ=0.23 | 12. γ=0.22 |
| 19. γ=0.22 | 20. γ=0.16 | 17. γ=0.16 |
| 14. γ=0.16 | | |

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

| | | |
|---|---|---|
| Računska uzdužna sila | Nsd = | -109.83 kN |
| Poprečna sila u y pravcu | Vsd_y = | -3.126 kN |
| Poprečna sila u z pravcu | Vsd_z = | -120.67 kN |
| Momenat savijanja oko y osi | Msd_y = | -265.11 kNm |
| Momenat savijanja oko z osi | Msd_z = | -2.393 kNm |
| Moment torzije | Mt = | 0.088 kNm |
| Sistemska dužina štapa | L = | 886.06 cm |

5.3 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA
5.4.4 Tlak

| | | |
|---|---|---|
| Plastična računska otpornost | Npl.Rd = | 2470.0 kN |
| Računska otpornost na tlak | Nc.Rd = | 2470.0 kN |

**Uvjet 5.16: Nsd <= Nc.Rd (109.83 <= 2470.00)**

5.4.5 Savijanje y-y

| | | |
|---|---|---|
| Računski plastični moment | Mpl.Rd = | 415.52 kNm |
| Računska otp.na lokalno izbočavanje | Mo.Rd = | 374.89 kNm |
| Računski elastični momenat | Mel.Rd = | 374.89 kNm |
| Računska otpornost na savijanje | Mc.Rd = | 415.52 kNm |

**Uvjet 5.17: Msd_y <= Mc.Rd_y (265.11 <= 415.52)**

5.4.5 Savijanje z-z

| | | |
|---|---|---|
| Računski plastični moment | Mpl.Rd = | 65.882 kNm |
| Računska otp.na lokalno izbočavanje | Mo.Rd = | 44.211 kNm |
| Računski elastični momenat | Mel.Rd = | 44.211 kNm |
| Računska otpornost na savijanje | Mc.Rd = | 65.882 kNm |

**Uvjet 5.17: Msd_z <= Mc.Rd_z (2.39 <= 65.88)**

5.4.6 Posmik

| | | |
|---|---|---|
| Računska plast.otp.na posmik z-z | Vpl.Rd = | 733.59 kN |

**Uvjet 5.20: Vsd_z <= Vpl.Rd_z (120.67 <= 733.59)**

| | | |
|---|---|---|
| Računska plast.otp.na posmik y-y | Vpl.Rd = | 692.47 kN |

**Uvjet 5.20: Vsd_y <= Vpl.Rd_y (3.13 <= 692.47)**

5.4.9 Savijanje, posmik i centrična sila
Nije potrebna redukcija momenata otpornosti
Uvjet: Vsd_z <= 50%Vpl.Rd_z i Vsd_y <= 50%Vpl.Rd_y

5.4.8 Savijanje i centrična sila
Omjer Nsd / Npl.Rd 0.044
Omjer Msd_y / Mpl.Rd_y 0.638
Omjer Msd_z / Mpl.Rd_z 0.036
**Uvjet 5.36: (0.72 <= 1)**

5.5 OTPORNOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
5.5.1.1 Otpornost na izvijanje

| | | |
|---|---|---|
| Dužina izvijanja y-y | l,y = | 886.06 cm |
| Polumjer inercije y-y | i,y = | 18.480 cm |
| Vitkost y-y | λ,y = | 47.948 |
| Relativna vitkost y-y | λ_y = | 0.552 |
| Krivulja izvijanja za os y-y: A | α = | 0.210 |
| Redukcijski koeficijent | χ,y = | 0.907 |
| Koeficijent efektivnog presjeka | βA = | 1.000 |
| Računska otpornost na izvijanje | Nb.Rd_y = | 2240.7 kN |

**Uvjet 5.45: Nsd <= Nb.Rd_y (109.83 <= 2240.73)**

| | | |
|---|---|---|
| Dužina izvijanja z-z | l,z = | 443.03 cm |
| Polumjer inercije z-z | i,z = | 4.124 cm |
| Vitkost z-z | λ,z = | 107.44 |
| Relativna vitkost z-z | λ_z = | 1.238 |
| Krivulja izvijanja za os z-z: B | α = | 0.340 |
| Redukcijski koeficijent | χ,z = | 0.458 |
| Koeficijent efektivnog presjeka | βA = | 1.000 |
| Računska otpornost na izvijanje | Nb.Rd_z = | 1131.5 kN |

**Uvjet 5.45: Nsd <= Nb.Rd_z (109.83 <= 1131.46)**

5.5.2 Bočno-torzijsko izvijanje greda

| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent | C1 = | 0.712 |
| Koeficijent | C2 = | 0.652 |
| Koeficijent | C3 = | 1.070 |
| Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja | k = | 0.500 |
| Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja | kw = | 0.500 |
| Koordinata | zg = | 22.500 cm |
| Koordinata | zj = | 0.000 cm |
| Razmak bočno pridržanih točaka | L = | 440.00 cm |
| Sektorski moment inercije | Iw = | 7.91e+5 cm6 |
| Krit.mom.za bočno tor.izvijanje | Mcr = | 661.96 kNm |
| Koeficijent | βw = | 1.000 |
| Koeficijent imperf. | αLT = | 0.210 |
| Bezdimenzionalna vitkost | λLT_ = | 0.831 |
| Koeficijent redukcije | χLT = | 0.778 |
| Računska otpornost na izvijanje | Mb.Rd = | 323.08 kNm |

**Uvjet 5.48: Msd_y <= Mb.Rd (265.11 <= 323.08)**

5.5.4 Savijanje i centrični tlak

| | | |
|---|---|---|
| Redukcijski koeficijent | χmin = | 0.458 |
| Nsd / ... | | 0.097 |
| Koeficijent uniformnog momenta | βy = | 2.130 |
| Koeficijent | μy = | 0.252 |
| Koeficijent | ky = | 0.989 |
| ky * My / ... | | 0.631 |
| Koeficijent uniformnog momenta | βz = | 1.466 |
| Koeficijent | μz = | -0.832 |
| Koeficijent | kz = | 1.073 |
| kz * Mz / ... | | 0.039 |

**Uvjet 5.51: (0.77 <= 1)**

| | | |
|---|---|---|
| Redukcijski koeficijent | χ_z = | 0.458 |
| Nsd/ ... | | 0.097 |
| Redukcijski koeficijent | χLT = | 0.778 |
| Koef.unif.mom.za bočno torz.izv. | βM.LT = | 2.130 |
| Koeficijent | μLT = | 0.245 |
| Koeficijent | kLT = | 0.978 |
| kLT * My / ... | | 0.803 |
| Koeficijent uniformnog momenta | βz = | 1.466 |
| Koeficijent | μz = | -0.832 |
| Koeficijent | kz = | 1.073 |
| kz * Mz / ... | | 0.039 |

**Uvjet 5.52: (0.94 <= 1)**

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM
za posmik u ravnini z-z

| | | |
|---|---|---|
| Širina lima | d = | 42.080 cm |
| Debljina lima | tw = | 0.940 cm |

Nema poprečnih ukrućenja u sredini

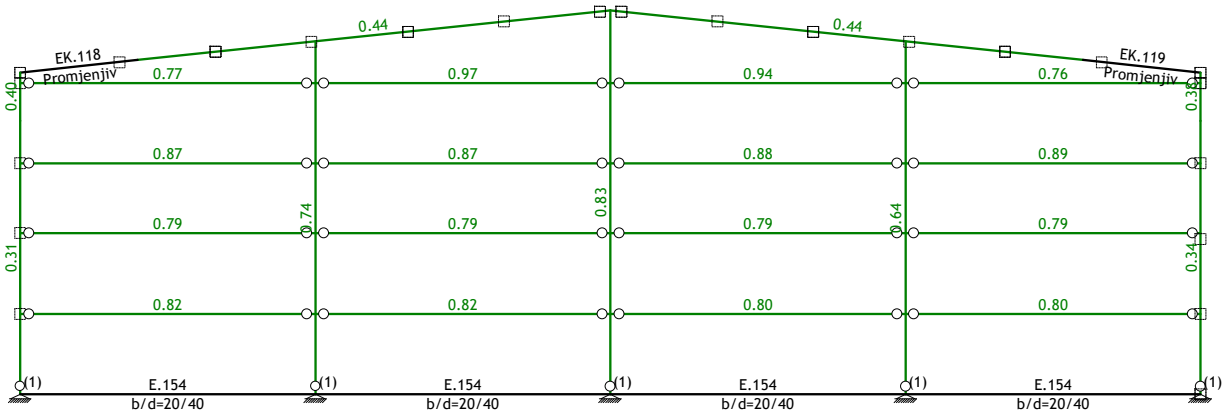
| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent izbočavanja posmikom | kτ = | 5.340 |

Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom
**Uvjet: d / tw <= 69 ε (44.77 <= 63.78)**

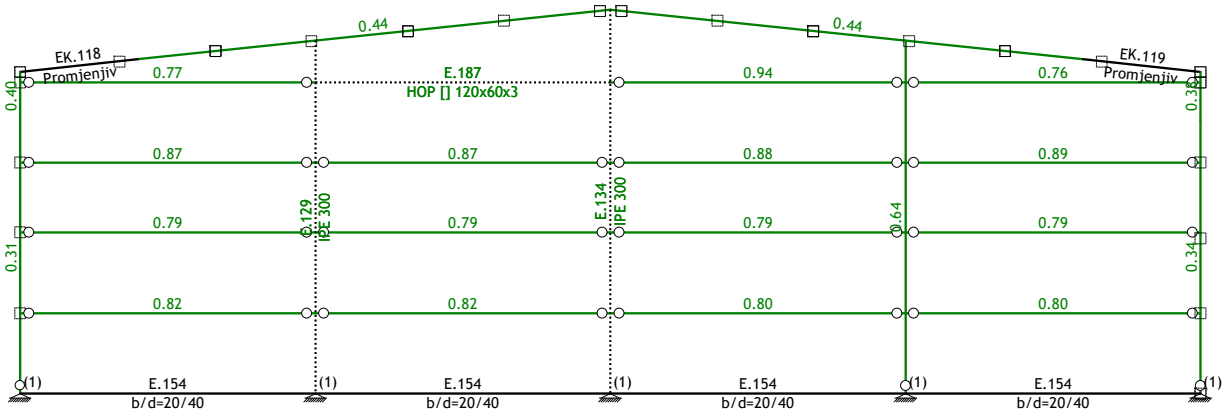
5.6.7 Interakcija posmične sile, savijanja i centr.sile za posmik u ravnini z-z
Računski plastični moment nožica Mf.Rd = 311.46 kNm
**Uvjeti 5.66a i 5.66b su ispunjeni**

Koeficijent (klasa nožice 1) k = 0.300
Površina rebra Aw = 42.300 cm2
Površina tlač. nožice Afc = 27.740 cm2
Spriječena je mogućnost izvijanja nožice u ravnini rebra
**Uvjet 5.80: (44.77 <= 282.89)**

5.7 OTPORNOST REBRA NA POPREČNE SILE
5.7.7 Izvijanje tlačne nožice u ravnini rebra



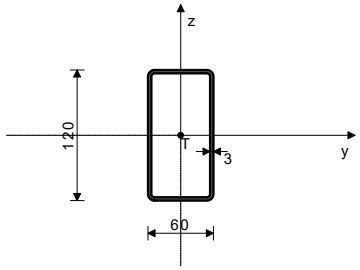

Okvir: V_1
Kontrola stabilnosti




Okvir: V_1
Kontrola stabilnosti

**E.187 (205-473)**
POPREČNI PRESJEK: HOP [] 120x60x3 [S 275] [Set: 12]
EUROCODE 3 (ENV)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA




| | |
|---|---|
| Ax = | 10.210 cm2 |
| Ay = | 3.403 cm2 |
| Az = | 6.807 cm2 |
| Ix = | 156.03 cm4 |
| Iy = | 189.12 cm4 |
| Iz = | 64.310 cm4 |
| Wy = | 31.520 cm3 |
| Wz = | 21.437 cm3 |
| Wy,pl = | 40.554 cm3 |
| Wz,pl = | 24.894 cm3 |
| γM0 = | 1.100 |
| γM1 = | 1.100 |
| γM2 = | 1.250 |
| Anet/A = | 0.900 |

(fy = 27.5 kN/cm2, fu = 43.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

| | | |
|---|---|---|
| 16. γ=0.97 | 17. γ=0.97 | 13. γ=0.92 |
| 14. γ=0.92 | 8. γ=0.70 | 12. γ=0.67 |
| 11. γ=0.60 | 7. γ=0.60 | 6. γ=0.49 |
| 10. γ=0.47 | 5. γ=0.43 | 9. γ=0.41 |
| 15. γ=0.16 | 18. γ=0.13 | 19. γ=0.10 |
| 20. γ=0.07 | | |

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 16, na 266.7 cm od početka štapa)

| | | |
|---|---|---|
| Računska uzdužna sila | Nsd = | -9.613 kN |
| Poprečna sila u z pravcu | Vsd_z = | -0.119 kN |
| Momenat savijanja oko y osi | Msd_y = | 5.375 kNm |
| Momenat savijanja oko z osi | Msd_z = | 0.303 kNm |
| Sistemska dužina štapa | L = | 550.00 cm |

5.3 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA
5.4.4 Tlak

| | | |
|---|---|---|
| Plastična računska otpornost | Npl.Rd = | 255.25 kN |
| Računska otpornost na tlak | Nc.Rd = | 255.25 kN |

**Uvjet 5.16: Nsd <= Nc.Rd (9.61 <= 255.25)**

5.4.5 Savijanje y-y

| | | |
|---|---|---|
| Računski plastični moment | Mpl.Rd = | 10.138 kNm |
| Računska otp.na lokalno izbočavanje | Mo.Rd = | 7.880 kNm |
| Računski elastični momenat | Mel.Rd = | 7.880 kNm |
| Računska otpornost na savijanje | Mc.Rd = | 10.138 kNm |

**Uvjet 5.17: Msd_y <= Mc.Rd_y (5.38 <= 10.14)**

5.4.5 Savijanje z-z

| | | |
|---|---|---|
| Računski plastični moment | Mpl.Rd = | 6.223 kNm |
| Računska otp.na lokalno izbočavanje | Mo.Rd = | 5.359 kNm |
| Računski elastični momenat | Mel.Rd = | 5.359 kNm |
| Računska otpornost na savijanje | Mc.Rd = | 6.223 kNm |

**Uvjet 5.17: Msd_z <= Mc.Rd_z (0.30 <= 6.22)**

5.4.6 Posmik

| | | |
|---|---|---|
| Računska plast.otp.na posmik z-z | Vpl.Rd = | 98.246 kN |

**Uvjet 5.20: Vsd_z <= Vpl.Rd_z (0.12 <= 98.25)**

5.4.9 Savijanje, posmik i centrična sila
Nije potrebna redukcija momenata otpornosti
Uvjet: Vsd_z <= 50%Vpl.Rd_z

5.4.8 Savijanje i centrična sila

| | |
|---|---|
| Omjer Nsd / Npl.Rd | 0.038 |
| Omjer Msd_y / Mpl.Rd_y | 0.530 |
| Omjer Msd_z / Mpl.Rd_z | 0.049 |

**Uvjet 5.36: (0.62 <= 1)**

5.5 OTPORNOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
5.5.1.1 Otpornost na izvijanje

| | | |
|---|---|---|
| Dužina izvijanja y-y | l,y = | 550.00 cm |
| Polumjer inercije y-y | i,y = | 4.304 cm |
| Vitkost y-y | λ,y = | 127.79 |
| Relativna vitkost y-y | λ_y = | 1.472 |
| Krivulja izvijanja za os y-y: B | α = | 0.340 |
| Redukcijski koeficijent | χ,y = | 0.353 |
| Koeficijent efektivnog presjeka | βA = | 1.000 |
| Računska otpornost na izvijanje | Nb.Rd_y = | 90.015 kN |

**Uvjet 5.45: Nsd <= Nb.Rd_y (9.61 <= 90.01)**

| | | |
|---|---|---|
| Dužina izvijanja z-z | l,z = | 550.00 cm |
| Polumjer inercije z-z | i,z = | 2.510 cm |
| Vitkost z-z | λ,z = | 219.15 |
| Relativna vitkost z-z | λ_z = | 2.525 |
| Krivulja izvijanja za os z-z: B | α = | 0.340 |
| Redukcijski koeficijent | χ,z = | 0.137 |
| Koeficijent efektivnog presjeka | βA = | 1.000 |
| Računska otpornost na izvijanje | Nb.Rd_z = | 35.014 kN |

**Uvjet 5.45: Nsd <= Nb.Rd_z (9.61 <= 35.01)**

5.5.2 Bočno-torzijsko izvijanje greda

| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent | C1 = | 1.132 |
| Koeficijent | C2 = | 0.459 |
| Koeficijent | C3 = | 0.525 |
| Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja | k = | 1.000 |
| Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja | kw = | 1.000 |
| Koordinata | zg = | 0.000 cm |
| Koordinata | zj = | 0.000 cm |
| Razmak bočno pridržanih točaka | L = | 550.00 cm |
| Sektorski moment inercije | Iw = | 0.000 cm6 |
| Krit.mom.za bočno tor.izvijanje | Mcr = | 84.355 kNm |
| Koeficijent | βw = | 1.000 |
| Koeficijent imperf. | αLT = | 0.210 |
| Bezdimenzionalna vitkost | λLT_ = | 0.364 |
| Koeficijent redukcije | χLT = | 0.962 |
| Računska otpornost na izvijanje | Mb.Rd = | 9.755 kNm |

Nije potrebno voditi računa o bočno-torz.izv. λ_LT <= 0.4

5.5.4 Savijanje i centrični tlak

| | | |
|---|---|---|
| Redukcijski koeficijent | χmin = | 0.137 |
| Nsd / ... | | 0.275 |
| Koeficijent uniformnog momenta | βy = | 1.300 |
| Koeficijent | μy = | -1.775 |
| Koeficijent | ky = | 1.172 |
| ky * My / ... | | 0.622 |
| Koeficijent uniformnog momenta | βz = | 1.300 |
| Koeficijent | μz = | -3.373 |
| Koeficijent | kz = | 1.500 |
| kz * Mz / ... | | 0.073 |

**Uvjet 5.51: (0.97 <= 1)**

| | | |
|---|---|---|
| Redukcijski koeficijent | χ_z = | 0.137 |
| Nsd/ ... | | 0.275 |
| Redukcijski koeficijent | χLT = | 0.962 |
| Koef.unif.mom.za bočno torz.izv. | βM.LT = | 1.300 |
| Koeficijent | μLT = | 0.342 |
| Koeficijent | kLT = | 0.915 |
| kLT * My / ... | | 0.504 |
| Koeficijent uniformnog momenta | βz = | 1.300 |
| Koeficijent | μz = | -3.373 |
| Koeficijent | kz = | 1.500 |
| kz * Mz / ... | | 0.073 |

**Uvjet 5.52: (0.85 <= 1)**

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM
za posmik u ravnini z-z

| | | |
|---|---|---|
| Širina lima | d = | 11.400 cm |
| Debljina lima | tw = | 0.300 cm |

Nema poprečnih ukrućenja u sredini

| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent izbočavanja posmikom | kτ = | 5.340 |

Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom
**Uvjet: d / tw <= 69 ε (38.00 <= 63.78)**

5.6.7 Interakcija posmične sile, savijanja i centr.sile
za posmik u ravnini z-z

| | | |
|---|---|---|
| Računski plastični moment nožica | Mf.Rd = | 5.392 kNm |

**Uvjeti 5.66a i 5.66b su ispunjeni**

5.7 OTPORNOST REBRA NA POPREČNE SILE
5.7.7 Izvijanje tlačne nožice u ravnini rebra

| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent (klasa nožice 1) | k = | 0.300 |
| Površina rebra | Aw = | 3.600 cm2 |
| Površina tlač. nožice | Afc = | 1.800 cm2 |

Spriječena je mogućnost izvijanja nožice u ravnini rebra
**Uvjet 5.80: (19.00 <= 323.98)**

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 17, početak štapa)

| | | |
|---|---|---|
| Računska uzdužna sila | Nsd = | -7.055 kN |
| Poprečna sila u y pravcu | Vsd_y = | -0.220 kN |
| Poprečna sila u z pravcu | Vsd_z = | 4.547 kN |
| Moment torzije | Mt = | -0.019 kNm |
| Sistemska dužina štapa | L = | 550.00 cm |

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA
5.4.6 Posmik

| | | |
|---|---|---|
| Računska plast.otp.na posmik z-z | Vpl.Rd = | 98.246 kN |

**Uvjet 5.20: Vsd_z <= Vpl.Rd_z (4.55 <= 98.25)**

| | | |
|---|---|---|
| Računska plast.otp.na posmik y-y | Vpl.Rd = | 49.123 kN |

**Uvjet 5.20: Vsd_y <= Vpl.Rd_y (0.22 <= 49.12)**

za posmik u ravnini z-z

| | | |
|---|---|---|
| Širina lima | d = | 11.400 cm |
| Debljina lima | tw = | 0.300 cm |

Nema poprečnih ukrućenja u sredini

| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent izbočavanja posmikom | $k_\tau$ = | 5.340 |

Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom
**Uvjet: d / tw <= 69 ε (38.00 <= 63.78)**

za posmik u ravni y-y

| | | |
|---|---|---|
| Širina lima | d = | 6.000 cm |
| Debljina lima | tw = | 0.300 cm |

Nema poprečnih ukrućenja u sredini

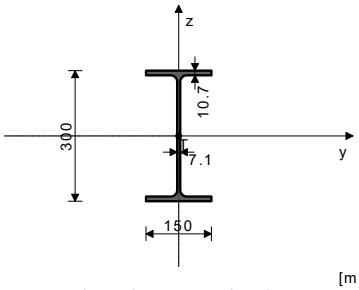
| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent izbočavanja posmikom | $k_\tau$ = | 5.340 |

Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom
**Uvjet: d / tw <= 69 ε (20.00 <= 63.78)**

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM

**E.134 (199-528)**
POPREČNI PRESJEK: IPE 300 [S 275] [Set: 3]
EUROCODE 3 (ENV)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA




| | |
|---|---|
| Ax = | 53.800 cm2 |
| Ay = | 28.130 cm2 |
| Az = | 25.670 cm2 |
| Ix = | 20.200 cm4 |
| Iy = | 8360.0 cm4 |
| Iz = | 604.00 cm4 |
| Wy = | 557.33 cm3 |
| Wz = | 80.533 cm3 |
| Wy,pl = | 615.66 cm3 |
| Wz,pl = | 120.37 cm3 |
| γM0 = | 1.100 |
| γM1 = | 1.100 |
| γM2 = | 1.250 |
| Anet/A = | 0.900 |

(fy = 27.5 kN/cm2, fu = 43.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

| | | |
|---|---|---|
| 5. γ=0.83 | 15. γ=0.81 | 6. γ=0.80 |
| 9. γ=0.78 | 10. γ=0.76 | 18. γ=0.75 |
| 8. γ=0.73 | 7. γ=0.73 | 12. γ=0.69 |
| 11. γ=0.68 | 14. γ=0.61 | 17. γ=0.60 |
| 13. γ=0.53 | 16. γ=0.52 | 19. γ=0.22 |
| 20. γ=0.16 | | |

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 5, na 415.6 cm od početka štapa)

| | | |
|---|---|---|
| Računska uzdužna sila | Nsd = | -98.158 kN |
| Poprečna sila u y pravcu | Vsd_y = | -0.019 kN |
| Poprečna sila u z pravcu | Vsd_z = | 5.046 kN |
| Momenat savijanja oko y osi | Msd_y = | 23.397 kNm |
| Momenat savijanja oko z osi | Msd_z = | -0.042 kNm |
| Sistemska dužina štapa | L = | 715.61 cm |

5.3 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA
5.4.4 Tlak

| | | |
|---|---|---|
| Plastična računska otpornost | Npl.Rd = | 1345.0 kN |
| Računska otpornost na tlak | Nc.Rd = | 1345.0 kN |

**Uvjet 5.16: Nsd <= Nc.Rd (98.16 <= 1345.00)**

5.4.5 Savijanje y-y

| | | |
|---|---|---|
| Računski plastični moment | Mpl.Rd = | 153.91 kNm |
| Računska otp.na lokalno izbočavanje | Mo.Rd = | 139.33 kNm |
| Računski elastični momenat | Mel.Rd = | 139.33 kNm |
| Računska otpornost na savijanje | Mc.Rd = | 153.91 kNm |

**Uvjet 5.17: Msd_y <= Mc.Rd_y (23.40 <= 153.91)**

5.4.5 Savijanje z-z

| | | |
|---|---|---|
| Računski plastični moment | Mpl.Rd = | 30.094 kNm |
| Računska otp.na lokalno izbočavanje | Mo.Rd = | 20.133 kNm |
| Računski elastični momenat | Mel.Rd = | 20.133 kNm |
| Računska otpornost na savijanje | Mc.Rd = | 30.094 kNm |

**Uvjet 5.17: Msd_z <= Mc.Rd_z (0.04 <= 30.09)**

5.4.6 Posmik

| | | |
|---|---|---|
| Računska plast.otp.na posmik z-z | Vpl.Rd = | 370.51 kN |

**Uvjet 5.20: Vsd_z <= Vpl.Rd_z (5.05 <= 370.51)**

| | | |
|---|---|---|
| Računska plast.otp.na posmik y-y | Vpl.Rd = | 406.03 kN |

**Uvjet 5.20: Vsd_y <= Vpl.Rd_y (0.02 <= 406.03)**

5.4.9 Savijanje, posmik i centrična sila
Nije potrebna redukcija momenata otpornosti
Uvjet: Vsd_z <= 50%Vpl.Rd_z i Vsd_y <= 50%Vpl.Rd_y

5.4.8 Savijanje i centrična sila

| | |
|---|---|
| Omjer Nsd / Npl.Rd | 0.073 |
| Omjer Msd_y / Mpl.Rd_y | 0.152 |

**Uvjet 5.36: (0.23 <= 1)**

5.5 OTPORNOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
5.5.1.1 Otpornost na izvijanje

| | | |
|---|---|---|
| Dužina izvijanja y-y | l,y = | 715.61 cm |
| Polumjer inercije y-y | i,y = | 12.466 cm |
| Vitkost y-y | λ,y = | 57.407 |
| Relativna vitkost y-y | λ_y = | 0.661 |
| Krivulja izvijanja za os y-y: A | α = | 0.210 |
| Redukcijski koeficijent | χ,y = | 0.865 |
| Koeficijent efektivnog presjeka | βA = | 1.000 |
| Računska otpornost na izvijanje | Nb.Rd_y = | 1163.6 kN |

**Uvjet 5.45: Nsd <= Nb.Rd_y (98.16 <= 1163.63)**

| | | |
|---|---|---|
| Dužina izvijanja z-z | l,z = | 715.61 cm |
| Polumjer inercije z-z | i,z = | 3.351 cm |
| Vitkost z-z | λ,z = | 213.58 |
| Relativna vitkost z-z | λ_z = | 2.460 |
| Krivulja izvijanja za os z-z: B | α = | 0.340 |
| Redukcijski koeficijent | χ,z = | 0.144 |
| Koeficijent efektivnog presjeka | βA = | 1.000 |
| Računska otpornost na izvijanje | Nb.Rd_z = | 193.48 kN |

**Uvjet 5.45: Nsd <= Nb.Rd_z (98.16 <= 193.48)**

5.5.2 Bočno-torzijsko izvijanje greda

| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent | C1 = | 1.132 |
| Koeficijent | C2 = | 0.459 |
| Koeficijent | C3 = | 0.525 |
| Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja | k = | 1.000 |
| Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja | kw = | 1.000 |
| Koordinata | zg = | 0.000 cm |
| Koordinata | zj = | 0.000 cm |
| Razmak bočno pridržanih točaka | L = | 715.61 cm |
| Sektorski moment inercije | Iw = | 1.26e+5 cm6 |
| Krit.mom.za bočno tor.izvijanje | Mcr = | 81.899 kNm |
| Koeficijent | βw = | 1.000 |
| Koeficijent imperf. | αLT = | 0.210 |
| Bezdimenzionalna vitkost | λLT_ = | 1.438 |
| Koeficijent redukcije | χLT = | 0.400 |
| Računska otpornost na izvijanje | Mb.Rd = | 61.555 kNm |

**Uvjet 5.48: Msd_y <= Mb.Rd (23.40 <= 61.55)**

5.5.4 Savijanje i centrični tlak

| | | |
|---|---|---|
| Redukcijski koeficijent | χmin = | 0.144 |
| Nsd / ... | | 0.507 |
| Koeficijent uniformnog momenta | βy = | 1.324 |
| Koeficijent | μy = | -0.790 |
| Koeficijent | ky = | 1.061 |
| ky * My / ... | | 0.161 |
| Koeficijent uniformnog momenta | βz = | 1.751 |

| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent | μz = | -0.730 |
| Koeficijent | kz = | 1.337 |
| kz * Mz / ... | | 0.002 |

**Uvjet 5.51: (0.67 <= 1)**

| | | |
|---|---|---|
| Redukcijski koeficijent | χ_z = | 0.144 |
| Nsd/ ... | | 0.507 |
| Redukcijski koeficijent | χLT = | 0.400 |
| Koef.unif.mom.za bočno torz.izv. | βM.LT = | 1.324 |
| Koeficijent | μLT = | 0.339 |
| Koeficijent | kLT = | 0.844 |
| kLT * My / ... | | 0.321 |
| Koeficijent uniformnog momenta | βz = | 1.751 |
| Koeficijent | μz = | -0.730 |
| Koeficijent | kz = | 1.337 |
| kz * Mz / ... | | 0.002 |

**Uvjet 5.52: (0.83 <= 1)**

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM
za posmik u ravnini z-z

| | | |
|---|---|---|
| Širina lima | d = | 27.860 cm |
| Debljina lima | tw = | 0.710 cm |

Nema poprečnih ukrućenja u sredini

| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent izbočavanja posmikom | kτ = | 5.340 |

Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom
**Uvjet: d / tw <= 69 ε (39.24 <= 63.78)**

5.6.7 Interakcija posmične sile, savijanja i centr.sile
za posmik u ravnini z-z

| | | |
|---|---|---|
| Računski plastični moment nožica | Mf.Rd = | 119.73 kNm |

**Uvjeti 5.66a i 5.66b su ispunjeni**

5.7 OTPORNOST REBRA NA POPREČNE SILE
5.7.7 Izvijanje tlačne nožice u ravnini rebra

| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent (klasa nožice 1) | k = | 0.300 |
| Površina rebra | Aw = | 21.300 cm2 |
| Površina tlač. nožice | Afc = | 16.050 cm2 |

Spriječena je mogućnost izvijanja nožice u ravnini rebra
**Uvjet 5.80: (39.24 <= 263.91)**

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 8, na 135.6 cm od početka štapa)

| | | |
|---|---|---|
| Računska uzdužna sila | Nsd = | -20.705 kN |
| Poprečna sila u y pravcu | Vsd_y = | 1.047 kN |
| Poprečna sila u z pravcu | Vsd_z = | 19.991 kN |
| Momenat savijanja oko y osi | Msd_y = | -25.136 kNm |
| Momenat savijanja oko z osi | Msd_z = | -1.009 kNm |
| Sistemska dužina štapa | L = | 715.61 cm |

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA
5.4.6 Posmik

| | | |
|---|---|---|
| Računska plast.otp.na posmik z-z | Vpl.Rd = | 370.51 kN |

**Uvjet 5.20: Vsd_z <= Vpl.Rd_z (19.99 <= 370.51)**

| | | |
|---|---|---|
| Računska plast.otp.na posmik y-y | Vpl.Rd = | 406.03 kN |

**Uvjet 5.20: Vsd_y <= Vpl.Rd_y (1.05 <= 406.03)**

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM
za posmik u ravnini z-z

| | | |
|---|---|---|
| Širina lima | d = | 27.860 cm |
| Debljina lima | tw = | 0.710 cm |

Nema poprečnih ukrućenja u sredini

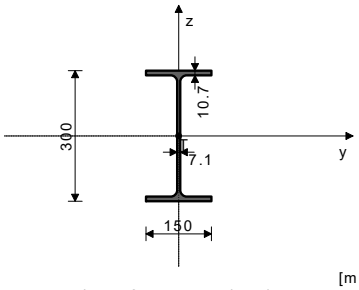
| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent izbočavanja posmikom | kτ = | 5.340 |

Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom
**Uvjet: d / tw <= 69 ε (39.24 <= 63.78)**

---

**E.129 (48-239)**
POPREČNI PRESJEK: IPE 300 [S 275] [Set: 3]
EUROCODE 3 (ENV)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA




| | | |
|---|---|---|
| Ax = | 53.800 cm2 | |
| Ay = | 28.130 cm2 | |
| Az = | 25.670 cm2 | |
| Ix = | 20.200 cm4 | |
| Iy = | 8360.0 cm4 | |
| Iz = | 604.00 cm4 | |
| Wy = | 557.33 cm3 | |
| Wz = | 80.533 cm3 | |
| Wy,pl = | 615.66 cm3 | |
| Wz,pl = | 120.37 cm3 | |
| γM0 = | 1.100 | |
| γM1 = | 1.100 | |
| γM2 = | 1.250 | |
| Anet/A = | 0.900 | |

(fy = 27.5 kN/cm2, fu = 43.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

| | | |
|---|---|---|
| 13. γ=0.74 | 16. γ=0.73 | 7. γ=0.73 |
| 11. γ=0.73 | 8. γ=0.56 | 14. γ=0.56 |
| 12. γ=0.56 | 17. γ=0.56 | 5. γ=0.46 |
| 9. γ=0.44 | 6. γ=0.38 | 10. γ=0.37 |
| 15. γ=0.33 | 18. γ=0.30 | 19. γ=0.15 |
| 20. γ=0.15 | | |

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 13, na 357.8 cm od početka štapa)

| | | |
|---|---|---|
| Računska uzdužna sila | Nsd = | -55.159 kN |
| Poprečna sila u y pravcu | Vsd_y = | 0.302 kN |
| Poprečna sila u z pravcu | Vsd_z = | 6.332 kN |
| Momenat savijanja oko y osi | Msd_y = | 32.687 kNm |
| Momenat savijanja oko z osi | Msd_z = | 0.971 kNm |
| Sistemska dužina štapa | L = | 657.81 cm |

5.3 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA
5.4.4 Tlak

| | | |
|---|---|---|
| Plastična računska otpornost | Npl.Rd = | 1345.0 kN |
| Računska otpornost na tlak | Nc.Rd = | 1345.0 kN |

**Uvjet 5.16: Nsd <= Nc.Rd (55.16 <= 1345.00)**

5.4.5 Savijanje y-y

| | | |
|---|---|---|
| Računski plastični moment | Mpl.Rd = | 153.91 kNm |
| Računska otp.na lokalno izbočavanje | Mo.Rd = | 139.33 kNm |
| Računski elastični momenat | Mel.Rd = | 139.33 kNm |
| Računska otpornost na savijanje | Mc.Rd = | 153.91 kNm |

**Uvjet 5.17: Msd_y <= Mc.Rd_y (32.69 <= 153.91)**

5.4.5 Savijanje z-z

| | | |
|---|---|---|
| Računski plastični moment | Mpl.Rd = | 30.094 kNm |
| Računska otp.na lokalno izbočavanje | Mo.Rd = | 20.133 kNm |
| Računski elastični momenat | Mel.Rd = | 20.133 kNm |
| Računska otpornost na savijanje | Mc.Rd = | 30.094 kNm |

**Uvjet 5.17: Msd_z <= Mc.Rd_z (0.97 <= 30.09)**

5.4.6 Posmik

| | | |
|---|---|---|
| Računska plast.otp.na posmik z-z | Vpl.Rd = | 370.51 kN |

**Uvjet 5.20: Vsd_z <= Vpl.Rd_z (6.33 <= 370.51)**

| | | |
|---|---|---|
| Računska plast.otp.na posmik y-y | Vpl.Rd = | 406.03 kN |

**Uvjet 5.20: Vsd_y <= Vpl.Rd_y (0.30 <= 406.03)**

5.4.9 Savijanje, posmik i centrična sila
Nije potrebna redukcija momenata otpornosti
Uvjet: Vsd_z <= 50%Vpl.Rd_z i Vsd_y <= 50%Vpl.Rd_y

5.4.8 Savijanje i centrična sila

| | |
|---|---|
| Omjer Nsd / Npl.Rd | 0.041 |
| Omjer Msd_y / Mpl.Rd_y | 0.212 |
| Omjer Msd_z / Mpl.Rd_z | 0.032 |

**Uvjet 5.36: (0.29 <= 1)**

5.5 OTPORNOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
5.5.1.1 Otpornost na izvijanje

| | | |
|---|---|---|
| Dužina izvijanja y-y | l,y = | 657.81 cm |
| Polumjer inercije y-y | i,y = | 12.466 cm |
| Vitkost y-y | λ,y = | 52.770 |
| Relativna vitkost y-y | λ_y = | 0.608 |
| Krivulja izvijanja za os y-y: A | α = | 0.210 |
| Redukcijski koeficijent | χ,y = | 0.887 |
| Koeficijent efektivnog presjeka | βA = | 1.000 |
| Računska otpornost na izvijanje | Nb.Rd_y = | 1193.0 kN |

**Uvjet 5.45: Nsd <= Nb.Rd_y (55.16 <= 1192.97)**

| | | |
|---|---|---|
| Dužina izvijanja z-z | l,z = | 657.81 cm |
| Polumjer inercije z-z | i,z = | 3.351 cm |
| Vitkost z-z | λ,z = | 196.32 |
| Relativna vitkost z-z | λ_z = | 2.262 |
| Krivulja izvijanja za os z-z: B | α = | 0.340 |
| Redukcijski koeficijent | χ,z = | 0.168 |
| Koeficijent efektivnog presjeka | βA = | 1.000 |
| Računska otpornost na izvijanje | Nb.Rd_z = | 225.76 kN |

**Uvjet 5.45: Nsd <= Nb.Rd_z (55.16 <= 225.76)**

5.5.2 Bočno-torzijsko izvijanje greda

| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent | C1 = | 1.132 |
| Koeficijent | C2 = | 0.459 |
| Koeficijent | C3 = | 0.525 |
| Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja | k = | 1.000 |
| Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja | kw = | 1.000 |
| Koordinata | zg = | 0.000 cm |
| Koordinata | zj = | 0.000 cm |
| Razmak bočno pridržanih točaka | L = | 657.81 cm |
| Sektorski moment inercije | Iw = | 1.26e+5 cm6 |
| Krit.mom.za bočno tor.izvijanje | Mcr = | 91.021 kNm |
| Koeficijent | βw = | 1.000 |
| Koeficijent imperf. | αLT = | 0.210 |
| Bezdimenzionalna vitkost | λLT_ = | 1.364 |
| Koeficijent redukcije | χLT = | 0.436 |
| Računska otpornost na izvijanje | Mb.Rd = | 67.110 kNm |

**Uvjet 5.48: Msd_y <= Mb.Rd (32.69 <= 67.11)**

5.5.4 Savijanje i centrični tlak

| | | |
|---|---|---|
| Redukcijski koeficijent | χmin = | 0.168 |
| Nsd / ... | | 0.244 |
| Koeficijent uniformnog momenta | βy = | 1.300 |
| Koeficijent | μy = | -0.746 |
| Koeficijent | ky = | 1.031 |
| ky * My / ... | | 0.219 |
| Koeficijent uniformnog momenta | βz = | 1.614 |
| Koeficijent | μz = | -1.253 |
| Koeficijent | kz = | 1.278 |
| kz * Mz / ... | | 0.041 |

**Uvjet 5.51: (0.50 <= 1)**

| | | |
|---|---|---|
| Redukcijski koeficijent | χ_z = | 0.168 |
| Nsd/ ... | | 0.244 |
| Redukcijski koeficijent | χLT = | 0.436 |
| Koef.unif.mom.za bočno torz.izv. | βM.LT = | 1.300 |
| Koeficijent | μLT = | 0.291 |
| Koeficijent | kLT = | 0.935 |
| kLT * My / ... | | 0.456 |
| Koeficijent uniformnog momenta | βz = | 1.614 |
| Koeficijent | μz = | -1.253 |
| Koeficijent | kz = | 1.278 |
| kz * Mz / ... | | 0.041 |

**Uvjet 5.52: (0.74 <= 1)**

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM
za posmik u ravnini z-z

| | | |
|---|---|---|
| Širina lima | d = | 27.860 cm |
| Debljina lima | tw = | 0.710 cm |
| Nema poprečnih ukrućenja u sredini | | |
| Koeficijent izbočavanja posmikom | kτ = | 5.340 |

Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom
**Uvjet: d / tw <= 69 ε (39.24 <= 63.78)**

5.6.7 Interakcija posmične sile, savijanja i centr.sile
za posmik u ravnini z-z

| | | |
|---|---|---|
| Računski plastični moment nožica | Mf.Rd = | 120.17 kNm |

**Uvjeti 5.66a i 5.66b su ispunjeni**

5.7 OTPORNOST REBRA NA POPREČNE SILE
5.7.7 Izvijanje tlačne nožice u ravnini rebra

| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent (klasa nožice 1) | k = | 0.300 |
| Površina rebra | Aw = | 21.300 cm2 |
| Površina tlač. nožice | Afc = | 16.050 cm2 |

Spriječena je mogućnost izvijanja nožice u ravnini rebra
**Uvjet 5.80: (39.24 <= 263.91)**

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 8, na 77.8 cm od početka štapa)

| | | |
|---|---|---|
| Računska uzdužna sila | Nsd = | 4.830 kN |
| Poprečna sila u y pravcu | Vsd_y = | -1.868 kN |
| Poprečna sila u z pravcu | Vsd_z = | 20.582 kN |
| Momenat savijanja oko y osi | Msd_y = | -15.985 kNm |
| Momenat savijanja oko z osi | Msd_z = | -0.648 kNm |
| Sistemska dužina štapa | L = | 657.81 cm |

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA
5.4.6 Posmik

| | | |
|---|---|---|
| Računska plast.otp.na posmik z-z | Vpl.Rd = | 370.51 kN |

**Uvjet 5.20: Vsd_z <= Vpl.Rd_z (20.58 <= 370.51)**

| | | |
|---|---|---|
| Računska plast.otp.na posmik y-y | Vpl.Rd = | 406.03 kN |

**Uvjet 5.20: Vsd_y <= Vpl.Rd_y (1.87 <= 406.03)**

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM
za posmik u ravnini z-z

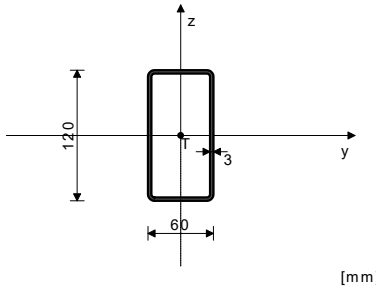
| | | |
|---|---|---|
| Širina lima | d = | 27.860 cm |
| Debljina lima | tw = | 0.710 cm |
| Nema poprečnih ukrućenja u sredini | | |
| Koeficijent izbočavanja posmikom | kτ = | 5.340 |

Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom
**Uvjet: d / tw <= 69 ε (39.24 <= 63.78)**

---

**E.187 (205-473)**
POPREČNI PRESJEK: HOP [] 120x60x3 [S 275] [Set: 12]
EUROCODE 3 (ENV)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



[mm]

| | | |
|---|---|---|
| Ax = | 10.210 cm2 | |
| Ay = | 3.403 cm2 | |
| Az = | 6.807 cm2 | |
| Ix = | 156.03 cm4 | |
| Iy = | 189.12 cm4 | |
| Iz = | 64.310 cm4 | |
| Wy = | 31.520 cm3 | |
| Wz = | 21.437 cm3 | |
| Wy,pl = | 40.554 cm3 | |
| Wz,pl = | 24.894 cm3 | |
| γM0 = | 1.100 | |
| γM1 = | 1.100 | |
| γM2 = | 1.250 | |
| Anet/A = | 0.900 | |

(fy = 27.5 kN/cm2, fu = 43.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

| | | |
|---|---|---|
| 16. γ=0.97 | 17. γ=0.97 | 13. γ=0.92 |
| 14. γ=0.92 | 8. γ=0.70 | 12. γ=0.67 |
| 11. γ=0.60 | 7. γ=0.60 | 6. γ=0.49 |
| 10. γ=0.47 | 5. γ=0.43 | 9. γ=0.41 |
| 15. γ=0.16 | 18. γ=0.13 | 19. γ=0.10 |
| 20. γ=0.07 | | |

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 16, na 266.7 cm od početka štapa)

| | | |
|---|---|---|
| Računska uzdužna sila | Nsd = | -9.613 kN |
| Poprečna sila u z pravcu | Vsd_z = | -0.119 kN |
| Momenat savijanja oko y osi | Msd_y = | 5.375 kNm |
| Momenat savijanja oko z osi | Msd_z = | 0.303 kNm |
| Sistemska dužina štapa | L = | 550.00 cm |

5.3 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA
5.4.4 Tlak

| | | |
|---|---|---|
| Plastična računska otpornost | Npl.Rd = | 255.25 kN |
| Računska otpornost na tlak | Nc.Rd = | 255.25 kN |

**Uvjet 5.16: Nsd <= Nc.Rd (9.61 <= 255.25)**

5.4.5 Savijanje y-y

| | | |
|---|---|---|
| Računski plastični moment | Mpl.Rd = | 10.138 kNm |
| Računska otp.na lokalno izbočavanje | Mo.Rd = | 7.880 kNm |
| Računski elastični momenat | Mel.Rd = | 7.880 kNm |
| Računska otpornost na savijanje | Mc.Rd = | 10.138 kNm |

**Uvjet 5.17: Msd_y <= Mc.Rd_y (5.38 <= 10.14)**

5.4.5 Savijanje z-z

| | | |
|---|---|---|
| Računski plastični moment | Mpl.Rd = | 6.223 kNm |

| | | |
|---|---|---|
| Računska otp.na lokalno izbočavanje | Mo.Rd = | 5.359 kNm |
| Računski elastični momenat | Mel.Rd = | 5.359 kNm |
| Računska otpornost na savijanje | Mc.Rd = | 6.223 kNm |

**Uvjet 5.17: Msd_z <= Mc.Rd_z (0.30 <= 6.22)**

5.4.6 Posmik

| | | |
|---|---|---|
| Računska plast.otp.na posmik z-z | Vpl.Rd = | 98.246 kN |

**Uvjet 5.20: Vsd_z <= Vpl.Rd_z (0.12 <= 98.25)**

5.4.9 Savijanje, posmik i centrična sila
Nije potrebna redukcija momenata otpornosti
Uvjet: Vsd_z <= 50%Vpl.Rd_z

5.4.8 Savijanje i centrična sila

| | | |
|---|---|---|
| Omjer Nsd / Npl.Rd | | 0.038 |
| Omjer Msd_y / Mpl.Rd_y | | 0.530 |
| Omjer Msd_z / Mpl.Rd_z | | 0.049 |

**Uvjet 5.36: (0.62 <= 1)**

5.5 OTPORNOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
5.5.1.1 Otpornost na izvijanje

| | | |
|---|---|---|
| Dužina izvijanja y-y | l,y = | 550.00 cm |
| Polumjer inercije y-y | i,y = | 4.304 cm |
| Vitkost y-y | λ,y = | 127.79 |
| Relativna vitkost y-y | λ_y = | 1.472 |
| Krivulja izvijanja za os y-y: B | α = | 0.340 |
| Redukcijski koeficijent | χ,y = | 0.353 |
| Koeficijent efektivnog presjeka | βA = | 1.000 |
| Računska otpornost na izvijanje | Nb.Rd_y = | 90.015 kN |

**Uvjet 5.45: Nsd <= Nb.Rd_y (9.61 <= 90.01)**

| | | |
|---|---|---|
| Dužina izvijanja z-z | l,z = | 550.00 cm |
| Polumjer inercije z-z | i,z = | 2.510 cm |
| Vitkost z-z | λ,z = | 219.15 |
| Relativna vitkost z-z | λ_z = | 2.525 |
| Krivulja izvijanja za os z-z: B | α = | 0.340 |
| Redukcijski koeficijent | χ,z = | 0.137 |
| Koeficijent efektivnog presjeka | βA = | 1.000 |
| Računska otpornost na izvijanje | Nb.Rd_z = | 35.014 kN |

**Uvjet 5.45: Nsd <= Nb.Rd_z (9.61 <= 35.01)**

5.5.2 Bočno-torzijsko izvijanje greda

| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent | C1 = | 1.132 |
| Koeficijent | C2 = | 0.459 |
| Koeficijent | C3 = | 0.525 |
| Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja | k = | 1.000 |
| Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja | kw = | 1.000 |
| Koordinata | zg = | 0.000 cm |
| Koordinata | zj = | 0.000 cm |
| Razmak bočno pridržanih točaka | L = | 550.00 cm |
| Sektorski moment inercije | Iw = | 0.000 cm6 |
| Krit.mom.za bočno tor.izvijanje | Mcr = | 84.355 kNm |
| Koeficijent | βw = | 1.000 |
| Koeficijent imperf. | αLT = | 0.210 |
| Bezdimenzionalna vitkost | λLT_ = | 0.364 |
| Koeficijent redukcije | χLT = | 0.962 |
| Računska otpornost na izvijanje | Mb.Rd = | 9.755 kNm |

Nije potrebno voditi računa o bočno-torz.izv. λ_LT <= 0.4

5.5.4 Savijanje i centrični tlak

| | | |
|---|---|---|
| Redukcijski koeficijent | χmin = | 0.137 |
| Nsd / ... | | 0.275 |
| Koeficijent uniformnog momenta | βy = | 1.300 |
| Koeficijent | μy = | -1.775 |
| Koeficijent | ky = | 1.172 |
| ky * My / ... | | 0.622 |
| Koeficijent uniformnog momenta | βz = | 1.300 |
| Koeficijent | μz = | -3.373 |
| Koeficijent | kz = | 1.500 |
| kz * Mz / ... | | 0.073 |

**Uvjet 5.51: (0.97 <= 1)**

| | | |
|---|---|---|
| Redukcijski koeficijent | χ_z = | 0.137 |
| Nsd/ ... | | 0.275 |
| Redukcijski koeficijent | χLT = | 0.962 |
| Koef.unif.mom.za bočno torz.izv. | βM.LT = | 1.300 |
| Koeficijent | μLT = | 0.342 |
| Koeficijent | kLT = | 0.915 |
| kLT * My / ... | | 0.504 |
| Koeficijent uniformnog momenta | βz = | 1.300 |
| Koeficijent | μz = | -3.373 |
| Koeficijent | kz = | 1.500 |
| kz * Mz / ... | | 0.073 |

**Uvjet 5.52: (0.85 <= 1)**

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM
za posmik u ravnini z-z

| | | |
|---|---|---|
| Širina lima | d = | 11.400 cm |
| Debljina lima | tw = | 0.300 cm |

Nema poprečnih ukrućenja u sredini

| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent izbočavanja posmikom | kτ = | 5.340 |

Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom
**Uvjet: d / tw <= 69 ε (38.00 <= 63.78)**

5.6.7 Interakcija posmične sile, savijanja i centr.sile
za posmik u ravnini z-z

| | | |
|---|---|---|
| Računski plastični moment nožica | Mf.Rd = | 5.392 kNm |

**Uvjeti 5.66a i 5.66b su ispunjeni**

5.7 OTPORNOST REBRA NA POPREČNE SILE
5.7.7 Izvijanje tlačne nožice u ravnini rebra

| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent (klasa nožice 1) | k = | 0.300 |
| Površina rebra | Aw = | 3.600 cm2 |
| Površina tlač. nožice | Afc = | 1.800 cm2 |

Spriječena je mogućnost izvijanja nožice u ravnini rebra
**Uvjet 5.80: (19.00 <= 323.98)**

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 17, početak štapa)

| | | |
|---|---|---|
| Računska uzdužna sila | Nsd = | -7.055 kN |
| Poprečna sila u y pravcu | Vsd_y = | -0.220 kN |
| Poprečna sila u z pravcu | Vsd_z = | 4.547 kN |
| Moment torzije | Mt = | -0.019 kNm |
| Sistemska dužina štapa | L = | 550.00 cm |

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA
5.4.6 Posmik

| | | |
|---|---|---|
| Računska plast.otp.na posmik z-z | Vpl.Rd = | 98.246 kN |

**Uvjet 5.20: Vsd_z <= Vpl.Rd_z (4.55 <= 98.25)**

| | | |
|---|---|---|
| Računska plast.otp.na posmik y-y | Vpl.Rd = | 49.123 kN |

**Uvjet 5.20: Vsd_y <= Vpl.Rd_y (0.22 <= 49.12)**

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM
za posmik u ravnini z-z

| | | |
|---|---|---|
| Širina lima | d = | 11.400 cm |
| Debljina lima | tw = | 0.300 cm |

Nema poprečnih ukrućenja u sredini

| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent izbočavanja posmikom | kτ = | 5.340 |

Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom
**Uvjet: d / tw <= 69 ε (38.00 <= 63.78)**

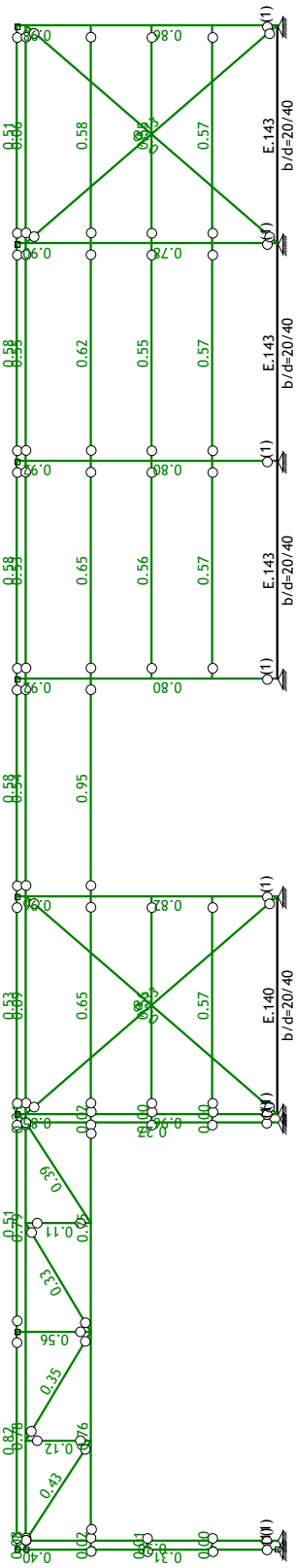
za posmik u ravni y-y

| | | |
|---|---|---|
| Širina lima | d = | 6.000 cm |
| Debljina lima | tw = | 0.300 cm |

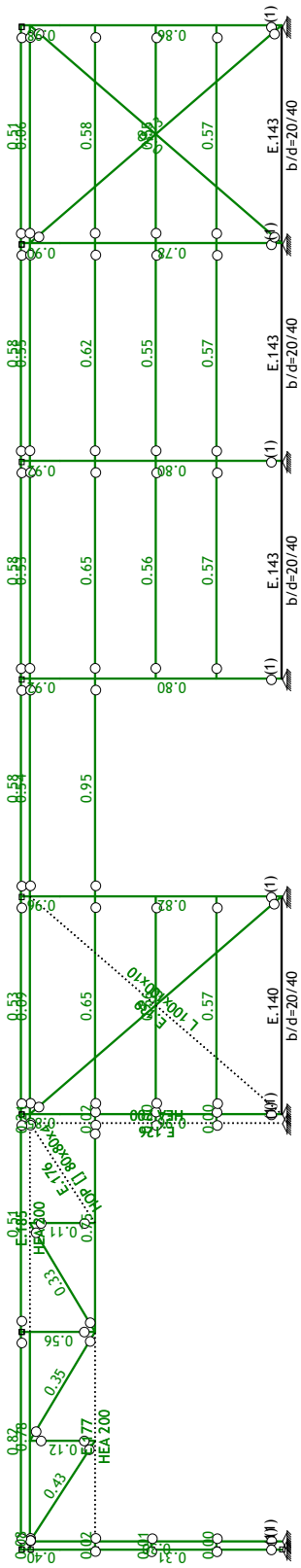
Nema poprečnih ukrućenja u sredini

| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent izbočavanja posmikom | kτ = | 5.340 |

Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom
**Uvjet: d / tw <= 69 ε (20.00 <= 63.78)**



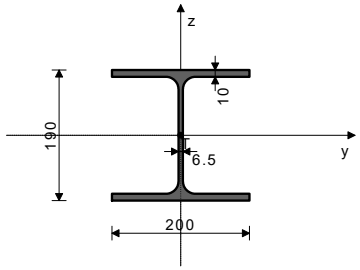

Okvir: H_1 - Grupa: Desno sve
Kontrola stabilnosti




Okvir: H_1 - Grupa: Desno sve
Kontrola stabilnosti

**E.126 (144-414)**
POPREČNI PRESJEK: HEA 200 [S 275] [Set: 7]
EUROCODE 3 (ENV)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



[mm]

| | |
|---|---|
| Ax = | 53.800 cm2 |
| Ay = | 35.750 cm2 |
| Az = | 18.050 cm2 |
| Ix = | 21.100 cm4 |
| Iy = | 3690.0 cm4 |
| Iz = | 1340.0 cm4 |
| Wy = | 388.42 cm3 |
| Wz = | 134.00 cm3 |
| Wy,pl = | 414.15 cm3 |
| Wz,pl = | 200.00 cm3 |
| γM0 = | 1.100 |
| γM1 = | 1.100 |
| γM2 = | 1.250 |
| Anet/A = | 0.900 |

(fy = 27.5 kN/cm2, fu = 43.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

| | | |
|---|---|---|
| 7. γ=0.27 | 11. γ=0.26 | 13. γ=0.24 |
| 16. γ=0.23 | 5. γ=0.21 | 15. γ=0.21 |
| 9. γ=0.20 | 6. γ=0.19 | 18. γ=0.19 |
| 10. γ=0.17 | 8. γ=0.16 | 12. γ=0.14 |
| 19. γ=0.11 | 20. γ=0.11 | 17. γ=0.11 |
| 14. γ=0.10 | | |

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 7, na 336.7 cm od početka štapa)

| | | |
|---|---|---|
| Računska uzdužna sila | Nsd = | -31.744 kN |
| Poprečna sila u y pravcu | Vsd_y = | -0.262 kN |
| Poprečna sila u z pravcu | Vsd_z = | -0.168 kN |
| Momenat savijanja oko y osi | Msd_y = | -0.218 kNm |
| Momenat savijanja oko z osi | Msd_z = | 9.434 kNm |
| Sistemska dužina štapa | L = | 580.00 cm |

5.3 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 2

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA
5.4.4 Tlak

| | | |
|---|---|---|
| Plastična računska otpornost | Npl.Rd = | 1345.0 kN |
| Računska otpornost na tlak | Nc.Rd = | 1345.0 kN |

**Uvjet 5.16: Nsd <= Nc.Rd (31.74 <= 1345.00)**

5.4.5 Savijanje y-y

| | | |
|---|---|---|
| Računski plastični moment | Mpl.Rd = | 103.54 kNm |
| Računska otp.na lokalno izbočavanje | Mo.Rd = | 97.105 kNm |
| Računski elastični momenat | Mel.Rd = | 97.105 kNm |
| Računska otpornost na savijanje | Mc.Rd = | 103.54 kNm |

**Uvjet 5.17: Msd_y <= Mc.Rd_y (0.22 <= 103.54)**

5.4.5 Savijanje z-z

| | | |
|---|---|---|
| Računski plastični moment | Mpl.Rd = | 50.000 kNm |
| Računska otp.na lokalno izbočavanje | Mo.Rd = | 33.500 kNm |
| Računski elastični momenat | Mel.Rd = | 33.500 kNm |
| Računska otpornost na savijanje | Mc.Rd = | 50.000 kNm |

**Uvjet 5.17: Msd_z <= Mc.Rd_z (9.43 <= 50.00)**

5.4.6 Posmik

| | | |
|---|---|---|
| Računska plast.otp.na posmik z-z | Vpl.Rd = | 159.49 kN |

**Uvjet 5.20: Vsd_z <= Vpl.Rd_z (0.17 <= 159.49)**

| | | |
|---|---|---|
| Računska plast.otp.na posmik y-y | Vpl.Rd = | 563.29 kN |

**Uvjet 5.20: Vsd_y <= Vpl.Rd_y (0.26 <= 563.29)**

5.4.9 Savijanje, posmik i centrična sila
Nije potrebna redukcija momenata otpornosti
Uvjet: Vsd_z <= 50%Vpl.Rd_z i Vsd_y <= 50%Vpl.Rd_y

5.4.8 Savijanje i centrična sila

| | |
|---|---|
| Omjer Nsd / Npl.Rd | 0.024 |
| Omjer Msd_z / Mpl.Rd_z | 0.189 |

**Uvjet 5.36: (0.21 <= 1)**

5.5 OTPORNOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
5.5.1.1 Otpornost na izvijanje

| | | |
|---|---|---|
| Dužina izvijanja y-y | l,y = | 580.00 cm |
| Polumjer inercije y-y | i,y = | 8.282 cm |
| Vitkost y-y | λ,y = | 70.034 |
| Relativna vitkost y-y | λ_y = | 0.778 |
| Krivulja izvijanja za os y-y: B | α = | 0.340 |
| Redukcijski koeficijent | χ,y = | 0.738 |
| Koeficijent efektivnog presjeka | βA = | 0.931 |
| Računska otpornost na izvijanje | Nb.Rd_y = | 923.52 kN |

**Uvjet 5.45: Nsd <= Nb.Rd_y (31.74 <= 923.52)**

| | | |
|---|---|---|
| Dužina izvijanja z-z | l,z = | 580.00 cm |
| Polumjer inercije z-z | i,z = | 4.991 cm |
| Vitkost z-z | λ,z = | 116.22 |
| Relativna vitkost z-z | λ_z = | 1.292 |
| Krivulja izvijanja za os z-z: C | α = | 0.490 |
| Redukcijski koeficijent | χ,z = | 0.392 |
| Koeficijent efektivnog presjeka | βA = | 0.931 |
| Računska otpornost na izvijanje | Nb.Rd_z = | 491.18 kN |

**Uvjet 5.45: Nsd <= Nb.Rd_z (31.74 <= 491.18)**

5.5.2 Bočno-torzijsko izvijanje greda

| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent | C1 = | 1.132 |
| Koeficijent | C2 = | 0.459 |
| Koeficijent | C3 = | 0.525 |
| Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja | k = | 1.000 |
| Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja | kw = | 1.000 |
| Koordinata | zg = | 0.000 cm |
| Koordinata | zj = | 0.000 cm |
| Razmak bočno pridržanih točaka | L = | 580.00 cm |
| Sektorski moment inercije | Iw = | 1.08e+5 cm6 |
| Krit.mom.za bočno tor.izvijanje | Mcr = | 158.33 kNm |
| Koeficijent | βw = | 1.000 |
| Koeficijent imperf. | αLT = | 0.210 |
| Bezdimenzionalna vitkost | λLT_ = | 0.848 |
| Koeficijent redukcije | χLT = | 0.767 |
| Računska otpornost na izvijanje | Mb.Rd = | 79.421 kNm |

**Uvjet 5.48: Msd_y <= Mb.Rd (0.22 <= 79.42)**

5.5.4 Savijanje i centrični tlak

| | | |
|---|---|---|
| Redukcijski koeficijent | χmin = | 0.392 |
| Nsd / ... | | 0.060 |
| Koeficijent uniformnog momenta | βy = | 1.231 |
| Koeficijent | μy = | -1.131 |
| Koeficijent | ky = | 1.033 |
| ky * My / ... | | 0.002 |
| Koeficijent uniformnog momenta | βz = | 1.286 |
| Koeficijent | μz = | -1.351 |
| Koeficijent | kz = | 1.074 |
| kz * Mz / ... | | 0.203 |

**Uvjet 5.51: (0.26 <= 1)**

| | | |
|---|---|---|
| Redukcijski koeficijent | χ_z = | 0.392 |
| Nsd/ ... | | 0.060 |
| Redukcijski koeficijent | χLT = | 0.767 |
| Koef.unif.mom.za bočno torz.izv. | βM.LT = | 1.231 |
| Koeficijent | μLT = | 0.088 |
| Koeficijent | kLT = | 0.995 |
| kLT * My / ... | | 0.003 |
| Koeficijent uniformnog momenta | βz = | 1.286 |
| Koeficijent | μz = | -1.351 |
| Koeficijent | kz = | 1.074 |
| kz * Mz / ... | | 0.203 |

**Uvjet 5.52: (0.27 <= 1)**

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM
za posmik u ravnini z-z

| | | |
|---|---|---|
| Širina lima | d = | 17.000 cm |
| Debljina lima | tw = | 0.650 cm |

Nema poprečnih ukrućenja u sredini

| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent izbočavanja posmikom | $k_\tau$ = | 5.340 |

Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom
**Uvjet: d / tw <= 69 ε (26.15 <= 63.78)**

5.6.7 Interakcija posmične sile, savijanja i centr.sile
za posmik u ravnini z-z

| | | |
|---|---|---|
| Računski plastični moment nožica | Mf.Rd = | 87.760 kNm |

**Uvjeti 5.66a i 5.66b su ispunjeni**

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 16, kraj štapa)

| | | |
|---|---|---|
| Računska uzdužna sila | Nsd = | -9.748 kN |
| Poprečna sila u y pravcu | Vsd_y = | 9.797 kN |

| | | |
|---|---|---|
| Poprečna sila u z pravcu | Vsd_z = | -0.186 kN |
| Sistemska dužina štapa | L = | 580.00 cm |

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA
5.4.6 Posmik

| | | |
|---|---|---|
| Računska plast.otp.na posmik z-z | Vpl.Rd = | 260.53 kN |

**Uvjet 5.20: Vsd_z <= Vpl.Rd_z (0.19 <= 260.53)**

| | | |
|---|---|---|
| Računska plast.otp.na posmik y-y | Vpl.Rd = | 516.01 kN |

**Uvjet 5.20: Vsd_y <= Vpl.Rd_y (9.80 <= 516.01)**

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM
za posmik u ravnini z-z

| | | |
|---|---|---|
| Širina lima | d = | 17.000 cm |
| Debljina lima | tw = | 0.650 cm |

Nema poprečnih ukrućenja u sredini

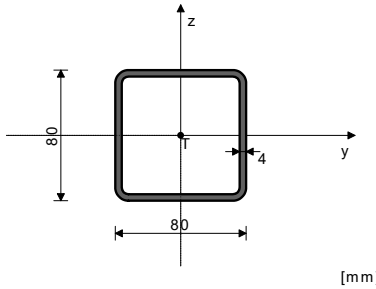
| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent izbočavanja posmikom | $k_\tau$ = | 5.340 |

Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom
**Uvjet: d / tw <= 69 ε (26.15 <= 63.78)**

---

**E.176 (414-226)**
POPREČNI PRESJEK: HOP [] 80x80x4 [S 275] [Set: 15]
EUROCODE 3 (ENV)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA




| | |
|---|---|
| Ax = | 11.750 cm2 |
| Ay = | 5.875 cm2 |
| Az = | 5.875 cm2 |
| Ix = | 179.81 cm4 |
| Iy = | 111.04 cm4 |
| Iz = | 111.04 cm4 |
| Wy = | 27.760 cm3 |
| Wz = | 27.760 cm3 |
| Wy,pl = | 34.688 cm3 |
| Wz,pl = | 34.688 cm3 |
| γM0 = | 1.100 |
| γM1 = | 1.100 |
| γM2 = | 1.250 |
| Anet/A = | 0.900 |

