

URED OVLAŠTENOG INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA

NEVEN KUNJAŠIĆ, dipl.inž.građ.

OIB 56947606639; Kralja Zvonimira 14/XII, 21000 Split

Tel / Fax 021/483-674; Mob 098/320-904; nevenkunjasic@gmail.com

GRAĐEVINA:

REKONSTRUKCIJA KUĆE

MARKA POLA

LOKACIJA:

k.č. 31/1, 31/2, 31/3, *172/1

*172/2, *160, *1117

k.o. Korčula

INVESTITOR:

GRAD KORČULA

Trg Antuna i Stjepana Radića 1,
Korčula

GLAVNI PROJEKT

GRAĐEVINSKI PROJEKT - PROJEKT KONSTRUKCIJE MEHANIČKA OTPORNOST I STABILNOST GRAĐEVINE

GLAVNI PROJEKTANT: NEVEN KUNJAŠIĆ, dipl.inž.građ.

SURADNIK: IVICA ŽAJA, mag.ing.aedif.

TD: 33 S/15

DATUM: studeni 2015.

SADRŽAJ

1. OPĆI DIO

1.1.	Popis suradnika.....	4
1.2.	Popis mapa glavnog projekta.....	5
1.3.	Izjava o usklađenosti glavnog projekta.....	7
1.4.	Rješenje o imenovanju glavnog projektanta.....	9
1.5.	Rješenje o imenovanju projektanta.....	10
1.6.	Rješenje o osnivanju Ureda / upisu u imenik ovlaštenih inženjera.....	11
1.7.	Rješenje Ministarstva kulture za rad na spomenicima kulture.....	16
1.8.	Izjava o sukladnosti sa zakonima.....	18

2. TEHNIČKI DIO

2.1.	Program kontrole i osiguranja kvalitete.....	20
2.2.	Tehnički opis.....	34
2.3.	Analiza opterećenja.....	41
2.4.	Proračun s grafičkim prikazima.....	49
	Međukatne konstrukcije; spregnute drvo-beton.....	50
	Međukatne konstrukcije; drvo.....	60
	Stubište; drveno.....	64
	Krovište kuće A.....	71
	Krovište kuće B.....	112
	Krovište kuće D.....	126
	Nadstrešnica.....	134
2.5.	Detalji.....	151
	Spregnuta konstrukcija.....	152
	Krovišta.....	159
2.6.	Plan pozicija.....	162
2.7.	Troškovnik.....	171

OPĆI DIO

<i>Ured Vojnović d.o.o.</i>		<i>Mihaljevića 1, Split</i>	Z.O.P. 14/15
INVESTITOR : GRAD KORČULA Korčula, Trg Antuna i Stjepana Radića 1		PROJEKTANT : IVO VOJNOVIĆ dipl.ing.arh.	T. D. 214/15
OBJEKT : REKONSTRUKCIJA KUĆE MARKA POLA Korčula		DATUM : studenj 2015.	LIST

POPIS SURADNIKA

1. URED VOJNOVIĆ d.o.o. Split
2. Ured ovlaštenog inženjera građevinarstva NEVEN KUNJAŠIĆ, Split
3. GEOdata d.o.o. Split
4. IGOPROJEKT d.o.o. Split
5. TUB d.o.o. Split
6. PARKOVI I NASADI d.o.o. Split
7. N&N PROJEKT d.o.o. Split

<i>Ured Vojnović d.o.o.</i>		<i>Mihaljevića 1, Split</i>	Z.O.P. 14/15
INVESTITOR : GRAD KORČULA Korčula, Trg Antuna i Stjepana Radića 1		PROJEKTANT : IVO VOJNOVIĆ dipl.ing.arh.	T. D. 214/15
OBJEKT : REKONSTRUKCIJA KUĆE MARKA POLA Korčula		DATUM : studen 2015.	LIST

POPIS MAPA GLAVNOG PROJEKTA

1. MAPA 1.

PROJEKT IZRAĐEN U FIRMI:

Ured Vojnović d.o.o. Split

Glavni projekt – Projekt arhitekture (T.D. 214/15)

Projektant: Ivo Vojnović dipl.ing.arh.

Ovlašteni arhitekt

A 258

2. MAPA 2.

PROJEKT IZRAĐEN U FIRMI:

Ured ovlaštenog inženjera građevinarstva Neven Kunjašić, Split

Glavni projekt – Projekt konstrukcije (T.D. 33 S/15)

Projektant: Neven Kunjašić dipl.ing.građ.

Ovlašteni inženjer građevinarstva

G 367

3. MAPA 3.

PROJEKT IZRAĐEN U FIRMI:

IGOPROJEKT d.o.o. Split

Projekt elektroinstalacije i gromobrana (T.D. 524/2015–E)

Projektant: Igor Ujdurović dipl.ing.el.

Ovlašteni inženjer elektrotehnike

E 751

4. MAPA 4.

PROJEKT IZRAĐEN U FIRMI:

IGOPROJEKT d.o.o. Split

Projekt vatrodojavnog sustava (T.D. 525/2015–E)

Projektant: Igor Ujdurović dipl.ing.el.

Ovlašteni inženjer elektrotehnike

E 751

5. MAPA 5.

PROJEKT IZRAĐEN U FIRMI:

TUB d.o.o. Split

Projekt vodovoda i kanalizacije (T.D. 125-VK/15)

Projektant: Ivo Žuvela dipl.ing.str.

Ovlašteni inženjer strojarstva

S 434

<i>Ured Vojnović d.o.o.</i>		<i>Mihaljevića 1, Split</i>	Z.O.P. 14/15
INVESTITOR : GRAD KORČULA Korčula, Trg Antuna i Stjepana Radića 1		PROJEKTANT : IVO VOJNOVIĆ dipl.ing.arh.	T. D. 214/15
OBJEKT : REKONSTRUKCIJA KUĆE MARKA POLA Korčula		DATUM : studen 2015.	LIST

6. MAPA 6.

PROJEKT IZRAĐEN U FIRMI:
TUB d.o.o. Split
Projekt termoinstalacija (T.D. 125-T/15)
Projektant: Vlado Nigojević dipl.ing.str.
Ovlašteni inženjer strojarstva
S 395

7. MAPA 7.

PROJEKT IZRAĐEN U FIRMI:
PARKOVI I NASADI d.o.o. Split
Projekt uređenja hortikulture u sklopu rekonstrukcije kuće Marka Pola u Korčuli
(T.D. 11/15)
Projektant: Jasna Talić dipl.ing.arh.
Ovlašteni arhitekt
A 2752

8. MAPA 8.

PROJEKT IZRAĐEN U FIRMI:
GEOdata d.o.o. Split
Geodetski projekt (T.D. 6-11-4/15)

• TEHNIČKI ELABORATI

PROJEKT IZRAĐEN U FIRMI:
N&N PROJEKT d.o.o. Split
Elaborat zaštite od požara (T.D. 67 P/15)
Projektant: Lađan Antonini mag.ing.aedif.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 4683

PROJEKT IZRAĐEN U FIRMI:
N&N PROJEKT d.o.o. Split
Elaborat zaštite na radu (T.D. 67 R/15)
Projektant: Lađan Antonini mag.ing.aedif.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 4683

<i>Ured Vojnović d.o.o.</i>		<i>Mihaljevića 1, Split</i>	Z.O.P. 14/15
INVESTITOR : GRAD KORČULA Korčula, Trg Antuna i Stjepana Radića 1		PROJEKTANT : IVO VOJNOVIĆ dipl.ing.arh.	T. D. 214/15
OBJEKT : REKONSTRUKCIJA KUĆE MARKA POLA Korčula		DATUM : studen 2015.	LIST

A 8. IZJAVA O MEĐUSOBNOJ CJELOVITOSTI I USKLAĐENOSTI GLAVNOG PROJEKTA

Kao glavni projektant koji je po članku 52. Zakona o gradnji RH NN 153/13, odgovoran za cijelovitost i međusobnu usklađenost projekata izjavljujem:

Glavni projekt za građevinu pod nazivom:

REKONSTRUKCIJA KUĆE MARKA POLA KORČULA, k.č. 31/1,31/2,31/3,*172/1,*172/2,*160,*1117 k.o. Korčula

je cijelina koja se sastoji iz slijedećih posebnih projekata, prikaza te tehničkih elaborata:

1.
Ured Vojnović d.o.o. Split
Glavni projekt – Projekt arhitekture (T.D. 214/15)
Projektant: Ivo Vojnović dipl.ing.arh.
Ovlašteni arhitekt
A 258
2.
Ured ovlaštenog inženjera građevinarstva Neven Kunjašić, Split
Glavni projekt – Projekt konstrukcije (T.D. 33 S/15)
Projektant: Neven Kunjašić dipl.ing.građ.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 367
3.
IGOPROJEKT d.o.o. Split
Projekt elektroinstalacije i gromobrana (T.D. 524/2015–E)
Projektant: Igor Ujdurović dipl.ing.el.
Ovlašteni inženjer elektrotehnike
E 751
4.
IGOPROJEKT d.o.o. Split
Projekt vatrodojavnog sustava (T.D. 525/2015–E)
Projektant: Igor Ujdurović dipl.ing.el.
Ovlašteni inženjer elektrotehnike
E 751

<i>Ured Vojnović d.o.o.</i>		<i>Mihaljevića 1, Split</i>	Z.O.P. 14/15
INVESTITOR : GRAD KORČULA Korčula, Trg Antuna i Stjepana Radića 1		PROJEKTANT : IVO VOJNOVIĆ dipl.ing.arh.	T. D. 214/15
OBJEKT : REKONSTRUKCIJA KUĆE MARKA POLA Korčula		DATUM : studenj 2015.	LIST

5.

TUB d.o.o. Split
Projekt vodovoda i kanalizacije (T.D. 125-VK/15)
Projektant: Ivo Žuvela dipl.ing.str.
Ovlašteni inženjer strojarstva
S 434

6.

TUB d.o.o. Split
Projekt termoinstalacija (T.D. 125-T/15)
Projektant: Vlado Nigojević dipl.ing.str.
Ovlašteni inženjer strojarstva
S 395

7.

PARKOVI I NASADI d.o.o. Split
Projekt uređenja hortikulture u sklopu rekonstrukcije kuće Marka Pola u Korčuli
(T.D. 11/15)
Projektant: Jasna Talić dipl.ing.arh.
Ovlašteni arhitekt
A 2752

8.

GEOdata d.o.o. Split
Geodetski projekt (T.D. 6-11-4/15)

• **TEHNIČKI ELABORATI**

N&N PROJEKT d.o.o. Split
Elaborat zaštite od požara (T.D. 67 P/15)
Projektant: Lađan Antonini mag.ing.aedif.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 4683

N&N PROJEKT d.o.o. Split
Elaborat zaštite na radu (T.D. 67 R/15)
Projektant: Lađan Antonini mag.ing.aedif.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 4683

Navedeni projekti, prikazi i elaborati cijeloviti su i međusobno usklađeni.

Split, studeni 2015.

GLAVNI PROJEKTANT
IVO VOJNOVIĆ dia

Na temelju članka 52. Zakona o gradnji RH NN 153/13, donosi se:

A 4. IMENOVANJE GLAVNOG PROJEKTANTA

INVESTITOR : **GRAD KORČULA**
Trg Antuna i Stjepana Radića 1, Korčula
OIB 92770362982

IMENUJE : **VOJNOVIĆ IVU** diplomirani inženjer arhitekture
ovlašteni arhitekt, br.ovlaštenja 258,
Klasa : 350-07/09-02/ 258
Ur.broj : 505-09-1
Zagreb, 25. listopada 2009.

za glavnog projektanta tehničke dokumentacije

zajednička oznaka projekta : **Z.O.P. 14/15**

oznake : **T.D. 214/15**

za : **REKONSTRUKCIJA KUĆE MARKA POLA**
KORČULA, k.č. 31/1,31/2,31/3,*172/1,*172/2,*160,*1117
k.o. Korčula

Split, studeni 2015.

INVESTITOR:

GRAD KORČULA

Na temelju članka 51. Zakona o gradnji RH (NN 153/13) donosi se sljedeće:

RJEŠENJE O IMENOVANJU PROJEKTANTA

Kojim se imenuje: Neven Kunjašić, dipl.ing.građ. – ovlaštenu inženjer
upisan pod brojem G367

za projektanta konstrukcije kod izrade glavnog projekta konstrukcije:

Objekt: REKONSTRUKCIJA KUĆE
MARKA POLA

Lokacija: k.č. 31/1, 31/2, 31/3, *172/1, *160, *1117
K.O. Korčula

Investitor: Grad Korčula
Trg Antuna i Stjepana Radića 1, Korčula

TD: 33 S / 15

Split, studeni 2015.

Za Ured:

Neven Kunjašić, dipl.ing.građ.

Na temelju Zakona o gradnji (NN 153/13), prema članku 51. stavku 2. izdaje se :

I Z J A V A

o usklađenosti projekta s odredbama posebnih zakona i drugih propisa

INVESTITOR : Grad Korčula
Trg Antuna I Stjepana Radića 1, Korčula

OBJEKT : REKONSTRUKCIJA KUĆE
MARKA POLA

LOKACIJA : k.č. 31/1, 31/2, 31/3, *172/1, *172/2, *160, 1117
K.O. Korčula

PROJEKTANT : NEVEN KUNJAŠIĆ, dipl.ing.građ.

Ovaj projekt je usklađen s odredbama:

1. Zakon o gradnji (NN 153/13)
2. Zakon o očuvanju kulturnih dobara (NN 69/99, NN 151/03, NN 157/03 Ispravak)
3. Tehnički propis za betonske konstrukcije (NN 139/09, 14/10, 125/10, 136/12)
4. Tehnički propis za zidane konstrukcije (NN 01/07)
5. Tehnički propis za drvene konstrukcije (NN 121/07, 58/09, 125/10, 136/12)
6. Usaglašeno s arhitektonskim projektom T.D. 214/15 kojeg je izradio
Ured Vojnović d.o.o., Split
7. Usaglašeno s konzervatorskim zahtjevima.

Split, studeni 2015.

PROJEKTANT

Neven Kunjašić, dipl.ing.građ
Ovlašteni inženjer

PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE

1. DRVENE KONSTRUKCIJE

Materijali

Za drvene konstrukcije koristiti drvenu masivnu građu iz četinara klase C24.

Klasa C24 predstavlja građu uobičajene nosivosti koja se prvenstveno koristi u klasičnim drvenim konstrukcijama.

Pri razvrstavanju u klase u obzir se uzimaju:

- trulež i oštećenja od insekata
- zakrivljenost osi drveta
- lisičavost i vlažnost
- prisustvo, oblik i položaj čvorova
- širina godova, zakošenje vlakana, pojava pukotina i raspukline

Spojna sredstva

Spojna sredstva se koriste za spoj dvaju ili više elemenata od drva u jedinstvenu cjelinu. Za spojeve se koriste mehanička spojna sredstva (vijci).

U spojevima ne koristiti različita spojna sredstva kako ne bi došlo do nejednakih pomaka. Prema važećim propisima dopušta se samo zajedničko djelovanje čavala i moždanika.

Spojna sredstva moraju biti tako raspoređena da omoguće ravnomjerno prenošenje sila.

Vijci su cilindrična tijela izrađena od čelika S 235 koja na jednom kraju imaju glavu, a na drugom navoj, obostrane podložne pločice i navrtku.

Najmanja veličina vijka u drvenim konstrukcijama je M12.

Rupe za vijke buše se tako da je promjer rupe nešto manji od promjera vijka, odnosno 0,9d. Jedna nosiva veza konstruirana vijcima mora imati najmanje dva vijka.

Dokazi o postignutoj kakvoći radova, gradiva, građevnih proizvoda i opreme, odnosno dokaz uporabljivosti građevinskih proizvoda (atesti):

- **Za masivne četinare klase C24 – Potvrda o sukladnosti drvene građe**
- **Potvrda o sukladnosti vijaka, čavala i ostalog materijala za spajanje drvene konstrukcije**

2. BETONSKI I ARMIRANOBETONSKI RADOVI

- Izvođač je odgovoran za kvalitet izvođenja radova i za uredno poslovanje.
- Izvođač ne smije odstupati od projekta bez pismenog odobrenja nadzornog inženjera, a uz prethodnu suglasnost projektanta. Sve izmjene se moraju evidentirati u građevinskom dnevniku.
- Kvaliteta korištenog građevinskog materijala, poluproizvoda i gotovih proizvoda, kao i kvaliteta izvedenih radova mora odgovarati prethodno navedenim uvjetima propisanim važećim propisima, normama na koje propis upućuje, uvjetima iz tehničke dokumentacije, te uvjetima iz Ugovora.
- Pri izvođenju građevine, izvođač se dužan pridržavati navedenih propisa kao i svi ostalih Pravilnika, Tehničkih normativa, posebnih uvjeta za izradu, ugradnju i obradu pojedinih elemenata građevine, kao i normi propisanih za izvođenje radova na građevini (temeljenje, betonski radovi, skele i oplata, armatura, čelik za armiranje, kontrola kvalitete betona i čelika, zidanje zidova, završni radovi), kako bi osiguralo da izvedena građevina odgovara projektu, te svim propisima i normama na koje ti propisi upućuju, a između kojih su:
 - Tehnički propis za betonske konstrukcije (NN 139/09, 14/10, 125/10, 136/12)

Građevni proizvodi

- Za proizvode koji nisu proizvedeni ili izrađeni na gradilištu, izvođač je obavezan utvrditi:
 - da li je građevni proizvod isporučen s oznakom u skladu s posebnim propisom (Pravilnik o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama o sukladnosti i označavanju građevnih proizvoda) i podudaraju li se podaci na dokumentaciji s kojom je građevni proizvod isporučen s podacima u oznaci
 - da li je građevni proizvod isporučen s tehničkim uputama za ugradnju i uporabu
 - jesu li svojstva, uključivo rok uporabe građevnog proizvoda te podaci značajni za njegovu ugradnju, uporabu i utjecaj na svojstva i trajnost betonske konstrukcije sukladni svojstvima i podacima određenim glavnim projektom
- Podatke o isporučenim proizvodima i utvrđenim veličinama izvođač mora evidentirati u građevinskom dnevniku, a dokumentaciju s kojom su proizvodi isporučeni mora pohraniti među dokumentaciju gradilišta.
- Ukoliko je građevni proizvod izrađen na gradilištu, svojstva i uporabljivost dokazuje se u skladu sa zahtjevima projekta građevine. Dokumenti o utvrđenim svojstvima se pohranjuju među dokumentaciju gradilišta.
- Ako građevni proizvod nije isporučen s propisanom dokumentacijom ili ako mu:
 - deklarirana svojstva (za građevni proizvod proizveden izvan gradilišta), odnosno
 - utvrđena svojstva (za proizvod izrađen na gradilištu)

ne odgovaraju zahtjevima projekta, kao i u slučaju da je istekao rok trajanja proizvoda, zabranjena je njegova ugradnja u betonsku konstrukciju.

- Ugradnju građevnog proizvoda u betonsku konstrukciju odobrava nadzorni inženjer, upisom u građevinski dnevnik.
- Primjenjene norme:
 - za beton
HRN EN 206-1:2006
HRN EN 13670:2010
 - za armaturu
HRN 1130-(1-5):2008
HRN EN 10080:2005
 - za cement
HRN EN 197-1:2005
HRN EN 197-1:2005/A3:2008
 - za agregat
HRN EN 12620:2008
 - za aditive
HRN EN 934-1:2008
HRN U.M1.035
HRN EN 934-2:2010
 - za vodu
HRN EN 1008:2002

Napomena:

U svim tehničkim uvjetima navedene su veze s drugim hrvatskim normama o kvaliteti materijala, pa ih nećemo posebno navoditi.

Izvođenje betonske konstrukcije

- Kako bi se postigla projektom predviđena tehnička svojstva, izvođenje betonske konstrukcije mora biti u skladu s uvjetima i zahtjevima glavnog projekta, osobito s Programom kontrole i osiguranja kvalitete. Mora biti u skladu s općim zahtjevima za izvođenje betonskih konstrukcija i normi HRN ENV 13670-1:2002.
- Za beton projektiranog sastava dopremljenog iz centralne betonare, nadzorni inženjer obvezno određuje neposredno prije njegove ugradnje provedbu kontrolnih postupaka utvrđivanja svojstava svježeg betona i utvrđivanja tlačne čvrstoće očvrstnalog betona na mjestu ugradnje betona prema odredbama Pravilnika.
- Armatura se ugrađuje u ab konstrukciju prema projektu konstrukcije. Nadzorni inženjer neposredno prije početka betoniranja mora:
 - provjeriti postoji li isprava o sukladnosti za armature i jesu li iskazana svojstva sukladna zahtjevima iz projekta konstrukcije

- provjeriti da li je armature izrađena, postavljena i povezana u skladu s projektom konstrukcije
- dokumentirati nalaze svih provedenih provjera upisom u građevinski dnevnik
- Temperatura svježeg betona ne smije biti ispod 5°C niti viša od 30°C pri ugradnji.
- Skele i oplate moraju biti takve da se nakon njihova uklanjanja dobije neoštećen betonski element projektiranog oblika i izgleda. Oplata mora biti vodonepropusna, mora biti premazana sredstvom za odvajanje koje ne djeluje štetno ni na oplatu ni na beton. Pri uklanjanju oplate beton mora imati najmanje:
 - 30% projektirane čvrstoće (zidovi i stupovi koji nisu opterećeni na izvijanje)
 - 70% projektirane čvrstoće (ploče, grede i stupovi opterećeni na izvijanje)
- Ugrađeni beton treba u ranom razdoblju njegovati i zaštititi od smrzavanja, od prevelike razlike vanjske temperature te od štetnih vibracija i drugih oštećenja.
- Nakon uklanjanja oplate konstrukciju treba detaljno pregledati, sve eventualne pogreške popraviti i beton zaštititi od mogućih oštećenja.

Uporabljivost betonske konstrukcije

- Ako se za betonsku konstrukciju, nakon njezina završetka, na temelju dokumentacije može utvrditi:
 - da su građevni proizvodi ugrađeni u konstrukciju na propisani način i imaju propisane isprave o sukladnosti (za proizvedene građevne proizvode), odnosno dokaze uporabljivosti (za izrađene građevne proizvode),
 - da su uvjeti građenja i druge okolnosti, koje mogu biti od utjecaja na tehnička svojstva betonske konstrukcije, bili sukladni zahtjevima iz projekta, smatra se da konstrukcija ima projektom predviđena svojstva i da je uporabljiva.

Održavanje betonske konstrukcije

- U okviru održavanja betonsku konstrukciju treba:
 - redovito pregledavati, u razmacima i na način određen TPBK-om i/ili posebnim propisom donesenim u skladu sa posebnim propisom u skladu s odredbama Zakona o gradnji (ne rijeđe od 10 godina za zgrade),
 - izvanredno pregledavati nakon kakvog izvanrednog događaja ili po zahtjevu inspekcije,
 odnosno na njoj treba izvoditi one radove kojima se betonska konstrukcija zadržava ili vraća u stanje određeno projektom građevine i TPBK-om, odnosno propisom u skladu s kojim je betonska konstrukcija izvedena.
- Pregled uključuje najmanje:
 - vizualni pregled, u kojeg je uključeno utvrđivanje položaja i veličine pukotina te drugih oštećenja bitnih za očuvanje mehaničke otpornosti i stabilnosti građevine,
 - utvrđivanje stanja zaštitnog sloja armature, za betonske konstrukcije u umjereno ili jako agresivnom okolišu,
 - utvrđivanje veličine progiba glavnih nosivih elemenata konstrukcije za slučaj osnovnog djelovanja ako se na temelju vizualnog pregleda sumnja u ispunjavanje bitnih zahtjeva mehaničke otpornosti i stabilnosti.

- Održavanje treba dokumentirati na propisani način:
 - izraditi i čuvati izvješća o pregledima i ispitivanjima betonske konstrukcije,
 - voditi zapise o radovima održavanja.
- Građevni proizvodi koji se koriste za održavanje moraju imati svojstva propisana TPBK-om za izvođenje betonske konstrukcije.

3. ZIDANE KONSTRUKCIJE

Prilikom izvedbe radova na nosivim zidnim konstrukcijama potrebno se pridržati Tehničkog propisa za zidane konstrukcije (NN01/2007).

Građevni proizvodi

Građevni proizvodi proizvode se u proizvodnim pogonima (tvornicama) izvan gradilišta, iznimno mort može biti izrađen na gradilištu za potrebe tog gradilišta.

Građevni proizvod proizveden u proizvodnom pogonu izvan gradilišta smije se ugraditi u zidanu konstrukciju ako ispunjava zahtjeve propisane Propisom i ako je za njega izdana isprava o sukladnosti u skladu s odredbama posebnog propisa.

Mort, beton i armatura izrađeni na gradilištu za potrebe tog gradilišta, smiju se ugraditi u zidanu konstrukciju ako je za njih dokazana uporabljivost u skladu s projektom zidane konstrukcije i Propisom.

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

Primjenjene norme:

- | | |
|-------------------------|--|
| – HRN ENV 1996-1-1:2007 | Opća pravila za zgrade. Pravila za armirano i nearmirano ziđe |
| – HRN EN 771-1:2005 | Specifikacije za zidane elemente – 1. dio: Opečni elementi (EN 771-1:2003 + A1:2005) |
| – HRN EN 998-2:2003 | Specifikacije morta za ziđe – 2. dio: Mort za ziđe (EN 998-2:2003) |
| – HRN EN 459-1:2004 | Građevno vapno – 1. dio: Definicije, Specifikacije i kriteriji sukladnosti (EN 459-1:2001 + AC:2002) |
| – HRN EN 413-1:2004 | Zidarski cement – 1. dio: Sastav, specifikacije i kriteriji sukladnosti (EN 413-1:2004) |
| – HRN EN 13139:2003 | Agregati za mort (EN 13139:2002) |

Izvođenje i uporabljivost zidanih konstrukcijama

Pri izvođenju zidane konstrukcije izvođač je dužan pridržavati se projekta zidane konstrukcije i tehničkih uputa za ugradnju i uporabu građevinskih proizvoda i odredaba ovog Propisa.

Kod preuzimanja građevnog proizvoda izvođač zidane konstrukcije mora utvrditi:

- je li građevinski proizvod isporučen s oznakom u skladu s posebnim propisom i podudaraju li se podatci na dokumentaciji s kojom je građevinski proizvod isporučen s podacima u oznaci,
- je li građevinski proizvod isporučen s tehničkim uputama za ugradnju i uporabu,
- jesu li svojstva, uključivo rok uporabe građevinskog proizvoda značajni za njegovu ugradnju, uporabu i utjecaj na svojstva i trajnost zidane konstrukcije sukladni svojstvima i podacima određenim glavnim projektom.

Utvrđeno se zapisuje u skladu s posebnim propisom o vođenju građevinskog dnevnika, a dokumentacija s kojom je građevinski proizvod isporučen pohranjuje se među dokazima sukladnosti građevinskih proizvoda koje izvođač mora imati na gradilištu.

Zabranjena je ugradnja građevnog proizvoda koji:

- je isporučen bez oznake u skladu s posebnim propisom,
- je isporučen bez tehničke upute za ugradnju i uporabu,
- nema svojstva zahtijevana projektom zidane konstrukcije ili mu je istekao rok uporabe, odnosno čiji podatci značajni za gradnju, uporabu i utjecaj na svojstva i trajnost zidane konstrukcije nisu sukladni podacima određenim glavnim projektom.

Smatra se da zidana konstrukcija ima projektom predviđena tehnička svojstva i da je uporabljiva ako:

- su građevni proizvodi uzgrađeni u zidanu konstrukciju na propisan način i imaju ispravu o sukladnosti, odnosno dokaze uporabljivosti.
- Su uvjeti građenja i druge okolnosti, koje mogu biti od utjecaja na tehnička svojstva zidane konstrukcije, bile sukladne zahtjevima iz projekta,
- zidana konstrukcija ima dokaze nosivosti i uporabljivosti utvrđene ispitivanjem pokusnim opterećenjem, kada je ono propisano kao obvezno, ili zahtijevano projektom,

te ako o svemu određenom postoje propisani zapisi i/ili dokumentacija.

Ako se utvrdi da zidana konstrukcija nema projektom predviđena tehnička svojstva, mora se provesti naknadno dokazivanje da zidana konstrukcija ispunjava zahtjeve Propisa.

U slučaju da se dokaže da postignuta tehnička svojstva zidane konstrukcije ne ispunjavaju zahtjeve Propisa mora se izraditi projekt sanacije zidane konstrukcije.

Zidni elementi na gradilištu moraju biti složeni po vrstama i razredima i osigurani od djeovanja atmosferlija (kiše, snijega, leda).