(fy = 27.5 kN/cm2, fu = 43.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

| | | |
|---|---|---|
| 15. γ=0.39 | 5. γ=0.36 | 18. γ=0.35 |
| 9. γ=0.33 | 6. γ=0.30 | 10. γ=0.26 |
| 7. γ=0.24 | 11. γ=0.21 | 17. γ=0.16 |
| 19. γ=0.14 | 13. γ=0.13 | 8. γ=0.12 |
| 20. γ=0.11 | 16. γ=0.10 | 14. γ=0.10 |
| 12. γ=0.08 | | |

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

| | | |
|---|---|---|
| Računska uzdužna sila | Nsd = | 101.55 kN |
| Poprečna sila u y pravcu | Vsd_y = | 0.061 kN |
| Poprečna sila u z pravcu | Vsd_z = | -0.222 kN |
| Momenat savijanja oko y osi | Msd_y = | -0.215 kNm |
| Momenat savijanja oko z osi | Msd_z = | 0.166 kNm |
| Sistemska dužina štapa | L = | 274.59 cm |

5.3 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA
5.4.3 Vlak

| | | |
|---|---|---|
| Plast.rač.otpornost bruto presjeka | Npl.Rd = | 293.75 kN |
| Granicna rač.otpornost neto pres. | Nu.Rd = | 327.40 kN |
| Računska otp. na vlak | Nt.Rd = | 293.75 kN |

**Uvjet 5.13: Nsd <= Nt.Rd (101.55 <= 293.75)**

5.4.5 Savijanje y-y

| | | |
|---|---|---|
| Računski plastični moment | Mpl.Rd = | 8.672 kNm |
| Računska otp.na lokalno izbočavanje | Mo.Rd = | 6.940 kNm |
| Računski elastični momenat | Mel.Rd = | 6.940 kNm |
| Računska otpornost na savijanje | Mc.Rd = | 8.672 kNm |

**Uvjet 5.17: Msd_y <= Mc.Rd_y (0.22 <= 8.67)**

5.4.5 Savijanje z-z

| | | |
|---|---|---|
| Računski plastični moment | Mpl.Rd = | 8.672 kNm |
| Računska otp.na lokalno izbočavanje | Mo.Rd = | 6.940 kNm |
| Računski elastični momenat | Mel.Rd = | 6.940 kNm |
| Računska otpornost na savijanje | Mc.Rd = | 8.672 kNm |

**Uvjet 5.17: Msd_z <= Mc.Rd_z (0.17 <= 8.67)**

5.4.6 Posmik

| | | |
|---|---|---|
| Računska plast.otp.na posmik z-z | Vpl.Rd = | 84.798 kN |

**Uvjet 5.20: Vsd_z <= Vpl.Rd_z (0.22 <= 84.80)**

| | | |
|---|---|---|
| Računska plast.otp.na posmik y-y | Vpl.Rd = | 84.798 kN |

**Uvjet 5.20: Vsd_y <= Vpl.Rd_y (0.06 <= 84.80)**

5.4.9 Savijanje, posmik i centrična sila
Nije potrebna redukcija momenata otpornosti
Uvjet: Vsd_z <= 50%Vpl.Rd_z i Vsd_y <= 50%Vpl.Rd_y

5.4.8 Savijanje i centrična sila

| | |
|---|---|
| Omjer Nsd / Npl.Rd | 0.346 |
| Omjer Msd_y / Mpl.Rd_y | 0.025 |
| Omjer Msd_z / Mpl.Rd_z | 0.019 |

**Uvjet 5.36: (0.39 <= 1)**

5.5 OTPORNOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
5.5.2 Bočno-torzijsko izvijanje greda

| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent | C1 = | 1.132 |
| Koeficijent | C2 = | 0.459 |
| Koeficijent | C3 = | 0.525 |
| Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja | k = | 1.000 |
| Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja | kw = | 1.000 |
| Koordinata | zg = | 0.000 cm |
| Koordinata | zj = | 0.000 cm |
| Razmak bočno pridržanih točaka | L = | 274.59 cm |
| Sektorski moment inercije | Iw = | 0.000 cm6 |
| Krit.mom.za bočno tor.izvijanje | Mcr = | 238.34 kNm |
| Koeficijent | βw = | 1.000 |
| Koeficijent imperf. | αLT = | 0.210 |
| Bezdimenzionalna vitkost | λLT_ = | 0.200 |
| Koeficijent redukcije | χLT = | 1.000 |
| Računska otpornost na izvijanje | Mb.Rd = | 8.672 kNm |

5.5.3 Savijanje i centrični vlak

| | | |
|---|---|---|
| Redukcijski koef.za vektor. utjecaje | ψvec = | 0.800 |
| Elast.otp.mom.za krajnje tlač.vlakno | Wcom = | 27.760 cm3 |
| Efektivni rač.unutarnji moment | Meff.sd = | 0.000 kNm |

**Uvjet 5.50: Meff.sd <= Mb.Rd (0.00 kNm <= 8.67 kNm)**

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM
za posmik u ravnini z-z

| | | |
|---|---|---|
| Širina lima | d = | 7.200 cm |
| Debljina lima | tw = | 0.400 cm |

Nema poprečnih ukrućenja u sredini

| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent izbočavanja posmikom | $k_\tau$ = | 5.340 |

Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom
**Uvjet: d / tw <= 69 ε (18.00 <= 63.78)**

za posmik u ravni y-y

| | | |
|---|---|---|
| Širina lima | d = | 8.000 cm |
| Debljina lima | tw = | 0.400 cm |

Nema poprečnih ukrućenja u sredini

| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent izbočavanja posmikom | $k_\tau$ = | 5.340 |

Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom
**Uvjet: d / tw <= 69 ε (20.00 <= 63.78)**

5.6.7 Interakcija posmične sile, savijanja i centr.sile
za posmik u ravnini z-z

| | | |
|---|---|---|
| Računski plastični moment nožica | Mf.Rd = | 5.635 kNm |

**Uvjeti 5.66a i 5.66b su ispunjeni**

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 16, početak štapa)

| | | |
|---|---|---|
| Računska uzdužna sila | Nsd = | 11.027 kN |
| Poprečna sila u y pravcu | Vsd_y = | -1.074 kN |
| Poprečna sila u z pravcu | Vsd_z = | -0.131 kN |
| Momenat savijanja oko y osi | Msd_y = | -0.070 kNm |
| Momenat savijanja oko z osi | Msd_z = | -0.321 kNm |
| Sistemska dužina štapa | L = | 274.59 cm |

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA
5.4.6 Posmik

| | | |
|---|---|---|
| Računska plast.otp.na posmik z-z | Vpl.Rd = | 84.798 kN |
| **Uvjet 5.20: Vsd_z <= Vpl.Rd_z (0.13 <= 84.80)** | | |
| Računska plast.otp.na posmik y-y | Vpl.Rd = | 84.798 kN |
| **Uvjet 5.20: Vsd_y <= Vpl.Rd_y (1.07 <= 84.80)** | | |

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM
za posmik u ravnini z-z

| | | |
|---|---|---|
| Širina lima | d = | 7.200 cm |
| Debljina lima | tw = | 0.400 cm |
| Nema poprečnih ukrućenja u sredini | | |
| Koeficijent izbočavanja posmikom | $k_\tau$ = | 5.340 |

Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom
**Uvjet: d / tw <= 69 ε (18.00 <= 63.78)**

za posmik u ravni y-y

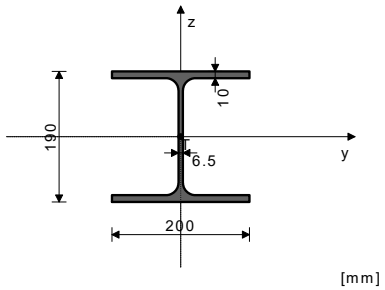
| | | |
|---|---|---|
| Širina lima | d = | 8.000 cm |
| Debljina lima | tw = | 0.400 cm |
| Nema poprečnih ukrućenja u sredini | | |
| Koeficijent izbočavanja posmikom | $k_\tau$ = | 5.340 |

Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom
**Uvjet: d / tw <= 69 ε (20.00 <= 63.78)**

---

**E.185 (414-188)**
POPREČNI PRESJEK: HEA 200 [S 275] [Set: 7]
EUROCODE 3 (ENV)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



[mm]

| | |
|---|---|
| Ax = | 53.800 cm2 |
| Ay = | 35.750 cm2 |
| Az = | 18.050 cm2 |
| Ix = | 21.100 cm4 |
| Iy = | 3690.0 cm4 |
| Iz = | 1340.0 cm4 |
| Wy = | 388.42 cm3 |
| Wz = | 134.00 cm3 |
| Wy,pl = | 414.15 cm3 |
| Wz,pl = | 200.00 cm3 |
| $\gamma$M0 = | 1.100 |
| $\gamma$M1 = | 1.100 |
| $\gamma$M2 = | 1.250 |
| Anet/A = | 0.900 |

(fy = 27.5 kN/cm2, fu = 43.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

| | | |
|---|---|---|
| 16. γ=0.79 | 13. γ=0.79 | 11. γ=0.74 |
| 7. γ=0.73 | 8. γ=0.42 | 6. γ=0.41 |
| 12. γ=0.40 | 10. γ=0.39 | 9. γ=0.37 |
| 5. γ=0.37 | 14. γ=0.35 | 17. γ=0.34 |
| 15. γ=0.26 | 18. γ=0.23 | 19. γ=0.09 |
| 20. γ=0.06 | | |

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 16, početak štapa)

| | | |
|---|---|---|
| Računska uzdužna sila | Nsd = | -43.168 kN |
| Poprečna sila u y pravcu | Vsd_y = | -9.359 kN |
| Poprečna sila u z pravcu | Vsd_z = | -0.213 kN |
| Momenat savijanja oko y osi | Msd_y = | 0.800 kNm |
| Momenat savijanja oko z osi | Msd_z = | -35.880 kNm |
| Moment torzije | Mt = | -0.111 kNm |
| Sistemska dužina štapa | L = | 480.00 cm |

5.3 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 2

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA
5.4.4 Tlak

| | | |
|---|---|---|
| Plastična računska otpornost | Npl.Rd = | 1345.0 kN |
| Računska otpornost na tlak | Nc.Rd = | 1345.0 kN |
| **Uvjet 5.16: Nsd <= Nc.Rd (43.17 <= 1345.00)** | | |

5.4.5 Savijanje y-y

| | | |
|---|---|---|
| Računski plastični moment | Mpl.Rd = | 103.54 kNm |
| Računska otp.na lokalno izbočavanje | Mo.Rd = | 97.105 kNm |
| Računski elastični momenat | Mel.Rd = | 97.105 kNm |
| Računska otpornost na savijanje | Mc.Rd = | 103.54 kNm |
| **Uvjet 5.17: Msd_y <= Mc.Rd_y (0.80 <= 103.54)** | | |

5.4.5 Savijanje z-z

| | | |
|---|---|---|
| Računski plastični moment | Mpl.Rd = | 50.000 kNm |
| Računska otp.na lokalno izbočavanje | Mo.Rd = | 33.500 kNm |
| Računski elastični momenat | Mel.Rd = | 33.500 kNm |
| Računska otpornost na savijanje | Mc.Rd = | 50.000 kNm |
| **Uvjet 5.17: Msd_z <= Mc.Rd_z (35.88 <= 50.00)** | | |

5.4.6 Posmik

| | | |
|---|---|---|
| Računska plast.otp.na posmik z-z | Vpl.Rd = | 260.53 kN |
| **Uvjet 5.20: Vsd_z <= Vpl.Rd_z (0.21 <= 260.53)** | | |
| Računska plast.otp.na posmik y-y | Vpl.Rd = | 516.01 kN |
| **Uvjet 5.20: Vsd_y <= Vpl.Rd_y (9.36 <= 516.01)** | | |

5.4.9 Savijanje, posmik i centrična sila
Nije potrebna redukcija momenata otpornosti
Uvjet: Vsd_z <= 50%Vpl.Rd_z i Vsd_y <= 50%Vpl.Rd_y

5.4.8 Savijanje i centrična sila

| | | |
|---|---|---|
| Omjer Nsd / Npl.Rd | | 0.032 |
| Omjer Msd_z / Mpl.Rd_z | | 0.718 |
| **Uvjet 5.36: (0.76 <= 1)** | | |

5.5 OTPORNOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
5.5.1.1 Otpornost na izvijanje

| | | |
|---|---|---|
| Dužina izvijanja y-y | l,y = | 480.00 cm |
| Polumjer inercije y-y | i,y = | 8.282 cm |
| Vitkost y-y | $\lambda$,y = | 57.959 |
| Relativna vitkost y-y | $\lambda$_y = | 0.668 |
| Krivulja izvijanja za os y-y: B | $\alpha$ = | 0.340 |
| Redukcijski koeficijent | $\chi$,y = | 0.802 |
| Koeficijent efektivnog presjeka | $\beta$A = | 1.000 |
| Računska otpornost na izvijanje | Nb.Rd_y = | 1078.2 kN |
| **Uvjet 5.45: Nsd <= Nb.Rd_y (43.17 <= 1078.19)** | | |

| | | |
|---|---|---|
| Dužina izvijanja z-z | l,z = | 480.00 cm |
| Polumjer inercije z-z | i,z = | 4.991 cm |
| Vitkost z-z | $\lambda$,z = | 96.179 |
| Relativna vitkost z-z | $\lambda$_z = | 1.108 |
| Krivulja izvijanja za os z-z: C | $\alpha$ = | 0.490 |
| Redukcijski koeficijent | $\chi$,z = | 0.480 |
| Koeficijent efektivnog presjeka | $\beta$A = | 1.000 |
| Računska otpornost na izvijanje | Nb.Rd_z = | 645.60 kN |
| **Uvjet 5.45: Nsd <= Nb.Rd_z (43.17 <= 645.60)** | | |

5.5.2 Bočno-torzijsko izvijanje greda

| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent | C1 = | 1.132 |
| Koeficijent | C2 = | 0.459 |
| Koeficijent | C3 = | 0.525 |
| Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja | k = | 1.000 |
| Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja | kw = | 1.000 |
| Koordinata | zg = | 0.000 cm |
| Koordinata | zj = | 0.000 cm |
| Razmak bočno pridržanih točaka | L = | 480.00 cm |
| Sektorski moment inercije | Iw = | 1.08e+5 cm6 |
| Krit.mom.za bočno tor.izvijanje | Mcr = | 203.30 kNm |
| Koeficijent | $\beta$w = | 1.000 |
| Koeficijent imperf. | $\alpha$LT = | 0.210 |
| Bezdimenzionalna vitkost | $\lambda$LT_ = | 0.748 |
| Koeficijent redukcije | $\chi$LT = | 0.824 |
| Računska otpornost na izvijanje | Mb.Rd = | 85.294 kNm |
| **Uvjet 5.48: Msd_y <= Mb.Rd (0.80 <= 85.29)** | | |

5.5.4 Savijanje i centrični tlak

| | | |
|---|---|---|
| Redukcijski koeficijent | $\chi$min = | 0.480 |
| Nsd / ... | | 0.067 |
| Koeficijent uniformnog momenta | $\beta$y = | 1.651 |
| Koeficijent | $\mu$y = | -0.399 |
| Koeficijent | ky = | 1.015 |
| ky * My / ... | | 0.008 |
| Koeficijent uniformnog momenta | $\beta$z = | 1.800 |
| Koeficijent | $\mu$z = | 0.049 |
| Koeficijent | kz = | 0.997 |
| kz * Mz / ... | | 0.715 |
| **Uvjet 5.51: (0.79 <= 1)** | | |

| | | |
|---|---|---|
| Redukcijski koeficijent | $\chi$_z = | 0.480 |
| Nsd/ ... | | 0.067 |
| Redukcijski koeficijent | $\chi$LT = | 0.824 |
| Koef.unif.mom.za bočno torz.izv. | $\beta$M.LT = | 1.651 |
| Koeficijent | $\mu$LT = | 0.124 |
| Koeficijent | kLT = | 0.992 |

| | | |
|---|---|---|
| kLT * My / ... | | 0.009 |
| Koeficijent uniformnog momenta | βz = | 1.800 |
| Koeficijent | μz = | 0.049 |
| Koeficijent | kz = | 0.997 |
| kz * Mz / ... | | 0.715 |

**Uvjet 5.52: (0.79 <= 1)**

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM
za posmik u ravnini z-z

| | | |
|---|---|---|
| Širina lima | d = | 17.000 cm |
| Debljina lima | tw = | 0.650 cm |

Nema poprečnih ukrućenja u sredini

| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent izbočavanja posmikom | $k_\tau$ = | 5.340 |

Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom
**Uvjet: d / tw <= 69 ε (26.15 <= 63.78)**

5.6.7 Interakcija posmične sile, savijanja i centr.sile
za posmik u ravnini z-z

| | | |
|---|---|---|
| Računski plastični moment nožica | Mf.Rd = | 94.902 kNm |

**Uvjeti 5.66a i 5.66b su ispunjeni**

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 13, na 250.0 cm od početka štapa)

| | | |
|---|---|---|
| Računska uzdužna sila | Nsd = | -44.866 kN |
| Poprečna sila u y pravcu | Vsd_y = | -8.047 kN |
| Poprečna sila u z pravcu | Vsd_z = | 1.262 kN |
| Momenat savijanja oko y osi | Msd_y = | -0.078 kNm |
| Momenat savijanja oko z osi | Msd_z = | -13.674 kNm |
| Moment torzije | Mt = | -0.102 kNm |
| Sistemska dužina štapa | L = | 480.00 cm |

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA
5.4.6 Posmik

| | | |
|---|---|---|
| Računska plast.otp.na posmik z-z | Vpl.Rd = | 159.49 kN |

**Uvjet 5.20: Vsd_z <= Vpl.Rd_z (1.26 <= 159.49)**

| | | |
|---|---|---|
| Računska plast.otp.na posmik y-y | Vpl.Rd = | 350.39 kN |

**Uvjet 5.20: Vsd_y <= Vpl.Rd_y (8.05 <= 350.39)**

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM
za posmik u ravnini z-z

| | | |
|---|---|---|
| Širina lima | d = | 17.000 cm |
| Debljina lima | tw = | 0.650 cm |

Nema poprečnih ukrućenja u sredini

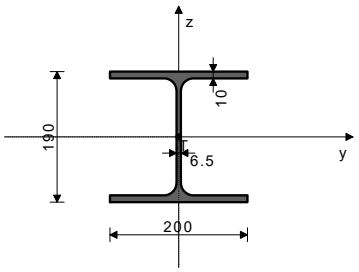
| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent izbočavanja posmikom | $k_\tau$ = | 5.340 |

Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom
**Uvjet: d / tw <= 69 ε (26.15 <= 63.78)**

---

**E.177 (132-34)**
POPREČNI PRESJEK: HEA 200 [S 275] [Set: 7]
EUROCODE 3 (ENV)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



[mm]

| | |
|---|---|
| Ax = | 53.800 cm2 |
| Ay = | 35.750 cm2 |
| Az = | 18.050 cm2 |
| Ix = | 21.100 cm4 |
| Iy = | 3690.0 cm4 |
| Iz = | 1340.0 cm4 |
| Wy = | 388.42 cm3 |
| Wz = | 134.00 cm3 |
| Wy,pl = | 414.15 cm3 |
| Wz,pl = | 200.00 cm3 |
| γM0 = | 1.100 |
| γM1 = | 1.100 |
| γM2 = | 1.250 |
| Anet/A = | 0.900 |

(fy = 27.5 kN/cm2, fu = 43.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

| | | |
|---|---|---|
| 7. γ=0.76 | 11. γ=0.72 | 5. γ=0.71 |
| 9. γ=0.68 | 13. γ=0.61 | 16. γ=0.58 |
| 17. γ=0.47 | 14. γ=0.43 | 15. γ=0.42 |
| 18. γ=0.39 | 12. γ=0.31 | 8. γ=0.31 |
| 6. γ=0.13 | 10. γ=0.12 | 19. γ=0.12 |
| 20. γ=0.11 | | |

ŠTAP IZLOŽEN VLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 7, kraj štapa)

| | | |
|---|---|---|
| Računska uzdužna sila | Nsd = | 50.075 kN |
| Poprečna sila u y pravcu | Vsd_y = | 17.771 kN |
| Poprečna sila u z pravcu | Vsd_z = | -1.087 kN |
| Momenat savijanja oko y osi | Msd_y = | 4.032 kNm |
| Momenat savijanja oko z osi | Msd_z = | -33.944 kNm |
| Moment torzije | Mt = | 0.049 kNm |
| Sistemska dužina štapa | L = | 480.00 cm |

5.3 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 2

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA
5.4.3 Vlak

| | | |
|---|---|---|
| Plast.rač.otpornost bruto presjeka | Npl.Rd = | 1345.0 kN |
| Granicna rač.otpornost neto pres. | Nu.Rd = | 1499.1 kN |
| Računska otp. na vlak | Nt.Rd = | 1345.0 kN |

**Uvjet 5.13: Nsd <= Nt.Rd (50.08 <= 1345.00)**

5.4.5 Savijanje y-y

| | | |
|---|---|---|
| Računski plastični moment | Mpl.Rd = | 103.54 kNm |
| Računska otp.na lokalno izbočavanje | Mo.Rd = | 97.105 kNm |
| Računski elastični momenat | Mel.Rd = | 97.105 kNm |
| Računska otpornost na savijanje | Mc.Rd = | 103.54 kNm |

**Uvjet 5.17: Msd_y <= Mc.Rd_y (4.03 <= 103.54)**

5.4.5 Savijanje z-z

| | | |
|---|---|---|
| Računski plastični moment | Mpl.Rd = | 50.000 kNm |
| Računska otp.na lokalno izbočavanje | Mo.Rd = | 33.500 kNm |
| Računski elastični momenat | Mel.Rd = | 33.500 kNm |
| Računska otpornost na savijanje | Mc.Rd = | 50.000 kNm |

**Uvjet 5.17: Msd_z <= Mc.Rd_z (33.94 <= 50.00)**

5.4.6 Posmik

| | | |
|---|---|---|
| Računska plast.otp.na posmik z-z | Vpl.Rd = | 260.53 kN |

**Uvjet 5.20: Vsd_z <= Vpl.Rd_z (1.09 <= 260.53)**

| | | |
|---|---|---|
| Računska plast.otp.na posmik y-y | Vpl.Rd = | 516.01 kN |

**Uvjet 5.20: Vsd_y <= Vpl.Rd_y (17.77 <= 516.01)**

5.4.9 Savijanje, posmik i centrična sila
Nije potrebna redukcija momenata otpornosti
Uvjet: Vsd_z <= 50%Vpl.Rd_z i Vsd_y <= 50%Vpl.Rd_y

5.4.8 Savijanje i centrična sila

| | |
|---|---|
| Omjer Nsd / Npl.Rd | 0.037 |
| Omjer Msd_y / Mpl.Rd_y | 0.039 |
| Omjer Msd_z / Mpl.Rd_z | 0.679 |

**Uvjet 5.36: (0.76 <= 1)**

5.5 OTPORNOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
5.5.2 Bočno-torzijsko izvijanje greda

| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent | C1 = | 1.285 |
| Koeficijent | C2 = | 1.562 |
| Koeficijent | C3 = | 0.753 |
| Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja | k = | 1.000 |
| Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja | kw = | 1.000 |
| Koordinata | zg = | 0.000 cm |
| Koordinata | zj = | 0.000 cm |
| Razmak bočno pridržanih točaka | L = | 480.00 cm |
| Sektorski moment inercije | Iw = | 1.08e+5 cm6 |
| Krit.mom.za bočno tor.izvijanje | Mcr = | 230.78 kNm |
| Koeficijent | βw = | 1.000 |
| Koeficijent imperf. | αLT = | 0.210 |
| Bezdimenzionalna vitkost | λLT_ = | 0.703 |
| Koeficijent redukcije | χLT = | 0.847 |
| Računska otpornost na izvijanje | Mb.Rd = | 87.651 kNm |

5.5.3 Savijanje i centrični vlak

| | | |
|---|---|---|
| Redukcijski koef.za vektor. utjecaje | ψvec = | 0.800 |
| Elast.otp.mom.za krajnje tlač.vlakno | Wcom = | 388.42 cm3 |
| Efektivni rač.unutarnji moment | Meff.sd = | 1.139 kNm |

**Uvjet 5.50: Meff.sd <= Mb.Rd (1.14 <= 87.65)**

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM
za posmik u ravnini z-z

| | | |
|---|---|---|
| Širina lima | d = | 17.000 cm |
| Debljina lima | tw = | 0.650 cm |

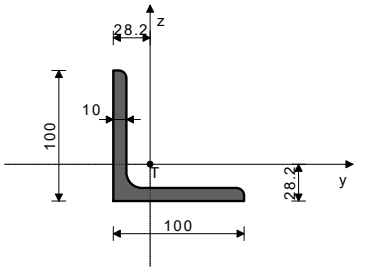
Nema poprečnih ukrućenja u sredini

Koeficijent izbočavanja posmikom $k_\tau$ = 5.340
Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom
**Uvjet: d / tw <= 69 ε (26.15 <= 63.78)**

5.6.7 Interakcija posmične sile, savijanja i centr.sile

**E.139 (147-651)**
POPREČNI PRESJEK: L 100x100x10 [S 275] [Set: 6]
EUROCODE 3 (ENV)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA




| | |
|---|---|
| Ax = | 19.200 cm2 |
| Ay = | 10.000 cm2 |
| Az = | 10.000 cm2 |
| Ix = | 6.670 cm4 |
| $I_\xi$ = | 73.300 cm4 |
| $I_\eta$ = | 280.00 cm4 |
| Iy = | 176.65 cm4 |
| Iz = | 176.65 cm4 |
| Wy = | 24.603 cm3 |
| Wz = | 24.603 cm3 |
| Wy,pl = | 45.500 cm3 |
| Wz,pl = | 54.250 cm3 |
| $\gamma$M0 = | 1.100 |
| $\gamma$M1 = | 1.100 |
| $\gamma$M2 = | 1.250 |
| Anet/A = | 0.900 |

(fy = 27.5 kN/cm2, fu = 43.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

| | | |
|---|---|---|
| 14. γ=0.29 | 17. γ=0.26 | 12. γ=0.20 |
| 13. γ=0.19 | 16. γ=0.16 | 8. γ=0.02 |
| 11. γ=0.00 | 6. γ=0.00 | 7. γ=0.00 |
| 5. γ=0.00 | 15. γ=0.00 | 9. γ=0.00 |
| 10. γ=0.00 | 18. γ=0.00 | 19. γ=0.00 |
| 20. γ=0.00 | | |

ŠTAP IZLOŽEN VLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 14, na 372.6 cm od početka štapa)

| | | |
|---|---|---|
| Računska uzdužna sila | Nsd = | 58.686 kN |
| Poprečna sila u z pravcu | Vsd_z = | -0.014 kN |
| Momenat savijanja oko y osi | Msd_y = | 0.973 kNm |
| Sistemska dužina štapa | L = | 765.77 cm |

5.3 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 3

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA
5.4.3 Vlak

| | | |
|---|---|---|
| Plast.rač.otpornost bruto presjeka | Npl.Rd = | 480.00 kN |
| Granicna rač.otpornost neto pres. | Nu.Rd = | 534.99 kN |
| Računska otp. na vlak | Nt.Rd = | 480.00 kN |

**Uvjet 5.13: Nsd <= Nt.Rd (58.69 <= 480.00)**

5.4.5 Savijanje y-y

| | | |
|---|---|---|
| Računski plastični moment | Mpl.Rd = | 11.375 kNm |
| Računska otp.na lokalno izbočavanje | Mo.Rd = | 6.151 kNm |
| Računski elastični momenat | Mel.Rd = | 6.151 kNm |
| Računska otpornost na savijanje | Mc.Rd = | 6.151 kNm |

**Uvjet 5.17: Msd_y <= Mc.Rd_y (0.97 <= 6.15)**

5.4.6 Posmik

| | | |
|---|---|---|
| Računska plast.otp.na posmik z-z | Vpl.Rd = | 144.34 kN |

**Uvjet 5.20: Vsd_z <= Vpl.Rd_z (0.01 <= 144.34)**

5.4.9 Savijanje, posmik i centrična sila
Nije potrebna redukcija momenata otpornosti
Uvjet: Vsd_z <= 50%Vpl.Rd_z

5.4.8 Savijanje i centrična sila
**Uvjet 5.38: (0.29 <= 1)**

5.5 OTPORNOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
5.5.2 Bočno-torzijsko izvijanje greda

| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent | C1 = | 1.132 |
| Koeficijent | C2 = | 0.459 |
| Koeficijent | C3 = | 0.525 |
| Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja | k = | 1.000 |
| Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja | kw = | 1.000 |
| Koordinata | zg = | 0.000 cm |
| Koordinata | zj = | 0.000 cm |
| Razmak bočno pridržanih točaka | L = | 765.77 cm |
| Sektorski moment inercije | Iw = | 0.000 cm6 |
| Krit.mom.za bočno tor.izvijanje | Mcr = | 20.761 kNm |
| Koeficijent | $\beta$w = | 0.541 |
| Koeficijent imperf. | $\alpha$LT = | 0.210 |
| Bezdimenzionalna vitkost | $\lambda$LT_ = | 0.571 |
| Koeficijent redukcije | $\chi$LT = | 0.901 |
| Računska otpornost na izvijanje | Mb.Rd = | 5.540 kNm |

5.5.3 Savijanje i centrični vlak

| | | |
|---|---|---|
| Redukcijski koef.za vektor. utjecaje | $\psi$vec = | 0.800 |
| Elast.otp.mom.za krajnje tlač.vlakno | Wcom = | 24.603 cm3 |
| Efektivni rač.unutarnji moment | Meff.sd = | 0.372 kNm |

**Uvjet 5.50: Meff.sd <= Mb.Rd (0.37 <= 5.54)**

5.6.7 Interakcija posmične sile, savijanja i centr.sile
za posmik u ravnini z-z

| | | |
|---|---|---|
| Računski plastični moment nožica | Mf.Rd = | 6.059 kNm |

**Uvjeti 5.66a i 5.66b su ispunjeni**

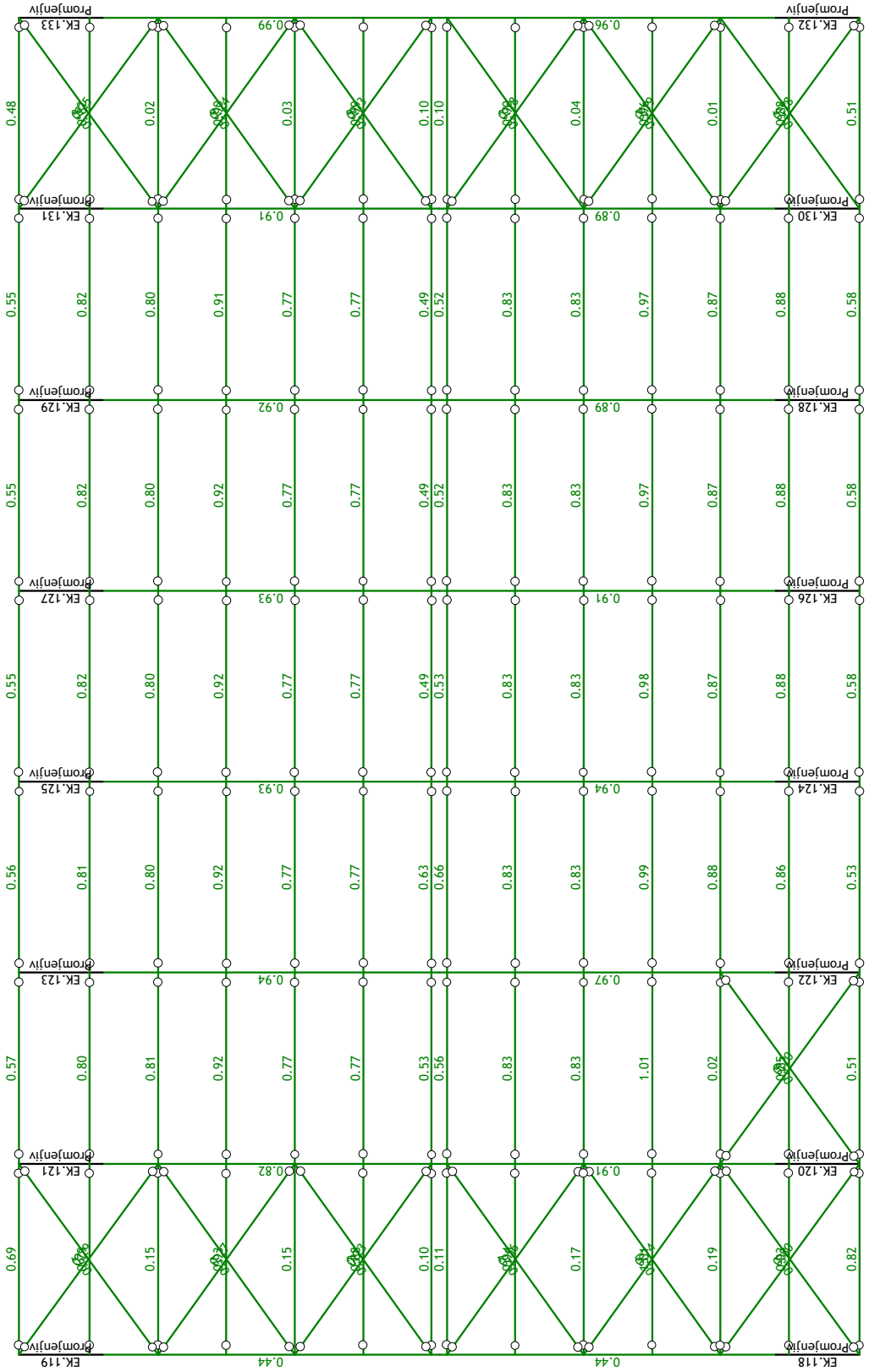
PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 14, početak štapa)

| | | |
|---|---|---|
| Računska uzdužna sila | Nsd = | 59.261 kN |
| Poprečna sila u z pravcu | Vsd_z = | -0.509 kN |
| Sistemska dužina štapa | L = | 765.77 cm |

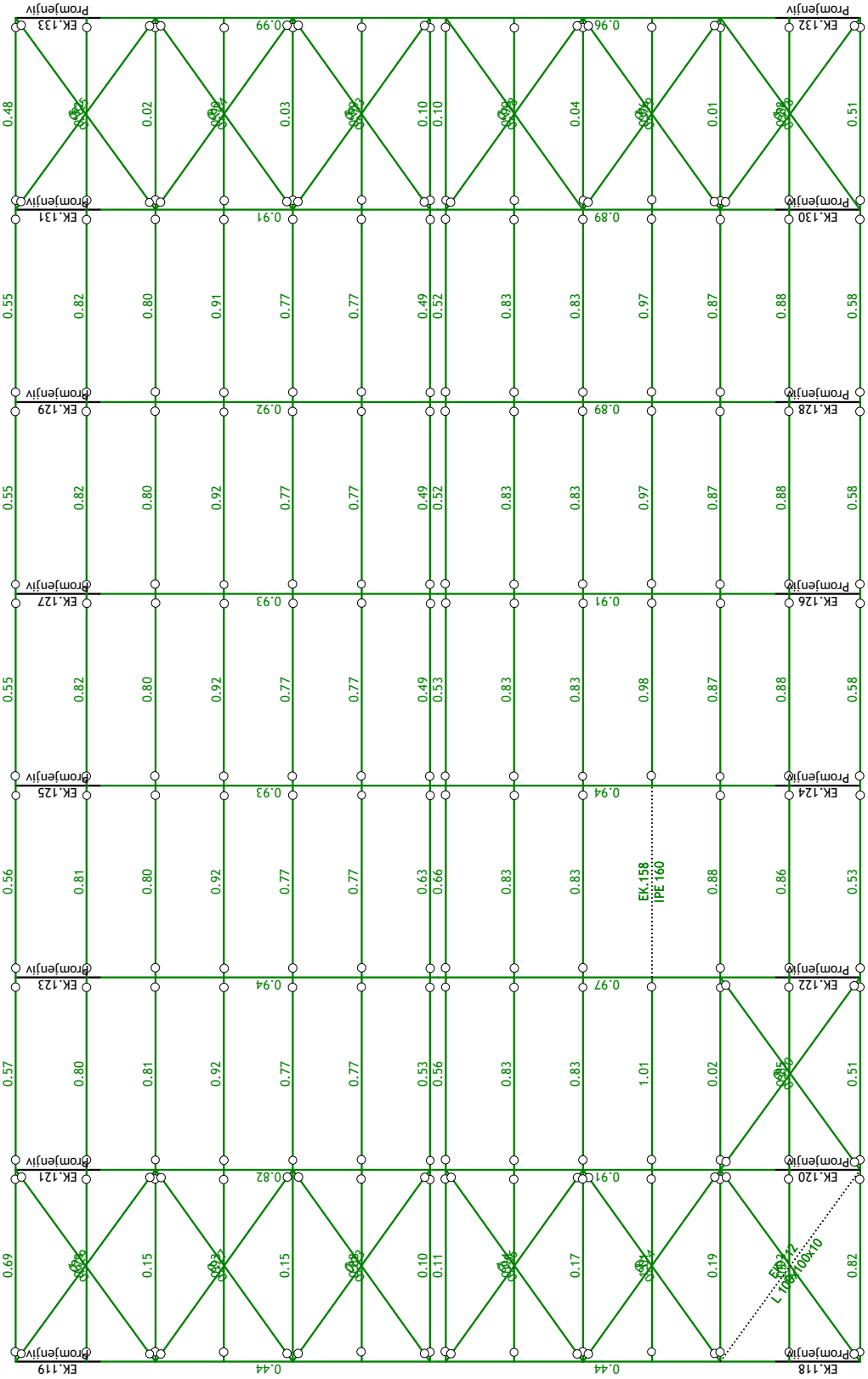
5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA
5.4.6 Posmik

| | | |
|---|---|---|
| Računska plast.otp.na posmik z-z | Vpl.Rd = | 144.34 kN |

**Uvjet 5.20: Vsd_z <= Vpl.Rd_z (0.51 <= 144.34)**



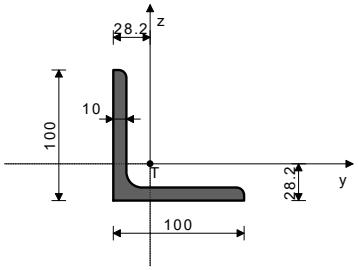

Pogled: Krovna ploha 1+Krovna ploha 2 - Grupa: Desno sve
Kontrola stabilnosti




Pogled: Krovna ploha 1+Krovna ploha 2 - Grupa: Desno sve
Kontrola stabilnosti

**EK.112 (197-151)**
POPREČNI PRESJEK: L 100x100x10 [S 275] [Set: 6]
EUROCODE 3 (ENV)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA




| | |
|---|---|
| Ax = | 19.200 cm2 |
| Ay = | 10.000 cm2 |
| Az = | 10.000 cm2 |
| Ix = | 6.670 cm4 |
| Iξ = | 73.300 cm4 |
| Iη = | 280.00 cm4 |
| Iy = | 176.65 cm4 |
| Iz = | 176.65 cm4 |
| Wy = | 24.603 cm3 |
| Wz = | 24.603 cm3 |
| Wy,pl = | 45.500 cm3 |
| Wz,pl = | 54.250 cm3 |
| γM0 = | 1.100 |
| γM1 = | 1.100 |
| γM2 = | 1.250 |
| Anet/A = | 0.900 |

(fy = 27.5 kN/cm2, fu = 43.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

| | | |
|---|---|---|
| 15. γ=0.80 | 18. γ=0.71 | 6. γ=0.62 |
| 5. γ=0.60 | 10. γ=0.54 | 9. γ=0.52 |
| 19. γ=0.32 | 8. γ=0.28 | 20. γ=0.24 |
| 7. γ=0.23 | 12. γ=0.19 | 11. γ=0.15 |
| 17. γ=0.00 | 14. γ=0.00 | 13. γ=0.00 |
| 16. γ=0.00 | | |

ŠTAP IZLOŽEN VLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 15, na 307.3 cm od početka štapa)

| | | |
|---|---|---|
| Računska uzdužna sila | Nsd = | 275.15 kN |
| Momenat savijanja oko y osi | Msd_y = | 0.975 kNm |
| Sistemska dužina štapa | L = | 619.68 cm |

5.3 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 3

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA
5.4.3 Vlak

| | | |
|---|---|---|
| Plast.rač.otpornost bruto presjeka | Npl.Rd = | 480.00 kN |
| Granicna rač.otpornost neto pres. | Nu.Rd = | 534.99 kN |
| Računska otp. na vlak | Nt.Rd = | 480.00 kN |

**Uvjet 5.13: Nsd <= Nt.Rd (275.15 <= 480.00)**

5.4.5 Savijanje y-y

| | | |
|---|---|---|
| Računski plastični moment | Mpl.Rd = | 11.375 kNm |
| Računska otp.na lokalno izbočavanje | Mo.Rd = | 6.151 kNm |
| Računski elastični momenat | Mel.Rd = | 6.151 kNm |
| Računska otpornost na savijanje | Mc.Rd = | 6.151 kNm |

**Uvjet 5.17: Msd_y <= Mc.Rd_y (0.97 <= 6.15)**

5.4.8 Savijanje i centrična sila
**Uvjet 5.38: (0.80 <= 1)**

5.5 OTPORNOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
5.5.2 Bočno-torzijsko izvijanje greda

| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent | C1 = | 1.132 |
| Koeficijent | C2 = | 0.459 |
| Koeficijent | C3 = | 0.525 |
| Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja | k = | 1.000 |
| Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja | kw = | 1.000 |
| Koordinata | zg = | 0.000 cm |
| Koordinata | zj = | 0.000 cm |
| Razmak bočno pridržanih točaka | L = | 619.68 cm |
| Sektorski moment inercije | Iw = | 0.000 cm6 |
| Krit.mom.za bočno tor.izvijanje | Mcr = | 25.656 kNm |
| Koeficijent | βw = | 0.541 |
| Koeficijent imperf. | αLT = | 0.210 |
| Bezdimenzionalna vitkost | λLT_ = | 0.514 |
| Koeficijent redukcije | χLT = | 0.920 |
| Računska otpornost na izvijanje | Mb.Rd = | 5.659 kNm |

5.5.3 Savijanje i centrični vlak

| | | |
|---|---|---|
| Redukcijski koef.za vektor. utjecaje | ψvec = | 0.800 |
| Elast.otp.mom.za krajnje tlač.vlakno | Wcom = | 24.603 cm3 |
| Efektivni rač.unutarnji moment | Meff.sd = | 0.000 kNm |

**Uvjet 5.50: Meff.sd <= Mb.Rd (0.00 <= 5.66)**

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 15, početak štapa)

| | | |
|---|---|---|
| Računska uzdužna sila | Nsd = | 275.19 kN |
| Poprečna sila u z pravcu | Vsd_z = | -0.629 kN |
| Sistemska dužina štapa | L = | 619.68 cm |

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA
5.4.6 Posmik

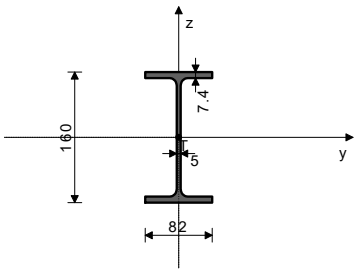
| | | |
|---|---|---|
| Računska plast.otp.na posmik z-z | Vpl.Rd = | 144.34 kN |

**Uvjet 5.20: Vsd_z <= Vpl.Rd_z (0.63 <= 144.34)**

---

**EK.158 (1009-714)**
POPREČNI PRESJEK: IPE 160 [S 275] [Set: 9]
EUROCODE 3 (ENV)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA




| | |
|---|---|
| Ax = | 20.100 cm2 |
| Ay = | 10.434 cm2 |
| Az = | 9.666 cm2 |
| Ix = | 3.620 cm4 |
| Iy = | 869.00 cm4 |
| Iz = | 68.300 cm4 |
| Wy = | 108.62 cm3 |
| Wz = | 16.659 cm3 |
| Wy,pl = | 122.32 cm3 |
| Wz,pl = | 24.879 cm3 |
| γM0 = | 1.100 |
| γM1 = | 1.100 |
| γM2 = | 1.250 |
| Anet/A = | 0.900 |

(fy = 27.5 kN/cm2, fu = 43.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

| | | |
|---|---|---|
| 15. γ=0.99 | 18. γ=0.94 | 6. γ=0.89 |
| 10. γ=0.83 | 5. γ=0.78 | 9. γ=0.73 |
| 8. γ=0.42 | 12. γ=0.36 | 7. γ=0.31 |
| 11. γ=0.27 | 17. γ=0.23 | 14. γ=0.21 |
| 19. γ=0.20 | 16. γ=0.18 | 13. γ=0.17 |
| 20. γ=0.14 | | |

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 15, na 250.0 cm od početka štapa)

| | | |
|---|---|---|
| Računska uzdužna sila | Nsd = | -10.169 kN |
| Momenat savijanja oko y osi | Msd_y = | 16.731 kNm |
| Momenat savijanja oko z osi | Msd_z = | -1.759 kNm |
| Sistemska dužina štapa | L = | 500.00 cm |

5.3 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA
5.4.4 Tlak

| | | |
|---|---|---|
| Plastična računska otpornost | Npl.Rd = | 502.50 kN |
| Računska otpornost na tlak | Nc.Rd = | 502.50 kN |

**Uvjet 5.16: Nsd <= Nc.Rd (10.17 <= 502.50)**

5.4.5 Savijanje y-y

| | | |
|---|---|---|
| Računski plastični moment | Mpl.Rd = | 30.580 kNm |
| Računska otp.na lokalno izbočavanje | Mo.Rd = | 27.156 kNm |
| Računski elastični momenat | Mel.Rd = | 27.156 kNm |
| Računska otpornost na savijanje | Mc.Rd = | 30.580 kNm |

**Uvjet 5.17: Msd_y <= Mc.Rd_y (16.73 <= 30.58)**

5.4.5 Savijanje z-z

| | | |
|---|---|---|
| Računski plastični moment | Mpl.Rd = | 6.220 kNm |
| Računska otp.na lokalno izbočavanje | Mo.Rd = | 4.165 kNm |
| Računski elastični momenat | Mel.Rd = | 4.165 kNm |
| Računska otpornost na savijanje | Mc.Rd = | 6.220 kNm |

**Uvjet 5.17: Msd_z <= Mc.Rd_z (1.76 <= 6.22)**

5.4.8 Savijanje i centrična sila

| | |
|---|---|
| Omjer Nsd / Npl.Rd | 0.020 |
| Omjer Msd_y / Mpl.Rd_y | 0.547 |

| | | |
|---|---|---|
| Omjer Msd_z / Mpl.Rd_z | | 0.283 |
| **Uvjet 5.36: (0.85 <= 1)** | | |

5.5 OTPORNOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
5.5.1.1 Otpornost na izvijanje

| | | |
|---|---|---|
| Dužina izvijanja y-y | l,y = | 500.00 cm |
| Polumjer inercije y-y | i,y = | 6.575 cm |
| Vitkost y-y | λ,y = | 76.043 |
| Relativna vitkost y-y | λ_y = | 0.876 |
| Krivulja izvijanja za os y-y: A | α = | 0.210 |
| Redukcijski koeficijent | χ,y = | 0.750 |
| Koeficijent efektivnog presjeka | βA = | 1.000 |
| Računska otpornost na izvijanje | Nb.Rd_y = | 376.63 kN |
| **Uvjet 5.45: Nsd <= Nb.Rd_y (10.17 <= 376.63)** | | |

| | | |
|---|---|---|
| Dužina izvijanja z-z | l,z = | 250.00 cm |
| Polumjer inercije z-z | i,z = | 1.843 cm |
| Vitkost z-z | λ,z = | 135.62 |
| Relativna vitkost z-z | λ_z = | 1.562 |
| Krivulja izvijanja za os z-z: B | α = | 0.340 |
| Redukcijski koeficijent | χ,z = | 0.320 |
| Koeficijent efektivnog presjeka | βA = | 1.000 |
| Računska otpornost na izvijanje | Nb.Rd_z = | 160.92 kN |
| **Uvjet 5.45: Nsd <= Nb.Rd_z (10.17 <= 160.92)** | | |

5.5.2 Bočno-torzijsko izvijanje greda

| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent | C1 = | 0.972 |
| Koeficijent | C2 = | 0.304 |
| Koeficijent | C3 = | 0.980 |
| Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja | k = | 0.500 |
| Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja | kw = | 0.500 |
| Koordinata | zg = | 0.000 cm |
| Koordinata | zj = | 0.000 cm |
| Razmak bočno pridržanih točaka | L = | 250.00 cm |
| Sektorski moment inercije | Iw = | 3958.9 cm6 |
| Krit.mom.za bočno tor.izvijanje | Mcr = | 83.652 kNm |
| Koeficijent | βw = | 1.000 |
| Koeficijent imperf. | αLT = | 0.210 |
| Bezdimenzionalna vitkost | λLT_ = | 0.634 |
| Koeficijent redukcije | χLT = | 0.877 |
| Računska otpornost na izvijanje | Mb.Rd = | 26.806 kNm |
| **Uvjet 5.48: Msd_y <= Mb.Rd (16.73 <= 26.81)** | | |

5.5.4 Savijanje i centrični tlak

| | | |
|---|---|---|
| Redukcijski koeficijent | χmin = | 0.320 |
| Nsd / ... | | 0.063 |
| Koeficijent uniformnog momenta | βy = | 1.300 |
| Koeficijent | μy = | -1.100 |
| Koeficijent | ky = | 1.027 |
| ky * My / ... | | 0.562 |
| Koeficijent uniformnog momenta | βz = | 1.300 |
| Koeficijent | μz = | -1.694 |
| Koeficijent | kz = | 1.097 |
| kz * Mz / ... | | 0.310 |
| **Uvjet 5.51: (0.94 <= 1)** | | |

| | | |
|---|---|---|
| Redukcijski koeficijent | χ_z = | 0.320 |
| Nsd/ ... | | 0.063 |
| Redukcijski koeficijent | χLT = | 0.877 |
| Koef.unif.mom.za bočno torz.izv. | βM.LT = | 1.300 |
| Koeficijent | μLT = | 0.155 |
| Koeficijent | kLT = | 0.991 |
| kLT * My / ... | | 0.619 |
| Koeficijent uniformnog momenta | βz = | 1.300 |
| Koeficijent | μz = | -1.694 |
| Koeficijent | kz = | 1.097 |
| kz * Mz / ... | | 0.310 |
| **Uvjet 5.52: (0.99 <= 1)** | | |

5.7 OTPORNOST REBRA NA POPREČNE SILE
5.7.7 Izvijanje tlačne nožice u ravnini rebra

| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent (klasa nožice 1) | k = | 0.300 |
| Površina rebra | Aw = | 8.000 cm2 |
| Površina tlač. nožice | Afc = | 6.068 cm2 |
| Spriječena je mogućnost izvijanja nožice u ravnini rebra | | |
| **Uvjet 5.80: (29.04 <= 263.05)** | | |

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 15, početak štapa)

| | | |
|---|---|---|
| Računska uzdužna sila | Nsd = | -10.169 kN |
| Poprečna sila u y pravcu | Vsd_y = | 1.407 kN |
| Poprečna sila u z pravcu | Vsd_z = | -13.385 kN |
| Sistemska dužina štapa | L = | 500.00 cm |

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA
5.4.6 Posmik

| | | |
|---|---|---|
| Računska plast.otp.na posmik z-z | Vpl.Rd = | 139.52 kN |
| **Uvjet 5.20: Vsd_z <= Vpl.Rd_z (13.39 <= 139.52)** | | |

| | | |
|---|---|---|
| Računska plast.otp.na posmik y-y | Vpl.Rd = | 150.60 kN |
| **Uvjet 5.20: Vsd_y <= Vpl.Rd_y (1.41 <= 150.60)** | | |

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM
za posmik u ravnini z-z

| | | |
|---|---|---|
| Širina lima | d = | 14.520 cm |
| Debljina lima | tw = | 0.500 cm |
| Nema poprečnih ukrućenja u sredini | | |
| Koeficijent izbočavanja posmikom | kτ = | 5.340 |
| Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom | | |
| **Uvjet: d / tw <= 69 ε (29.04 <= 63.78)** | | |

**Proračun dužina izvijanja stupova**
Nepomična konstrukcija (Eurocode 3 ENV 1993-1-1 Annex E)
**Stub 622-370 (Stub )**
**Izvijanje oko osi 2-2**
Vrh stupa (15.00,0.00,5.10)
Krutost stupa

| | | |
|---|---|---|
| E×I2/L=2.10e+8×6.71e-4/5.100 | Kc = | 27638 kNm²/m |
| Krutost stupa iznad | | |
| E×I2/L=2.10e+8×6.71e-4/0.700 | Kc = | 2.01e+5 kNm²/m |
| Koeficijent preraspodjele | | |
| ΣαKc/(ΣαKb + ΣαKc) | K,vrh = | 1.000 |

Dno stupa (15.00,0.00,0.00)
Krutost stupa

| | | |
|---|---|---|
| E×I2/L=2.10e+8×6.71e-4/5.100 | Kc = | 27638 kNm²/m |
| Koeficijent preraspodjele | | |
| ΣαKc/(ΣαKb + ΣαKc) | K,dno = | 1.000 |
| **Koeficijent dužine izvijanja** | **β2-2 =** | **1.000** |
| **Efektivna dužina izvijanja** | **L2-2 =** | **5.100** |

**Izvijanje oko osi 3-3**
Vrh stupa (15.00,0.00,5.10)
Krutost stupa

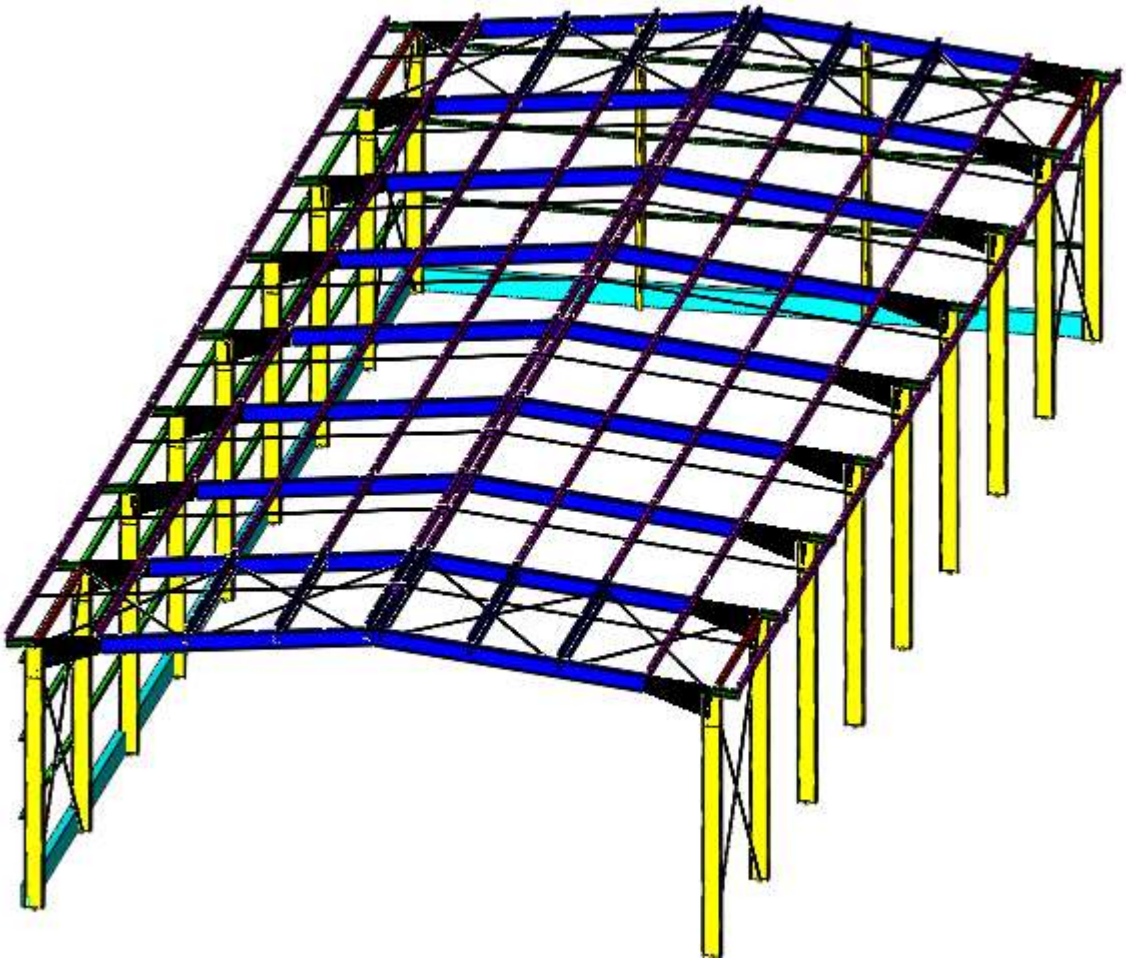
| | | |
|---|---|---|
| E×I3/L=2.10e+8×2.67e-5/5.100 | Kc = | 1099.4 kNm²/m |
| Krutost stupa iznad | | |
| E×I3/L=2.10e+8×2.67e-5/0.700 | Kc = | 8010.0 kNm²/m |
| Koeficijent preraspodjele | | |
| ΣαKc/(ΣαKb + ΣαKc) | K,vrh = | 1.000 |

Dno stupa (15.00,0.00,0.00)
Krutost stupa

| | | |
|---|---|---|
| E×I3/L=2.10e+8×2.67e-5/5.100 | Kc = | 1099.4 kNm²/m |
| Koeficijent preraspodjele | | |
| ΣαKc/(ΣαKb + ΣαKc) | K,dno = | 1.000 |
| **Koeficijent dužine izvijanja** | **β3-3 =** | **1.000** |
| **Efektivna dužina izvijanja** | **L3-3 =** | **5.100** |

***Sadržaj***

# NADSTREŠNICA - PRORAČUN KONSTRUKCIJE



Ulazni podaci

Ulazni podaci - Konstrukcija 134

Ulazni podaci - Opterećenje 140

Rezultati

Statički proračun 141

Dimenzioniranje (čelik) 145

## *Ulazni podaci - Konstrukcija*

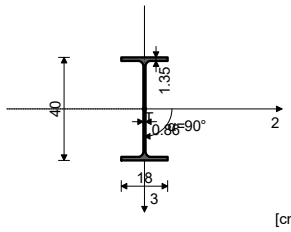
**Tabela materijala**

| No | Naziv materijala | E[kN/m2] | μ | γ[kN/m3] | αt[1/C] | Em[kN/m2] | μm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Čelik | 2.100e+8 | 0.30 | 78.50 | 1.000e-5 | 2.100e+8 | 0.30 |
| 2 | Čelik - okrugli | 2.100e+8 | 0.30 | 0.00 | 1.000e-5 | 2.100e+8 | 0.30 |

**Setovi greda**

Set: 1 Presjek: IPE 400, Fiktivna ekscentričnost

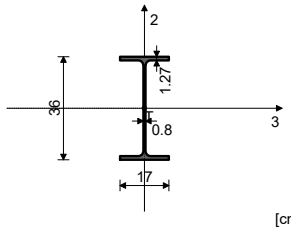
| Mat. | A1 | A2 | A3 | I1 | I2 | I3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 - Čelik | 8.450e-3 | 4.177e-3 | 4.273e-3 | 5.140e-7 | 2.313e-4 | 1.320e-5 |




[cm]

Set: 2 Presjek: IPE 360, Fiktivna ekscentričnost

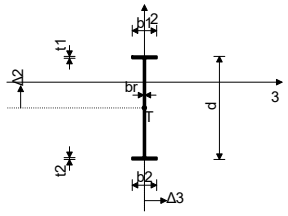
| Mat. | A1 | A2 | A3 | I1 | I2 | I3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 - Čelik | 7.270e-3 | 3.511e-3 | 3.759e-3 | 3.750e-7 | 1.040e-5 | 1.627e-4 |




[cm]

Set: 3 Presjek: Promjenjiv, Fiktivna ekscentričnost

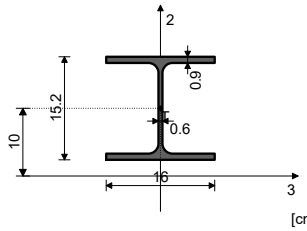
| Mat. | Tip promjene |
|---|---|
| 1 - Čelik | Relativna linearna promjena. |




| No | dL | Δ3 [cm] | Δ2 [cm] | b1 [cm] | t1 [cm] | b2 [cm] | t2 [cm] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | br [cm] | d [cm] | | |
| S | 0 | 0.00 | -18.00 | 17.00 | 1.27 | 17.00 | 1.27 |
| | | | | 0.80 | 72.00 | | |
| E | 1 | 0.00 | 0.00 | 17.00 | 1.27 | 17.00 | 1.27 |
| | | | | 0.80 | 36.00 | | |

Set: 4 Presjek: HEA 160, Fiktivna ekscentričnost

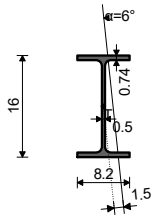
| Mat. | A1 | A2 | A3 | I1 | I2 | I3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 - Čelik | 3.880e-3 | 1.324e-3 | 2.556e-3 | 1.230e-7 | 6.160e-6 | 1.670e-5 |




[cm]

Set: 5 Presjek: IPE 160, Fiktivna ekscentričnost

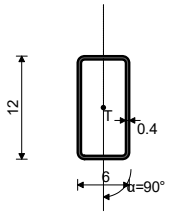
| Mat. | A1 | A2 | A3 | I1 | I2 | I3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 - Čelik | 2.010e-3 | 9.674e-4 | 1.043e-3 | 3.620e-8 | 7.705e-7 | 8.603e-6 |




[cm]

Set: 6 Presjek: HOP [] 120x60x4, Fiktivna ekscentričnost

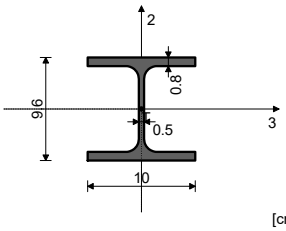
| Mat. | A1 | A2 | A3 | I1 | I2 | I3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 - Čelik | 1.335e-3 | 4.800e-4 | 9.600e-4 | 2.004e-6 | 2.407e-6 | 8.116e-7 |




[cm]

Set: 7 Presjek: HEA 100, Fiktivna ekscentričnost

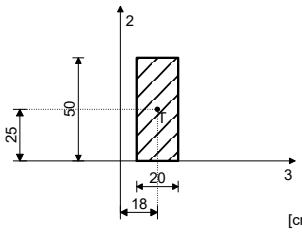
| Mat. | A1 | A2 | A3 | I1 | I2 | I3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 - Čelik | 2.120e-3 | 7.520e-4 | 1.368e-3 | 5.260e-8 | 1.340e-6 | 3.490e-6 |




[cm]

Set: 8 Presjek: b/d=20/50, Fiktivna ekscentričnost

| Mat. | A1 | A2 | A3 | I1 | I2 | I3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 - Čelik | 1.000e-1 | 8.333e-2 | 8.333e-2 | 9.981e-4 | 3.333e-4 | 2.083e-3 |

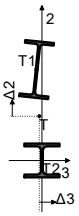


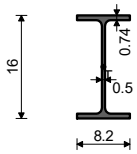

[cm]

Set: 9 Presjek: Višedjelni, Fiktivna ekscentričnost

| Mat. | A1 | A2 | A3 | I1 | I2 | I3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 - Čelik | 4.130e-3 | 1.719e-3 | 2.411e-3 | 8.880e-8 | 2.343e-6 | 8.077e-5 |

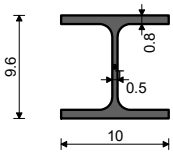
| No | Presjek | Δ3 [cm] | Δ2 [cm] | α | Mat. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | IPE 160 | -1.50 | 25.80 | -0.10 | 1 |
| 2 | HEA 100 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1 |




[cm]

IPE 160

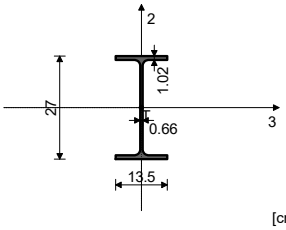



[cm]

HEA 100

Set: 10 Presjek: IPE 270, Fiktivna ekscentričnost

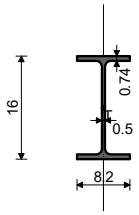
| Mat. | A1 | A2 | A3 | I1 | I2 | I3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 - Čelik | 4.590e-3 | 2.209e-3 | 2.381e-3 | 1.600e-7 | 4.200e-6 | 5.790e-5 |




[cm]

Set: 11 Presjek: IPE 160, Fiktivna ekscentričnost

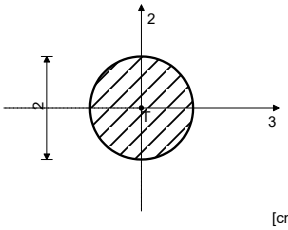
| Mat. | A1 | A2 | A3 | I1 | I2 | I3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 - Čelik | 2.010e-3 | 9.666e-4 | 1.043e-3 | 3.620e-8 | 6.830e-7 | 8.690e-6 |




[cm]

Set: 12 Presjek: D=2, Jednostavan nelinearan (vlačni) štap, Fiktivna ekscentričnost

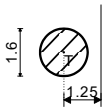
| Mat. | A1 | A2 | A3 | I1 | I2 | I3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 - Čelik - okrugli | 3.142e-4 | 2.827e-4 | 2.827e-4 | 1.571e-8 | 7.854e-9 | 7.854e-9 |




[cm]

Set: 13 Presjek: D=1.6, Jednostavan nelinearan (vlačni) štap, Fiktivna ekscentričnost

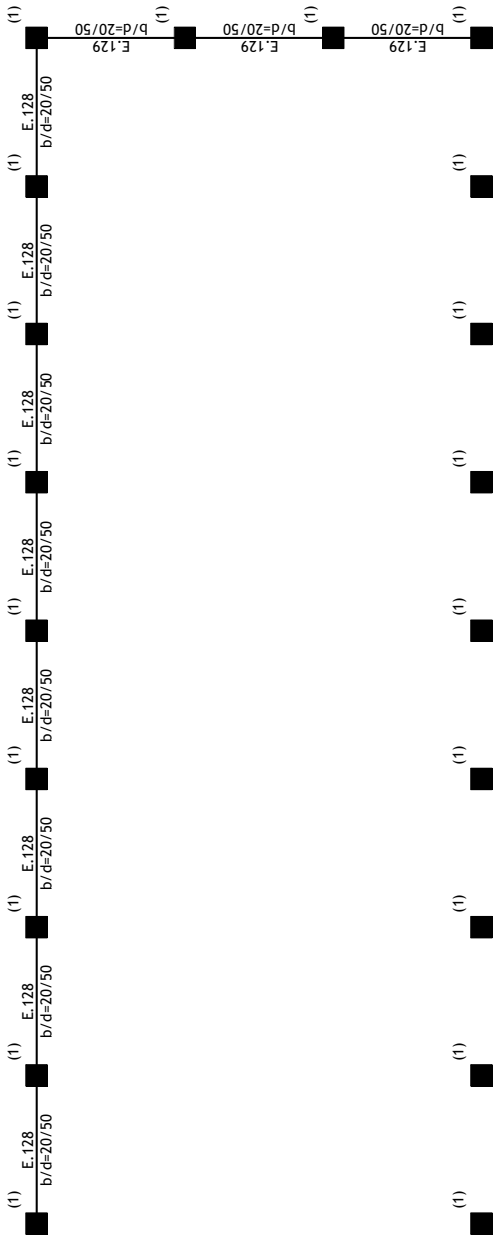
| Mat. | A1 | A2 | A3 | I1 | I2 | I3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 - Čelik - okrugli | 2.011e-4 | 1.810e-4 | 1.810e-4 | 6.434e-9 | 3.217e-9 | 3.217e-9 |



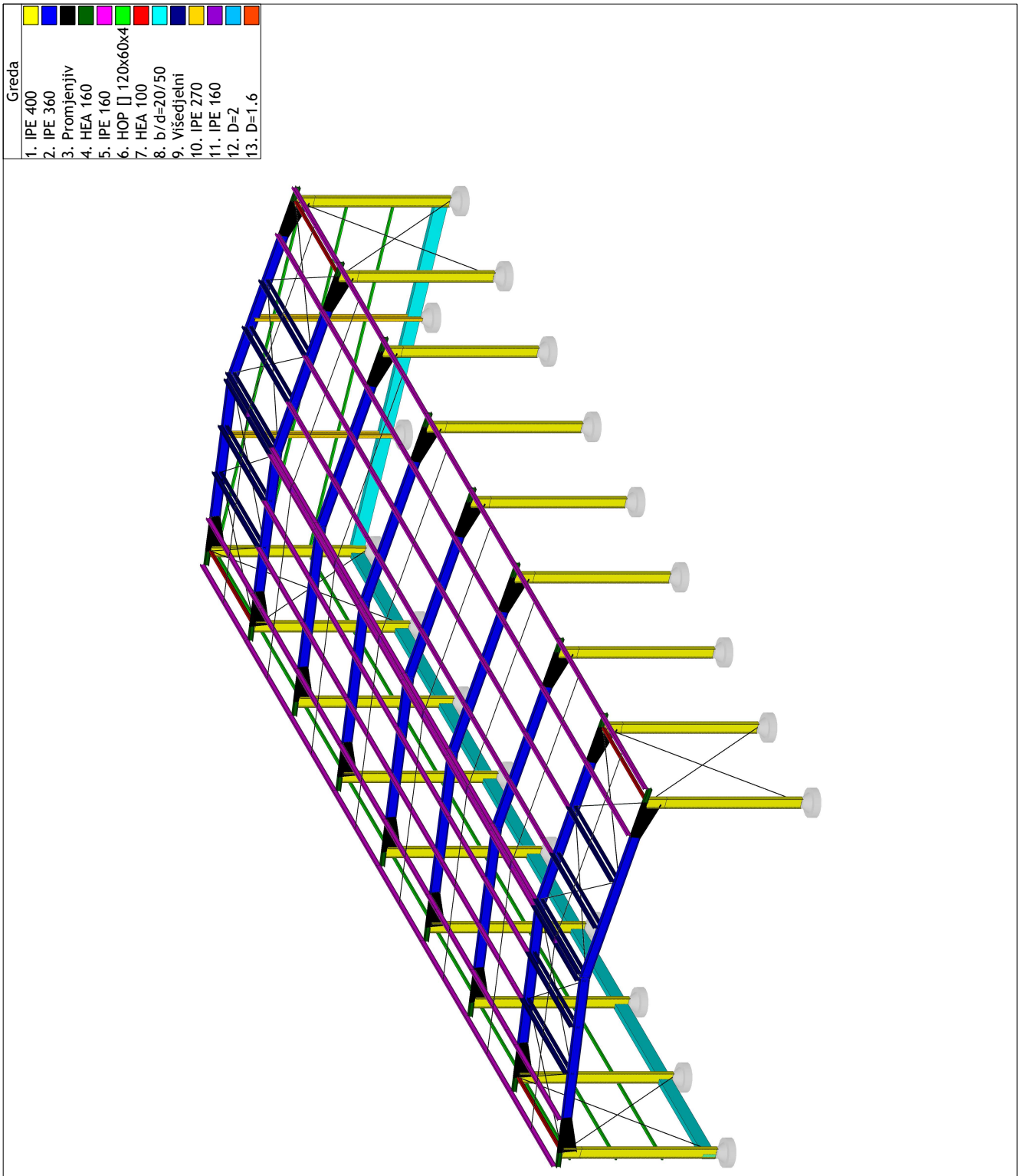

[cm]

Setovi točkastih ležajeva

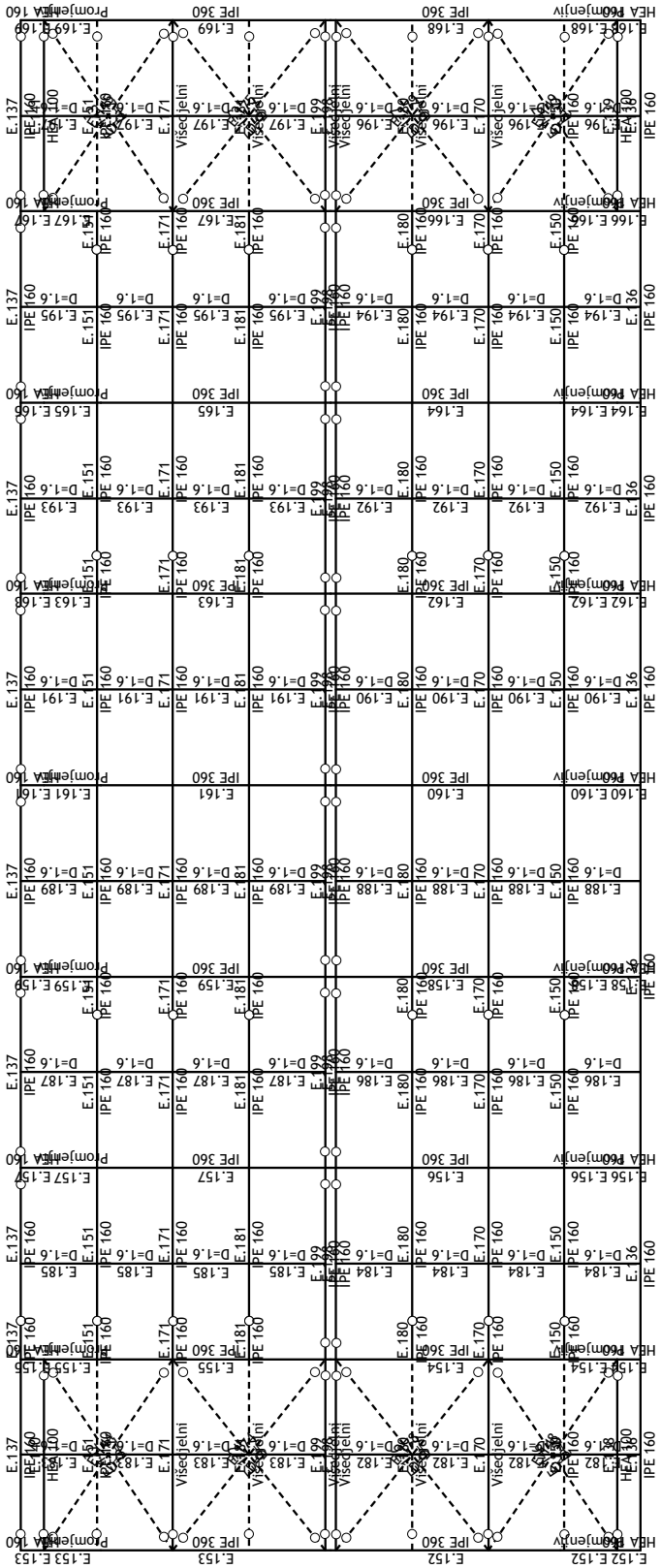
| Set | K,R1 | K,R2 | K,R3 | K,M1 | K,M2 | K,M3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1.000e+10 | 1.000e+10 | 1.000e+10 | | | |




Nivo: [0.00 m]




Setovi numeričkih podataka
Greda (1-13)



Pogled: KP_1+KP_2

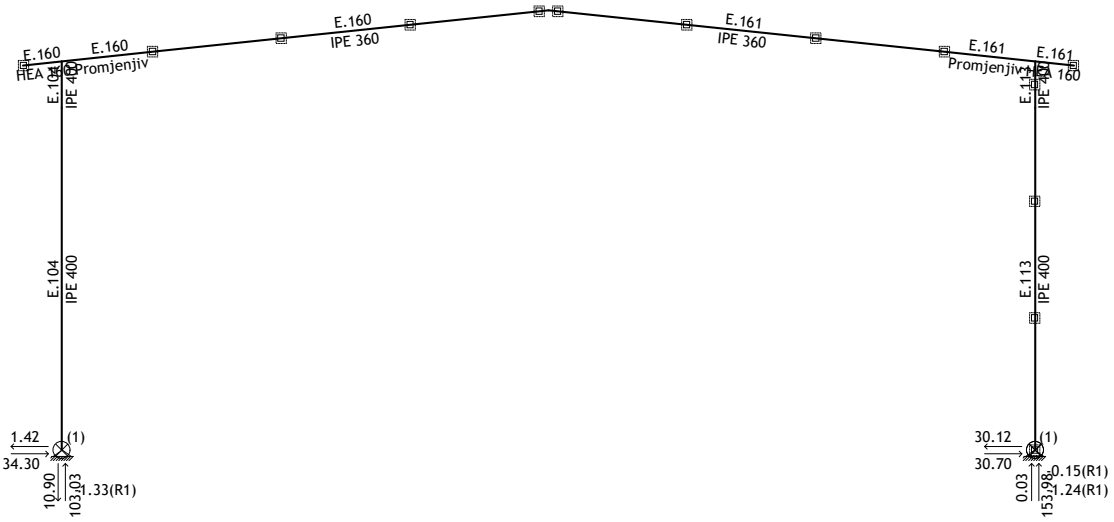
## *Ulazni podaci - Opterećenje*

Lista slučajeva opterećenja

| LC | Naziv | pX [kN] | pY [kN] | pZ [kN] |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Stalno (g) | 0.00 | -0.00 | -815.73 |
| 2 | Snijeg | 0.00 | 0.00 | -1042.51 |
| 3 | Vjetar X | 89.85 | 0.00 | 475.65 |
| 4 | Vjetar Y | 0.00 | -163.20 | 475.65 |
| 5 | Vjetar (trenje po krovu) | 65.16 | 0.00 | 0.00 |
| 6 | Komb.: 1.35xI+1.5xII+0.9xIV+0.9xV | 58.64 | -146.88 | -2236.92 |
| 7 | Komb.: 1.35xI+1.5xII+0.9xIII+0.9xV | 139.51 | -0.00 | -2236.92 |
| 8 | Komb.: 1.35xI+0.75xII+0.9xIV+1.5xV | 97.74 | -146.88 | -1455.04 |
| 9 | Komb.: 1.35xI+0.75xII+1.5xIV+0.9xV | 58.64 | -244.80 | -1169.65 |
| 10 | Komb.: 1.35xI+0.75xII+0.9xIII+1.5xV | 178.60 | -0.00 | -1455.04 |
| 11 | Komb.: 1.35xI+0.75xII+1.5xIII+0.9xV | 193.42 | -0.00 | -1169.65 |
| 12 | Komb.: I+1.5xII+0.9xIV+0.9xV | 58.64 | -146.88 | -1951.42 |
| 13 | Komb.: I+1.5xII+0.9xIII+0.9xV | 139.51 | -0.00 | -1951.42 |
| 14 | Komb.: I+0.75xII+0.9xIV+1.5xV | 97.74 | -146.88 | -1169.53 |
| 15 | Komb.: I+0.75xII+1.5xIV+0.9xV | 58.64 | -244.80 | -884.15 |
| 16 | Komb.: I+0.75xII+0.9xIII+1.5xV | 178.60 | -0.00 | -1169.53 |
| 17 | Komb.: I+0.75xII+1.5xIII+0.9xV | 193.42 | -0.00 | -884.15 |
| 18 | Komb.: 1.35xI+0.9xIV+1.5xV | 97.74 | -146.88 | -673.16 |
| 19 | Komb.: 1.35xI+1.5xIV+0.9xV | 58.64 | -244.80 | -387.77 |
| 20 | Komb.: 1.35xI+0.9xIII+1.5xV | 178.60 | -0.00 | -673.16 |
| 21 | Komb.: 1.35xI+1.5xIII+0.9xV | 193.42 | -0.00 | -387.77 |
| 22 | Komb.: 1.35xI+1.5xII+0.9xV | 58.64 | -0.00 | -2665.01 |
| 23 | Komb.: 1.35xI+1.5xII+0.9xIV | 0.00 | -146.88 | -2236.92 |
| 24 | Komb.: 1.35xI+1.5xII+0.9xIII | 80.86 | -0.00 | -2236.92 |
| 25 | Komb.: 1.35xI+0.75xII+1.5xV | 97.74 | -0.00 | -1883.12 |
| 26 | Komb.: 1.35xI+0.75xII+1.5xIV | 0.00 | -244.80 | -1169.65 |
| 27 | Komb.: 1.35xI+0.75xII+1.5xIII | 134.77 | -0.00 | -1169.65 |
| 28 | Komb.: I+0.9xIV+1.5xV | 97.74 | -146.88 | -387.65 |
| 29 | Komb.: I+1.5xIV+0.9xV | 58.64 | -244.80 | -102.26 |
| 30 | Komb.: I+0.9xIII+1.5xV | 178.60 | -0.00 | -387.65 |
| 31 | Komb.: I+1.5xIII+0.9xV | 193.42 | -0.00 | -102.26 |
| 32 | Komb.: I+1.5xII+0.9xV | 58.64 | -0.00 | -2379.50 |
| 33 | Komb.: I+1.5xII+0.9xIV | 0.00 | -146.88 | -1951.42 |
| 34 | Komb.: I+1.5xII+0.9xIII | 80.86 | -0.00 | -1951.42 |
| 35 | Komb.: I+0.75xII+1.5xV | 97.74 | -0.00 | -1597.62 |
| 36 | Komb.: I+0.75xII+1.5xIV | 0.00 | -244.80 | -884.15 |
| 37 | Komb.: I+0.75xII+1.5xIII | 134.77 | -0.00 | -884.15 |
| 38 | Komb.: 1.35xI+1.5xV | 97.74 | -0.00 | -1101.24 |
| 39 | Komb.: 1.35xI+1.5xIV | 0.00 | -244.80 | -387.77 |
| 40 | Komb.: 1.35xI+1.5xIII | 134.77 | -0.00 | -387.77 |
| 41 | Komb.: 1.35xI+1.5xII | 0.00 | -0.00 | -2665.01 |
| 42 | Komb.: I+1.5xV | 97.74 | -0.00 | -815.73 |
| 43 | Komb.: I+1.5xIV | 0.00 | -244.80 | -102.26 |
| 44 | Komb.: I+1.5xIII | 134.77 | -0.00 | -102.26 |
| 45 | Komb.: I+1.5xII | 0.00 | -0.00 | -2379.50 |
| 46 | Komb.: 1.35xI | 0.00 | -0.00 | -1101.24 |
| 47 | Komb.: I | 0.00 | -0.00 | -815.73 |

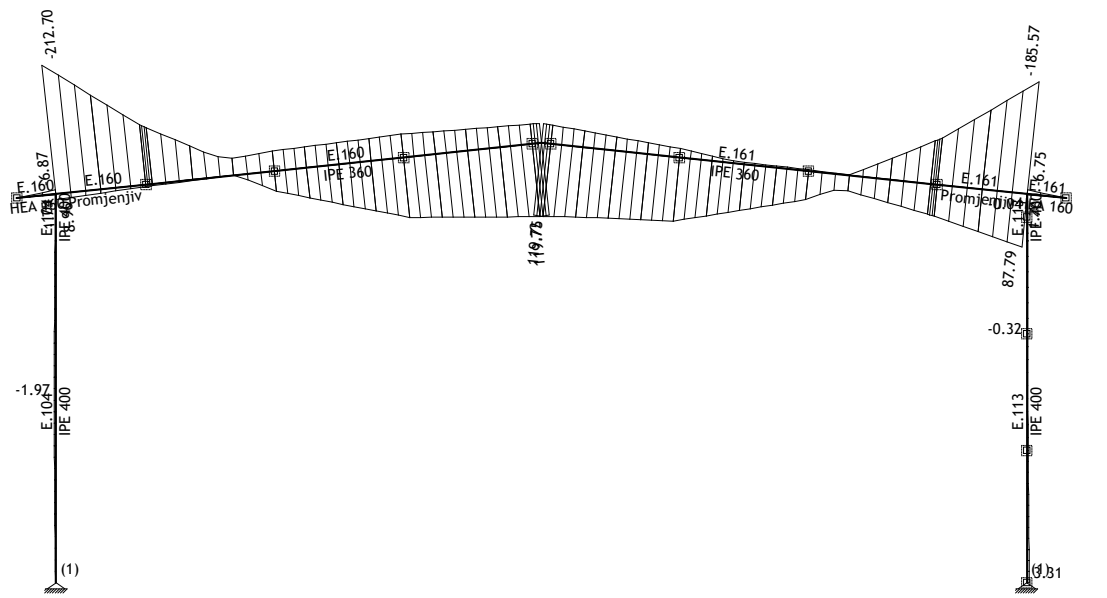
## *Statički proračun*

Opt. 48: [Anv] 5-20



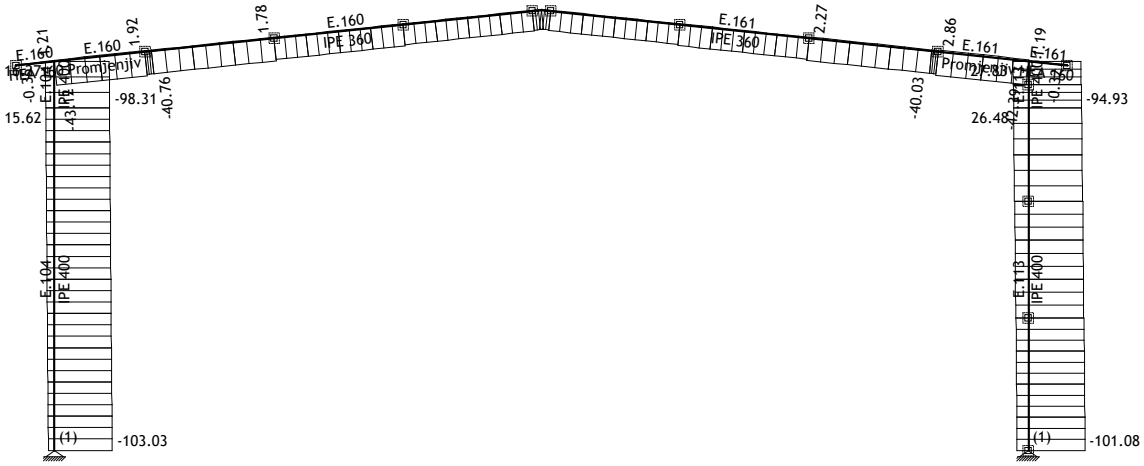

Okvir: V_5
Reakcije ležajeva (Min/Max)

Opt. 48: [Anv] 5-20



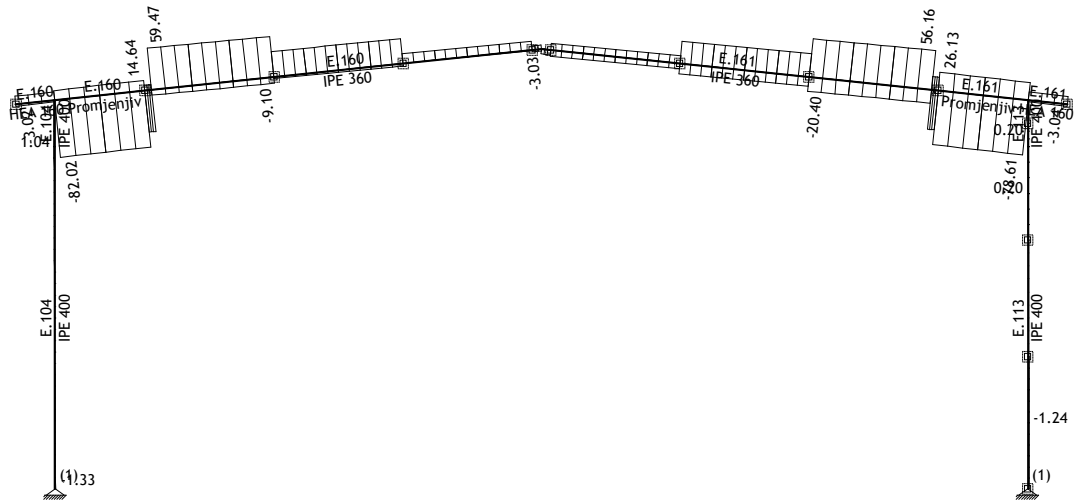

Okvir: V_5
Utjecaji u gredi: max M3= 119.75 / min M3= -212.70 kNm

Opt. 48: [Anv] 5-20



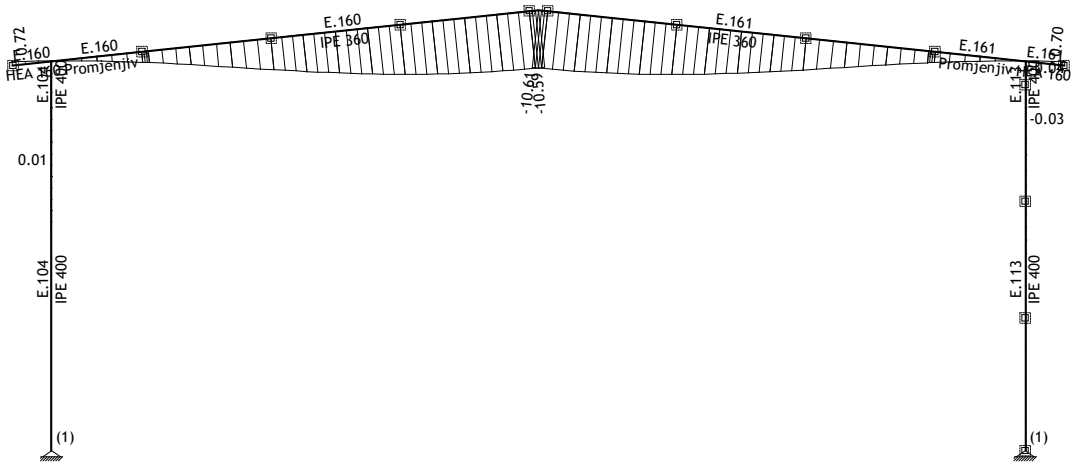

Okvir: V_5
Utjecaji u gredi: max N1= 27.83 / min N1= -103.03 kN

Opt. 48: [Anv] 5-20



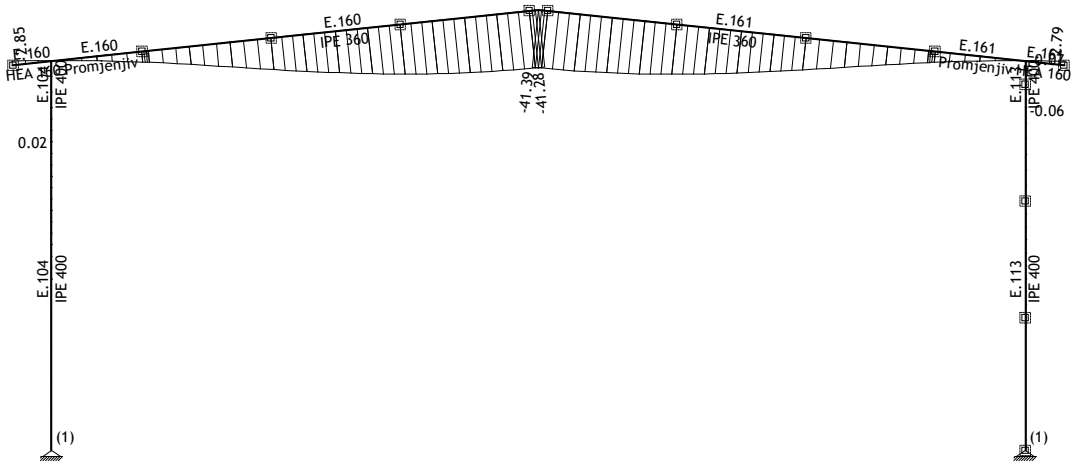

Okvir: V_5
Utjecaji u gredi: max T2= 59.47 / min T2= -82.02 kN

Opt. 1: Stalno (g)



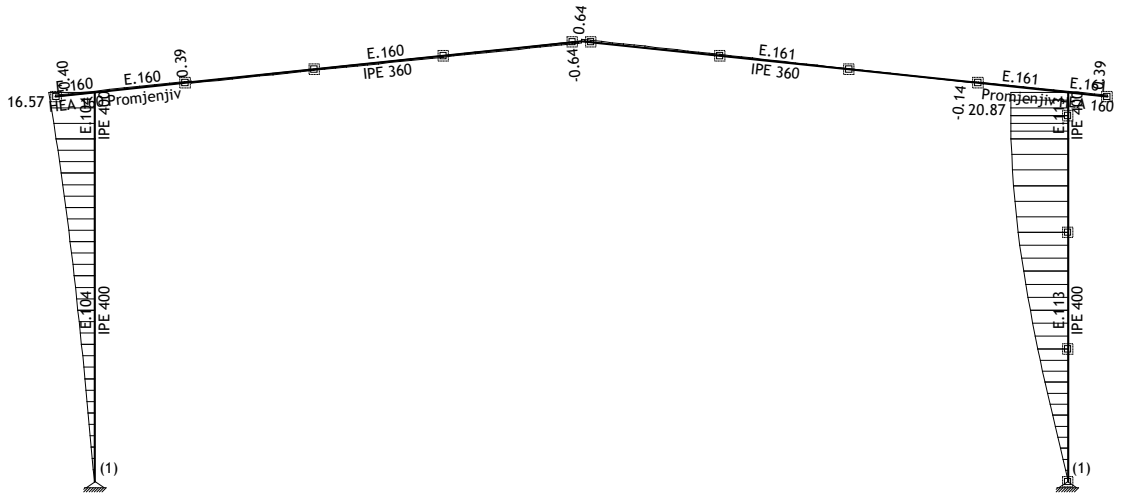

Okvir: V_5
Utjecaji u gredi: max u2= 0.72 / min u2= -10.61 m / 1000

Opt. 2: Snijeg



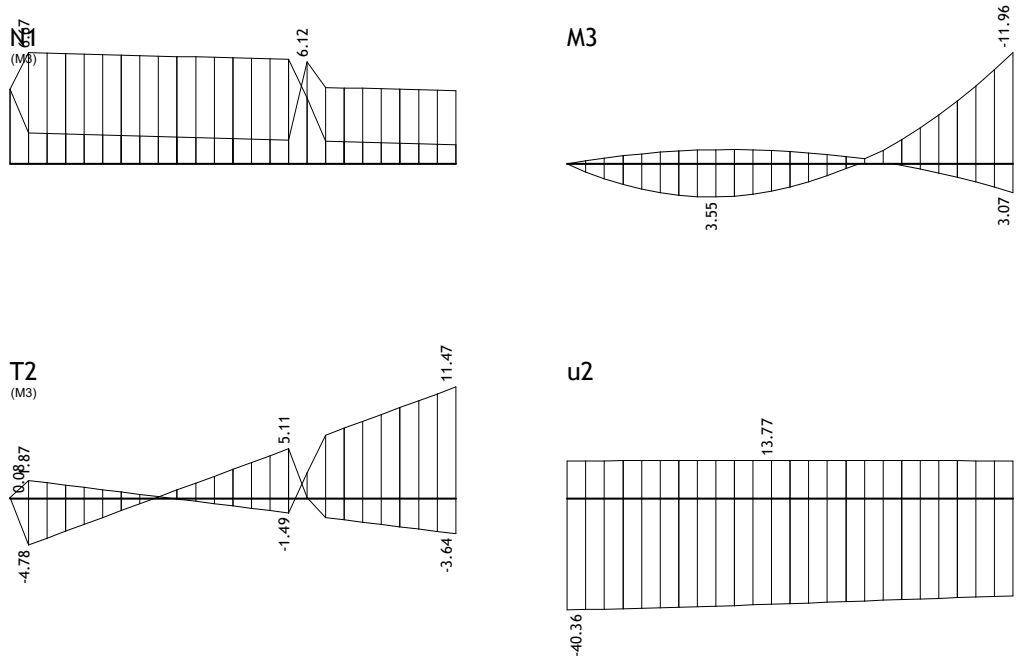

Okvir: V_5
Utjecaji u gredi: max u2= 2.85 / min u2= -41.39 m / 1000

Opt. 4: Vjetar Y




Okvir: V_5
Utjecaji u gredi: max u3= 20.87 / min u3= -0.64 m / 1000

Opt. 48: [Anv] 5-20




Utjecaji u gredi: E. 170 (223-373)
N1 [kN], T2 [kN], M3 [kNm], u2 [m/1000]

## *Dimenzioniranje (čelik)*

**Proračun dužina izvijanja stupova**

Nepomična konstrukcija (Eurocode 2 EN 1992)

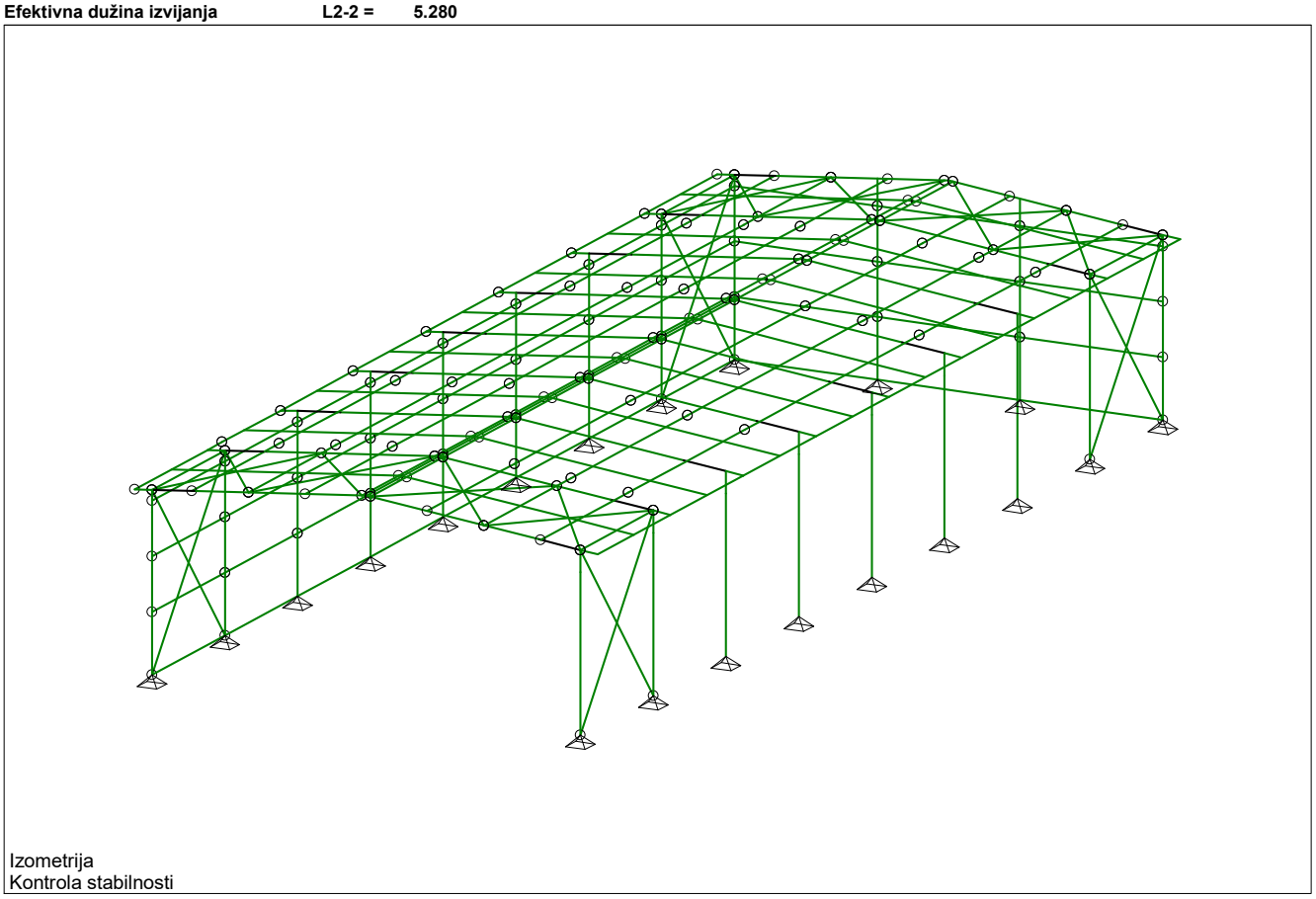
**Stub 11-1**

**Izvijanje oko osi 2-2**

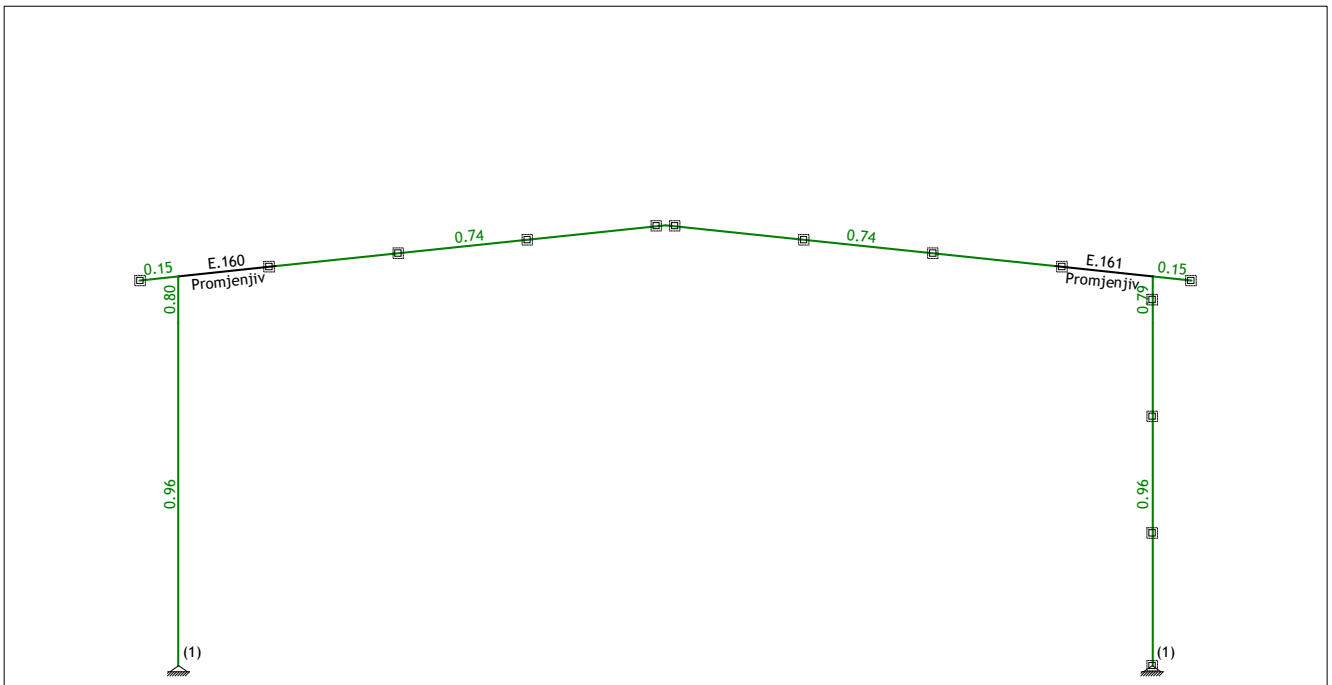
| | | |
|---|---|---|
| Vrh stupa (0.00,0.00,5.28) | | |
| Krutost stupa | | |
| E×I2/L=2.10e+8×2.31e-4/5.280 | Kc = | 9199.4 kNm²/m |
| Krutost stupa iznad | | |
| E×I2/L=2.10e+8×2.31e-4/0.720 | Kc = | 67463 kNm²/m |
| Koeficijent preraspodjele | | |
| ΣαKc / ΣαKb | K,vrh = | (besk.) |
| Dno stupa (0.00,0.00,0.00) | | |
| Krutost stupa | | |
| E×I2/L=2.10e+8×2.31e-4/5.280 | Kc = | 9199.4 kNm²/m |
| Koeficijent preraspodjele | | |
| ΣαKc / ΣαKb | K,dno = | (besk.) |
| **Koeficijent dužine izvijanja** | **β2-2 =** | **1.000** |
| **Efektivna dužina izvijanja** | **L2-2 =** | **5.280** |

**Izvijanje oko osi 3-3**

| | | |
|---|---|---|
| Vrh stupa (0.00,0.00,5.28) | | |
| Krutost stupa | | |
| E×I3/L=2.10e+8×1.32e-5/5.280 | Kc = | 525.00 kNm²/m |
| Krutost stupa iznad | | |
| E×I3/L=2.10e+8×1.32e-5/0.720 | Kc = | 3850.0 kNm²/m |
| Koeficijent preraspodjele | | |
| ΣαKc / ΣαKb | K,vrh = | (besk.) |
| Dno stupa (0.00,0.00,0.00) | | |
| Krutost stupa | | |
| E×I3/L=2.10e+8×1.32e-5/5.280 | Kc = | 525.00 kNm²/m |
| Koeficijent preraspodjele | | |
| ΣαKc / ΣαKb | K,dno = | (besk.) |
| **Koeficijent dužine izvijanja** | **β3-3 =** | **1.000** |
| **Efektivna dužina izvijanja** | **L3-3 =** | **5.280** |



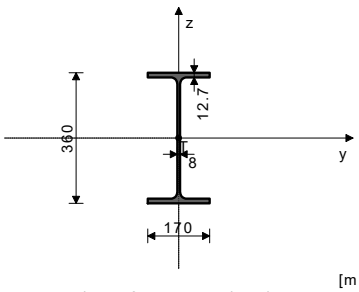
Izometrija
Kontrola stabilnosti




Okvir: V_5
Kontrola stabilnosti

**E.160 (751-1023)**
POPREČNI PRESJEK: IPE 360 [S 275] [Set: 2]
EUROCODE 3 (ENV)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA




[mm]

| | |
|---|---|
| Ax = | 72.700 cm2 |
| Ay = | 37.592 cm2 |
| Az = | 35.108 cm2 |
| Ix = | 37.500 cm4 |
| Iy = | 16270 cm4 |
| Iz = | 1040.0 cm4 |
| Wy = | 903.89 cm3 |
| Wz = | 122.35 cm3 |
| Wy,pl = | 996.68 cm3 |
| Wz,pl = | 183.52 cm3 |
| γM0 = | 1.100 |
| γM1 = | 1.100 |
| γM2 = | 1.250 |
| Anet/A = | 0.900 |

(fy = 27.5 kN/cm2, fu = 43.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

| | | |
|---|---|---|
| 22. γ=0.74 | 41. γ=0.73 | 32. γ=0.70 |
| 45. γ=0.70 | 7. γ=0.58 | 24. γ=0.57 |
| 6. γ=0.56 | 23. γ=0.56 | 13. γ=0.54 |
| 34. γ=0.54 | 12. γ=0.53 | 33. γ=0.53 |
| 25. γ=0.44 | 35. γ=0.41 | 10. γ=0.28 |
| 8. γ=0.26 | 9. γ=0.26 | 26. γ=0.26 |
| 16. γ=0.24 | 14. γ=0.24 | 15. γ=0.22 |
| 36. γ=0.22 | 29. γ=0.20 | 43. γ=0.19 |
| 19. γ=0.18 | 11. γ=0.17 | 39. γ=0.17 |
| 27. γ=0.17 | 31. γ=0.17 | 20. γ=0.16 |
| 30. γ=0.16 | 37. γ=0.16 | 38. γ=0.16 |
| 21. γ=0.16 | 40. γ=0.16 | 18. γ=0.16 |
| 42. γ=0.16 | 17. γ=0.16 | 44. γ=0.16 |
| 28. γ=0.16 | 46. γ=0.16 | 47. γ=0.16 |

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 22, na 14.5 cm od početka štapa)

| | | |
|---|---|---|
| Računska uzdužna sila | Nsd = | -40.292 kN |
| Poprečna sila u y pravcu | Vsd_y = | -0.473 kN |
| Poprečna sila u z pravcu | Vsd_z = | 12.505 kN |
| Momenat savijanja oko y osi | Msd_y = | 153.88 kNm |
| Momenat savijanja oko z osi | Msd_z = | -0.333 kNm |
| Moment torzije | Mt = | -0.035 kNm |
| Sistemska dužina štapa | L = | 604.13 cm |

5.3 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA
5.4.4 Tlak

| | | |
|---|---|---|
| Plastična računska otpornost | Npl.Rd = | 1817.5 kN |
| Računska otpornost na tlak | Nc.Rd = | 1817.5 kN |

**Uvjet 5.16: Nsd <= Nc.Rd (40.29 <= 1817.50)**

5.4.5 Savijanje y-y

| | | |
|---|---|---|
| Računski plastični moment | Mpl.Rd = | 249.17 kNm |
| Računska otp.na lokalno izbočavanje | Mo.Rd = | 225.97 kNm |
| Računski elastični momenat | Mel.Rd = | 225.97 kNm |
| Računska otpornost na savijanje | Mc.Rd = | 249.17 kNm |

**Uvjet 5.17: Msd_y <= Mc.Rd_y (153.88 <= 249.17)**

5.4.5 Savijanje z-z

| | | |
|---|---|---|
| Računski plastični moment | Mpl.Rd = | 45.879 kNm |
| Računska otp.na lokalno izbočavanje | Mo.Rd = | 30.588 kNm |
| Računski elastični momenat | Mel.Rd = | 30.588 kNm |
| Računska otpornost na savijanje | Mc.Rd = | 45.879 kNm |

**Uvjet 5.17: Msd_z <= Mc.Rd_z (0.33 <= 45.88)**

5.4.6 Posmik

| | | |
|---|---|---|
| Računska plast.otp.na posmik z-z | Vpl.Rd = | 506.74 kN |

**Uvjet 5.20: Vsd_z <= Vpl.Rd_z (12.50 <= 506.74)**

| | | |
|---|---|---|
| Računska plast.otp.na posmik y-y | Vpl.Rd = | 542.59 kN |

**Uvjet 5.20: Vsd_y <= Vpl.Rd_y (0.47 <= 542.59)**

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

Uvjet: Vsd_z <= 50%Vpl.Rd_z i Vsd_y <= 50%Vpl.Rd_y

5.4.8 Savijanje i centrična sila

| | | |
|---|---|---|
| Omjer Nsd / Npl.Rd | | 0.022 |
| Omjer Msd_y / Mpl.Rd_y | | 0.618 |

**Uvjet 5.36: (0.65 <= 1)**

5.5 OTPORNOST ELEMENATA NA IZVIJANJE

5.5.1.1 Otpornost na izvijanje

| | | |
|---|---|---|
| Dužina izvijanja y-y | l,y = | 604.13 cm |
| Polumjer inercije y-y | i,y = | 14.960 cm |
| Vitkost y-y | λ,y = | 40.384 |
| Relativna vitkost y-y | λ_y = | 0.465 |
| Krivulja izvijanja za os y-y: A | α = | 0.210 |
| Redukcijski koeficijent | χ,y = | 0.935 |
| Koeficijent efektivnog presjeka | βA = | 1.000 |
| Računska otpornost na izvijanje | Nb.Rd_y = | 1698.9 kN |

**Uvjet 5.45: Nsd <= Nb.Rd_y (40.29 <= 1698.87)**

| | | |
|---|---|---|
| Dužina izvijanja z-z | l,z = | 302.07 cm |
| Polumjer inercije z-z | i,z = | 3.782 cm |
| Vitkost z-z | λ,z = | 79.864 |
| Relativna vitkost z-z | λ_z = | 0.920 |
| Krivulja izvijanja za os z-z: B | α = | 0.340 |
| Redukcijski koeficijent | χ,z = | 0.648 |
| Koeficijent efektivnog presjeka | βA = | 1.000 |
| Računska otpornost na izvijanje | Nb.Rd_z = | 1178.2 kN |

**Uvjet 5.45: Nsd <= Nb.Rd_z (40.29 <= 1178.23)**

5.5.2 Bočno-torzijsko izvijanje greda

| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent | C1 = | 0.712 |
| Koeficijent | C2 = | 0.652 |
| Koeficijent | C3 = | 1.070 |
| Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja | k = | 0.500 |
| Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja | kw = | 0.500 |
| Koordinata | zg = | 0.000 cm |
| Koordinata | zj = | 0.000 cm |
| Razmak bočno pridržanih točaka | L = | 400.00 cm |
| Sektorski moment inercije | Iw = | 3.14e+5 cm6 |
| Krit.mom.za bočno tor.izvijanje | Mcr = | 725.68 kNm |
| Koeficijent | βw = | 1.000 |
| Koeficijent imperf. | αLT = | 0.210 |
| Bezdimenzionalna vitkost | λLT_ = | 0.615 |
| Koeficijent redukcije | χLT = | 0.884 |
| Računska otpornost na izvijanje | Mb.Rd = | 220.36 kNm |

**Uvjet 5.48: Msd_y <= Mb.Rd (153.88 <= 220.36)**

5.5.4 Savijanje i centrični tlak

| | | |
|---|---|---|
| Redukcijski koeficijent | χmin = | 0.648 |
| Nsd / ... | | 0.034 |
| Koeficijent uniformnog momenta | βy = | 1.939 |
| Koeficijent | μy = | 0.046 |
| Koeficijent | ky = | 0.999 |
| ky * My / ... | | 0.617 |
| Koeficijent uniformnog momenta | βz = | 1.996 |
| Koeficijent | μz = | 0.492 |
| Koeficijent | kz = | 0.985 |
| kz * Mz / ... | | 0.007 |

**Uvjet 5.51: (0.66 <= 1)**

| | | |
|---|---|---|
| Redukcijski koeficijent | χ_z = | 0.648 |
| Nsd/ ... | | 0.034 |
| Redukcijski koeficijent | χLT = | 0.884 |
| Koef.unif.mom.za bočno torz.izv. | βM.LT = | 1.939 |
| Koeficijent | μLT = | 0.118 |
| Koeficijent | kLT = | 0.996 |
| kLT * My / ... | | 0.696 |
| Koeficijent uniformnog momenta | βz = | 1.996 |
| Koeficijent | μz = | 0.492 |
| Koeficijent | kz = | 0.985 |
| kz * Mz / ... | | 0.007 |

**Uvjet 5.52: (0.74 <= 1)**

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM

za posmik u ravnini z-z

| | | |
|---|---|---|
| Širina lima | d = | 33.460 cm |
| Debljina lima | tw = | 0.800 cm |

Nema poprečnih ukrućenja u sredini

| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent izbočavanja posmikom | kτ = | 5.340 |

Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom

**Uvjet: d / tw <= 69 ε (41.83 <= 63.78)**

5.6.7 Interakcija posmične sile, savijanja i centr.sile

za posmik u ravnini z-z

| | | |
|---|---|---|
| Računski plastični moment nožica | Mf.Rd = | 194.21 kNm |

**Uvjeti 5.66a i 5.66b su ispunjeni**

5.7 OTPORNOST REBRA NA POPREČNE SILE

5.7.7 Izvijanje tlačne nožice u ravnini rebra

| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent (klasa nožice 1) | k = | 0.300 |
| Površina rebra | Aw = | 28.800 cm2 |
| Površina tlač. nožice | Afc = | 21.590 cm2 |

Spriječena je mogućnost izvijanja nožice u ravnini rebra

**Uvjet 5.80: (41.83 <= 264.59)**

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 41, kraj štapa)

| | | |
|---|---|---|
| Računska uzdužna sila | Nsd = | -46.600 kN |
| Poprečna sila u y pravcu | Vsd_y = | -0.132 kN |
| Poprečna sila u z pravcu | Vsd_z = | 72.458 kN |
| Momenat savijanja oko y osi | Msd_y = | -93.154 kNm |
| Momenat savijanja oko z osi | Msd_z = | 0.160 kNm |
| Sistemska dužina štapa | L = | 604.13 cm |

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA

5.4.6 Posmik

| | | |
|---|---|---|
| Računska plast.otp.na posmik z-z | Vpl.Rd = | 506.74 kN |

**Uvjet 5.20: Vsd_z <= Vpl.Rd_z (72.46 <= 506.74)**

| | | |
|---|---|---|
| Računska plast.otp.na posmik y-y | Vpl.Rd = | 542.59 kN |

**Uvjet 5.20: Vsd_y <= Vpl.Rd_y (0.13 <= 542.59)**

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM

za posmik u ravnini z-z

| | | |
|---|---|---|
| Širina lima | d = | 33.460 cm |
| Debljina lima | tw = | 0.800 cm |

Nema poprečnih ukrućenja u sredini

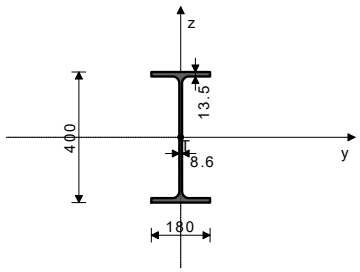
| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent izbočavanja posmikom | kτ = | 5.340 |

Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom

**Uvjet: d / tw <= 69 ε (41.83 <= 63.78)**

**E.113 (1050-1277)**
POPREČNI PRESJEK: IPE 400 [S 275] [Set: 1]
EUROCODE 3 (ENV)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA




| | |
|---|---|
| Ax = | 84.500 cm2 |
| Ay = | 41.769 cm2 |
| Az = | 42.731 cm2 |
| Ix = | 51.400 cm4 |
| Iy = | 23130 cm4 |
| Iz = | 1320.0 cm4 |
| Wy = | 1156.5 cm3 |
| Wz = | 146.67 cm3 |
| Wy,pl = | 1267.2 cm3 |
| Wz,pl = | 218.70 cm3 |
| γM0 = | 1.100 |
| γM1 = | 1.100 |
| γM2 = | 1.250 |
| Anet/A = | 0.900 |

(fy = 27.5 kN/cm2, fu = 43.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

| | | |
|---|---|---|
| 22. γ=0.95 | 41. γ=0.95 | 32. γ=0.91 |
| 45. γ=0.91 | 24. γ=0.75 | 7. γ=0.75 |
| 34. γ=0.70 | 13. γ=0.70 | 6. γ=0.64 |
| 23. γ=0.64 | 12. γ=0.59 | 33. γ=0.59 |
| 25. γ=0.58 | 35. γ=0.53 | 10. γ=0.36 |
| 43. γ=0.35 | 29. γ=0.35 | 19. γ=0.32 |
| 16. γ=0.32 | 39. γ=0.32 | 8. γ=0.26 |
| 14. γ=0.24 | 27. γ=0.22 | 11. γ=0.22 |
| 38. γ=0.19 | 46. γ=0.18 | 31. γ=0.18 |
| 44. γ=0.18 | 37. γ=0.17 | 17. γ=0.17 |
| 28. γ=0.17 | 18. γ=0.16 | 21. γ=0.16 |
| 26. γ=0.16 | 40. γ=0.16 | 9. γ=0.16 |
| 42. γ=0.16 | 15. γ=0.16 | 20. γ=0.16 |
| 36. γ=0.16 | 30. γ=0.16 | 47. γ=0.16 |

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 22, početak štapa)

| | | |
|---|---|---|
| Računska uzdužna sila | Nsd = | -121.71 kN |
| Poprečna sila u y pravcu | Vsd_y = | -0.127 kN |
| Poprečna sila u z pravcu | Vsd_z = | -38.752 kN |
| Momenat savijanja oko y osi | Msd_y = | -202.16 kNm |
| Momenat savijanja oko z osi | Msd_z = | 0.180 kNm |
| Sistemska dužina štapa | L = | 528.00 cm |

5.3 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA
5.4.4 Tlak

| | | |
|---|---|---|
| Plastična računska otpornost | Npl.Rd = | 2112.5 kN |
| Računska otpornost na tlak | Nc.Rd = | 2112.5 kN |

**Uvjet 5.16: Nsd <= Nc.Rd (121.71 <= 2112.50)**

5.4.5 Savijanje y-y

| | | |
|---|---|---|
| Računski plastični moment | Mpl.Rd = | 316.81 kNm |
| Računska otp.na lokalno izbočavanje | Mo.Rd = | 289.12 kNm |
| Računski elastični momenat | Mel.Rd = | 289.12 kNm |
| Računska otpornost na savijanje | Mc.Rd = | 316.81 kNm |

**Uvjet 5.17: Msd_y <= Mc.Rd_y (202.16 <= 316.81)**

5.4.5 Savijanje z-z

| | | |
|---|---|---|
| Računski plastični moment | Mpl.Rd = | 54.675 kNm |
| Računska otp.na lokalno izbočavanje | Mo.Rd = | 36.667 kNm |
| Računski elastični momenat | Mel.Rd = | 36.667 kNm |
| Računska otpornost na savijanje | Mc.Rd = | 54.675 kNm |

**Uvjet 5.17: Msd_z <= Mc.Rd_z (0.18 <= 54.67)**

5.4.6 Posmik

| | | |
|---|---|---|
| Računska plast.otp.na posmik z-z | Vpl.Rd = | 616.77 kN |

**Uvjet 5.20: Vsd_z <= Vpl.Rd_z (38.75 <= 616.77)**

| | | |
|---|---|---|
| Računska plast.otp.na posmik y-y | Vpl.Rd = | 602.88 kN |

**Uvjet 5.20: Vsd_y <= Vpl.Rd_y (0.13 <= 602.88)**

5.4.9 Savijanje, posmik i centrična sila
Nije potrebna redukcija momenata otpornosti
Uvjet: Vsd_z <= 50%Vpl.Rd_z i Vsd_y <= 50%Vpl.Rd_y

5.4.8 Savijanje i centrična sila

| | |
|---|---|
| Omjer Nsd / Npl.Rd | 0.058 |
| Omjer Msd_y / Mpl.Rd_y | 0.638 |

**Uvjet 5.36: (0.70 <= 1)**

5.5 OTPORNOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
5.5.1.1 Otpornost na izvijanje

| | | |
|---|---|---|
| Dužina izvijanja y-y | l,y = | 528.00 cm |
| Polumjer inercije y-y | i,y = | 16.545 cm |
| Vitkost y-y | λ,y = | 31.914 |
| Relativna vitkost y-y | λ_y = | 0.368 |
| Krivulja izvijanja za os y-y: A | α = | 0.210 |
| Redukcijski koeficijent | χ,y = | 0.961 |
| Koeficijent efektivnog presjeka | βA = | 1.000 |
| Računska otpornost na izvijanje | Nb.Rd_y = | 2030.3 kN |

**Uvjet 5.45: Nsd <= Nb.Rd_y (121.71 <= 2030.34)**

| | | |
|---|---|---|
| Dužina izvijanja z-z | l,z = | 528.00 cm |
| Polumjer inercije z-z | i,z = | 3.952 cm |
| Vitkost z-z | λ,z = | 133.59 |
| Relativna vitkost z-z | λ_z = | 1.539 |
| Krivulja izvijanja za os z-z: B | α = | 0.340 |
| Redukcijski koeficijent | χ,z = | 0.328 |
| Koeficijent efektivnog presjeka | βA = | 1.000 |
| Računska otpornost na izvijanje | Nb.Rd_z = | 693.46 kN |

**Uvjet 5.45: Nsd <= Nb.Rd_z (121.71 <= 693.46)**

5.5.2 Bočno-torzijsko izvijanje greda

| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent | C1 = | 1.898 |
| Koeficijent | C2 = | 0.000 |
| Koeficijent | C3 = | 0.935 |
| Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja | k = | 1.000 |
| Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja | kw = | 1.000 |
| Koordinata | zg = | 0.000 cm |
| Koordinata | zj = | 0.000 cm |
| Razmak bočno pridržanih točaka | L = | 528.00 cm |
| Sektorski moment inercije | Iw = | 4.90e+5 cm6 |
| Krit.mom.za bočno tor.izvijanje | Mcr = | 525.06 kNm |
| Koeficijent | βw = | 1.000 |
| Koeficijent imperf. | αLT = | 0.210 |
| Bezdimenzionalna vitkost | λLT_ = | 0.815 |
| Koeficijent redukcije | χLT = | 0.787 |
| Računska otpornost na izvijanje | Mb.Rd = | 249.39 kNm |

**Uvjet 5.48: Msd_y <= Mb.Rd (202.16 <= 249.39)**

5.5.4 Savijanje i centrični tlak

| | | |
|---|---|---|
| Redukcijski koeficijent | χmin = | 0.328 |
| Nsd / ... | | 0.176 |
| Koeficijent uniformnog momenta | βy = | 1.808 |
| Koeficijent | μy = | -0.045 |
| Koeficijent | ky = | 1.002 |
| ky * My / ... | | 0.640 |
| Koeficijent uniformnog momenta | βz = | 1.677 |
| Koeficijent | μz = | -0.504 |
| Koeficijent | kz = | 1.080 |
| kz * Mz / ... | | 0.004 |

**Uvjet 5.51: (0.82 <= 1)**

| | | |
|---|---|---|
| Redukcijski koeficijent | χ_z = | 0.328 |
| Nsd/ ... | | 0.176 |
| Redukcijski koeficijent | χLT = | 0.787 |
| Koef.unif.mom.za bočno torz.izv. | βM.LT = | 1.808 |
| Koeficijent | μLT = | 0.267 |
| Koeficijent | kLT = | 0.957 |
| kLT * My / ... | | 0.776 |
| Koeficijent uniformnog momenta | βz = | 1.677 |
| Koeficijent | μz = | -0.504 |
| Koeficijent | kz = | 1.080 |
| kz * Mz / ... | | 0.004 |

**Uvjet 5.52: (0.96 <= 1)**

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM
za posmik u ravnini z-z

| | | |
|---|---|---|
| Širina lima | d = | 37.300 cm |
| Debljina lima | tw = | 0.860 cm |

Nema poprečnih ukrućenja u sredini

| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent izbočavanja posmikom | $k_\tau$ = | 5.340 |

Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom
**Uvjet: d / tw <= 69 ε (43.37 <= 63.78)**

5.6.7 Interakcija posmične sile, savijanja i centr.sile
za posmik u ravnini z-z

| | | |
|---|---|---|
| Računski plastični moment nožica | Mf.Rd = | 242.19 kNm |

**Uvjeti 5.66a i 5.66b su ispunjeni**

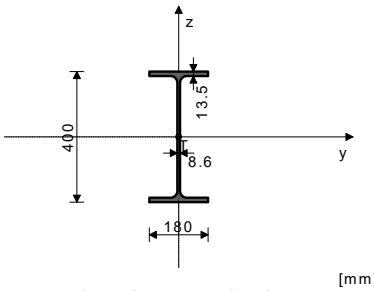
5.7 OTPORNOST REBRA NA POPREČNE SILE
5.7.7 Izvijanje tlačne nožice u ravnini rebra

| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent (klasa nožice 1) | k = | 0.300 |
| Površina rebra | Aw = | 34.400 cm2 |
| Površina tlač. nožice | Afc = | 24.300 cm2 |

Spriječena je mogućnost izvijanja nožice u ravnini rebra
**Uvjet 5.80: (43.37 <= 272.57)**

**E.104 (386-648)**
POPREČNI PRESJEK: IPE 400 [S 275] [Set: 1]
EUROCODE 3 (ENV)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA




| | |
|---|---|
| Ax = | 84.500 cm2 |
| Ay = | 41.769 cm2 |
| Az = | 42.731 cm2 |
| Ix = | 51.400 cm4 |
| Iy = | 23130 cm4 |
| Iz = | 1320.0 cm4 |
| Wy = | 1156.5 cm3 |
| Wz = | 146.67 cm3 |
| Wy,pl = | 1267.2 cm3 |
| Wz,pl = | 218.70 cm3 |
| γM0 = | 1.100 |
| γM1 = | 1.100 |
| γM2 = | 1.250 |
| Anet/A = | 0.900 |

(fy = 27.5 kN/cm2, fu = 43.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

| | | |
|---|---|---|
| 22. γ=0.96 | 41. γ=0.96 | 32. γ=0.92 |
| 45. γ=0.92 | 23. γ=0.84 | 6. γ=0.84 |
| 12. γ=0.80 | 33. γ=0.80 | 7. γ=0.77 |
| 24. γ=0.77 | 13. γ=0.72 | 34. γ=0.72 |
| 25. γ=0.58 | 35. γ=0.53 | 8. γ=0.46 |
| 14. γ=0.41 | 10. γ=0.38 | 9. γ=0.38 |
| 26. γ=0.37 | 16. γ=0.33 | 15. γ=0.33 |
| 36. γ=0.33 | 11. γ=0.23 | 27. γ=0.23 |
| 17. γ=0.19 | 37. γ=0.19 | 38. γ=0.19 |
| 46. γ=0.19 | 31. γ=0.18 | 44. γ=0.18 |
| 18. γ=0.16 | 20. γ=0.16 | 40. γ=0.16 |
| 21. γ=0.16 | 42. γ=0.16 | 43. γ=0.16 |
| 28. γ=0.16 | 29. γ=0.16 | 30. γ=0.16 |
| 47. γ=0.16 | 19. γ=0.01 | 39. γ=0.01 |

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 22, početak štapa)

| | | |
|---|---|---|
| Računska uzdužna sila | Nsd = | -121.68 kN |
| Poprečna sila u z pravcu | Vsd_z = | 38.774 kN |
| Momenat savijanja oko y osi | Msd_y = | 204.73 kNm |
| Momenat savijanja oko z osi | Msd_z = | -0.024 kNm |
| Sistemska dužina štapa | L = | 528.00 cm |

5.3 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA
5.4.4 Tlak

| | | |
|---|---|---|
| Plastična računska otpornost | Npl.Rd = | 2112.5 kN |
| Računska otpornost na tlak | Nc.Rd = | 2112.5 kN |

**Uvjet 5.16: Nsd <= Nc.Rd (121.68 <= 2112.50)**

5.4.5 Savijanje y-y

| | | |
|---|---|---|
| Računski plastični moment | Mpl.Rd = | 316.81 kNm |
| Računska otp.na lokalno izbočavanje | Mo.Rd = | 289.12 kNm |
| Računski elastični momenat | Mel.Rd = | 289.12 kNm |
| Računska otpornost na savijanje | Mc.Rd = | 316.81 kNm |

**Uvjet 5.17: Msd_y <= Mc.Rd_y (204.73 <= 316.81)**

5.4.5 Savijanje z-z

| | | |
|---|---|---|
| Računski plastični moment | Mpl.Rd = | 54.675 kNm |
| Računska otp.na lokalno izbočavanje | Mo.Rd = | 36.667 kNm |
| Računski elastični momenat | Mel.Rd = | 36.667 kNm |
| Računska otpornost na savijanje | Mc.Rd = | 54.675 kNm |

**Uvjet 5.17: Msd_z <= Mc.Rd_z (0.02 <= 54.67)**

5.4.6 Posmik

| | | |
|---|---|---|
| Računska plast.otp.na posmik z-z | Vpl.Rd = | 616.77 kN |

**Uvjet 5.20: Vsd_z <= Vpl.Rd_z (38.77 <= 616.77)**

5.4.9 Savijanje, posmik i centrična sila
Nije potrebna redukcija momenata otpornosti
Uvjet: Vsd_z <= 50%Vpl.Rd_z

5.4.8 Savijanje i centrična sila

| | | |
|---|---|---|
| Omjer Nsd / Npl.Rd | | 0.058 |
| Omjer Msd_y / Mpl.Rd_y | | 0.646 |

**Uvjet 5.36: (0.70 <= 1)**

5.5 OTPORNOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
5.5.1.1 Otpornost na izvijanje

| | | |
|---|---|---|
| Dužina izvijanja y-y | l,y = | 528.00 cm |
| Polumjer inercije y-y | i,y = | 16.545 cm |
| Vitkost y-y | λ,y = | 31.914 |
| Relativna vitkost y-y | λ_y = | 0.368 |
| Krivulja izvijanja za os y-y: A | α = | 0.210 |
| Redukcijski koeficijent | χ,y = | 0.961 |
| Koeficijent efektivnog presjeka | βA = | 1.000 |
| Računska otpornost na izvijanje | Nb.Rd_y = | 2030.3 kN |

**Uvjet 5.45: Nsd <= Nb.Rd_y (121.68 <= 2030.34)**

| | | |
|---|---|---|
| Dužina izvijanja z-z | l,z = | 528.00 cm |
| Polumjer inercije z-z | i,z = | 3.952 cm |
| Vitkost z-z | λ,z = | 133.59 |
| Relativna vitkost z-z | λ_z = | 1.539 |
| Krivulja izvijanja za os z-z: B | α = | 0.340 |
| Redukcijski koeficijent | χ,z = | 0.328 |
| Koeficijent efektivnog presjeka | βA = | 1.000 |
| Računska otpornost na izvijanje | Nb.Rd_z = | 693.46 kN |

**Uvjet 5.45: Nsd <= Nb.Rd_z (121.68 <= 693.46)**

5.5.2 Bočno-torzijsko izvijanje greda

| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent | C1 = | 1.879 |
| Koeficijent | C2 = | 0.000 |
| Koeficijent | C3 = | 0.939 |
| Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja | k = | 1.000 |
| Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja | kw = | 1.000 |
| Koordinata | zg = | 0.000 cm |
| Koordinata | zj = | 0.000 cm |
| Razmak bočno pridržanih točaka | L = | 528.00 cm |
| Sektorski moment inercije | Iw = | 4.90e+5 cm6 |
| Krit.mom.za bočno tor.izvijanje | Mcr = | 519.69 kNm |
| Koeficijent | βw = | 1.000 |
| Koeficijent imperf. | αLT = | 0.210 |
| Bezdimenzionalna vitkost | λLT_ = | 0.819 |
| Koeficijent redukcije | χLT = | 0.785 |
| Računska otpornost na izvijanje | Mb.Rd = | 248.61 kNm |

**Uvjet 5.48: Msd_y <= Mb.Rd (204.73 <= 248.61)**

5.5.4 Savijanje i centrični tlak

| | | |
|---|---|---|
| Redukcijski koeficijent | χmin = | 0.328 |
| Nsd / ... | | 0.175 |
| Koeficijent uniformnog momenta | βy = | 1.800 |
| Koeficijent | μy = | -0.051 |
| Koeficijent | ky = | 1.003 |
| ky * My / ... | | 0.648 |
| Koeficijent uniformnog momenta | βz = | 1.800 |
| Koeficijent | μz = | -0.124 |
| Koeficijent | kz = | 1.020 |
| kz * Mz / ... | | 0.000 |