Mort mora biti transportiran do gradilišta i skladišten na način da je zaštićen od vlage i drugih štetnih utjecaja na specifična tehnička svojstva. Mort mora biti složen po vrstama i razredima.

Veziva moraju biti transportirana do gradilišta i skladištena na način da su zaštićena od utjecaja vlage i drugih štetnih utjecaja na njihova specifična tehnička svojstva i moraju biti složeni po razredima i vrstama.

Agregat mora biti transportiran na gradilište i skladišten na način da se ne promijene njegova specifična tehnička svojstva.

Mort i veziva ne smiju se, bez predhodnih kontrolnih ispitivanja, ugrađivati odnosno primjenjivati nakon provedena 3 mjeseca na gradilištu.

Mort se mora miješati strojno i ne smije se ugrađivati ukoliko je započeo proces stvrdnjavanja. Temperatura svježeg morta ne smije biti niža od $+5^{\circ}\text{C}$, niti viša od $+35^{\circ}\text{C}$. Kad je srednja dnevna temperatura zraka manja od $+5^{\circ}\text{C}$ ili viša od $+35^{\circ}\text{C}$, zidanje зида treba izvoditi pod posebnim uvjetima sukladno odredbama iz projekta zidane konstrukcije.

Prije zidanja зида treba se provesti sljedeće:

- pregled svake otpremnice i oznake 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 ili II)

Kontrolu razreda izvedbe зида (A, B, C) provodi nadzorni inženjer i utvrđuje da postoji osposobljenost izvođača za provedbu projektom propisanog razreda izvedbe.

Pri izvođenju зида zidni elementi зида trebaju se preklapati za pola duljine zidnog elementa, mjereno u smjeru зида, a iznimno za 0,4 visine zidnog elementa, ali ne manje od 4,5 cm.

Horizontalni serklaži u razini stropne konstrukcije betoniraju se zajedno s izvedbom stropne konstrukcije.

Vertikalni serklaži pojedine etaže betoniraju se nakon izvedbe зида te etaže pri čemu se mora osigurati veza zid – serklaž, načinom gradnje (istacima zidnog elementa svakog drugog reda za najmanje 0,4 visine zidnog elementa, ali ne manje od 4,5 cm).

Dokazivanje uporabljivosti зида i potvrđivanje sukladnosti provodi se, ovisno o razredu izvedbe зида.

Prije početka izvedbe зида provode se kontrolna ispitivanja građevnih proizvoda kada je to predviđeno projektom zidane konstrukcije.

Ako s naknadno dokaže da nisu ostvarene sve pretpostavke iz projekta u svezi s razredom kontrole proizvodnje zidanih elemenata i razredom izvedbe зида potrebno je provesti ispitivanje зида in situ od strane ovlaštene pravne osobe.

Održavanje zidane konstrukcije

Održavanje zidane konstrukcije mora biti takvo da se tijekom trajanja građevine očuvaju njezina tehnička svojstva i ispunjavaju zahtjevi određeni projektom građevine i Propisom, te bitni zahtjevi koje građevina mora ispuniti u skladu s posebnim propisom. Održavanje zidane konstrukcije podrazumijeva:

- redovite preglede zidane konstrukcije, u razmacima i na način određen projektom građevine, Propisom i/ili posebnim propisom donesenim u skladu s odredbama Zakona o gradnji,
- izvanredne preglede zidane konstrukcije nakon kakvog izvanrednog događaja ili po inspekcijskom nadzoru,
- izvođenje radova kojima se zidana konstrukcija zadržava ili se vraća u stanje određeno projektom građevine i Propisom u skladu s kojim je zidana konstrukcija izvedena.

Za održavanje zidane konstrukcije dopušteno je rabiti samo one građevne proizvode za koje su ispunjeni propisani uvjeti i za koje je izdana isprava o sukladnosti prema posebnom propisu ili za koje je uporabljivost dokazana u skladu s projektom građevine i Propisom.

4. SANACIJA ZIDOVA

Materijali za zidanje

Kameni blokovi koji će se upotrijebiti za preziđivanje fasadnih zidova trebaju biti vrstom, bojom, veličinom i teksturom što sličniji postojećim uz odobrenje za ugradnju od nadležnog konzervatora.

Mortovi

Fuge se zatvaraju vapnenim mortom uz mali dodatak bijelog cementa za ubrzanje vezanja te dodatak toniranog agregata ili predgotovljenom smjesom (proizvođači Mapei, Sika i sl.).

Sanacija zidova

Sanacija zidova obuhvaća:

- ojačanje građe dijela zida injektiranjem
- sanacija pukotina u zidovima injektiranjem
- ispuna zatečenih širih pukotina

Sanacija zidova injektiranjem

Zadatak injektiranja je da se u čim većoj mjeri uspostavi stanje konstrukcije kakvo je bilo u momentu izgradnje objekta.

Zidovi su građeni od obrađenog kamena pažljivo slaganog na oba lica, a sredina je ispunjavana slabijim materijalom. Tijekom vremena, a posebno zbog štetnog djelovanja vode, dolazi do izraženog oslabljenja strukture zida, tako se pojavljuju i šupljine.

Ispunjavanjem ovako nastalih prostora vezivnim materijalom svojstva sličnih onom koji je korišten kod građenja, dovodimo zid u stanje u kakvom je bio prije.

Injektiranjem se predviđa sanirati izrazito oslabljene dijelove zida, te izraženije pukotine. Procijenjena je duljina pukotina, a točne pozicije ugradnje injekcionih cjevčica odredit će se tijekom rada.

Injektiranje će se izvesti preko niza injekcionih bušotina dubine cca 1/3 debljine zida. Bušotine se lociraju u tzv. šahovskom rasporedu, a broj bušotina je približno 5 po m². Injekcione bušotine se treba locirati u pukotinu, a kod izražajnijih pukotina raspored bušotina je od cca 30 - 50 cm.

Injektira se odozdo prema gore, s tim da se injekcione bušotine duž pukotina injektiraju istovremeno s ostalim bušotinama.

Pritisak treba odrediti tijekom rada, a za početak će se kretati od 0.4 do 1.3 bara.

Slijubnice treba obraditi na način koji odgovara potrebama injektiranja, a u pravilu se to zasniva na zatvaranju onih mjesta gdje izbija injekciona smjesa, ili gdje se može očekivati da će izbiti.

TEHNIČKI UVJETI IZVEDBE

Dani tehnički uvjeti izvođenja u skladu su sa:

- uobičajenim principima projektiranja i izvođenja radova koji obuhvaćaju predmetne radove,
- Pravilnikom o tehničkim normativima za temeljenje građevinskih objekata,
- EC1, EC2, EC7
- Tehničkim propisom za zidane konstrukcije,
- Važećim standardima za injektiranje,
- uputama proizvođača materijala i
- iskustvima na projektiranju, izvođenju i nadzoru tokom izvođenja te korištenja sličnih konstrukcija i objekata.

Navedeni tehnički uvjeti mogu se dopuniti ili izmijeniti u toku samih radova, u dogovoru s Projektantom i Nadzornom službom, ali u okvirima predviđenim ovim projektom.

Takve dopune tehničkih uvjeta obavezuju izvođača radova. Ako te dopune znače promjenu uvjeta fiksiranih ugovorom o izvođenju predviđaju se dopune ugovora.

S obzirom da se radi o kulturno – povijesnom spomeniku potrebno je sve radove izvoditi uz suglasnost Državne uprave za zaštitu kulturne i prirodne baštine.

OPIS RADOVA

Predmetni radovi sastoje se od:

- pripremni radovi
- radova sanacija konstrukcije zidova
- nadzor i završno izvješće

Sve radove treba izvesti u skladu s projektom te uputama Nadzornog organa i Projektanta.

Pripremni radovi

Pripremni radovi obuhvaćaju:

- organizaciju gradilišta
- organizaciju transporta i deponiranja materijala potrebnog za rad
- izrada radnih i pomoćnih skela

Izvođač radova dužan je prije početka radova odrediti odgovornu osobu za njihovo izvođenje.

Da bi se upoznali uvjeti na terenu, izvođač radova treba obići lokaciju objekta. Pitanju pristupa lokaciji, uređenju gradilišta, kao i kretanju po samom gradilištu treba posvetiti posebnu pažnju.

Radovi injektiranja

Radovima injektiranja obuhvaćeni su svi nosivi zidovi objekta.

Tok radova bio bi sljedeći:

- priprema (obrada vanjskih i unutarnjih sljubnica i pukotina)
- izvedba injekcionih bušotina
- ugradnja plastičnih cjevčica
- eventualno ispiranje šupljina u zidnoj masi

- injektiranje
- uklanjanje cjevčica
- uklanjanje ispune fuge (na dijelovima s dubokom fugom) i popravak fugiranja

Obrada sljubnica

Injektiranje se izvodi nakon čišćenja fuga od raslinja i cementnog morta, ispiranja zida od prašine te zatvaranja fuga. Fuge se zatvaraju gipsom koji se nakon završenog injektiranja ispire visokotlačnom vodom pumpom.

Na mjestima gdje postoje fuge iz cementnog morta, iste se zamjenjuju novima iz vapnenog morta s dodatkom bojila prema odredbi nadležnog konzervatora.

Po odluci konzervatora, nakon otucanja postojećih fuga, zid može ostati nefugiran, ali se svjetliji dijelovi kamena, s kojih se otukla žbuka fuge, toniraju.

Bušenje za injektiranje

Bušotine za injektiranje izvode se s unutarnje strane. Promjer bušenja je 12 - 14 mm, ovisno o širini fuge, a dubina bušenja 1/3 debljine zida.

Bušotine se u principu lociraju u sljubnice veza kamena.

Na zidovima koji ostaju neožbukani i završno bez vidljivih fuga (fasada i podrum iznutra),

cjevčice se ugrađuju u fuge bez bušenja.

Ugradnja cjevčica

Plastične cjevčice se ugrađuju u bušotine u dubini od cca 10 cm, a ušće bušotine se zatvara gipsom.

Ispiranje zida

Ako se u toku rada pokaže potreba vršit će se ispiranje zida tehničkom vodom.

Ispiranje se vrši odozgo prema dolje. U vodu za ispiranje dodaje se cca 10 do 20 % preparata "Izola H" ili slično sredstvo zbog bolje veze morta i injekcione smjese.

Injektiranje

Injektiranje se vrši preko cjevčica odozdo prema gore. Kada se završi injektiranje bušotina u jednom redu prelazi se na red iznad. Bušotine raspoređene duž pukotine injektiraju se istovremeno s ostalim bušotinama.

Injektiranje se provodi sve dok se ne zadovolji završni kriterij.

Pritisak injektiranja će se točno moći definirati u toku rada, ali on bi trebao biti reda veličine do 1.0 bara mjereno na ušću bušotine.

Injektiranje se smatra završenim kada je utrošak smjese praktično jednak nuli u trajanju od cca 3 min pri završnom pritisku.

Za registraciju pritisaka koristi se manometar sa podjelom skale od 0.1 bara, a on se stavlja na crpku za injektiranje i na injekcioni vod kod ušća bušotine.

Injekciona smjesa

Konzistencija injekcione smjese treba odgovarati tehnologiji izvođenja, kao i to da omogući dobru suradnju sa zidnim elementima.

Kod određivanja potrebne količine vode i konzistencije svježega morta treba voditi računa o načinu ugrađivanja.

Za pripremanje morta upotrijebit će se prirodni agregat aluvijalnog porijekla sa $d_{\max} = 2$ mm, dok zrna ispod $d = 0.5$ mm smije biti do 20 %, a zrna ispod $d = 0.1$ mm do 2 %.

Za pripremu morta upotrebljava se cement aktivnosti 35. Potrebno je minimalno 700 kg cementa za 1 m³ gotovog morta.

Smjesu morta treba miješati prisilno – mehanički.

Smjesa za injektiranje treba imati slijedeća svojstva:

- dobru sposobnost tečenja,
- dobru obradivost,
- malo otpuštanje vode,
- sposobnost bubrenja do 1 %,
- čvrstoću na tlak uzorka oko 10 N/mm²,
- nikakvu ili malu razliku čvrstoća uzorka na miješalici i na izlazu injektora.

Obradivost, sposobnost tečenja, zadržavanje vode i bubrenje postiže se izradom sastava s podobnim dodacima kojima se dobivaju efekti traženih svojstava.

Obzirom da se pri izradi takvih smjesa miješa više komponenti, nužno je držati se određenog redoslijeda doziranja i miješanja.

Suhe komponente se prvo izmiješaju s manjom količinom vode (radi dobivanja mase bez grudica), a potom se dodaje preostala količina vode potrebna za radnu konzistenciju.

Za injektiranje zida predviđa se upotreba osnovne mase.

Sastav smjese – postoci i omjeri dani su orjentaciono, a biti će prilagođeni prije početka rada materijalima trenutno raspoloživim na tržištu, koji zadovoljavaju navedene uvjete.

Injektiranje se predviđa uz upotrebu materijala:

- cement PC – 45
- pijesak – max veličina zrna 2 mm
- hidratizirano ili gašeno vapno
- voda

Sastav smjese potrebno je laboratorijski odrediti na osnovu materijala sa kojima će se stvarno provoditi radovi.

Tokom rada, a ovisno o primanjima, moguće su manje korekcije o čemu će odluku donijeti voditelj tehničkog nadzora ili projektant.

Kontrola se vrši u toku rada i to na način da se uzimaju uzorci na mješalici i na izlazu iz injektora u valjke promjera 100 mm.

Uzorke treba čuvati na gradilištu.

Treba pratiti da li postoji razlika u tlačnoj čvrstoći valjaka na mješalici i izlazu iz injektora. Značajnije razlike u čvrstoći ukazuju na gubitak vode u transportu. To ukazuje da injekciona masa nema dovoljnu sposobnost zadržavanja vode pa je potrebno to odmah korigirati.

Osim toga treba vršiti i stalnu kontrolu materijala za smjese. Materijal treba biti pravilno uskladišten.

Kontrole – ispitivanja materijala treba vršiti ovlaštena organizacija i to:

- prije početka rada,
- kod svake nove isporuke materijala i
- tjedno (cement).

Ako koristimo aditive koji trebaju imati atest proizvođača, treba ih provjeriti u kontrolnoj smjesi.

Cement treba ispitati u skladu s odredbama Pravilnika. Kod pijeska treba kontrolirati:

- sadržaj organskih supstanci i
- granulometrijski sastav.

5. NADZOR I ZAVRŠNO IZVJEŠĆE

Direktivni nadzor

Direktivni nadzor nad izvođenjem predmetnih radova obavlja projektant osobno ili preko svojih suradnika. Taj nadzor vodi brigu da se radovi izvedu prema odredbama projekta i njegovim dopunama (ako budu postojale) i sa svrhom koja proizlazi iz ovog projekta.

Direktivni nadzor projektanta je povremenog karaktera.

Projektant ima pravo donositi odluke u slučaju kada se ukaže potreba da se izvrše izmjene pojedinih odredaba projekta, bilo po opsegu, postupku ili redoslijedu izvođenja radova.

Stalni tehnički (stručni) nadzor

Obzirom na karakter radova potrebno je osigurati stalni stručni nadzor tokom izvođenja radova. Ovaj nadzor ima zadatak da kontinuirano prati radove te da vodi računa da se isti izvedu u duhu ovog projekta. U slučaju kakvih većih odstupanja od projektnih postavki, zapažanja ovog nadzora su mjerodavna kod odluke o nastavku radova.

Izvješće o izvedenim radovima

Budući da su predviđeni radovi specifični s obzirom na primijenjenu tehnologiju sanacijskog zahvata treba ih voditi iskusan stručnjak, koji će moći uskladiti zahtjeve projekta sa stvarnim stanjem na objektu. Također bilo bi poželjno po završenom poslu izraditi *Izvješće o izvedenim radovima na sanaciji objekta*.

Split, studeni 2015.

Projektant:

Neven Kunjašić, dig

TEHNIČKI OPIS

Općenito

Potrebno je napraviti projekt rekonstrukcije sklopa kuća u Korčuli, poznat kao kuća Marka Pola. Sklop se sastoji od četiri dijela.

Kuća pod oznakom A na krajnjem zapadu, visine prizemlja i dva kata od kojih su sačuvani samo vanjski kameni zidovi i zid prema istoku, koji je dijeli od kuće B, i to djelomično u razini prizemlja. Međukatne konstrukcije i krov nisu sačuvani.

Kuća pod oznakom B nalazi se istočno kući A, visine je prizemlja i tri kata, od kojih su sačuvani samo vanjski kameni zidovi, te kamene konzole na kojima su bile oslonjene drvene podne konstrukcije. Obe kuće smještene su s sjeverne strane ulice.

Kako bi se omogućio prelaza na drugu stranu ulice prema kući D prolaz je premošćen kamenim svodom iznad kojeg je podignuta manja građevina kvadratičnog tlocrta, kuća C. Na svakom katu kuće postoje vrata koja vode u nasuprotne kuće. Kuća ima tri kata te završnu lođu kojoj se pristupa vanjskim kamenim stubištem. Završni pod lođe izveden je kao bačvasti svod. I u ovoj zgradi sačuvane su kamene konzole koje su pridržavale drveni pod. U kući je naknadno izvedeno usko drveno stubište zbog pristupa lođi, pošto u zgradi B nema podova, te se popravio krov na lođi.

Zgrada D nastavlja se na zgradu C i predstavlja ostatak ranije zgrade. Visine je prizemlja i kata, pokrivena je jednostrešnim krovom. Visina prizemlja zgrade je neuobičajno niska i neprimjerena za bilo kakvu ozbiljnu funkciju. Format zgrade je također neobičan, pa se pretpostavlja da je ranija zgrada bila šira i to na strani zapada gdje je danas vrt. I ona na svakom katu ima vrata prema zgradi C koja su zazidana. U zgradi postoji drveno jednokrako stubište po sredini unutarnjeg prostora kojim se prilazi katu i potkrovlju.

Zgradi D funkcionalno pripada vrt koji je kamenim stubištem povezan direktno s ulicom i koji je vjerojatno nastao rušenjem srednjovjekovnih kuća.

Koncept sanacije

Rekonstrukcijom kuće marka pola dobio bi se iznimno vrijedan muzejski i izložbeni prostor koji bi pored toga predstavljao i prezentaciju karakteristične srednjovjekovne korčulanske kuće.

Razdijelni kameni zid između zgrada A i B, koji je sačuvan samo djelomično i u vrlo lošem stanju, bi se uklonio i izveo bi se novi debljine 50 cm od opeke.

U prizemlju i katu zgrade A bi se izveo novi opečni zid debljine 20 cm.

Novi pregradni zidovi debljine 8 cm također bi se izveli od opeke.

Međukatne konstrukcije kuća A, B i D izvele bi se drvenim gredama i spregnutom betonskom pločom.

Međukatne konstrukcije zgrade C, te potkrovlja zgrada A i B, bi se izvele drvenim gredama s daščanom oplatom.

Stubišta zgrada A i B bi se izvela kao drvena na tradicionalan način.

Krovovi kuća A, B i D bi se također izveli kao drveni s potrebnim izolacijama i kupom kanalicom. Na sjevernoj strani krova zgrade A bi se izvela dva manja jednostrešna drvena luminara.

Krov zgrade C ostao bi postojeći s obzirom da je u dobrom stanju.

Lapidarij u vrtu bi se natkrio u širinu cca 180 cm, uz rekonstruirani južni zid dvorišta.

Konstrukcija krova nadstrešnice bi se izvela drvenim gredama na kamenim konzolama i drvenom stupu, s potkrovom od kupe kanalice.

Planirana je i rekonstrukcija zida s vratima između vrta s lapidarijem i ulazne terase.

Arheološkim sondama se ustanovilo postojanje još jednoga zida na mjestu nekadašnje kuće koji bi se rekonstruirao u visini cca 50 cm.

Opterećenja

Izradom spregnute podne konstrukcije povećava se masa, ali naponi u podtemeljnom tlu ostaju u prihvatljivim granicama. Usvojena su opterećenja s laganim pregradnim stijenama.

Seizmička otpornost

Postavljeni cilj rekonstrukcije glede seizmičke otpornosti je povećati krutost sklopa približno za onoliko za koliko se povećavaju lateralne sile (odnosno mase) da se zadrži približno isto ponašanje u odnosu na cijeli gradski sklop.

Naprezanja u zidu su u najnepovoljnijoj varijanti, uz sve ekscentricitete od imperfekcije

zidanja, deformacija zida i ekscentričnog tereta, uvijek značajno ispod karakteristične čvrstoće zida koju definira čvrstoća vapnenog morta (200 kN/m^2). Ugradnjom relativno krute međukatne dijafragme, osigurava se rad zidova u oba smjera.

Način sanacije

Krovnna konstrukcija

Zgrada A

Krov je dvostrešni nagiba cca 36° s jednim dva luminarom na sjevernoj krovnoj plohi. Nosivi sustav je iz rogova s veznom gredom koja preko vjenčanice preuzima razuporne sile krova. Luminari su jednostrešni, elementi luminara su iz greda dim. 10/12 cm. Rogovi krova su 12/14 cm, rasporeda prema projektu. Na osloncu je tipični tesarski detalj rog – vjenčanica – vezna greda. Vezne grede 14/16 cm služe i kao nosiva konstrukcija za pod i podgled. U sljemenu se postavlja greda 12/14 cm na koju se pričvršćuju rogovi vijkom M16. Sljemena greda je nosiva na mjetu luminara, a rogovi se oslanjaju preko tesarskog zasjeka. Pokrov je kupa kanalice.

Zidovi luminara su drveni iz vertikalnih grednih nosača zatvorenih daskom zakovanom u dva smjera pod kutem od $\pm 45^\circ$ prema vertikalnim nosačima. Između je termoizolacija.

Tehnološki redoslijed:

- Postavljanje veznih greda 14/16 cm na predhodno pripremljene oslonce na vrhu zida.
- Postavljanje vjenčanice 14/12 cm u utore na veznim gredama i sidrenje u zid Fischer vijcima ili MKT $\Phi 16$ / 400 mm na razmacima od cca. 50 cm
- Postavljanje sljemene grede 12/14 cm
- Postavljanje rogova 12/14 cm prema skicama u projektu. Tesarske zasjeke krojiti na licu mjesta. U sljemenu se rogovi kroz sljemenu gredu povezuju vijkom M16.
- Podašćanje daskom $d = 2,0 \text{ cm}$
- Izrada konstrukcije luminara:
 - Postavljanje vertikalnih drvenih nosača zidova 10/12 cm
 - Postavljanje rogova luminara 10/12 cm
 - Unutrašnje podašćanje luminara pod kutem od -45° prema vertikalnim nosačima, $d=2,4 \text{ cm}$
 - Postavljanje termoizolacije između vertikalnih greda
 - Vanjsko podašćanje luminara pod kutem od $+45^\circ$ prema vertikalnim nosačima, $d=2,4 \text{ cm}$
 - Podašćanje krova luminara daskom $d=2,4 \text{ cm}$
 - Ugradnja ostalih slojeva krova

Zgrada B

Krov je dvostrešan nagiba cca 36°. Krovna konstrukcija objekta je iz drvenih rogova 14/16 cm i zatege, kliješta 2x4/16 cm, koja se postavlja cca 75 cm od nazidnice tako da se minimizira prijenos razupornih sila krova na zidove. Razmak rogova na razmacima prema projektu cca 70 cm. Kliješta postaviti na svaki par rogova. Rogovi se na zid oslanjaju preko nazidnica dimenzija 16/14 cm sidrenih u zid FISCHER vijcima M16 na razmaku cca 50 cm. U sljemenu se postavlja greda 14/16 cm na koju se pričvršćuju rogovi vijkom M16. Sljemena greda nije nosiva, a rogovi se oslanjaju preko tesarskog zasjeka. Spoj roga i kliješta osigurati s 2 vijka M16.

Zgrada D

Krov je jednostrešan nagiba cca 22°. Krovna konstrukcija je iz rogova dim. 14/16 cm. Oslanjanje rogova na nazidnice 16/14 cm ostvaruje se tesarskim zasjekom. Nazidnice sidriti u zid FISCHER vijcima M16 na razmaku cca 50 cm.

Međukatne konstrukcije

Spregnuti strop zgrade A, B i D

Ploče su spregnute konstrukcije iz drvenih greda 14/16cm te sitnozrnog betona C25/30 u debljini 6 cm.

Sprezanje betona i drvenih greda kroz daščanu oplatu je ostvareno čeličnim moždanicima $\phi 12$ na proračunatom minimalnom razmaku. Razmak moždanika se prema sredini raspona povećava. Pri proračunu je usvojen koeficijent sprezanja 0.90. Raspored moždanika prema detaljima.

Drvene grede i daščana oplata su prije izvedbe zaštićeni protiv vlage i crvotočine.

Betonska ploča se povezuje sa zidovima (u oba smjera) kosim štapnim sidrima. Prije nalijevanja tankog betona u sredini debljine ploče se svakih 50 cm ugrađuje par sidara $\phi 8$ RA duljine 50+15 cm pod kutom od 45 stupnjeva. Sidra se nakon ispuhivanja lijepe u zid epoksidnim ljepilom. Dubina rupe promjera $\phi 10$ mm je 15 cm.

Prije nalivanja betona grede poduprijeti u trećinama raspona.

Tehnološki redoslijed:

- Zidarska obrada oslonaca greda
- Postava drvenih greda 14/16 cm
- Postava daščane oplata debljine 2.0 cm i pričvršćenje samourezujućim vijcima za drvo M4.
- Bušenje rupa za moždanike u drvenim gredama preko podaščanja svrdlom $\phi 12$ dubine 70 mm
- Umakanje moždanika $\phi 12$ iz GA 240/360, duljine 12 cm, u epoksidno ljepilo i zabijanje u rupe

- Bušenje rupa u zidovima na polovini debljine ploče svrdlom $\phi 10$ mm, dubine 150 mm. Buši se u zdravi kamen na razmacima cca 50 cm pod kutom $\pm 45^\circ$.
- Ugradnja sidara $\phi 8$ iz RA 400/500, duljine cca 65 cm
- Injektiranje rupa smjesom epoksidnog ljepila i kamene prašine
- Postava mreže Q-196, MAG 500/560
- Ugradnja sitnozrnog betona C25/30 u debljini 6 cm
- Njega betona minimalno 10 dana
- Ugradnja ostalih slojeva poda
- Konačno opterećenje podne konstrukcije najranije 30 dana nakon betoniranja

Detalji spregnute konstrukcije u prilogima.

Drveni strop

Potkrovlje kuće A

Pod potkrovlja zgrada A izvodi se iz drvenih greda dimenzija 14/16 cm na razmaku prema projektu cca 50-70 cm. Podašćanje dašćanom oplatom debljine 2 cm.

Međukatne konstrukcije kuće C

Međukatne konstrukcije zgrade C izvode se iz drvenih greda dimenzija 10/12 cm na razmaku prema projektu cca 50 cm. Podašćanje dašćanom oplatom debljine 2 cm.

Potkrovlje kuće D

Pod potkrovlja zgrada D izvodi se iz drvenih greda dimenzija 12/14 cm na razmaku prema projektu cca 55 cm. Podašćanje dašćanom oplatom debljine 2 cm.

Unutrašnje stubište

Stubište je iz drvenih tetiva dimenzija 8/20 cm na razmaki cca 120 cm, mjene 12/14, s drvenim gazištima.

Nadstrešnica

Rogovi nadstrešnice su dim. 10/12 cm, oslonjeni na bankinu 14/16 cm, te gredu dim. 16/28 cm. Greda se po sredini raspona oslanja na stup dim. 16/28 cm. Bankina je oslonjena na kamene konzole i u zidove kuća. U svemu prema arhitektonskom projektu.

Zidovi

Sanacija zidova

Sanacija zidova se provodi preziđivanjem na mjestima većih oštećenja, rekonstruiranjem nedostajućih dijelova, eventualnom ugradnjom štapnih sidara te injektiranjem koje će sanirati pukotine i osigurati kompaktnost zida odnosno vezu vanjskog i unutarnjeg lica zida.

Razdjelni zid kuća A i B

Zid je ukupne debljine 50 cm, iz sačaste opeke tipa Porotherm, zidati u produžnom mortu. Na sudarima s postojećim zidovima svaki 3. - 5. kamen u postojećem zidu izvaditi i ostvariti vezu "zubima". Vertikalni i horizontalni serklaži te nadvoji armiraju se minimalnom armaturom prema seizmičkim propisima. Nadvoji i serklaži dim 50/25 cm, armirati s 4 ϕ 14 u obe zone, vilice ϕ 8/20.