**Uvjet 5.51: (0.82 <= 1)**

| | | |
|---|---|---|
| Redukcijski koeficijent | χ_z = | 0.328 |
| Nsd/ ... | | 0.175 |
| Redukcijski koeficijent | χLT = | 0.785 |
| Koef.unif.mom.za bočno torz.izv. | βM.LT = | 1.800 |
| Koeficijent | μLT = | 0.266 |
| Koeficijent | kLT = | 0.958 |
| kLT * My / ... | | 0.789 |
| Koeficijent uniformnog momenta | βz = | 1.800 |
| Koeficijent | μz = | -0.124 |
| Koeficijent | kz = | 1.020 |
| kz * Mz / ... | | 0.000 |

**Uvjet 5.52: (0.96 <= 1)**

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM
za posmik u ravnini z-z

| | | |
|---|---|---|
| Širina lima | d = | 37.300 cm |
| Debljina lima | tw = | 0.860 cm |
| Nema poprečnih ukrućenja u sredini | | |
| Koeficijent izbočavanja posmikom | $k_\tau$ = | 5.340 |
| Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom | | |
| **Uvjet: d / tw <= 69 ε (43.37 <= 63.78)** | | |

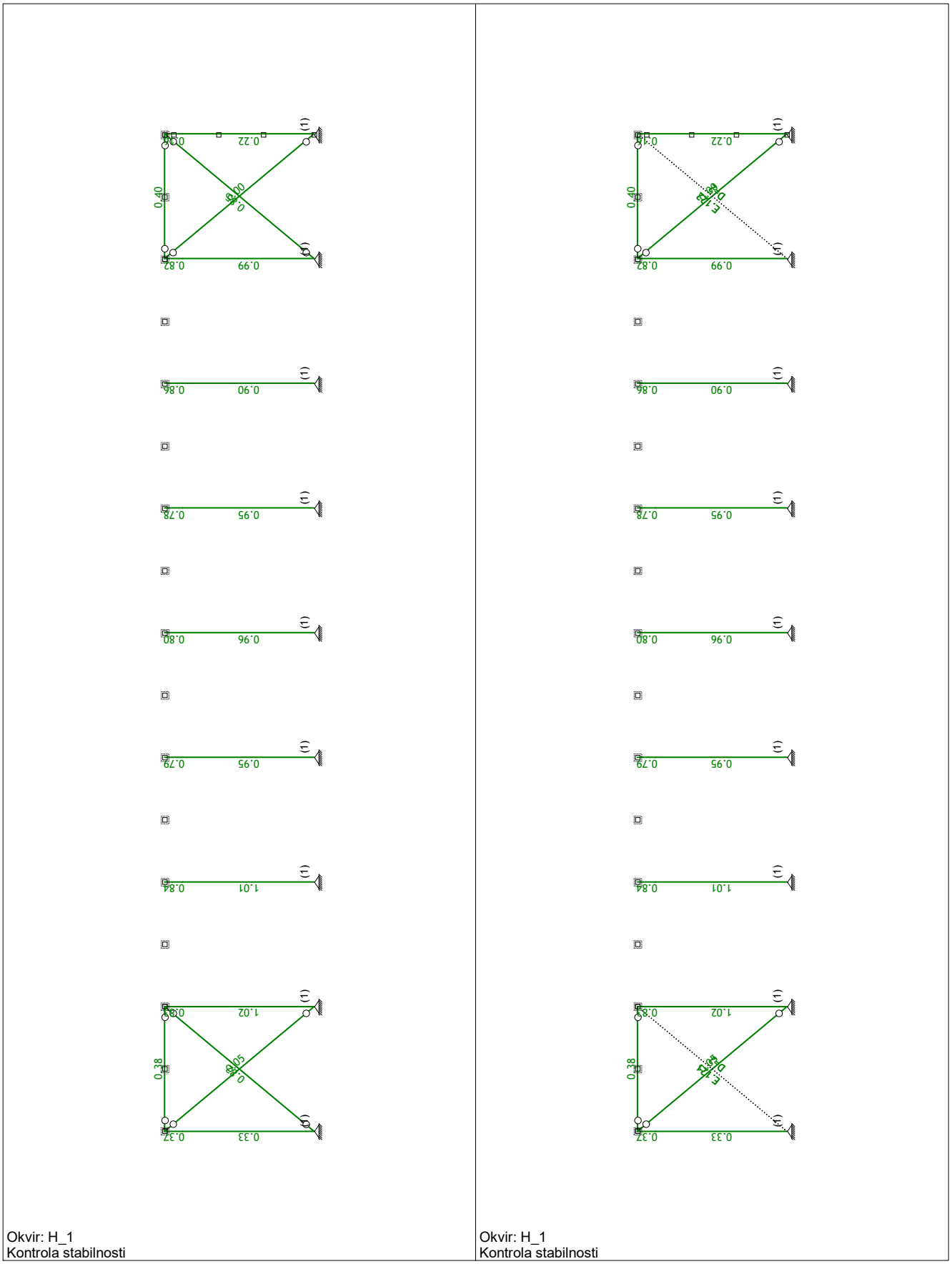
5.6.7 Interakcija posmične sile, savijanja i centr.sile za posmik u ravnini z-z

| | | |
|---|---|---|
| Računski plastični moment nožica | Mf.Rd = | 242.19 kNm |
| **Uvjeti 5.66a i 5.66b su ispunjeni** | | |

5.7 OTPORNOST REBRA NA POPREČNE SILE

5.7.7 Izvijanje tlačne nožice u ravnini rebra

| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent (klasa nožice 1) | k = | 0.300 |
| Površina rebra | Aw = | 34.400 cm2 |
| Površina tlač. nožice | Afc = | 24.300 cm2 |
| Spriječena je mogućnost izvijanja nožice u ravnini rebra | | |
| **Uvjet 5.80: (43.37 <= 272.57)** | | |

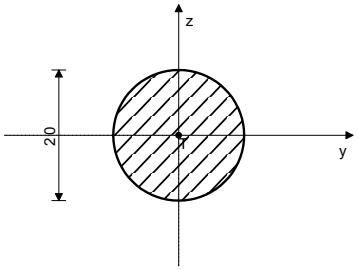



Okvir: H_1
Kontrola stabilnosti

Okvir: H_1
Kontrola stabilnosti

**E.122 (1051-1580)**
POPREČNI PRESJEK: Kružni [S 235] [Set: 12]
EUROCODE 3 (ENV)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA




| | |
|---|---|
| Ax = | 3.142 cm2 |
| Ay = | 2.827 cm2 |
| Az = | 2.827 cm2 |
| Ix = | 1.571 cm4 |
| Iy = | 0.785 cm4 |
| Iz = | 0.785 cm4 |
| Wy = | 0.785 cm3 |
| Wz = | 0.785 cm3 |
| Wy,pl = | 1.333 cm3 |
| Wz,pl = | 1.333 cm3 |
| γM0 = | 1.100 |
| γM1 = | 1.100 |
| γM2 = | 1.250 |
| Anet/A = | 0.900 |

(fy = 23.5 kN/cm2, fu = 36.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

| | | |
|---|---|---|
| 10. γ=0.85 | 16. γ=0.85 | 20. γ=0.81 |
| 30. γ=0.81 | 11. γ=0.79 | 17. γ=0.78 |
| 21. γ=0.75 | 31. γ=0.74 | 7. γ=0.67 |
| 13. γ=0.66 | 25. γ=0.62 | 8. γ=0.62 |
| 35. γ=0.62 | 14. γ=0.62 | 18. γ=0.58 |
| 28. γ=0.58 | 38. γ=0.58 | 42. γ=0.57 |
| 27. γ=0.45 | 37. γ=0.45 | 6. γ=0.44 |
| 12. γ=0.43 | 22. γ=0.43 | 32. γ=0.42 |
| 40. γ=0.41 | 44. γ=0.41 | 9. γ=0.40 |
| 15. γ=0.40 | 19. γ=0.36 | 29. γ=0.36 |
| 24. γ=0.33 | 34. γ=0.33 | 26. γ=0.08 |
| 36. γ=0.08 | 23. γ=0.08 | 33. γ=0.07 |
| 41. γ=0.07 | 45. γ=0.06 | 39. γ=0.03 |
| 46. γ=0.01 | 47. γ=0.01 | 43. γ=0.00 |

ŠTAP IZLOŽEN CENTRIČNOM VLAKU
(slučaj opterećenja 10, početak štapa)

| | | |
|---|---|---|
| Računska uzdužna sila | Nsd = | 57.111 kN |
| Sistemska dužina štapa | L = | 781.02 cm |

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA
5.4.3 Vlak

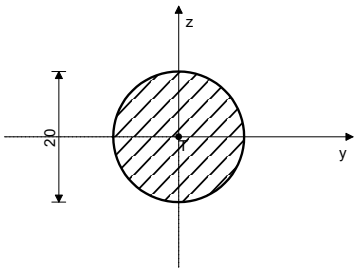
| | | |
|---|---|---|
| Plast.rač.otpornost bruto presjeka | Npl.Rd = | 67.116 kN |
| Granicna rač.otpornost neto pres. | Nu.Rd = | 73.287 kN |
| Računska otp. na vlak | Nt.Rd = | 67.116 kN |

**Uvjet 5.13: Nsd <= Nt.Rd (57.11 <= 67.12)**

---

**E.121 (1-114)**
POPREČNI PRESJEK: Kružni [S 235] [Set: 12]
EUROCODE 3 (ENV)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA




| | |
|---|---|
| Ax = | 3.142 cm2 |
| Ay = | 2.827 cm2 |
| Az = | 2.827 cm2 |
| Ix = | 1.571 cm4 |
| Iy = | 0.785 cm4 |
| Iz = | 0.785 cm4 |
| Wy = | 0.785 cm3 |
| Wz = | 0.785 cm3 |
| Wy,pl = | 1.333 cm3 |
| Wz,pl = | 1.333 cm3 |
| γM0 = | 1.100 |
| γM1 = | 1.100 |
| γM2 = | 1.250 |
| Anet/A = | 0.900 |

(fy = 23.5 kN/cm2, fu = 36.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

| | | |
|---|---|---|
| 30. γ=0.82 | 20. γ=0.81 | 16. γ=0.78 |
| 10. γ=0.78 | 31. γ=0.77 | 21. γ=0.77 |
| 17. γ=0.74 | 11. γ=0.73 | 28. γ=0.59 |
| 18. γ=0.58 | 14. γ=0.56 | 8. γ=0.55 |
| 42. γ=0.55 | 38. γ=0.55 | 13. γ=0.53 |
| 7. γ=0.53 | 25. γ=0.51 | 35. γ=0.51 |
| 44. γ=0.44 | 40. γ=0.43 | 37. γ=0.40 |
| 27. γ=0.40 | 29. γ=0.39 | 19. γ=0.38 |
| 15. γ=0.36 | 9. γ=0.35 | 12. γ=0.30 |
| 6. γ=0.30 | 32. γ=0.26 | 22. γ=0.26 |
| 34. γ=0.19 | 24. γ=0.19 | 43. γ=0.08 |
| 39. γ=0.05 | 36. γ=0.00 | 41. γ=0.00 |
| 33. γ=0.00 | 23. γ=0.00 | 26. γ=0.00 |
| 45. γ=0.00 | 46. γ=0.00 | 47. γ=0.00 |

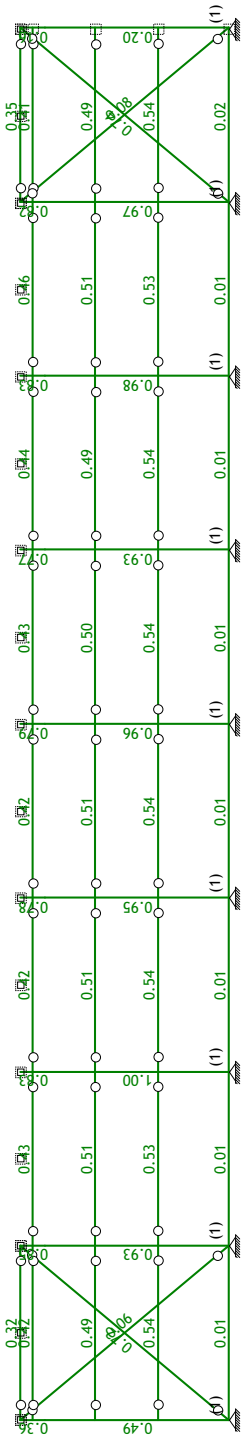
ŠTAP IZLOŽEN CENTRIČNOM VLAKU
(slučaj opterećenja 30, početak štapa)

| | | |
|---|---|---|
| Računska uzdužna sila | Nsd = | 54.800 kN |
| Sistemska dužina štapa | L = | 781.02 cm |

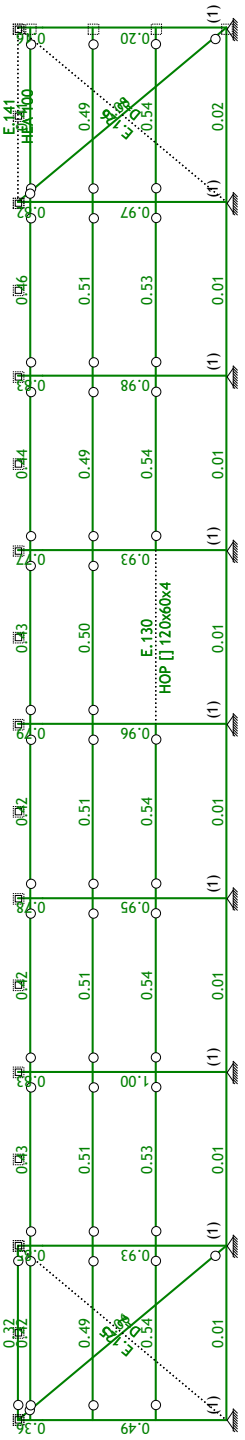
5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA
5.4.3 Vlak

| | | |
|---|---|---|
| Plast.rač.otpornost bruto presjeka | Npl.Rd = | 67.116 kN |
| Granicna rač.otpornost neto pres. | Nu.Rd = | 73.287 kN |
| Računska otp. na vlak | Nt.Rd = | 67.116 kN |

**Uvjet 5.13: Nsd <= Nt.Rd (54.80 <= 67.12)**



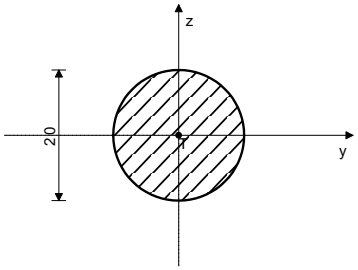

Okvir: H_2
Kontrola stabilnosti




Okvir: H_2
Kontrola stabilnosti

**E.126 (1779-2163)**
POPREČNI PRESJEK: Kružni [S 235] [Set: 12]
EUROCODE 3 (ENV)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA




[mm]

| | |
|---|---|
| Ax = | 3.142 cm2 |
| Ay = | 2.827 cm2 |
| Az = | 2.827 cm2 |
| Ix = | 1.571 cm4 |
| Iy = | 0.785 cm4 |
| Iz = | 0.785 cm4 |
| Wy = | 0.785 cm3 |
| Wz = | 0.785 cm3 |
| Wy,pl = | 1.333 cm3 |
| Wz,pl = | 1.333 cm3 |
| γM0 = | 1.100 |
| γM1 = | 1.100 |
| γM2 = | 1.250 |
| Anet/A = | 0.900 |

(fy = 23.5 kN/cm2, fu = 36.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

| | | |
|---|---|---|
| 10. γ=0.74 | 16. γ=0.73 | 20. γ=0.71 |
| 30. γ=0.71 | 17. γ=0.64 | 11. γ=0.64 |
| 21. γ=0.62 | 31. γ=0.62 | 25. γ=0.57 |
| 35. γ=0.57 | 7. γ=0.55 | 13. γ=0.54 |
| 38. γ=0.54 | 42. γ=0.54 | 8. γ=0.52 |
| 14. γ=0.52 | 18. γ=0.50 | 28. γ=0.50 |
| 22. γ=0.37 | 32. γ=0.37 | 6. γ=0.33 |
| 12. γ=0.33 | 27. γ=0.32 | 37. γ=0.32 |
| 40. γ=0.30 | 44. γ=0.30 | 9. γ=0.28 |
| 15. γ=0.28 | 19. γ=0.26 | 29. γ=0.26 |
| 24. γ=0.23 | 34. γ=0.23 | 41. γ=0.02 |
| 45. γ=0.02 | 26. γ=0.00 | 36. γ=0.00 |
| 33. γ=0.00 | 43. γ=0.00 | 23. γ=0.00 |
| 39. γ=0.00 | 46. γ=0.00 | 47. γ=0.00 |

ŠTAP IZLOŽEN CENTRIČNOM VLAKU
(slučaj opterećenja 10, početak štapa)

| | | |
|---|---|---|
| Računska uzdužna sila | Nsd = | 49.481 kN |
| Sistemska dužina štapa | L = | 781.02 cm |

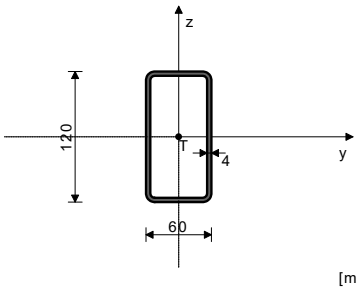
5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA
5.4.3 Vlak

| | | |
|---|---|---|
| Plast.rač.otpornost bruto presjeka | Npl.Rd = | 67.116 kN |
| Granicna rač.otpornost neto pres. | Nu.Rd = | 73.287 kN |
| Računska otp. na vlak | Nt.Rd = | 67.116 kN |

**Uvjet 5.13: Nsd <= Nt.Rd (49.48 <= 67.12)**

**E.130 (1140-1372)**
POPREČNI PRESJEK: HOP [] 120x60x4 [S 275] [Set: 6]
EUROCODE 3 (ENV)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA




[mm]

| | |
|---|---|
| Ax = | 13.350 cm2 |
| Ay = | 4.450 cm2 |
| Az = | 8.900 cm2 |
| Ix = | 200.41 cm4 |
| Iy = | 240.74 cm4 |
| Iz = | 81.160 cm4 |
| Wy = | 40.123 cm3 |
| Wz = | 27.053 cm3 |
| Wy,pl = | 52.928 cm3 |
| Wz,pl = | 32.288 cm3 |
| γM0 = | 1.100 |
| γM1 = | 1.100 |
| γM2 = | 1.250 |
| Anet/A = | 0.900 |

(fy = 27.5 kN/cm2, fu = 43.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

| | | |
|---|---|---|
| 26. γ=0.54 | 9. γ=0.53 | 36. γ=0.52 |
| 19. γ=0.52 | 39. γ=0.52 | 15. γ=0.50 |
| 29. γ=0.50 | 43. γ=0.50 | 23. γ=0.35 |
| 6. γ=0.35 | 8. γ=0.34 | 33. γ=0.34 |
| 12. γ=0.33 | 18. γ=0.33 | 14. γ=0.33 |
| 28. γ=0.32 | 41. γ=0.07 | 22. γ=0.07 |
| 25. γ=0.06 | 21. γ=0.06 | 40. γ=0.06 |
| 27. γ=0.06 | 11. γ=0.06 | 10. γ=0.06 |
| 20. γ=0.06 | 46. γ=0.06 | 38. γ=0.06 |
| 24. γ=0.06 | 7. γ=0.06 | 45. γ=0.05 |
| 32. γ=0.05 | 35. γ=0.05 | 31. γ=0.04 |
| 44. γ=0.04 | 37. γ=0.04 | 17. γ=0.04 |
| 30. γ=0.04 | 42. γ=0.04 | 47. γ=0.04 |
| 13. γ=0.04 | 34. γ=0.04 | 16. γ=0.04 |

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 26, na 250.0 cm od početka štapa)

| | | |
|---|---|---|
| Računska uzdužna sila | Nsd = | -0.072 kN |
| Momenat savijanja oko y osi | Msd_y = | -6.120 kNm |
| Momenat savijanja oko z osi | Msd_z = | 0.442 kNm |
| Sistemska dužina štapa | L = | 500.00 cm |

5.3 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA
5.4.4 Tlak

| | | |
|---|---|---|
| Plastična računska otpornost | Npl.Rd = | 333.75 kN |
| Računska otpornost na tlak | Nc.Rd = | 333.75 kN |

**Uvjet 5.16: Nsd <= Nc.Rd (0.07 <= 333.75)**

5.4.5 Savijanje y-y

| | | |
|---|---|---|
| Računski plastični moment | Mpl.Rd = | 13.232 kNm |
| Računska otp.na lokalno izbočavanje | Mo.Rd = | 10.031 kNm |
| Računski elastični momenat | Mel.Rd = | 10.031 kNm |
| Računska otpornost na savijanje | Mc.Rd = | 13.232 kNm |

**Uvjet 5.17: Msd_y <= Mc.Rd_y (6.12 <= 13.23)**

5.4.5 Savijanje z-z

| | | |
|---|---|---|
| Računski plastični moment | Mpl.Rd = | 8.072 kNm |
| Računska otp.na lokalno izbočavanje | Mo.Rd = | 6.763 kNm |
| Računski elastični momenat | Mel.Rd = | 6.763 kNm |
| Računska otpornost na savijanje | Mc.Rd = | 8.072 kNm |

**Uvjet 5.17: Msd_z <= Mc.Rd_z (0.44 <= 8.07)**

5.4.8 Savijanje i centrična sila

| | | |
|---|---|---|
| Omjer Msd_y / Mpl.Rd_y | | 0.463 |
| Omjer Msd_z / Mpl.Rd_z | | 0.055 |

**Uvjet 5.36: (0.52 <= 1)**

5.5 OTPORNOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
5.5.1.1 Otpornost na izvijanje

| | | |
|---|---|---|
| Dužina izvijanja y-y | l,y = | 500.00 cm |
| Polumjer inercije y-y | i,y = | 4.247 cm |
| Vitkost y-y | λ,y = | 117.74 |
| Relativna vitkost y-y | λ_y = | 1.356 |
| Krivulja izvijanja za os y-y: B | α = | 0.340 |
| Redukcijski koeficijent | χ,y = | 0.401 |
| Koeficijent efektivnog presjeka | βA = | 1.000 |
| Računska otpornost na izvijanje | Nb.Rd_y = | 133.72 kN |

**Uvjet 5.45: Nsd <= Nb.Rd_y (0.07 <= 133.72)**

| | | |
|---|---|---|
| Dužina izvijanja z-z | l,z = | 500.00 cm |
| Polumjer inercije z-z | i,z = | 2.466 cm |
| Vitkost z-z | λ,z = | 202.79 |
| Relativna vitkost z-z | λ_z = | 2.336 |
| Krivulja izvijanja za os z-z: B | α = | 0.340 |
| Redukcijski koeficijent | χ,z = | 0.158 |
| Koeficijent efektivnog presjeka | βA = | 1.000 |
| Računska otpornost na izvijanje | Nb.Rd_z = | 52.804 kN |

**Uvjet 5.45: Nsd <= Nb.Rd_z (0.07 <= 52.80)**

5.5.2 Bočno-torzijsko izvijanje greda

| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent | C1 = | 1.132 |
| Koeficijent | C2 = | 0.459 |
| Koeficijent | C3 = | 0.525 |
| Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja | k = | 1.000 |
| Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja | kw = | 1.000 |
| Koordinata | zg = | 0.000 cm |
| Koordinata | zj = | 0.000 cm |
| Razmak bočno pridržanih točaka | L = | 500.00 cm |
| Sektorski moment inercije | Iw = | 0.000 cm6 |
| Krit.mom.za bočno tor.izvijanje | Mcr = | 118.14 kNm |
| Koeficijent | βw = | 1.000 |
| Koeficijent imperf. | αLT = | 0.210 |

| | | |
|---|---|---|
| Bezdimenzionalna vitkost | λLT_ = | 0.351 |
| Koeficijent redukcije | χLT = | 0.965 |
| Računska otpornost na izvijanje | Mb.Rd = | 12.772 kNm |

Nije potrebno voditi računa o bočno-torz.izv. λ_LT <= 0.4

5.5.4 Savijanje i centrični tlak

| | | |
|---|---|---|
| Redukcijski koeficijent | χmin = | 0.158 |
| Nsd / ... | | 0.001 |
| Koeficijent uniformnog momenta | βy = | 1.300 |
| Koeficijent | μy = | -1.580 |
| Koeficijent | ky = | 1.001 |
| ky * My / ... | | 0.463 |
| Koeficijent uniformnog momenta | βz = | 1.300 |
| Koeficijent | μz = | -3.077 |
| Koeficijent | kz = | 1.004 |
| kz * Mz / ... | | 0.055 |

**Uvjet 5.51: (0.52 <= 1)**

| | | |
|---|---|---|
| Redukcijski koeficijent | χ_z = | 0.158 |
| Nsd/ ... | | 0.001 |
| Redukcijski koeficijent | χLT = | 0.965 |
| Koef.unif.mom.za bočno torz.izv. | βM.LT = | 1.300 |
| Koeficijent | μLT = | 0.306 |
| Koeficijent | kLT = | 1.000 |
| kLT * My / ... | | 0.479 |
| Koeficijent uniformnog momenta | βz = | 1.300 |
| Koeficijent | μz = | -3.077 |
| Koeficijent | kz = | 1.004 |
| kz * Mz / ... | | 0.055 |

**Uvjet 5.52: (0.54 <= 1)**

5.7 OTPORNOST REBRA NA POPREČNE SILE
5.7.7 Izvijanje tlačne nožice u ravnini rebra

| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent (klasa nožice 1) | k = | 0.300 |
| Površina rebra | Aw = | 4.800 cm2 |
| Površina tlač. nožice | Afc = | 2.400 cm2 |

Spriječena je mogućnost izvijanja nožice u ravnini rebra
**Uvjet 5.80: (14.00 <= 323.98)**

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 26, početak štapa)

| | | |
|---|---|---|
| Računska uzdužna sila | Nsd = | -0.072 kN |
| Poprečna sila u y pravcu | Vsd_y = | -0.354 kN |
| Poprečna sila u z pravcu | Vsd_z = | 4.896 kN |
| Sistemska dužina štapa | L = | 500.00 cm |

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA
5.4.6 Posmik

| | | |
|---|---|---|
| Računska plast.otp.na posmik z-z | Vpl.Rd = | 128.46 kN |

**Uvjet 5.20: Vsd_z <= Vpl.Rd_z (4.90 <= 128.46)**

| | | |
|---|---|---|
| Računska plast.otp.na posmik y-y | Vpl.Rd = | 64.230 kN |

**Uvjet 5.20: Vsd_y <= Vpl.Rd_y (0.35 <= 64.23)**

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM
za posmik u ravnini z-z

| | | |
|---|---|---|
| Širina lima | d = | 11.200 cm |
| Debljina lima | tw = | 0.400 cm |

Nema poprečnih ukrućenja u sredini

| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent izbočavanja posmikom | kτ = | 5.340 |

Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom
**Uvjet: d / tw <= 69 ε (28.00 <= 63.78)**

za posmik u ravni y-y

| | | |
|---|---|---|
| Širina lima | d = | 6.000 cm |
| Debljina lima | tw = | 0.400 cm |

Nema poprečnih ukrućenja u sredini

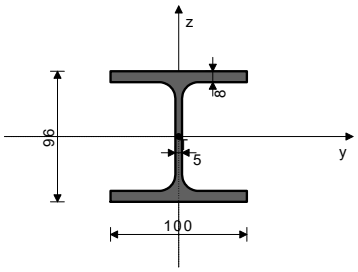
| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent izbočavanja posmikom | kτ = | 5.340 |

Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom
**Uvjet: d / tw <= 69 ε (15.00 <= 63.78)**

---

**E.141 (2163-2052)**
POPREČNI PRESJEK: HEA 100 [S 275] [Set: 7]
EUROCODE 3 (ENV)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



[mm]

| | | |
|---|---|---|
| Ax = | 21.200 cm2 | |
| Ay = | 13.680 cm2 | |
| Az = | 7.520 cm2 | |
| Ix = | 5.260 cm4 | |
| Iy = | 349.00 cm4 | |
| Iz = | 134.00 cm4 | |
| Wy = | 72.708 cm3 | |
| Wz = | 26.800 cm3 | |
| Wy,pl = | 80.543 cm3 | |
| Wz,pl = | 40.000 cm3 | |
| γM0 = | 1.100 | |
| γM1 = | 1.100 | |
| γM2 = | 1.250 | |
| Anet/A = | 0.900 | |

(fy = 27.5 kN/cm2, fu = 43.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

| | | |
|---|---|---|
| 10. γ=0.35 | 16. γ=0.33 | 25. γ=0.32 |
| 7. γ=0.31 | 20. γ=0.31 | 35. γ=0.31 |
| 11. γ=0.30 | 13. γ=0.30 | 30. γ=0.29 |
| 17. γ=0.29 | 22. γ=0.27 | 8. γ=0.27 |
| 38. γ=0.27 | 21. γ=0.26 | 32. γ=0.25 |
| 42. γ=0.25 | 14. γ=0.25 | 31. γ=0.24 |
| 6. γ=0.23 | 18. γ=0.22 | 12. γ=0.21 |
| 28. γ=0.21 | 24. γ=0.19 | 27. γ=0.18 |
| 34. γ=0.18 | 37. γ=0.17 | 9. γ=0.16 |
| 41. γ=0.14 | 40. γ=0.14 | 15. γ=0.14 |
| 45. γ=0.13 | 44. γ=0.12 | 39. γ=0.12 |
| 43. γ=0.11 | 19. γ=0.11 | 23. γ=0.10 |
| 29. γ=0.10 | 26. γ=0.09 | 33. γ=0.09 |
| 36. γ=0.09 | 46. γ=0.09 | 47. γ=0.09 |

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 10, na 250.0 cm od početka štapa)

| | | |
|---|---|---|
| Računska uzdužna sila | Nsd = | -24.911 kN |
| Poprečna sila u y pravcu | Vsd_y = | 0.013 kN |
| Momenat savijanja oko y osi | Msd_y = | 0.677 kNm |
| Momenat savijanja oko z osi | Msd_z = | -0.033 kNm |
| Sistemska dužina štapa | L = | 500.00 cm |

5.3 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA
5.4.4 Tlak

| | | |
|---|---|---|
| Plastična računska otpornost | Npl.Rd = | 530.00 kN |
| Računska otpornost na tlak | Nc.Rd = | 530.00 kN |

**Uvjet 5.16: Nsd <= Nc.Rd (24.91 <= 530.00)**

5.4.5 Savijanje y-y

| | | |
|---|---|---|
| Računski plastični moment | Mpl.Rd = | 20.136 kNm |
| Računska otp.na lokalno izbočavanje | Mo.Rd = | 18.177 kNm |
| Računski elastični momenat | Mel.Rd = | 18.177 kNm |
| Računska otpornost na savijanje | Mc.Rd = | 20.136 kNm |

**Uvjet 5.17: Msd_y <= Mc.Rd_y (0.68 <= 20.14)**

5.4.5 Savijanje z-z

| | | |
|---|---|---|
| Računski plastični moment | Mpl.Rd = | 10.000 kNm |
| Računska otp.na lokalno izbočavanje | Mo.Rd = | 6.700 kNm |
| Računski elastični momenat | Mel.Rd = | 6.700 kNm |
| Računska otpornost na savijanje | Mc.Rd = | 10.000 kNm |

**Uvjet 5.17: Msd_z <= Mc.Rd_z (0.03 <= 10.00)**

5.4.6 Posmik

| | | |
|---|---|---|
| Računska plast.otp.na posmik y-y | Vpl.Rd = | 197.45 kN |

**Uvjet 5.20: Vsd_y <= Vpl.Rd_y (0.01 <= 197.45)**

5.4.9 Savijanje, posmik i centrična sila
Nije potrebna redukcija momenata otpornosti
Uvjet: Vsd_y <= 50%Vpl.Rd_y

5.4.8 Savijanje i centrična sila

| | |
|---|---|
| Omjer Nsd / Npl.Rd | 0.047 |
| Omjer Msd_y / Mpl.Rd_y | 0.034 |

**Uvjet 5.36: (0.08 <= 1)**

5.5 OTPORNOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
5.5.1.1 Otpornost na izvijanje

| | | |
|---|---|---|
| Dužina izvijanja y-y | l,y = | 500.00 cm |
| Polumjer inercije y-y | i,y = | 4.057 cm |

| | | |
|---|---|---|
| Vitkost y-y | λ,y = | 123.23 |
| Relativna vitkost y-y | λ_y = | 1.420 |
| Krivulja izvijanja za os y-y: B | α = | 0.340 |
| Redukcijski koeficijent | χ,y = | 0.373 |
| Koeficijent efektivnog presjeka | βA = | 1.000 |
| Računska otpornost na izvijanje | Nb.Rd_y = | 197.95 kN |

**Uvjet 5.45: Nsd <= Nb.Rd_y (24.91 <= 197.95)**

| | | |
|---|---|---|
| Dužina izvijanja z-z | l,z = | 500.00 cm |
| Polumjer inercije z-z | i,z = | 2.514 cm |
| Vitkost z-z | λ,z = | 198.88 |
| Relativna vitkost z-z | λ_z = | 2.291 |
| Krivulja izvijanja za os z-z: C | α = | 0.490 |
| Redukcijski koeficijent | χ,z = | 0.155 |
| Koeficijent efektivnog presjeka | βA = | 1.000 |
| Računska otpornost na izvijanje | Nb.Rd_z = | 82.023 kN |

**Uvjet 5.45: Nsd <= Nb.Rd_z (24.91 <= 82.02)**

5.5.2 Bočno-torzijsko izvijanje greda

| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent | C1 = | 1.132 |
| Koeficijent | C2 = | 0.459 |
| Koeficijent | C3 = | 0.525 |
| Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja | k = | 1.000 |
| Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja | kw = | 1.000 |
| Koordinata | zg = | 0.000 cm |
| Koordinata | zj = | 0.000 cm |
| Razmak bočno pridržanih točaka | L = | 500.00 cm |
| Sektorski moment inercije | Iw = | 2581.3 cm6 |
| Krit.mom.za bočno tor.izvijanje | Mcr = | 25.204 kNm |
| Koeficijent | βw = | 1.000 |
| Koeficijent imperf. | αLT = | 0.210 |
| Bezdimenzionalna vitkost | λLT_ = | 0.937 |
| Koeficijent redukcije | χLT = | 0.709 |
| Računska otpornost na izvijanje | Mb.Rd = | 14.273 kNm |

**Uvjet 5.48: Msd_y <= Mb.Rd (0.68 <= 14.27)**

5.5.4 Savijanje i centrični tlak

| | | |
|---|---|---|
| Redukcijski koeficijent | χmin = | 0.155 |
| Nsd / ... | | 0.304 |
| Koeficijent uniformnog momenta | βy = | 1.299 |
| Koeficijent | μy = | -1.884 |
| Koeficijent | ky = | 1.216 |
| ky * My / ... | | 0.041 |
| Koeficijent uniformnog momenta | βz = | 1.300 |
| Koeficijent | μz = | -2.715 |
| Koeficijent | kz = | 1.500 |
| kz * Mz / ... | | 0.005 |

**Uvjet 5.51: (0.35 <= 1)**

| | | |
|---|---|---|
| Redukcijski koeficijent | χ_z = | 0.155 |
| Nsd/ ... | | 0.304 |
| Redukcijski koeficijent | χLT = | 0.709 |
| Koef.unif.mom.za bočno torz.izv. | βM.LT = | 1.299 |
| Koeficijent | μLT = | 0.296 |
| Koeficijent | kLT = | 0.918 |
| kLT * My / ... | | 0.044 |
| Koeficijent uniformnog momenta | βz = | 1.300 |
| Koeficijent | μz = | -2.715 |
| Koeficijent | kz = | 1.500 |
| kz * Mz / ... | | 0.005 |

**Uvjet 5.52: (0.35 <= 1)**

5.7 OTPORNOST REBRA NA POPREČNE SILE
5.7.7 Izvijanje tlačne nožice u ravnini rebra

| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent (klasa nožice 1) | k = | 0.300 |
| Površina rebra | Aw = | 4.800 cm2 |
| Površina tlač. nožice | Afc = | 8.000 cm2 |

Spriječena je mogućnost izvijanja nožice u ravnini rebra
**Uvjet 5.80: (16.00 <= 177.45)**

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 22, kraj štapa)

| | | |
|---|---|---|
| Računska uzdužna sila | Nsd = | -17.937 kN |
| Poprečna sila u z pravcu | Vsd_z = | 0.559 kN |
| Sistemska dužina štapa | L = | 500.00 cm |

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA
5.4.6 Posmik

| | | |
|---|---|---|
| Računska plast.otp.na posmik z-z | Vpl.Rd = | 108.54 kN |

**Uvjet 5.20: Vsd_z <= Vpl.Rd_z (0.56 <= 108.54)**

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM
za posmik u ravnini z-z

| | | |
|---|---|---|
| Širina lima | d = | 8.000 cm |
| Debljina lima | tw = | 0.500 cm |

Nema poprečnih ukrućenja u sredini

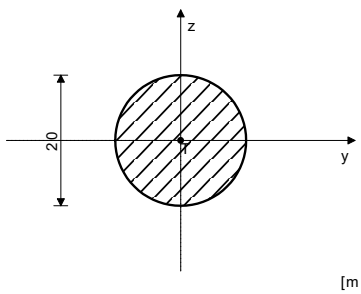
| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent izbočavanja posmikom | $k_\tau$ = | 5.340 |

Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom
**Uvjet: d / tw <= 69 ε (16.00 <= 63.78)**

---

**E.125 (201-682)**
POPREČNI PRESJEK: Kružni [S 235] [Set: 12]
EUROCODE 3 (ENV)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



[mm]

| | |
|---|---|
| Ax = | 3.142 cm2 |
| Ay = | 2.827 cm2 |
| Az = | 2.827 cm2 |
| Ix = | 1.571 cm4 |
| Iy = | 0.785 cm4 |
| Iz = | 0.785 cm4 |
| Wy = | 0.785 cm3 |
| Wz = | 0.785 cm3 |
| Wy,pl = | 1.333 cm3 |
| Wz,pl = | 1.333 cm3 |
| γM0 = | 1.100 |
| γM1 = | 1.100 |
| γM2 = | 1.250 |
| Anet/A = | 0.900 |

(fy = 23.5 kN/cm2, fu = 36.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

| | | |
|---|---|---|
| 30. γ=0.72 | 20. γ=0.72 | 16. γ=0.70 |
| 10. γ=0.69 | 31. γ=0.64 | 21. γ=0.64 |
| 17. γ=0.62 | 11. γ=0.61 | 42. γ=0.52 |
| 38. γ=0.52 | 28. γ=0.52 | 18. γ=0.52 |
| 14. γ=0.49 | 8. γ=0.49 | 35. γ=0.48 |
| 25. γ=0.48 | 13. γ=0.46 | 7. γ=0.45 |
| 44. γ=0.33 | 40. γ=0.32 | 29. γ=0.30 |
| 19. γ=0.30 | 37. γ=0.30 | 27. γ=0.29 |
| 15. γ=0.28 | 9. γ=0.27 | 32. γ=0.25 |
| 22. γ=0.25 | 12. γ=0.25 | 6. γ=0.25 |
| 34. γ=0.13 | 24. γ=0.13 | 23. γ=0.00 |
| 39. γ=0.00 | 26. γ=0.00 | 41. γ=0.00 |
| 36. γ=0.00 | 43. γ=0.00 | 33. γ=0.00 |
| 45. γ=0.00 | 46. γ=0.00 | 47. γ=0.00 |

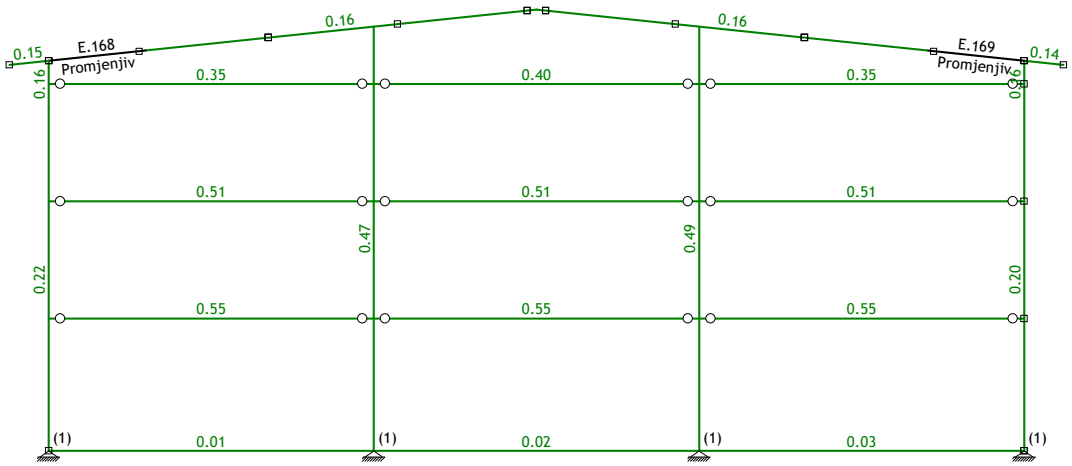
ŠTAP IZLOŽEN CENTRIČNOM VLAKU
(slučaj opterećenja 30, početak štapa)

| | | |
|---|---|---|
| Računska uzdužna sila | Nsd = | 48.621 kN |
| Sistemska dužina štapa | L = | 781.02 cm |

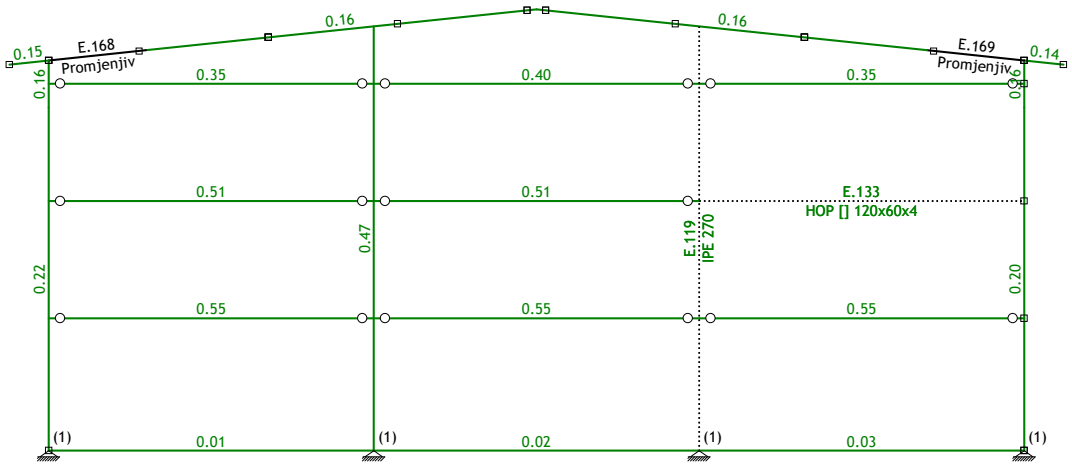
5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA
5.4.3 Vlak

| | | |
|---|---|---|
| Plast.rač.otpornost bruto presjeka | Npl.Rd = | 67.116 kN |
| Granicna rač.otpornost neto pres. | Nu.Rd = | 73.287 kN |
| Računska otp. na vlak | Nt.Rd = | 67.116 kN |

**Uvjet 5.13: Nsd <= Nt.Rd (48.62 <= 67.12)**



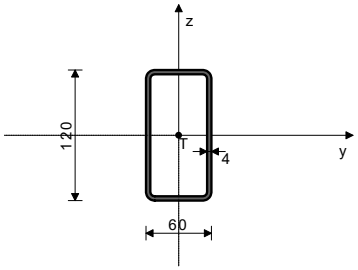

Okvir: V_9
Kontrola stabilnosti




Okvir: V_9
Kontrola stabilnosti

**E.133 (2132-1955)**
POPREČNI PRESJEK: HOP [] 120x60x4 [S 275] [Set: 6]
EUROCODE 3 (ENV)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA




| | |
|---|---|
| Ax = | 13.350 cm2 |
| Ay = | 4.450 cm2 |
| Az = | 8.900 cm2 |
| Ix = | 200.41 cm4 |
| Iy = | 240.74 cm4 |
| Iz = | 81.160 cm4 |
| Wy = | 40.123 cm3 |
| Wz = | 27.053 cm3 |
| Wy,pl = | 52.928 cm3 |
| Wz,pl = | 32.288 cm3 |
| γM0 = | 1.100 |
| γM1 = | 1.100 |
| γM2 = | 1.250 |
| Anet/A = | 0.900 |

(fy = 27.5 kN/cm2, fu = 43.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

| | | |
|---|---|---|
| 21. γ=0.51 | 40. γ=0.51 | 31. γ=0.50 |
| 44. γ=0.50 | 27. γ=0.49 | 11. γ=0.49 |
| 17. γ=0.47 | 37. γ=0.47 | 24. γ=0.32 |
| 7. γ=0.32 | 10. γ=0.32 | 20. γ=0.32 |
| 30. γ=0.31 | 34. γ=0.31 | 13. γ=0.31 |
| 16. γ=0.30 | 39. γ=0.10 | 19. γ=0.10 |
| 43. γ=0.09 | 29. γ=0.09 | 9. γ=0.08 |
| 18. γ=0.07 | 26. γ=0.07 | 36. γ=0.07 |
| 15. γ=0.07 | 28. γ=0.06 | 41. γ=0.06 |
| 22. γ=0.06 | 25. γ=0.06 | 6. γ=0.06 |
| 23. γ=0.06 | 38. γ=0.06 | 46. γ=0.06 |
| 8. γ=0.06 | 45. γ=0.05 | 32. γ=0.05 |
| 35. γ=0.04 | 12. γ=0.04 | 14. γ=0.04 |
| 33. γ=0.04 | 42. γ=0.04 | 47. γ=0.04 |

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 40, na 250.0 cm od početka štapa)

| | | |
|---|---|---|
| Računska uzdužna sila | Nsd = | -0.282 kN |
| Momenat savijanja oko y osi | Msd_y = | 5.738 kNm |
| Momenat savijanja oko z osi | Msd_z = | 0.442 kNm |
| Sistemska dužina štapa | L = | 500.00 cm |

5.3 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA
5.4.4 Tlak

| | | |
|---|---|---|
| Plastična računska otpornost | Npl.Rd = | 333.75 kN |
| Računska otpornost na tlak | Nc.Rd = | 333.75 kN |

**Uvjet 5.16: Nsd <= Nc.Rd (0.28 <= 333.75)**

5.4.5 Savijanje y-y

| | | |
|---|---|---|
| Računski plastični moment | Mpl.Rd = | 13.232 kNm |
| Računska otp.na lokalno izbočavanje | Mo.Rd = | 10.031 kNm |
| Računski elastični momenat | Mel.Rd = | 10.031 kNm |
| Računska otpornost na savijanje | Mc.Rd = | 13.232 kNm |

**Uvjet 5.17: Msd_y <= Mc.Rd_y (5.74 <= 13.23)**

5.4.5 Savijanje z-z

| | | |
|---|---|---|
| Računski plastični moment | Mpl.Rd = | 8.072 kNm |
| Računska otp.na lokalno izbočavanje | Mo.Rd = | 6.763 kNm |
| Računski elastični momenat | Mel.Rd = | 6.763 kNm |
| Računska otpornost na savijanje | Mc.Rd = | 8.072 kNm |

**Uvjet 5.17: Msd_z <= Mc.Rd_z (0.44 <= 8.07)**

5.4.8 Savijanje i centrična sila

| | | |
|---|---|---|
| Omjer Msd_y / Mpl.Rd_y | | 0.434 |
| Omjer Msd_z / Mpl.Rd_z | | 0.055 |

**Uvjet 5.36: (0.49 <= 1)**

5.5 OTPORNOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
5.5.1.1 Otpornost na izvijanje

| | | |
|---|---|---|
| Dužina izvijanja y-y | l,y = | 500.00 cm |
| Polumjer inercije y-y | i,y = | 4.247 cm |
| Vitkost y-y | λ,y = | 117.74 |
| Relativna vitkost y-y | λ_y = | 1.356 |
| Krivulja izvijanja za os y-y: B | α = | 0.340 |
| Redukcijski koeficijent | χ,y = | 0.401 |
| Koeficijent efektivnog presjeka | βA = | 1.000 |
| Računska otpornost na izvijanje | Nb.Rd_y = | 133.72 kN |

**Uvjet 5.45: Nsd <= Nb.Rd_y (0.28 <= 133.72)**

| | | |
|---|---|---|
| Dužina izvijanja z-z | l,z = | 500.00 cm |
| Polumjer inercije z-z | i,z = | 2.466 cm |
| Vitkost z-z | λ,z = | 202.79 |
| Relativna vitkost z-z | λ_z = | 2.336 |
| Krivulja izvijanja za os z-z: B | α = | 0.340 |
| Redukcijski koeficijent | χ,z = | 0.158 |
| Koeficijent efektivnog presjeka | βA = | 1.000 |
| Računska otpornost na izvijanje | Nb.Rd_z = | 52.804 kN |

**Uvjet 5.45: Nsd <= Nb.Rd_z (0.28 <= 52.80)**

5.5.2 Bočno-torzijsko izvijanje greda

| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent | C1 = | 1.132 |
| Koeficijent | C2 = | 0.459 |
| Koeficijent | C3 = | 0.525 |
| Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja | k = | 1.000 |
| Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja | kw = | 1.000 |
| Koordinata | zg = | 0.000 cm |
| Koordinata | zj = | 0.000 cm |
| Razmak bočno pridržanih točaka | L = | 500.00 cm |
| Sektorski moment inercije | Iw = | 0.000 cm6 |
| Krit.mom.za bočno tor.izvijanje | Mcr = | 118.14 kNm |
| Koeficijent | βw = | 1.000 |
| Koeficijent imperf. | αLT = | 0.210 |
| Bezdimenzionalna vitkost | λLT_ = | 0.351 |
| Koeficijent redukcije | χLT = | 0.965 |
| Računska otpornost na izvijanje | Mb.Rd = | 12.772 kNm |

Nije potrebno voditi računa o bočno-torz.izv. λ_LT <= 0.4

5.5.4 Savijanje i centrični tlak

| | | |
|---|---|---|
| Redukcijski koeficijent | χmin = | 0.158 |
| Nsd / ... | | 0.005 |
| Koeficijent uniformnog momenta | βy = | 1.300 |
| Koeficijent | μy = | -1.580 |
| Koeficijent | ky = | 1.003 |
| ky * My / ... | | 0.435 |
| Koeficijent uniformnog momenta | βz = | 1.300 |
| Koeficijent | μz = | -3.077 |
| Koeficijent | kz = | 1.015 |
| kz * Mz / ... | | 0.056 |

**Uvjet 5.51: (0.50 <= 1)**

| | | |
|---|---|---|
| Redukcijski koeficijent | χ_z = | 0.158 |
| Nsd/ ... | | 0.005 |
| Redukcijski koeficijent | χLT = | 0.965 |
| Koef.unif.mom.za bočno torz.izv. | βM.LT = | 1.300 |
| Koeficijent | μLT = | 0.306 |
| Koeficijent | kLT = | 0.999 |
| kLT * My / ... | | 0.449 |
| Koeficijent uniformnog momenta | βz = | 1.300 |
| Koeficijent | μz = | -3.077 |
| Koeficijent | kz = | 1.015 |
| kz * Mz / ... | | 0.056 |

**Uvjet 5.52: (0.51 <= 1)**

5.7 OTPORNOST REBRA NA POPREČNE SILE
5.7.7 Izvijanje tlačne nožice u ravnini rebra

| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent (klasa nožice 1) | k = | 0.300 |
| Površina rebra | Aw = | 4.800 cm2 |
| Površina tlač. nožice | Afc = | 2.400 cm2 |

Spriječena je mogućnost izvijanja nožice u ravnini rebra
**Uvjet 5.80: (14.00 <= 323.98)**

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 40, početak štapa)

| | | |
|---|---|---|
| Računska uzdužna sila | Nsd = | -0.282 kN |
| Poprečna sila u y pravcu | Vsd_y = | -0.354 kN |
| Poprečna sila u z pravcu | Vsd_z = | -4.590 kN |
| Sistemska dužina štapa | L = | 500.00 cm |

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA
5.4.6 Posmik

| | | |
|---|---|---|
| Računska plast.otp.na posmik z-z | Vpl.Rd = | 128.46 kN |

**Uvjet 5.20: Vsd_z <= Vpl.Rd_z (4.59 <= 128.46)**

| | | |
|---|---|---|
| Računska plast.otp.na posmik y-y | Vpl.Rd = | 64.230 kN |

**Uvjet 5.20: Vsd_y <= Vpl.Rd_y (0.35 <= 64.23)**

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM
za posmik u ravnini z-z

| | | |
|---|---|---|
| Širina lima | d = | 11.200 cm |
| Debljina lima | tw = | 0.400 cm |
| Nema poprečnih ukrućenja u sredini | | |
| Koeficijent izbočavanja posmikom | $k_\tau$ = | 5.340 |

Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom
**Uvjet: d / tw <= 69 ε (28.00 <= 63.78)**

za posmik u ravni y-y

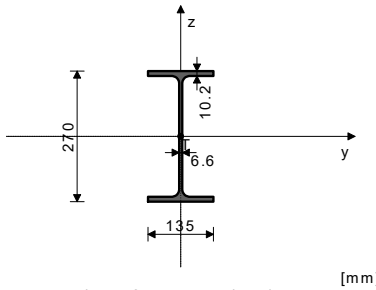
| | | |
|---|---|---|
| Širina lima | d = | 6.000 cm |
| Debljina lima | tw = | 0.400 cm |
| Nema poprečnih ukrućenja u sredini | | |
| Koeficijent izbočavanja posmikom | $k_\tau$ = | 5.340 |

Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom
**Uvjet: d / tw <= 69 ε (15.00 <= 63.78)**

---

**E.119 (1780-2069)**
POPREČNI PRESJEK: IPE 270 [S 275] [Set: 10]
EUROCODE 3 (ENV)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA




| | |
|---|---|
| Ax = | 45.900 cm2 |
| Ay = | 23.807 cm2 |
| Az = | 22.093 cm2 |
| Ix = | 16.000 cm4 |
| Iy = | 5790.0 cm4 |
| Iz = | 420.00 cm4 |
| Wy = | 428.89 cm3 |
| Wz = | 62.222 cm3 |
| Wy,pl = | 471.57 cm3 |
| Wz,pl = | 92.947 cm3 |
| γM0 = | 1.100 |
| γM1 = | 1.100 |
| γM2 = | 1.250 |
| Anet/A = | 0.900 |

(fy = 27.5 kN/cm2, fu = 43.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

| | | |
|---|---|---|
| 11. γ=0.49 | 17. γ=0.47 | 7. γ=0.46 |
| 13. γ=0.44 | 10. γ=0.43 | 27. γ=0.43 |
| 21. γ=0.42 | 37. γ=0.41 | 16. γ=0.41 |
| 31. γ=0.41 | 24. γ=0.40 | 34. γ=0.38 |
| 20. γ=0.36 | 40. γ=0.36 | 44. γ=0.34 |
| 30. γ=0.34 | 6. γ=0.31 | 22. γ=0.31 |
| 12. γ=0.28 | 41. γ=0.28 | 32. γ=0.28 |
| 23. γ=0.28 | 25. γ=0.27 | 8. γ=0.26 |
| 45. γ=0.26 | 33. γ=0.25 | 35. γ=0.24 |
| 14. γ=0.24 | 9. γ=0.23 | 15. γ=0.21 |
| 26. γ=0.19 | 18. γ=0.19 | 38. γ=0.18 |
| 36. γ=0.17 | 28. γ=0.16 | 19. γ=0.16 |
| 42. γ=0.16 | 43. γ=0.14 | 39. γ=0.14 |
| 29. γ=0.14 | 46. γ=0.14 | 47. γ=0.14 |

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 11, kraj štapa)

| | | |
|---|---|---|
| Računska uzdužna sila | Nsd = | -19.090 kN |
| Poprečna sila u y pravcu | Vsd_y = | -0.020 kN |
| Poprečna sila u z pravcu | Vsd_z = | -14.652 kN |
| Momenat savijanja oko y osi | Msd_y = | 21.057 kNm |
| Momenat savijanja oko z osi | Msd_z = | 0.042 kNm |
| Sistemska dužina štapa | L = | 652.55 cm |

5.3 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA
5.4.4 Tlak

| | | |
|---|---|---|
| Plastična računska otpornost | Npl.Rd = | 1147.5 kN |
| Računska otpornost na tlak | Nc.Rd = | 1147.5 kN |

**Uvjet 5.16: Nsd <= Nc.Rd (19.09 <= 1147.50)**

5.4.5 Savijanje y-y

| | | |
|---|---|---|
| Računski plastični moment | Mpl.Rd = | 117.89 kNm |
| Računska otp.na lokalno izbočavanje | Mo.Rd = | 107.22 kNm |
| Računski elastični momenat | Mel.Rd = | 107.22 kNm |
| Računska otpornost na savijanje | Mc.Rd = | 117.89 kNm |

**Uvjet 5.17: Msd_y <= Mc.Rd_y (21.06 <= 117.89)**

5.4.5 Savijanje z-z

| | | |
|---|---|---|
| Računski plastični moment | Mpl.Rd = | 23.237 kNm |
| Računska otp.na lokalno izbočavanje | Mo.Rd = | 15.556 kNm |
| Računski elastični momenat | Mel.Rd = | 15.556 kNm |
| Računska otpornost na savijanje | Mc.Rd = | 23.237 kNm |

**Uvjet 5.17: Msd_z <= Mc.Rd_z (0.04 <= 23.24)**

5.4.6 Posmik

| | | |
|---|---|---|
| Računska plast.otp.na posmik z-z | Vpl.Rd = | 318.89 kN |

**Uvjet 5.20: Vsd_z <= Vpl.Rd_z (14.65 <= 318.89)**

| | | |
|---|---|---|
| Računska plast.otp.na posmik y-y | Vpl.Rd = | 343.62 kN |

**Uvjet 5.20: Vsd_y <= Vpl.Rd_y (0.02 <= 343.62)**

5.4.9 Savijanje, posmik i centrična sila
Nije potrebna redukcija momenata otpornosti
Uvjet: Vsd_z <= 50%Vpl.Rd_z i Vsd_y <= 50%Vpl.Rd_y

5.4.8 Savijanje i centrična sila

| | | |
|---|---|---|
| Omjer Nsd / Npl.Rd | | 0.017 |
| Omjer Msd_y / Mpl.Rd_y | | 0.179 |

**Uvjet 5.36: (0.20 <= 1)**

5.5 OTPORNOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
5.5.1.1 Otpornost na izvijanje

| | | |
|---|---|---|
| Dužina izvijanja y-y | l,y = | 652.55 cm |
| Polumjer inercije y-y | i,y = | 11.231 cm |
| Vitkost y-y | λ,y = | 58.101 |
| Relativna vitkost y-y | λ_y = | 0.669 |
| Krivulja izvijanja za os y-y: A | α = | 0.210 |
| Redukcijski koeficijent | χ,y = | 0.862 |
| Koeficijent efektivnog presjeka | βA = | 1.000 |
| Računska otpornost na izvijanje | Nb.Rd_y = | 988.77 kN |

**Uvjet 5.45: Nsd <= Nb.Rd_y (19.09 <= 988.77)**

| | | |
|---|---|---|
| Dužina izvijanja z-z | l,z = | 652.55 cm |
| Polumjer inercije z-z | i,z = | 3.025 cm |
| Vitkost z-z | λ,z = | 215.72 |
| Relativna vitkost z-z | λ_z = | 2.485 |
| Krivulja izvijanja za os z-z: B | α = | 0.340 |
| Redukcijski koeficijent | χ,z = | 0.141 |
| Koeficijent efektivnog presjeka | βA = | 1.000 |
| Računska otpornost na izvijanje | Nb.Rd_z = | 162.05 kN |

**Uvjet 5.45: Nsd <= Nb.Rd_z (19.09 <= 162.05)**

5.5.2 Bočno-torzijsko izvijanje greda

| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent | C1 = | 1.285 |
| Koeficijent | C2 = | 1.562 |
| Koeficijent | C3 = | 0.753 |
| Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja | k = | 1.000 |
| Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja | kw = | 1.000 |
| Koordinata | zg = | 0.000 cm |
| Koordinata | zj = | 0.000 cm |
| Razmak bočno pridržanih točaka | L = | 652.55 cm |
| Sektorski moment inercije | Iw = | 70578 cm6 |
| Krit.mom.za bočno tor.izvijanje | Mcr = | 74.309 kNm |
| Koeficijent | βw = | 1.000 |
| Koeficijent imperf. | αLT = | 0.210 |
| Bezdimenzionalna vitkost | λLT_ = | 1.321 |
| Koeficijent redukcije | χLT = | 0.459 |
| Računska otpornost na izvijanje | Mb.Rd = | 54.077 kNm |

**Uvjet 5.48: Msd_y <= Mb.Rd (21.06 <= 54.08)**

5.5.4 Savijanje i centrični tlak

| | | |
|---|---|---|
| Redukcijski koeficijent | χmin = | 0.141 |
| Nsd / ... | | 0.118 |
| Koeficijent uniformnog momenta | βy = | 1.488 |
| Koeficijent | μy = | -0.587 |
| Koeficijent | ky = | 1.010 |
| ky * My / ... | | 0.180 |
| Koeficijent uniformnog momenta | βz = | 1.565 |
| Koeficijent | μz = | -1.670 |
| Koeficijent | kz = | 1.179 |
| kz * Mz / ... | | 0.002 |

**Uvjet 5.51: (0.30 <= 1)**

| | | |
|---|---|---|
| Redukcijski koeficijent | χ_z = | 0.141 |
| Nsd/ ... | | 0.118 |
| Redukcijski koeficijent | χLT = | 0.459 |
| Koef.unif.mom.za bočno torz.izv. | βM.LT = | 1.488 |
| Koeficijent | μLT = | 0.405 |

| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent | kLT = | 0.957 |
| kLT * My / ... | | 0.373 |
| Koeficijent uniformnog momenta | βz = | 1.565 |
| Koeficijent | μz = | -1.670 |
| Koeficijent | kz = | 1.179 |
| kz * Mz / ... | | 0.002 |

**Uvjet 5.52: (0.49 <= 1)**

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM
za posmik u ravnini z-z

| | | |
|---|---|---|
| Širina lima | d = | 24.960 cm |
| Debljina lima | tw = | 0.660 cm |

Nema poprečnih ukrućenja u sredini

| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent izbočavanja posmikom | kτ = | 5.340 |

Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom
**Uvjet: d / tw <= 69 ε (37.82 <= 63.78)**

5.6.7 Interakcija posmične sile, savijanja i centr.sile
za posmik u ravnini z-z

| | | |
|---|---|---|
| Računski plastični moment nožica | Mf.Rd = | 92.922 kNm |

**Uvjeti 5.66a i 5.66b su ispunjeni**

5.7 OTPORNOST REBRA NA POPREČNE SILE
5.7.7 Izvijanje tlačne nožice u ravnini rebra

| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent (klasa nožice 1) | k = | 0.300 |
| Površina rebra | Aw = | 17.820 cm2 |
| Površina tlač. nožice | Afc = | 13.770 cm2 |

Spriječena je mogućnost izvijanja nožice u ravnini rebra

**Uvjet 5.80: (37.82 <= 260.61)**

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 31, kraj štapa)

| | | |
|---|---|---|
| Računska uzdužna sila | Nsd = | -1.685 kN |
| Poprečna sila u z pravcu | Vsd_z = | -14.693 kN |
| Momenat savijanja oko y osi | Msd_y = | 21.342 kNm |
| Momenat savijanja oko z osi | Msd_z = | -0.037 kNm |
| Sistemska dužina štapa | L = | 652.55 cm |

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA
5.4.6 Posmik

| | | |
|---|---|---|
| Računska plast.otp.na posmik z-z | Vpl.Rd = | 318.89 kN |

**Uvjet 5.20: Vsd_z <= Vpl.Rd_z (14.69 <= 318.89)**

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM
za posmik u ravnini z-z

| | | |
|---|---|---|
| Širina lima | d = | 24.960 cm |
| Debljina lima | tw = | 0.660 cm |

Nema poprečnih ukrućenja u sredini

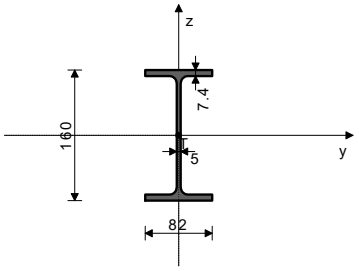
| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent izbočavanja posmikom | kτ = | 5.340 |

Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom
**Uvjet: d / tw <= 69 ε (37.82 <= 63.78)**

---

**E.170 (373-223)**
POPREČNI PRESJEK: IPE 160 [S 275] [Set: 5]
EUROCODE 3 (ENV)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



[mm]

| | | |
|---|---|---|
| Ax = | 20.100 cm2 | |
| Ay = | 10.434 cm2 | |
| Az = | 9.666 cm2 | |
| Ix = | 3.620 cm4 | |
| Iy = | 869.00 cm4 | |
| Iz = | 68.300 cm4 | |
| Wy = | 108.62 cm3 | |
| Wz = | 16.659 cm3 | |
| Wy,pl = | 122.32 cm3 | |
| Wz,pl = | 24.879 cm3 | |
| γM0 = | 1.100 | |
| γM1 = | 1.100 | |
| γM2 = | 1.250 | |
| Anet/A = | 0.900 | |

(fy = 27.5 kN/cm2, fu = 43.0 kN/cm2)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

| | | |
|---|---|---|
| 22. γ=0.75 | 32. γ=0.72 | 41. γ=0.72 |
| 45. γ=0.69 | 7. γ=0.60 | 6. γ=0.58 |
| 13. γ=0.57 | 24. γ=0.57 | 12. γ=0.55 |
| 23. γ=0.55 | 34. γ=0.54 | 33. γ=0.52 |
| 25. γ=0.46 | 35. γ=0.43 | 10. γ=0.32 |
| 8. γ=0.29 | 16. γ=0.29 | 14. γ=0.26 |
| 43. γ=0.21 | 39. γ=0.21 | 11. γ=0.20 |
| 29. γ=0.19 | 44. γ=0.18 | 17. γ=0.17 |
| 27. γ=0.16 | 38. γ=0.16 | 19. γ=0.16 |
| 31. γ=0.16 | 9. γ=0.15 | 40. γ=0.15 |
| 37. γ=0.14 | 21. γ=0.13 | 42. γ=0.13 |
| 15. γ=0.13 | 26. γ=0.12 | 28. γ=0.11 |
| 18. γ=0.11 | 36. γ=0.11 | 30. γ=0.11 |
| 46. γ=0.11 | 47. γ=0.11 | 20. γ=0.07 |

ŠTAP IZLOŽEN VLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 22, kraj štapa)

| | | |
|---|---|---|
| Računska uzdužna sila | Nsd = | 4.612 kN |
| Poprečna sila u y pravcu | Vsd_y = | -1.541 kN |
| Poprečna sila u z pravcu | Vsd_z = | 14.849 kN |
| Momenat savijanja oko y osi | Msd_y = | -15.216 kNm |
| Momenat savijanja oko z osi | Msd_z = | 1.519 kNm |
| Sistemska dužina štapa | L = | 400.00 cm |

5.3 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA
5.4.3 Vlak

| | | |
|---|---|---|
| Plast.rač.otpornost bruto presjeka | Npl.Rd = | 502.50 kN |
| Granicna rač.otpornost neto pres. | Nu.Rd = | 560.07 kN |
| Računska otp. na vlak | Nt.Rd = | 502.50 kN |

**Uvjet 5.13: Nsd <= Nt.Rd (4.61 <= 502.50)**

5.4.5 Savijanje y-y

| | | |
|---|---|---|
| Računski plastični moment | Mpl.Rd = | 30.580 kNm |
| Računska otp.na lokalno izbočavanje | Mo.Rd = | 27.156 kNm |
| Računski elastični momenat | Mel.Rd = | 27.156 kNm |
| Računska otpornost na savijanje | Mc.Rd = | 30.580 kNm |

**Uvjet 5.17: Msd_y <= Mc.Rd_y (15.22 <= 30.58)**

5.4.5 Savijanje z-z

| | | |
|---|---|---|
| Računski plastični moment | Mpl.Rd = | 6.220 kNm |
| Računska otp.na lokalno izbočavanje | Mo.Rd = | 4.165 kNm |
| Računski elastični momenat | Mel.Rd = | 4.165 kNm |
| Računska otpornost na savijanje | Mc.Rd = | 6.220 kNm |

**Uvjet 5.17: Msd_z <= Mc.Rd_z (1.52 <= 6.22)**

5.4.6 Posmik

| | | |
|---|---|---|
| Računska plast.otp.na posmik z-z | Vpl.Rd = | 139.52 kN |

**Uvjet 5.20: Vsd_z <= Vpl.Rd_z (14.85 <= 139.52)**

| | | |
|---|---|---|
| Računska plast.otp.na posmik y-y | Vpl.Rd = | 150.60 kN |

**Uvjet 5.20: Vsd_y <= Vpl.Rd_y (1.54 <= 150.60)**

5.4.9 Savijanje, posmik i centrična sila
Nije potrebna redukcija momenata otpornosti
Uvjet: Vsd_z <= 50%Vpl.Rd_z i Vsd_y <= 50%Vpl.Rd_y

5.4.8 Savijanje i centrična sila

| | | |
|---|---|---|
| Omjer Msd_y / Mpl.Rd_y | | 0.498 |
| Omjer Msd_z / Mpl.Rd_z | | 0.244 |

**Uvjet 5.36: (0.75 <= 1)**

5.5 OTPORNOST ELEMENATA NA IZVIJANJE
5.5.2 Bočno-torzijsko izvijanje greda

| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent | C1 = | 0.712 |
| Koeficijent | C2 = | 0.652 |
| Koeficijent | C3 = | 1.070 |
| Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja | k = | 0.500 |
| Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja | kw = | 0.500 |
| Koordinata | zg = | 0.000 cm |
| Koordinata | zj = | 0.000 cm |
| Razmak bočno pridržanih točaka | L = | 250.00 cm |
| Sektorski moment inercije | Iw = | 3958.9 cm6 |
| Krit.mom.za bočno tor.izvijanje | Mcr = | 61.276 kNm |
| Koeficijent | βw = | 1.000 |
| Koeficijent imperf. | αLT = | 0.210 |
| Bezdimenzionalna vitkost | λLT_ = | 0.741 |
| Koeficijent redukcije | χLT = | 0.828 |
| Računska otpornost na izvijanje | Mb.Rd = | 25.311 kNm |

5.5.3 Savijanje i centrični vlak

| | | |
|---|---|---|
| Redukcijski koef.za vektor. utjecaje | ψvec = | 0.800 |
| Elast.otp.mom.za krajnje tlač.vlakno | Wcom = | 108.63 cm3 |

| | | |
|---|---|---|
| Efektivni rač.unutarnji moment | Meff.sd = | 15.017 kNm |
| **Uvjet 5.50: Meff.sd <= Mb.Rd (15.02 <= 25.31)** | | |

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM
za posmik u ravnini z-z

| | | |
|---|---|---|
| Širina lima | d = | 14.520 cm |
| Debljina lima | tw = | 0.500 cm |
| Nema poprečnih ukrućenja u sredini | | |
| Koeficijent izbočavanja posmikom | $k_\tau$ = | 5.340 |
| Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom | | |
| **Uvjet: d / tw <= 69 ε (29.04 <= 63.78)** | | |

za posmik u ravnini z-z

| | | |
|---|---|---|
| Računski plastični moment nožica | Mf.Rd = | 24.270 kNm |
| **Uvjeti 5.66a i 5.66b su ispunjeni** | | |

5.7 OTPORNOST REBRA NA POPREČNE SILE
5.7.7 Izvijanje tlačne nožice u ravnini rebra

| | | |
|---|---|---|
| Koeficijent (klasa nožice 1) | k = | 0.300 |
| Površina rebra | Aw = | 8.000 cm2 |
| Površina tlač. nožice | Afc = | 6.068 cm2 |
| Spriječena je mogućnost izvijanja nožice u ravnini rebra | | |
| **Uvjet 5.80: (29.04 <= 263.05)** | | |

5.6.7 Interakcija posmične sile, savijanja i centr.sile

# Kontrola temelja

## Ulazni podaci

### Postavke

(unos za trenutan zadatak)

### Materijali i standardi

Betonske konstrukcije : EN 1992-1-1 (EC2)
Koeficijenti EN 1992-1-1 : standard

### Slijeganje

Analitička metoda : Analize sa upotrebu edometarskih modulov
Ograničenje cone utjecaja : po postotku Sigma, ili
Koef. ograničenja utjecajne cone : 10,0 [%]

### Proširenje temelja

Analiza za drenirane uvjete : Standardni pristup
Analiza uzgona : Standard
Dopuštena ekscentričnost : 0,333
Metodologije verifikacije : Faktori sigurnosti (ASD)

| Faktori sigurnosti | | | |
|---|---|---|---|
| **Stalna proračunska situacija** | | | |
| Faktor sigurnosti vertikalne nosivosti : | $SF_v$ = | 1,50 | [–] |
| Faktor sigurnosti otporan na klizanje : | $SF_h$ = | 1,50 | [–] |

### Osnovni parametri tla

| Br. | Ime | Uzorak | $\varphi_{ef}$ [°] | $c_{ef}$ [kPa] | $\gamma$ [kN/m³] | $\gamma_{su}$ [kN/m³] | $\delta$ [°] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Piješčana glina (CS), konzistentnostmekan |  | 24,50 | 14,00 | 18,50 | 10,00 | |
| 2 | Nisko plastična glina (CL,CI), konzistentnostmekan |  | 19,00 | 12,00 | 21,00 | 11,00 | |
| 3 | Dobro granuliran šljunak (GW), srednje gustoće |  | 38,50 | 0,00 | 21,00 | 11,00 | |

Sva tla su uzeta u obzir ko bezkohezivna za analize tlaka u mirovanju.