Unutarnji zid kuće A debljine 20 cm

Zid je iz sačaste opeke tipa Porotherm, debljine 20 cm. Zidati u produžnom mortu. Svaki 3. - 5. kamen u postojećem zidu izvaditi i ostvariti vezu "zubima" s novim zidom. Vertikalni i horizontalni serklaži te nadvoji armiraju se minimalnom armaturom prema seizmičkim propisima. Nadvoji i serklaži dim 20/20 cm, armirati s 2 ϕ 14 u obe zone, vilice ϕ 8/20.

Temelje armirati s fi ϕ 12/ 15 cm u obe zone, vilice ϕ 10/ 20 cm. Predvidjeti L sidra iz ϕ 14 za sidrenje serklaža.

Materijali

Drvena građa - sva drvena građa je iz masivnih četinara C24 impregnirana protiv vlage i crvotočine prozirnim sredstvom.

Tlačna ploča međukatne konstrukcije je iz sitnozrnog betona C25/30.

Nova AB ploča je iz betona C25/30. Armature iz B500.

Serklaži i temelji iz betona C25/30.

Čelični elementi i spojna sredstva iz S235.

Sidra iz inoxa.

Zidovi su zidani iz blok opeke (I razred, grupa 2a) debljine 20 cm u produžnom mortu M5.

Masa za injektiranje zida je vapneno cementna emulzija približnog sastava:

Hidratizirano vapno	20 %
Cement PC 45	20 – 50 %
pijesak max. zrna 2 mm	20 – 50 % ovisno o primanju bušotine
Voda / suha tvar	0.5 – 0.7

Proračunske metode

Konstrukcije su provjeravane FEA programom - prezentirani su samo grafički izlazni rezultati proračuna i dimenzioniranja/.

Jednostavniji sklopovi i detalji su provjereni ručno približnim metodama i tabličnim proračunom u Excelu.

Dimenzioniranje drvenih elemenata provedeno je prema TPDK.

Neophodan je stručni nadzor projektanta statičara pri izradi krovne konstrukcije, sanaciji greda podne konstrukcije i izradi spregnute podne konstrukcije.

Statički proračun je proveden u skladu s važećim propisima, standardima i uzancama struke.

Izvođenje radova na sanaciji povjeriti specijaliziranoj tvrtki s potrebnim iskustvom, opremom i licencom Ministarstva kulture za rad na nepokretnim kulturnim dobrima.

Split, studeni 2015

Projektant:
Neven Kunjašić, dig

ANALIZA OPTEREĆENJA

STALNO OPTEREĆENJE

MK ; spregnute drvo-beton

Parket u ljepilu	2	cm	x	7	kN/m ³	=	0,1	kN/m ²
filc	0,2	cm	x	5	kN/m ³	=	0,0	kN/m ²
OSB ploče	2	cm	x	7	kN/m ³	=	0,1	kN/m ²
Sitnozrni beton	6	cm	x	25	kN/m ³	=	1,5	kN/m ²
daščana oplata	2	cm	x	7	kN/m ³	=	0,1	kN/m ²
Drvene grede 14/16, e=55	448,0	cm ² /m	x	7	kN/m ³	=	0,3	kN/m ²
							2,2	kN/m²

MK ; drvene (potkrovlje zgrade A i D)

Drveni pod	2	cm	x	7	kN/m ³	=	0,1	kN/m ²
Drvene platice	4	cm	x	7	kN/m ³	=	0,3	kN/m ²
Drvene grede 12/14, e=50-75	448,0	cm ² /m	x	7	kN/m ³	=	0,3	kN/m ²
							0,7	kN/m²
bez greda						=	0,4	kN/m²
<u>zgrada A</u> , bez greda za e=0,63						=	0,26	kN/m
<u>zgrada D</u> , bez greda za e=0,55						=	0,23	kN/m

Krov

Kupa kanalica s poletvanjem	-	cm	x	-	kN/m ³	=	1,1	kN/m ²
HI	1	cm	x	10	kN/m ³	=	0,1	kN/m ²
daščana oplata	2	cm	x	7	kN/m ³	=	0,1	kN/m ²
TI	8	cm	x	0,5	kN/m ³	=	0,0	kN/m ²
Parna brana	0,2	cm	x	10	kN/m ³	=	0,0	kN/m ²
Drvene grede 14/16, e=55	336,0	cm ² /m	x	7	kN/m ³	=	0,2	kN/m ²
gipskartonska obloga	1,25	cm	x	12	kN/m ³	=	0,15	kN/m ²
							1,8	kN/m²
bez greda						=	1,6	kN/m²
<u>zgrada B</u> , bez gipskartonske obloge, bez greda						=	1,4	kN/m ²
<u>zgrada B</u> , za tipični okvir e= 9 _e						=	1,0	kN/m
<u>zgrada D</u> , za tipičan okvir e 9 _e						=	1,0	kN/m

Stubište

Tetive	8 x	20	cm ²	x	7	kN/m ³	=	0,1	kN/m
Nosači gazišta	8 x	10	cm ²	x	7	kN/m ³	=	0,1	kN/m
Gazišta	4 x	60	cm ²	x	7	kN/m ³	=	0,2	kN/m
Pregrade gazišta	2 x	60	cm ²	x	7	kN/m ³	=	0,1	kN/m
							0,4	kN/m	

Zid d=20

Porotherm blok 20 cm
mort
žbuka

13,5	kg/kom	x	10,7	kom/m ²	=	1,4	kN/m ²
23	l/m ²	x	22	kN/m ³	=	0,5	kN/m ²
2	cm	x	22	kN/m ³	=	0,4	kN/m ²
				suma	=	2,4	kN/m ²
				*h=2,78	=	6,6	kN/m

Zid d=12

puna opeka
mort

3,15	kg/kom	x	385	kom/m ³	=	12,1	kN/m ³
207	l/m ³	x	22	kN/m ³	=	4,6	kN/m ³
				suma	=	16,7	kN/m ³
12	cm	x	16,7	kN/m ³		2,0	kN/m ²
2	cm	x	22	kN/m ³	=	0,4	kN/m ²
				suma	=	2,4	kN/m ²
				*h=2,78	=	6,8	kN/m

Zid luminara

Knauf ploče
TI
Aquapanel

2,5	cm	x	12	kom/m ³	=	0,3	kN/m ²
10	cm	x	0,5	kom/m ³	=	0,1	kN/m ²
4,4	cm	x	7	kom/m ³	=	0,3	kN/m ²
				suma	=	0,7	kN/m ²
				*h=1,3		0,9	kN/m

KORISNO

Uporabna kategorija A – stambene prostorije

općenito	q=	2,0	kN/m ²
stubišta	q=	3,0	kN/m ²
balkoni	q=	4,0	kN/m ²
*potkrovlje	q=	1,5	kN/m ²

neprohodni ravni krov - kategorija H

krov	q=	0,8	kN/m ²	
	q _e =	0,525	kN/m	<u>zgrada B</u> , za tipični okvir e=0,7 m
	q _e =	0,495	kN/m	<u>zgrada D</u> , za tipičan okvir e=0,66 m

SNIJEG

Korčula

I. područje opterećenja snijegom

	sk=	0,5	kN/m ²	
<u>zgrada A i B</u>				
nagib krova 36°	m1=	0,64		
dvostrešni krov	m2=	0,88		za tipičan okvir zgrade B
				e= 0,7 m
	s1=	0,32	kN/m ²	s _{e1} = 0,22 kN/m
	s2=	0,44	kN/m ²	s _{e2} = 0,31 kN/m ²
<u>zgrada D</u>				
nagib krova 22°	m1=	0,8		za tipičan okvir zgrade D
jednostrešni krov				e= 0,66 m
	s1=	0,4	kN/m ²	s _{e1} = 0,26 kN/m

VJETAR

KUĆA A i B

Korčula

II. područje opterećenja vjetrom

$V_{ref,0} =$	25	m/s
$V_{ref} = V_{ref,0} + C_{alt} =$	27,50	m/s
$C_{alt} = 1 + 0,001 a_s =$	1,1	
$a_s =$	100	m.n.m.
$q_{ref} = 1,25 V_{ref}^2 / 2 =$	0,47	kN/m ²

Regija P9
Kategorija zemljišta I

DVOŠTREŠNI KROV

$z =$	12	m
$C_e(z) =$	2,89	
nagib krova =	36	°
$w = q_{ref} * C_e(z) * C_p =$		

linearna interpolacija za nagib 36°

vjetar sprijeda/straga; 0°/180°

nagib/C _{pe} ,10	F	G	H	I	J
30	0,7	0,7	0,4	-0,4	-0,5
45	0,7	0,7	0,6	-0,2	-0,3
36	0,7	0,7	0,5	-0,3	-0,4

vjetar na zabat; 90°/270°

nagib/C _{pe} ,10	F	G	H	I
30	-1,1	-1,4	-0,8	-0,5
45	-1,1	-1,4	-0,9	-0,5
36	-1,1	-1,4	-0,8	-0,5

opterećenje vjetrom w (kN/m²)

vjetar sprijeda°/straga; 0°/180°

	Cpe10	Cpi		Cp1	Cp2	w1	w2
F	0,7	0,8	-0,5	-0,1	1,2	-0,1	1,6
G	0,7	0,8	-0,5	-0,1	1,2	-0,1	1,6
H	0,5	0,8	-0,5	-0,3	1	-0,4	1,4
I	-0,3	0,8	-0,5	-1,1	0,2	-1,5	0,3
J	-0,4	0,8	-0,5	-1,2	0,1	-1,6	0,1

b=h=12 m

e=min(b;2h)= 12 m

odizanje pritisak

vjetar na zabat; 90°/270°

	Cpe10	Cpi		Cp1	Cp2	w1	w2
F	-1,1	0,8	-0,5	-1,9	-0,6	-2,6	-0,8
G	-1,4	0,8	-0,5	-2,2	-0,9	-3,0	-1,2
H	-0,8	0,8	-0,5	-1,6	-0,3	-2,2	-0,4
I	-0,5	0,8	-0,5	-1,3	0	-1,8	0,0

b= 6 m

e=min(b;2h)= 6 m

odizanje pritisak

za tipični okvir krova zgrade B

e=cca 0,7 m

vjetar sprijeda°/straga; 0°/180°

	w1	w2	w _e 1	w _e 2
F	-0,1	1,6	-0,10	1,15
G	-0,1	1,6	-0,10	1,15
H	-0,4	1,4	-0,29	0,96
I	-1,5	0,3	-1,05	0,19
J	-1,6	0,1	-1,15	0,10

b=h=12 m

e=min(b;2h)= 12 m

vjetar na zabat; 90°/270°

	w1	w2	w _e 1	w _e 2
F	-2,6	-0,8	-1,82	-0,57
G	-3,0	-1,2	-2,10	-0,86
H	-2,2	-0,4	-1,53	-0,29
I	-1,8	0,0	-1,24	0,00

b= 6 m

e=min(b;2h)= 6 m

Kuća D

Korčula

II. područje opterećenja vjetrom

$$\begin{aligned}V_{ref,0} &= 25 \text{ m/s} \\V_{ref} &= V_{ref,0} + C_{alt} = 27,50 \text{ m/s} \\C_{alt} &= 1 + 0,001 a_s = 1,1 \\a_s &= 100 \text{ m.n.m.} \\q_{ref} &= 1,25 V_{ref}^2 / 2 = 0,47 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

Regija P9
Kategorija zemljišta I

JEDNOŠTREŠNI KROV

$$\begin{aligned}z &= 7 \text{ m} \\C_e(z) &= 2,59 \\nagib krova &= 22^\circ \\w &= q_{ref} * C_e(z) * C_p =\end{aligned}$$

linearna interpolacija za nagib 8°

vjetar sprijeda 0°

nagib/ $C_{pe,10}$	F-	F+	G-	G+	H-	H+
15	-0,9	0,2	-0,8	0,2	-0,3	0,2
30	-0,5	0,7	-0,5	0,7	-0,2	0,4
22	-0,7	0,4	-0,7	0,4	-0,3	0,3

vjetar straga 180°

nagib/ $C_{pe,10}$	F	G	H
15	-2,5	-1,3	-0,9
30	-1,1	-0,8	-0,8
22	-1,8	-1,1	-0,9

vjetar na zabat $90^\circ/270^\circ$

	F	G	H	I
15	-1,3	-1,9	-0,8	-0,7
30	-1,2	-1,5	-1	-0,8
22	-1,3	-1,7	-0,9	-0,7

opterećenje vjetrom

vjetar sprijeda 0°

	Cpe10	Cpi	Cp1	Cp2	w1	w2	
F-	-0,7	0,8	-0,5	-1,5	-0,2	-1,8	-0,2
F+	0,4	0,8	-0,5	-0,4	0,9	-0,5	1,1
G-	-0,7	0,8	-0,5	-1,5	-0,2	-1,8	-0,2
G+	0,4	0,8	-0,5	-0,4	0,9	-0,5	1,1
H-	-0,3	0,8	-0,5	-1,1	0,2	-1,3	0,2
H+	0,3	0,8	-0,5	-0,5	0,8	-0,6	1,0

b=6,5m : h=7 m

e=min(b;2h)= 6,5 m

vjetar straga 180°

	Cpe10	Cpi	Cp1	Cp2	w1	w2	
F	-1,8	0,8	-0,5	-2,6	-1,3	-3,2	-1,6
G	-1,1	0,8	-0,5	-1,9	-0,6	-2,3	-0,7
H	-0,9	0,8	-0,5	-1,7	-0,4	-2,1	-0,5

b=6,5m : h=7 m

e=min(b;2h)=6,5 m

vjetar na zabat 90°/270°

	Cpe10	Cpi	Cp1	Cp2	w1	w2	
F	-1,3	0,8	-0,5	-2,1	-0,8	-2,6	-1,0
G	-1,7	0,8	-0,5	-2,5	-1,2	-3,1	-1,5
H	-0,9	0,8	-0,5	-1,7	-0,4	-2,1	-0,5
I	-0,7	0,8	-0,5	-1,5	-0,2	-1,8	-0,2

b=4,5m : h=7 m

e=min(b;2h)=4,5 m

za tipičan okvir krova zgrade D

e=cca 0,66 m

vjetar sprijeda 0°

	w1	w2	w_e1	w_e2
F-	-1,8	-0,2	-1,2	-0,2
F+	-0,5	1,1	-0,3	0,7
G-	-1,8	-0,2	-1,2	-0,2
G+	-0,5	1,1	-0,3	0,7
H-	-1,3	0,2	-0,9	0,2
H+	-0,6	1,0	-0,4	0,6

b=6,5m : h=7 m

e=min(b;2h)= 6,5 m

vjetar straga 180°

	w1	w2	w_e1	w_e2
F	-3,2	-1,6	-2,1	-1,1
G	-2,3	-0,7	-1,5	-0,5
H	-2,1	-0,5	-1,4	-0,3

b=6,5m : h=7 m

e=min(b;2h)=6,5 m

vjetar na zabat 90°/270°

	w1	w2	w_e1	w_e2
F	-2,6	-1,0	-1,7	-0,6
G	-3,1	-1,5	-2,0	-1,0
H	-2,1	-0,5	-1,4	-0,3
I	-1,8	-0,2	-1,2	-0,2

b=4,5m : h=7 m

e=min(b;2h)=4,5 m

Split, studeni 2015.

Projektant:

Neven Kunjašić, dig

PRORAČUN S GRAFIČKIM PRIKAZIMA

SPREGNUTA STROPNA KONSTRUKCIJA ZGRADE A

MEĐUKATNE KONSTRUKCIJE POZ. 100

Karakteristike materijala

Sitnozrni beton C 25/30

σ_{dop}	0,90	dop. napon za beton C25/30 (kN/cm ²)
E,c	3150,00	modul elastičnosti za beton C25/30 (kN/cm ²)

Drvene grede

σ_{dop}	1,00	dop. napon za četinare C24 (kN/cm ²)
E,t	1000,00	modul elastičnosti za drvo (kN/cm ²)
γ	0,90	koeficijent sprezanja

Opterećenje

L	3,30	raspon greda (m)
λ	0,60	osni razmak greda (m)
$q=1,00 \cdot g + 1,00 \cdot p$	4,20	računska vrijednost opterećenja (kN/m ²)
$q_l=q \cdot \lambda$	2,52	linijsko opterećenje za jednu gredu (kN/m)

Dimenzije poprečnog presjeka

d,pl	6,00	debljina betonske ploče (cm)
b	14,00	širina drvene grede (cm)
h	16,00	visina drvene grede (cm)
d,daske	2,20	debljina daščane oplata (cm)

Statičke veličine

$M_{max}=q_l \cdot L^2/8$	343,04	maksimalni moment (kNcm)
$T_{max}=q_l \cdot L/2$	4,16	maksimalna poprečna sila (kN)

Geometrijske karakteristike presjeka

$n=E_t/E_c$	3,15	
$A_{pl}=d_{pl} \cdot \lambda$	360,00	površ. poprečnog presjeka ploče (cm ²)
$A_{gr}=b \cdot h$	224,00	površ. poprečnog presjeka grede (cm ²)
$y_{pl}=d_{pl}/2$	3,00	udalj. težišta pl. od gor. ruba (cm)
$y_{gr}=d_{pl}+d_{daske}+h/2$	16,20	udalj. tež. grede od gornjeg ruba (cm)
$y_g=(A_{pl} \cdot y_{pl}+A_{gr} \cdot y_{gr})/A$	8,06	udalj. tež. slož. presjeka od gor. ruba pl.
$y_d=(d_{pl}+d_{daske}+h)-y_g$	16,14	udalj. tež. slož. presj. od donj. ruba pl.
$I_{y,pl}=\lambda \cdot d_{pl}^3/12$	1080,00	moment tromosti ploče (cm ⁴)
$I_{y,gr}=b \cdot h^3/12$	4778,67	moment tromosti grede (cm ⁴)
$y1_{pl}=y_g-y_{pl}$	5,06	
$y1_{gr}=y_{gr}-y_g$	8,14	
$EI_y=E_c \cdot I_{y,pl}+E_t \cdot I_{y,gr}+E_c \cdot A_{pl} \cdot y1_{pl}^2+\gamma \cdot I$	50597790,90	krutost složenog presjeka (kNcm ²)
$W_g=EI_y/(E_c \cdot y_g)$	1992,16	moment otpora presjeka (cm ³)
$W_d=EI_y/(E_t \cdot y_d)$	3135,52	moment otpora presjeka (cm ³)

Naprezanja u presjeku

$\sigma_{drvo}=M_{max}/W_d$	0,11	naprezanja u drvu (kN/cm ²)
$\sigma_{beton}=M_{max}/W_g$	0,17	naprezanja u ploči (kN/cm ²)

Proračun progiba

$f=5/384 \cdot (q \cdot l^4/EI_y)$	0,08	progib ploče (cm)
$f_{dop}=L/300$	1,10	dopušteni progib ploče (cm)

Proračun moždanika

$S=d_{pl} \cdot \lambda \cdot (d_{daske}+d_{pl}/2)$	1872,00	stat. mom. površ. na kontaktu pl. i gr. (cm ³)
$N=S \cdot T \cdot E_t \cdot \gamma/EI_y$	0,14	kN/cm

$a=T/N$	30,03	razmak trnova (cm)
dub,trna	7,00	dubina trna (cm)
d,trna	1,20	promjer trna (cm)
$N1,dop$	3,36	nosivost trna na pritisak po omotaču rupe (kN)
$N2,dop$	3,31	nosivost trna na posmik (kN)
$T1=(N+0)/2*L/2$	11,42	posmična sila (kN)
$n=T1/N1,dop$	3	minimalni broj trnova za četvrtinu raspona

SPREGNUTA STROPNA KONSTRUKCIJA ZGRADE A

MEĐUKATNE KONSTRUKCIJE POZ. 301

Karakteristike materijala

Sitnozrni beton C 25/30

σ_{dop}	0,90	dop. napon za beton C25/30 (kN/cm ²)
E,c	3150,00	modul elastičnosti za beton C25/30 (kN/cm ²)

Drvene grede

σ_{dop}	1,00	dop. napon za četinare C24 (kN/cm ²)
E,t	1000,00	modul elastičnosti za drvo (kN/cm ²)
γ	0,90	koeficijent sprežanja

Opterećenje

L	3,30	raspon greda (m)
λ	0,55	osni razmak greda (m)
$q=1,00 \cdot g + 1,00 \cdot p$	4,20	računska vrijednost opterećenja (kN/m ²)
$q_l=q \cdot \lambda$	2,31	linijsko opterećenje za jednu gredu (kN/m)

Dimenzije poprečnog presjeka

d,pl	6,00	debljina betonske ploče (cm)
b	14,00	širina drvene grede (cm)
h	16,00	visina drvene grede (cm)
d,daske	2,20	debljina daščane oplata (cm)

Statičke veličine

$M_{max}=q_l \cdot L^2/8$	314,45	maksimalni moment (kNcm)
$T_{max}=q_l \cdot L/2$	3,81	maksimalna poprečna sila (kN)

Geometrijske karakteristike presjeka

$n=E_t/E_c$	3,15	
$A_{pl}=d_{pl} \cdot \lambda$	330,00	površ. poprečnog presjeka ploče (cm ²)
$A_{gr}=b \cdot h$	224,00	površ. poprečnog presjeka grede (cm ²)
$y_{pl}=d_{pl}/2$	3,00	udalj. težišta pl. od gor. ruba (cm)
$y_{gr}=d_{pl}+d_{daske}+h/2$	16,20	udalj. tež. grede od gornjeg ruba (cm)
$y_g=(A_{pl} \cdot y_{pl}+A_{gr} \cdot y_{gr})/A$	8,34	udalj. tež. slož. presjeka od gor. ruba pl.
$y_d=(d_{pl}+d_{daske}+h)-y_g$	15,86	udalj. tež. slož. presj. od donj. ruba pl.
$I_{y,pl}=\lambda \cdot d_{pl}^3/12$	990,00	moment tromosti ploče (cm ⁴)
$I_{y,gr}=b \cdot h^3/12$	4778,67	moment tromosti grede (cm ⁴)
$y1_{pl}=y_g-y_{pl}$	5,34	
$y1_{gr}=y_{gr}-y_g$	7,86	
$EI_y=E_c \cdot I_{y,pl}+E_t \cdot I_{y,gr}+E_c \cdot A_{pl} \cdot y1_{pl}^2+\gamma \cdot I$	49971572,48	krutost složenog presjeka (kNcm ²)
$W_g=EI_y/(E_c \cdot y_g)$	1902,80	moment otpora presjeka (cm ³)
$W_d=EI_y/(E_t \cdot y_d)$	3150,23	moment otpora presjeka (cm ³)

Naprezanja u presjeku

$\sigma_{drvo}=M_{max}/W_d$	0,10	naprezanja u drvu (kN/cm ²)
$\sigma_{beton}=M_{max}/W_g$	0,17	naprezanja u ploči (kN/cm ²)

Proračun progiba

$f=5/384 \cdot (q \cdot l^4/EI_y)$	0,07	progib ploče (cm)
$f_{dop}=L/300$	1,10	dopušteni progib ploče (cm)

Proračun moždanika

$S=d_{pl} \cdot \lambda \cdot (d_{daske}+d_{pl}/2)$	1716,00	stat. mom. površ. na kontaktu pl. i gr. (cm ³)
$N=S \cdot T \cdot E_t \cdot \gamma/EI_y$	0,12	kN/cm

$a=T/N$	32,36	razmak trnova (cm)
dub,trna	7,00	dubina trna (cm)
d,trna	1,20	promjer trna (cm)
$N1,dop$	3,36	nosivost trna na pritisak po omotaču rupe (kN)
$N2,dop$	3,31	nosivost trna na posmik (kN)
$T1=(N+0)/2*L/2$	9,72	posmična sila (kN)
$n=T1/N1,dop$	3	minimalni broj trnova za četvrtinu raspona

SPREGNUTA STROPNA KONSTRUKCIJA ZGRADE B

MEĐUKATNE KONSTRUKCIJE POZ. 100,200,300

Karakteristike materijala

Sitnozrni beton C 25/30

σ_{dop}	0,90	dop. napon za beton C25/30 (kN/cm ²)
E,c	3150,00	modul elastičnosti za beton C25/30 (kN/cm ²)

Drvene grede

σ_{dop}	1,00	dop. napon za četinare C24 (kN/cm ²)
E,t	1000,00	modul elastičnosti za drvo (kN/cm ²)
γ	0,90	koeficijent sprezanja

Opterećenje

L	4,80	raspon greda (m)
λ	0,55	osni razmak greda (m)
$q=1,00*g+1,00*p$	4,20	računska vrijednost opterećenja (kN/m ²)
$ql=q*\lambda$	2,31	linijsko opterećenje za jednu gredu (kN/m)

Dimenzije poprečnog presjeka

d,pl	6,00	debljina betonske ploče (cm)
b	14,00	širina drvene grede (cm)
h	16,00	visina drvene grede (cm)
d,daske	2,20	debljina dasčane oplata (cm)

Statičke veličine

$M_{max}=ql*L^2/8$	665,28	maksimalni moment (kNcm)
$T_{max}=ql*L/2$	5,54	maksimalna poprečna sila (kN)

Geometrijske karakteristike presjeka

$n=E_t/E_c$	3,15	
$A_{pl}=d_{pl}*\lambda$	330,00	površ. poprečnog presjeka ploče (cm ²)
$A_{gr}=b*h$	224,00	površ. poprečnog presjeka grede (cm ²)
$y_{pl}=d_{pl}/2$	3,00	udalj. težišta pl. od gor. ruba (cm)
$y_{gr}=d_{pl}+d_{daske}+h/2$	16,20	udalj. tež. grede od gornjeg ruba (cm)
$y_g=(A_{pl}*y_{pl}+A_{gr}*y_{gr})/A$	8,34	udalj. tež. slož. presjeka od gor. ruba pl.
$y_d=(d_{pl}+d_{daske}+h)-y_g$	15,86	udalj. tež. slož. presj. od donj. ruba pl.
$I_{y,pl}=\lambda^3*d_{pl}^3/12$	990,00	moment tromosti ploče (cm ⁴)
$I_{y,gr}=b*h^3/12$	4778,67	moment tromosti grede (cm ⁴)
$y_{1,pl}=y_g-y_{pl}$	5,34	
$y_{1,gr}=y_{gr}-y_g$	7,86	
$EI_y=E_c*I_{y,pl}+E_t*I_{y,gr}+E_c*A_{pl}*y_{1,pl}^2+\gamma*$	49971572,48	krutost složenog presjeka (kNcm ²)
$W_g=EI_y/(E_c*y_g)$	1902,80	moment otpora presjeka (cm ³)
$W_d=EI_y/(E_t*y_d)$	3150,23	moment otpora presjeka (cm ³)

Naprezanja u presjeku

$\sigma_{drvo}=M_{max}/W_d$	0,21	naprezanja u drvu (kN/cm ²)
$\sigma_{beton}=M_{max}/W_g$	0,35	naprezanja u ploči (kN/cm ²)

Proračun progiba

$f=5/384*(q*L^4/EI_y)$	0,32	progib ploče (cm)
$f_{dop}=L/300$	1,60	dopušteni progib ploče (cm)

Proračun moždanika

$S=d_{pl}*\lambda*(d_{daske}+d_{pl}/2)$	1716,00	stat. mom. površ. na kontaktu pl. i gr. (cm ³)
$N=S*T*E_t*\gamma/EI_y$	0,17	kN/cm
$a=T/N$	32,36	razmak trnova (cm)

dub,trna	7,00	dubina trna (cm)
d,trna	1,20	promjer trna (cm)
N1,dop	3,36	nosivost trna na pritisak po omotaču rupe (kN)
N2,dop	3,31	nosivost trna na posmik (kN)
$T1=(N+0)/2*L/2$	20,56	posmična sila (kN)
$n=T1/N1,dop$	6	minimalni broj trnova za četvrtinu raspona

SPREGNUTA STROPNA KONSTRUKCIJA ZGRADE B

MEĐUKATNE KONSTRUKCIJE GREDA UZ STUBIŠTE POZ. 101,201,301

Karakteristike materijala

Sitnozrni beton C 25/30

σ_{dop}	0,90	dop. napon za beton C25/30 (kN/cm ²)
E,c	3150,00	modul elastičnosti za beton C25/30 (kN/cm ²)

Drvene grede

σ_{dop}	1,00	dop. napon za četinare C24 (kN/cm ²)
E,t	1000,00	modul elastičnosti za drvo (kN/cm ²)
γ	0,90	koeficijent sprezanja

Opterećenje

L	4,80	raspon greda (m)
λ	0,55	osni razmak greda (m)
$q=1,00 \cdot g + 1,00 \cdot p$	4,20	računska vrijednost opterećenja (kN/m ²)
$Q_{stubište}$	3,61	opterećenje od stubišta (kN/m ¹) za $g_{st}=0,4$; $q_{st}=4$
$ql=q \cdot \lambda$	5,92	linijsko opterećenje za jednu gredu (kN/m)

Dimenzije poprečnog presjeka

d,pl	6,00	debljina betonske ploče (cm)
b	14,00	širina drvene grede (cm)
h	16,00	visina drvene grede (cm)
d,daske	2,20	debljina dasčane oplata (cm)

Statičke veličine

$M_{max}=ql \cdot L^2/8$	1704,96	maksimalni moment (kNcm)
$T_{max}=ql \cdot L/2$	14,21	maksimalna poprečna sila (kN)

Geometrijske karakteristike presjeka

$n=E_t/E_c$	3,15	
$A_{pl}=d_{pl} \cdot \lambda$	330,00	površ. poprečnog presjeka ploče (cm ²)
$A_{gr}=b \cdot h$	224,00	površ. poprečnog presjeka grede (cm ²)
$y_{pl}=d_{pl}/2$	3,00	udalj. težišta pl. od gor. ruba (cm)
$y_{gr}=d_{pl}+d_{daske}+h/2$	16,20	udalj. tež. grede od gornjeg ruba (cm)
$y_g=(A_{pl} \cdot y_{pl}+A_{gr} \cdot y_{gr})/A$	8,34	udalj. tež. slož. presjeka od gor. ruba pl.
$y_d=(d_{pl}+d_{daske}+h)-y_g$	15,86	udalj. tež. slož. presj. od donj. ruba pl.
$I_{y,pl}=\lambda \cdot d_{pl}^3/12$	990,00	moment tromosti ploče (cm ⁴)
$I_{y,gr}=b \cdot h^3/12$	4778,67	moment tromosti grede (cm ⁴)
$y1_{pl}=y_g-y_{pl}$	5,34	
$y1_{gr}=y_{gr}-y_g$	7,86	
$EI_y=E_c \cdot I_{y,pl}+E_t \cdot I_{y,gr}+E_c \cdot A_{pl} \cdot y1_{pl}^2+\gamma \cdot$	49971572,48	krutost složenog presjeka (kNcm ²)
$W_g=EI_y/(E_c \cdot y_g)$	1902,80	moment otpora presjeka (cm ³)
$W_d=EI_y/(E_t \cdot y_d)$	3150,23	moment otpora presjeka (cm ³)

Naprezanja u presjeku

$\sigma_{drvo}=M_{max}/W_d$	0,54	naprezanja u drvu (kN/cm ²)
$\sigma_{beton}=M_{max}/W_g$	0,90	naprezanja u ploči (kN/cm ²)

Proračun progiba

$f=5/384 \cdot (q \cdot l^4/EI_y)$	0,82	progib ploče (cm)
$f_{dop}=L/300$	1,60	dopušteni progib ploče (cm)

Proračun moždanika

$S=d_{pl} \cdot \lambda \cdot (d_{daske}+d_{pl}/2)$	1716,00	stat. mom. površ. na kontaktu pl. i gr. (cm ³)
---	---------	--

$$N = S \cdot T \cdot E, t \cdot \gamma / E I_y$$

$$a = T / N$$

dub, trna

d, trna

N1, dop

N2, dop

$$T1 = (N + 0) / 2 \cdot L / 2$$

$$n = T1 / N1, \text{dop}$$

0,44 kN/cm

32,36 razmak trnova (cm)

7,00 dubina trna (cm)

1,20 promjer trna (cm)

3,36 nosivost trna na pritisak po omotaču rupe (kN)

3,31 nosivost trna na posmik (kN)

52,69 posmična sila (kN)

16 minimalni broj trnova za četvrtinu raspona

SPREGNUTA STROPNA KONSTRUKCIJA ZGRADE D

MEĐUKATNE KONSTRUKCIJE POZ. 100

Karakteristike materijala

Sitnozrni beton C 25/30

σ_{dop}	0,90	dop. napon za beton C25/30 (kN/cm ²)
E_c	3150,00	modul elastičnosti za beton C25/30 (kN/cm ²)

Drvene grede

σ_{dop}	1,00	dop. napon za četinare C24 (kN/cm ²)
E_t	1000,00	modul elastičnosti za drvo (kN/cm ²)
γ	0,90	koeficijent sprežanja

Opterećenje

L	3,95	raspon greda (m)
λ	0,55	osni razmak greda (m)
$q=1,00 \cdot g + 1,00 \cdot p$	4,20	računska vrijednost opterećenja (kN/m ²)
$q_l=q \cdot \lambda$	2,31	linijsko opterećenje za jednu gredu (kN/m)

Dimenzije poprečnog presjeka

d,pl	6,00	debljina betonske ploče (cm)
b	14,00	širina drvene grede (cm)
h	16,00	visina drvene grede (cm)
d,daske	2,20	debljina daščane oplata (cm)

Statičke veličine

$M_{max}=q_l \cdot L^2/8$	450,52	maksimalni moment (kNcm)
$T_{max}=q_l \cdot L/2$	4,56	maksimalna poprečna sila (kN)

Geometrijske karakteristike presjeka

$n=E_t/E_c$	3,15	
$A_{pl}=d_{pl} \cdot \lambda$	330,00	površ. poprečnog presjeka ploče (cm ²)
$A_{gr}=b \cdot h$	224,00	površ. poprečnog presjeka grede (cm ²)
$y_{pl}=d_{pl}/2$	3,00	udalj. težišta pl. od gor. ruba (cm)
$y_{gr}=d_{pl}+d_{daske}+h/2$	16,20	udalj. tež. grede od gornjeg ruba (cm)
$y_g=(A_{pl} \cdot y_{pl}+A_{gr} \cdot y_{gr})/A$	8,34	udalj. tež. slož. presjeka od gor. ruba pl.
$y_d=(d_{pl}+d_{daske}+h)-y_g$	15,86	udalj. tež. slož. presj. od donj. ruba pl.
$I_{y,pl}=\lambda \cdot d_{pl}^3/12$	990,00	moment tromosti ploče (cm ⁴)
$I_{y,gr}=b \cdot h^3/12$	4778,67	moment tromosti grede (cm ⁴)
$y1_{pl}=y_g-y_{pl}$	5,34	
$y1_{gr}=y_{gr}-y_g$	7,86	
$EI_y=E_c \cdot I_{y,pl}+E_t \cdot I_{y,gr}+E_c \cdot A_{pl} \cdot y1_{pl}^2+\gamma \cdot I$	49971572,48	krutost složenog presjeka (kNcm ²)
$W_g=EI_y/(E_c \cdot y_g)$	1902,80	moment otpora presjeka (cm ³)
$W_d=EI_y/(E_t \cdot y_d)$	3150,23	moment otpora presjeka (cm ³)

Naprezanja u presjeku

$\sigma_{drvo}=M_{max}/W_d$	0,14	naprezanja u drvu (kN/cm ²)
$\sigma_{beton}=M_{max}/W_g$	0,24	naprezanja u ploči (kN/cm ²)

Proračun progiba

$f=5/384 \cdot (q \cdot l^4/EI_y)$	0,15	progib ploče (cm)
$f_{dop}=L/300$	1,32	dopušteni progib ploče (cm)

Proračun moždanika

$S=d_{pl} \cdot \lambda \cdot (d_{daske}+d_{pl}/2)$	1716,00	stat. mom. površ. na kontaktu pl. i gr. (cm ³)
$N=S \cdot T \cdot E_t \cdot \gamma/EI_y$	0,14	kN/cm

$a=T/N$	32,36	razmak trnova (cm)
dub,trna	7,00	dubina trna (cm)
d,trna	1,20	promjer trna (cm)
$N1,dop$	3,36	nosivost trna na pritisak po omotaču rupe (kN)
$N2,dop$	3,31	nosivost trna na posmik (kN)
$T1=(N+0)/2*L/2$	13,92	posmična sila (kN)
$n=T1/N1,dop$	4	minimalni broj trnova za četvrtinu raspona

DRVENI POD ZGRADE A

POZ 400 (potkrovlje)- karakteristična greda

Karakteristike materijala

σ_{dop}	1,00 kN / cm ²
τ_{dop}	0,09 kN / cm ²
E	1000,00 kN / cm ²
γ	6,50 kN / m ³

Četinari II klase

dopušteni napon na savijanje za vlažnost 18 %
dopušteni napon na posmik od poprečne sile
modul elastičnosti
specifična težina

Opterećenje

stalno opt. (g)	0,40 kN / m ²
korisno opt. (p)	1,50 kN / m ²
$g=b \cdot h \cdot \gamma$	0,15 kN / m
gl	0,00 kN / m
$q=1.0 \cdot g + 1.0 \cdot p$	1,34 kN / m
l	4,80 m

vlastita težina
linijsko opterećenje
računsko opterećenje
raspon grede

Dimenzije poprečnog presjeka

b	14,00 cm
h	16,00 cm
λ	63,00 cm
$I=b \cdot h^3 / 12$	4778,67 cm ⁴
$W=b \cdot h^2 / 6$	597,33 cm ³
$A=b \cdot h$	224,00 cm ²

širina grede
visina grede
razmak greda
moment tromosti pravokutnog presjeka
moment otpora pravokutnog presjeka
površina poprečnog presjeka

Maksimalne rezne sile

$M_{\text{max}}=q \cdot l^2 / 8$	386,67 kNcm	maksimalni moment
$T_{\text{max}}=q \cdot l / 2$	3,22 kN	maksimalna poprečna sila

Naponi u gredi

$\sigma=M_{\text{max}} / W$	0,65 kN / cm ²	napon od savijanja	$\leq 1,00 \text{ kN/cm}^2$
$\tau=1.5 \cdot T_{\text{max}} / A$	0,02 kN / cm ²	napon od poprečne sile	$\leq 0,09 \text{ kN/cm}^2$

Progib grede

$f=5 \cdot q \cdot l^4 / (384 \cdot E \cdot I)$	1,942 cm	
$f_{\text{dop}} = l / 250$	1,92 cm	dopušteni progib
$f_p=5 \cdot p \cdot l^4 / (384 \cdot E \cdot I)$	1,37 cm	
$f_{p,\text{dop}}=l / 300$	1,60 cm	dopušteni progib od korisnog opterećenja

DRVENI POD ZGRADE A

POZ 200 - greda ispod pregradnog zida

POZ 200

POZ 302

Karakteristike materijala

σ_{dop}	1,00 kN / cm ²
τ_{dop}	0,09 kN / cm ²
E	1000,00 kN / cm ²
γ	6,50 kN / m ³

Četinari II klase

dopušteni napon na savijanje za vlažnost 18 %
dopušteni napon na posmik od poprečne sile
modul elastičnosti
specifična težina

Opterećenje

stalno opt. (g)	1,90 kN / m ²	
korisno opt. (p)	2,00 kN / m ²	
$g=b \cdot h \cdot \gamma$	0,15 kN / m	vlastita težina
gl	6,80 kN / m	linijsko opterećenje
$q=1.0 \cdot g+1.0 \cdot p$	9,09 kN / m	računsko opterećenje
l	1,40 m	raspon grede

Dimenzije poprečnog presjeka

b	14,00 cm	širina grede
h	16,00 cm	visina grede
λ	55,00 cm	razmak greda
$I=b \cdot h^3 / 12$	4778,67 cm ⁴	moment tromosti pravokutnog presjeka
$W=b \cdot h^2 / 6$	597,33 cm ³	moment otpora pravokutnog presjeka
$A=b \cdot h$	224,00 cm ²	površina poprečnog presjeka

Maksimalne rezne sile

$M_{\text{max}}=q \cdot l^2 / 8$	222,72 kNcm	maksimalni moment
$T_{\text{max}}=q \cdot l / 2$	6,36 kN	maksimalna poprečna sila

Naponi u gredi

$\sigma=M_{\text{max}} / W$	0,37 kN / cm ²	napon od savijanja	$\leq 1,00 \text{ kN/cm}^2$
$\tau=1.5 \cdot T_{\text{max}} / A$	0,04 kN / cm ²	napon od poprečne sile	$\leq 0,09 \text{ kN/cm}^2$

Progib grede

$f=5 \cdot q \cdot l^4 / (384 \cdot E \cdot I)$	0,095 cm	
$f_{\text{dop}} = l / 300$	0,47 cm	dopušteni progib

DRVENI POD ZGRADE C

POZ 200, 300

Karakteristike materijala

σ_{dop}	1,00 kN / cm ²
τ_{dop}	0,09 kN / cm ²
E	1000,00 kN / cm ²
γ	6,50 kN / m ³

Četinari II klase

dopušteni napon na savijanje za vlažnost 18 %
dopušteni napon na posmik od poprečne sile
modul elastičnosti
specifična težina

Opterećenje

stalno opt. (g)	0,40 kN / m ²	
korisno opt. (p)	2,00 kN / m ²	
$g=b \cdot h \cdot \gamma$	0,08 kN / m	vlastita težina
gl	0,00 kN / m	linijsko opterećenje
$q=1.0 \cdot g+1.0 \cdot p$	1,28 kN / m	računsko opterećenje
l	2,20 m	raspon grede

Dimenzije poprečnog presjeka

b	10,00 cm	širina grede
h	12,00 cm	visina grede
λ	50,00 cm	razmak greda
$I=b \cdot h^3 / 12$	1440,00 cm ⁴	moment tromosti pravokutnog presjeka
$W=b \cdot h^2 / 6$	240,00 cm ³	moment otpora pravokutnog presjeka
$A=b \cdot h$	120,00 cm ²	površina poprečnog presjeka

Maksimalne rezne sile

$M_{\text{max}}=q \cdot l^2 / 8$	77,32 kNcm	maksimalni moment
$T_{\text{max}}=q \cdot l / 2$	1,41 kN	maksimalna poprečna sila

Naponi u gredi

$\sigma=M_{\text{max}} / W$	0,32 kN / cm ²	napon od savijanja	$\leq 1,00 \text{ kN/cm}^2$
$\tau=1.5 \cdot T_{\text{max}} / A$	0,02 kN / cm ²	napon od poprečne sile	$\leq 0,09 \text{ kN/cm}^2$

Progib grede

$f=5 \cdot q \cdot l^4 / (384 \cdot E \cdot I)$	0,271 cm	
$f_{\text{dop}} = l / 250$	0,88 cm	dopušteni progib
$f_p=5 \cdot p \cdot l^4 / (384 \cdot E \cdot I)$	0,21 cm	
$f_{p,\text{dop}}=l / 300$	0,73 cm	dopušteni progib od korisnog opterećenja

DRVENI POD ZGRADE D

POZ 200 (potkrovlje) - karakteristična greda

Karakteristike materijala

σ_{dop}	1,00 kN / cm ²
τ_{dop}	0,09 kN / cm ²
E	1000,00 kN / cm ²
γ	6,50 kN / m ³

Četinari II klase

dopušteni napon na savijanje za vlažnost 18 %
dopušteni napon na posmik od poprečne sile
modul elastičnosti
specifična težina

Opterećenje

stalno opt. (g)	0,40 kN / m ²
korisno opt. (p)	1,50 kN / m ²
$g=b \cdot h \cdot \gamma$	0,11 kN / m
gl	0,00 kN / m
$q=1.0 \cdot g+1.0 \cdot p$	1,15 kN / m
l	4,00 m

vlastita težina
linijsko opterećenje
računsko opterećenje
raspon grede

Dimenzije poprečnog presjeka

b	12,00 cm
h	14,00 cm
λ	55,00 cm
$I=b \cdot h^3 / 12$	2744,00 cm ⁴
$W=b \cdot h^2 / 6$	392,00 cm ³
$A=b \cdot h$	168,00 cm ²

širina grede
visina grede
razmak greda
moment tromosti pravokutnog presjeka
moment otpora pravokutnog presjeka
površina poprečnog presjeka

Maksimalne rezne sile

$M_{\text{max}}=q \cdot l^2 / 8$	230,84 kNcm	maksimalni moment
$T_{\text{max}}=q \cdot l / 2$	2,31 kN	maksimalna poprečna sila

Naponi u gredi

$\sigma=M_{\text{max}} / W$	0,59 kN / cm ²	napon od savijanja	$\leq 1,00 \text{ kN/cm}^2$
$\tau=1.5 \cdot T_{\text{max}} / A$	0,02 kN / cm ²	napon od poprečne sile	$\leq 0,09 \text{ kN/cm}^2$

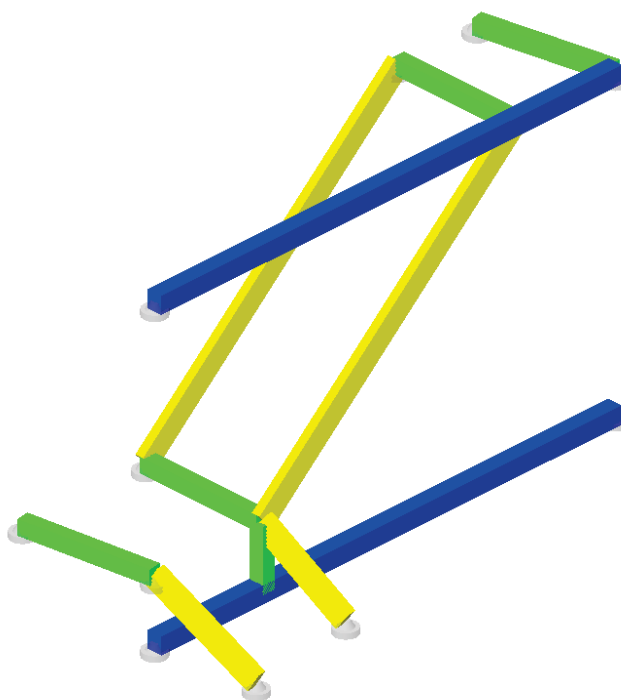
Progib grede

$f=5 \cdot q \cdot l^4 / (384 \cdot E \cdot I)$	1,402 cm	
$f_{\text{dop}} = l / 250$	1,60 cm	dopušteni progib
$f_p=5 \cdot p \cdot l^4 / (384 \cdot E \cdot I)$	1,00 cm	
$f_{p,\text{dop}}=l / 300$	1,33 cm	dopušteni progib od korisnog opterećenja

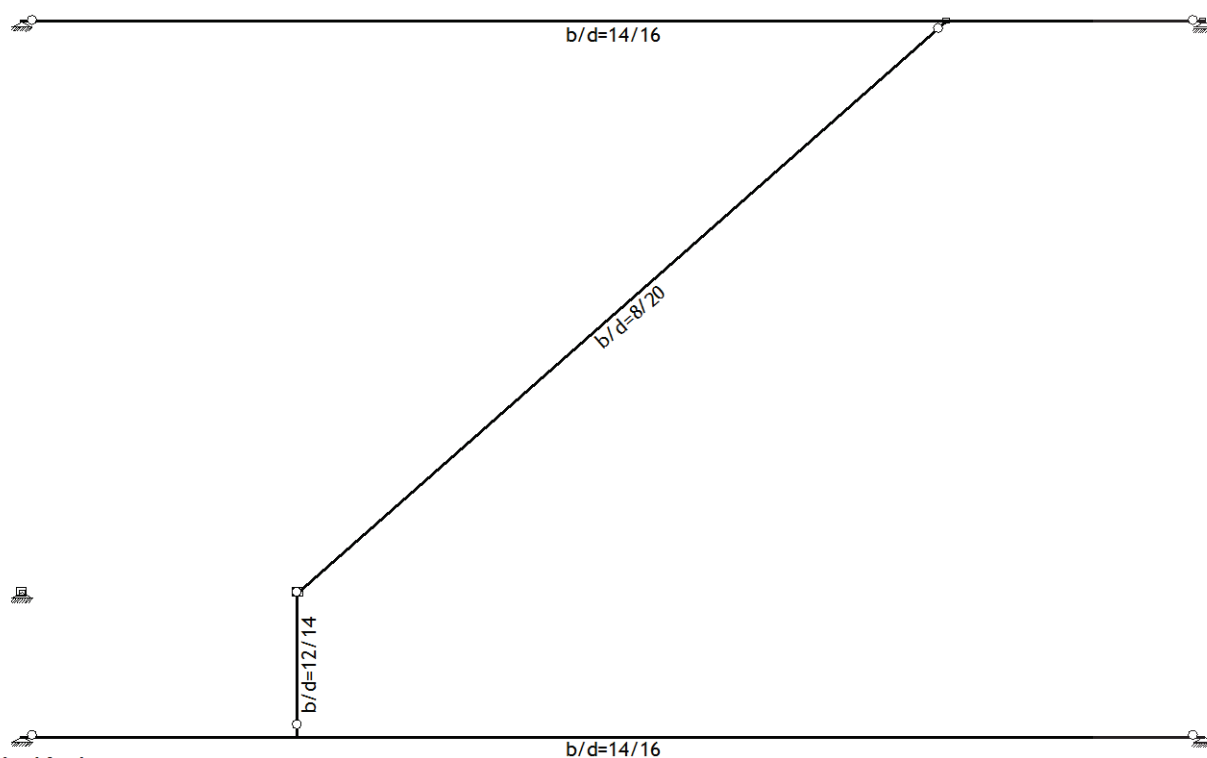
DRVENO STUBIŠTE

Ulazni podaci - Konstrukcija

Greda	
1. $b/d=8/20$	
2. $b/d=14/16$	
3. $b/d=12/14$	



Model
Setovi numerickih podataka : Greda (1-3)



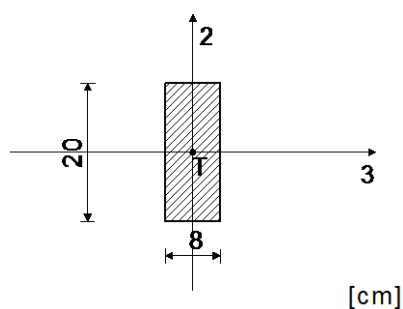
Okvir: Krak

Tabela materijala

No	Naziv materijala	E[kN/m ²]	μ	γ [kN/m ³]
		Em[kN/m ²]	μ_m	αt [1/C]
1	Drvo-Četinari-Masivno	1.000e+7	0.20	5.00
		1.000e+7	0.20	1.000e-5

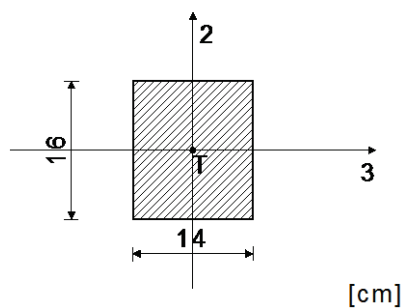
Setovi greda

Set: 1 Presek: b/d=8/20, Fiktivna ekscentricnost



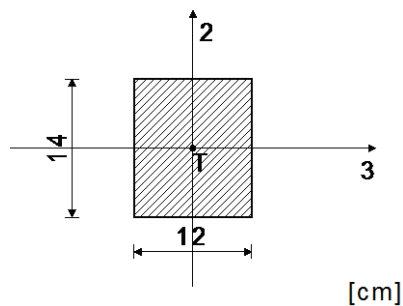
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Drvo-Četinari...	1.600e-2	1.333e-2	1.333e-2	2.555e-5	8.533e-6	5.333e-5

Set: 2 Presek: b/d=14/16, Fiktivna ekscentricnost



Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Drvo-Četinari...	2.240e-2	1.867e-2	1.867e-2	6.961e-5	3.659e-5	4.779e-5

Set: 3 Presek: b/d=12/14, Fiktivna ekscentricnost



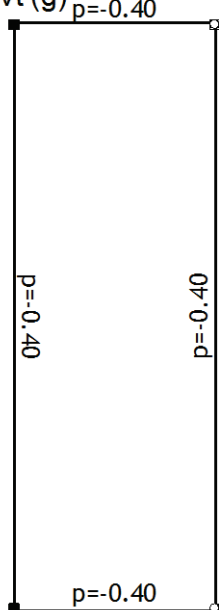
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Drvo-Četinari...	1.680e-2	1.400e-2	1.400e-2	3.905e-5	2.016e-5	2.744e-5

Ulazni podaci - Opterećenje

Lista slučajeva opterećenja

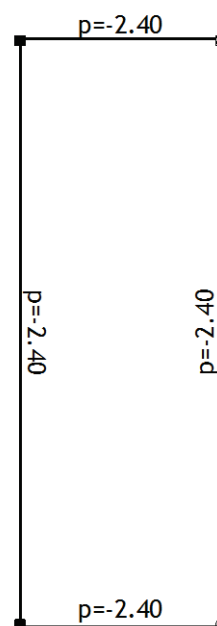
No	Naziv
1	stalno + vt (g)
2	korisno
3	Komb.: 1.35xI+1.5xII
4	Komb.: I+II

Opt. 1: stalno + vt (g)