### Parametri tla

**Piješčana glina (CS), konzistentnostmekan**

Jedinica težine : $\gamma$ = 18,50 kN/m³
Kut unutarnjeg trenja : $\varphi_{ef}$ = 24,50 °
Kohezija : $c_{ef}$ = 14,00 kPa
Edometarski modul : $E_{oed}$ = 5,00 MPa
Saturirana jedinica težine : $\gamma_{sat}$ = 20,00 kN/m³

**Nisko plastična glina (CL,CI), konzistentnostmekan**

Jedinica težine : $\gamma$ = 21,00 kN/m³
Kut unutarnjeg trenja : $\varphi_{ef}$ = 19,00 °
Kohezija : $c_{ef}$ = 12,00 kPa
Edometarski modul : $E_{oed}$ = 4,50 MPa

Saturirana jedinica težine : $\gamma_{sat}$ = 21,00 kN/m$^3$

**Dobro granuliran šljunak (GW), srednje gustoće**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Jedinica težine : | $\gamma$ | = | 21,00 kN/m$^3$ |
| Kut unutarnjeg trenja : | $\varphi_{ef}$ | = | 38,50 ° |
| Kohezija : | $c_{ef}$ | = | 0,00 kPa |
| Edometarski modul : | $E_{oed}$ | = | 355,50 MPa |
| Saturirana jedinica težine : | $\gamma_{sat}$ | = | 21,00 kN/m$^3$ |

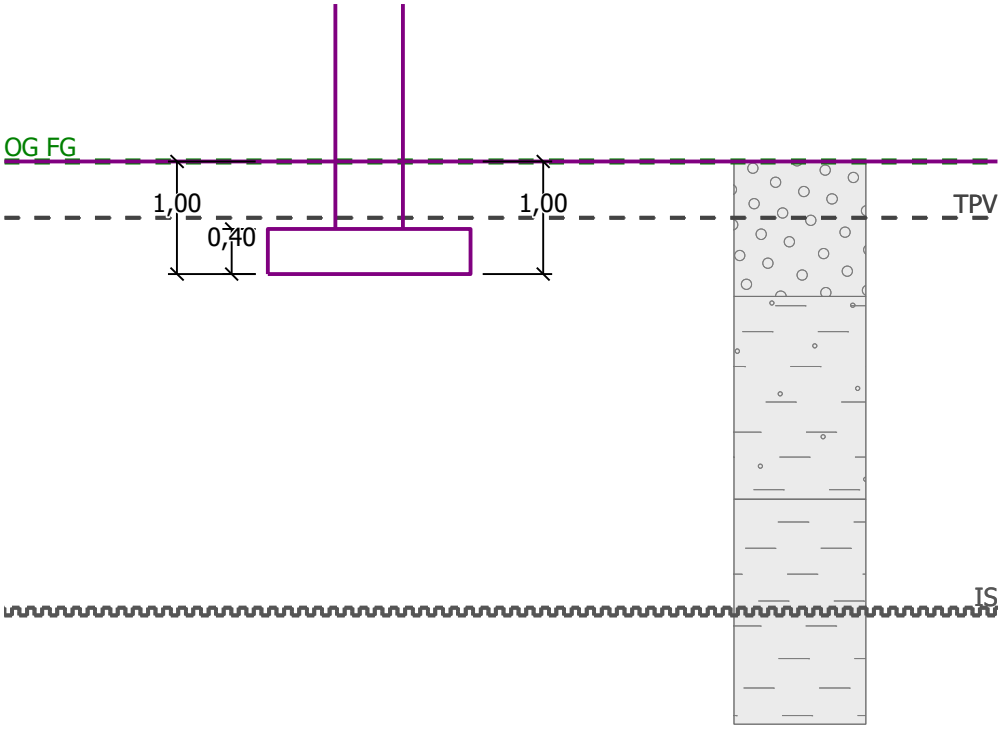
## Temelj

**Tip temelja: centrično proširenje temelja**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Dubina od originalne površine terena | $h_z$ | = | 1,00 | m |
| Dubina dna temelja | d | = | 1,00 | m |
| Debljina temelja | t | = | 0,40 | m |
| Vklj. krajna granica | $s_1$ | = | 0,00 | ° |
| Vklj. dno temelja | $s_2$ | = | 0,00 | ° |

Jedinica težine za temeljno tlo ispod temelja = 20,00 kN/m$^3$

**Ime : Temelj** | **Faza - analiza : 1 - 0**

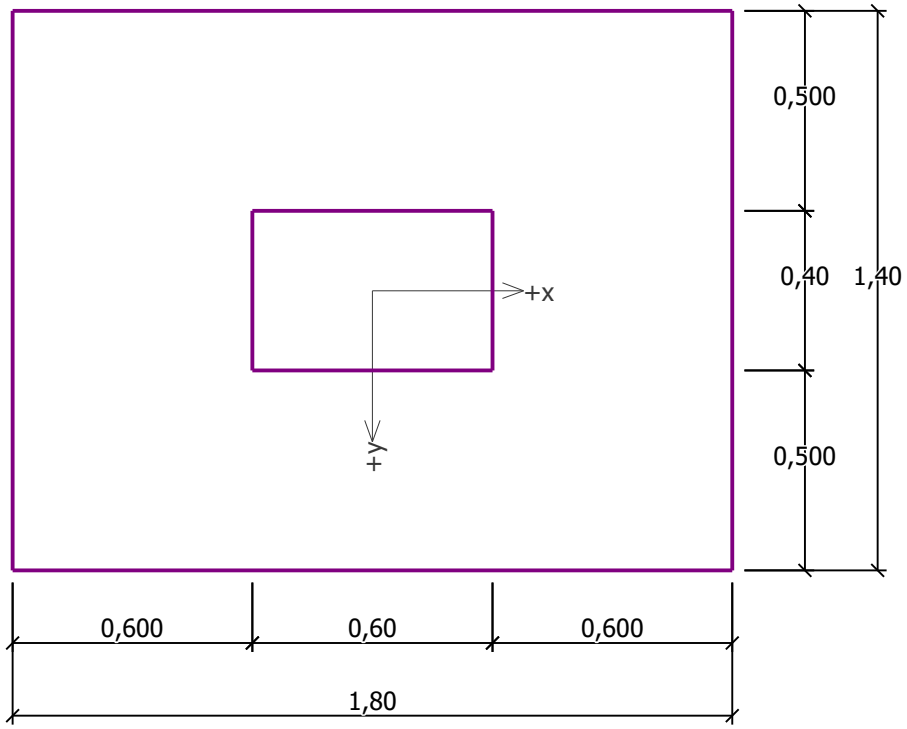



## Geometrija konstrukcije

**Tip temelja: centrično proširenje temelja**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Proširenje temelja dužina | x | = | 1,80 | m |
| Proširenje temelja širina | y | = | 1,40 | m |
| Širina stupca u smjeri x | $c_x$ | = | 0,60 | m |
| Širina stupca u smjeri y | $c_y$ | = | 0,40 | m |
| Proširenje temelja volumen | | = | 1,01 | m$^3$ |

| Ime : Geometrija | Faza - analiza : 1 - 0 |
|---|---|




## Materijal konstrukcije

Jedinica težine $\gamma$ = 23,00 kN/m$^3$
Analize betonske konstrukcije izvršene su u skladu sa standardom EN 1992-1-1 (EC2).

Beton : C 25/30

| | | | |
|---|---|---|---|
| Karakteristična tlačna čvrstoća (valjak) | $f_{ck}$ | = 25,00 | MPa |
| Vlačna čvrstoća | $f_{ctm}$ | = 2,60 | MPa |
| Moduli elastičnosti | $E_{cm}$ | = 31000,00 | MPa |

Uzdužna armatura : B500

| | | | |
|---|---|---|---|
| Karakteristična granica popuštanja | $f_{yk}$ | = 500,00 | MPa |

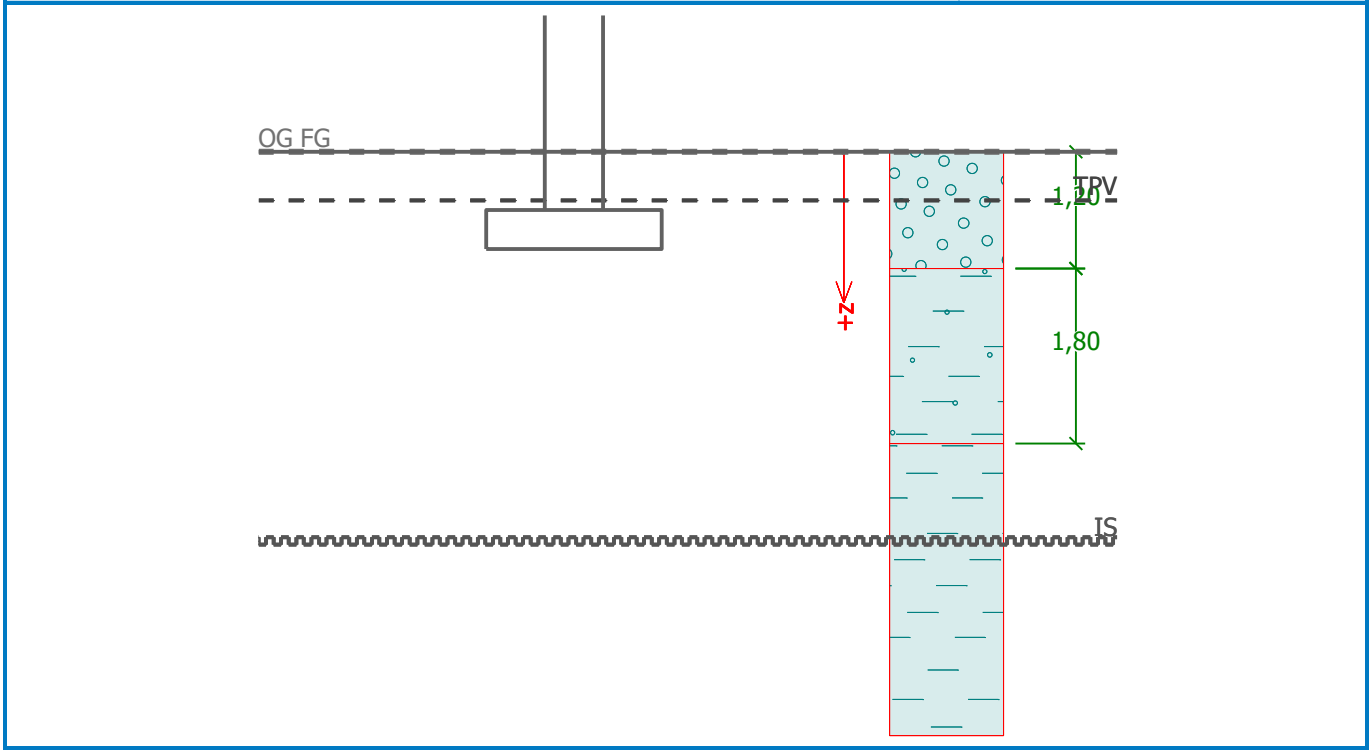
Poprečna čelika: B500

| | | | |
|---|---|---|---|
| Karakteristična granica popuštanja | $f_{yk}$ | = 500,00 | MPa |

## Geološki profil i dodijeljena tla

| Br. | Sloj [m] | Dodijeljeno tlo | Uzorak |
|---|---|---|---|
| 1 | 1,20 | Dobro granuliran šljunak (GW), srednje gustoće | |
| 2 | 1,80 | Piješčana glina (CS), konzistentnostmekan | |
| 3 | - | Nisko plastična glina (CL,CI), konzistentnostmekan | |

**Ime : Profil i prijenos** | **Faza - analiza : 1 - 0**




### Opterećenje

| Br. | Opterećenje | | Ime | Tip | N | $M_x$ | $M_y$ | $H_x$ | $H_y$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | novo | promjena | | | [kN] | [kNm] | [kNm] | [kN] | [kN] |
| 1 | DA | | Ukupno | Dizajn | 290,46 | 0,00 | 0,00 | 91,09 | 30,33 |
| 2 | DA | | Ukupno (slijeganje) | Pomoć | 199,70 | 0,00 | 0,00 | 62,26 | 20,76 |

### TPV + nesaž. temeljnog tla

Tablica podzemne vode je na dubini 0,50 m od originalnog terena.
Nesažim. temeljno tlo je na dubini 4,00 m od originalnog terena.

### Globalne postavke

Tip analize : analiza za drenirane uvjete

### Postavke faze konstrukcije

Proračunska situacija : stalna

## Kontrola Br. 1

### Verifikacija slučaja opterećenja

| Ime | $e_x$ [m] | $e_y$ [m] | σ [kPa] | $R_d$ [kPa] | Korištenje [%] | zadovoljavajući |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Ukupno | 0,11 | -0,04 | 157,02 | 331,77 | 70,99 | Da |

### Analize nosivosti - djelomični rezultati

$\varphi_d$ = 25,705 °
$c_d$ = 12,795 kPa

$\gamma_{1prum}$ = 16,000 kN/m$^3$
$\gamma_{2prum}$ = 10,172 kN/m$^3$
$b_{ef}$ = 1,326 m
$N_d$ = 11,487
$N_c$ = 21,786
$N_b$ = 7,572
$s_d$ = 1,364
$s_c$ = 1,168
$s_b$ = 0,748
$d_d$ = 1,077
$d_c$ = 1,087
$d_b$ = 1,000
$i_d$ = 0,501
$i_c$ = 0,501
$i_b$ = 0,501
$b_d$ = 1,000
$b_c$ = 1,000
$b_b$ = 1,000
$g_d$ = 1,000
$g_c$ = 1,000
$g_b$ = 1,000
$R_d$ = 331,774 kPa

Analiza provedena s automatskim izborom najnepovoljnijeg slučaja opterećenja.

Izračunana težina proširenja temelja G = 13,10 kN
Izračunana težina preopterećenja Z = 25,08 kN

### Provjera vertikalne nosivosti

Stanje kontaktnog napona : pravokutnik
Najnepovoljniji slučaj opterećenja Br. 1. (Ukupno)

Parametri klizne površine ispod temelja:
Dubina klizne površine $z_{sp}$ = 1,93 m
Dužina klizne površine $l_{sp}$ = 5,45 m

Dizajn nosivosti za temeljno tlo $R_d$ = 331,77 kPa
Ekstremni kontaktni tlak $\sigma$ = 157,02 kPa

Faktor sigurnosti = 2,11 > 1,50
**Nosivost u vertikalni smjeri ZADOVALJAVAJUĆI**

### Provjera ekscetričnosti opterećenja

Max. ekscentricitet u smjeru duljine baze $e_x$ = 0,062<0,333
Max. ekscentricitet u smjeru širine baze $e_y$ = 0,026<0,333
Max. sveukupna ekscentričnost $e_t$ = 0,067<0,333

**Ekscentričnost opterećenja ZADOVALJAVAJUĆI**

### Provjera horizontalne nosivosti

Najnepovoljniji slučaj opterećenja Br. 1. (Ukupno)
Zemaljski otpor: u miru
Dizajn magnitude zemljinog otpora $S_{pd}$ = 2,92 kN

Horizontalna nosivost $R_{dh}$ = 264,33 kN
Ekstremna horizontalna sila H = 96,01 kN

Faktor sigurnosti = 2,75 > 1,50
**Nosivost u horizontalni smjeri ZADOVALJAVAJUĆI**

**Nosivost temelja ZADOVALJAVAJUĆI**

## Kontrola Br. 1

### Slijeganje i rotacija temelja - upis podatka

Analiza provedena s automatskim izborom najnepovoljnijeg slučaja opterećenja.
Analize izpunjene sa obračunavanjem koeficijentov $\kappa_1$ (upliv dubine temelja).
Analize izpunjene sa obračunavanjem koeficijentov $\kappa_2$ (upliv temeljnog tla,koje se ne sažima).
Napon na dnu temelja je uzet u obzir iz konačne ocjene.

Izračunana težina proširenja temelja G = 13,10 kN
Izračunana težina preopterećenja Z = 25,08 kN

### Slijeganje i rotacija temelja - djelomični rezultati

| Sloj Br. | Ishodište [m] | Kraj [m] | Debljina [m] | $E_{def}$ [MPa] | $\sigma_{or}$ [kPa] | $\Delta\sigma_z$ [kPa] | Slijeganje [mm] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1,00 | 1,05 | 0,05 | 319,95 | 16,27 | 77,67 | 0,01 |
| 2 | 1,05 | 1,10 | 0,05 | 319,95 | 16,83 | 73,88 | 0,01 |
| 3 | 1,10 | 1,15 | 0,05 | 319,95 | 17,38 | 66,85 | 0,01 |
| 4 | 1,15 | 1,20 | 0,05 | 319,95 | 17,92 | 59,30 | 0,01 |
| 5 | 1,20 | 1,25 | 0,05 | 3,12 | 18,45 | 52,81 | 0,53 |
| 6 | 1,25 | 1,30 | 0,05 | 3,12 | 18,95 | 47,62 | 0,48 |
| 7 | 1,30 | 1,40 | 0,10 | 3,12 | 19,70 | 41,99 | 0,84 |
| 8 | 1,40 | 1,50 | 0,10 | 3,12 | 20,70 | 36,35 | 0,73 |
| 9 | 1,50 | 1,60 | 0,10 | 3,12 | 21,70 | 32,27 | 0,65 |
| 10 | 1,60 | 1,70 | 0,10 | 3,12 | 22,70 | 29,10 | 0,58 |
| 11 | 1,70 | 1,80 | 0,10 | 3,12 | 23,70 | 26,51 | 0,53 |
| 12 | 1,80 | 1,90 | 0,10 | 3,12 | 24,70 | 24,33 | 0,49 |
| 13 | 1,90 | 2,15 | 0,25 | 3,12 | 26,45 | 21,36 | 1,07 |
| 14 | 2,15 | 2,40 | 0,25 | 3,12 | 28,95 | 17,98 | 0,90 |
| 15 | 2,40 | 2,65 | 0,25 | 3,12 | 31,45 | 15,51 | 0,78 |
| 16 | 2,65 | 2,90 | 0,25 | 3,12 | 33,95 | 13,67 | 0,68 |
| 17 | 2,90 | 3,00 | 0,10 | 3,12 | 35,70 | 12,62 | 0,25 |
| 18 | 3,00 | 3,15 | 0,15 | 2,10 | 37,03 | 11,99 | 0,40 |
| 19 | 3,15 | 3,40 | 0,25 | 2,10 | 39,23 | 11,12 | 0,62 |
| 20 | 3,40 | 3,90 | 0,50 | 2,10 | 43,35 | 9,87 | 1,10 |
| 21 | 3,90 | 4,00 | 0,10 | 2,10 | 46,65 | 9,01 | 0,20 |

Slijeganje sred.točke ruba x - 1 = 11,5 mm
Slijeganje sred.točke ruba x - 2 = 10,3 mm

Slijeganje sred.točke ruba y - 1 = 11,8 mm
Slijeganje sred.točke ruba y - 2 = 8,5 mm
Slijeganje centralne točke temelja = 15,8 mm
Slijeganje karakteristične točke = 10,8 mm

(1-max.rub sažimanja; 2-min.rub sažimanja)

## Slijeganje i rotacija temelja - rezultati

**Ojačanost temelja:**
Izračunane težine prosjeka modulov deformacije $E_{def}$ = 55,78 MPa
Temelj u longitudinalni smjeri je tvrd (k=6,10)
Temelj u smjeri širine je tvrd (k=12,96)

## Provjera ekscetričnosti opterećenja

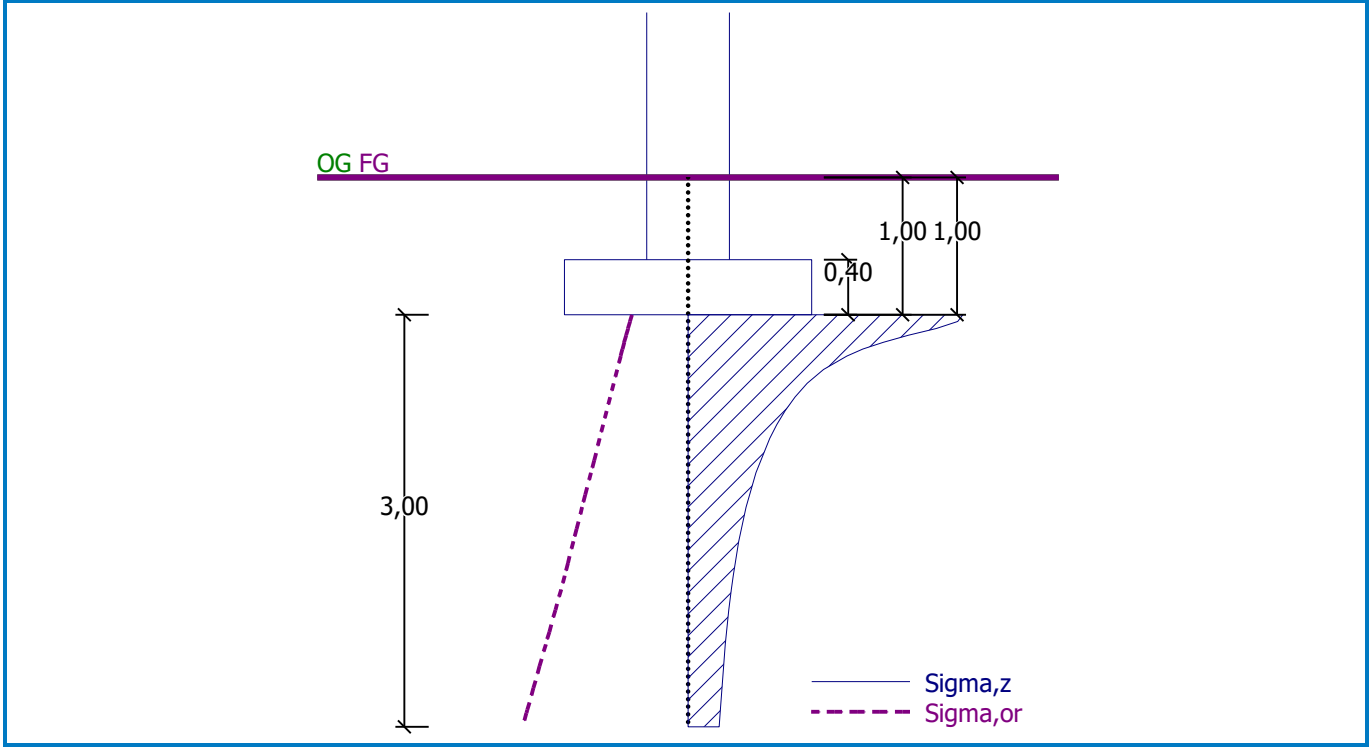
Max. ekscentricitet u smjeru duljine baze $e_x$ = 0,058<0,333
Max. ekscentricitet u smjeru širine baze $e_y$ = 0,025<0,333
Max. sveukupna ekscentričnost $e_t$ = 0,063<0,333

**Ekscentričnost opterećenja ZADOVALJAVAJUĆI**

**Ukupno slijeganje i rotacija temelja:**
Slijeganje temelja = 10,8 mm
Dubina uplivne cone = 3,00 m

Rotacija u smjeri x = 1,838 (tan*1000); (1,1E-01 °)
Rotacija u smjeri y = 0,851 (tan*1000); (4,9E-02 °)

| Ime : Slijeganje | Faza - analiza : 1 - 1 |
|---|---|



## Dimenzioniranje Br. 1

Analiza provedena s automatskim izborom najnepovoljnijeg slučaja opterećenja.

### Kontrola longitudinalne armature temelja u smjeri x

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Promjer šipke | | = | 14,0 | mm | | | | | |
| Broj šipka | | = | 6 | | | | | | |
| Pokrivač armature | | = | 40,0 | mm | | | | | |
| Poprečni presjek širine | | = | 1,40 | m | | | | | |
| Dubina poprečnog presjeka | | = | 0,40 | m | | | | | |
| Razmjer armature | $\rho$ | = | 0,19 | % | > | 0,14 | % | = | $\rho_{min}$ |
| Pozicija neutralne osi | x | = | 0,02 | m | < | 0,22 | m | = | $x_{max}$ |
| Posledni moment | $M_{Rd}$ | = | 138,30 | kNm | > | 40,62 | kNm | = | $M_{Ed}$ |

**Poprečni presjek ZADOVOLJAVA.**

### Kontrola longitudinalne armatude temelja u smjeri y

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Promjer šipke | | = | 16,0 | mm | | | | | |
| Broj šipka | | = | 8 | | | | | | |
| Pokrivač armature | | = | 40,0 | mm | | | | | |
| Poprečni presjek širine | | = | 1,80 | m | | | | | |
| Dubina poprečnog presjeka | | = | 0,40 | m | | | | | |
| Razmjer armature | $\rho$ | = | 0,25 | % | > | 0,14 | % | = | $\rho_{min}$ |
| Pozicija neutralne osi | x | = | 0,03 | m | < | 0,22 | m | = | $x_{max}$ |
| Posledni moment | $M_{Rd}$ | = | 238,02 | kNm | > | 31,57 | kNm | = | $M_{Ed}$ |

**Poprečni presjek ZADOVOLJAVA.**

### Proširenje temelja za smicanje bušenja, pogreška kod provjere

Stupac normalne sile = 290,46 kN

### Najveći otpor na stupcu perimetra

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Sila predana u temeljno tlo | | = | 27,66 | kN |
| Sile prenose čvrstoće na smicanje SRC | | = | 262,80 | kN |
| U skladu stupcem perimetra | $u_0$ | = | 2,00 | m |
| Otporn smicanja na stupcu perimetara | $v_{Ed,max}$ | = | 0,37 | MPa |
| Otpor na stupcu perimetra | $v_{Rd,max}$ | = | 3,60 | MPa |

### Kritični dio bez smicanja armature

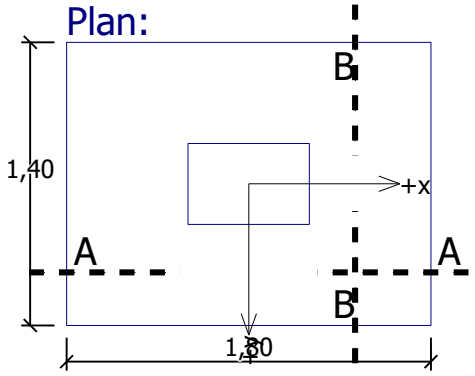
| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Sila predana u temeljno tlo | | = | 113,91 | kN |
| Sile prenose čvrstoće na smicanje SRC | | = | 176,55 | kN |
| Udaljenost odsjeka od stupca | | = | 0,26 | m |
| Odjeljak perimetar | u | = | 3,66 | m |
| Naprezanje na smicanje na dijelu | $v_{Ed}$ | = | 0,14 | MPa |
| Otpornost na smicanje na području bez smicanja armature | $v_{Rd,c}$ | = | 1,08 | MPa |

$v_{Ed} < v_{Rd,c}$ => Armatura nije zahtijevana

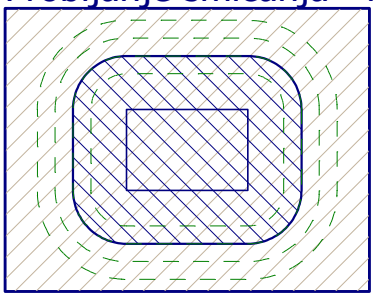
**Proširenje temelja za smicanje bušenja ZADOVALJAVAJUĆI**

**Ime : Dimenzioniranje** | **Faza - analiza : 1 - 1**

## Plan:




## Probijanje smicanja - kritičan odsjek:

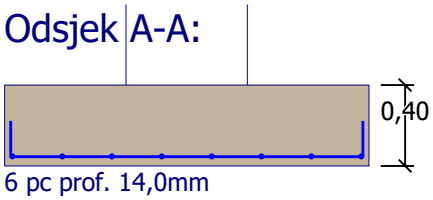


Površina baze podatka
propušeten sa RC direktinim strigom
područje: 9,88E-01m²

kritičan odsjek
Dužina: 3,66m

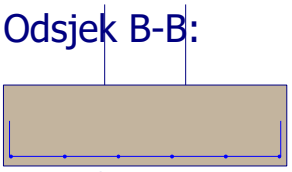
provjereni odsjeci

## Odsjek A-A:




6 pc prof. 14,0mm
dužina 1720mm, betonski poklopac 40mm

## Odsjek B-B:



8 pc prof. 16,0mm
dužina 1320mm, betonski poklopac 40mm

# Kontrola Proširenje temelja

## Ulazni podaci

### Projekt

Datum : 9.2.2021.

### Postavke

(unos za trenutan zadatak)

### Materijali i standardi

Betonske konstrukcije : EN 1992-1-1 (EC2)
Koeficijenti EN 1992-1-1 : standard

### Slijeganje

Analitička metoda : Analize sa upotrebu edometarskih modulov
Ograničenje cone utjecaja : po postotku Sigma, ili
Koef. ograničenja utjecajne cone : 10,0 [%]

### Proširenje temelja

Analiza za drenirane uvjete : Standardni pristup
Analiza uzgona : Standard
Dopuštena ekscentričnost : 0,333
Metodologije verifikacije : Faktori sigurnosti (ASD)

| Faktori sigurnosti | | | |
|---|---|---|---|
| **Stalna proračunska situacija** | | | |
| Faktor sigurnosti vertikalne nosivosti : | $SF_v$ = | 1,50 | [–] |
| Faktor sigurnosti otporan na klizanje : | $SF_h$ = | 1,50 | [–] |

### Osnovni parametri tla

| Br. | Ime | Uzorak | $\varphi_{ef}$ [°] | $c_{ef}$ [kPa] | $\gamma$ [kN/m3] | $\gamma_{su}$ [kN/m3] | $\delta$ [°] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Piješčana glina (CS), konzistentnostmekan |  | 24,50 | 14,00 | 18,50 | 10,00 | |
| 2 | Nisko plastična glina (CL,CI), konzistentnostmekan |  | 19,00 | 12,00 | 21,00 | 11,00 | |
| 3 | Dobro granuliran šljunak (GW), srednje gustoće |  | 38,50 | 0,00 | 21,00 | 11,00 | |

Sva tla su uzeta u obzir ko bezkohezivna za analize tlaka u mirovanju.

### Parametri tla

**Piješčana glina (CS), konzistentnostmekan**

Jedinica težine : $\gamma$ = 18,50 kN/m3
Kut unutarnjeg trenja : $\varphi_{ef}$ = 24,50 °
Kohezija : $c_{ef}$ = 14,00 kPa
Edometarski modul : $E_{oed}$ = 5,00 MPa
Saturirana jedinica težine : $\gamma_{sat}$ = 20,00 kN/m3

**Nisko plastična glina (CL,CI), konzistentnostmekan**

Jedinica težine : $\gamma$ = 21,00 kN/m3
Kut unutarnjeg trenja : $\varphi_{ef}$ = 19,00 °

Kohezija : $c_{ef}$ = 12,00 kPa
Edometarski modul : $E_{oed}$ = 4,50 MPa
Saturirana jedinica težine : $\gamma_{sat}$ = 21,00 kN/m$^3$

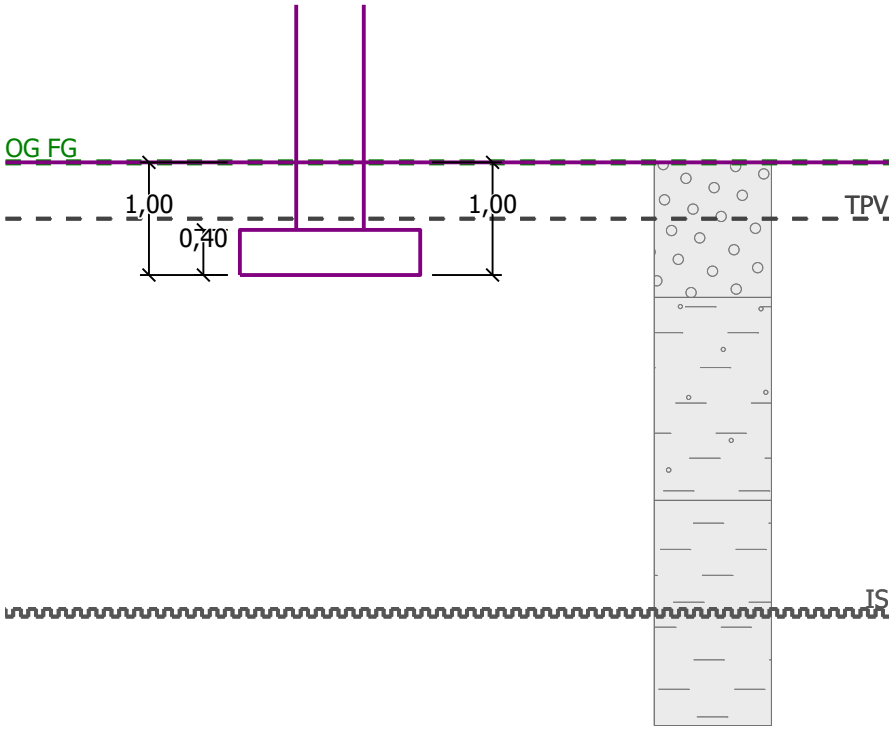
**Dobro granuliran šljunak (GW), srednje gustoće**
Jedinica težine : $\gamma$ = 21,00 kN/m$^3$
Kut unutarnjeg trenja : $\varphi_{ef}$ = 38,50 °
Kohezija : $c_{ef}$ = 0,00 kPa
Edometarski modul : $E_{oed}$ = 355,50 MPa
Saturirana jedinica težine : $\gamma_{sat}$ = 21,00 kN/m$^3$

## Temelj

**Tip temelja: centrično proširenje temelja**
Dubina od originalne površine terena $h_z$ = 1,00 m
Dubina dna temelja d = 1,00 m
Debljina temelja t = 0,40 m
Vklj. krajna granica $s_1$ = 0,00 °
Vklj. dno temelja $s_2$ = 0,00 °

Jedinica težine za temeljno tlo ispod temelja = 20,00 kN/m$^3$

**Ime : Temelj** | **Faza - analiza : 1 - 0**

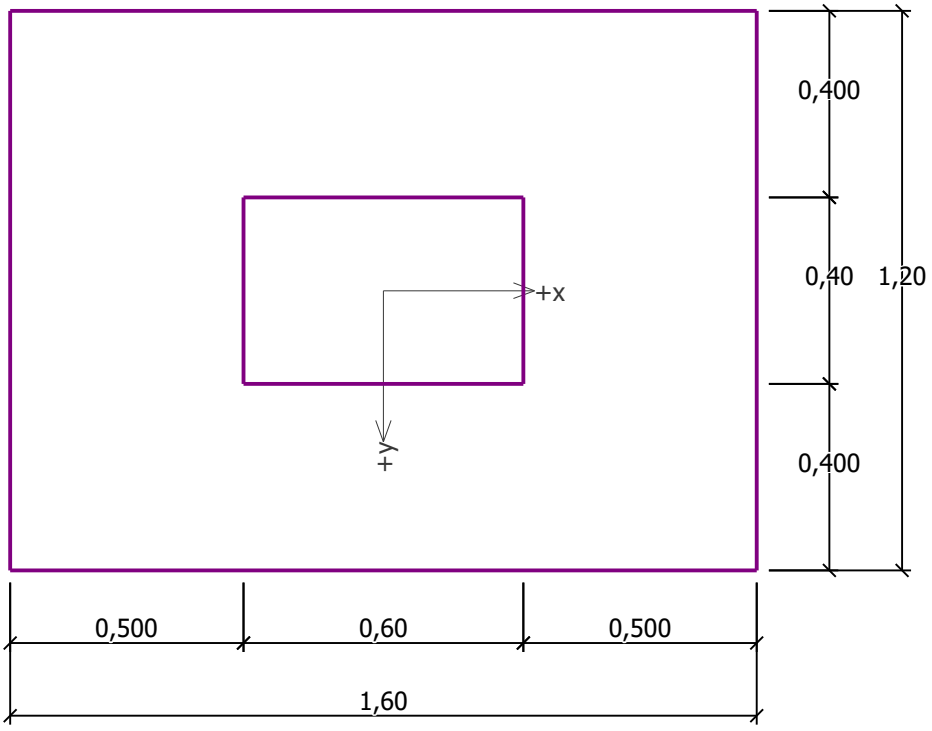



## Geometrija konstrukcije

**Tip temelja: centrično proširenje temelja**
Proširenje temelja dužina x = 1,60 m
Proširenje temelja širina y = 1,20 m
Širina stupca u smjeri x $c_x$ = 0,60 m
Širina stupca u smjeri y $c_y$ = 0,40 m

Proširenje temelja volumen = 0,77 $m^3$

| Ime : Geometrija | Faza - analiza : 1 - 0 |
|---|---|




## Materijal konstrukcije

Jedinica težine $\gamma$ = 23,00 kN/$m^3$
Analize betonske konstrukcije izvršene su u skladu sa standardom EN 1992-1-1 (EC2).

Beton : C 25/30

| | | | |
|---|---|---|---|
| Karakteristična tlačna čvrstoća (valjak) | $f_{ck}$ | = 25,00 | MPa |
| Vlačna čvrstoća | $f_{ctm}$ | = 2,60 | MPa |
| Moduli elastičnosti | $E_{cm}$ | = 31000,00 | MPa |

Uzdužna armatura : B500

| | | | |
|---|---|---|---|
| Karakteristična granica popuštanja | $f_{yk}$ | = 500,00 | MPa |

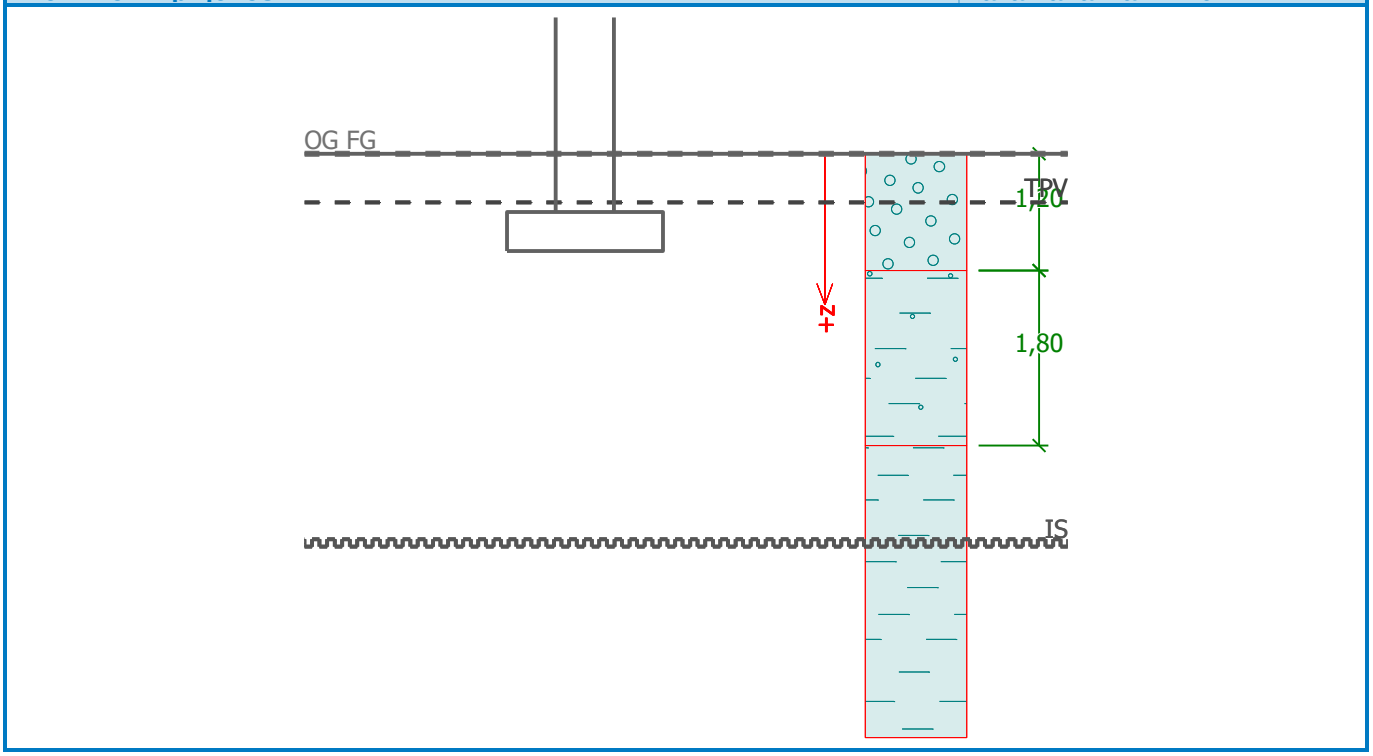
Poprečna čelika: B500

| | | | |
|---|---|---|---|
| Karakteristična granica popuštanja | $f_{yk}$ | = 500,00 | MPa |

## Geološki profil i dodijeljena tla

| Br. | Sloj [m] | Dodijeljeno tlo | Uzorak |
|---|---|---|---|
| 1 | 1,20 | Dobro granuliran šljunak (GW), srednje gustoće | |
| 2 | 1,80 | Piješčana glina (CS), konzistentnostmekan | |
| 3 | - | Nisko plastična glina (CL,CI), konzistentnostmekan | |

| Ime : Profil i prijenos | Faza - analiza : 1 - 0 |
|---|---|




### Opterećenje

| Br. | Opterećenje | | Ime | Tip | N | $M_x$ | $M_y$ | $H_x$ | $H_y$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | novo | promjena | | | [kN] | [kNm] | [kNm] | [kN] | [kN] |
| 1 | DA | | Ukupno | Dizajn | 290,46 | 0,00 | 0,00 | 91,09 | 30,33 |
| 2 | DA | | Ukupno (slijeganje) | Pomoć | 199,70 | 0,00 | 0,00 | 62,26 | 20,76 |

### TPV + nesaž. temeljnog tla

Tablica podzemne vode je na dubini 0,50 m od originalnog terena.
Nesažim. temeljno tlo je na dubini 4,00 m od originalnog terena.

### Globalne postavke

Tip analize : analiza za drenirane uvjete

### Postavke faze konstrukcije

Proračunska situacija : stalna

## Kontrola Br. 1

### Verifikacija slučaja opterećenja

| Ime | $e_x$ [m] | $e_y$ [m] | σ [kPa] | $R_d$ [kPa] | Korištenje [%] | zadovoljavajući |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Ukupno | 0,11 | -0,04 | 206,90 | 324,62 | 95,60 | Da |

### Analize nosivosti - djelomični rezultati

$\varphi_d$ = 25,899 °
$c_d$ = 12,601 kPa

$\gamma_{1prum}$ = 16,000 kN/m$^3$
$\gamma_{2prum}$ = 10,199 kN/m$^3$
$b_{ef}$ = 1,124 m
$N_d$ = 11,727
$N_c$ = 22,093
$N_b$ = 7,813
$s_d$ = 1,358
$s_c$ = 1,164
$s_b$ = 0,754
$d_d$ = 1,084
$d_c$ = 1,094
$d_b$ = 1,000
$i_d$ = 0,489
$i_c$ = 0,489
$i_b$ = 0,489
$b_d$ = 1,000
$b_c$ = 1,000
$b_b$ = 1,000
$g_d$ = 1,000
$g_c$ = 1,000
$g_b$ = 1,000
$R_d$ = 324,622 kPa

Analiza provedena s automatskim izborom najnepovoljnijeg slučaja opterećenja.

Izračunana težina proširenja temelja G = 9,98 kN
Izračunana težina preopterećenja Z = 18,48 kN

### Provjera vertikalne nosivosti

Stanje kontaktnog napona : pravokutnik
Najnepovoljniji slučaj opterećenja Br. 1. (Ukupno)

Parametri klizne površine ispod temelja:
Dubina klizne površine $z_{sp}$ = 1,66 m
Dužina klizne površine $l_{sp}$ = 4,70 m

Dizajn nosivosti za temeljno tlo $R_d$ = 324,62 kPa
Ekstremni kontaktni tlak $\sigma$ = 206,90 kPa

Faktor sigurnosti = 1,57 > 1,50
**Nosivost u vertikalni smjeri ZADOVALJAVAJUĆI**

### Provjera ekscetričnosti opterećenja

Max. ekscentricitet u smjeru duljine baze $e_x$ = 0,071<0,333
Max. ekscentricitet u smjeru širine baze $e_y$ = 0,032<0,333
Max. sveukupna ekscentričnost $e_t$ = 0,078<0,333

**Ekscentričnost opterećenja ZADOVALJAVAJUĆI**

### Provjera horizontalne nosivosti

Najnepovoljniji slučaj opterećenja Br. 1. (Ukupno)
Zemaljski otpor: u miru
Dizajn magnitude zemljinog otpora $S_{pd}$ = 2,50 kN

Horizontalna nosivost $R_{dh}$ = 256,18 kN
Ekstremna horizontalna sila H = 96,01 kN

Faktor sigurnosti = 2,67 > 1,50
**Nosivost u horizontalni smjeri ZADOVALJAVAJUĆI**

**Nosivost temelja ZADOVALJAVAJUĆI**

## Kontrola Br. 1

### Slijeganje i rotacija temelja - upis podatka

Analiza provedena s automatskim izborom najnepovoljnijeg slučaja opterećenja.
Analize izpunjene sa obračunavanjem koeficijentov $\kappa_1$ (upliv dubine temelja).
Analize izpunjene sa obračunavanjem koeficijentov $\kappa_2$ (upliv temeljnog tla,koje se ne sažima).
Napon na dnu temelja je uzet u obzir iz konačne ocjene.

Izračunana težina proširenja temelja G = 9,98 kN
Izračunana težina preopterećenja Z = 18,48 kN

### Slijeganje i rotacija temelja - djelomični rezultati

| Sloj Br. | Ishodište [m] | Kraj [m] | Debljina [m] | $E_{def}$ [MPa] | $\sigma_{or}$ [kPa] | $\Delta\sigma_z$ [kPa] | Slijeganje [mm] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1,00 | 1,05 | 0,05 | 319,95 | 16,27 | 101,44 | 0,01 |
| 2 | 1,05 | 1,10 | 0,05 | 319,95 | 16,83 | 94,90 | 0,01 |
| 3 | 1,10 | 1,15 | 0,05 | 319,95 | 17,38 | 83,87 | 0,01 |
| 4 | 1,15 | 1,20 | 0,05 | 319,95 | 17,92 | 73,11 | 0,01 |
| 5 | 1,20 | 1,25 | 0,05 | 3,12 | 18,45 | 64,49 | 0,64 |
| 6 | 1,25 | 1,30 | 0,05 | 3,12 | 18,95 | 57,86 | 0,58 |
| 7 | 1,30 | 1,40 | 0,10 | 3,12 | 19,70 | 50,83 | 1,02 |
| 8 | 1,40 | 1,50 | 0,10 | 3,12 | 20,70 | 43,77 | 0,88 |
| 9 | 1,50 | 1,60 | 0,10 | 3,12 | 21,70 | 38,61 | 0,77 |
| 10 | 1,60 | 1,70 | 0,10 | 3,12 | 22,70 | 34,54 | 0,69 |
| 11 | 1,70 | 1,80 | 0,10 | 3,12 | 23,70 | 31,18 | 0,62 |
| 12 | 1,80 | 1,90 | 0,10 | 3,12 | 24,70 | 28,35 | 0,57 |
| 13 | 1,90 | 2,15 | 0,25 | 3,12 | 26,45 | 24,54 | 1,23 |
| 14 | 2,15 | 2,40 | 0,25 | 3,12 | 28,95 | 20,27 | 1,01 |
| 15 | 2,40 | 2,65 | 0,25 | 3,12 | 31,45 | 17,23 | 0,86 |
| 16 | 2,65 | 2,90 | 0,25 | 3,12 | 33,95 | 14,99 | 0,75 |
| 17 | 2,90 | 3,00 | 0,10 | 3,12 | 35,70 | 13,75 | 0,27 |
| 18 | 3,00 | 3,15 | 0,15 | 2,10 | 37,03 | 13,01 | 0,43 |
| 19 | 3,15 | 3,40 | 0,25 | 2,10 | 39,23 | 12,00 | 0,67 |
| 20 | 3,40 | 3,90 | 0,50 | 2,10 | 43,35 | 10,56 | 1,17 |
| 21 | 3,90 | 4,00 | 0,10 | 2,10 | 46,65 | 9,59 | 0,21 |

Slijeganje sred.točke ruba x - 1 = 13,4 mm
Slijeganje sred.točke ruba x - 2 = 12,0 mm

Slijeganje sred.točke ruba y - 1 = 13,7 mm
Slijeganje sred.točke ruba y - 2 = 9,6 mm
Slijeganje centralne točke temelja = 17,9 mm
Slijeganje karakteristične točke = 12,4 mm

(1-max.rub sažimanja; 2-min.rub sažimanja)

## Slijeganje i rotacija temelja - rezultati

**Ojačanost temelja:**
Izračunane težine prosjeka modulov deformacije $E_{def}$ = 62,46 MPa
Temelj u longitudinalni smjeri je tvrd (k=7,76)
Temelj u smjeri širine je tvrd (k=18,38)

## Provjera ekscetričnosti opterećenja

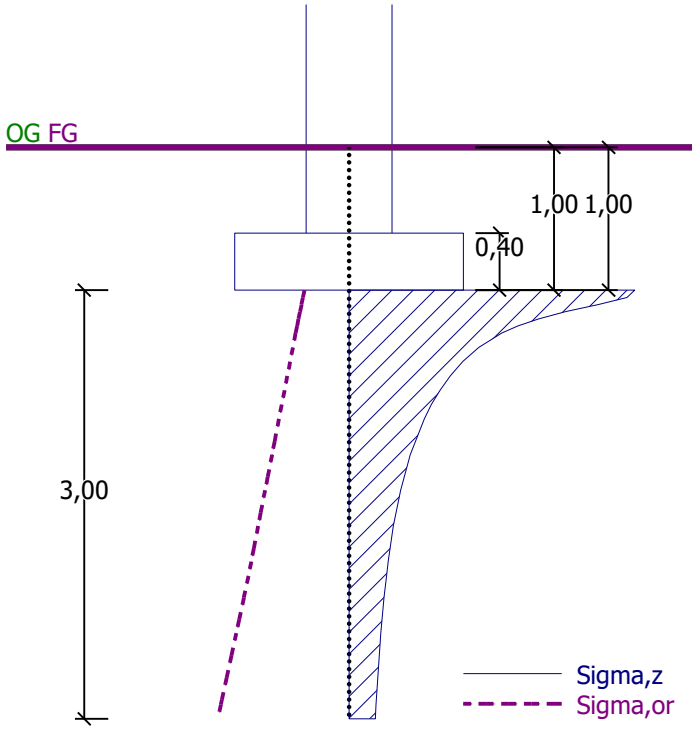
Max. ekscentricitet u smjeru duljine baze $e_x$ = 0,068<0,333
Max. ekscentricitet u smjeru širine baze $e_y$ = 0,030<0,333
Max. sveukupna ekscentričnost $e_t$ = 0,075<0,333

**Ekscentričnost opterećenja ZADOVALJAVAJUĆI**

**Ukupno slijeganje i rotacija temelja:**
Slijeganje temelja = 12,4 mm
Dubina uplivne cone = 3,00 m

Rotacija u smjeri x = 2,522 (tan*1000); (1,4E-01 °)
Rotacija u smjeri y = 1,214 (tan*1000); (7,0E-02 °)

| Ime : Slijeganje | Faza - analiza : 1 - 1 |
|---|---|



# Dimenzioniranje Br. 1

Analiza provedena s automatskim izborom najnepovoljnijeg slučaja opterećenja.

## Kontrola longitudinalne armature temelja u smjeri x

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Promjer šipke | | = | 14,0 | mm | | | | | |
| Broj šipka | | = | 5 | | | | | | |
| Pokrivač armature | | = | 40,0 | mm | | | | | |
| Poprečni presjek širine | | = | 1,20 | m | | | | | |
| Dubina poprečnog presjeka | | = | 0,40 | m | | | | | |
| Razmjer armature | $\rho$ | = | 0,18 | % | > | 0,14 | % | = | $\rho_{min}$ |
| Pozicija neutralne osi | x | = | 0,02 | m | < | 0,22 | m | = | $x_{max}$ |
| Posledni moment | $M_{Rd}$ | = | 115,33 | kNm | > | 32,32 | kNm | = | $M_{Ed}$ |

**Poprečni presjek ZADOVOLJAVA.**

## Kontrola longitudinalne armatude temelja u smjeri y

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Promjer šipke | | = | 16,0 | mm | | | | | |
| Broj šipka | | = | 7 | | | | | | |
| Pokrivač armature | | = | 40,0 | mm | | | | | |
| Poprečni presjek širine | | = | 1,60 | m | | | | | |
| Dubina poprečnog presjeka | | = | 0,40 | m | | | | | |
| Razmjer armature | $\rho$ | = | 0,25 | % | > | 0,14 | % | = | $\rho_{min}$ |
| Pozicija neutralne osi | x | = | 0,03 | m | < | 0,22 | m | = | $x_{max}$ |
| Posledni moment | $M_{Rd}$ | = | 208,38 | kNm | > | 23,64 | kNm | = | $M_{Ed}$ |

**Poprečni presjek ZADOVOLJAVA.**

## Proširenje temelja za smicanje bušenja, pogreška kod provjere

Stupac normalne sile = 290,46 kN

## Najveći otpor na stupcu perimetra

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Sila predana u temeljno tlo | | = | 36,31 | kN |
| Sile prenose čvrstoće na smicanje SRC | | = | 254,15 | kN |
| U skladu stupcem perimetra | $u_0$ | = | 2,00 | m |
| Otporn smicanja na stupcu perimetara | $v_{Ed,max}$ | = | 0,36 | MPa |
| Otpor na stupcu perimetra | $v_{Rd,max}$ | = | 3,60 | MPa |

## Kritični dio bez smicanja armature

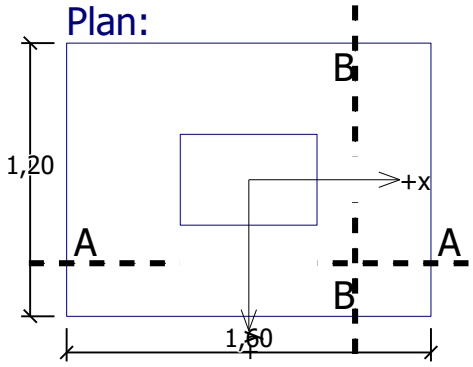
| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Sila predana u temeljno tlo | | = | 104,39 | kN |
| Sile prenose čvrstoće na smicanje SRC | | = | 186,07 | kN |
| Udaljenost odsjeka od stupca | | = | 0,18 | m |
| Odjeljak perimetar | u | = | 3,11 | m |
| Naprezanje na smicanje na dijelu | $v_{Ed}$ | = | 0,17 | MPa |
| Otpornost na smicanje na području bez smicanja armature | $v_{Rd,c}$ | = | 1,63 | MPa |

$v_{Ed} < v_{Rd,c}$ => Armatura nije zahtijevana

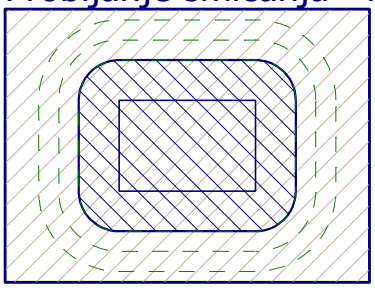
**Proširenje temelja za smicanje bušenja ZADOVALJAVAJUĆI**

**Ime : Dimenzioniranje** | **Faza - analiza : 1 - 1**

## Plan:




## Probijanje smicanja - kritičan odsjek:

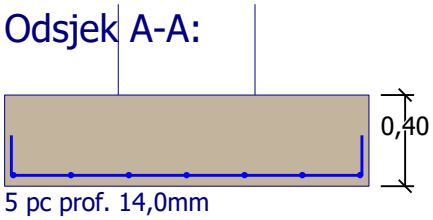


Površina baze podatka
propušeten sa RC direktinim strigom
područje: 6,90E-01m²

kritičan odsjek
Dužina: 3,11m

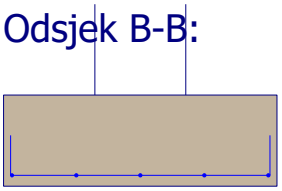
provjereni odsjeci

## Odsjek A-A:




5 pc prof. 14,0mm
dužina 1520mm, betonski poklopac 40mm

## Odsjek B-B:



7 pc prof. 16,0mm
dužina 1120mm, betonski poklopac 40mm

# Kontrola Proširenje temelja

## Ulazni podaci

### Projekt

Datum : 9.2.2021.

### Postavke

(unos za trenutan zadatak)

### Materijali i standardi

Betonske konstrukcije : EN 1992-1-1 (EC2)
Koeficijenti EN 1992-1-1 : standard

### Slijeganje

Analitička metoda : Analize sa upotrebu edometarskih modulov
Ograničenje cone utjecaja : po postotku Sigma, ili
Koef. ograničenja utjecajne cone : 10,0 [%]

### Proširenje temelja

Analiza za drenirane uvjete : Standardni pristup
Analiza uzgona : Standard
Dopuštena ekscentričnost : 0,333
Metodologije verifikacije : Faktori sigurnosti (ASD)

| Faktori sigurnosti | | | |
|---|---|---|---|
| **Stalna proračunska situacija** | | | |
| Faktor sigurnosti vertikalne nosivosti : | $SF_v$ = | 1,50 | [–] |
| Faktor sigurnosti otporan na klizanje : | $SF_h$ = | 1,50 | [–] |

### Osnovni parametri tla

| Br. | Ime | Uzorak | $\varphi_{ef}$ [°] | $c_{ef}$ [kPa] | $\gamma$ [kN/m3] | $\gamma_{su}$ [kN/m3] | $\delta$ [°] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Piješčana glina (CS), konzistentnostmekan |  | 24,50 | 14,00 | 18,50 | 10,00 | |
| 2 | Nisko plastična glina (CL,CI), konzistentnostmekan |  | 19,00 | 12,00 | 21,00 | 11,00 | |
| 3 | Dobro granuliran šljunak (GW), srednje gustoće |  | 38,50 | 0,00 | 21,00 | 11,00 | |

Sva tla su uzeta u obzir ko bezkohezivna za analize tlaka u mirovanju.