Pogled: Krak

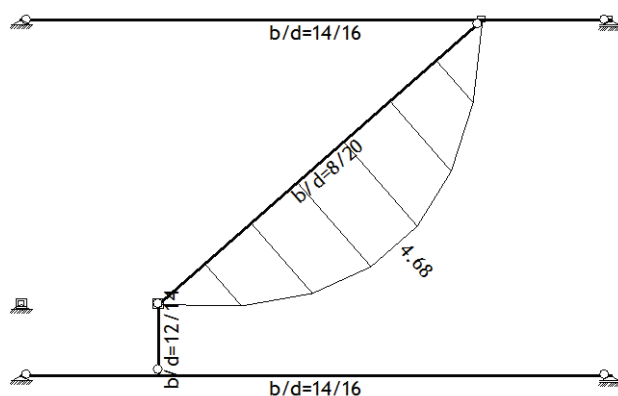
Opt. 2: korisno



Pogled: Krak

Staticki proračun

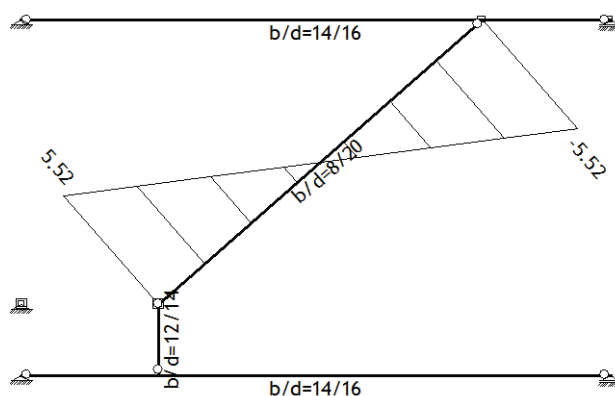
Opt. 3: 1.35xI+1.5xII



Pogled: Okvir stubišta

Uticaji u gredi: max $M_3 = 10.45$ / min $M_3 = 0.00...$

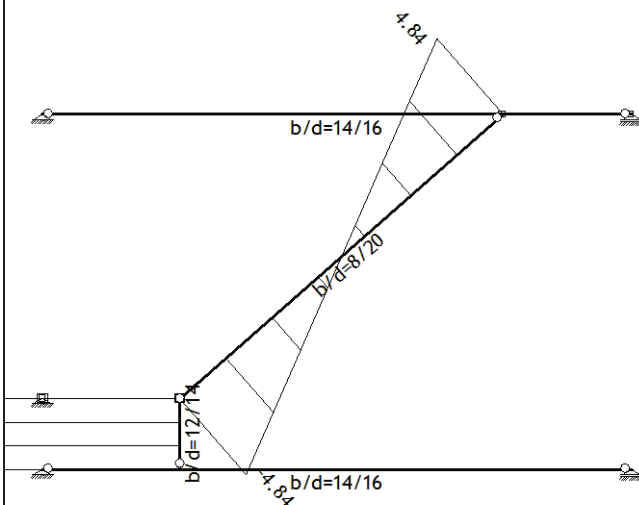
Opt. 3: 1.35xI+1.5xII



Ram: K_1

Uticaji u gredi: max $T_2 = 8.09$ / min $T_2 = -9.54$ kN

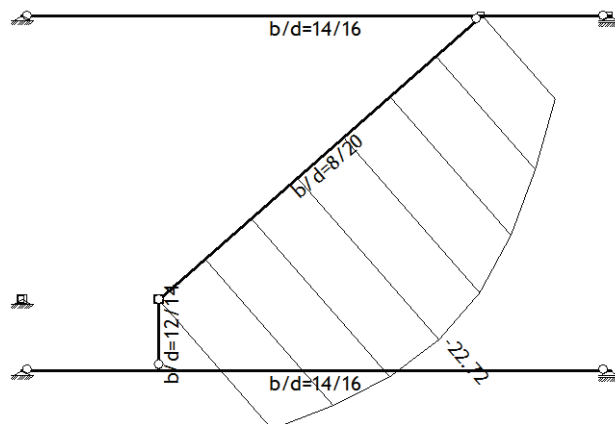
Opt. 3: 1.35xI+1.5xII



Pogled: Okvir stubišta

Uticaji u gredi: max $N_1 = 4.84$ / min $N_1 = -11.9...$

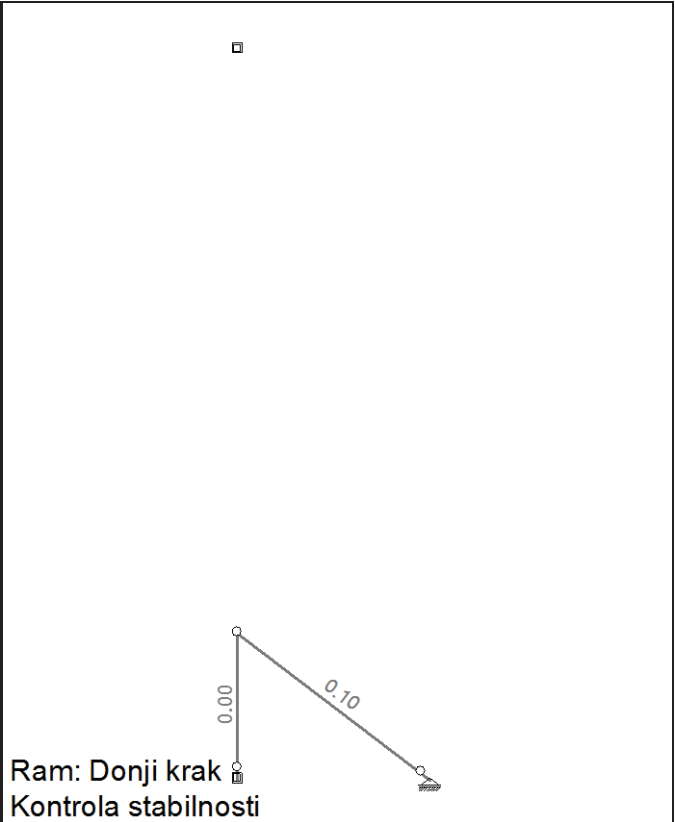
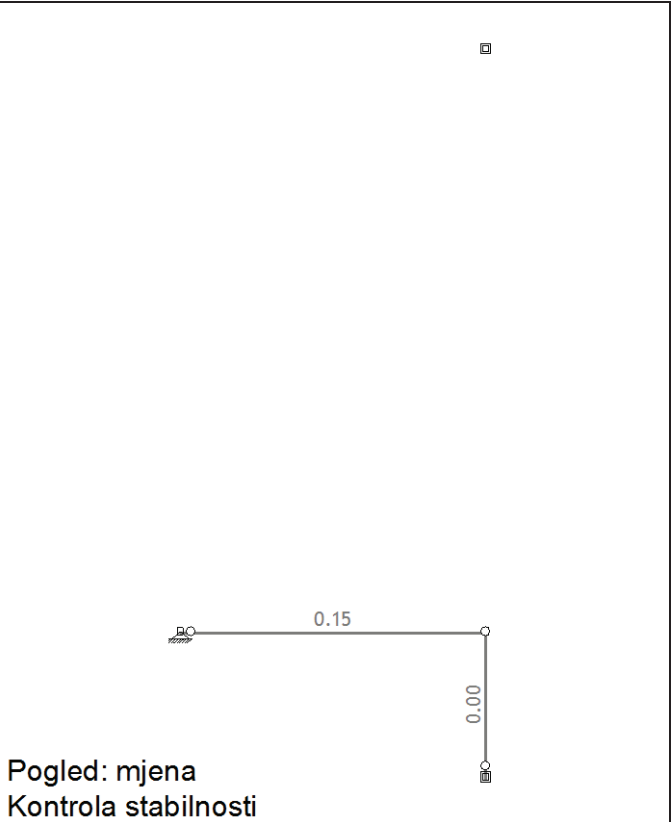
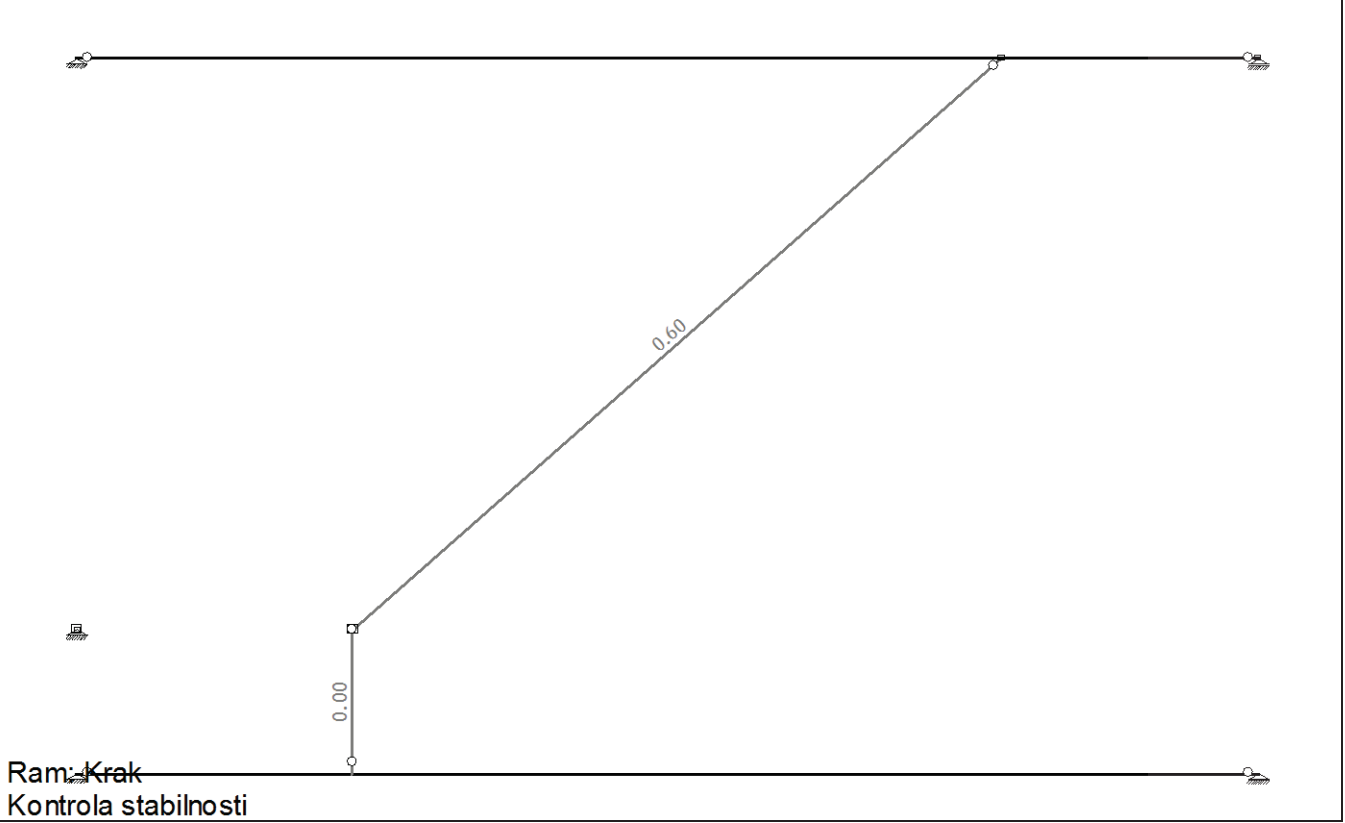
Opt. 4: I+II



Pogled: Okvir stubišta

Uticaji u gredi: max $u_2 = -0.00$ / min $u_2 = -26.32...$

Dimenzioniranje (drvo)

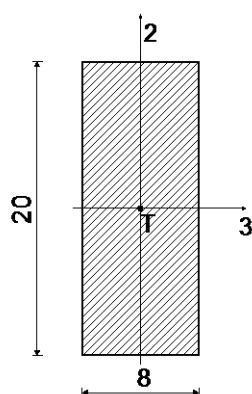


Tetiva (STAP 13-7)

Puno drvo crnogorica i bjelogorica - C24

Klasa uporabljivosti 2

@3@EUROCODE



[cm]

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA3. $\gamma=0.59$ 4. $\gamma=0.40$ **KONTROLA NORMALNIH NAPONA**

(slučaj opterećenja 3, na 183.1 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila

N = -0.285 kN

Poprečna sila u pravcu osi 2

T2 = 0.325 kN

Moment savijanja oko osi 3

M3 = -4.677 kNm

KONTROLA NAPONA - TLAK I SAVIJANJE

Vrsta opterećenja: @1@osnovno - srednjetrojno

Korekcijski koeficijent

Kmod = 0.800

Parcijalni koef. za svojstva gradiva

 $\gamma_m = 1.300$

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 2

Kh_2 = 1.134

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 3

Kh_3 = 1.000

Faktor oblika (za pravokutni presjek)

km = 0.700

Karakteristična tlačna čvrstoća

fc,0,k = 21.000 MPa

Računska tlačna čvrstoća

fc,0,d = 12.923 MPa

Karakteristična čvrstoća na savijanje

fm,k = 24.000 MPa

Računska čvrstoća na savijanje - os 2

fm,2,d = 16.748 MPa

Računska čvrstoća na savijanje - os 3

fm,3,d = 14.769 MPa

Relativna vitkost

 $\lambda_{rel,2} = 2.539$

Relativna vitkost

 $\lambda_{rel,3} = 2.539$

Normalni tlačni napon

 $\sigma_{c,0,d} = 0.018$ MPa

Moment otpora

W3 = 533.33 cm³

Normalni napon savijanja oko osi 3

 $\sigma_{m3,d} = 8.769$ MPa

$$\sigma_{m3,d} \leq f_{m3,d} \quad (8.769 \leq 14.769)$$

Iskorištenje presjeka je 59.4%

TLAK I SAVIJANJE - VELIKA VITKOST

Početna imperfekcija

 $\beta_x = 0.200$

Koeficijent

k3 = 1.087

Koeficijent

k2 = 3.947

Koeficijent

kc,3 = 0.678

Koeficijent

kc,2 = 0.143

$$(\sigma_{c,0,d} / (k_{c,2} \times f_{c,0,d})) + k_m \times (\sigma_{m3,d} / f_{m,3,d}) + \sigma_{m2,d} / f_{m,2,d} \leq 1 \quad (0.425 \leq 1)$$

Iskorišćenje presjeka je 42.5%

$$(\sigma_{c,0,d} / (k_{c,3} \times f_{c,0,d})) + \sigma_{m3,d} / f_{m,3,d} + k_m \times (\sigma_{m2,d} / f_{m,2,d}) \leq 1 \quad (0.596 \leq 1)$$

Iskorišćenje presjeka je 59.6%

KONTROLA POSMIČNIH NAPONA (slučaj opterećenja 3, početak štapa)

Poprečna sila u pravcu osi 2	T2 =	-5.522 kN
------------------------------	------	-----------

KONTROLA NAPONA - POSMIK

Vrsta opterećenja: @1@osnovno - srednjetrojno

Korekcijski koeficijent

Kmod = 0.800

Parcijalni koef. za svojstva gradiva

γ_m = 1.300

Karakteristični posmični napon

f_{v,k} = 2.500 MPa

Računska posmična čvrstoća

f_{v,d} = 1.538 MPa

Površina poprečnog presjeka

A = 160.00 cm²

Stvarni posmični napon(os 2)

τ_{2,d} = 0.518 MPa

$$\tau_{2,d} \leq f_{v,d} \quad (0.518 \leq 1.538)$$

Iskorišćenje presjeka je 33.7%

DOKAZ STABILNOSTI ELEMENTA (slučaj opterećenja 3, na 162.7 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N =	0.285 kN
Poprečna sila u pravcu osi 2	T2 =	-0.325 kN
Moment savijanja oko osi 3	M3 =	-4.677 kNm

DOKAZ BOČNE STABILNOSTI

Vrsta opterećenja: @1@osnovno - srednjetrojno

Korekcijski koeficijent

Kmod = 0.800

Parcijalni koef. za svojstva gradiva

γ_m = 1.300

Razmak pridrţajnih točaka okomitih na pravac osi 2

l_{ef} = 345.81 cm

5% fraktil modula E paralelno vlaknima

E_{0.05} = 7400.0 MPa

5% fraktil modula posmika G

G_{0.05} = 460.00 MPa

Torzijski momenat inercije

I_{tor} = 2549.8 cm⁴

Moment inercije

I₂ = 853.33 cm⁴

Moment otpora

W₃ = 533.33 cm³

Kritični napon izvijanja

σ_{m,crit} = 46.358 MPa

Relativna vitkost za izvijanje

λ_{rel} = 0.720

Koeficijent

k_{krit} = 1.000

Normalni napon savijanja oko osi 3

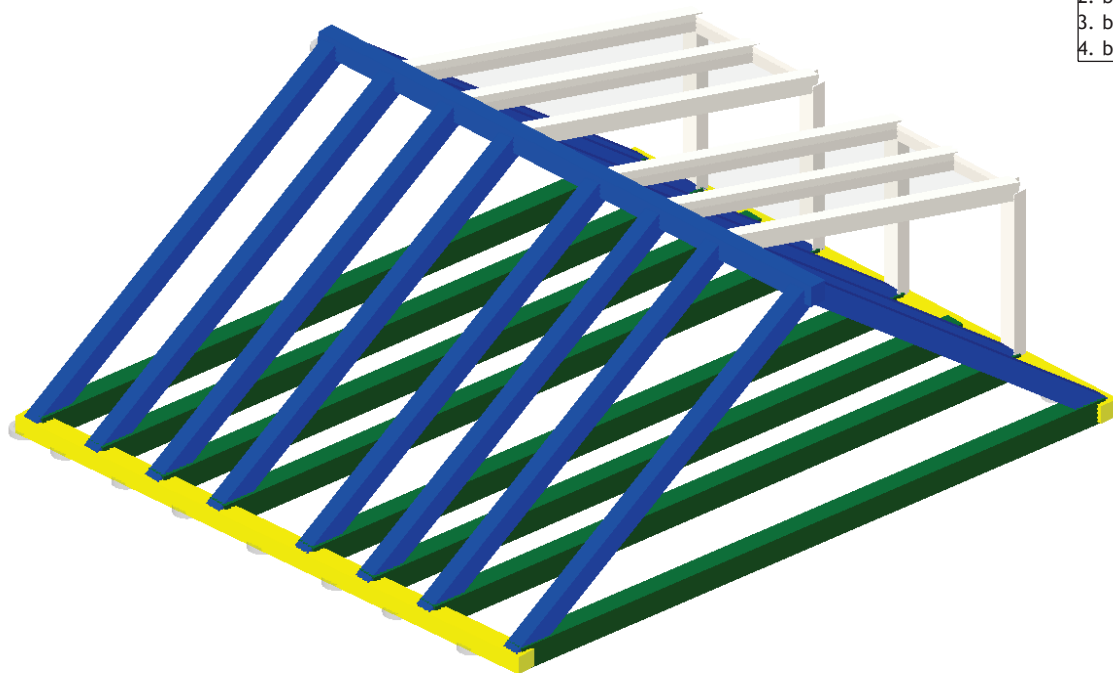
σ_{m3,d} = 8.769 MPa

$$\sigma_{m3,d} \leq k_{krit} \times f_{m,3,d} \quad (8.769 \leq 14.769)$$

Iskorišćenje presjeka je 59.4%

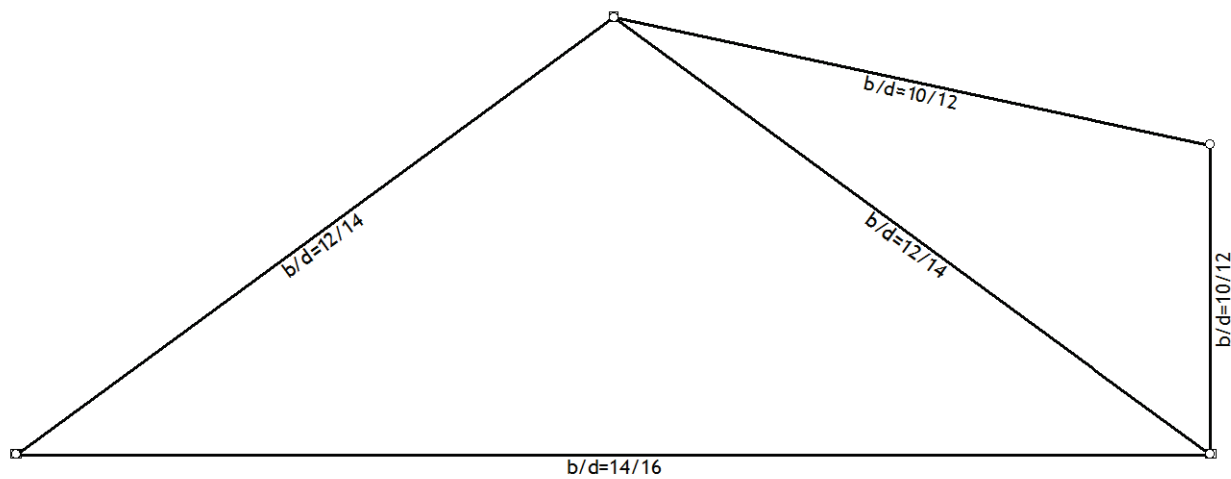
DRVENO KROVIŠTE KUĆE A

Ulazni podaci - Konstrukcija



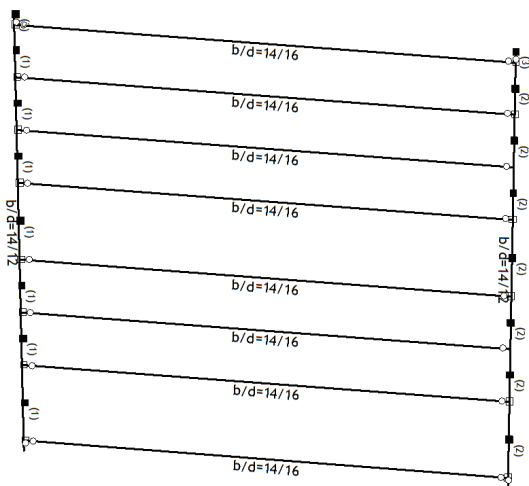
Greda	
1. $b/d=14/12$	■
2. $b/d=12/14$	■
3. $b/d=10/12$	■
4. $b/d=14/16$	■

Setovi numerickih podataka
Greda (1-4)

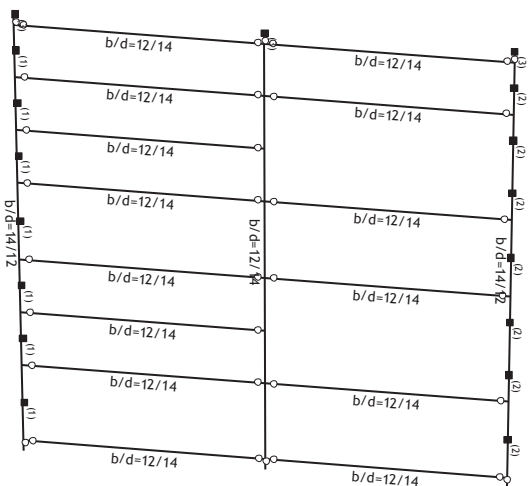


Karakteristični okvir

Nivo: [0.00 m]



Pogled: A jug+A slever



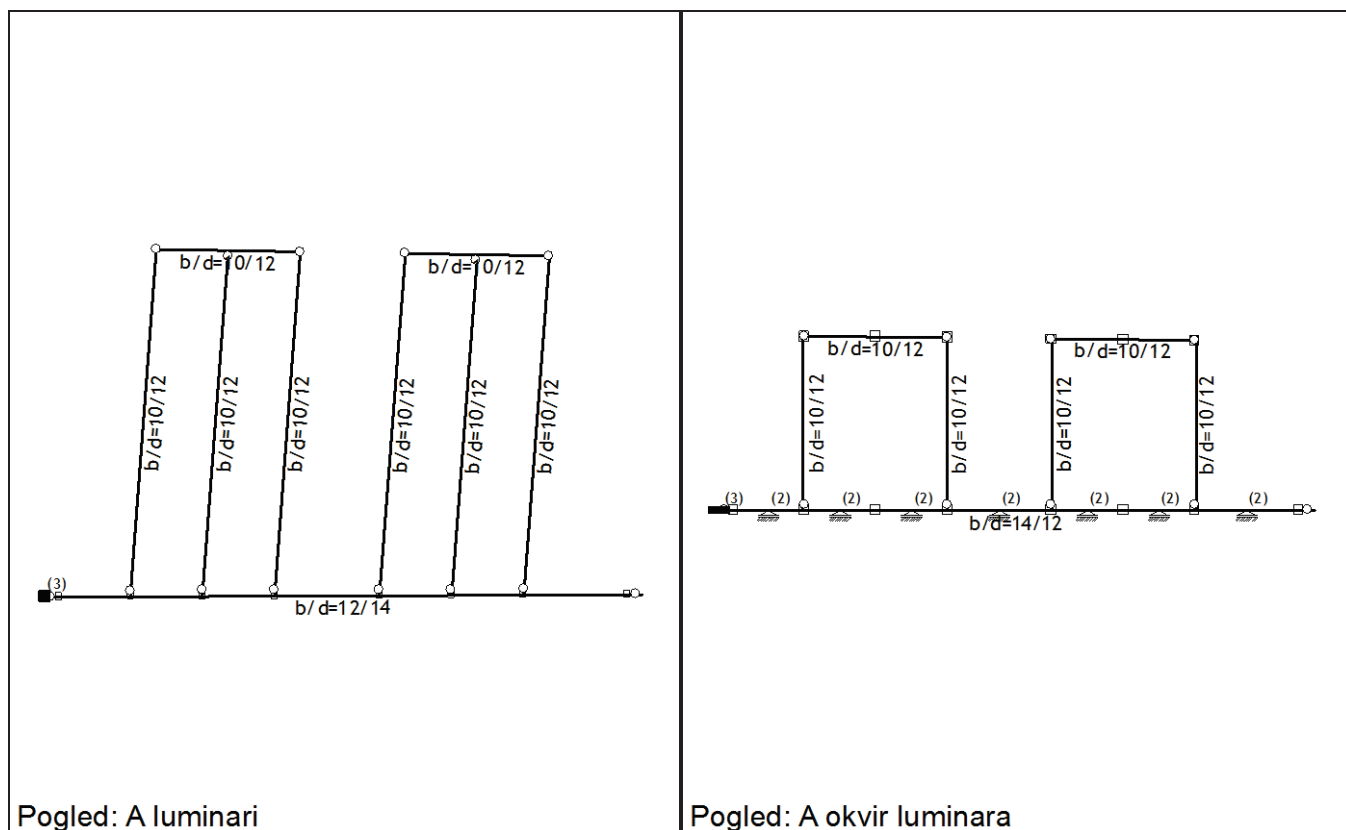


Tabela materijala

No	Naziv materijala	E[kN/m ²]	μ	γ[kN/m ³]
		E _m [kN/m ²]	μ _m	α _t [1/C]
1	Drvo-Četinari-Masivno	1.000e+7	0.20	0.00
		1.000e+7	0.20	1.000e-5
2	Drvo-Četinari-Masivno	1.000e+7	0.20	5.00
		1.000e+7	0.20	1.000e-5

Setovi tacastih oslonaca

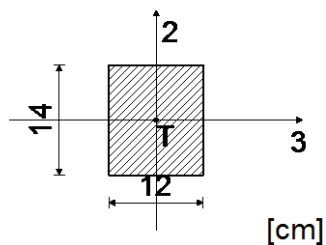
Set	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	K,M2	K,M3
1		1.000e+10	1.000e+10			
2			1.000e+10			
3	1.000e+10					

Setovi greda

Set: 1 Presek: b/d=14/12, Fiktivna ekscentricnost

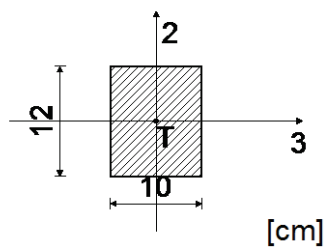
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 - Drvo-Četinari...	1.680e-2	1.400e-2	1.400e-2	3.905e-5	2.744e-5	2.016e-5

Set: 2 Presek: b/d=12/14, Fiktivna ekscentricnost



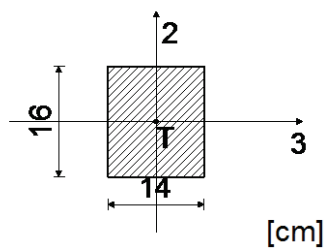
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 - Drvo-Četinari...	1.680e-2	1.400e-2	1.400e-2	3.905e-5	2.016e-5	2.744e-5

Set: 3 Presek: b/d=10/12, Fiktivna ekscentricnost



Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 - Drvo-Četinari...	1.200e-2	1.000e-2	1.000e-2	1.984e-5	1.000e-5	1.440e-5

Set: 4 Presek: b/d=14/16, Fiktivna ekscentricnost



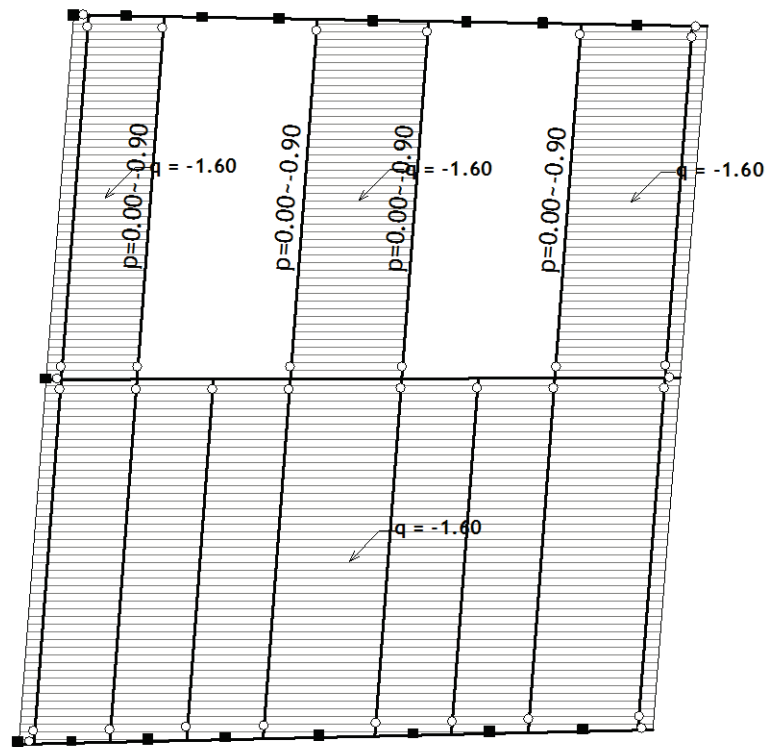
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 - Drvo Četinari...	2.240e-2	1.867e-2	1.867e-2	6.961e-5	3.659e-5	4.779e-5

Ulazni podaci - Opterećenje

Lista slučajeva opterećenja

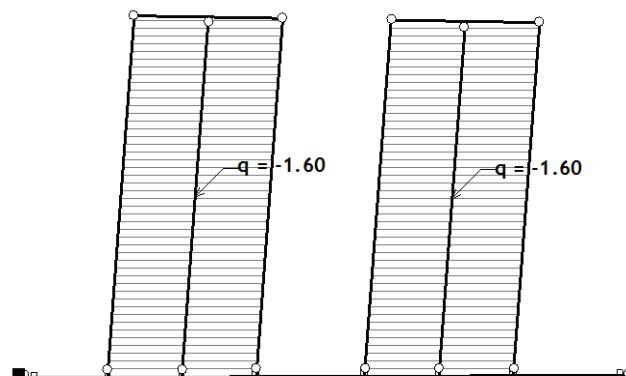
No	Naziv
1	stalno + vt (g)
2	korisno
3	snijeg s
4	snijeg j
5	vjetar pritisak sjever
6	vjetar pritisak jug
7	vjetar odizanje sjever
8	vjetar odizanje jug
9	vjetar odizanje zabat ist ok
10	vjetar odizanje zabat zap ad
11	Komb.: 1.35xI+1.5xII+1.5xIII
12	Komb.: 1.35xI+1.5xII+1.5xIV
13	Komb.: 1.35xI+1.35xII+ +1.35xIII+1.5xV
14	Komb.: 1.35xI+1.35xII+ +1.35xIV+1.5xVI
15	Komb.: I+1.5xVII
16	Komb.: I+1.5xVIII
17	Komb.: I+1.5xIX
18	Komb.: I+1.5xX
19	Komb.: I+II+III+V
20	Komb.: I+II+IV+VI
21	Komb.: I+VII
22	Komb.: I+VIII
23	Komb.: I+IX
24	Komb.: I+X