### Parametri tla

**Piješčana glina (CS), konzistentnostmekan**

Jedinica težine : $\gamma$ = 18,50 kN/m3
Kut unutarnjeg trenja : $\varphi_{ef}$ = 24,50 °
Kohezija : $c_{ef}$ = 14,00 kPa
Edometarski modul : $E_{oed}$ = 5,00 MPa
Saturirana jedinica težine : $\gamma_{sat}$ = 20,00 kN/m3

**Nisko plastična glina (CL,CI), konzistentnostmekan**

Jedinica težine : $\gamma$ = 21,00 kN/m3
Kut unutarnjeg trenja : $\varphi_{ef}$ = 19,00 °

| | | | |
|---|---|---|---|
| Kohezija : | $c_{ef}$ | = | 12,00 kPa |
| Edometarski modul : | $E_{oed}$ | = | 4,50 MPa |
| Saturirana jedinica težine : | $\gamma_{sat}$ | = | 21,00 kN/m$^3$ |

**Dobro granuliran šljunak (GW), srednje gustoće**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Jedinica težine : | $\gamma$ | = | 21,00 kN/m$^3$ |
| Kut unutarnjeg trenja : | $\varphi_{ef}$ | = | 38,50 ° |
| Kohezija : | $c_{ef}$ | = | 0,00 kPa |
| Edometarski modul : | $E_{oed}$ | = | 355,50 MPa |
| Saturirana jedinica težine : | $\gamma_{sat}$ | = | 21,00 kN/m$^3$ |

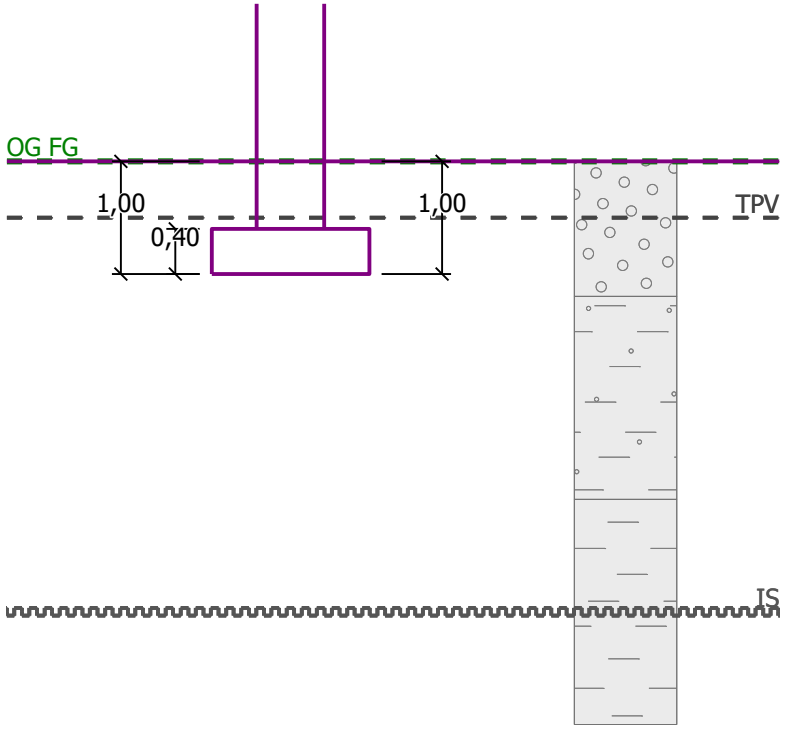
## Temelj

**Tip temelja: centrično proširenje temelja**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Dubina od originalne površine terena | $h_z$ | = | 1,00 m |
| Dubina dna temelja | d | = | 1,00 m |
| Debljina temelja | t | = | 0,40 m |
| Vklj. krajna granica | $s_1$ | = | 0,00 ° |
| Vklj. dno temelja | $s_2$ | = | 0,00 ° |

Jedinica težine za temeljno tlo ispod temelja = 20,00 kN/m$^3$

**Ime : Temelj** | **Faza - analiza : 1 - 0**



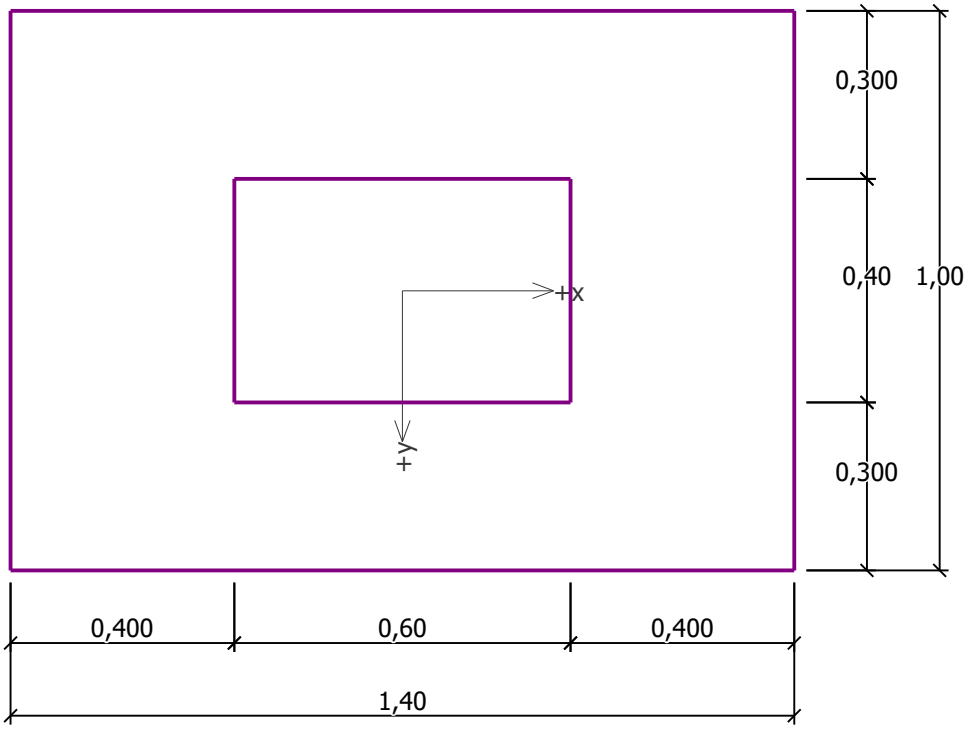

## Geometrija konstrukcije

**Tip temelja: centrično proširenje temelja**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Proširenje temelja dužina | x | = | 1,40 m |
| Proširenje temelja širina | y | = | 1,00 m |
| Širina stupca u smjeri x | $c_x$ | = | 0,60 m |
| Širina stupca u smjeri y | $c_y$ | = | 0,40 m |

Proširenje temelja volumen = 0,56 $m^3$

| Ime : Geometrija | Faza - analiza : 1 - 0 |
|---|---|




## Materijal konstrukcije

Jedinica težine $\gamma$ = 23,00 kN/$m^3$
Analize betonske konstrukcije izvršene su u skladu sa standardom EN 1992-1-1 (EC2).

Beton : C 25/30

| | | | |
|---|---|---|---|
| Karakteristična tlačna čvrstoća (valjak) | $f_{ck}$ | = 25,00 | MPa |
| Vlačna čvrstoća | $f_{ctm}$ | = 2,60 | MPa |
| Moduli elastičnosti | $E_{cm}$ | = 31000,00 | MPa |

Uzdužna armatura : B500

| | | | |
|---|---|---|---|
| Karakteristična granica popuštanja | $f_{yk}$ | = 500,00 | MPa |

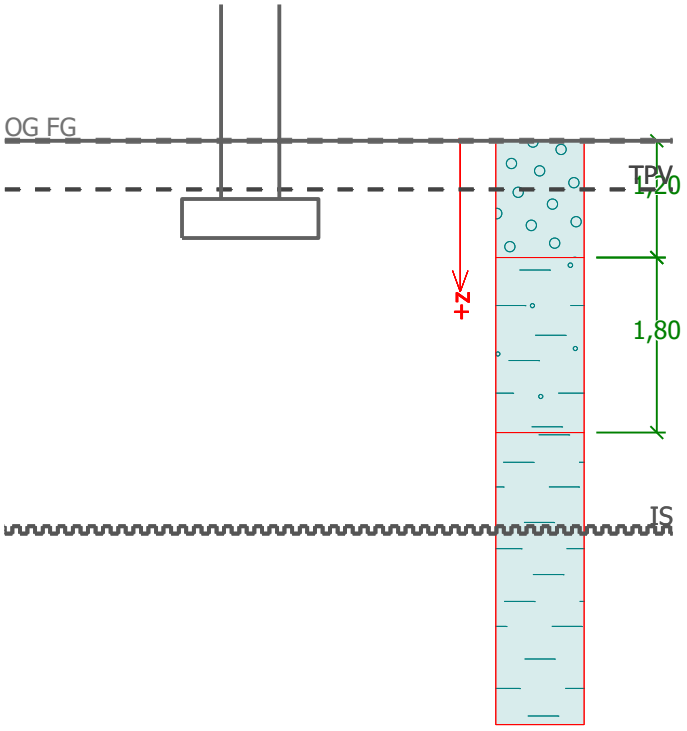
Poprečna čelika: B500

| | | | |
|---|---|---|---|
| Karakteristična granica popuštanja | $f_{yk}$ | = 500,00 | MPa |

## Geološki profil i dodijeljena tla

| Br. | Sloj [m] | Dodijeljeno tlo | Uzorak |
|---|---|---|---|
| 1 | 1,20 | Dobro granuliran šljunak (GW), srednje gustoće | |
| 2 | 1,80 | Piješčana glina (CS), konzistentnostmekan | |
| 3 | - | Nisko plastična glina (CL,CI), konzistentnostmekan | |

| Ime : Profil i prijenos | Faza - analiza : 1 - 0 |
|---|---|




### Opterećenje

| Br. | Opterećenje | | Ime | Tip | N | $M_x$ | $M_y$ | $H_x$ | $H_y$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | novo | promjena | | | [kN] | [kNm] | [kNm] | [kN] | [kN] |
| 1 | DA | | Ukupno | Dizajn | 133,36 | 0,00 | 0,00 | 40,91 | 15,18 |
| 2 | DA | | Ukupno (slijeganje) | Pomoć | 199,70 | 0,00 | 0,00 | 62,26 | 20,76 |

### TPV + nesaž. temeljnog tla

Tablica podzemne vode je na dubini 0,50 m od originalnog terena.
Nesažim. temeljno tlo je na dubini 4,00 m od originalnog terena.

### Globalne postavke

Tip analize : analiza za drenirane uvjete

### Postavke faze konstrukcije

Proračunska situacija : stalna

## Kontrola Br. 1

### Verifikacija slučaja opterećenja

| Ime | $e_x$ [m] | $e_y$ [m] | σ [kPa] | $R_d$ [kPa] | Korištenje [%] | zadovoljavajući |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Ukupno | 0,11 | -0,04 | 140,39 | 341,45 | 61,67 | Da |

### Analize nosivosti - djelomični rezultati

$\varphi_d$ = 26,163 °
$c_d$ = 12,337 kPa

$\gamma_{1prum}$ = 16,000 kN/m$^3$
$\gamma_{2prum}$ = 10,234 kN/m$^3$
$b_{ef}$ = 0,921 m
$N_d$ = 12,063
$N_c$ = 22,519
$N_b$ = 8,152
$s_d$ = 1,342
$s_c$ = 1,155
$s_b$ = 0,767
$d_d$ = 1,093
$d_c$ = 1,104
$d_b$ = 1,000
$i_d$ = 0,512
$i_c$ = 0,512
$i_b$ = 0,512
$b_d$ = 1,000
$b_c$ = 1,000
$b_b$ = 1,000
$g_d$ = 1,000
$g_c$ = 1,000
$g_b$ = 1,000
$R_d$ = 341,454 kPa

Analiza provedena s automatskim izborom najnepovoljnijeg slučaja opterećenja.

Izračunana težina proširenja temelja G = 7,28 kN
Izračunana težina preopterećenja Z = 12,76 kN

### Provjera vertikalne nosivosti

Stanje kontaktnog napona : pravokutnik
Najnepovoljniji slučaj opterećenja Br. 1. (Ukupno)

Parametri klizne površine ispod temelja:
Dubina klizne površine $z_{sp}$ = 1,40 m
Dužina klizne površine $l_{sp}$ = 3,97 m

Dizajn nosivosti za temeljno tlo $R_d$ = 341,45 kPa
Ekstremni kontaktni tlak $\sigma$ = 140,39 kPa

Faktor sigurnosti = 2,43 > 1,50
**Nosivost u vertikalni smjeri ZADOVALJAVAJUĆI**

### Provjera ekscetričnosti opterećenja

Max. ekscentricitet u smjeru duljine baze $e_x$ = 0,076<0,333
Max. ekscentricitet u smjeru širine baze $e_y$ = 0,040<0,333
Max. sveukupna ekscentričnost $e_t$ = 0,086<0,333

**Ekscentričnost opterećenja ZADOVALJAVAJUĆI**

### Provjera horizontalne nosivosti

Najnepovoljniji slučaj opterećenja Br. 1. (Ukupno)
Zemaljski otpor: u miru
Dizajn magnitude zemljinog otpora $S_{pd}$ = 2,08 kN

Horizontalna nosivost $R_{dh}$ = 124,10 kN
Ekstremna horizontalna sila H = 43,64 kN

Faktor sigurnosti = 2,84 > 1,50
**Nosivost u horizontalni smjeri ZADOVALJAVAJUĆI**

**Nosivost temelja ZADOVALJAVAJUĆI**

## Kontrola Br. 1

### Slijeganje i rotacija temelja - upis podatka

Analiza provedena s automatskim izborom najnepovoljnijeg slučaja opterećenja.
Analize izpunjene sa obračunavanjem koeficijentov $\kappa_1$ (upliv dubine temelja).
Analize izpunjene sa obračunavanjem koeficijentov $\kappa_2$ (upliv temeljnog tla,koje se ne sažima).
Napon na dnu temelja je uzet u obzir iz konačne ocjene.

Izračunana težina proširenja temelja G = 7,28 kN
Izračunana težina preopterećenja Z = 12,76 kN

### Slijeganje i rotacija temelja - djelomični rezultati

| Sloj Br. | Ishodište [m] | Kraj [m] | Debljina [m] | $E_{def}$ [MPa] | $\sigma_{or}$ [kPa] | $\Delta\sigma_z$ [kPa] | Slijeganje [mm] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1,00 | 1,05 | 0,05 | 319,95 | 16,27 | 138,05 | 0,02 |
| 2 | 1,05 | 1,10 | 0,05 | 319,95 | 16,83 | 126,09 | 0,02 |
| 3 | 1,10 | 1,15 | 0,05 | 319,95 | 17,38 | 108,18 | 0,02 |
| 4 | 1,15 | 1,20 | 0,05 | 319,95 | 17,92 | 92,62 | 0,01 |
| 5 | 1,20 | 1,25 | 0,05 | 3,12 | 18,45 | 80,99 | 0,81 |
| 6 | 1,25 | 1,30 | 0,05 | 3,12 | 18,95 | 72,33 | 0,72 |
| 7 | 1,30 | 1,40 | 0,10 | 3,12 | 19,70 | 63,22 | 1,26 |
| 8 | 1,40 | 1,50 | 0,10 | 3,12 | 20,70 | 53,97 | 1,08 |
| 9 | 1,50 | 1,60 | 0,10 | 3,12 | 21,70 | 47,08 | 0,94 |
| 10 | 1,60 | 1,70 | 0,10 | 3,12 | 22,70 | 41,59 | 0,83 |
| 11 | 1,70 | 1,80 | 0,10 | 3,12 | 23,70 | 37,07 | 0,74 |
| 12 | 1,80 | 1,90 | 0,10 | 3,12 | 24,70 | 33,29 | 0,67 |
| 13 | 1,90 | 2,15 | 0,25 | 3,12 | 26,45 | 28,31 | 1,42 |
| 14 | 2,15 | 2,40 | 0,25 | 3,12 | 28,95 | 22,85 | 1,14 |
| 15 | 2,40 | 2,65 | 0,25 | 3,12 | 31,45 | 19,08 | 0,95 |
| 16 | 2,65 | 2,90 | 0,25 | 3,12 | 33,95 | 16,40 | 0,82 |
| 17 | 2,90 | 3,00 | 0,10 | 3,12 | 35,70 | 14,92 | 0,30 |
| 18 | 3,00 | 3,15 | 0,15 | 2,10 | 37,03 | 14,07 | 0,47 |
| 19 | 3,15 | 3,40 | 0,25 | 2,10 | 39,23 | 12,89 | 0,72 |
| 20 | 3,40 | 3,90 | 0,50 | 2,10 | 43,35 | 11,25 | 1,25 |
| 21 | 3,90 | 4,00 | 0,10 | 2,10 | 46,65 | 10,15 | 0,23 |

Slijeganje sred.točke ruba x - 1 = 15,9 mm
Slijeganje sred.točke ruba x - 2 = 14,0 mm

Slijeganje sred.točke ruba y - 1 = 16,0 mm
Slijeganje sred.točke ruba y - 2 = 11,0 mm
Slijeganje centralne točke temelja = 20,3 mm
Slijeganje karakteristične točke = 14,4 mm

(1-max.rub sažimanja; 2-min.rub sažimanja)

## Slijeganje i rotacija temelja - rezultati

**Ojačanost temelja:**
Izračunane težine prosjeka modulov deformacije $E_{def}$ = 71,47 MPa
Temelj u longitudinalni smjeri je tvrd (k=10,12)
Temelj u smjeri širine je tvrd (k=27,76)

## Provjera ekscetričnosti opterećenja

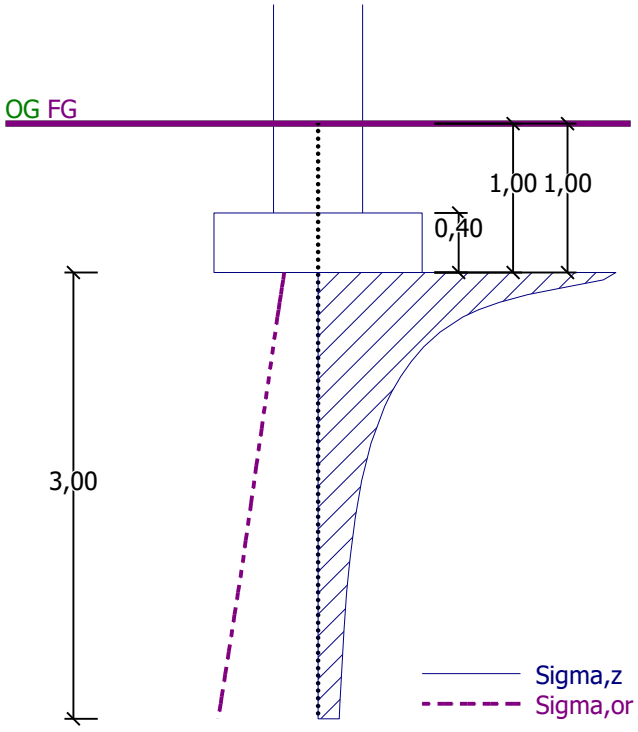
Max. ekscentricitet u smjeru duljine baze $e_x$ = 0,081<0,333
Max. ekscentricitet u smjeru širine baze $e_y$ = 0,038<0,333
Max. sveukupna ekscentričnost $e_t$ = 0,089<0,333

**Ekscentričnost opterećenja ZADOVALJAVAJUĆI**

**Ukupno slijeganje i rotacija temelja:**
Slijeganje temelja = 14,4 mm
Dubina uplivne cone = 3,00 m

Rotacija u smjeri x = 3,582 (tan*1000); (2,1E-01 °)
Rotacija u smjeri y = 1,811 (tan*1000); (1,0E-01 °)

| Ime : Slijeganje | Faza - analiza : 1 - 1 |
|---|---|



# Dimenzioniranje Br. 1

Analiza provedena s automatskim izborom najnepovoljnijeg slučaja opterećenja.

## Kontrola longitudinalne armature temelja u smjeri x

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Promjer šipke | | = | 14,0 | mm | | | | | |
| Broj šipka | | = | 5 | | | | | | |
| Pokrivač armature | | = | 40,0 | mm | | | | | |
| Poprečni presjek širine | | = | 1,00 | m | | | | | |
| Dubina poprečnog presjeka | | = | 0,40 | m | | | | | |
| Razmjer armature | $\rho$ | = | 0,22 | % | > | 0,14 | % | = | $\rho_{min}$ |
| Pozicija neutralne osi | x | = | 0,03 | m | < | 0,22 | m | = | $x_{max}$ |
| Posljednji moment | $M_{Rd}$ | = | 114,77 | kNm | > | 16,91 | kNm | = | $M_{Ed}$ |

**Poprečni presjek ZADOVOLJAVA.**

## Kontrola longitudinalne armature temelja u smjeri y

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Promjer šipke | | = | 16,0 | mm | | | | | |
| Broj šipka | | = | 7 | | | | | | |
| Pokrivač armature | | = | 40,0 | mm | | | | | |
| Poprečni presjek širine | | = | 1,40 | m | | | | | |
| Dubina poprečnog presjeka | | = | 0,40 | m | | | | | |
| Razmjer armature | $\rho$ | = | 0,29 | % | > | 0,14 | % | = | $\rho_{min}$ |
| Pozicija neutralne osi | x | = | 0,03 | m | < | 0,22 | m | = | $x_{max}$ |
| Posljednji moment | $M_{Rd}$ | = | 207,37 | kNm | > | 11,29 | kNm | = | $M_{Ed}$ |

**Poprečni presjek ZADOVOLJAVA.**

## Proširenje temelja za smicanje bušenja, pogreška kod provjere

Stupac normalne sile = 199,70 kN

## Najveći otpor na stupcu perimetra

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Sila predana u temeljno tlo | | = | 34,23 | kN |
| Sile prenose čvrstoće na smicanje SRC | | = | 165,47 | kN |
| U skladu stupcem perimetra | $u_0$ | = | 2,00 | m |
| Otporn smicanja na stupcu perimetara | $v_{Ed,max}$ | = | 0,23 | MPa |
| Otpor na stupcu perimetra | $v_{Rd,max}$ | = | 3,60 | MPa |

## Kritični dio bez smicanja armature

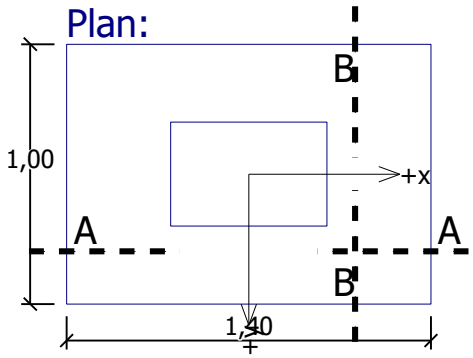
| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Sila predana u temeljno tlo | | = | 98,43 | kN |
| Sile prenose čvrstoće na smicanje SRC | | = | 101,27 | kN |
| Udaljenost odsjeka od stupca | | = | 0,18 | m |
| Odjeljak perimetar | u | = | 3,11 | m |
| Naprezanje na smicanje na dijelu | $v_{Ed}$ | = | 0,09 | MPa |
| Otpornost na smicanje na području bez smicanja armature | $v_{Rd,c}$ | = | 1,63 | MPa |

$v_{Ed} < v_{Rd,c}$ => Armatura nije zahtijevana

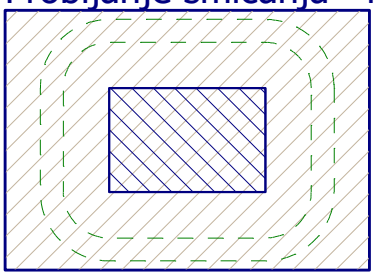
**Proširenje temelja za smicanje bušenja ZADOVALJAVAJUĆI**

**Ime : Dimenzioniranje** | **Faza - analiza : 1 - 1**

## Plan:




## Probijanje smicanja - kritičan odsjek:

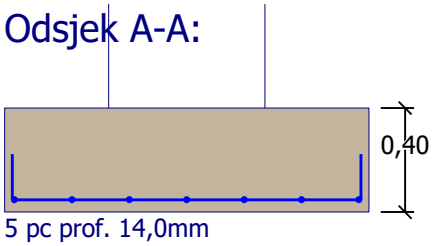


Površina baze podatka
propušeten sa RC direktinim strigom
područje: 2,40E-01m²

kritičan odsjek
Dužina: 2,00m

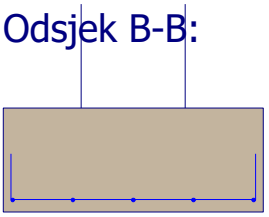
provjereni odsjeci

## Odsjek A-A:



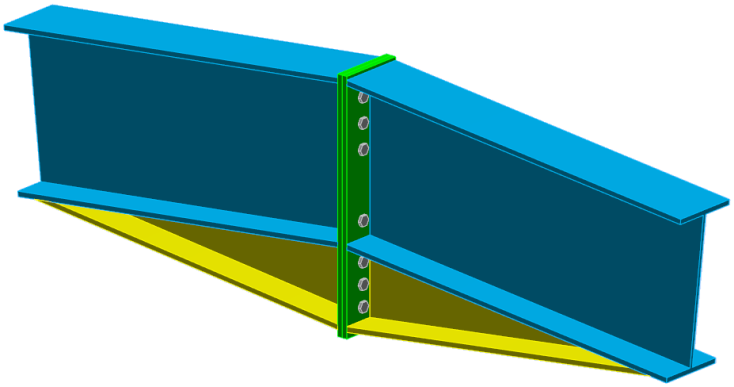

5 pc prof. 14,0mm
dužina 1320mm, betonski poklopac 40mm

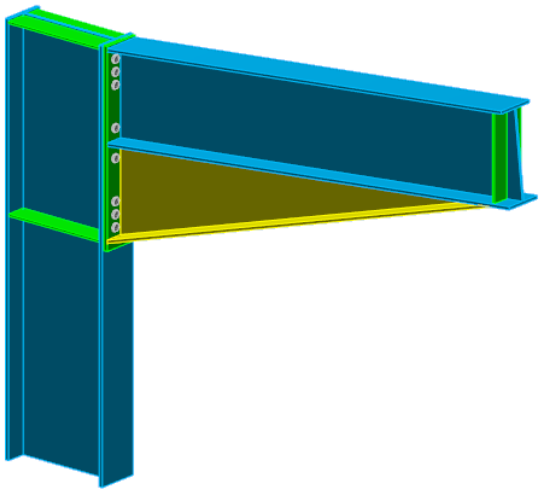
## Odsjek B-B:

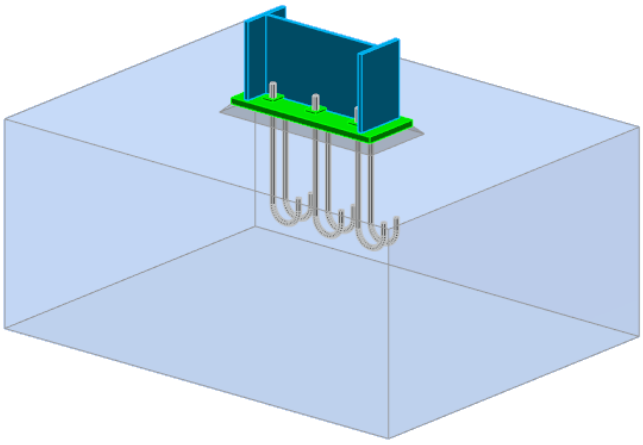


7 pc prof. 16,0mm
dužina 920mm, betonski poklopac 40mm

# PRORAČUN OSNOVNIH SPOJEVA







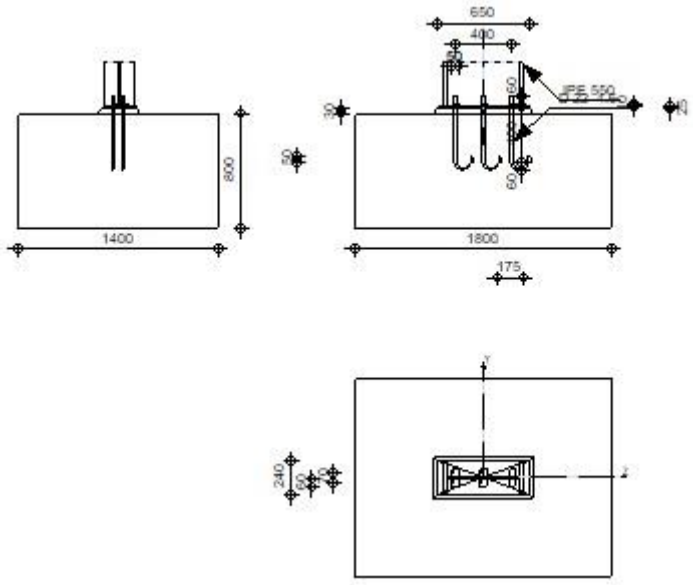
Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2021

# PILANA - TEMELJ - STUP

Eurocode 3: EN 1993-1-8:2005/AC:2009 + CEB Design Guide: Design of fastenings in concrete

OK

Ratio **0,84**




## GENERAL

Connection no.: 3
Connection name: Fixed column base

## GEOMETRY

### COLUMN

Section: IPE 550

| | | | |
|---|---|---|---|
| $L_c$ = | 5,00 | [m] | Column length |
| $\alpha$ = | 0,0 | [Deg] | Inclination angle |
| $h_c$ = | 550 | [mm] | Height of column section |
| $b_{fc}$ = | 210 | [mm] | Width of column section |
| $t_{wc}$ = | 11 | [mm] | Thickness of the web of column section |
| $t_{fc}$ = | 17 | [mm] | Thickness of the flange of column section |
| $r_c$ = | 24 | [mm] | Radius of column section fillet |
| $A_c$ = | 13400 | [mm$^2$] | Cross-sectional area of a column |
| $I_{yc}$ = | 671200000 | [mm$^4$] | Moment of inertia of the column section |

Material: STEEL 43-245

| | | | |
|---|---|---|---|
| $f_{yc}$ = | 245,00 | [MPa] | Resistance |
| $f_{uc}$ = | 430,00 | [MPa] | Yield strength of a material |

### COLUMN BASE

| | | | |
|---|---|---|---|
| $l_{pd}$ = | 650 | [mm] | Length |
| $b_{pd}$ = | 240 | [mm] | Width |
| $t_{pd}$ = | 25 | [mm] | Thickness |

Material: S275

| | | | |
|---|---|---|---|
| $f_{ypd}$ = | 275,00 | [MPa] | Resistance |
| $f_{upd}$ = | 430,00 | [MPa] | Yield strength of a material |

## ANCHORAGE

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

| | | | |
|---|---|---|---|
| Class = | 4.6 | | Anchor class |
| $f_{yb}$ = | 240,00 | [MPa] | Yield strength of the anchor material |
| $f_{ub}$ = | 400,00 | [MPa] | Tensile strength of the anchor material |
| d = | 22 | [mm] | Bolt diameter |
| $A_s$ = | 303 | [mm$^2$] | Effective section area of a bolt |
| $A_v$ = | 380 | [mm$^2$] | Area of bolt section |
| $n_H$ = | 3 | | Number of bolt columns |
| $n_V$ = | 2 | | Number of bolt rows |

Horizontal spacing $e_{Hi}$ = 200 [mm]
Vertical spacing $e_{Vi}$ = 70 [mm]

**Anchor dimensions**

| | | |
|---|---|---|
| $L_1$ = | 60 | [mm] |
| $L_2$ = | 400 | [mm] |
| $L_3$ = | 120 | [mm] |
| $L_4$ = | 50 | [mm] |

**Washer**

| | | | |
|---|---|---|---|
| $l_{wd}$ = | 50 | [mm] | Length |
| $b_{wd}$ = | 60 | [mm] | Width |
| $t_{wd}$ = | 10 | [mm] | Thickness |

## MATERIAL FACTORS

| | | |
|---|---|---|
| $\gamma_{M0}$ = | 1,00 | Partial safety factor |
| $\gamma_{M2}$ = | 1,25 | Partial safety factor |
| $\gamma_C$ = | 1,50 | Partial safety factor |

## SPREAD FOOTING

| | | | |
|---|---|---|---|
| L = | 1800 | [mm] | Spread footing length |
| B = | 1400 | [mm] | Spread footing width |
| H = | 800 | [mm] | Spread footing height |

**Concrete**

Class C30

| | | | |
|---|---|---|---|
| $f_{ck}$ = | 30,00 | [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

| | | | |
|---|---|---|---|
| $a_p$ = | 4 | [mm] | Footing plate of the column base |

## LOADS

Case: Manual calculations.

| | | | |
|---|---|---|---|
| $N_{j,Ed}$ = | -255,52 | [kN] | Axial force |
| $V_{j,Ed,y}$ = | 10,00 | [kN] | Shear force |

$N_{j,Ed}$ = -255,52 [kN] Axial force
$V_{j,Ed,z}$ = 114,06 [kN] Shear force

# RESULTS

## COMPRESSION ZONE

### COMPRESSION OF CONCRETE

$f_{cd}$ = 20,00 [MPa] Design compressive resistance EN 1992-1:[3.1.6.(1)]
$f_j$ = 34,49 [MPa] Design bearing resistance under the base plate [6.2.5.(7)]
$c = t_p \sqrt{(f_{yp}/(3*f_j*\gamma_{M0}))}$
c = 41 [mm] Additional width of the bearing pressure zone [6.2.5.(4)]
$b_{eff}$ = 99 [mm] Effective width of the bearing pressure zone under the flange [6.2.5.(3)]
$l_{eff}$ = 240 [mm] Effective length of the bearing pressure zone under the flange [6.2.5.(3)]
$A_{c0}$ = 23690 [mm$^2$] Area of the joint between the base plate and the foundation EN 1992-1:[6.7.(3)]
$A_{c1}$ = 213214 [mm$^2$] Maximum design area of load distribution EN 1992-1:[6.7.(3)]
$F_{rdu} = A_{c0}*f_{cd}*\sqrt{(A_{c1}/A_{c0})} \le 3*A_{c0}*f_{cd}$
$F_{rdu}$ = 1421,43 [kN] Bearing resistance of concrete EN 1992-1:[6.7.(3)]
$\beta_j$ = 0,67 Reduction factor for compression [6.2.5.(7)]
$f_{jd} = \beta_j*F_{rdu}/(b_{eff}*l_{eff})$
$f_{jd}$ = 40,00 [MPa] Design bearing resistance [6.2.5.(7)]
$A_{c,n}$ = 87582 [mm$^2$] Bearing area for compression [6.2.8.2.(1)]
$F_{c,Rd,i} = A_{c,i}*f_{jd}$
$F_{c,Rd,n}$ = 3503,28 [kN] Bearing resistance of concrete for compression [6.2.8.2.(1)]

### RESISTANCES OF SPREAD FOOTING IN THE COMPRESSION ZONE

$N_{j,Rd} = F_{c,Rd,n}$
$N_{j,Rd}$ = 3503,28 [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) | 0,07 < 1,00 | verified | (0,07) |

## SHEAR

### BEARING PRESSURE OF AN ANCHOR BOLT ONTO THE BASE PLATE

**Shear force $V_{j,Ed,y}$**

$\alpha_{d,y}$ = 0,72 Coeff. taking account of the bolt position - in the direction of shear [Table 3.4]
$\alpha_{b,y}$ = 0,72 Coeff. for resistance calculation $F_{1,vb,Rd}$ [Table 3.4]
$k_{1,y}$ = 2,50 Coeff. taking account of the bolt position - perpendicularly to the direction of shear [Table 3.4]
$F_{1,vb,Rd,y} = k_{1,y}*\alpha_{b,y}*f_{up}*d*t_p / \gamma_{M2}$
$F_{1,vb,Rd,y}$ = 341,61 [kN] Resistance of an anchor bolt for bearing pressure onto the base plate [6.2.2.(7)]

**Shear force $V_{j,Ed,z}$**

$\alpha_{d,z}$ = 2,53 Coeff. taking account of the bolt position - in the direction of shear [Table 3.4]
$\alpha_{b,z}$ = 0,93 Coeff. for resistance calculation $F_{1,vb,Rd}$ [Table 3.4]
$k_{1,z}$ = 2,38 Coeff. taking account of the bolt position - perpendicularly to the direction of shear [Table 3.4]
$F_{1,vb,Rd,z} = k_{1,z}*\alpha_{b,z}*f_{up}*d*t_p / \gamma_{M2}$
$F_{1,vb,Rd,z}$ = 419,47 [kN] Resistance of an anchor bolt for bearing pressure onto the base plate [6.2.2.(7)]

### SHEAR OF AN ANCHOR BOLT

$\alpha_b$ = 0,37 Coeff. for resistance calculation $F_{2,vb,Rd}$ [6.2.2.(7)]
$A_{vb}$ = 380 [mm$^2$] Area of bolt section [6.2.2.(7)]
$f_{ub}$ = 400,00 [MPa] Tensile strength of the anchor material [6.2.2.(7)]
$\gamma_{M2}$ = 1,25 Partial safety factor [6.2.2.(7)]
$F_{2,vb,Rd} = \alpha_b*f_{ub}*A_{vb}/\gamma_{M2}$

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $F_{2,vb,Rd}$ = | 44,76 | [kN] | Shear resistance of a bolt - without lever arm | [6.2.2.(7)] |
| $\alpha_M$ = | 2,00 | | Factor related to the fastening of an anchor in the foundation | CEB [9.3.2.2] |
| $M_{Rk,s}$ = | 0,38 | [kN*m] | Characteristic bending resistance of an anchor | CEB [9.3.2.2] |
| $l_{sm}$ = | 54 | [mm] | Lever arm length | CEB [9.3.2.2] |
| $\gamma_{Ms}$ = | 1,20 | | Partial safety factor | CEB [3.2.3.2] |

$F_{v,Rd,sm} = \alpha_M * M_{Rk,s}/(l_{sm} * \gamma_{Ms})$

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $F_{v,Rd,sm}$ = | 11,72 | [kN] | Shear resistance of a bolt - with lever arm | CEB [9.3.1] |

**CONCRETE PRY-OUT FAILURE**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $N_{Rk,c}$ = | 292,36 | [kN] | Design uplift capacity | CEB [9.2.4] |
| $k_3$ = | 2,00 | | Factor related to the anchor length | CEB [9.3.3] |
| $\gamma_{Mc}$ = | 2,16 | | Partial safety factor | CEB [3.2.3.1] |

$F_{v,Rd,cp} = k_3 * N_{Rk,c}/\gamma_{Mc}$

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $F_{v,Rd,cp}$ = | 270,71 | [kN] | Concrete resistance for pry-out failure | CEB [9.3.1] |

**CONCRETE EDGE FAILURE**

**Shear force $V_{j,Ed,y}$**

| | | | |
|---|---|---|---|
| $V_{Rk,c,y}{}^0$ = | 474,24 | [kN] | Characteristic resistance of an anchor | CEB [9.3.4.(a)] |
| $\psi_{A,V,y}$ = | 0,56 | | Factor related to anchor spacing and edge distance | CEB [9.3.4] |
| $\psi_{h,V,y}$ = | 1,08 | | Factor related to the foundation thickness | CEB [9.3.4.(c)] |
| $\psi_{s,V,y}$ = | 0,91 | | Factor related to the influence of edges parallel to the shear load direction | CEB [9.3.4.(d)] |
| $\psi_{ec,V,y}$ = | 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)] |
| $\psi_{\alpha,V,y}$ = | 1,00 | | Factor related to the angle at which the shear load is applied | CEB [9.3.4.(f)] |
| $\psi_{ucr,V,y}$ = | 1,00 | | Factor related to the type of edge reinforcement used | CEB [9.3.4.(g)] |
| $\gamma_{Mc}$ = | 2,16 | | Partial safety factor | CEB [3.2.3.1] |

$F_{v,Rd,c,y} = V_{Rk,c,y}{}^0 * \psi_{A,V,y} * \psi_{h,V,y} * \psi_{s,V,y} * \psi_{ec,V,y} * \psi_{\alpha,V,y} * \psi_{ucr,V,y}/\gamma_{Mc}$

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $F_{v,Rd,c,y}$ = | 121,10 | [kN] | Concrete resistance for edge failure | CEB [9.3.1] |

**Shear force $V_{j,Ed,z}$**

| | | | |
|---|---|---|---|
| $V_{Rk,c,z}{}^0$ = | 512,17 | [kN] | Characteristic resistance of an anchor | CEB [9.3.4.(a)] |
| $\psi_{A,V,z}$ = | 0,48 | | Factor related to anchor spacing and edge distance | CEB [9.3.4] |
| $\psi_{h,V,z}$ = | 1,09 | | Factor related to the foundation thickness | CEB [9.3.4.(c)] |
| $\psi_{s,V,z}$ = | 0,89 | | 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)] |
| $\gamma_{Mc}$ = | 2,16 | | Partial safety factor | CEB [3.2.3.1] |

$F_{v,Rd,c,z} = V_{Rk,c,z}{}^0 * \psi_{A,V,z} * \psi_{h,V,z} * \psi_{s,V,z} * \psi_{ec,V,z} * \psi_{\alpha,V,z} * \psi_{ucr,V,z}/\gamma_{Mc}$

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $F_{v,Rd,c,z}$ = | 111,49 | [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)] |
| $N_{c,Ed}$ = | 255,52 | [kN] | Compressive force | [6.2.2.(6)] |

$F_{f,Rd} = C_{f,d} * N_{c,Ed}$

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $F_{f,Rd}$ = | 76,66 | [kN] | Slip resistance | [6.2.2.(6)] |

**SHEAR CHECK**

$V_{j,Rd,y} = n_b * \min(F_{1,vb,Rd,y}, F_{2,vb,Rd}, F_{v,Rd,sm}, F_{v,Rd,cp}, F_{v,Rd,c,y}) + F_{f,Rd}$

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $V_{j,Rd,y}$ = | 147,00 | [kN] | Connection resistance for shear | CEB [9.3.1] |

| | | | |
|---|---|---|---|
| $V_{j,Ed,y} / V_{j,Rd,y} \leq 1,0$ | 0,07 < 1,00 | verified | (0,07) |

$V_{j,Rd,z} = n_b * \min(F_{1,vb,Rd,z}, F_{2,vb,Rd}, F_{v,Rd,sm}, F_{v,Rd,cp}, F_{v,Rd,c,z}) + F_{f,Rd}$

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $V_{j,Rd,z}$ = | 147,00 | [kN] | Connection resistance for shear | CEB [9.3.1] |

| | | | |
|---|---|---|---|
| $V_{j,Ed,z} / V_{j,Rd,z} \leq 1,0$ | 0,78 < 1,00 | verified | (0,78) |
| $V_{j,Ed,y} / V_{j,Rd,y} + V_{j,Ed,z} / V_{j,Rd,z} \leq 1,0$ | 0,84 < 1,00 | verified | (0,84) |

## WELDS BETWEEN THE COLUMN AND THE BASE PLATE

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $\sigma_\perp$ = | 18,32 | [MPa] | Normal stress in a weld | [4.5.3.(7)] |
| $\tau_\perp$ = | 18,32 | [MPa] | Perpendicular tangent stress | [4.5.3.(7)] |
| $\tau_{y\parallel}$ = | 3,06 | [MPa] | Tangent stress parallel to $V_{j,Ed,y}$ | [4.5.3.(7)] |
| $\tau_{z\parallel}$ = | 27,65 | [MPa] | Tangent stress parallel to $V_{j,Ed,z}$ | [4.5.3.(7)] |
| $\beta_W$ = | 0,85 | | Resistance-dependent coefficient | [4.5.3.(7)] |

| | | | |
|---|---|---|---|
| $\sigma_\perp / (0.9 * f_u/\gamma_{M2}) \leq 1.0$ (4.1) | 0,06 < 1,00 | verified | (0,06) |
| $\sqrt{(\sigma_\perp^2 + 3.0 (\tau_{y\parallel}^2 + \tau_\perp^2))} / (f_u/(\beta_W * \gamma_{M2})) \leq 1.0$ (4.1) | 0,09 < 1,00 | verified | (0,09) |
| $\sqrt{(\sigma_\perp^2 + 3.0 (\tau_{z\parallel}^2 + \tau_\perp^2))} / (f_u/(\beta_W * \gamma_{M2})) \leq 1.0$ (4.1) | 0,15 < 1,00 | verified | (0,15) |

## WEAKEST COMPONENT:

FOUNDATION - BEARING PRESSURE ONTO CONCRETE

## REMARKS

| | |
|---|---|
| Anchor curvature radius is too small. | 60 [mm] < 66 [mm] |
| Segment L4 of the hook anchor is too short. | 50 [mm] < 110 [mm] |
| Insufficient distance between anchor bolt and column pier. | 29 [mm] < 33 [mm] |

**Connection conforms to the code** Ratio 0,84

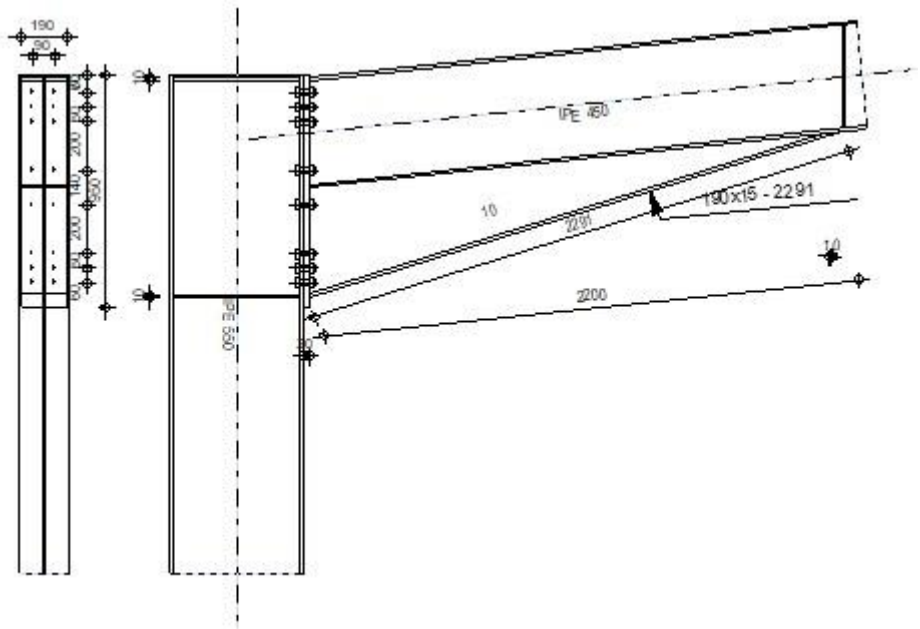
Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2021

# PILANA: Stup prečka

EN 1993-1-8:2005/AC:2009

OK

Ratio
**0,96**




## GENERAL

Connection no.: 1
Connection name: Frame knee

## GEOMETRY

### COLUMN

Section: IPE 550

| | | | |
|---|---|---|---|
| $\alpha$ = | -90,0 | [Deg] | Inclination angle |
| $h_c$ = | 550 | [mm] | Height of column section |
| $b_{fc}$ = | 210 | [mm] | Width of column section |
| $t_{wc}$ = | 11 | [mm] | Thickness of the web of column section |
| $t_{fc}$ = | 17 | [mm] | Thickness of the flange of column section |
| $r_c$ = | 24 | [mm] | Radius of column section fillet |
| $A_c$ = | 13400 | [mm$^2$] | Cross-sectional area of a column |
| $I_{xc}$ = | 671200000 | [mm$^4$] | Moment of inertia of the column section |

Material: S275

| | | | |
|---|---|---|---|
| $f_{yc}$ = | 275,00 | [MPa] | Resistance |

### BEAM

Section: IPE 450

| | | | |
|---|---|---|---|
| $\alpha$ = | 6,0 | [Deg] | Inclination angle |
| $h_b$ = | 450 | [mm] | Height of beam section |
| $b_f$ = | 190 | [mm] | Width of beam section |

| | | | |
|---|---|---|---|
| $\alpha$ = | 6,0 | [Deg] | Inclination angle |
| $t_{wb}$ = | 9 | [mm] | Thickness of the web of beam section |
| $t_{fb}$ = | 15 | [mm] | Thickness of the flange of beam section |
| $r_b$ = | 21 | [mm] | Radius of beam section fillet |
| $r_b$ = | 21 | [mm] | Radius of beam section fillet |
| $A_b$ = | 9880 | [mm$^2$] | Cross-sectional area of a beam |
| $I_{xb}$ = | 337400000 | [mm$^4$] | Moment of inertia of the beam section |
| Material: | S275 | | |
| $f_{yb}$ = | 275,00 | [MPa] | Resistance |

## BOLTS

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

| | | | |
|---|---|---|---|
| d = | 20 | [mm] | Bolt diameter |
| Class = | 10.9 | | Bolt class |
| $F_{tRd}$ = | 176,40 | [kN] | Tensile resistance of a bolt |
| $n_h$ = | 2 | | Number of bolt columns |
| $n_v$ = | 8 | | Number of bolt rows |
| $h_1$ = | 70 | [mm] | Distance between first bolt and upper edge of front plate |

Horizontal spacing $e_i$ = 90 [mm]
Vertical spacing $p_i$ = 60;60;200;140;200;60;60 [mm]

## PLATE

| | | | |
|---|---|---|---|
| $h_p$ = | 950 | [mm] | Plate height |
| $b_p$ = | 190 | [mm] | Plate width |
| $t_p$ = | 20 | [mm] | Plate thickness |
| Material: | STEEL 43-245 | | |
| $f_{yp}$ = | 245,00 | [MPa] | Resistance |

## LOWER STIFFENER

| | | | |
|---|---|---|---|
| $w_d$ = | 190 | [mm] | Plate width |
| $t_{fd}$ = | 15 | [mm] | Flange thickness |
| $h_d$ = | 450 | [mm] | Plate height |
| $t_{wd}$ = | 10 | [mm] | Web thickness |
| $l_d$ = | 2200 | [mm] | Plate length |
| $\alpha$ = | 17,3 | [Deg] | Inclination angle |
| Material: | S275 | | |
| $f_{ybu}$ = | 275,00 | [MPa] | Resistance |

## COLUMN STIFFENER

**Upper**

| | | | |
|---|---|---|---|
| $h_{su}$ = | 516 | [mm] | Stiffener height |
| $b_{su}$ = | 99 | [mm] | Stiffener width |
| $t_{hu}$ = | 10 | [mm] | Stiffener thickness |
| Material: | S275 | | |
| $f_{ysu}$ = | 275,00 | [MPa] | Resistance |

**Lower**

| | | | |
|---|---|---|---|
| $h_{sd}$ = | 516 | [mm] | Stiffener height |
| $b_{sd}$ = | 99 | [mm] | Stiffener width |
| $t_{hd}$ = | 10 | [mm] | Stiffener thickness |
| Material: | S275 | | |
| $f_{ysu}$ = | 275,00 | [MPa] | Resistance |

## FILLET WELDS

| | | | |
|---|---|---|---|
| $a_w$ = | 5 | [mm] | Web weld |
| $a_f$ = | 8 | [mm] | Flange weld |
| $a_s$ = | 5 | [mm] | Stiffener weld |
| $a_{fd}$ = | 5 | [mm] | Horizontal weld |

## MATERIAL FACTORS

| | | | |
|---|---|---|---|
| $\gamma_{M0}$ = | 1,00 | Partial safety factor | [2.2] |
| $\gamma_{M1}$ = | 1,00 | Partial safety factor | [2.2] |
| $\gamma_{M2}$ = | 1,25 | Partial safety factor | [2.2] |
| $\gamma_{M3}$ = | 1,25 | Partial safety factor | [2.2] |

## LOADS

**Ultimate limit state**

Case: Manual calculations.

| | | | |
|---|---|---|---|
| $M_{b1,Ed}$ = | 684,39 | [kN*m] | Bending moment in the right beam |
| $V_{b1,Ed}$ = | 161,43 | [kN] | Shear force in the right beam |
| $N_{b1,Ed}$ = | 132,32 | [kN] | Axial force in the right beam |

## RESULTS

## BEAM RESISTANCES

**TENSION**

$A_b$ = 9880 [$mm^2$] Area EN1993-1-1:[6.2.3]

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

$N_{tb,Rd}$ = 2717,00 [kN] Design tensile resistance of the section EN1993-1-1:[6.2.3]

**SHEAR**

$A_{vb}$ = 9582 [$mm^2$] Shear area EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]

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

$V_{cb,Rd}$ = 1521,42 [kN] Design sectional resistance for shear EN1993-1-1:[6.2.6.(2)]

$V_{b1,Ed} / V_{cb,Rd} \leq 1,0$ 0,11 < 1,00 verified (0,11)

**BENDING - PLASTIC MOMENT (WITHOUT BRACKETS)**

$W_{plb}$ = 1702000 [$mm^3$] Plastic section modulus EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]

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

$M_{b,pl,Rd}$ = 468,05 [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**

$W_{pl}$ = 3703354 [$mm^3$] Plastic section modulus EN1993-1-1:[6.2.5]

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

$M_{cb,Rd}$ = 1018,42 [kN*m] Design resistance of the section for bending EN1993-1-1:[6.2.5]

**FLANGE AND WEB - COMPRESSION**

$M_{cb,Rd}$ = 1018,42 [kN*m] Design resistance of the section for bending EN1993-1-1:[6.2.5]

$h_f$ = 887 [mm] Distance between the centroids of flanges [6.2.6.7.(1)]

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

$F_{c,fb,Rd}$ = 1147,80 [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:

$\beta$ = 6,0 [Deg] Angle between the front plate and the beam

$\gamma$ = 17,3 [Deg] Inclination angle of the bracket plate

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $\beta$ = | 6,0 | [Deg] | Angle between the front plate and the beam | |
| $b_{eff,c,wb}$ = | 277 | [mm] | Effective width of the web for compression | [6.2.6.2.(1)] |
| $A_{vb}$ = | 5082 | [mm$^2$] | Shear area | EN1993-1-1:[6.2.6.(3)] |
| $\omega$ = | 0,86 | | Reduction factor for interaction with shear | [6.2.6.2.(1)] |
| $\sigma_{com,Ed}$ = | 370,79 | [MPa] | Maximum compressive stress in web | [6.2.6.2.(2)] |
| $k_{wc}$ = | 0,70 | | Reduction factor conditioned by compressive stresses | [6.2.6.2.(2)] |
| $A_s$ = | 1806 | [mm$^2$] | Area of the web stiffener | EN1993-1-1:[6.2.4] |

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

$F_{c,wb,Rd1}$ = 4281,51 [kN] Beam web resistance [6.2.6.2.(1)]

Buckling:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $d_{wb}$ = | 379 | [mm] | Height of compressed web | [6.2.6.2.(1)] |
| $\lambda_p$ = | 1,18 | | Plate slenderness of an element | [6.2.6.2.(1)] |
| $\rho$ = | 0,71 | | Reduction factor for element buckling | [6.2.6.2.(1)] |
| $\lambda_s$ = | 6,73 | | Stiffener slenderness | EN1993-1-1:[6.3.1.2] |
| $\chi$ = | 1,00 | | Buckling coefficient of the stiffener | EN1993-1-1:[6.3.1.2] |

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

$F_{c,wb,Rd2}$ = 3656,92 [kN] Beam web resistance [6.2.6.2.(1)]

Resistance of the bracket flange

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

$F_{c,wb,Rd3}$ = 979,69 [kN] Resistance of the bracket flange [6.2.6.7.(1)]

Final resistance:

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

$F_{c,wb,Rd,low}$ = 979,69 [kN] Beam web resistance [6.2.6.2.(1)]

## COLUMN RESISTANCES

### WEB PANEL - SHEAR

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $M_{b1,Ed}$ = | 684,39 | [kN*m] | Bending moment (right beam) | [5.3.(3)] |
| $M_{b2,Ed}$ = | 0,00 | [kN*m] | Bending moment (left beam) | [5.3.(3)] |
| $V_{c1,Ed}$ = | 0,00 | [kN] | Shear force (lower column) | [5.3.(3)] |
| $V_{c2,Ed}$ = | 0,00 | [kN] | Shear force (upper column) | [5.3.(3)] |
| z = | 805 | [mm] | Lever arm | [6.2.5] |

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

$V_{wp,Ed}$ = 850,57 [kN] Shear force acting on the web panel [5.3.(3)]

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $A_{vs}$ = | 7193 | [mm$^2$] | Shear area of the column web | EN1993-1-1:[6.2.6.(3)] |
| $A_{vc}$ = | 7193 | [mm$^2$] | Shear area | EN1993-1-1:[6.2.6.(3)] |
| $d_s$ = | 920 | [mm] | Distance between the centroids of stiffeners | [6.2.6.1.(4)] |
| $M_{pl,fc,Rd}$ = | 4,27 | [kN*m] | Plastic resistance of the column flange for bending | [6.2.6.1.(4)] |
| $M_{pl,stu,Rd}$ = | 1,44 | [kN*m] | Plastic resistance of the upper transverse stiffener for bending | [6.2.6.1.(4)] |
| $M_{pl,stl,Rd}$ = | 1,44 | [kN*m] | Plastic resistance of the lower transverse stiffener for bending | [6.2.6.1.(4)] |

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

$V_{wp,Rd}$ = 1040,19 [kN] Resistance of the column web panel for shear [6.2.6.1]

| | | | |
|---|---|---|---|
| $V_{wp,Ed}\ /\ V_{wp,Rd} \le 1,0$ | 0,82 < 1,00 | verified | (0,82) |

### WEB - TRANSVERSE COMPRESSION - LEVEL OF THE BEAM BOTTOM FLANGE

Bearing:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $t_{wc}$ = | 11 | [mm] | Effective thickness of the column web | [6.2.6.2.(6)] |
| $b_{eff,c,wc}$ = | 284 | [mm] | Effective width of the web for compression | [6.2.6.2.(1)] |
| $A_{vc}$ = | 7193 | [mm$^2$] | Shear area | EN1993-1-1:[6.2.6.(3)] |
| $\omega$ = | 0,89 | | 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)] |
| $A_s$ = | 1989 | [mm$^2$] | Area of the web stiffener | EN1993-1-1:[6.2.4] |

$F_{c,wc,Rd1} = \omega\ k_{wc}\ b_{eff,c,wc}\ t_{wc}\ f_{yc}\ /\ \gamma_{M0} + A_s\ f_{ys}\ /\ \gamma_{M0}$

$F_{c,wc,Rd1}$ = 1323,18 [kN] Column web resistance [6.2.6.2.(1)]

Buckling:

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

$\lambda_p$ = 1,12 Plate slenderness of an element [6.2.6.2.(1)]

$\rho$ = 0,73 Reduction factor for element buckling [6.2.6.2.(1)]

$\lambda_s$ = 7,51 Stiffener slenderness EN1993-1-1:[6.3.1.2]

$\chi_s$ = 1,00 Buckling coefficient of the stiffener EN1993-1-1:[6.3.1.2]

$F_{c,wc,Rd2} = \omega\ k_{wc}\ \rho\ b_{eff,c,wc}\ t_{wc}\ f_{yc} / \gamma_{M1} + A_s\ \chi_s\ f_{ys} / \gamma_{M1}$

$F_{c,wc,Rd2}$ = 1115,73 [kN] Column web resistance [6.2.6.2.(1)]

Final resistance:

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

$F_{c,wc,Rd}$ = 1115,73 [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 | 20 | - | 60 | - | 60 | 127 | 159 | 127 | 159 | 124 | 111 | 111 | 111 |
| 2 | 20 | - | 60 | - | 60 | 127 | 156 | 127 | 156 | 120 | 60 | 60 | 60 |
| 3 | 20 | - | 60 | - | 130 | 127 | 156 | 127 | 156 | 260 | 130 | 130 | 130 |
| 4 | 20 | - | 60 | - | 170 | 127 | 156 | 127 | 156 | 340 | 170 | 170 | 170 |
| 5 | 20 | - | 60 | - | 170 | 127 | 156 | 127 | 156 | 340 | 170 | 170 | 170 |
| 6 | 20 | - | 60 | - | 130 | 127 | 156 | 127 | 156 | 260 | 130 | 130 | 130 |
| 7 | 20 | - | 60 | - | 60 | 127 | 156 | 127 | 156 | 120 | 60 | 60 | 60 |
| 8 | 20 | - | 60 | - | 60 | 127 | 157 | 127 | 157 | 124 | 109 | 109 | 109 |

### 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 | 35 | - | 50 | - | 60 | 218 | 224 | 218 | 224 | 169 | 153 | 153 | 153 |
| 2 | 35 | - | 50 | - | 60 | 218 | 201 | 201 | 201 | 120 | 60 | 60 | 60 |
| 3 | 35 | - | 50 | - | 130 | 218 | 201 | 201 | 201 | 260 | 130 | 130 | 130 |
| 4 | 35 | - | 50 | - | 170 | 218 | 201 | 201 | 201 | 340 | 170 | 170 | 170 |
| 5 | 35 | - | 50 | - | 170 | 218 | 201 | 201 | 201 | 340 | 170 | 170 | 170 |
| 6 | 35 | - | 50 | - | 130 | 218 | 201 | 201 | 201 | 260 | 130 | 130 | 130 |
| 7 | 35 | - | 50 | - | 60 | 218 | 201 | 201 | 201 | 120 | 60 | 60 | 60 |
| 8 | 35 | - | 50 | - | 60 | 218 | 201 | 201 | 201 | 169 | 131 | 131 | 131 |

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 TENSION

$F_{t,Rd}$ = 176,40 [kN] Bolt resistance for tension [Table 3.4]

$B_{p,Rd}$ = 334,59 [kN] Punching shear resistance of a bolt [Table 3.4]

$N_{j,Rd}$ = Min ($N_{tb,Rd}$ , $n_v$ $n_h$ $F_{t,Rd}$ , $n_v$ $n_h$ $B_{p,Rd}$)

$N_{j,Rd}$ = 2717,00 [kN] Connection resistance for tension [6.2]

$N_{b1,Ed}$ / $N_{j,Rd}$ ≤ 1,0 0,05 < 1,00 verified (0,05)

## CONNECTION RESISTANCE FOR BENDING

$F_{t,Rd}$ = 176,40 [kN] Bolt resistance for tension [Table 3.4]

$B_{p,Rd}$ = 334,59 [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 ($F_{t1,Rd,comp}$) | 336,53 | Bolt row resistance |
| $F_{t,fc,Rd(1)}$ = 337,61 | 337,61 | Column flange - tension |
| $F_{t,wc,Rd(1)}$ = 379,00 | 379,00 | Column web - tension |
| $F_{t,ep,Rd(1)}$ = 336,53 | 336,53 | Front plate - tension |
| $F_{t,wb,Rd(1)}$ = 562,68 | 562,68 | Beam web - tension |
| $B_{p,Rd}$ = 669,17 | 669,17 | Bolts due to shear punching |
| $V_{wp,Rd}/\beta$ = 1040,19 | 1040,19 | Web panel - shear |
| $F_{c,wc,Rd}$ = 1115,73 | 1115,73 | Column web - compression |
| $F_{c,fb,Rd}$ = 1147,80 | 1147,80 | Beam flange - compression |
| $F_{c,wb,Rd}$ = 979,69 | 979,69 | Beam web - compression |

### RESISTANCE OF THE BOLT ROW NO. 2

| $F_{t2,Rd,comp}$ - Formula | $F_{t2,Rd,comp}$ | Component |
|---|---|---|
| $F_{t2,Rd}$ = Min ($F_{t2,Rd,comp}$) | 162,27 | Bolt row resistance |
| $F_{t,fc,Rd(2)}$ = 335,28 | 335,28 | Column flange - tension |
| $F_{t,wc,Rd(2)}$ = 379,00 | 379,00 | Column web - tension |
| $F_{t,ep,Rd(2)}$ = 322,40 | 322,40 | Front plate - tension |
| $F_{t,wb,Rd(2)}$ = 519,77 | 519,77 | Beam web - tension |
| $B_{p,Rd}$ = 669,17 | 669,17 | Bolts due to shear punching |
| $V_{wp,Rd}/\beta$ - $\sum_1^1 F_{ti,Rd}$ = 1040,19 - 336,53 | 703,66 | Web panel - shear |
| $F_{c,wc,Rd}$ - $\sum_1^1 F_{tj,Rd}$ = 1115,73 - 336,53 | 779,20 | Column web - compression |
| $F_{c,fb,Rd}$ - $\sum_1^1 F_{tj,Rd}$ = 1147,80 - 336,53 | 811,27 | Beam flange - compression |
| $F_{c,wb,Rd}$ - $\sum_1^1 F_{tj,Rd}$ = 979,69 - 336,53 | 643,16 | Beam web - compression |
| $F_{t,fc,Rd(2+1)}$ - $\sum_1^1 F_{tj,Rd}$ = 544,32 - 336,53 | 207,79 | Column flange - tension - group |
| $F_{t,wc,Rd(2+1)}$ - $\sum_1^1 F_{tj,Rd}$ = 498,80 - 336,53 | 162,27 | Column web - tension - group |
| $F_{t,ep,Rd(2+1)}$ - $\sum_1^1 F_{tj,Rd}$ = 525,91 - 336,53 | 189,38 | Front plate - tension - group |
| $F_{t,wb,Rd(2+1)}$ - $\sum_1^1 F_{tj,Rd}$ = 550,64 - 336,53 | 214,11 | 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 ($F_{t3,Rd,comp}$) | 304,83 | Bolt row resistance |
| $F_{t,fc,Rd(3)}$ = 335,28 | 335,28 | Column flange - tension |
| $F_{t,wc,Rd(3)}$ = 379,00 | 379,00 | Column web - tension |
| $F_{t,ep,Rd(3)}$ = 322,40 | 322,40 | Front plate - tension |
| $F_{t,wb,Rd(3)}$ = 519,77 | 519,77 | Beam web - tension |

| $F_{t3,Rd,comp}$ - Formula | $F_{t3,Rd,comp}$ | Component |
|---|---|---|
| $B_{p,Rd}$ = 669,17 | 669,17 | Bolts due to shear punching |
| $V_{wp,Rd}/\beta$ - $\sum_1^2 F_{ti,Rd}$ = 1040,19 - 498,80 | 541,39 | Web panel - shear |
| $F_{c,wc,Rd}$ - $\sum_1^2 F_{tj,Rd}$ = 1115,73 - 498,80 | 616,93 | Column web - compression |
| $F_{c,fb,Rd}$ - $\sum_1^2 F_{tj,Rd}$ = 1147,80 - 498,80 | 649,00 | Beam flange - compression |
| $F_{c,wb,Rd}$ - $\sum_1^2 F_{tj,Rd}$ = 979,69 - 498,80 | 480,89 | Beam web - compression |
| $F_{t,fc,Rd(3+2)}$ - $\sum_2^2 F_{tj,Rd}$ = 561,63 - 162,27 | 399,36 | Column flange - tension - group |
| $F_{t,wc,Rd(3+2)}$ - $\sum_2^2 F_{tj,Rd}$ = 550,05 - 162,27 | 387,78 | Column web - tension - group |
| $F_{t,fc,Rd(3+2+1)}$ - $\sum_2^1 F_{tj,Rd}$ = 856,38 - 498,80 | 357,58 | Column flange - tension - group |
| $F_{t,wc,Rd(3+2+1)}$ - $\sum_2^1 F_{tj,Rd}$ = 811,13 - 498,80 | 312,33 | Column web - tension - group |
| $F_{t,ep,Rd(3+2)}$ - $\sum_2^2 F_{tj,Rd}$ = 511,44 - 162,27 | 349,17 | Front plate - tension - group |
| $F_{t,wb,Rd(3+2)}$ - $\sum_2^2 F_{tj,Rd}$ = 491,15 - 162,27 | 328,88 | Beam web - tension - group |
| $F_{t,ep,Rd(3+2+1)}$ - $\sum_2^1 F_{tj,Rd}$ = 803,63 - 498,80 | 304,83 | Front plate - tension - group |
| $F_{t,wb,Rd(3+2+1)}$ - $\sum_2^1 F_{tj,Rd}$ = 886,69 - 498,80 | 387,89 | Beam web - tension - group |

**Additional reduction of the bolt row resistance**

$F_{t3,Rd} = F_{t1,Rd}\ h_3/h_1$

$F_{t3,Rd}$ = 288,14 [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 ($F_{t4,Rd,comp}$) | 192,74 | Bolt row resistance |
| $F_{t,fc,Rd(4)}$ = 335,28 | 335,28 | Column flange - tension |
| $F_{t,wc,Rd(4)}$ = 379,00 | 379,00 | Column web - tension |
| $F_{t,ep,Rd(4)}$ = 322,40 | 322,40 | Front plate - tension |
| $F_{t,wb,Rd(4)}$ = 519,77 | 519,77 | Beam web - tension |
| $B_{p,Rd}$ = 669,17 | 669,17 | Bolts due to shear punching |
| $V_{wp,Rd}/\beta$ - $\sum_1^3 F_{ti,Rd}$ = 1040,19 - 786,95 | 253,25 | Web panel - shear |
| $F_{c,wc,Rd}$ - $\sum_1^3 F_{tj,Rd}$ = 1115,73 - 786,95 | 328,78 | Column web - compression |
| $F_{c,fb,Rd}$ - $\sum_1^3 F_{tj,Rd}$ = 1147,80 - 786,95 | 360,85 | Beam flange - compression |
| $F_{c,wb,Rd}$ - $\sum_1^3 F_{tj,Rd}$ = 979,69 - 786,95 | 192,74 | Beam web - compression |
| $F_{t,fc,Rd(4+3)}$ - $\sum_3^3 F_{tj,Rd}$ = 659,84 - 288,14 | 371,69 | Column flange - tension - group |
| $F_{t,wc,Rd(4+3)}$ - $\sum_3^3 F_{tj,Rd}$ = 809,84 - 288,14 | 521,70 | Column web - tension - group |
| $F_{t,fc,Rd(4+3+2)}$ - $\sum_3^2 F_{tj,Rd}$ = 909,41 - 450,41 | 458,99 | Column flange - tension - group |
| $F_{t,wc,Rd(4+3+2)}$ - $\sum_3^2 F_{tj,Rd}$ = 928,32 - 450,41 | 477,91 | Column web - tension - group |
| $F_{t,fc,Rd(4+3+2+1)}$ - $\sum_3^1 F_{tj,Rd}$ = 1204,16 - 786,95 | 417,22 | Column flange - tension - group |
| $F_{t,wc,Rd(4+3+2+1)}$ - $\sum_3^1 F_{tj,Rd}$ = 1106,43 - 786,95 | 319,49 | Column web - tension - group |
| $F_{t,ep,Rd(4+3)}$ - $\sum_3^3 F_{tj,Rd}$ = 580,59 - 288,14 | 292,44 | Front plate - tension - group |
| $F_{t,wb,Rd(4+3)}$ - $\sum_3^3 F_{tj,Rd}$ = 775,50 - 288,14 | 487,36 | Beam web - tension - group |
| $F_{t,ep,Rd(4+3+2)}$ - $\sum_3^2 F_{tj,Rd}$ = 814,31 - 450,41 | 363,89 | Front plate - tension - group |
| $F_{t,wb,Rd(4+3+2)}$ - $\sum_3^2 F_{tj,Rd}$ = 930,60 - 450,41 | 480,19 | Beam web - tension - group |
| $F_{t,ep,Rd(4+3+2+1)}$ - $\sum_3^1 F_{tj,Rd}$ = 1106,50 - 786,95 | 319,55 | Front plate - tension - group |
| $F_{t,wb,Rd(4+3+2+1)}$ - $\sum_3^1 F_{tj,Rd}$ = 1326,14 - 786,95 | 539,19 | Beam web - tension - group |

**RESISTANCE OF THE BOLT ROW NO. 5**

| $F_{t5,Rd,comp}$ - Formula | $F_{t5,Rd,comp}$ | Component |
|---|---|---|
| $F_{t5,Rd}$ = Min ($F_{t5,Rd,comp}$) | 0,00 | Bolt row resistance |
| $F_{t,fc,Rd(5)}$ = 335,28 | 335,28 | Column flange - tension |
| $F_{t,wc,Rd(5)}$ = 379,00 | 379,00 | Column web - tension |
| $F_{t,ep,Rd(5)}$ = 322,40 | 322,40 | Front plate - tension |
| $F_{t,wb,Rd(5)}$ = 519,77 | 519,77 | Beam web - tension |
| $B_{p,Rd}$ = 669,17 | 669,17 | Bolts due to shear punching |
| $V_{wp,Rd}/\beta$ - $\sum_1^4 F_{ti,Rd}$ = 1040,19 - 979,69 | 60,51 | Web panel - shear |
| $F_{c,wc,Rd}$ - $\sum_1^4 F_{tj,Rd}$ = 1115,73 - 979,69 | 136,04 | Column web - compression |

| $F_{t5,Rd,comp}$ - Formula | $F_{t5,Rd,comp}$ | Component |
|---|---|---|
| $F_{c,fb,Rd}$ - $\sum_1^4 F_{tj,Rd}$ = 1147,80 - 979,69 | 168,11 | Beam flange - compression |
| $F_{c,wb,Rd}$ - $\sum_1^4 F_{tj,Rd}$ = 979,69 - 979,69 | 0,00 | Beam web - compression |
| $F_{t,fc,Rd(5+4)}$ - $\sum_4^4 F_{tj,Rd}$ = 695,55 - 192,74 | 502,81 | Column flange - tension - group |
| $F_{t,wc,Rd(5+4)}$ - $\sum_4^4 F_{tj,Rd}$ = 890,63 - 192,74 | 697,89 | Column web - tension - group |
| $F_{t,fc,Rd(5+4+3)}$ - $\sum_4^3 F_{tj,Rd}$ = 1007,61 - 480,89 | 526,73 | Column flange - tension - group |
| $F_{t,wc,Rd(5+4+3)}$ - $\sum_4^3 F_{tj,Rd}$ = 1105,58 - 480,89 | 624,69 | Column web - tension - group |
| $F_{t,fc,Rd(5+4+3+2)}$ - $\sum_4^2 F_{tj,Rd}$ = 1257,18 - 643,16 | 614,02 | Column flange - tension - group |
| $F_{t,wc,Rd(5+4+3+2)}$ - $\sum_4^2 F_{tj,Rd}$ = 1183,16 - 643,16 | 540,00 | Column web - tension - group |
| $F_{t,fc,Rd(5+4+3+2+1)}$ - $\sum_4^1 F_{tj,Rd}$ = 1551,94 - 979,69 | 572,25 | Column flange - tension - group |
| $F_{t,wc,Rd(5+4+3+2+1)}$ - $\sum_4^1 F_{tj,Rd}$ = 1297,71 - 979,69 | 318,02 | Column web - tension - group |
| $F_{t,ep,Rd(5+4)}$ - $\sum_4^4 F_{tj,Rd}$ = 605,73 - 192,74 | 412,99 | Front plate - tension - group |
| $F_{t,wb,Rd(5+4)}$ - $\sum_4^4 F_{tj,Rd}$ = 878,90 - 192,74 | 686,16 | Beam web - tension - group |
| $F_{t,ep,Rd(5+4+3)}$ - $\sum_4^3 F_{tj,Rd}$ = 883,46 - 480,89 | 402,57 | Front plate - tension - group |
| $F_{t,wb,Rd(5+4+3)}$ - $\sum_4^3 F_{tj,Rd}$ = 1214,95 - 480,89 | 734,06 | Beam web - tension - group |
| $F_{t,ep,Rd(5+4+3+2)}$ - $\sum_4^2 F_{tj,Rd}$ = 1117,17 - 643,16 | 474,02 | Front plate - tension - group |
| $F_{t,wb,Rd(5+4+3+2)}$ - $\sum_4^2 F_{tj,Rd}$ = 1370,05 - 643,16 | 726,89 | Beam web - tension - group |
| $F_{t,ep,Rd(5+4+3+2+1)}$ - $\sum_4^1 F_{tj,Rd}$ = 1409,36 - 979,69 | 429,68 | Front plate - tension - group |
| $F_{t,wb,Rd(5+4+3+2+1)}$ - $\sum_4^1 F_{tj,Rd}$ = 1765,59 - 979,69 | 785,90 | Beam web - tension - group |

The remaining bolts are inactive (they do not carry loads) because resistance of one of the connection components has been used up or these bolts are positioned below the center of rotation.

**SUMMARY TABLE OF FORCES**

| Nr | $h_j$ | $F_{tj,Rd}$ | $F_{t,fc,Rd}$ | $F_{t,wc,Rd}$ | $F_{t,ep,Rd}$ | $F_{t,wb,Rd}$ | $F_{t,Rd}$ | $B_{p,Rd}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 835 | 336,53 | 337,61 | 379,00 | 336,53 | 562,68 | 352,80 | 669,17 |
| 2 | 775 | 162,27 | 335,28 | 379,00 | 322,40 | 519,77 | 352,80 | 669,17 |
| 3 | 715 | 288,14 | 335,28 | 379,00 | 322,40 | 519,77 | 352,80 | 669,17 |
| 4 | 515 | 192,74 | 335,28 | 379,00 | 322,40 | 519,77 | 352,80 | 669,17 |
| 5 | 375 | - | 335,28 | 379,00 | 322,40 | 519,77 | 352,80 | 669,17 |
| 6 | 175 | - | 335,28 | 379,00 | 322,40 | 519,77 | 352,80 | 669,17 |
| 7 | 115 | - | 335,28 | 379,00 | 322,40 | 519,77 | 352,80 | 669,17 |
| 8 | 55 | - | 336,58 | 379,00 | 322,40 | 519,77 | 352,80 | 669,17 |

**CONNECTION RESISTANCE FOR BENDING $M_{j,Rd}$**

$M_{j,Rd} = \sum h_j F_{tj,Rd}$

$M_{j,Rd}$ = 711,68 [kN*m] Connection resistance for bending [6.2]

$M_{b1,Ed} / M_{j,Rd} \leq 1,0$ 0,96 < 1,00 verified (0,96)

## CONNECTION RESISTANCE FOR SHEAR

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $\alpha_v$ = | 0,60 | | Coefficient for calculation of $F_{v,Rd}$ | [Table 3.4] |
| $\beta_{Lf}$ = | 0,88 | | Reduction factor for long connections | [3.8] |
| $F_{v,Rd}$ = | 132,70 | [kN] | Shear resistance of a single bolt | [Table 3.4] |
| $F_{t,Rd,max}$ = | 176,40 | [kN] | Tensile resistance of a single bolt | [Table 3.4] |
| $F_{b,Rd,int}$ = | 194,99 | [kN] | Bearing resistance of an intermediate bolt | [Table 3.4] |
| $F_{b,Rd,ext}$ = | 295,84 | [kN] | Bearing resistance of an outermost bolt | [Table 3.4] |

| Nr | $F_{tj,Rd,N}$ | $F_{tj,Ed,N}$ | $F_{tj,Rd,M}$ | $F_{tj,Ed,M}$ | $F_{tj,Ed}$ | $F_{vj,Rd}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 352,80 | 16,54 | 336,53 | 323,63 | 340,17 | 82,62 |
| 2 | 352,80 | 16,54 | 162,27 | 156,05 | 172,59 | 172,66 |
| 3 | 352,80 | 16,54 | 288,14 | 277,10 | 293,64 | 107,62 |
| 4 | 352,80 | 16,54 | 192,74 | 185,35 | 201,89 | 156,92 |
| 5 | 352,80 | 16,54 | 0,00 | 0,00 | 16,54 | 256,51 |
| 6 | 352,80 | 16,54 | 0,00 | 0,00 | 16,54 | 256,51 |
| 7 | 352,80 | 16,54 | 0,00 | 0,00 | 16,54 | 256,51 |

| Nr | $F_{tj,Rd,N}$ | $F_{tj,Ed,N}$ | $F_{tj,Rd,M}$ | $F_{tj,Ed,M}$ | $F_{tj,Ed}$ | $F_{vj,Rd}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **8** | 352,80 | 16,54 | 0,00 | 0,00 | 16,54 | 256,51 |

$F_{tj,Rd,N}$ – Bolt row resistance for simple tension
$F_{tj,Ed,N}$ – Force due to axial force in a bolt row
$F_{tj,Rd,M}$ – Bolt row resistance for simple bending
$F_{tj,Ed,M}$ – Force due to moment in a bolt row
$F_{tj,Ed}$ – Maximum tensile force in a bolt row
$F_{vj,Rd}$ – Reduced bolt row resistance

$F_{tj,Ed,N} = N_{j,Ed} F_{tj,Rd,N} / N_{j,Rd}$
$F_{tj,Ed,M} = M_{j,Ed} F_{tj,Rd,M} / M_{j,Rd}$
$F_{tj,Ed} = F_{tj,Ed,N} + F_{tj,Ed,M}$
$F_{vj,Rd} = Min (n_h F_{v,Ed} (1 - F_{tj,Ed}/ (1.4 n_h F_{t,Rd,max}), n_h F_{v,Rd} , n_h F_{b,Rd}))$

$V_{j,Rd} = n_h \sum_1^n F_{vj,Rd}$ [Table 3.4]

$V_{j,Rd}$ = 1545,88 [kN] Connection resistance for shear [Table 3.4]

| | | | |
|---|---|---|---|
| $V_{b1,Ed} / V_{j,Rd} \leq 1,0$ | 0,10 < 1,00 | verified | (0,10) |

## WELD RESISTANCE

| | | | |
|---|---|---|---|
| $A_w$ = | 16129 [mm²] | Area of all welds | [4.5.3.2(2)] |
| $A_{wy}$ = | 7978 [mm²] | Area of horizontal welds | [4.5.3.2(2)] |
| $A_{wz}$ = | 8152 [mm²] | Area of vertical welds | [4.5.3.2(2)] |
| $I_{wy}$ = | 1603257390 [mm⁴] | Moment of inertia of the weld arrangement with respect to the hor. axis | [4.5.3.2(5)] |
| $\sigma_{\perp max}=\tau_{\perp max}$ = | 140,26 [MPa] | Normal stress in a weld | [4.5.3.2(6)] |
| $\sigma_{\perp}=\tau_{\perp}$ = | 128,80 [MPa] | Stress in a vertical weld | [4.5.3.2(5)] |
| $\tau_{II}$ = | 19,80 [MPa] | Tangent stress | [4.5.3.2(5)] |
| $\beta_w$ = | 0,85 | Correlation coefficient | [4.5.3.2(7)] |

| | | | |
|---|---|---|---|
| $\sqrt{[\sigma_{\perp max}^2 + 3*(\tau_{\perp max}^2)]} \leq f_u/(\beta_w*\gamma_{M2})$ | 280,52 < 404,71 | verified | (0,69) |
| $\sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3*(\tau_{\perp}^2+\tau_{II}^2)]} \leq f_u/(\beta_w*\gamma_{M2})$ | 259,86 < 404,71 | verified | (0,64) |
| $\sigma_{\perp} \leq 0.9*f_u/\gamma_{M2}$ | 140,26 < 309,60 | verified | (0,45) |

## CONNECTION STIFFNESS

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $t_{wash}$ = | 4 | [mm] | Washer thickness | [6.2.6.3.(2)] |
| $h_{head}$ = | 14 | [mm] | Bolt head height | [6.2.6.3.(2)] |
| $h_{nut}$ = | 20 | [mm] | Bolt nut height | [6.2.6.3.(2)] |
| $L_b$ = | 62 | [mm] | Bolt length | [6.2.6.3.(2)] |
| $k_{10}$ = | 6 | [mm] | Stiffness coefficient of bolts | [6.3.2.(1)] |

**STIFFNESSES OF BOLT ROWS**

| Nr | hj | $k_3$ | $k_4$ | $k_5$ | $k_{eff,j}$ | $k_{eff,j}$ $h_j$ | $k_{eff,j}$ $h_j^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Sum | 4157 | 2590196 |
| **1** | 835 | 2 | 61 | 26 | 1 | 1027 | 857119 |
| **2** | 775 | 1 | 33 | 10 | 1 | 557 | 431345 |
| **3** | 715 | 2 | 70 | 23 | 1 | 967 | 691163 |
| **4** | 515 | 2 | 70 | 29 | 1 | 706 | 363574 |
| **5** | 375 | 2 | 70 | 29 | 1 | 514 | 192666 |
| **6** | 175 | 2 | 70 | 23 | 1 | 236 | 41270 |
| **7** | 115 | 1 | 33 | 10 | 1 | 82 | 9445 |

| Nr | hj | $k_3$ | $k_4$ | $k_5$ | $k_{eff,j}$ | $k_{eff,j}\ h_j$ | $k_{eff,j}\ h_j^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | 55 | 2 | 60 | 23 | 1 | 66 | 3614 |

$k_{eff,j} = 1 / (\sum_3^5 (1 / k_{i,j}))$ [6.3.3.1.(2)]

$z_{eq} = \sum_j k_{eff,j}\ h_j^2 / \sum_j k_{eff,j}\ h_j$

$z_{eq}$ = 623 [mm] Equivalent force arm [6.3.3.1.(3)]

$k_{eq} = \sum_j k_{eff,j}\ h_j / z_{eq}$

$k_{eq}$ = 7 [mm] Equivalent stiffness coefficient of a bolt arrangement [6.3.3.1.(1)]

$A_{vc}$ = 7193 [mm²] Shear area EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]

$\beta$ = 1,00 Transformation parameter [5.3.(7)]

z = 623 [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)]

$S_{j,ini}$ = 210642,28 [kN*m] Initial rotational stiffness [6.3.1.(4)]

$\mu$ = 2,69 Stiffness coefficient of a connection [6.3.1.(6)]

$S_j = S_{j,ini} / \mu$ [6.3.1.(4)]

$S_j$ = 78333,74 [kN*m] Final rotational stiffness [6.3.1.(4)]

**Connection classification due to stiffness.**

$S_{j,rig}$ = 110667,20 [kN*m] Stiffness of a rigid connection [5.2.2.5]

$S_{j,pin}$ = 6916,70 [kN*m] Stiffness of a pinned connection [5.2.2.5]

$S_{j,ini} \geq S_{j,rig}$ RIGID

## WEAKEST COMPONENT:

BEAM WEB OR BRACKET FLANGE - COMPRESSION

**Connection conforms to the code** Ratio 0,96

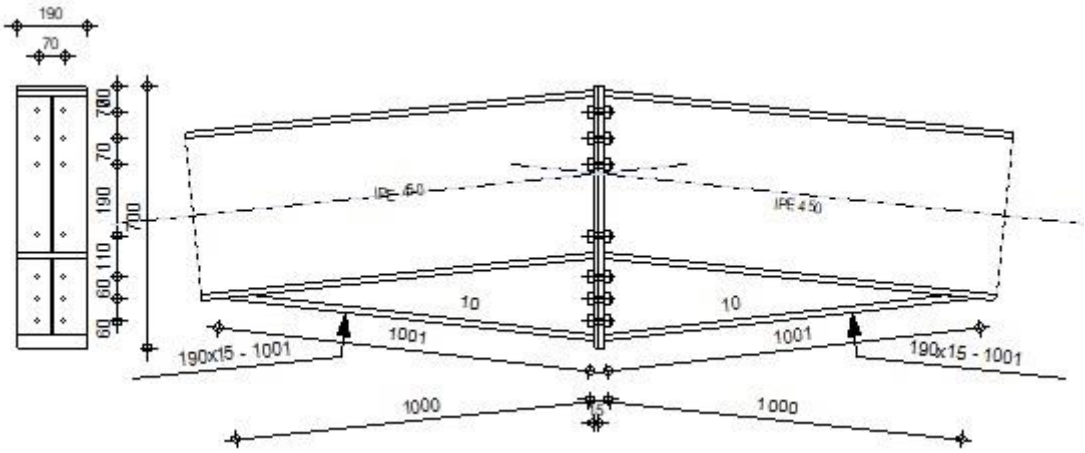
Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2021

# PILANA - PREČKA - PREČKA

EN 1993-1-8:2005/AC:2009

OK

Ratio
**0,84**




## GENERAL

Connection no.: 2
Connection name: Beam-Beam

## GEOMETRY

### LEFT SIDE

### BEAM

| | | | |
|---|---|---|---|
| Section: | IPE 450 | | |
| $\alpha$ = | -174,0 | [Deg] | Inclination angle |
| $h_{bl}$ = | 450 | [mm] | Height of beam section |
| $b_{fbl}$ = | 190 | [mm] | Width of beam section |
| $t_{wbl}$ = | 9 | [mm] | Thickness of the web of beam section |
| $t_{fbl}$ = | 15 | [mm] | Thickness of the flange of beam section |
| $r_{bl}$ = | 21 | [mm] | Radius of beam section fillet |
| $A_{bl}$ = | 9880 | [$mm^2$] | Cross-sectional area of a beam |
| $I_{xbl}$ = | 337400000 | [$mm^4$] | Moment of inertia of the beam section |
| Material: | S275 | | |
| $f_{yb}$ = | 275,00 | [MPa] | Resistance |

### RIGHT SIDE

### BEAM

| | | | |
|---|---|---|---|
| Section: | IPE 450 | | |
| $\alpha$ = | -6,0 | [Deg] | Inclination angle |
| $h_{br}$ = | 450 | [mm] | Height of beam section |

| | | | |
|---|---|---|---|
| $\alpha$ = | -6,0 | [Deg] | Inclination angle |
| $b_{fbr}$ = | 190 | [mm] | Width of beam section |
| $t_{wbr}$ = | 9 | [mm] | Thickness of the web of beam section |
| $t_{fbr}$ = | 15 | [mm] | Thickness of the flange of beam section |
| $r_{br}$ = | 21 | [mm] | Radius of beam section fillet |
| $A_{br}$ = | 9880 | [mm$^2$] | Cross-sectional area of a beam |
| $I_{xbr}$ = | 337400000 | [mm$^4$] | Moment of inertia of the beam section |
| Material: | S275 | | |
| $f_{yb}$ = | 275,00 | [MPa] | Resistance |

## BOLTS

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

| | | | |
|---|---|---|---|
| d = | 16 | [mm] | Bolt diameter |
| Class = | 10.9 | | Bolt class |
| $F_{tRd}$ = | 113,04 | [kN] | Tensile resistance of a bolt |
| $n_h$ = | 2 | | Number of bolt columns |
| $n_v$ = | 7 | | Number of bolt rows |
| $h_1$ = | 70 | [mm] | Distance between first bolt and upper edge of front plate |
| Horizontal spacing $e_i$ = | 70 [mm] | | |
| Vertical spacing $p_i$ = | 70;70;190;110;60;60 [mm] | | |

## PLATE

| | | | |
|---|---|---|---|
| $h_{pr}$ = | 700 | [mm] | Plate height |
| $b_{pr}$ = | 190 | [mm] | Plate width |
| $t_{pr}$ = | 15 | [mm] | Plate thickness |
| Material: | STEEL 43-245 | | |
| $f_{ypr}$ = | 245,00 | [MPa] | Resistance |

## LOWER STIFFENER

| | | | |
|---|---|---|---|
| $w_{rd}$ = | 190 | [mm] | Plate width |
| $t_{frd}$ = | 15 | [mm] | Flange thickness |
| $h_{rd}$ = | 220 | [mm] | Plate height |
| $t_{wrd}$ = | 10 | [mm] | Web thickness |
| $l_{rd}$ = | 1000 | [mm] | Plate length |
| $\alpha_d$ = | 6,6 | [Deg] | Inclination angle |
| Material: | S275 | | |
| $f_{ybu}$ = | 275,00 | [MPa] | Resistance |

## FILLET WELDS

| | | | |
|---|---|---|---|
| $a_w$ = | 5 | [mm] | Web weld |
| $a_f$ = | 8 | [mm] | Flange weld |
| $a_{fd}$ = | 5 | [mm] | Horizontal weld |

## MATERIAL FACTORS

| | | | |
|---|---|---|---|
| $\gamma_{M0}$ = | 1,00 | Partial safety factor | [2.2] |
| $\gamma_{M1}$ = | 1,00 | Partial safety factor | [2.2] |
| $\gamma_{M2}$ = | 1,25 | Partial safety factor | [2.2] |
| $\gamma_{M3}$ = | 1,25 | Partial safety factor | [2.2] |

## LOADS

**Ultimate limit state**

Case: Manual calculations.

$M_{b1,Ed}$ = 269,53 [kN*m] Bending moment in the right beam
$V_{b1,Ed}$ = 14,14 [kN] Shear force in the right beam
$N_{b1,Ed}$ = 28,21 [kN] Axial force in the right beam

# RESULTS

## BEAM RESISTANCES

**TENSION**

$A_b$ = 9880 [mm²] Area EN1993-1-1:[6.2.3]

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

$N_{tb,Rd}$ = 2717,00 [kN] Design tensile resistance of the section EN1993-1-1:[6.2.3]

**SHEAR**

$A_{vb}$ = 7282 [mm²] Shear area EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]

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

$V_{cb,Rd}$ = 1156,24 [kN] Design sectional resistance for shear EN1993-1-1:[6.2.6.(2)]

$V_{b1,Ed} / V_{cb,Rd} \leq 1,0$ 0,01 < 1,00 verified (0,01)

**BENDING - PLASTIC MOMENT (WITHOUT BRACKETS)**

$W_{plb}$ = 1702000 [mm³] Plastic section modulus EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]

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

$M_{b,pl,Rd}$ = 468,05 [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**

$W_{pl}$ = 2481368 [mm³] Plastic section modulus EN1993-1-1:[6.2.5]

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

$M_{cb,Rd}$ = 682,38 [kN*m] Design resistance of the section for bending EN1993-1-1:[6.2.5]

**FLANGE AND WEB - COMPRESSION**

$M_{cb,Rd}$ = 682,38 [kN*m] Design resistance of the section for bending EN1993-1-1:[6.2.5]
$h_f$ = 658 [mm] Distance between the centroids of flanges [6.2.6.7.(1)]

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

$F_{c,fb,Rd}$ = 1037,70 [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:

$\beta$ = 6,0 [Deg] Angle between the front plate and the beam
$\gamma$ = 6,6 [Deg] Inclination angle of the bracket plate
$b_{eff,c,wb}$ = 269 [mm] Effective width of the web for compression [6.2.6.2.(1)]
$A_{vb}$ = 5082 [mm²] Shear area EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]
$\omega$ = 0,87 Reduction factor for interaction with shear [6.2.6.2.(1)]
$\sigma_{com,Ed}$ = 148,45 [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)]

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

$F_{c,wb,Rd1}$ = 2751,29 [kN] Beam web resistance [6.2.6.2.(1)]

Buckling:

$d_{wb}$ = 379 [mm] Height of compressed web [6.2.6.2.(1)]
$\lambda_p$ = 1,16 Plate slenderness of an element [6.2.6.2.(1)]
$\rho$ = 0,71 Reduction factor for element buckling [6.2.6.2.(1)]

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

$F_{c,wb,Rd2}$ = 1963,17 [kN] Beam web resistance [6.2.6.2.(1)]

Resistance of the bracket flange

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

$F_{c,wb,Rd3}$ = 979,69 [kN] Resistance of the bracket flange [6.2.6.7.(1)]

Final resistance:

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

$F_{c,wb,Rd,low}$ = 979,69 [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 | 25 | - | 60 | - | 70 | 155 | 183 | 155 | 183 | 147 | 131 | 131 | 131 |
| 2 | 25 | - | 60 | - | 70 | 155 | 174 | 155 | 174 | 140 | 70 | 70 | 70 |
| 3 | 25 | - | 60 | - | 130 | 155 | 174 | 155 | 174 | 260 | 130 | 130 | 130 |
| 4 | 25 | - | 60 | - | 150 | 155 | 174 | 155 | 174 | 300 | 150 | 150 | 150 |
| 5 | 25 | - | 60 | - | 85 | 155 | 174 | 155 | 174 | 170 | 85 | 85 | 85 |
| 6 | 25 | - | 60 | - | 60 | 155 | 174 | 155 | 174 | 120 | 60 | 60 | 60 |
| 7 | 25 | - | 60 | - | 60 | 155 | 174 | 155 | 174 | 137 | 117 | 117 | 117 |

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 TENSION

$F_{t,Rd}$ = 113,04 [kN] Bolt resistance for tension [Table 3.4]

$B_{p,Rd}$ = 233,43 [kN] Punching shear resistance of a bolt [Table 3.4]

$N_{j,Rd}$ = Min ($N_{tb,Rd}$ , $n_v$ $n_h$ $F_{t,Rd}$ , $n_v$ $n_h$ $B_{p,Rd}$)

$N_{j,Rd}$ = 1582,56 [kN] Connection resistance for tension [6.2]

| | | | |
|---|---|---|---|
| $N_{b1,Ed}$ / $N_{j,Rd}$ ≤ 1,0 | 0,02 < 1,00 | verified | (0,02) |

## CONNECTION RESISTANCE FOR BENDING

$F_{t,Rd}$ = 113,04 [kN] Bolt resistance for tension [Table 3.4]

$B_{p,Rd}$ = 233,43 [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 ($F_{t1,Rd,comp}$) | 216,63 | Bolt row resistance |
| $F_{t,ep,Rd(1)}$ = 216,63 | 216,63 | Front plate - tension |

| $F_{t1,Rd,comp}$ - Formula | $F_{t1,Rd,comp}$ | Component |
|---|---|---|
| $F_{t,wb,Rd(1)}$ = 400,25 | 400,25 | Beam web - tension |
| $B_{p,Rd}$ = 466,87 | 466,87 | Bolts due to shear punching |
| $F_{c,fb,Rd}$ = 1037,70 | 1037,70 | Beam flange - compression |
| $F_{c,wb,Rd}$ = 979,69 | 979,69 | Beam web - compression |

**RESISTANCE OF THE BOLT ROW NO. 2**

| $F_{t2,Rd,comp}$ - Formula | $F_{t2,Rd,comp}$ | Component |
|---|---|---|
| $F_{t2,Rd}$ = Min ($F_{t2,Rd,comp}$) | 134,65 | Bolt row resistance |
| $F_{t,ep,Rd(2)}$ = 211,88 | 211,88 | Front plate - tension |
| $F_{t,wb,Rd(2)}$ = 400,25 | 400,25 | Beam web - tension |
| $B_{p,Rd}$ = 466,87 | 466,87 | Bolts due to shear punching |
| $F_{c,fb,Rd}$ - $\sum_1^1 F_{tj,Rd}$ = 1037,70 - 216,63 | 821,07 | Beam flange - compression |
| $F_{c,wb,Rd}$ - $\sum_1^1 F_{tj,Rd}$ = 979,69 - 216,63 | 763,06 | Beam web - compression |
| $F_{t,ep,Rd(2+1)}$ - $\sum_1^1 F_{tj,Rd}$ = 351,28 - 216,63 | 134,65 | Front plate - tension - group |
| $F_{t,wb,Rd(2+1)}$ - $\sum_1^1 F_{tj,Rd}$ = 520,45 - 216,63 | 303,82 | 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 ($F_{t3,Rd,comp}$) | 190,22 | Bolt row resistance |
| $F_{t,ep,Rd(3)}$ = 211,88 | 211,88 | Front plate - tension |
| $F_{t,wb,Rd(3)}$ = 400,25 | 400,25 | Beam web - tension |
| $B_{p,Rd}$ = 466,87 | 466,87 | Bolts due to shear punching |
| $F_{c,fb,Rd}$ - $\sum_1^2 F_{tj,Rd}$ = 1037,70 - 351,28 | 686,41 | Beam flange - compression |
| $F_{c,wb,Rd}$ - $\sum_1^2 F_{tj,Rd}$ = 979,69 - 351,28 | 628,40 | Beam web - compression |
| $F_{t,ep,Rd(3+2)}$ - $\sum_2^2 F_{tj,Rd}$ = 350,62 - 134,65 | 215,97 | Front plate - tension - group |
| $F_{t,wb,Rd(3+2)}$ - $\sum_2^2 F_{tj,Rd}$ = 517,00 - 134,65 | 382,35 | Beam web - tension - group |
| $F_{t,ep,Rd(3+2+1)}$ - $\sum_2^1 F_{tj,Rd}$ = 541,51 - 351,28 | 190,22 | Front plate - tension - group |
| $F_{t,wb,Rd(3+2+1)}$ - $\sum_2^1 F_{tj,Rd}$ = 856,50 - 351,28 | 505,22 | Beam web - tension - group |

**Additional reduction of the bolt row resistance**

$F_{t3,Rd} = F_{t1,Rd}\ h_3/h_1$

$F_{t3,Rd}$ = 166,49 [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 ($F_{t4,Rd,comp}$) | 211,88 | Bolt row resistance |
| $F_{t,ep,Rd(4)}$ = 211,88 | 211,88 | Front plate - tension |
| $F_{t,wb,Rd(4)}$ = 400,25 | 400,25 | Beam web - tension |
| $B_{p,Rd}$ = 466,87 | 466,87 | Bolts due to shear punching |
| $F_{c,fb,Rd}$ - $\sum_1^3 F_{tj,Rd}$ = 1037,70 - 517,78 | 519,92 | Beam flange - compression |
| $F_{c,wb,Rd}$ - $\sum_1^3 F_{tj,Rd}$ = 979,69 - 517,78 | 461,91 | Beam web - compression |
| $F_{t,ep,Rd(4+3)}$ - $\sum_3^3 F_{tj,Rd}$ = 390,39 - 166,49 | 223,89 | Front plate - tension - group |
| $F_{t,wb,Rd(4+3)}$ - $\sum_3^3 F_{tj,Rd}$ = 723,80 - 166,49 | 557,31 | Beam web - tension - group |
| $F_{t,ep,Rd(4+3+2)}$ - $\sum_3^2 F_{tj,Rd}$ = 550,78 - 301,15 | 249,64 | Front plate - tension - group |
| $F_{t,wb,Rd(4+3+2)}$ - $\sum_3^2 F_{tj,Rd}$ = 904,75 - 301,15 | 603,60 | Beam web - tension - group |
| $F_{t,ep,Rd(4+3+2+1)}$ - $\sum_3^1 F_{tj,Rd}$ = 741,67 - 517,78 | 223,89 | Front plate - tension - group |
| $F_{t,wb,Rd(4+3+2+1)}$ - $\sum_3^1 F_{tj,Rd}$ = 1244,25 - 517,78 | 726,48 | Beam web - tension - group |

**Additional reduction of the bolt row resistance**

$F_{t4,Rd} = F_{t1,Rd}\ h_4/h_1$

$F_{t4,Rd}$ = 98,45 [kN] Reduced bolt row resistance [6.2.7.2.(9)]

**RESISTANCE OF THE BOLT ROW NO. 5**

| $F_{t5,Rd,comp}$ - Formula | $F_{t5,Rd,comp}$ | Component |
|---|---|---|
| $F_{t5,Rd}$ = Min ($F_{t5,Rd,comp}$) | 211,88 | Bolt row resistance |
| $F_{t,ep,Rd(5)}$ = 211,88 | 211,88 | Front plate - tension |

| $F_{t5,Rd,comp}$ - Formula | $F_{t5,Rd,comp}$ | Component |
|---|---|---|
| $F_{t,wb,Rd(5)}$ = 400,25 | 400,25 | Beam web - tension |
| $B_{p,Rd}$ = 466,87 | 466,87 | Bolts due to shear punching |
| $F_{c,fb,Rd}$ - $\sum_1^4 F_{tj,Rd}$ = 1037,70 - 616,23 | 421,46 | Beam flange - compression |
| $F_{c,wb,Rd}$ - $\sum_1^4 F_{tj,Rd}$ = 979,69 - 616,23 | 363,46 | Beam web - compression |
| $F_{t,ep,Rd(5+4)}$ - $\sum_4^4 F_{tj,Rd}$ = 368,02 - 98,45 | 269,56 | Front plate - tension - group |
| $F_{t,wb,Rd(5+4)}$ - $\sum_4^4 F_{tj,Rd}$ = 607,48 - 98,45 | 509,02 | Beam web - tension - group |
| $F_{t,ep,Rd(5+4+3)}$ - $\sum_4^3 F_{tj,Rd}$ = 558,24 - 264,95 | 293,29 | Front plate - tension - group |
| $F_{t,wb,Rd(5+4+3)}$ - $\sum_4^3 F_{tj,Rd}$ = 943,52 - 264,95 | 678,58 | Beam web - tension - group |
| $F_{t,ep,Rd(5+4+3+2)}$ - $\sum_4^2 F_{tj,Rd}$ = 718,64 - 399,60 | 319,03 | Front plate - tension - group |
| $F_{t,wb,Rd(5+4+3+2)}$ - $\sum_4^2 F_{tj,Rd}$ = 1124,48 - 399,60 | 724,87 | Beam web - tension - group |
| $F_{t,ep,Rd(5+4+3+2+1)}$ - $\sum_4^1 F_{tj,Rd}$ = 909,52 - 616,23 | 293,29 | Front plate - tension - group |
| $F_{t,wb,Rd(5+4+3+2+1)}$ - $\sum_4^1 F_{tj,Rd}$ = 1463,98 - 616,23 | 847,75 | Beam web - tension - group |

**Additional reduction of the bolt row resistance**

$F_{t5,Rd} = F_{t1,Rd}\ h_5/h_1$

$F_{t5,Rd}$ = 59,06 [kN] Reduced bolt row resistance [6.2.7.2.(9)]

**RESISTANCE OF THE BOLT ROW NO. 6**

| $F_{t6,Rd,comp}$ - Formula | $F_{t6,Rd,comp}$ | Component |
|---|---|---|
| $F_{t6,Rd}$ = Min ($F_{t6,Rd,comp}$) | 211,88 | Bolt row resistance |
| $F_{t,ep,Rd(6)}$ = 211,88 | 211,88 | Front plate - tension |
| $F_{t,wb,Rd(6)}$ = 400,25 | 400,25 | Beam web - tension |
| $B_{p,Rd}$ = 466,87 | 466,87 | Bolts due to shear punching |
| $F_{c,fb,Rd}$ - $\sum_1^5 F_{tj,Rd}$ = 1037,70 - 675,29 | 362,40 | Beam flange - compression |
| $F_{c,wb,Rd}$ - $\sum_1^5 F_{tj,Rd}$ = 979,69 - 675,29 | 304,39 | Beam web - compression |
| $F_{t,ep,Rd(6+5)}$ - $\sum_5^5 F_{tj,Rd}$ = 323,28 - 59,06 | 264,22 | Front plate - tension - group |
| $F_{t,wb,Rd(6+5)}$ - $\sum_5^5 F_{tj,Rd}$ = 374,82 - 59,06 | 315,76 | Beam web - tension - group |
| $F_{t,ep,Rd(6+5+4)}$ - $\sum_5^4 F_{tj,Rd}$ = 523,44 - 157,52 | 365,93 | Front plate - tension - group |
| $F_{t,wb,Rd(6+5+4)}$ - $\sum_5^4 F_{tj,Rd}$ = 762,58 - 157,52 | 605,06 | Beam web - tension - group |
| $F_{t,ep,Rd(6+5+4+3)}$ - $\sum_5^3 F_{tj,Rd}$ = 713,67 - 324,01 | 389,66 | Front plate - tension - group |
| $F_{t,wb,Rd(6+5+4+3)}$ - $\sum_5^3 F_{tj,Rd}$ = 1098,63 - 324,01 | 774,62 | Beam web - tension - group |
| $F_{t,ep,Rd(6+5+4+3+2)}$ - $\sum_5^2 F_{tj,Rd}$ = 874,06 - 458,66 | 415,40 | Front plate - tension - group |
| $F_{t,wb,Rd(6+5+4+3+2)}$ - $\sum_5^2 F_{tj,Rd}$ = 1279,58 - 458,66 | 820,91 | Beam web - tension - group |
| $F_{t,ep,Rd(6+5+4+3+2+1)}$ - $\sum_5^1 F_{tj,Rd}$ = 1064,95 - 675,29 | 389,66 | Front plate - tension - group |
| $F_{t,wb,Rd(6+5+4+3+2+1)}$ - $\sum_5^1 F_{tj,Rd}$ = 1619,08 - 675,29 | 943,78 | Beam web - tension - group |

**Additional reduction of the bolt row resistance**

$F_{t6,Rd} = F_{t1,Rd}\ h_6/h_1$

$F_{t6,Rd}$ = 37,58 [kN] Reduced bolt row resistance [6.2.7.2.(9)]

**RESISTANCE OF THE BOLT ROW NO. 7**

| $F_{t7,Rd,comp}$ - Formula | $F_{t7,Rd,comp}$ | Component |
|---|---|---|
| $F_{t7,Rd}$ = Min ($F_{t7,Rd,comp}$) | 211,88 | Bolt row resistance |
| $F_{t,ep,Rd(7)}$ = 211,88 | 211,88 | Front plate - tension |
| $F_{t,wb,Rd(7)}$ = 400,25 | 400,25 | Beam web - tension |
| $B_{p,Rd}$ = 466,87 | 466,87 | Bolts due to shear punching |
| $F_{c,fb,Rd}$ - $\sum_1^6 F_{tj,Rd}$ = 1037,70 - 712,87 | 324,83 | Beam flange - compression |
| $F_{c,wb,Rd}$ - $\sum_1^6 F_{tj,Rd}$ = 979,69 - 712,87 | 266,82 | Beam web - compression |
| $F_{t,ep,Rd(7+6)}$ - $\sum_6^6 F_{tj,Rd}$ = 339,08 - 37,58 | 301,50 | Front plate - tension - group |
| $F_{t,wb,Rd(7+6)}$ - $\sum_6^6 F_{tj,Rd}$ = 456,99 - 37,58 | 419,42 | Beam web - tension - group |
| $F_{t,ep,Rd(7+6+5)}$ - $\sum_6^5 F_{tj,Rd}$ = 506,93 - 96,64 | 410,30 | Front plate - tension - group |
| $F_{t,wb,Rd(7+6+5)}$ - $\sum_6^5 F_{tj,Rd}$ = 676,72 - 96,64 | 580,08 | Beam web - tension - group |
| $F_{t,ep,Rd(7+6+5+4)}$ - $\sum_6^4 F_{tj,Rd}$ = 707,10 - 195,09 | 512,01 | Front plate - tension - group |
| $F_{t,wb,Rd(7+6+5+4)}$ - $\sum_6^4 F_{tj,Rd}$ = 1064,47 - 195,09 | 869,38 | Beam web - tension - group |

| $F_{t7,Rd,comp}$ - Formula | $F_{t7,Rd,comp}$ | Component |
|---|---|---|
| $F_{t,ep,Rd(7+6+5+4+3)} - \sum_6^3 F_{tj,Rd}$ = 897,32 - 361,59 | 535,73 | Front plate - tension - group |
| $F_{t,wb,Rd(7+6+5+4+3)} - \sum_6^3 F_{tj,Rd}$ = 1400,52 - 361,59 | 1038,93 | Beam web - tension - group |
| $F_{t,ep,Rd(7+6+5+4+3+2)} - \sum_6^2 F_{tj,Rd}$ = 1057,72 - 496,24 | 561,48 | Front plate - tension - group |
| $F_{t,wb,Rd(7+6+5+4+3+2)} - \sum_6^2 F_{tj,Rd}$ = 1581,47 - 496,24 | 1085,23 | Beam web - tension - group |
| $F_{t,ep,Rd(7+6+5+4+3+2+1)} - \sum_6^1 F_{tj,Rd}$ = 1248,60 - 712,87 | 535,73 | Front plate - tension - group |
| $F_{t,wb,Rd(7+6+5+4+3+2+1)} - \sum_6^1 F_{tj,Rd}$ = 1920,97 - 712,87 | 1208,10 | Beam web - tension - group |

**Additional reduction of the bolt row resistance**

$F_{t7,Rd} = F_{t1,Rd}\ h_7/h_1$

$F_{t7,Rd}$ = 16,09 [kN] Reduced bolt row resistance [6.2.7.2.(9)]

**SUMMARY TABLE OF FORCES**

| Nr | $h_j$ | $F_{tj,Rd}$ | $F_{t,fc,Rd}$ | $F_{t,wc,Rd}$ | $F_{t,ep,Rd}$ | $F_{t,wb,Rd}$ | $F_{t,Rd}$ | $B_{p,Rd}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 605 | 216,63 | - | - | 216,63 | 400,25 | 226,08 | 466,87 |
| 2 | 535 | 134,65 | - | - | 211,88 | 400,25 | 226,08 | 466,87 |
| 3 | 465 | 166,49 | - | - | 211,88 | 400,25 | 226,08 | 466,87 |
| 4 | 275 | 98,45 | - | - | 211,88 | 400,25 | 226,08 | 466,87 |
| 5 | 165 | 59,06 | - | - | 211,88 | 400,25 | 226,08 | 466,87 |
| 6 | 105 | 37,58 | - | - | 211,88 | 400,25 | 226,08 | 466,87 |
| 7 | 45 | 16,09 | - | - | 211,88 | 400,25 | 226,08 | 466,87 |

**CONNECTION RESISTANCE FOR BENDING $M_{j,Rd}$**

$M_{j,Rd} = \sum h_j\ F_{tj,Rd}$

$M_{j,Rd}$ = 321,96 [kN*m] Connection resistance for bending [6.2]

$M_{b1,Ed} / M_{j,Rd} \le 1,0$ 0,84 < 1,00 verified (0,84)

## CONNECTION RESISTANCE FOR SHEAR

$\alpha_v$ = 0,60 Coefficient for calculation of $F_{v,Rd}$ [Table 3.4]

$\beta_{Lf}$ = 0,90 Reduction factor for long connections [3.8]

$F_{v,Rd}$ = 86,86 [kN] Shear resistance of a single bolt [Table 3.4]

$F_{t,Rd,max}$ = 113,04 [kN] Tensile resistance of a single bolt [Table 3.4]

$F_{b,Rd,int}$ = 177,73 [kN] Bearing resistance of an intermediate bolt [Table 3.4]

$F_{b,Rd,ext}$ = 206,40 [kN] Bearing resistance of an outermost bolt [Table 3.4]

| Nr | $F_{tj,Rd,N}$ | $F_{tj,Ed,N}$ | $F_{tj,Rd,M}$ | $F_{tj,Ed,M}$ | $F_{tj,Ed}$ | $F_{vj,Rd}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 226,08 | 4,03 | 216,63 | 181,35 | 185,38 | 71,97 |
| 2 | 226,08 | 4,03 | 134,65 | 112,73 | 116,76 | 109,64 |
| 3 | 226,08 | 4,03 | 166,49 | 139,38 | 143,41 | 95,01 |
| 4 | 226,08 | 4,03 | 98,45 | 82,42 | 86,45 | 126,27 |
| 5 | 226,08 | 4,03 | 59,06 | 49,44 | 53,47 | 144,37 |
| 6 | 226,08 | 4,03 | 37,58 | 31,46 | 35,49 | 154,24 |
| 7 | 226,08 | 4,03 | 16,09 | 13,47 | 17,50 | 164,11 |

$F_{tj,Rd,N}$ – Bolt row resistance for simple tension

$F_{tj,Ed,N}$ – Force due to axial force in a bolt row

$F_{tj,Rd,M}$ – Bolt row resistance for simple bending

$F_{tj,Ed,M}$ – Force due to moment in a bolt row

$F_{tj,Ed}$ – Maximum tensile force in a bolt row

$F_{vj,Rd}$ – Reduced bolt row resistance

$F_{tj,Ed,N} = N_{j,Ed}\ F_{tj,Rd,N} / N_{j,Rd}$

$F_{tj,Ed,M} = M_{j,Ed}\ F_{tj,Rd,M} / M_{j,Rd}$

$F_{tj,Ed} = F_{tj,Ed,N} + F_{tj,Ed,M}$

$F_{vj,Rd} = \text{Min}\ (n_h\ F_{v,Ed}\ (1 - F_{tj,Ed}/\ (1.4\ n_h\ F_{t,Rd,max}),\ n_h\ F_{v,Rd}\ ,\ n_h\ F_{b,Rd}))$

$V_{j,Rd} = n_h \sum_1^n F_{vj,Rd}$ [Table 3.4]

$V_{j,Rd}$ = 865,60 [kN] Connection resistance for shear [Table 3.4]

| | | | |
|---|---|---|---|
| $V_{b1,Ed} / V_{j,Rd} \leq 1,0$ | 0,02 < 1,00 | verified | (0,02) |

## WELD RESISTANCE

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $A_w$ = | 13835 | [mm²] | Area of all welds | [4.5.3.2(2)] |
| $A_{wy}$ = | 7978 | [mm²] | Area of horizontal welds | [4.5.3.2(2)] |
| $A_{wz}$ = | 5858 | [mm²] | Area of vertical welds | [4.5.3.2(2)] |
| $I_{wy}$ = | 817635493 | [mm⁴] | Moment of inertia of the weld arrangement with respect to the hor. axis | [4.5.3.2(5)] |
| $\sigma_{\perp max}=\tau_{\perp max}$ = | 85,92 | [MPa] | Normal stress in a weld | [4.5.3.2(6)] |
| $\sigma_{\perp}=\tau_{\perp}$ = | 76,78 | [MPa] | Stress in a vertical weld | [4.5.3.2(5)] |
| $\tau_{II}$ = | 2,41 | [MPa] | Tangent stress | [4.5.3.2(5)] |
| $\beta_w$ = | 0,85 | | Correlation coefficient | [4.5.3.2(7)] |

| | | | |
|---|---|---|---|
| $\sqrt{[\sigma_{\perp max}^2 + 3*(\tau_{\perp max}^2)]} \leq f_u/(\beta_w*\gamma_{M2})$ | 171,84 < 404,71 | verified | (0,42) |
| $\sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3*(\tau_{\perp}^2+\tau_{II}^2)]} \leq f_u/(\beta_w*\gamma_{M2})$ | 153,61 < 404,71 | verified | (0,38) |
| $\sigma_{\perp} \leq 0.9*f_u/\gamma_{M2}$ | 85,92 < 309,60 | verified | (0,28) |

## CONNECTION STIFFNESS

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $t_{wash}$ = | 4 | [mm] | Washer thickness | [6.2.6.3.(2)] |
| $h_{head}$ = | 12 | [mm] | Bolt head height | [6.2.6.3.(2)] |
| $h_{nut}$ = | 16 | [mm] | Bolt nut height | [6.2.6.3.(2)] |
| $L_b$ = | 52 | [mm] | Bolt length | [6.2.6.3.(2)] |
| $k_{10}$ = | 5 | [mm] | Stiffness coefficient of bolts | [6.3.2.(1)] |

**STIFFNESSES OF BOLT ROWS**

| Nr | hj | $k_3$ | $k_4$ | $k_5$ | $k_{eff,j}$ | $k_{eff,j}$ $h_j$ | $k_{eff,j}$ $h_j^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Sum | 7322 | 3300321 |
| 1 | 605 | | | 27 | 4 | 2157 | 1304866 |
| 2 | 535 | | | 14 | 3 | 1545 | 826583 |
| 3 | 465 | | | 26 | 4 | 1653 | 768666 |
| 4 | 275 | | | 30 | 4 | 1014 | 278805 |
| 5 | 165 | | | 17 | 3 | 513 | 84650 |
| 6 | 105 | | | 12 | 3 | 284 | 29785 |
| 7 | 45 | | | 24 | 3 | 155 | 6966 |

$k_{eff,j} = 1 / (\sum_3^5 (1 / k_{i,j}))$ [6.3.3.1.(2)]

$z_{eq} = \sum_j k_{eff,j} h_j^2 / \sum_j k_{eff,j} h_j$

$z_{eq}$ = 451 [mm] Equivalent force arm [6.3.3.1.(3)]

$k_{eq} = \sum_j k_{eff,j} h_j / z_{eq}$

$k_{eq}$ = 16 [mm] Equivalent stiffness coefficient of a bolt arrangement [6.3.3.1.(1)]

$S_{j,ini} = E z_{eq}^2 k_{eq}$ [6.3.1.(4)]

$S_{j,ini}$ = 676565,81 [kN*m] Initial rotational stiffness [6.3.1.(4)]

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $\mu$ = | 1,85 | | Stiffness coefficient of a connection | [6.3.1.(6)] |
| $S_j = S_{j,ini} / \mu$ | | | | [6.3.1.(4)] |
| $S_j$ = | 365831,10 | [kN*m] | Final rotational stiffness | [6.3.1.(4)] |

**Connection classification due to stiffness.**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $S_{j,rig}$ = | 110667,20 | [kN*m] | Stiffness of a rigid connection | [5.2.2.5] |
| $S_{j,pin}$ = | 6916,70 | [kN*m] | Stiffness of a pinned connection | [5.2.2.5] |

$S_{j,ini} \geq S_{j,rig}$ RIGID

## WEAKEST COMPONENT:

FRONT PLATE - TENSION

**Connection conforms to the code** Ratio 0,84

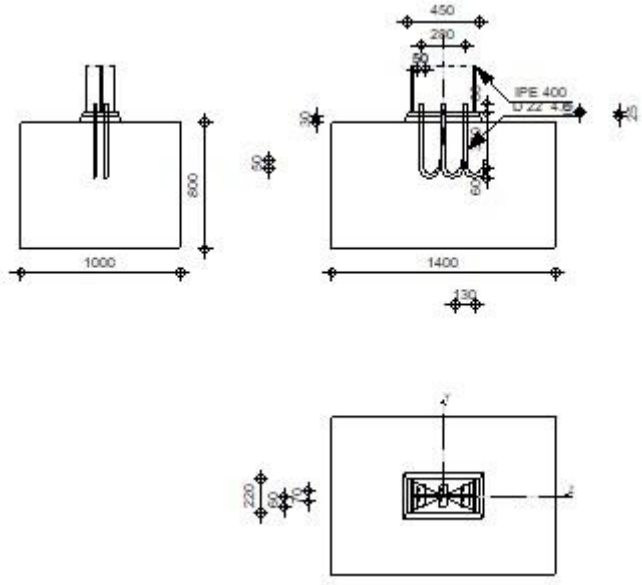
Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2021

# NADSTREŠNICA - STUP TEMELJ

Eurocode 3: EN 1993-1-8:2005/AC:2009 + CEB Design Guide: Design of fastenings in concrete

OK

Ratio **0,47**




## GENERAL

Connection no.: 3
Connection name: Fixed column base

## GEOMETRY

### COLUMN

Section: IPE 400

| | | | |
|---|---|---|---|
| $L_c$ = | 5,00 | [m] | Column length |
| $\alpha$ = | 0,0 | [Deg] | Inclination angle |
| $h_c$ = | 400 | [mm] | Height of column section |
| $b_{fc}$ = | 180 | [mm] | Width of column section |
| $t_{wc}$ = | 9 | [mm] | Thickness of the web of column section |
| $t_{fc}$ = | 14 | [mm] | Thickness of the flange of column section |
| $r_c$ = | 21 | [mm] | Radius of column section fillet |
| $A_c$ = | 8450 | [mm$^2$] | Cross-sectional area of a column |
| $I_{yc}$ = | 231300000 | [mm$^4$] | Moment of inertia of the column section |

Material: STEEL 43-245

| | | | |
|---|---|---|---|
| $f_{yc}$ = | 245,00 | [MPa] | Resistance |
| $f_{uc}$ = | 430,00 | [MPa] | Yield strength of a material |

### COLUMN BASE

| | | | |
|---|---|---|---|
| $l_{pd}$ = | 450 | [mm] | Length |
| $b_{pd}$ = | 220 | [mm] | Width |
| $t_{pd}$ = | 25 | [mm] | Thickness |

Material: S275
$f_{ypd}$ = 275,00 [MPa] Resistance
$f_{upd}$ = 430,00 [MPa] Yield strength of a material

## ANCHORAGE

The shear plane passes through the UNTHREADED portion of the bolt.
Class = 4.6 Anchor class
$f_{yb}$ = 240,00 [MPa] Yield strength of the anchor material
$f_{ub}$ = 400,00 [MPa] Tensile strength of the anchor material
d = 22 [mm] Bolt diameter
$A_s$ = 303 [mm$^2$] Effective section area of a bolt
$A_v$ = 380 [mm$^2$] Area of bolt section
$n_H$ = 3 Number of bolt columns
$n_V$ = 2 Number of bolt rows
Horizontal spacing $e_{Hi}$ = 140 [mm]
Vertical spacing $e_{Vi}$ = 70 [mm]

**Anchor dimensions**

$L_1$ = 60 [mm]
$L_2$ = 350 [mm]
$L_3$ = 120 [mm]
$L_4$ = 50 [mm]

**Washer**

$l_{wd}$ = 50 [mm] Length
$b_{wd}$ = 60 [mm] Width
$t_{wd}$ = 10 [mm] Thickness

## MATERIAL FACTORS

$\gamma_{M0}$ = 1,00 Partial safety factor
$\gamma_{M2}$ = 1,25 Partial safety factor
$\gamma_C$ = 1,50 Partial safety factor

## SPREAD FOOTING

L = 1400 [mm] Spread footing length
B = 1000 [mm] Spread footing width
H = 800 [mm] Spread footing height

**Concrete**

Class C30
$f_{ck}$ = 30,00 [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

$a_p$ = 4 [mm] Footing plate of the column base

## LOADS

Case: Manual calculations.
$N_{j,Ed}$ = -129,77 [kN] Axial force
$V_{j,Ed,y}$ = 10,00 [kN] Shear force

$N_{j,Ed}$ = -129,77 [kN] Axial force
$V_{j,Ed,z}$ = 40,99 [kN] Shear force

# RESULTS

## COMPRESSION ZONE

### COMPRESSION OF CONCRETE

$f_{cd}$ = 20,00 [MPa] Design compressive resistance — EN 1992-1:[3.1.6.(1)]
$f_j$ = 38,49 [MPa] Design bearing resistance under the base plate — [6.2.5.(7)]
$c = t_p \sqrt{(f_{yp}/(3*f_j*\gamma_{M0}))}$
c = 39 [mm] Additional width of the bearing pressure zone — [6.2.5.(4)]
$b_{eff}$ = 77 [mm] Effective width of the bearing pressure zone under the flange — [6.2.5.(3)]
$l_{eff}$ = 220 [mm] Effective length of the bearing pressure zone under the flange — [6.2.5.(3)]
$A_{c0}$ = 16958 [mm²] Area of the joint between the base plate and the foundation — EN 1992-1:[6.7.(3)]
$A_{c1}$ = 152620 [mm²] Maximum design area of load distribution — EN 1992-1:[6.7.(3)]
$F_{rdu} = A_{c0}*f_{cd}*\sqrt{(A_{c1}/A_{c0})} \le 3*A_{c0}*f_{cd}$
$F_{rdu}$ = 1017,47 [kN] Bearing resistance of concrete — EN 1992-1:[6.7.(3)]
$\beta_j$ = 0,67 Reduction factor for compression — [6.2.5.(7)]
$f_{jd} = \beta_j*F_{rdu}/(b_{eff}*l_{eff})$
$f_{jd}$ = 40,00 [MPa] Design bearing resistance — [6.2.5.(7)]
$A_{c,n}$ = 59287 [mm²] Bearing area for compression — [6.2.8.2.(1)]
$F_{c,Rd,i} = A_{c,i}*f_{jd}$
$F_{c,Rd,n}$ = 2371,49 [kN] Bearing resistance of concrete for compression — [6.2.8.2.(1)]

### RESISTANCES OF SPREAD FOOTING IN THE COMPRESSION ZONE

$N_{j,Rd} = F_{c,Rd,n}$
$N_{j,Rd}$ = 2371,49 [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) | 0,05 < 1,00 | verified | (0,05) |

## SHEAR

### BEARING PRESSURE OF AN ANCHOR BOLT ONTO THE BASE PLATE

**Shear force $V_{j,Ed,y}$**

$\alpha_{d,y}$ = 0,72 Coeff. taking account of the bolt position - in the direction of shear — [Table 3.4]
$\alpha_{b,y}$ = 0,72 Coeff. for resistance calculation $F_{1,vb,Rd}$ — [Table 3.4]
$k_{1,y}$ = 2,50 Coeff. taking account of the bolt position - perpendicularly to the direction of shear — [Table 3.4]
$F_{1,vb,Rd,y} = k_{1,y}*\alpha_{b,y}*f_{up}*d*t_p / \gamma_{M2}$
$F_{1,vb,Rd,y}$ = 341,61 [kN] Resistance of an anchor bolt for bearing pressure onto the base plate — [6.2.2.(7)]

**Shear force $V_{j,Ed,z}$**

$\alpha_{d,z}$ = 1,69 Coeff. taking account of the bolt position - in the direction of shear — [Table 3.4]
$\alpha_{b,z}$ = 0,93 Coeff. for resistance calculation $F_{1,vb,Rd}$ — [Table 3.4]
$k_{1,z}$ = 2,38 Coeff. taking account of the bolt position - perpendicularly to the direction of shear — [Table 3.4]
$F_{1,vb,Rd,z} = k_{1,z}*\alpha_{b,z}*f_{up}*d*t_p / \gamma_{M2}$
$F_{1,vb,Rd,z}$ = 419,47 [kN] Resistance of an anchor bolt for bearing pressure onto the base plate — [6.2.2.(7)]

### SHEAR OF AN ANCHOR BOLT

$\alpha_b$ = 0,37 Coeff. for resistance calculation $F_{2,vb,Rd}$ — [6.2.2.(7)]
$A_{vb}$ = 380 [mm²] Area of bolt section — [6.2.2.(7)]
$f_{ub}$ = 400,00 [MPa] Tensile strength of the anchor material — [6.2.2.(7)]
$\gamma_{M2}$ = 1,25 Partial safety factor — [6.2.2.(7)]
$F_{2,vb,Rd} = \alpha_b*f_{ub}*A_{vb}/\gamma_{M2}$

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $F_{2,vb,Rd}$ = | 44,76 | [kN] | Shear resistance of a bolt - without lever arm | [6.2.2.(7)] |
| $\alpha_M$ = | 2,00 | | Factor related to the fastening of an anchor in the foundation | CEB [9.3.2.2] |
| $M_{Rk,s}$ = | 0,38 | [kN*m] | Characteristic bending resistance of an anchor | CEB [9.3.2.2] |
| $l_{sm}$ = | 54 | [mm] | Lever arm length | CEB [9.3.2.2] |
| $\gamma_{Ms}$ = | 1,20 | | Partial safety factor | CEB [3.2.3.2] |

$F_{v,Rd,sm} = \alpha_M * M_{Rk,s}/(l_{sm} * \gamma_{Ms})$

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $F_{v,Rd,sm}$ = | 11,72 | [kN] | Shear resistance of a bolt - with lever arm | CEB [9.3.1] |

**CONCRETE PRY-OUT FAILURE**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $N_{Rk,c}$ = | 229,31 | [kN] | Design uplift capacity | CEB [9.2.4] |
| $k_3$ = | 2,00 | | Factor related to the anchor length | CEB [9.3.3] |
| $\gamma_{Mc}$ = | 2,16 | | Partial safety factor | CEB [3.2.3.1] |

$F_{v,Rd,cp} = k_3 * N_{Rk,c}/\gamma_{Mc}$

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $F_{v,Rd,cp}$ = | 212,32 | [kN] | Concrete resistance for pry-out failure | CEB [9.3.1] |

**CONCRETE EDGE FAILURE**

**Shear force $V_{j,Ed,y}$**

| | | | |
|---|---|---|---|
| $V_{Rk,c,y}{}^0$ = | 269,36 [kN] | Characteristic resistance of an anchor | CEB [9.3.4.(a)] |
| $\psi_{A,V,y}$ = | 0,80 | Factor related to anchor spacing and edge distance | CEB [9.3.4] |
| $\psi_{h,V,y}$ = | 1,00 | Factor related to the foundation thickness | CEB [9.3.4.(c)] |
| $\psi_{s,V,y}$ = | 0,94 | Factor related to the influence of edges parallel to the shear load direction | CEB [9.3.4.(d)] |
| $\psi_{ec,V,y}$ = | 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)] |
| $\psi_{\alpha,V,y}$ = | 1,00 | Factor related to the angle at which the shear load is applied | CEB [9.3.4.(f)] |
| $\psi_{ucr,V,y}$ = | 1,00 | Factor related to the type of edge reinforcement used | CEB [9.3.4.(g)] |
| $\gamma_{Mc}$ = | 2,16 | Partial safety factor | CEB [3.2.3.1] |

$F_{v,Rd,c,y} = V_{Rk,c,y}{}^0 * \psi_{A,V,y} * \psi_{h,V,y} * \psi_{s,V,y} * \psi_{ec,V,y} * \psi_{\alpha,V,y} * \psi_{ucr,V,y}/\gamma_{Mc}$

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $F_{v,Rd,c,y}$ = | 94,20 | [kN] | Concrete resistance for edge failure | CEB [9.3.1] |

**Shear force $V_{j,Ed,z}$**

| | | | |
|---|---|---|---|
| $V_{Rk,c,z}{}^0$ = | 355,99 [kN] | Characteristic resistance of an anchor | CEB [9.3.4.(a)] |
| $\psi_{A,V,z}$ = | 0,53 | Factor related to anchor spacing and edge distance | CEB [9.3.4] |
| $\psi_{h,V,z}$ = | 1,02 | Factor related to the foundation thickness | CEB [9.3.4.(c)] |
| $\psi_{s,V,z}$ = | 0,87 | 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)] |
| $\gamma_{Mc}$ = | 2,16 | Partial safety factor | CEB [3.2.3.1] |

$F_{v,Rd,c,z} = V_{Rk,c,z}{}^0 * \psi_{A,V,z} * \psi_{h,V,z} * \psi_{s,V,z} * \psi_{ec,V,z} * \psi_{\alpha,V,z} * \psi_{ucr,V,z}/\gamma_{Mc}$

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $F_{v,Rd,c,z}$ = | 76,49 | [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)] |
| $N_{c,Ed}$ = | 129,77 | [kN] | Compressive force | [6.2.2.(6)] |

$F_{f,Rd} = C_{f,d} * N_{c,Ed}$

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $F_{f,Rd}$ = | 38,93 | [kN] | Slip resistance | [6.2.2.(6)] |

**SHEAR CHECK**

$V_{j,Rd,y} = n_b * \min(F_{1,vb,Rd,y}, F_{2,vb,Rd}, F_{v,Rd,sm}, F_{v,Rd,cp}, F_{v,Rd,c,y}) + F_{f,Rd}$

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $V_{j,Rd,y}$ = | 109,27 | [kN] | Connection resistance for shear | CEB [9.3.1] |

| | | | |
|---|---|---|---|
| $V_{j,Ed,y} / V_{j,Rd,y} \leq 1,0$ | 0,09 < 1,00 | verified | (0,09) |

$V_{j,Rd,z} = n_b * \min(F_{1,vb,Rd,z}, F_{2,vb,Rd}, F_{v,Rd,sm}, F_{v,Rd,cp}, F_{v,Rd,c,z}) + F_{f,Rd}$

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $V_{j,Rd,z}$ = | 109,27 | [kN] | Connection resistance for shear | CEB [9.3.1] |

| | | | |
|---|---|---|---|
| $V_{j,Ed,z} / V_{j,Rd,z} \leq 1,0$ | 0,38 < 1,00 | verified | (0,38) |
| $V_{j,Ed,y} / V_{j,Rd,y} + V_{j,Ed,z} / V_{j,Rd,z} \leq 1,0$ | 0,47 < 1,00 | verified | (0,47) |

## WELDS BETWEEN THE COLUMN AND THE BASE PLATE

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $\sigma_\perp$ = | 11,88 | [MPa] | Normal stress in a weld | [4.5.3.(7)] |
| $\tau_\perp$ = | 11,88 | [MPa] | Perpendicular tangent stress | [4.5.3.(7)] |
| $\tau_{y\parallel}$ = | 3,56 | [MPa] | Tangent stress parallel to $V_{j,Ed,y}$ | [4.5.3.(7)] |
| $\tau_{z\parallel}$ = | 13,74 | [MPa] | Tangent stress parallel to $V_{j,Ed,z}$ | [4.5.3.(7)] |
| $\beta_W$ = | 0,85 | | Resistance-dependent coefficient | [4.5.3.(7)] |

| | | | |
|---|---|---|---|
| $\sigma_\perp / (0.9 * f_u/\gamma_{M2}) \leq 1.0$ (4.1) | 0,04 < 1,00 | verified | (0,04) |
| $\sqrt{(\sigma_\perp^2 + 3.0 (\tau_{y\parallel}^2 + \tau_\perp^2))} / (f_u/(\beta_W * \gamma_{M2})) \leq 1.0$ (4.1) | 0,06 < 1,00 | verified | (0,06) |
| $\sqrt{(\sigma_\perp^2 + 3.0 (\tau_{z\parallel}^2 + \tau_\perp^2))} / (f_u/(\beta_W * \gamma_{M2})) \leq 1.0$ (4.1) | 0,08 < 1,00 | verified | (0,08) |

## WEAKEST COMPONENT:

ANCHOR BOLT - SHEAR - WITH LEVER ARM

## REMARKS

| | |
|---|---|
| Anchor curvature radius is too small. | 60 [mm] < 66 [mm] |
| Segment L4 of the hook anchor is too short. | 50 [mm] < 110 [mm] |
| Insufficient distance between anchor bolt and column pier. | 31 [mm] < 33 [mm] |

**Connection conforms to the code** Ratio 0,47

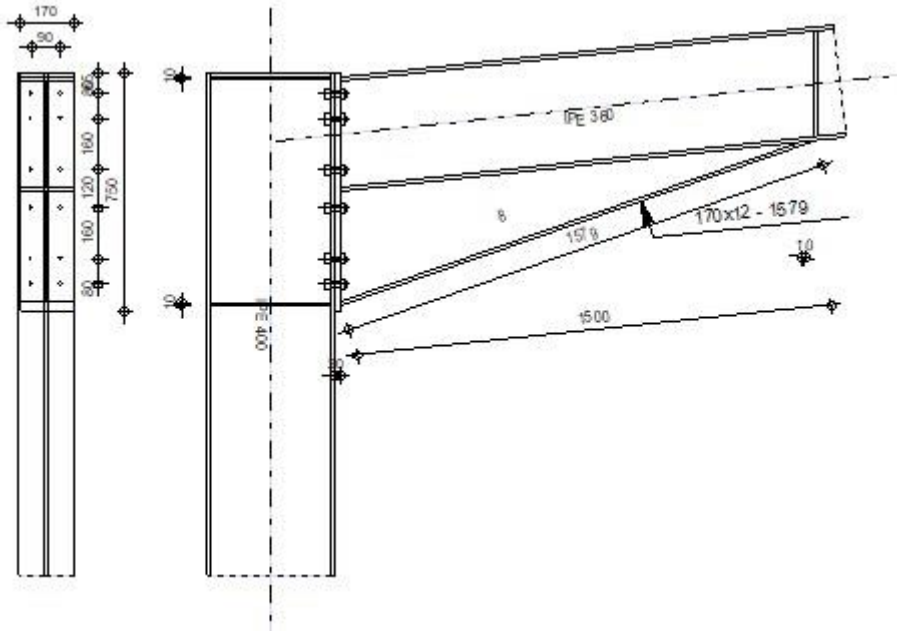
Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2021

# NADSTREŠNICA - STUP - PREČKA

EN 1993-1-8:2005/AC:2009

OK

Ratio
**0,78**




## GENERAL

Connection no.: 1
Connection name: Frame knee

## GEOMETRY

## COLUMN

| | | | |
|---|---|---|---|
| Section: | IPE 400 | | |
| $\alpha$ = | -90,0 | [Deg] | Inclination angle |
| $h_c$ = | 400 | [mm] | Height of column section |
| $b_{fc}$ = | 180 | [mm] | Width of column section |
| $t_{wc}$ = | 9 | [mm] | Thickness of the web of column section |
| $t_{fc}$ = | 14 | [mm] | Thickness of the flange of column section |
| $r_c$ = | 21 | [mm] | Radius of column section fillet |
| $A_c$ = | 8450 | [mm$^2$] | Cross-sectional area of a column |
| $I_{xc}$ = | 231300000 | [mm$^4$] | Moment of inertia of the column section |
| Material: | S275 | | |
| $f_{yc}$ = | 275,00 | [MPa] | Resistance |

## BEAM

| | | | |
|---|---|---|---|
| Section: | IPE 360 | | |
| $\alpha$ = | 6,0 | [Deg] | Inclination angle |
| $h_b$ = | 360 | [mm] | Height of beam section |
| $b_f$ = | 170 | [mm] | Width of beam section |

| | | | |
|---|---|---|---|
| $\alpha$ = | 6,0 | [Deg] | Inclination angle |
| $t_{wb}$ = | 8 | [mm] | Thickness of the web of beam section |
| $t_{fb}$ = | 13 | [mm] | Thickness of the flange of beam section |
| $r_b$ = | 18 | [mm] | Radius of beam section fillet |
| $r_b$ = | 18 | [mm] | Radius of beam section fillet |
| $A_b$ = | 7270 | [mm$^2$] | Cross-sectional area of a beam |
| $I_{xb}$ = | 162700000 | [mm$^4$] | Moment of inertia of the beam section |

Material: S275
$f_{yb}$ = 275,00 [MPa] Resistance

## BOLTS

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

| | | | |
|---|---|---|---|
| d = | 16 | [mm] | Bolt diameter |
| Class = | 10.9 | | Bolt class |
| $F_{tRd}$ = | 113,04 | [kN] | Tensile resistance of a bolt |
| $n_h$ = | 2 | | Number of bolt columns |
| $n_v$ = | 6 | | Number of bolt rows |
| $h_1$ = | 65 | [mm] | Distance between first bolt and upper edge of front plate |

Horizontal spacing $e_i$ = 90 [mm]
Vertical spacing $p_i$ = 80;160;120;160;80 [mm]

## PLATE

| | | | |
|---|---|---|---|
| $h_p$ = | 750 | [mm] | Plate height |
| $b_p$ = | 170 | [mm] | Plate width |
| $t_p$ = | 20 | [mm] | Plate thickness |

Material: STEEL 43-245
$f_{yp}$ = 245,00 [MPa] Resistance

## LOWER STIFFENER

| | | | |
|---|---|---|---|
| $w_d$ = | 170 | [mm] | Plate width |
| $t_{fd}$ = | 12 | [mm] | Flange thickness |
| $h_d$ = | 360 | [mm] | Plate height |
| $t_{wd}$ = | 8 | [mm] | Web thickness |
| $l_d$ = | 1500 | [mm] | Plate length |
| $\alpha$ = | 19,1 | [Deg] | Inclination angle |

Material: S275
$f_{ybu}$ = 275,00 [MPa] Resistance

## COLUMN STIFFENER

**Upper**

| | | | |
|---|---|---|---|
| $h_{su}$ = | 373 | [mm] | Stiffener height |
| $b_{su}$ = | 86 | [mm] | Stiffener width |
| $t_{hu}$ = | 10 | [mm] | Stiffener thickness |

Material: S275
$f_{ysu}$ = 275,00 [MPa] Resistance

**Lower**

| | | | |
|---|---|---|---|
| $h_{sd}$ = | 373 | [mm] | Stiffener height |
| $b_{sd}$ = | 86 | [mm] | Stiffener width |
| $t_{hd}$ = | 10 | [mm] | Stiffener thickness |

Material: S275

$f_{ysu}$ = 275,00 [MPa] Resistance

## FILLET WELDS

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

## MATERIAL FACTORS

| | | | |
|---|---|---|---|
| $\gamma_{M0}$ = | 1,00 | Partial safety factor | [2.2] |
| $\gamma_{M1}$ = | 1,00 | Partial safety factor | [2.2] |
| $\gamma_{M2}$ = | 1,25 | Partial safety factor | [2.2] |
| $\gamma_{M3}$ = | 1,25 | Partial safety factor | [2.2] |

# LOADS

**Ultimate limit state**

Case: Manual calculations.