Opt. 1: stalno + vt (g)



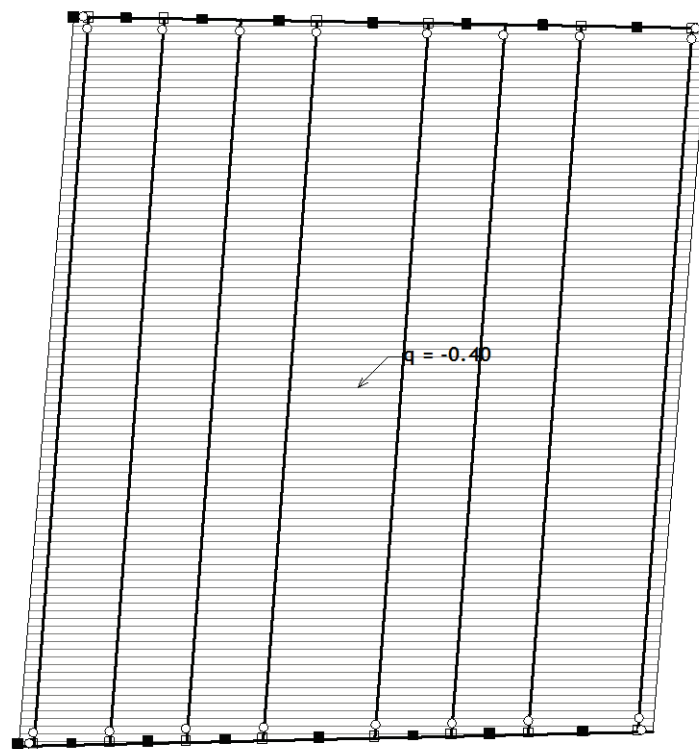
Pogled: A jug+A sjever

Opt. 1: stalno + vt (g)



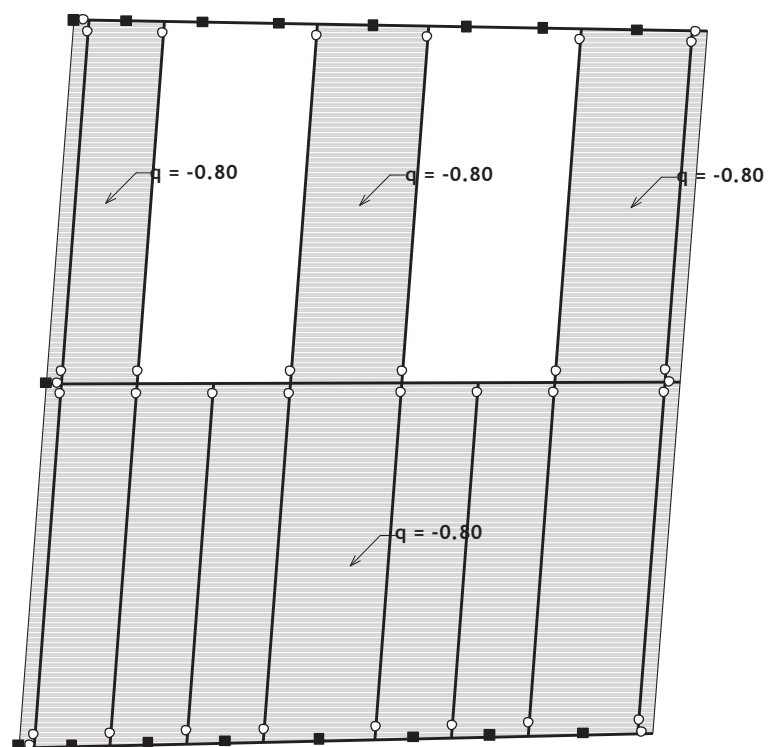
Pogled: A luminari

Opt. 1: stalno + vt (g)



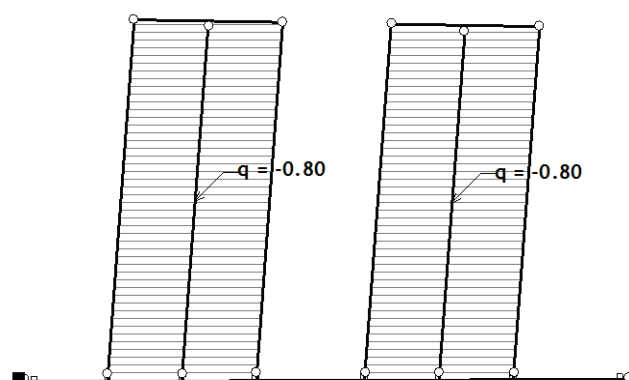
Nivo: [0.00 m]

Opt. 2: korisno



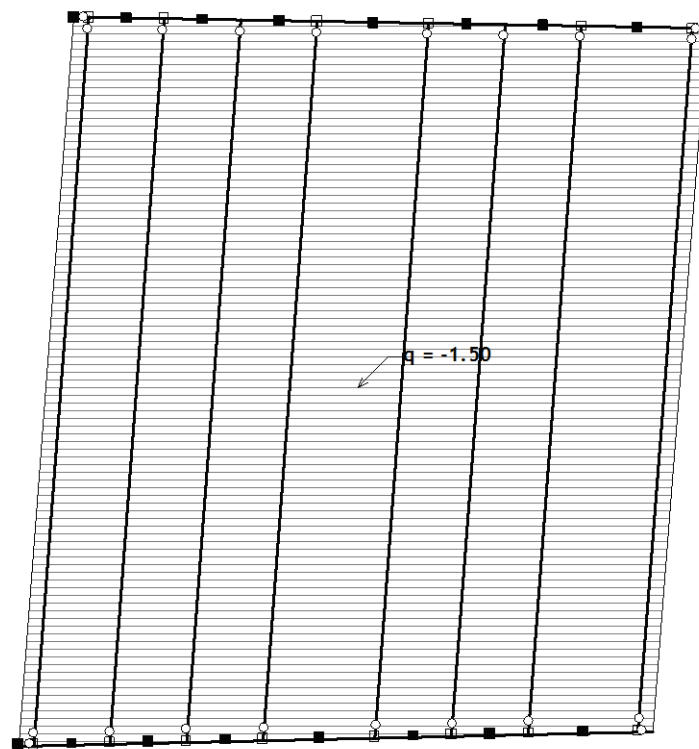
Pogled: A jug+A sjever

Opt. 2: korisno



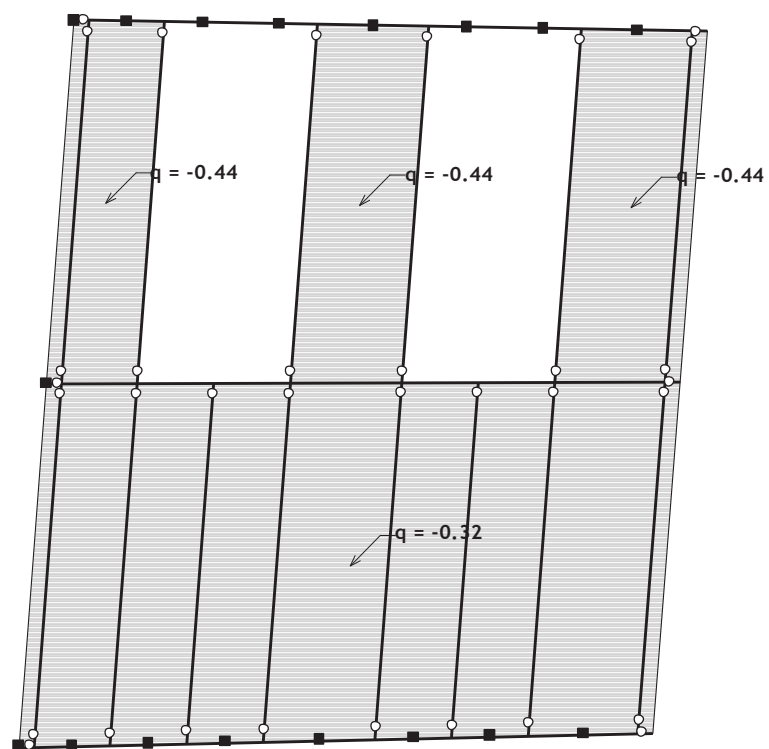
Pogled: A luminari

Opt. 2: korisno



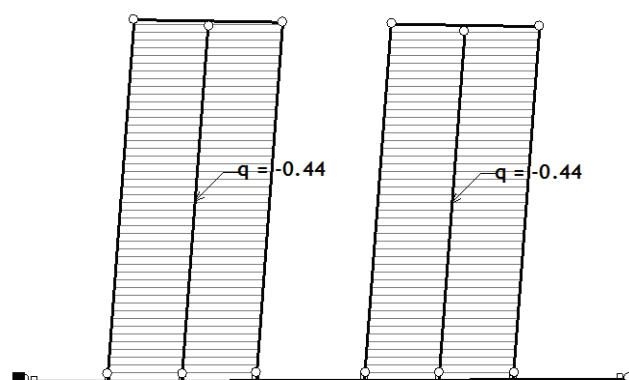
Nivo: [0.00 m]

Opt. 3: snijeg s



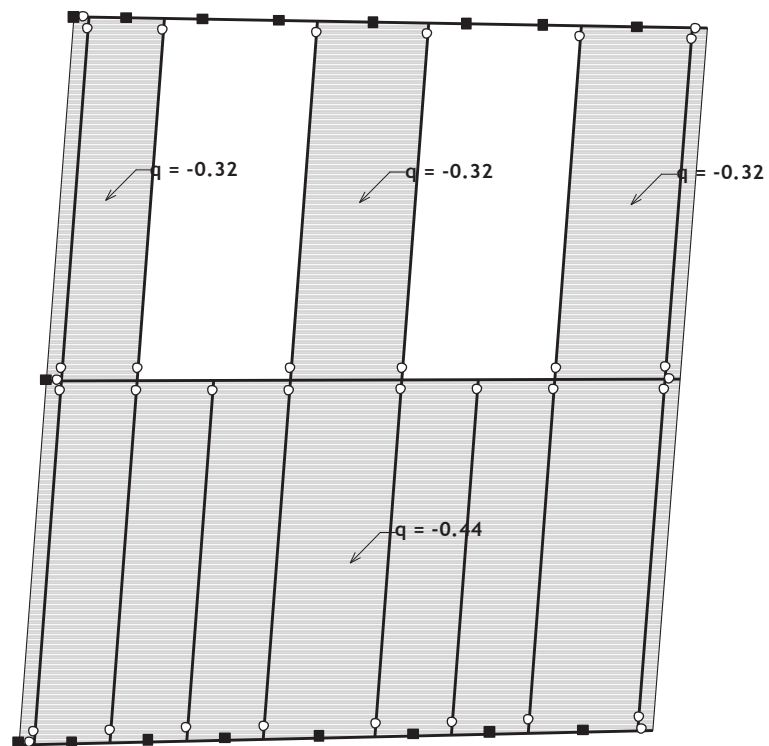
Pogled: A jug+A sjever

Opt. 3: snijeg s



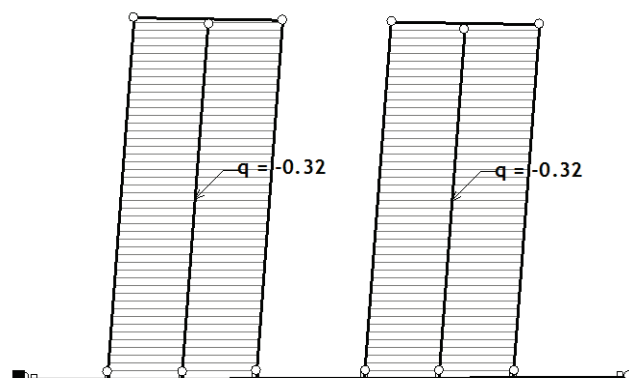
Pogled: A luminari

Opt. 4: snijeg j



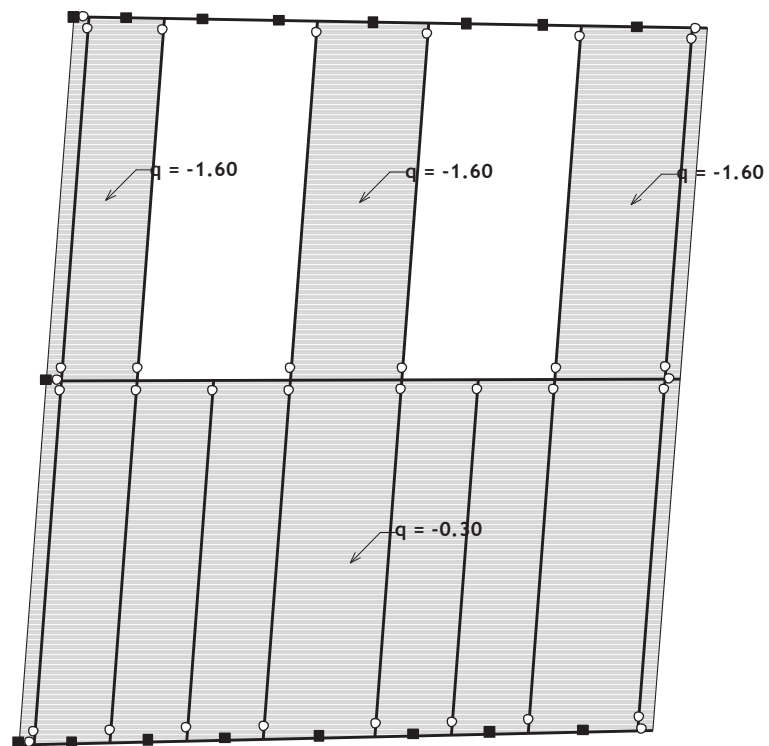
Pogled: A jug+A sjever

Opt. 4: snijeg j



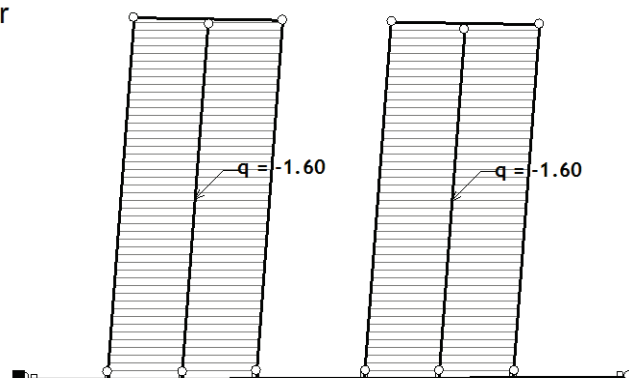
Pogled: A luminari

Opt. 5: vjetar pritisak sjever



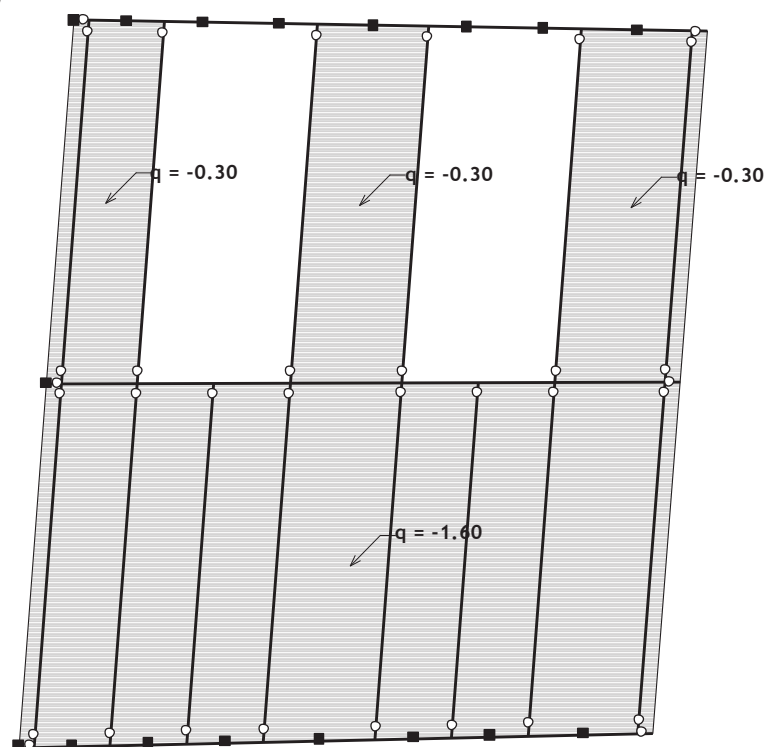
Pogled: A jug+A sjever

Opt. 5: vjetar pritisak sjever



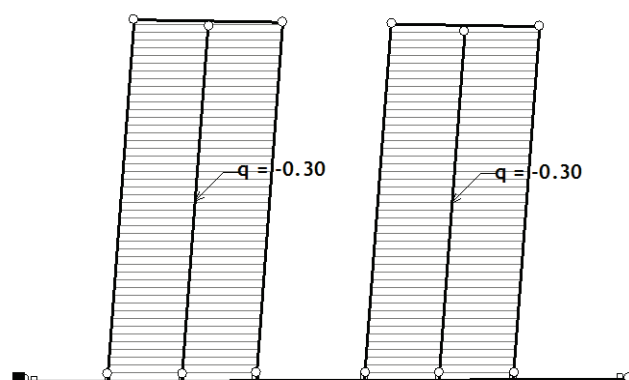
Pogled: A luminari

Opt. 6: vjetar pritisak jug



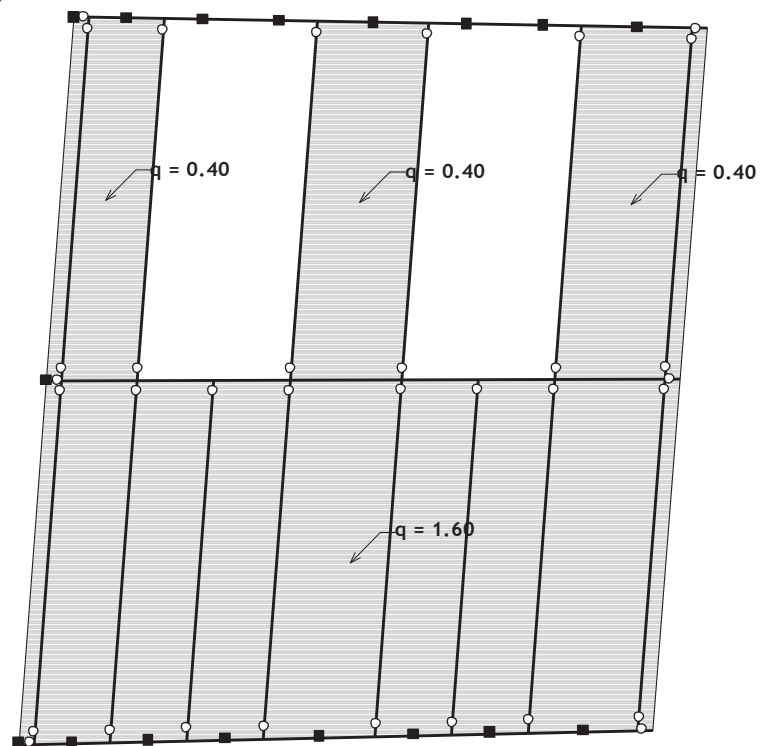
Pogled: A jug+A sjever

Opt. 6: vjetar pritisak jug



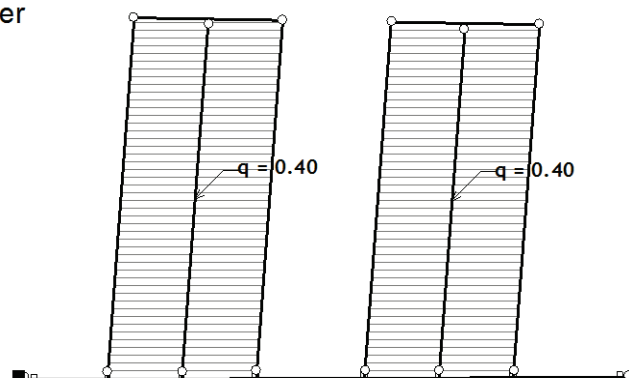
Pogled: A luminari

Opt. 7: vjetar odizanje sjever



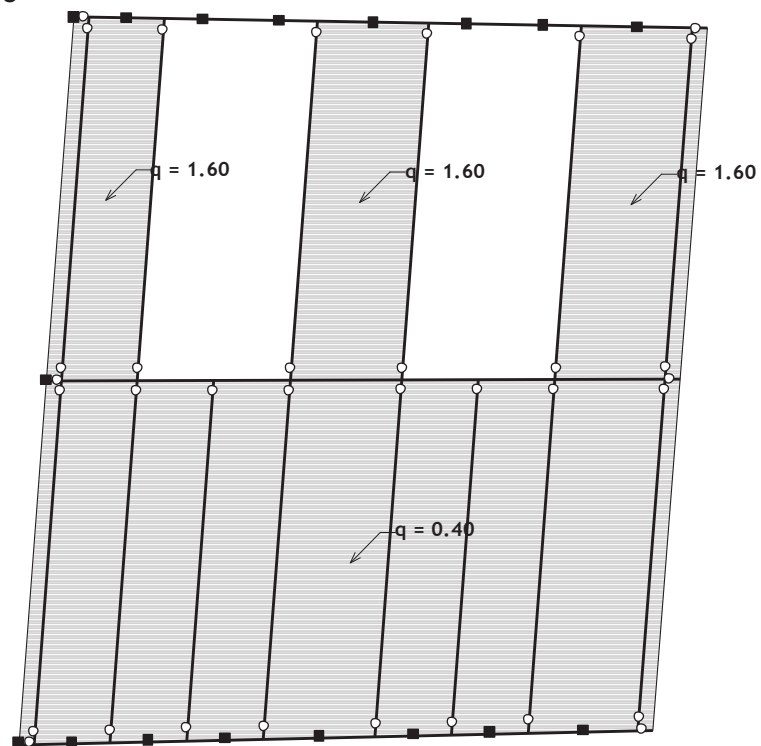
Pogled: A jug+A sjever

Opt. 7: vjetar odizanje sjever



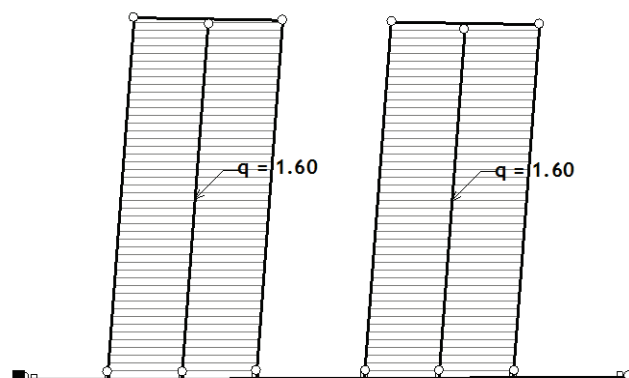
Pogled: A luminari

Opt. 8: vjetar odizanje jug



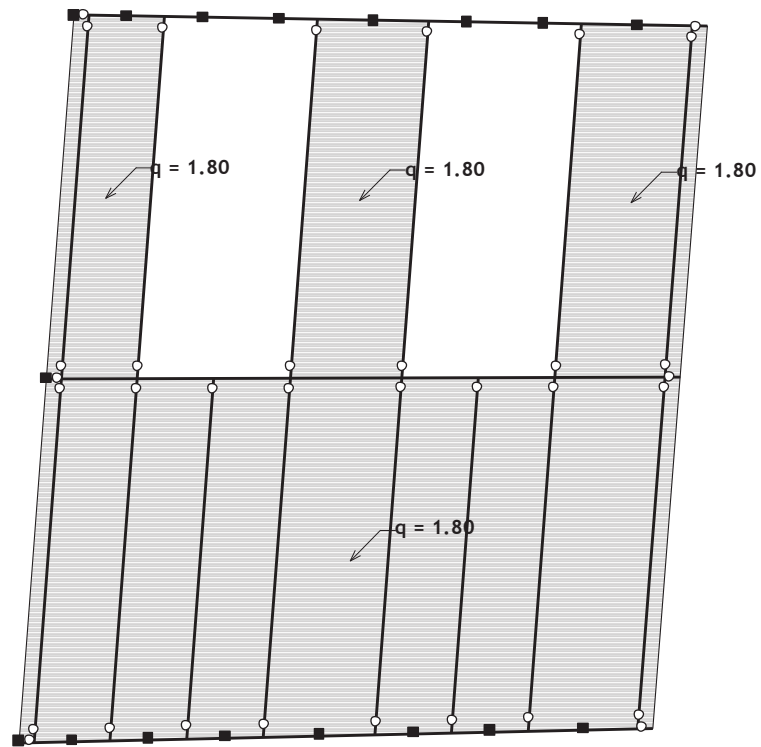
Pogled: A jug+A sjever

Opt. 8: vjetar odizanje jug



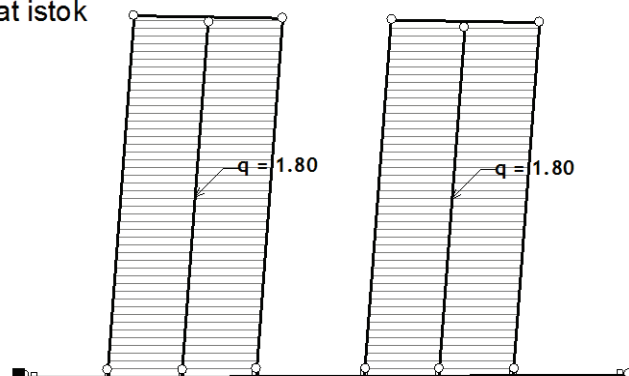
Pogled: A luminari

Opt. 9: vjetar odizanje zabat istok



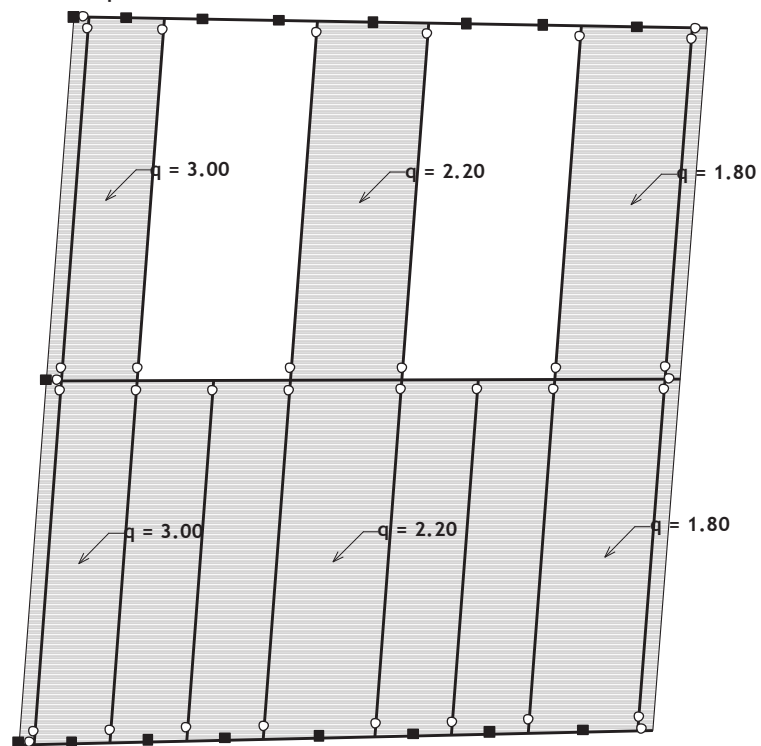
Pogled: A jug+A sjever

Opt. 9: vjetar odizanje zabat istok



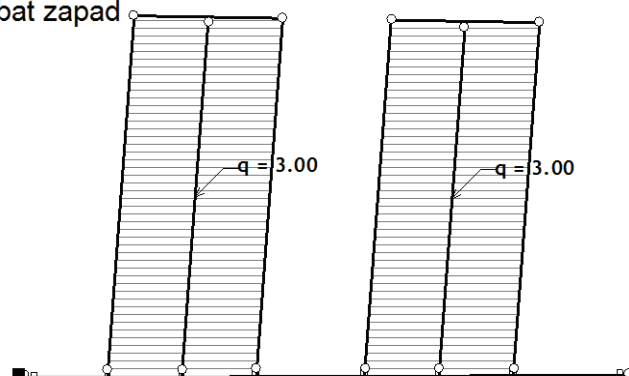
Pogled: A luminari

Opt. 10: vjetar odizanje zabat zapad



Pogled: A jug+A sjever

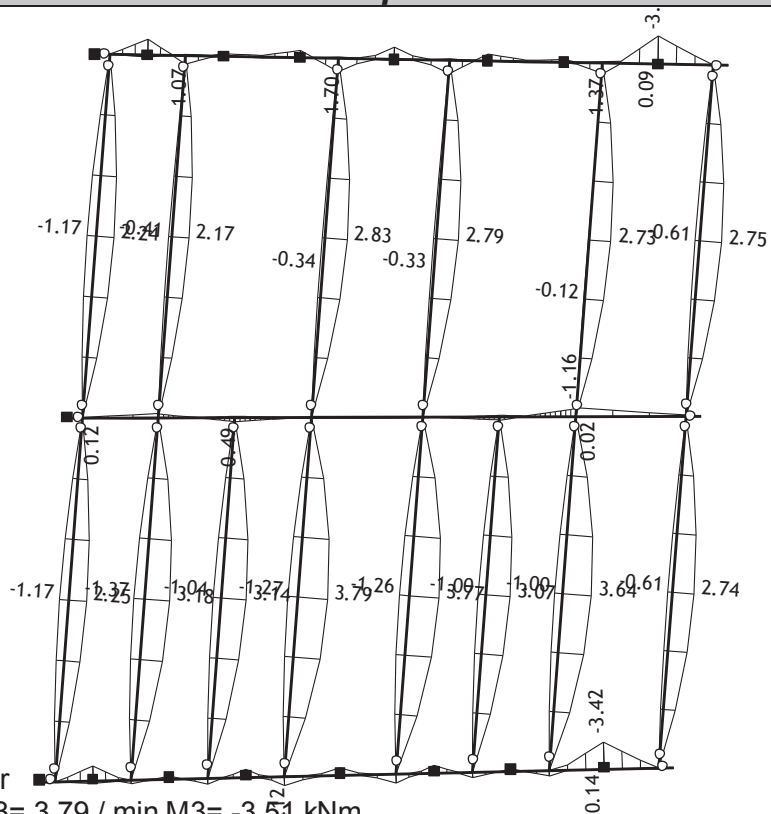
Opt. 10: vjetar odizanje zabat zapad



Pogled: A luminari

Staticki proracun

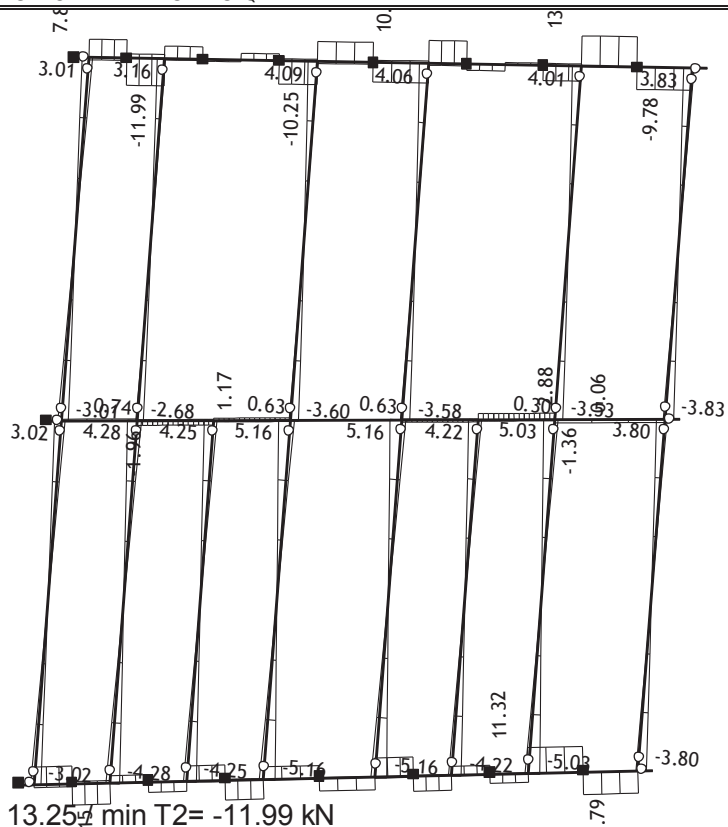
Opt. 26: [GSN] 11-18



Pogled: A jug+A sjever

Uticaji u gredi: max M3= 3.79 / min M3= -3.51 kNm

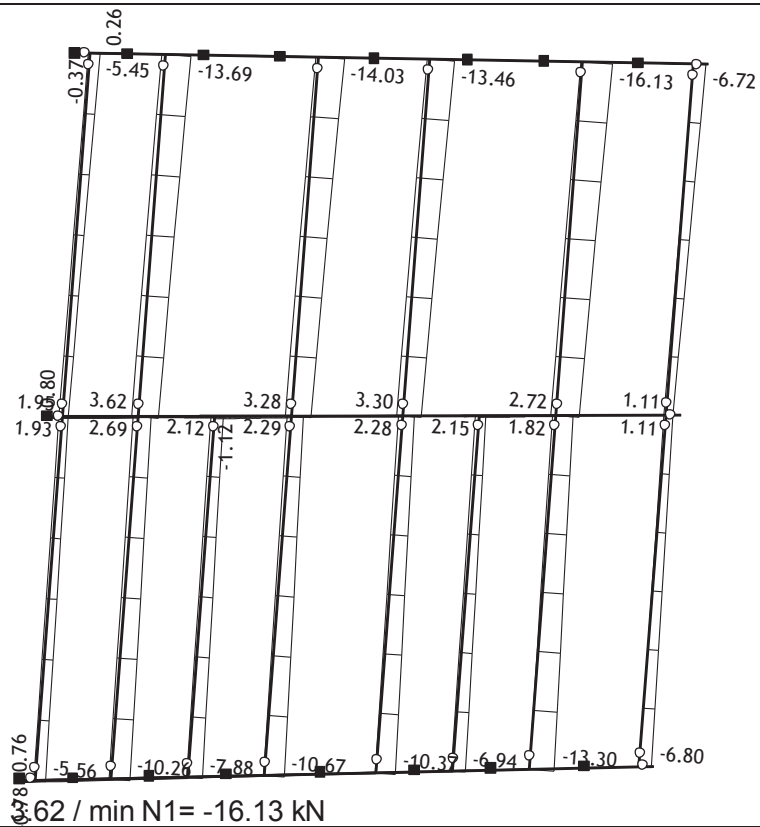
Opt. 26: [GSN] 11-18



Pogled: A jug+A sjever

Uticaji u gredi: max T2= 13.25 / min T2= -11.99 kN

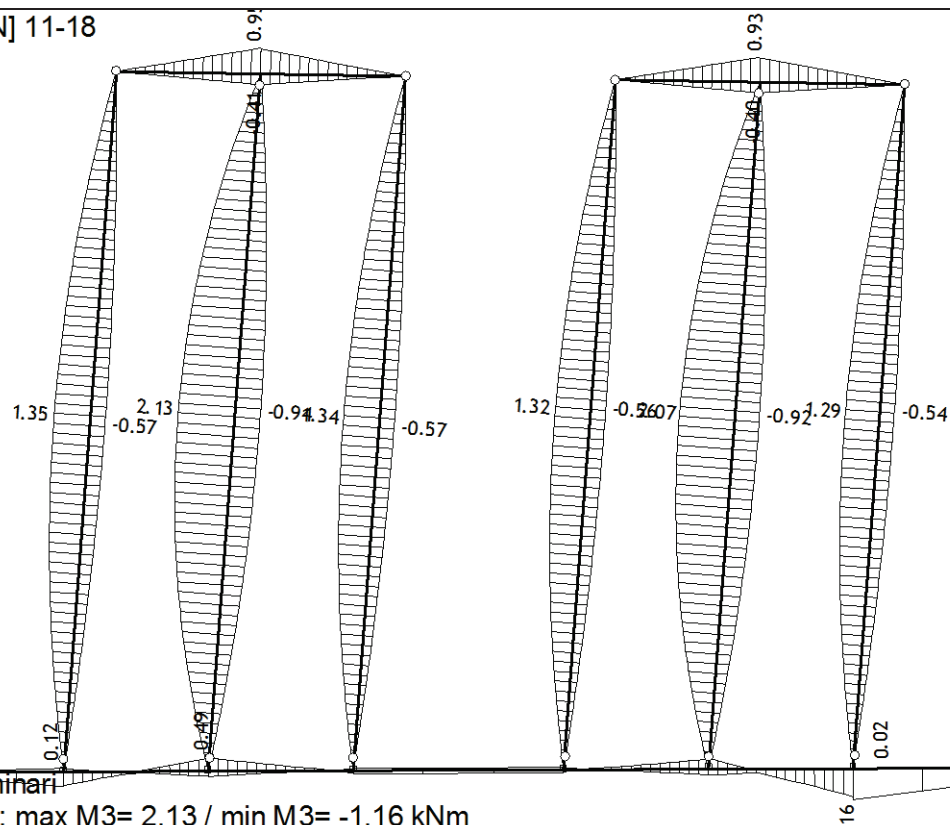
Opt. 26: [GSN] 11-18



Pogled: A jug+A sjever

Uticaji u gredi: max N1= 3.62 / min N1= -16.13 kN

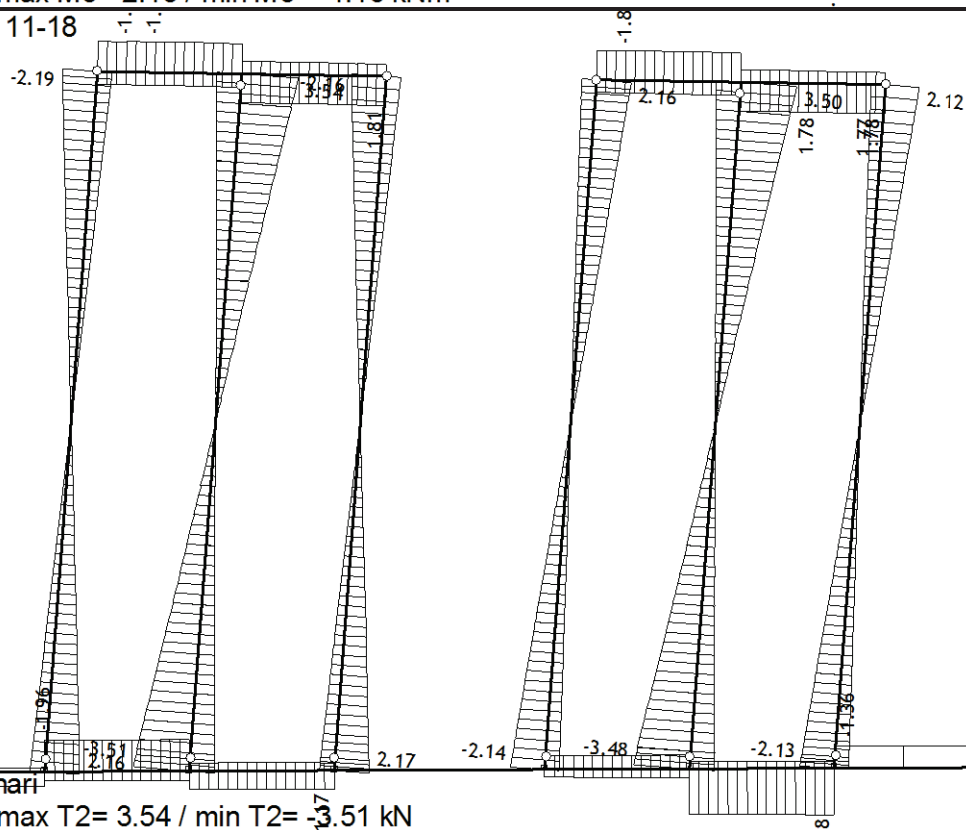
Opt. 26: [GSN] 11-18



Pogled: A luminari

Uticaji u gredi: max M3= 2.13 / min M3= -1.16 kNm

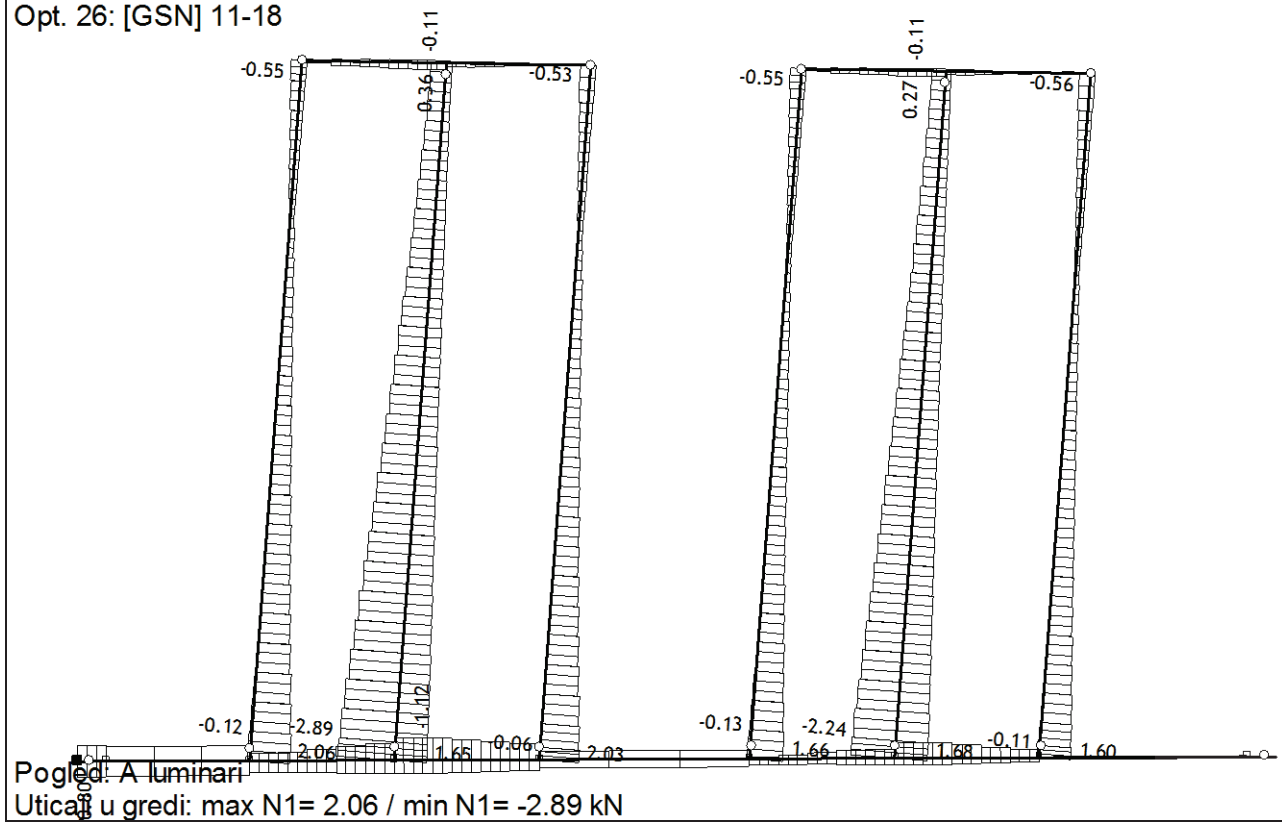
Opt. 26: [GSN] 11-18



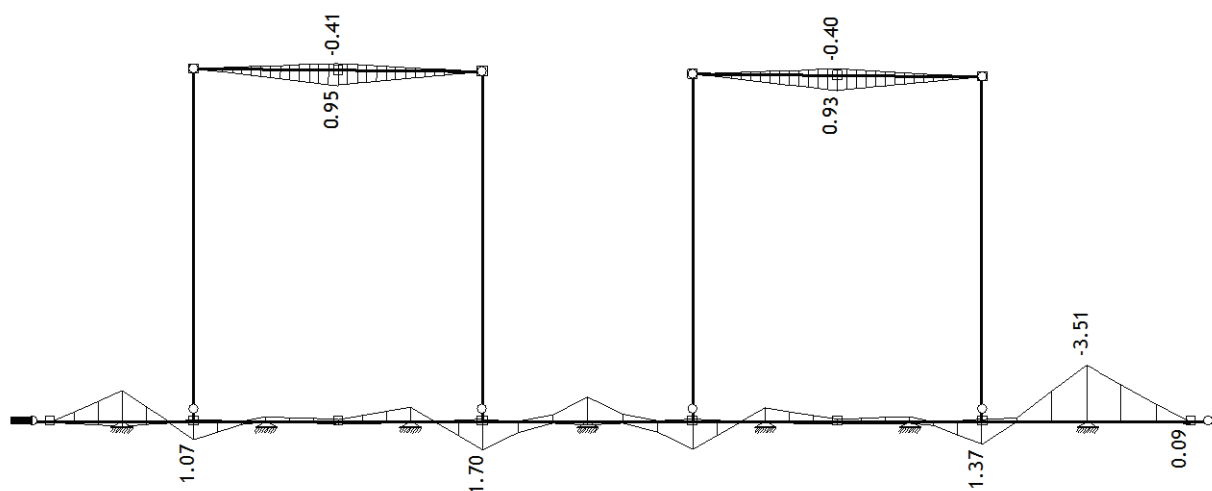
Pogled: A luminari

Uticaji u gredi: max T2= 3.54 / min T2= -3.51 kN

Opt. 26: [GSN] 11-18



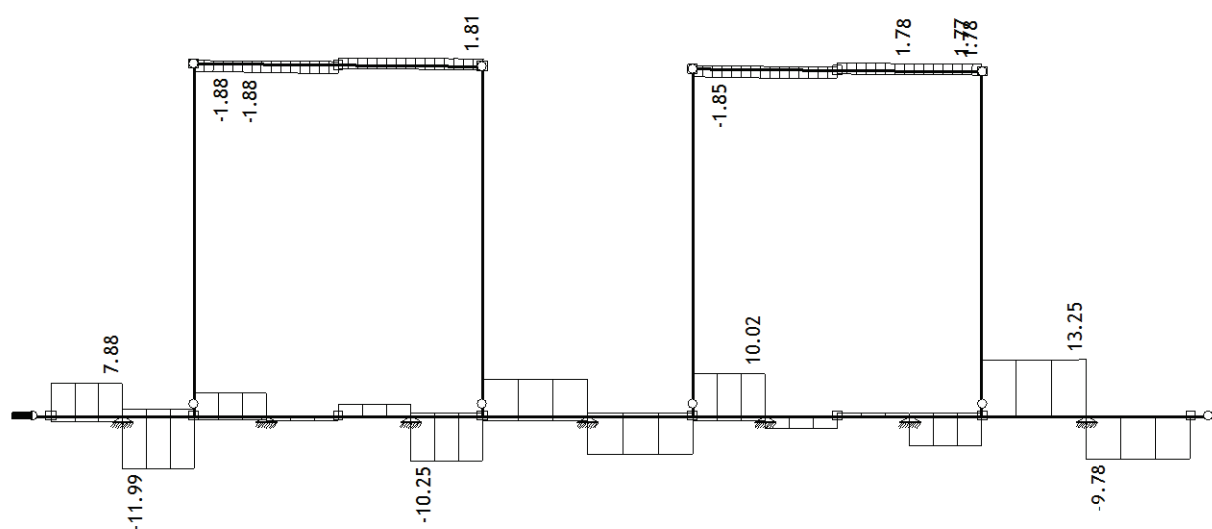
Opt. 26: [GSN] 11-18



Pogled: A okvir luminara

Uticaji u gredi: max M3= 1.70 / min M3= -3.51 kNm

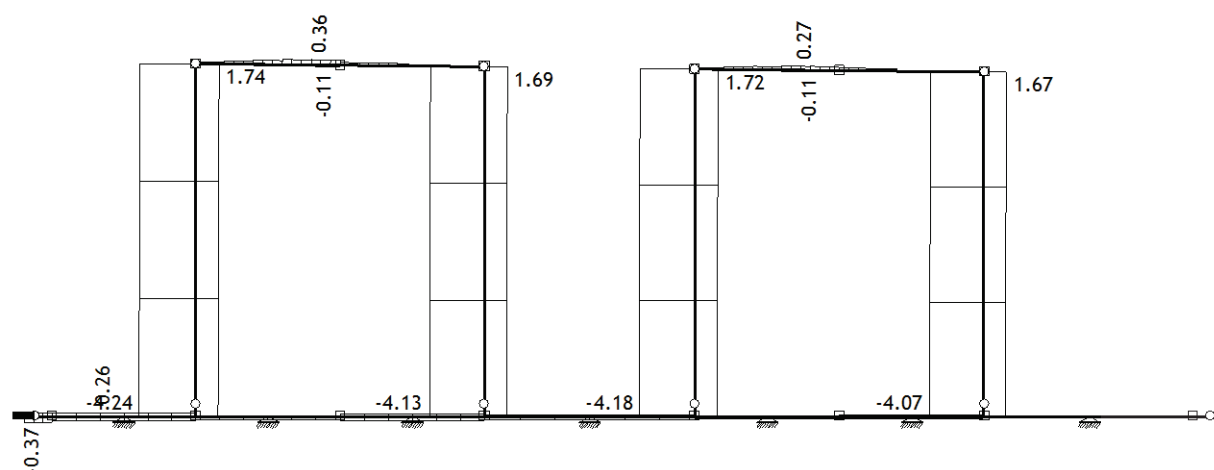
Opt. 26: [GSN] 11-18



Pogled: A okvir luminara

Uticaji u gredi: max T2= 13.25 / min T2= -11.99 kN

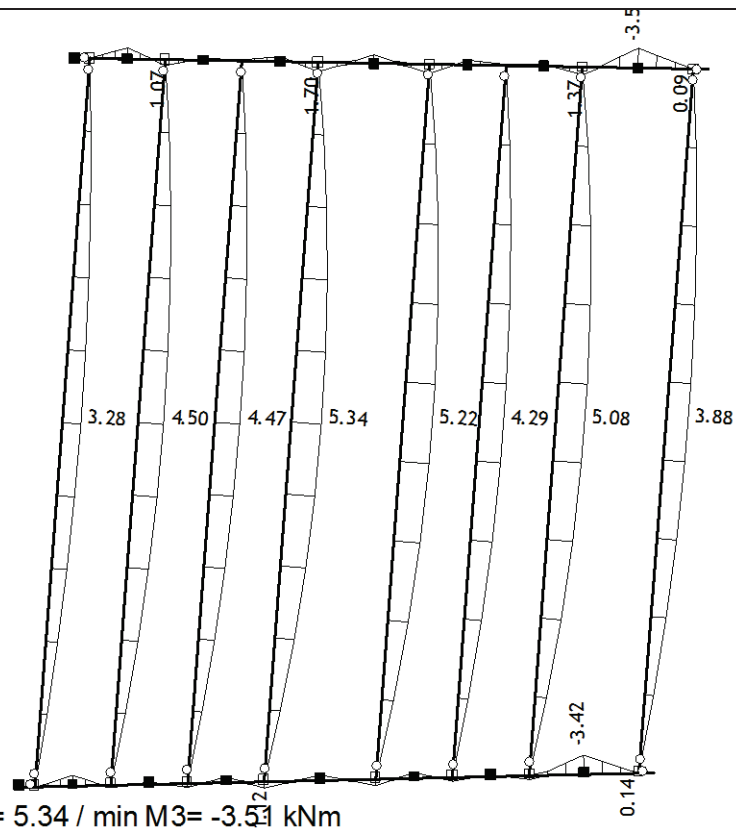
Opt. 26: [GSN] 11-18



Pogled: A okvir luminara

Uticaji u gredi: max N1= 1.74 / min N1= -4.24 kN

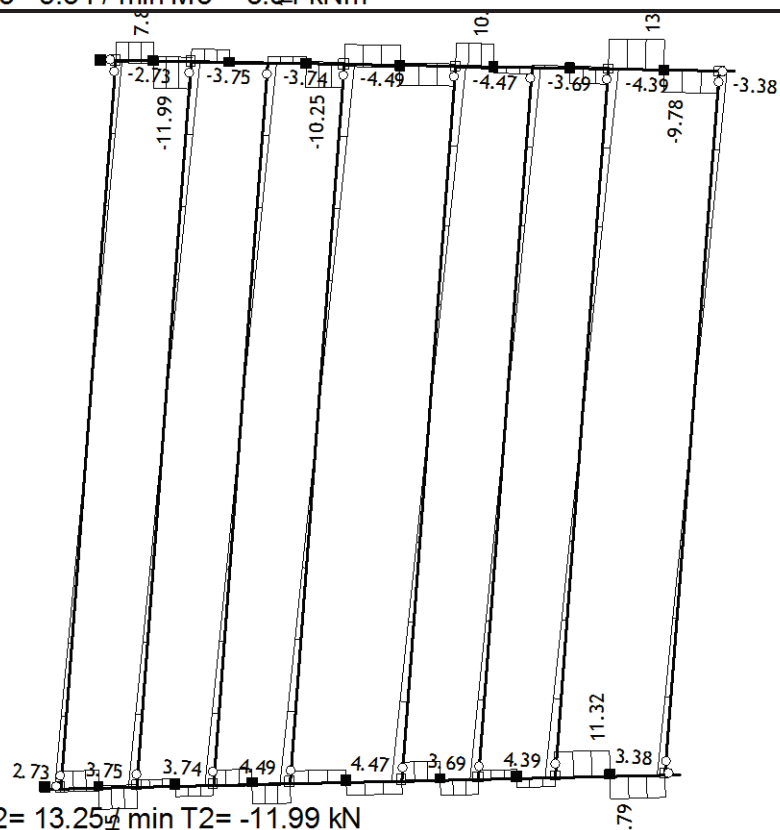
Opt. 26: [GSN] 11-18



Nivo: [0.00 m]

Uticaji u gredi: max M3= 5.34 / min M3= -3.51 kNm

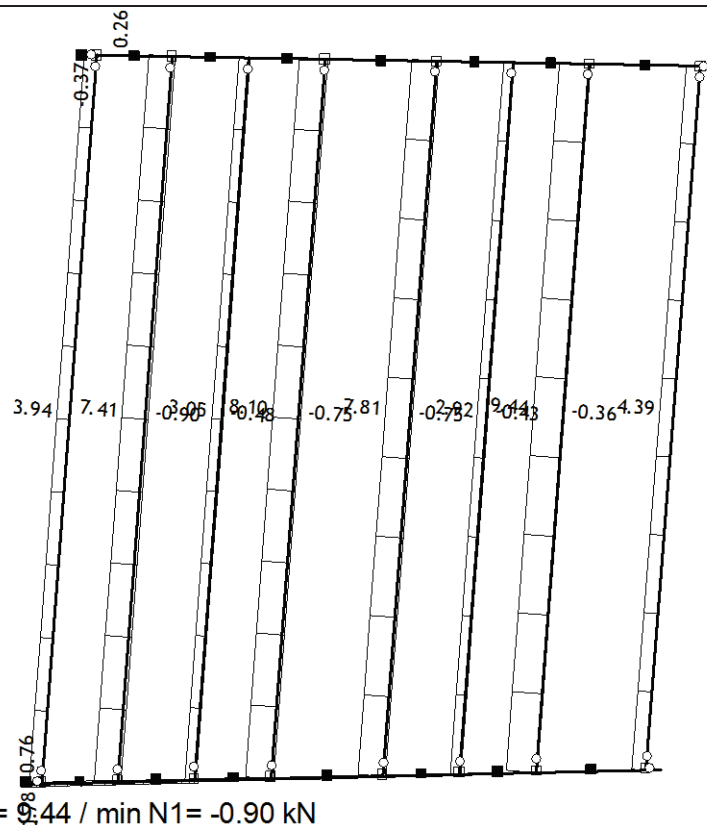
Opt. 26: [GSN] 11-18



Nivo: [0.00 m]

Uticaji u gredi: max T2= 13.25 / min T2= -11.99 kN

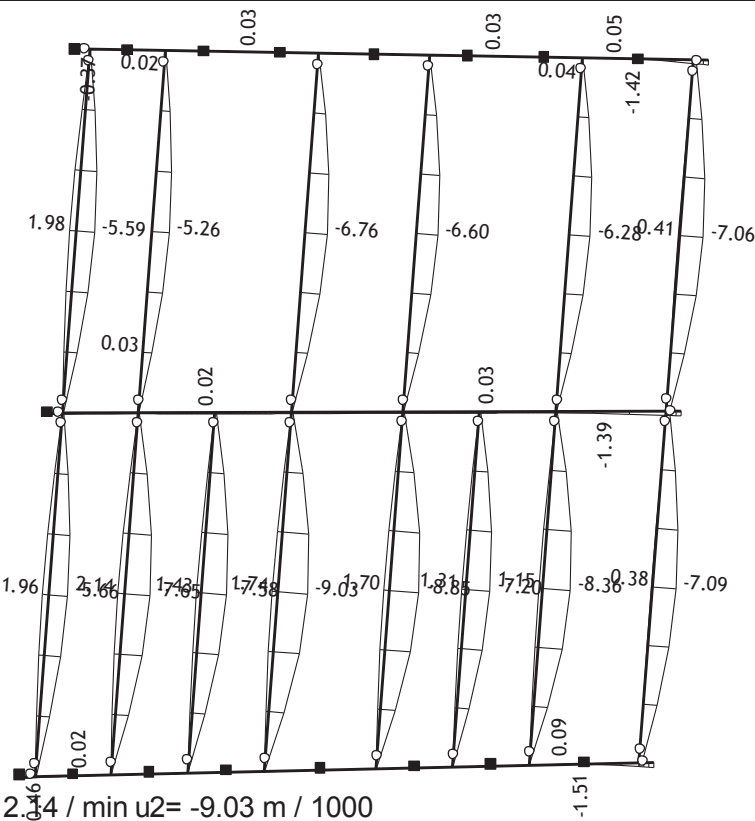
Opt. 26: [GSN] 11-18



Nivo: [0.00 m]