$M_{b1,Ed}$ = 254,11 [kN*m] Bending moment in the right beam
$V_{b1,Ed}$ = 105,72 [kN] Shear force in the right beam
$N_{b1,Ed}$ = 52,45 [kN] Axial force in the right beam

# RESULTS

## BEAM RESISTANCES

**TENSION**

$A_b$ = 7270 [mm$^2$] Area EN1993-1-1:[6.2.3]

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

$N_{tb,Rd}$ = 1999,25 [kN] Design tensile resistance of the section EN1993-1-1:[6.2.3]

**SHEAR**

$A_{vb}$ = 6391 [mm$^2$] Shear area EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]

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

$V_{cb,Rd}$ = 1014,68 [kN] Design sectional resistance for shear EN1993-1-1:[6.2.6.(2)]

$V_{b1,Ed} / V_{cb,Rd} \leq 1,0$ 0,10 < 1,00 verified (0,10)

**BENDING - PLASTIC MOMENT (WITHOUT BRACKETS)**

$W_{plb}$ = 1019000 [mm$^3$] Plastic section modulus EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]

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

$M_{b,pl,Rd}$ = 280,22 [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**

$W_{pl}$ = 2156423 [mm$^3$] Plastic section modulus EN1993-1-1:[6.2.5]

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

$M_{cb,Rd}$ = 593,02 [kN*m] Design resistance of the section for bending EN1993-1-1:[6.2.5]

**FLANGE AND WEB - COMPRESSION**

$M_{cb,Rd}$ = 593,02 [kN*m] Design resistance of the section for bending EN1993-1-1:[6.2.5]

$h_f$ = 709 [mm] Distance between the centroids of flanges [6.2.6.7.(1)]

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

$F_{c,fb,Rd}$ = 836,12 [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:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $\beta$ = | 6,0 | [Deg] | Angle between the front plate and the beam | |
| $\gamma$ = | 19,1 | [Deg] | Inclination angle of the bracket plate | |
| $b_{eff,c,wb}$ = | 229 | [mm] | Effective width of the web for compression | [6.2.6.2.(1)] |
| $A_{vb}$ = | 3511 | [mm$^2$] | Shear area | EN1993-1-1:[6.2.6.(3)] |
| $\omega$ = | 0,86 | | Reduction factor for interaction with shear | [6.2.6.2.(1)] |
| $\sigma_{com,Ed}$ = | 225,97 | [MPa] | Maximum compressive stress in web | [6.2.6.2.(2)] |
| $k_{wc}$ = | 0,88 | | Reduction factor conditioned by compressive stresses | [6.2.6.2.(2)] |
| $A_s$ = | 1620 | [mm$^2$] | Area of the web stiffener | EN1993-1-1:[6.2.4] |

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

$F_{c,wb,Rd1}$ = 3238,44 [kN] Beam web resistance [6.2.6.2.(1)]

Buckling:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $d_{wb}$ = | 299 | [mm] | Height of compressed web | [6.2.6.2.(1)] |
| $\lambda_p$ = | 1,12 | | Plate slenderness of an element | [6.2.6.2.(1)] |
| $\rho$ = | 0,74 | | Reduction factor for element buckling | [6.2.6.2.(1)] |
| $\lambda_s$ = | 5,94 | | Stiffener slenderness | EN1993-1-1:[6.3.1.2] |
| $\chi$ = | 1,00 | | Buckling coefficient of the stiffener | EN1993-1-1:[6.3.1.2] |

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

$F_{c,wb,Rd2}$ = 2819,34 [kN] Beam web resistance [6.2.6.2.(1)]

Resistance of the bracket flange

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

$F_{c,wb,Rd3}$ = 701,25 [kN] Resistance of the bracket flange [6.2.6.7.(1)]

Final resistance:

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

$F_{c,wb,Rd,low}$ = 701,25 [kN] Beam web resistance [6.2.6.2.(1)]

## COLUMN RESISTANCES

### WEB PANEL - SHEAR

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $M_{b1,Ed}$ = | 254,11 | [kN*m] | Bending moment (right beam) | [5.3.(3)] |
| $M_{b2,Ed}$ = | 0,00 | [kN*m] | Bending moment (left beam) | [5.3.(3)] |
| $V_{c1,Ed}$ = | 0,00 | [kN] | Shear force (lower column) | [5.3.(3)] |
| $V_{c2,Ed}$ = | 0,00 | [kN] | Shear force (upper column) | [5.3.(3)] |
| z = | 621 | [mm] | Lever arm | [6.2.5] |

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

$V_{wp,Ed}$ = 409,44 [kN] Shear force acting on the web panel [5.3.(3)]

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $A_{vs}$ = | 4273 | [mm$^2$] | Shear area of the column web | EN1993-1-1:[6.2.6.(3)] |
| $A_{vc}$ = | 4273 | [mm$^2$] | Shear area | EN1993-1-1:[6.2.6.(3)] |
| $d_s$ = | 720 | [mm] | Distance between the centroids of stiffeners | [6.2.6.1.(4)] |
| $M_{pl,fc,Rd}$ = | 2,26 | [kN*m] | Plastic resistance of the column flange for bending | [6.2.6.1.(4)] |
| $M_{pl,stu,Rd}$ = | 1,24 | [kN*m] | Plastic resistance of the upper transverse stiffener for bending | [6.2.6.1.(4)] |
| $M_{pl,stl,Rd}$ = | 1,24 | [kN*m] | Plastic resistance of the lower transverse stiffener for bending | [6.2.6.1.(4)] |

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

$V_{wp,Rd}$ = 620,30 [kN] Resistance of the column web panel for shear [6.2.6.1]

$V_{wp,Ed} / V_{wp,Rd} \le 1,0$ 0,66 < 1,00 verified (0,66)

### WEB - TRANSVERSE COMPRESSION - LEVEL OF THE BEAM BOTTOM FLANGE

Bearing:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $t_{wc}$ = | 9 | [mm] | Effective thickness of the column web | [6.2.6.2.(6)] |
| $b_{eff,c,wc}$ = | 248 | [mm] | Effective width of the web for compression | [6.2.6.2.(1)] |
| $A_{vc}$ = | 4273 | [mm$^2$] | Shear area | EN1993-1-1:[6.2.6.(3)] |
| $\omega$ = | 0,87 | | 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)] |

$t_{wc}$ = 9 [mm] Effective thickness of the column web [6.2.6.2.(6)]
$A_s$ = 1714 [mm$^2$] Area of the web stiffener EN1993-1-1:[6.2.4]
$F_{c,wc,Rd1} = \omega\ k_{wc}\ b_{eff,c,wc}\ t_{wc}\ f_{yc} / \gamma_{M0} + A_s\ f_{ys} / \gamma_{M0}$
$F_{c,wc,Rd1}$ = 980,84 [kN] Column web resistance [6.2.6.2.(1)]
Buckling:
$d_{wc}$ = 331 [mm] Height of compressed web [6.2.6.2.(1)]
$\lambda_p$ = 1,14 Plate slenderness of an element [6.2.6.2.(1)]
$\rho$ = 0,72 Reduction factor for element buckling [6.2.6.2.(1)]
$\lambda_s$ = 6,22 Stiffener slenderness EN1993-1-1:[6.3.1.2]
$\chi_s$ = 1,00 Buckling coefficient of the stiffener EN1993-1-1:[6.3.1.2]
$F_{c,wc,Rd2} = \omega\ k_{wc}\ \rho\ b_{eff,c,wc}\ t_{wc}\ f_{yc} / \gamma_{M1} + A_s\ \chi_s\ f_{ys} / \gamma_{M1}$
$F_{c,wc,Rd2}$ = 840,67 [kN] Column web resistance [6.2.6.2.(1)]
Final resistance:
$F_{c,wc,Rd,low} = \text{Min}\ (F_{c,wc,Rd1}\ ,\ F_{c,wc,Rd2})$
$F_{c,wc,Rd}$ = 840,67 [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 | 24 | - | 45 | - | 80 | 150 | 160 | 150 | 160 | 155 | 125 | 125 | 125 |
| 2 | 24 | - | 45 | - | 120 | 150 | 152 | 150 | 152 | 240 | 120 | 120 | 120 |
| 3 | 24 | - | 45 | - | 140 | 150 | 152 | 150 | 152 | 280 | 140 | 140 | 140 |
| 4 | 24 | - | 45 | - | 140 | 150 | 152 | 150 | 152 | 280 | 140 | 140 | 140 |
| 5 | 24 | - | 45 | - | 120 | 150 | 152 | 150 | 152 | 240 | 120 | 120 | 120 |
| 6 | 24 | - | 45 | - | 80 | 150 | 154 | 150 | 154 | 155 | 118 | 118 | 118 |

### 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 | 35 | - | 40 | - | 80 | 222 | 216 | 216 | 216 | 191 | 160 | 160 | 160 |
| 2 | 35 | - | 40 | - | 120 | 222 | 191 | 191 | 191 | 240 | 120 | 120 | 120 |
| 3 | 35 | - | 40 | - | 140 | 222 | 191 | 191 | 191 | 280 | 140 | 140 | 140 |
| 4 | 35 | - | 40 | - | 140 | 222 | 191 | 191 | 191 | 280 | 140 | 140 | 140 |
| 5 | 35 | - | 40 | - | 120 | 222 | 191 | 191 | 191 | 240 | 120 | 120 | 120 |
| 6 | 35 | - | 40 | - | 80 | 222 | 191 | 191 | 191 | 191 | 136 | 136 | 136 |

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 TENSION

$F_{t,Rd}$ = 113,04 [kN] Bolt resistance for tension [Table 3.4]
$B_{p,Rd}$ = 210,09 [kN] Punching shear resistance of a bolt [Table 3.4]
$N_{j,Rd} = \text{Min}\ (N_{tb,Rd}\ ,\ n_v\ n_h\ F_{t,Rd}\ ,\ n_v\ n_h\ B_{p,Rd})$

$N_{j,Rd}$ = 1356,48 [kN] Connection resistance for tension [6.2]

$N_{b1,Ed} / N_{j,Rd} \leq 1,0$ 0,04 < 1,00 verified (0,04)

## CONNECTION RESISTANCE FOR BENDING

$F_{t,Rd}$ = 113,04 [kN] Bolt resistance for tension [Table 3.4]

$B_{p,Rd}$ = 210,09 [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 |
|---|---|---|
| $F_{t1,Rd} = Min (F_{t1,Rd,comp})$ | 200,38 | Bolt row resistance |
| $F_{t,fc,Rd(1)} = 200,38$ | 200,38 | Column flange - tension |
| $F_{t,wc,Rd(1)} = 335,77$ | 335,77 | Column web - tension |
| $F_{t,ep,Rd(1)} = 226,08$ | 226,08 | Front plate - tension |
| $F_{t,wb,Rd(1)} = 475,12$ | 475,12 | Beam web - tension |
| $B_{p,Rd} = 420,18$ | 420,18 | Bolts due to shear punching |
| $V_{wp,Rd}/\beta = 620,30$ | 620,30 | Web panel - shear |
| $F_{c,wc,Rd} = 840,67$ | 840,67 | Column web - compression |
| $F_{c,fb,Rd} = 836,12$ | 836,12 | Beam flange - compression |
| $F_{c,wb,Rd} = 701,25$ | 701,25 | Beam web - compression |

**RESISTANCE OF THE BOLT ROW NO. 2**

| $F_{t2,Rd,comp}$ - Formula | $F_{t2,Rd,comp}$ | Component |
|---|---|---|
| $F_{t2,Rd} = Min (F_{t2,Rd,comp})$ | 164,78 | Bolt row resistance |
| $F_{t,fc,Rd(2)} = 196,36$ | 196,36 | Column flange - tension |
| $F_{t,wc,Rd(2)} = 335,77$ | 335,77 | Column web - tension |
| $F_{t,ep,Rd(2)} = 226,08$ | 226,08 | Front plate - tension |
| $F_{t,wb,Rd(2)} = 421,02$ | 421,02 | Beam web - tension |
| $B_{p,Rd} = 420,18$ | 420,18 | Bolts due to shear punching |
| $V_{wp,Rd}/\beta - \sum_1^1 F_{ti,Rd} = 620,30 - 200,38$ | 419,92 | Web panel - shear |
| $F_{c,wc,Rd} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 840,67 - 200,38$ | 640,29 | Column web - compression |
| $F_{c,fb,Rd} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 836,12 - 200,38$ | 635,74 | Beam flange - compression |
| $F_{c,wb,Rd} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 701,25 - 200,38$ | 500,87 | Beam web - compression |
| $F_{t,fc,Rd(2+1)} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 365,16 - 200,38$ | 164,78 | Column flange - tension - group |
| $F_{t,wc,Rd(2+1)} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 504,37 - 200,38$ | 303,99 | Column web - tension - group |
| $F_{t,ep,Rd(2+1)} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 422,33 - 200,38$ | 221,95 | Front plate - tension - group |
| $F_{t,wb,Rd(2+1)} - \sum_1^1 F_{tj,Rd} = 616,61 - 200,38$ | 416,22 | Beam web - tension - group |

**RESISTANCE OF THE BOLT ROW NO. 3**

| $F_{t3,Rd,comp}$ - Formula | $F_{t3,Rd,comp}$ | Component |
|---|---|---|
| $F_{t3,Rd} = Min (F_{t3,Rd,comp})$ | 190,84 | Bolt row resistance |
| $F_{t,fc,Rd(3)} = 196,36$ | 196,36 | Column flange - tension |
| $F_{t,wc,Rd(3)} = 335,77$ | 335,77 | Column web - tension |
| $F_{t,ep,Rd(3)} = 226,08$ | 226,08 | Front plate - tension |
| $F_{t,wb,Rd(3)} = 421,02$ | 421,02 | Beam web - tension |
| $B_{p,Rd} = 420,18$ | 420,18 | Bolts due to shear punching |

| $F_{t3,Rd,comp}$ - Formula | $F_{t3,Rd,comp}$ | Component |
|---|---|---|
| $V_{wp,Rd}/\beta$ - $\sum_1^2 F_{ti,Rd}$ = 620,30 - 365,16 | 255,14 | Web panel - shear |
| $F_{c,wc,Rd}$ - $\sum_1^2 F_{tj,Rd}$ = 840,67 - 365,16 | 475,51 | Column web - compression |
| $F_{c,fb,Rd}$ - $\sum_1^2 F_{tj,Rd}$ = 836,12 - 365,16 | 470,96 | Beam flange - compression |
| $F_{c,wb,Rd}$ - $\sum_1^2 F_{tj,Rd}$ = 701,25 - 365,16 | 336,09 | Beam web - compression |
| $F_{t,fc,Rd(3+2)}$ - $\sum_2^2 F_{tj,Rd}$ = 372,36 - 164,78 | 207,58 | Column flange - tension - group |
| $F_{t,wc,Rd(3+2)}$ - $\sum_2^2 F_{tj,Rd}$ = 528,06 - 164,78 | 363,28 | Column web - tension - group |
| $F_{t,fc,Rd(3+2+1)}$ - $\sum_2^1 F_{tj,Rd}$ = 556,00 - 365,16 | 190,84 | Column flange - tension - group |
| $F_{t,wc,Rd(3+2+1)}$ - $\sum_2^1 F_{tj,Rd}$ = 681,92 - 365,16 | 316,76 | Column web - tension - group |
| $F_{t,ep,Rd(3+2)}$ - $\sum_2^2 F_{tj,Rd}$ = 409,15 - 164,78 | 244,37 | Front plate - tension - group |
| $F_{t,wb,Rd(3+2)}$ - $\sum_2^2 F_{tj,Rd}$ = 572,00 - 164,78 | 407,22 | Beam web - tension - group |
| $F_{t,ep,Rd(3+2+1)}$ - $\sum_2^1 F_{tj,Rd}$ = 633,41 - 365,16 | 268,25 | Front plate - tension - group |
| $F_{t,wb,Rd(3+2+1)}$ - $\sum_2^1 F_{tj,Rd}$ = 924,61 - 365,16 | 559,45 | 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 ($F_{t4,Rd,comp}$) | 64,30 | Bolt row resistance |
| $F_{t,fc,Rd(4)}$ = 196,36 | 196,36 | Column flange - tension |
| $F_{t,wc,Rd(4)}$ = 335,77 | 335,77 | Column web - tension |
| $F_{t,ep,Rd(4)}$ = 226,08 | 226,08 | Front plate - tension |
| $F_{t,wb,Rd(4)}$ = 421,02 | 421,02 | Beam web - tension |
| $B_{p,Rd}$ = 420,18 | 420,18 | Bolts due to shear punching |
| $V_{wp,Rd}/\beta$ - $\sum_1^3 F_{ti,Rd}$ = 620,30 - 556,00 | 64,30 | Web panel - shear |
| $F_{c,wc,Rd}$ - $\sum_1^3 F_{tj,Rd}$ = 840,67 - 556,00 | 284,67 | Column web - compression |
| $F_{c,fb,Rd}$ - $\sum_1^3 F_{tj,Rd}$ = 836,12 - 556,00 | 280,12 | Beam flange - compression |
| $F_{c,wb,Rd}$ - $\sum_1^3 F_{tj,Rd}$ = 701,25 - 556,00 | 145,25 | Beam web - compression |
| $F_{t,fc,Rd(4+3)}$ - $\sum_3^3 F_{tj,Rd}$ = 381,68 - 190,84 | 190,84 | Column flange - tension - group |
| $F_{t,wc,Rd(4+3)}$ - $\sum_3^3 F_{tj,Rd}$ = 557,11 - 190,84 | 366,27 | Column web - tension - group |
| $F_{t,fc,Rd(4+3+2)}$ - $\sum_3^2 F_{tj,Rd}$ = 563,20 - 355,62 | 207,58 | Column flange - tension - group |
| $F_{t,wc,Rd(4+3+2)}$ - $\sum_3^2 F_{tj,Rd}$ = 696,93 - 355,62 | 341,31 | Column web - tension - group |
| $F_{t,fc,Rd(4+3+2+1)}$ - $\sum_3^1 F_{tj,Rd}$ = 746,84 - 556,00 | 190,84 | Column flange - tension - group |
| $F_{t,wc,Rd(4+3+2+1)}$ - $\sum_3^1 F_{tj,Rd}$ = 792,75 - 556,00 | 236,75 | Column web - tension - group |
| $F_{t,ep,Rd(4+3)}$ - $\sum_3^3 F_{tj,Rd}$ = 422,15 - 190,84 | 231,31 | Front plate - tension - group |
| $F_{t,wb,Rd(4+3)}$ - $\sum_3^3 F_{tj,Rd}$ = 616,00 - 190,84 | 425,16 | Beam web - tension - group |
| $F_{t,ep,Rd(4+3+2)}$ - $\sum_3^2 F_{tj,Rd}$ = 620,22 - 355,62 | 264,60 | Front plate - tension - group |
| $F_{t,wb,Rd(4+3+2)}$ - $\sum_3^2 F_{tj,Rd}$ = 880,00 - 355,62 | 524,38 | Beam web - tension - group |
| $F_{t,ep,Rd(4+3+2+1)}$ - $\sum_3^1 F_{tj,Rd}$ = 844,49 - 556,00 | 288,49 | Front plate - tension - group |
| $F_{t,wb,Rd(4+3+2+1)}$ - $\sum_3^1 F_{tj,Rd}$ = 1232,61 - 556,00 | 676,60 | Beam web - tension - group |

**RESISTANCE OF THE BOLT ROW NO. 5**

| $F_{t5,Rd,comp}$ - Formula | $F_{t5,Rd,comp}$ | Component |
|---|---|---|
| $F_{t5,Rd}$ = Min ($F_{t5,Rd,comp}$) | 0,00 | Bolt row resistance |
| $F_{t,fc,Rd(5)}$ = 196,36 | 196,36 | Column flange - tension |
| $F_{t,wc,Rd(5)}$ = 335,77 | 335,77 | Column web - tension |
| $F_{t,ep,Rd(5)}$ = 226,08 | 226,08 | Front plate - tension |
| $F_{t,wb,Rd(5)}$ = 421,02 | 421,02 | Beam web - tension |
| $B_{p,Rd}$ = 420,18 | 420,18 | Bolts due to shear punching |
| $V_{wp,Rd}/\beta$ - $\sum_1^4 F_{ti,Rd}$ = 620,30 - 620,30 | 0,00 | Web panel - shear |
| $F_{c,wc,Rd}$ - $\sum_1^4 F_{tj,Rd}$ = 840,67 - 620,30 | 220,37 | Column web - compression |
| $F_{c,fb,Rd}$ - $\sum_1^4 F_{tj,Rd}$ = 836,12 - 620,30 | 215,82 | Beam flange - compression |
| $F_{c,wb,Rd}$ - $\sum_1^4 F_{tj,Rd}$ = 701,25 - 620,30 | 80,95 | Beam web - compression |
| $F_{t,fc,Rd(5+4)}$ - $\sum_4^4 F_{tj,Rd}$ = 372,36 - 64,30 | 308,06 | Column flange - tension - group |
| $F_{t,wc,Rd(5+4)}$ - $\sum_4^4 F_{tj,Rd}$ = 528,06 - 64,30 | 463,75 | Column web - tension - group |

| $F_{t5,Rd,comp}$ - Formula | $F_{t5,Rd,comp}$ | Component |
|---|---|---|
| $F_{t,fc,Rd(5+4+3)} - \sum_4^3 F_{tj,Rd}$ = 563,20 - 255,14 | 308,06 | Column flange - tension - group |
| $F_{t,wc,Rd(5+4+3)} - \sum_4^3 F_{tj,Rd}$ = 696,93 - 255,14 | 441,78 | Column web - tension - group |
| $F_{t,fc,Rd(5+4+3+2)} - \sum_4^2 F_{tj,Rd}$ = 744,72 - 419,92 | 324,80 | Column flange - tension - group |
| $F_{t,wc,Rd(5+4+3+2)} - \sum_4^2 F_{tj,Rd}$ = 789,92 - 419,92 | 370,00 | Column web - tension - group |
| $F_{t,fc,Rd(5+4+3+2+1)} - \sum_4^1 F_{tj,Rd}$ = 928,36 - 620,30 | 308,06 | Column flange - tension - group |
| $F_{t,wc,Rd(5+4+3+2+1)} - \sum_4^1 F_{tj,Rd}$ = 853,80 - 620,30 | 233,50 | Column web - tension - group |
| $F_{t,ep,Rd(5+4)} - \sum_4^4 F_{tj,Rd}$ = 409,15 - 64,30 | 344,84 | Front plate - tension - group |
| $F_{t,wb,Rd(5+4)} - \sum_4^4 F_{tj,Rd}$ = 572,00 - 64,30 | 507,70 | Beam web - tension - group |
| $F_{t,ep,Rd(5+4+3)} - \sum_4^3 F_{tj,Rd}$ = 620,22 - 255,14 | 365,08 | Front plate - tension - group |
| $F_{t,wb,Rd(5+4+3)} - \sum_4^3 F_{tj,Rd}$ = 880,00 - 255,14 | 624,86 | Beam web - tension - group |
| $F_{t,ep,Rd(5+4+3+2)} - \sum_4^2 F_{tj,Rd}$ = 818,29 - 419,92 | 398,37 | Front plate - tension - group |
| $F_{t,wb,Rd(5+4+3+2)} - \sum_4^2 F_{tj,Rd}$ = 1144,00 - 419,92 | 724,08 | Beam web - tension - group |
| $F_{t,ep,Rd(5+4+3+2+1)} - \sum_4^1 F_{tj,Rd}$ = 1042,56 - 620,30 | 422,25 | Front plate - tension - group |
| $F_{t,wb,Rd(5+4+3+2+1)} - \sum_4^1 F_{tj,Rd}$ = 1496,61 - 620,30 | 876,30 | Beam web - tension - group |

The remaining bolts are inactive (they do not carry loads) because resistance of one of the connection components has been used up or these bolts are positioned below the center of rotation.

**SUMMARY TABLE OF FORCES**

| Nr | $h_j$ | $F_{tj,Rd}$ | $F_{t,fc,Rd}$ | $F_{t,wc,Rd}$ | $F_{t,ep,Rd}$ | $F_{t,wb,Rd}$ | $F_{t,Rd}$ | $B_{p,Rd}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 661 | 200,38 | 200,38 | 335,77 | 226,08 | 475,12 | 226,08 | 420,18 |
| 2 | 581 | 164,78 | 196,36 | 335,77 | 226,08 | 421,02 | 226,08 | 420,18 |
| 3 | 421 | 190,84 | 196,36 | 335,77 | 226,08 | 421,02 | 226,08 | 420,18 |
| 4 | 301 | 64,30 | 196,36 | 335,77 | 226,08 | 421,02 | 226,08 | 420,18 |
| 5 | 141 | - | 196,36 | 335,77 | 226,08 | 421,02 | 226,08 | 420,18 |
| 6 | 61 | - | 197,42 | 335,77 | 226,08 | 421,02 | 226,08 | 420,18 |

**CONNECTION RESISTANCE FOR BENDING $M_{j,Rd}$**

$M_{j,Rd} = \sum h_j F_{tj,Rd}$

$M_{j,Rd}$ = 327,66 [kN*m] Connection resistance for bending [6.2]

$M_{b1,Ed} / M_{j,Rd} \leq 1,0$ 0,78 < 1,00 verified (0,78)

## CONNECTION RESISTANCE FOR SHEAR

| | | | |
|---|---|---|---|
| $\alpha_v$ = | 0,60 | Coefficient for calculation of $F_{v,Rd}$ | [Table 3.4] |
| $\beta_{Lf}$ = | 0,89 | Reduction factor for long connections | [3.8] |
| $F_{v,Rd}$ = | 85,65 [kN] | Shear resistance of a single bolt | [Table 3.4] |
| $F_{t,Rd,max}$ = | 113,04 [kN] | Tensile resistance of a single bolt | [Table 3.4] |
| $F_{b,Rd,int}$ = | 185,76 [kN] | Bearing resistance of an intermediate bolt | [Table 3.4] |
| $F_{b,Rd,ext}$ = | 185,76 [kN] | Bearing resistance of an outermost bolt | [Table 3.4] |

| Nr | $F_{tj,Rd,N}$ | $F_{tj,Ed,N}$ | $F_{tj,Rd,M}$ | $F_{tj,Ed,M}$ | $F_{tj,Ed}$ | $F_{vj,Rd}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 226,08 | 8,74 | 200,38 | 155,40 | 164,14 | 82,47 |
| 2 | 226,08 | 8,74 | 164,78 | 127,79 | 136,53 | 97,41 |
| 3 | 226,08 | 8,74 | 190,84 | 148,00 | 156,74 | 86,47 |
| 4 | 226,08 | 8,74 | 64,30 | 49,87 | 58,61 | 139,58 |
| 5 | 226,08 | 8,74 | 0,00 | 0,00 | 8,74 | 166,57 |
| 6 | 226,08 | 8,74 | 0,00 | 0,00 | 8,74 | 166,57 |

$F_{tj,Rd,N}$ – Bolt row resistance for simple tension
$F_{tj,Ed,N}$ – Force due to axial force in a bolt row
$F_{tj,Rd,M}$ – Bolt row resistance for simple bending
$F_{tj,Ed,M}$ – Force due to moment in a bolt row
$F_{tj,Ed}$ – Maximum tensile force in a bolt row
$F_{vj,Rd}$ – Reduced bolt row resistance

$F_{tj,Ed,N} = N_{j,Ed} F_{tj,Rd,N} / N_{j,Rd}$
$F_{tj,Ed,M} = M_{j,Ed} F_{tj,Rd,M} / M_{j,Rd}$
$F_{tj,Ed} = F_{tj,Ed,N} + F_{tj,Ed,M}$
$F_{vj,Rd} = \text{Min} (n_h F_{v,Ed} (1 - F_{tj,Ed}/ (1.4 n_h F_{t,Rd,max}), n_h F_{v,Rd} , n_h F_{b,Rd}))$

$V_{j,Rd} = n_h \sum_1^n F_{vj,Rd}$ [Table 3.4]

$V_{j,Rd}$ = 739,08 [kN] Connection resistance for shear [Table 3.4]

| | | | |
|---|---|---|---|
| $V_{b1,Ed} / V_{j,Rd} \leq 1,0$ | 0,14 < 1,00 | verified | (0,14) |

## WELD RESISTANCE

| | | | |
|---|---|---|---|
| $A_w$ = | 13643 [mm²] | Area of all welds | [4.5.3.2(2)] |
| $A_{wy}$ = | 7168 [mm²] | Area of horizontal welds | [4.5.3.2(2)] |
| $A_{wz}$ = | 6475 [mm²] | Area of vertical welds | [4.5.3.2(2)] |
| $I_{wy}$ = | 885720814 [mm⁴] | Moment of inertia of the weld arrangement with respect to the hor. axis | [4.5.3.2(5)] |
| $\sigma_{\perp max}=\tau_{\perp max}$ = | 75,70 [MPa] | Normal stress in a weld | [4.5.3.2(6)] |
| $\sigma_{\perp}=\tau_{\perp}$ = | 68,90 [MPa] | Stress in a vertical weld | [4.5.3.2(5)] |
| $\tau_{II}$ = | 16,33 [MPa] | Tangent stress | [4.5.3.2(5)] |
| $\beta_w$ = | 0,85 | Correlation coefficient | [4.5.3.2(7)] |

| | | | |
|---|---|---|---|
| $\sqrt{[\sigma_{\perp max}^2 + 3*(\tau_{\perp max}^2)]} \leq f_u/(\beta_w*\gamma_{M2})$ | 151,39 < 404,71 | verified | (0,37) |
| $\sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3*(\tau_{\perp}^2+\tau_{II}^2)]} \leq f_u/(\beta_w*\gamma_{M2})$ | 140,67 < 404,71 | verified | (0,35) |
| $\sigma_{\perp} \leq 0.9*f_u/\gamma_{M2}$ | 75,70 < 309,60 | verified | (0,24) |

## CONNECTION STIFFNESS

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $t_{wash}$ = | 4 | [mm] | Washer thickness | [6.2.6.3.(2)] |
| $h_{head}$ = | 12 | [mm] | Bolt head height | [6.2.6.3.(2)] |
| $h_{nut}$ = | 16 | [mm] | Bolt nut height | [6.2.6.3.(2)] |
| $L_b$ = | 56 | [mm] | Bolt length | [6.2.6.3.(2)] |
| $k_{10}$ = | 5 | [mm] | Stiffness coefficient of bolts | [6.3.2.(1)] |

**STIFFNESSES OF BOLT ROWS**

| Nr | hj | $k_3$ | $k_4$ | $k_5$ | $k_{eff,j}$ | $k_{eff,j}$ $h_j$ | $k_{eff,j}$ $h_j^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Sum | 2710 | 1326527 |
| 1 | 661 | 2 | 20 | 26 | 1 | 819 | 541363 |
| 2 | 581 | 2 | 19 | 20 | 1 | 691 | 401471 |
| 3 | 421 | 2 | 23 | 23 | 1 | 560 | 235487 |
| 4 | 301 | 2 | 23 | 23 | 1 | 400 | 120291 |
| 5 | 141 | 2 | 19 | 20 | 1 | 167 | 23552 |
| 6 | 61 | 2 | 19 | 22 | 1 | 72 | 4364 |

$k_{eff,j} = 1 / (\sum_3^5 (1 / k_{i,j}))$ [6.3.3.1.(2)]
$z_{eq} = \sum_j k_{eff,j} h_j^2 / \sum_j k_{eff,j} h_j$
$z_{eq}$ = 489 [mm] Equivalent force arm [6.3.3.1.(3)]
$k_{eq} = \sum_j k_{eff,j} h_j / z_{eq}$
$k_{eq}$ = 6 [mm] Equivalent stiffness coefficient of a bolt arrangement [6.3.3.1.(1)]
$A_{vc}$ = 4273 [mm²] Shear area EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]
$\beta$ = 1,00 Transformation parameter [5.3.(7)]
z = 489 [mm] Lever arm [6.2.5]

| | | | |
|---|---|---|---|
| $A_{vc}$ = 4273 | [mm²] | Shear area | EN1993-1-1:[6.2.6.(3)] |
| $k_1$ = 3 | [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)]

| | | | |
|---|---|---|---|
| $S_{j,ini}$ = 101882,60 | [kN*m] | Initial rotational stiffness | [6.3.1.(4)] |
| $\mu$ = 1,50 | | Stiffness coefficient of a connection | [6.3.1.(6)] |

$S_j = S_{j,ini} / \mu$ [6.3.1.(4)]

| | | | |
|---|---|---|---|
| $S_j$ = 67723,29 | [kN*m] | Final rotational stiffness | [6.3.1.(4)] |

**Connection classification due to stiffness.**

| | | | |
|---|---|---|---|
| $S_{j,rig}$ = 53365,60 | [kN*m] | Stiffness of a rigid connection | [5.2.2.5] |
| $S_{j,pin}$ = 3335,35 | [kN*m] | Stiffness of a pinned connection | [5.2.2.5] |

$S_{j,ini} \geq S_{j,rig}$ RIGID

## WEAKEST COMPONENT:

COLUMN WEB PANEL - SHEAR

## REMARKS

The thickness of bracket flange is less than the thickness of beam flange 12 [mm] < 13 [mm]

**Connection conforms to the code** Ratio 0,78

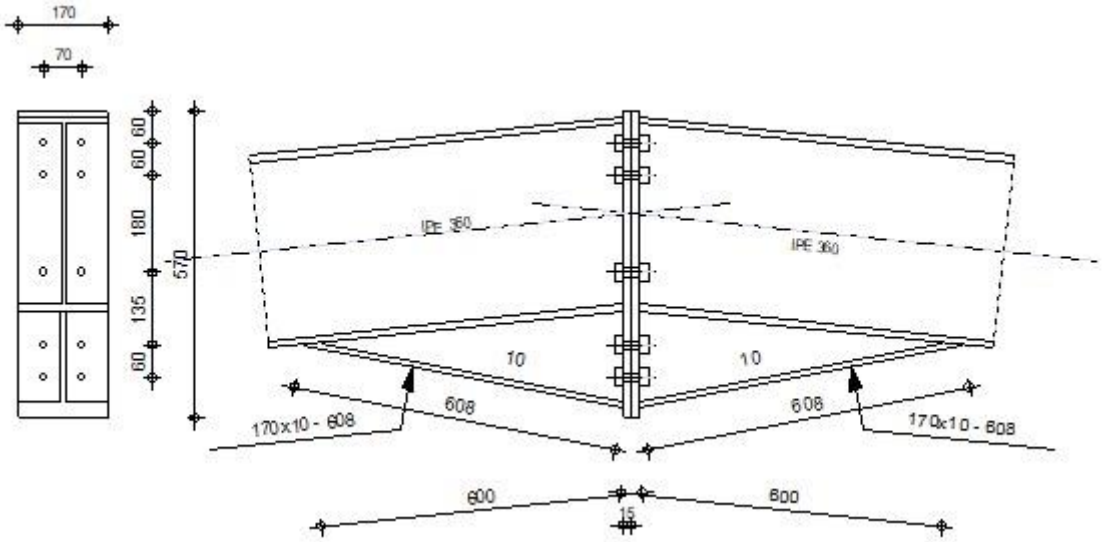
Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2021

# NADSTREŠNICA - PREČKA PREČKA

EN 1993-1-8:2005/AC:2009

OK

Ratio **0,67**




## GENERAL

Connection no.: 2
Connection name: Beam-Beam

## GEOMETRY

### LEFT SIDE

### BEAM

Section: IPE 360

| | | | |
|---|---|---|---|
| $\alpha$ = | -174,0 | [Deg] | Inclination angle |
| $h_{bl}$ = | 360 | [mm] | Height of beam section |
| $b_{fbl}$ = | 170 | [mm] | Width of beam section |
| $t_{wbl}$ = | 8 | [mm] | Thickness of the web of beam section |
| $t_{fbl}$ = | 13 | [mm] | Thickness of the flange of beam section |
| $r_{bl}$ = | 18 | [mm] | Radius of beam section fillet |
| $A_{bl}$ = | 7270 | [mm$^2$] | Cross-sectional area of a beam |
| $I_{xbl}$ = | 162700000 | [mm$^4$] | Moment of inertia of the beam section |

Material: S275
$f_{yb}$ = 275,00 [MPa] Resistance

### RIGHT SIDE

### BEAM

Section: IPE 360

| | | | |
|---|---|---|---|
| $\alpha$ = | -6,0 | [Deg] | Inclination angle |
| $h_{br}$ = | 360 | [mm] | Height of beam section |
| $b_{fbr}$ = | 170 | [mm] | Width of beam section |
| $t_{wbr}$ = | 8 | [mm] | Thickness of the web of beam section |
| $t_{fbr}$ = | 13 | [mm] | Thickness of the flange of beam section |
| $r_{br}$ = | 18 | [mm] | Radius of beam section fillet |
| $A_{br}$ = | 7270 | [mm$^2$] | Cross-sectional area of a beam |
| $I_{xbr}$ = | 162700000 | [mm$^4$] | Moment of inertia of the beam section |

Material: S275
$f_{yb}$ = 275,00 [MPa] Resistance

## BOLTS

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

| | | | |
|---|---|---|---|
| d = | 16 | [mm] | Bolt diameter |
| Class = | 10.9 | | Bolt class |
| $F_{tRd}$ = | 113,04 | [kN] | Tensile resistance of a bolt |
| $n_h$ = | 2 | | Number of bolt columns |
| $n_v$ = | 5 | | Number of bolt rows |
| $h_1$ = | 60 | [mm] | Distance between first bolt and upper edge of front plate |

Horizontal spacing $e_i$ = 70 [mm]
Vertical spacing $p_i$ = 60;180;135;60 [mm]

## PLATE

| | | | |
|---|---|---|---|
| $h_{pr}$ = | 570 | [mm] | Plate height |
| $b_{pr}$ = | 170 | [mm] | Plate width |
| $t_{pr}$ = | 15 | [mm] | Plate thickness |

Material: STEEL 43-245
$f_{ypr}$ = 245,00 [MPa] Resistance

## LOWER STIFFENER

| | | | |
|---|---|---|---|
| $w_{rd}$ = | 170 | [mm] | Plate width |
| $t_{frd}$ = | 10 | [mm] | Flange thickness |
| $h_{rd}$ = | 180 | [mm] | Plate height |
| $t_{wrd}$ = | 10 | [mm] | Web thickness |
| $l_{rd}$ = | 600 | [mm] | Plate length |
| $\alpha_d$ = | 11,1 | [Deg] | Inclination angle |

Material: STEEL 43-245
$f_{ybu}$ = 245,00 [MPa] Resistance

## FILLET WELDS

| | | | |
|---|---|---|---|
| $a_w$ = | 5 | [mm] | Web weld |
| $a_f$ = | 8 | [mm] | Flange weld |
| $a_{fd}$ = | 5 | [mm] | Horizontal weld |

## MATERIAL FACTORS

| | | | |
|---|---|---|---|
| $\gamma_{M0}$ = | 1,00 | Partial safety factor | [2.2] |
| $\gamma_{M1}$ = | 1,00 | Partial safety factor | [2.2] |
| $\gamma_{M2}$ = | 1,25 | Partial safety factor | [2.2] |
| $\gamma_{M3}$ = | 1,25 | Partial safety factor | [2.2] |

$\gamma_{M0}$ = 1,00 Partial safety factor [2.2]

# LOADS

**Ultimate limit state**

Case: Manual calculations.

$M_{b1,Ed}$ = 164,40 [kN*m] Bending moment in the right beam
$V_{b1,Ed}$ = 11,25 [kN] Shear force in the right beam
$N_{b1,Ed}$ = 18,16 [kN] Axial force in the right beam

# RESULTS

## BEAM RESISTANCES

**TENSION**

$A_b$ = 7270 [mm$^2$] Area EN1993-1-1:[6.2.3]

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

$N_{tb,Rd}$ = 1999,25 [kN] Design tensile resistance of the section EN1993-1-1:[6.2.3]

**SHEAR**

$A_{vb}$ = 5311 [mm$^2$] Shear area EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]

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

$V_{cb,Rd}$ = 843,20 [kN] Design sectional resistance for shear EN1993-1-1:[6.2.6.(2)]

$V_{b1,Ed} / V_{cb,Rd} \leq 1,0$ 0,01 < 1,00 verified (0,01)

**BENDING - PLASTIC MOMENT (WITHOUT BRACKETS)**

$W_{plb}$ = 1019000 [mm$^3$] Plastic section modulus EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]

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

$M_{b,pl,Rd}$ = 280,22 [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**

$W_{pl}$ = 1568431 [mm$^3$] Plastic section modulus EN1993-1-1:[6.2.5]

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

$M_{cb,Rd}$ = 431,32 [kN*m] Design resistance of the section for bending EN1993-1-1:[6.2.5]

**FLANGE AND WEB - COMPRESSION**

$M_{cb,Rd}$ = 431,32 [kN*m] Design resistance of the section for bending EN1993-1-1:[6.2.5]
$h_f$ = 531 [mm] Distance between the centroids of flanges [6.2.6.7.(1)]

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

$F_{c,fb,Rd}$ = 813,04 [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:

$\beta$ = 6,0 [Deg] Angle between the front plate and the beam
$\gamma$ = 11,1 [Deg] Inclination angle of the bracket plate
$b_{eff,c,wb}$ = 210 [mm] Effective width of the web for compression [6.2.6.2.(1)]
$A_{vb}$ = 3511 [mm$^2$] Shear area EN1993-1-1:[6.2.6.(3)]
$\omega$ = 0,88 Reduction factor for interaction with shear [6.2.6.2.(1)]
$\sigma_{com,Ed}$ = 148,36 [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)]

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

$F_{c,wb,Rd1}$ = 1352,36 [kN] Beam web resistance [6.2.6.2.(1)]

Buckling:

$d_{wb}$ = 299 [mm] Height of compressed web [6.2.6.2.(1)]
$\lambda_p$ = 1,07 Plate slenderness of an element [6.2.6.2.(1)]
$\rho$ = 0,76 Reduction factor for element buckling [6.2.6.2.(1)]

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

$F_{c,wb,Rd2}$ = 1028,58 [kN] Beam web resistance [6.2.6.2.(1)]

Final resistance:
$F_{c,wb,Rd,low}$ = Min ($F_{c,wb,Rd1}$ , $F_{c,wb,Rd2}$)
$F_{c,wb,Rd,low}$ = 1028,58 [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 | 25 | - | 50 | - | 60 | 159 | 183 | 159 | 183 | 140 | 131 | 131 | 131 |
| 2 | 25 | - | 50 | - | 120 | 159 | 164 | 159 | 164 | 240 | 120 | 120 | 120 |
| 3 | 25 | - | 50 | - | 158 | 159 | 164 | 159 | 164 | 315 | 158 | 158 | 158 |
| 4 | 25 | - | 50 | - | 98 | 159 | 164 | 159 | 164 | 195 | 98 | 98 | 98 |
| 5 | 25 | - | 50 | - | 60 | 159 | 164 | 159 | 164 | 140 | 112 | 112 | 112 |

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 TENSION

$F_{t,Rd}$ = 113,04 [kN] Bolt resistance for tension [Table 3.4]
$B_{p,Rd}$ = 233,43 [kN] Punching shear resistance of a bolt [Table 3.4]
$N_{j,Rd}$ = Min ($N_{tb,Rd}$ , $n_v$ $n_h$ $F_{t,Rd}$ , $n_v$ $n_h$ $B_{p,Rd}$)
$N_{j,Rd}$ = 1130,40 [kN] Connection resistance for tension [6.2]
$N_{b1,Ed}$ / $N_{j,Rd}$ ≤ 1,0 0,02 < 1,00 verified (0,02)

## CONNECTION RESISTANCE FOR BENDING

$F_{t,Rd}$ = 113,04 [kN] Bolt resistance for tension [Table 3.4]
$B_{p,Rd}$ = 233,43 [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]
$F_{t,wc,Rd}$ = ω $b_{eff,t,wc}$ $t_{wc}$ $f_{yc}$ / $\gamma_{M0}$ [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 ($F_{t1,Rd,comp}$) | 213,97 | Bolt row resistance |
| $F_{t,ep,Rd(1)}$ = 213,97 | 213,97 | Front plate - tension |
| $F_{t,wb,Rd(1)}$ = 350,32 | 350,32 | Beam web - tension |
| $B_{p,Rd}$ = 466,87 | 466,87 | Bolts due to shear punching |

| $F_{t1,Rd,comp}$ - Formula | $F_{t1,Rd,comp}$ | Component |
|---|---|---|
| $F_{c,fb,Rd}$ = 813,04 | 813,04 | Beam flange - compression |
| $F_{c,wb,Rd}$ = 1028,58 | 1028,58 | Beam web - compression |

**RESISTANCE OF THE BOLT ROW NO. 2**

| $F_{t2,Rd,comp}$ - Formula | $F_{t2,Rd,comp}$ | Component |
|---|---|---|
| $F_{t2,Rd}$ = Min ($F_{t2,Rd,comp}$) | 158,50 | Bolt row resistance |
| $F_{t,ep,Rd(2)}$ = 204,81 | 204,81 | Front plate - tension |
| $F_{t,wb,Rd(2)}$ = 350,32 | 350,32 | Beam web - tension |
| $B_{p,Rd}$ = 466,87 | 466,87 | Bolts due to shear punching |
| $F_{c,fb,Rd}$ - $\sum_1^1 F_{tj,Rd}$ = 813,04 - 213,97 | 599,07 | Beam flange - compression |
| $F_{c,wb,Rd}$ - $\sum_1^1 F_{tj,Rd}$ = 1028,58 - 213,97 | 814,61 | Beam web - compression |
| $F_{t,ep,Rd(2+1)}$ - $\sum_1^1 F_{tj,Rd}$ = 372,47 - 213,97 | 158,50 | Front plate - tension - group |
| $F_{t,wb,Rd(2+1)}$ - $\sum_1^1 F_{tj,Rd}$ = 551,96 - 213,97 | 337,99 | 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 ($F_{t3,Rd,comp}$) | 201,73 | Bolt row resistance |
| $F_{t,ep,Rd(3)}$ = 204,81 | 204,81 | Front plate - tension |
| $F_{t,wb,Rd(3)}$ = 350,32 | 350,32 | Beam web - tension |
| $B_{p,Rd}$ = 466,87 | 466,87 | Bolts due to shear punching |
| $F_{c,fb,Rd}$ - $\sum_1^2 F_{tj,Rd}$ = 813,04 - 372,47 | 440,57 | Beam flange - compression |
| $F_{c,wb,Rd}$ - $\sum_1^2 F_{tj,Rd}$ = 1028,58 - 372,47 | 656,11 | Beam web - compression |
| $F_{t,ep,Rd(3+2)}$ - $\sum_2^2 F_{tj,Rd}$ = 385,33 - 158,50 | 226,83 | Front plate - tension - group |
| $F_{t,wb,Rd(3+2)}$ - $\sum_2^2 F_{tj,Rd}$ = 610,50 - 158,50 | 452,00 | Beam web - tension - group |
| $F_{t,ep,Rd(3+2+1)}$ - $\sum_2^1 F_{tj,Rd}$ = 574,20 - 372,47 | 201,73 | Front plate - tension - group |
| $F_{t,wb,Rd(3+2+1)}$ - $\sum_2^1 F_{tj,Rd}$ = 898,46 - 372,47 | 525,99 | 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 ($F_{t4,Rd,comp}$) | 172,73 | Bolt row resistance |
| $F_{t,ep,Rd(4)}$ = 204,81 | 204,81 | Front plate - tension |
| $F_{t,wb,Rd(4)}$ = 350,32 | 350,32 | Beam web - tension |
| $B_{p,Rd}$ = 466,87 | 466,87 | Bolts due to shear punching |
| $F_{c,fb,Rd}$ - $\sum_1^3 F_{tj,Rd}$ = 813,04 - 574,20 | 238,84 | Beam flange - compression |
| $F_{c,wb,Rd}$ - $\sum_1^3 F_{tj,Rd}$ = 1028,58 - 574,20 | 454,38 | Beam web - compression |
| $F_{t,ep,Rd(4+3)}$ - $\sum_3^3 F_{tj,Rd}$ = 374,46 - 201,73 | 172,73 | Front plate - tension - group |
| $F_{t,wb,Rd(4+3)}$ - $\sum_3^3 F_{tj,Rd}$ = 561,00 - 201,73 | 359,27 | Beam web - tension - group |
| $F_{t,ep,Rd(4+3+2)}$ - $\sum_3^2 F_{tj,Rd}$ = 558,06 - 360,23 | 197,83 | Front plate - tension - group |
| $F_{t,wb,Rd(4+3+2)}$ - $\sum_3^2 F_{tj,Rd}$ = 825,00 - 360,23 | 464,77 | Beam web - tension - group |
| $F_{t,ep,Rd(4+3+2+1)}$ - $\sum_3^1 F_{tj,Rd}$ = 746,93 - 574,20 | 172,73 | Front plate - tension - group |
| $F_{t,wb,Rd(4+3+2+1)}$ - $\sum_3^1 F_{tj,Rd}$ = 1112,96 - 574,20 | 538,76 | Beam web - tension - group |

**RESISTANCE OF THE BOLT ROW NO. 5**

| $F_{t5,Rd,comp}$ - Formula | $F_{t5,Rd,comp}$ | Component |
|---|---|---|
| $F_{t5,Rd}$ = Min ($F_{t5,Rd,comp}$) | 66,11 | Bolt row resistance |
| $F_{t,ep,Rd(5)}$ = 204,81 | 204,81 | Front plate - tension |
| $F_{t,wb,Rd(5)}$ = 350,32 | 350,32 | Beam web - tension |
| $B_{p,Rd}$ = 466,87 | 466,87 | Bolts due to shear punching |
| $F_{c,fb,Rd}$ - $\sum_1^4 F_{tj,Rd}$ = 813,04 - 746,93 | 66,11 | Beam flange - compression |
| $F_{c,wb,Rd}$ - $\sum_1^4 F_{tj,Rd}$ = 1028,58 - 746,93 | 281,65 | Beam web - compression |
| $F_{t,ep,Rd(5+4)}$ - $\sum_4^4 F_{tj,Rd}$ = 352,43 - 172,73 | 179,71 | Front plate - tension - group |
| $F_{t,wb,Rd(5+4)}$ - $\sum_4^4 F_{tj,Rd}$ = 460,76 - 172,73 | 288,03 | Beam web - tension - group |
| $F_{t,ep,Rd(5+4+3)}$ - $\sum_4^3 F_{tj,Rd}$ = 554,16 - 374,46 | 179,71 | Front plate - tension - group |
| $F_{t,wb,Rd(5+4+3)}$ - $\sum_4^3 F_{tj,Rd}$ = 807,26 - 374,46 | 432,80 | Beam web - tension - group |

| $F_{t5,Rd,comp}$ - Formula | $F_{t5,Rd,comp}$ | Component |
|---|---|---|
| $F_{t,ep,Rd(5+4+3+2)} - \sum_4^2 F_{tj,Rd}$ = 737,77 - 532,96 | 204,81 | Front plate - tension - group |
| $F_{t,wb,Rd(5+4+3+2)} - \sum_4^2 F_{tj,Rd}$ = 1071,26 - 532,96 | 538,30 | Beam web - tension - group |
| $F_{t,ep,Rd(5+4+3+2+1)} - \sum_4^1 F_{tj,Rd}$ = 926,64 - 746,93 | 179,71 | Front plate - tension - group |
| $F_{t,wb,Rd(5+4+3+2+1)} - \sum_4^1 F_{tj,Rd}$ = 1359,22 - 746,93 | 612,29 | Beam web - tension - group |

**SUMMARY TABLE OF FORCES**

| Nr | $h_j$ | $F_{tj,Rd}$ | $F_{t,fc,Rd}$ | $F_{t,wc,Rd}$ | $F_{t,ep,Rd}$ | $F_{t,wb,Rd}$ | $F_{t,Rd}$ | $B_{p,Rd}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 487 | 213,97 | - | - | 213,97 | 350,32 | 226,08 | 466,87 |
| 2 | 427 | 158,50 | - | - | 204,81 | 350,32 | 226,08 | 466,87 |
| 3 | 247 | 201,73 | - | - | 204,81 | 350,32 | 226,08 | 466,87 |
| 4 | 112 | 172,73 | - | - | 204,81 | 350,32 | 226,08 | 466,87 |
| 5 | 52 | 66,11 | - | - | 204,81 | 350,32 | 226,08 | 466,87 |

**CONNECTION RESISTANCE FOR BENDING $M_{j,Rd}$**

$M_{j,Rd} = \sum h_j F_{tj,Rd}$

$M_{j,Rd}$ = 244,40 [kN*m] Connection resistance for bending [6.2]

$M_{b1,Ed} / M_{j,Rd} \le 1,0$ 0,67 < 1,00 verified (0,67)

## CONNECTION RESISTANCE FOR SHEAR

$\alpha_v$ = 0,60 Coefficient for calculation of $F_{v,Rd}$ [Table 3.4]

$\beta_{Lf}$ = 0,94 Reduction factor for long connections [3.8]

$F_{v,Rd}$ = 90,63 [kN] Shear resistance of a single bolt [Table 3.4]

$F_{t,Rd,max}$ = 113,04 [kN] Tensile resistance of a single bolt [Table 3.4]

$F_{b,Rd,int}$ = 177,73 [kN] Bearing resistance of an intermediate bolt [Table 3.4]

$F_{b,Rd,ext}$ = 206,40 [kN] Bearing resistance of an outermost bolt [Table 3.4]

| Nr | $F_{tj,Rd,N}$ | $F_{tj,Ed,N}$ | $F_{tj,Rd,M}$ | $F_{tj,Ed,M}$ | $F_{tj,Ed}$ | $F_{vj,Rd}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 226,08 | 3,63 | 213,97 | 143,93 | 147,56 | 96,75 |
| 2 | 226,08 | 3,63 | 158,50 | 106,62 | 110,25 | 118,12 |
| 3 | 226,08 | 3,63 | 201,73 | 135,70 | 139,33 | 101,47 |
| 4 | 226,08 | 3,63 | 172,73 | 116,19 | 119,82 | 112,64 |
| 5 | 226,08 | 3,63 | 66,11 | 44,47 | 48,10 | 153,71 |

$F_{tj,Rd,N}$ – Bolt row resistance for simple tension

$F_{tj,Ed,N}$ – Force due to axial force in a bolt row

$F_{tj,Rd,M}$ – Bolt row resistance for simple bending

$F_{tj,Ed,M}$ – Force due to moment in a bolt row

$F_{tj,Ed}$ – Maximum tensile force in a bolt row

$F_{vj,Rd}$ – Reduced bolt row resistance

$F_{tj,Ed,N} = N_{j,Ed} F_{tj,Rd,N} / N_{j,Rd}$

$F_{tj,Ed,M} = M_{j,Ed} F_{tj,Rd,M} / M_{j,Rd}$

$F_{tj,Ed} = F_{tj,Ed,N} + F_{tj,Ed,M}$

$F_{vj,Rd} = \text{Min} (n_h F_{v,Ed} (1 - F_{tj,Ed} / (1.4 n_h F_{t,Rd,max}), n_h F_{v,Rd}, n_h F_{b,Rd}))$

$V_{j,Rd} = n_h \sum_1^n F_{vj,Rd}$ [Table 3.4]

$V_{j,Rd}$ = 582,69 [kN] Connection resistance for shear [Table 3.4]

$V_{b1,Ed} / V_{j,Rd} \le 1,0$ 0,02 < 1,00 verified (0,02)

## WELD RESISTANCE

$A_w$ = 11837 [mm²] Area of all welds [4.5.3.2(2)]

$A_{wy}$ = 7136 [mm²] Area of horizontal welds [4.5.3.2(2)]

$A_{wz}$ = 4701 [mm²] Area of vertical welds [4.5.3.2(2)]

## WELD RESISTANCE

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $A_w$ = | 11837 | [mm²] | Area of all welds | [4.5.3.2(2)] |
| $I_{wy}$ = | 463759128 | [mm⁴] | Moment of inertia of the weld arrangement with respect to the hor. axis | [4.5.3.2(5)] |
| $\sigma_{\perp max}=\tau_{\perp max}$ = | 74,79 | [MPa] | Normal stress in a weld | [4.5.3.2(6)] |
| $\sigma_{\perp}=\tau_{\perp}$ = | 66,16 | [MPa] | Stress in a vertical weld | [4.5.3.2(5)] |
| $\tau_{II}$ = | 2,39 | [MPa] | Tangent stress | [4.5.3.2(5)] |
| $\beta_w$ = | 0,85 | | Correlation coefficient | [4.5.3.2(7)] |

| | | | |
|---|---|---|---|
| $\sqrt{[\sigma_{\perp max}^2 + 3*(\tau_{\perp max}^2)]} \le f_u/(\beta_w*\gamma_{M2})$ | 149,57 < 404,71 | verified | (0,37) |
| $\sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3*(\tau_{\perp}^2+\tau_{II}^2)]} \le f_u/(\beta_w*\gamma_{M2})$ | 132,38 < 404,71 | verified | (0,33) |
| $\sigma_{\perp} \le 0.9*f_u/\gamma_{M2}$ | 74,79 < 309,60 | verified | (0,24) |

## CONNECTION STIFFNESS

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $t_{wash}$ = | 4 | [mm] | Washer thickness | [6.2.6.3.(2)] |
| $h_{head}$ = | 12 | [mm] | Bolt head height | [6.2.6.3.(2)] |
| $h_{nut}$ = | 16 | [mm] | Bolt nut height | [6.2.6.3.(2)] |
| $L_b$ = | 50 | [mm] | Bolt length | [6.2.6.3.(2)] |
| $k_{10}$ = | 5 | [mm] | Stiffness coefficient of bolts | [6.3.2.(1)] |

**STIFFNESSES OF BOLT ROWS**

| Nr | hj | $k_3$ | $k_4$ | $k_5$ | $k_{eff,j}$ | $k_{eff,j}$ $h_j$ | $k_{eff,j}$ $h_j^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Sum | 4696 | 1761131 |
| 1 | 487 | | | 24 | 4 | 1741 | 847453 |
| 2 | 427 | | | 22 | 3 | 1487 | 634597 |
| 3 | 247 | | | 29 | 4 | 929 | 229236 |
| 4 | 112 | | | 18 | 3 | 364 | 40675 |
| 5 | 52 | | | 21 | 3 | 177 | 9170 |

$k_{eff,j} = 1 / (\sum_3^5 (1 / k_{i,j}))$ [6.3.3.1.(2)]

$z_{eq} = \sum_j k_{eff,j} h_j^2 / \sum_j k_{eff,j} h_j$

$z_{eq}$ = 375 [mm] Equivalent force arm [6.3.3.1.(3)]

$k_{eq} = \sum_j k_{eff,j} h_j / z_{eq}$

$k_{eq}$ = 13 [mm] Equivalent stiffness coefficient of a bolt arrangement [6.3.3.1.(1)]

$S_{j,ini} = E\ z_{eq}^2\ k_{eq}$ [6.3.1.(4)]

$S_{j,ini}$ = 361031,80 [kN*m] Initial rotational stiffness [6.3.1.(4)]

$\mu$ = 1,02 Stiffness coefficient of a connection [6.3.1.(6)]

$S_j = S_{j,ini} / \mu$ [6.3.1.(4)]

$S_j$ = 352412,42 [kN*m] Final rotational stiffness [6.3.1.(4)]

**Connection classification due to stiffness.**

$S_{j,rig}$ = 53365,60 [kN*m] Stiffness of a rigid connection [5.2.2.5]

$S_{j,pin}$ = 3335,35 [kN*m] Stiffness of a pinned connection [5.2.2.5]

$S_{j,ini} \ge S_{j,rig}$ RIGID

## WEAKEST COMPONENT:

BEAM FLANGE AND WEB - COMPRESSION

## REMARKS

The thickness of bracket flange is less than the thickness of beam flange `10 [mm] < 13 [mm]`

**Connection conforms to the code** Ratio `0,67`

**Elektronički potpis**
sukladno uredbi (EU) broj 910/2014
Vjerodostojnost ovog dokumenta možete provjeriti skeniranjem QR koda. Skeniranjem ovog koda, sustav će Vas preusmjeriti na stranice izvornika ovog dokumenta, kako biste mogli potvrditi autentičnost. Njegova vjerodostojnost u ovom digitalnom obliku, valjana je i istovjetna potpisanom dokumentu u fizičkom obliku.
MARIO BARKOVIĆ
LIČKO-SENJSKA ŽUPANIJA
Potpisano: 20.04.2021.