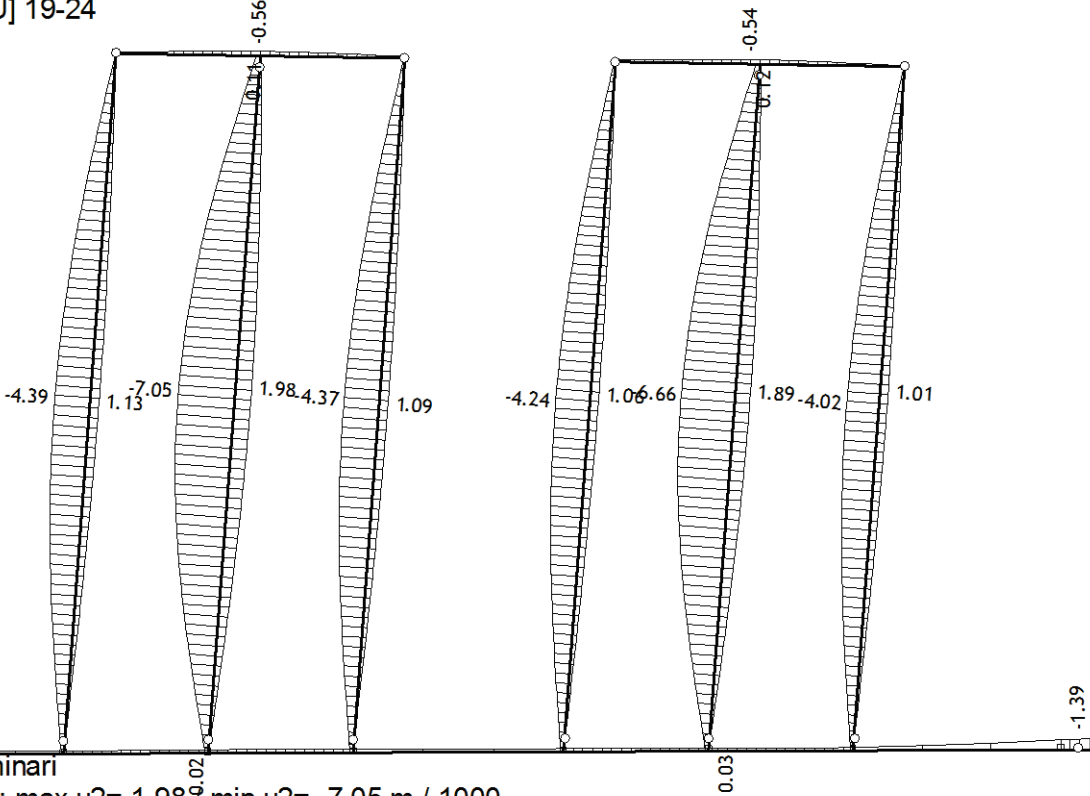
Uticaji u gredi: max N1= 9.44 / min N1= -0.90 kN

Opt. 25: [GSU] 19-24



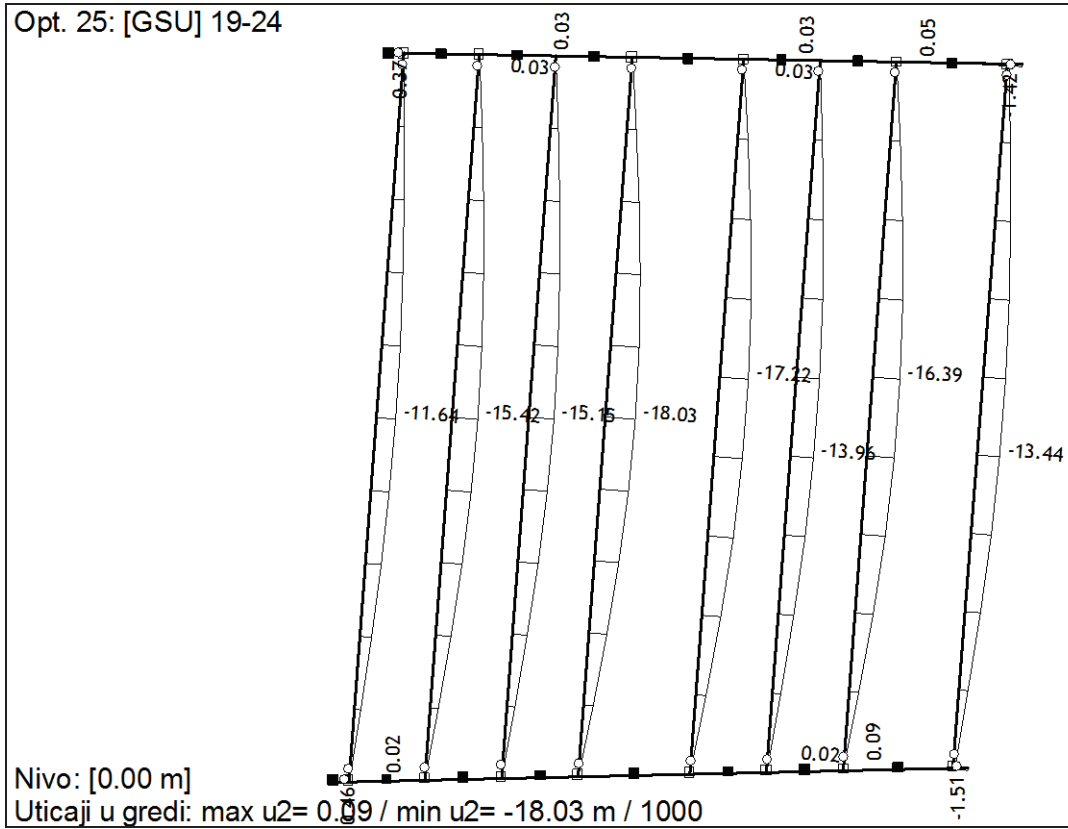
Pogled: A jug+A sjever
Uticaji u gredi: max $u_2 = 2.34$ / min $u_2 = -9.03$ m / 1000

Opt. 25: [GSU] 19-24

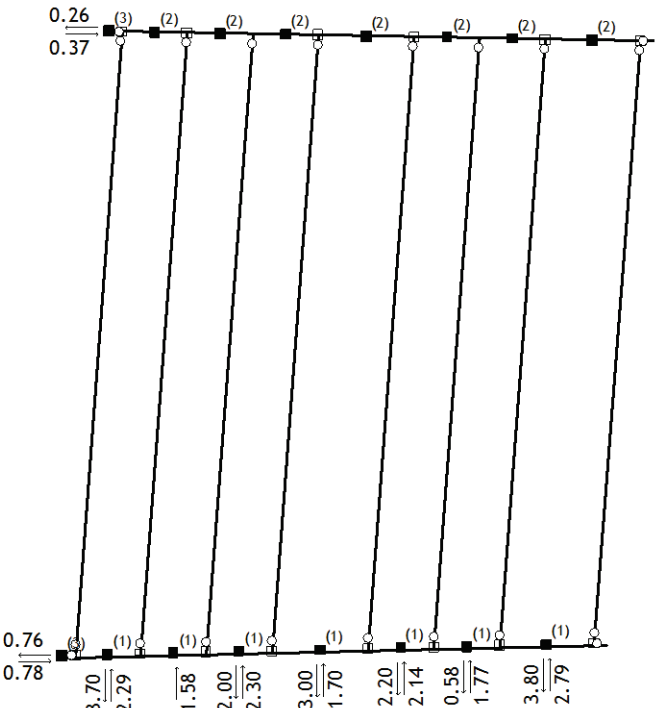


Pogled: A luminari
Uticaji u gredi: max $u_2 = 1.98$ / min $u_2 = -7.05$ m / 1000

Opt. 25: [GSU] 19-24



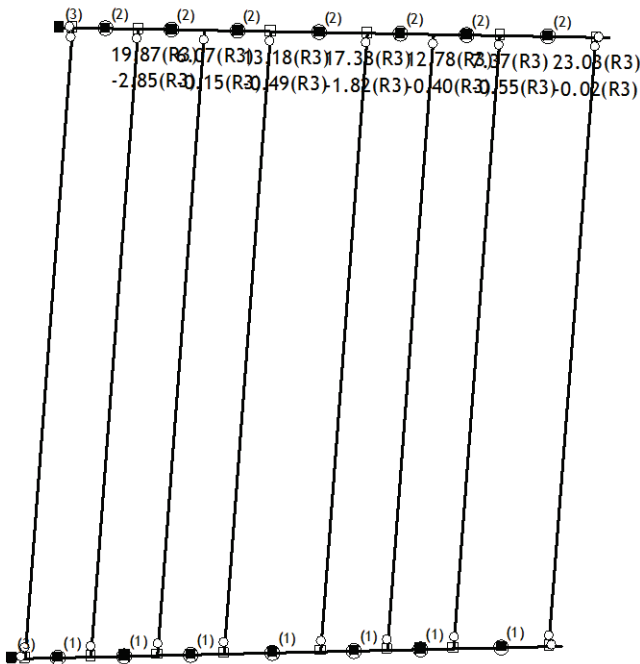
Opt. 26: [GSN] 11-18



Nivo: [0.00 m]

Horizontalne reakcije oslonaca R1,R2 (Min/Max)

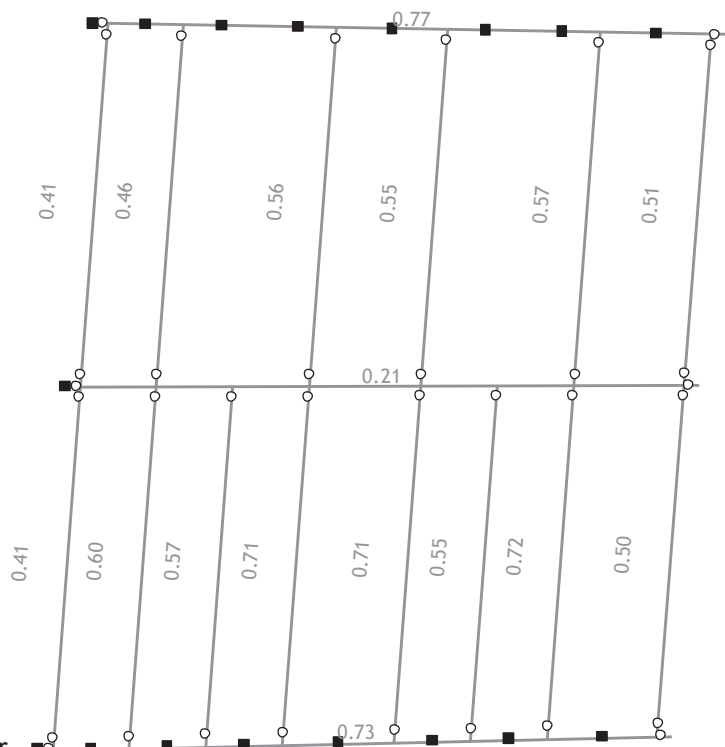
Opt. 26: [GSN] 11-18



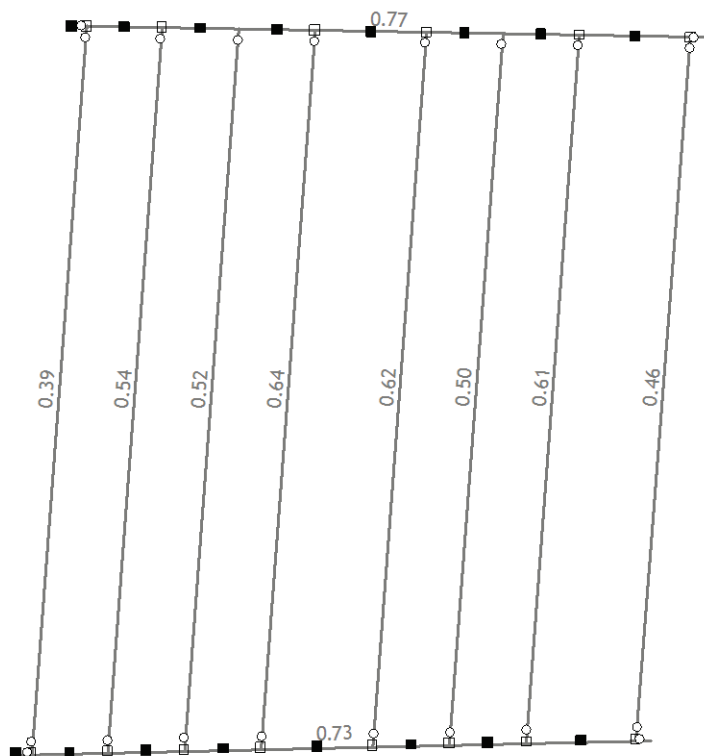
Nivo: [0.00 m]

Vertikalne reakcije oslonaca R3 (Min/Max)

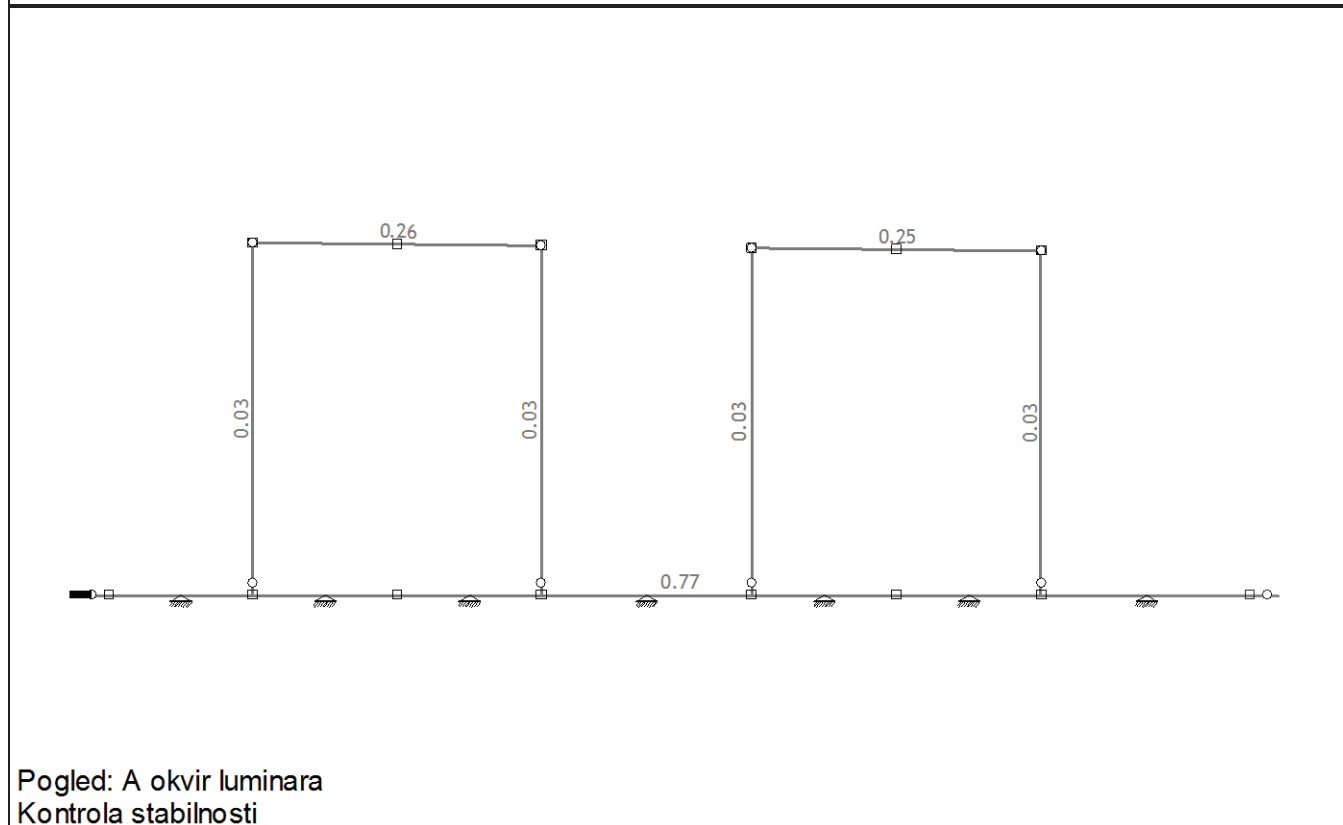
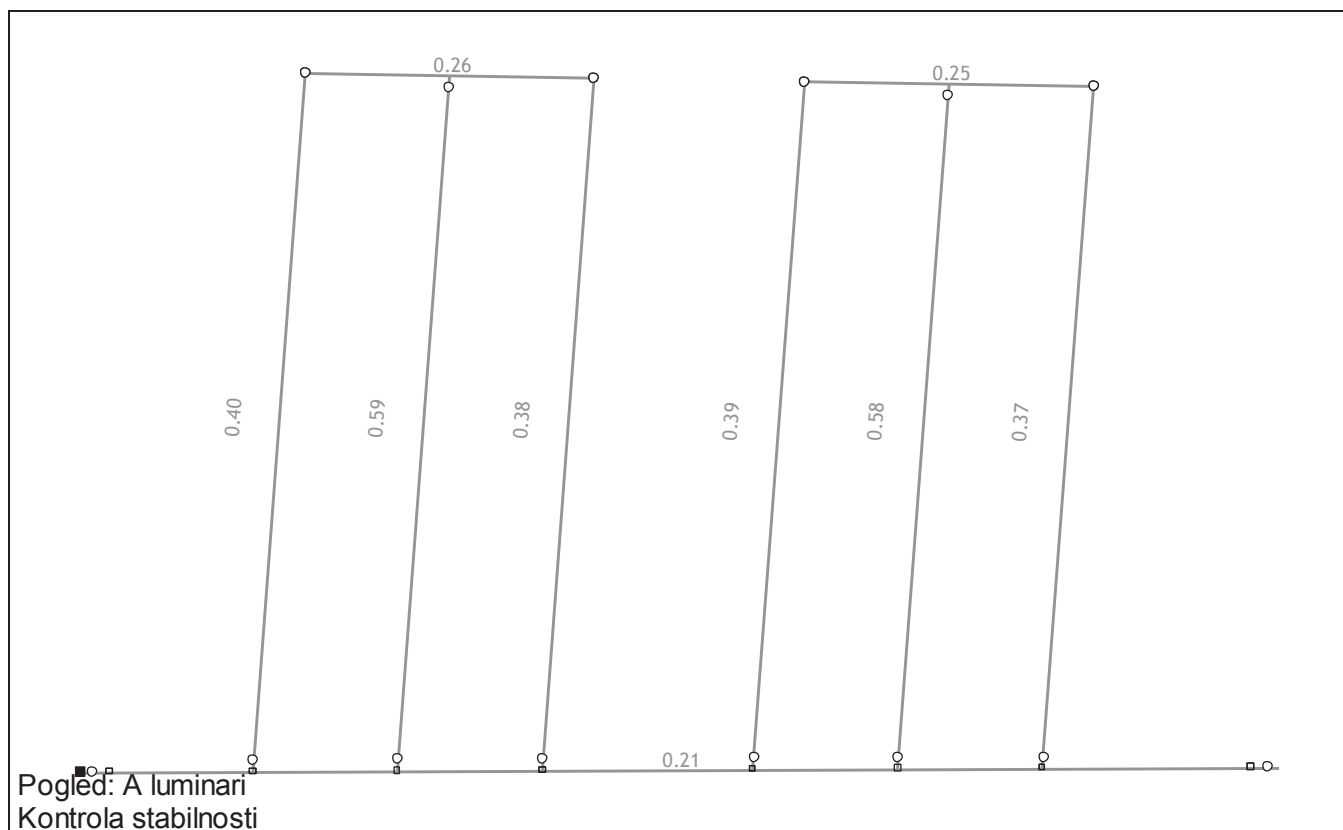
Dimenzioniranje (drvo)



Pogled: A jug+A sjever
Kontrola stabilnosti



Nivo: [0.00 m]
Kontrola stabilnosti

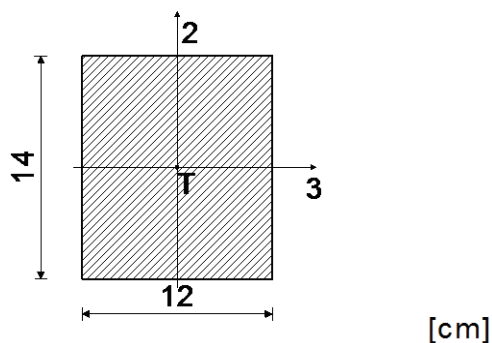


ROG KROVIŠTA (STAP 14-597)

Puno drvo crnogorica i bjelogorica - C24

Klasa uporabljivosti 2

@3@EUROCODE

**FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA**

14. $\gamma=0.72$	20. $\gamma=0.50$	13. $\gamma=0.49$
12. $\gamma=0.45$	11. $\gamma=0.43$	19. $\gamma=0.36$
18. $\gamma=0.19$	17. $\gamma=0.16$	15. $\gamma=0.14$
22. $\gamma=0.13$	16. $\gamma=0.10$	24. $\gamma=0.07$
23. $\gamma=0.05$	21. $\gamma=0.04$	

KONTROLA NORMALNIH NAPONA

(slučaj opterećenja 14, na 144.7 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N =	-9.929 kN
Moment torzije	M1 =	0.037 kNm
Moment savijanja oko osi 2	M2 =	-0.090 kNm
Moment savijanja oko osi 3	M3 =	-3.642 kNm

KONTROLA NAPONA - TLAK I SAVIJANJE

Vrsta opterećenja: @1@osnovno - srednjetrojno

Korekcijski koeficijent

Parcijalni koef. za svojstva gradiva

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 2

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 3

Faktor oblika (za pravokutni presjek)

Karakteristična tlačna čvrstoća

Računska tlačna čvrstoća

Karakteristična čvrstoća na savijanje

Računska čvrstoća na savijanje - os 2

Računska čvrstoća na savijanje - os 3

Relativna vitkost

Relativna vitkost

Normalni tlačni napon

Moment otpora

Normalni napon savijanja oko osi 2

Kmod =	0.800
γ_m =	1.300
Kh_2 =	1.046
Kh_3 =	1.014
km =	0.700
fc,0,k =	21.000 MPa
fc,0,d =	12.923 MPa
fm,k =	24.000 MPa
fm,2,d =	15.443 MPa
fm,3,d =	14.974 MPa
$\lambda_{rel,2}$ =	1.417
$\lambda_{rel,3}$ =	1.417
oc,0,d =	0.591 MPa
W2 =	336.00 cm ³
om2,d =	0.268 MPa

$$\sigma_{m2,d} \leq f_{m,2,d} (0.268 \leq 15.443)$$

Iskorišćenje presjeka je 1.7%

Moment otpora	W3 =	392.00 cm ³
Normalni napon savijanja oko osi 3	om3,d =	9.291 MPa

$$\sigma_{m3,d} \leq f_{m,3,d} (9.291 \leq 14.974)$$

Iskorišćenje presjeka je 62.0%

TLAK I SAVIJANJE - VELIKA VITKOST

Početna imperfekcija

Koeficijent

Koeficijent

Koeficijent

Koeficijent

β_x =	0.200
k3 =	1.329
k2 =	1.616
kc,3 =	0.535
kc,2 =	0.418

$$(\sigma_{c,0,d} / (k_{c,2} \times f_{c,0,d})) + k_m \times (\sigma_{m,3,d} / f_{m,3,d}) + \sigma_{m,2,d} / f_{m,2,d} \leq 1 \quad (0.561 \leq 1)$$

Iskorištenje presjeka je 56.1%

$$(\sigma_{c,0,d} / (k_{c,3} \times f_{c,0,d})) + \sigma_{m,3,d} / f_{m,3,d} + k_m \times (\sigma_{m,2,d} / f_{m,2,d}) \leq 1 \quad (0.718 \leq 1)$$

Iskorištenje presjeka je 71.8%

DOKAZ BOČNE STABILNOSTI

Vrsta opterećenja: @1@osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficijent

Kmod = 0.800

Parcijalni koef. za svojstva gradiva

γ_m = 1.300

Razmak pridržajnih točaka okomitih na pravac osi 2

l_{ef} = 289.49 cm
E_{0.05} = 7400.0 MPa

5% fraktil modula E paralelno vlaknima

5% fraktil modula posmika G

G_{0.05} = 460.00 MPa

Torzijski moment inercije

I_{tor} = 3904.5 cm⁴

Moment inercije

I₂ = 2016.0 cm⁴

Moment otpora

W₃ = 392.00 cm³

Kritični napon izvijanja

σ_{m,crit} = 143.30 MPa

Relativna vitkost za izvijanje

λ_{rel} = 0.409

Koeficijent

k_{krit} = 1.000

Normalni napon savijanja oko osi 3

σ_{m,3,d} = 9.291 MPa

$$\sigma_{m,3,d} \leq k_{krit} \times f_{m,3,d} \quad (9.291 \leq 14.974)$$

Iskorištenje presjeka je 62.0%

KONTROLA POSMIČNIH NAPONA

(slučaj opterećenja 14, početak štapa)

Poprečna sila u pravcu osi 2

T₂ = -5.032 kN

Poprečna sila u pravcu osi 3

T₃ = 0.124 kN

Moment torzije

M₁ = 0.037 kNm

KONTROLA NAPONA - POSMIK

Vrsta opterećenja: @1@osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficijent

Kmod = 0.800

Parcijalni koef. za svojstva gradiva

γ_m = 1.300

Karakteristični posmični napon

f_{v,k} = 2.500 MPa

Računska posmična čvrstoća

f_{v,d} = 1.538 MPa

Površina poprečnog presjeka

A = 168.00 cm²

Stvarni posmični napon(os 2)

τ_{2,d} = 0.449 MPa

Stvarni posmični napon(os 3)

τ_{3,d} = 0.011 MPa

Superponirani posmični napon

τ_s = 0.449 MPa

$$\tau_s \leq f_{v,d} \quad (0.449 \leq 1.538)$$

Iskorištenje presjeka je 29.2%

KONTROLA NAPONA - TORZIJA

Karakteristična posmična čvrstoća

f_{v,k} = 2.500 MPa

Računska posmična čvrstoća

f_{v,d} = 1.538 MPa

Torzijski moment otpora

W_{p2} = 461.81 cm³

Stvarni posmični napon(os 2)

τ_{tor,2,d} = 0.081 MPa

$$\tau_{tor,2,d} \leq f_{v,d} \quad (0.081 \leq 1.538)$$

Iskorištenje presjeka je 5.2%

Torzijski moment otpora

W_{p3} = 395.84 cm³

Stvarni posmični napon(os 3)

τ_{tor,3,d} = 0.094 MPa

$$\tau_{tor,3,d} \leq f_{v,d} \quad (0.094 \leq 1.538)$$

Iskorištenje presjeka je 6.1%

Superpozicija utjecaja od poprečne sile i momenta torzije (os 2)

$$\tau_{tor,3,d} + \tau_{2,d} \leq f_{v,d} \quad (0.544 \leq 1.538)$$

Iskorištenje presjeka je 35.3%

Superpozicija utjecaja od poprečne sile i momenta torzije
(os 3)

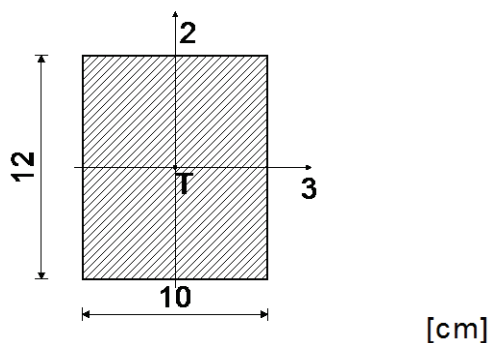
$\tau_{tor,2,d} + \tau_{3,d} \leq f_{v,d} \text{ (0.092} \leq 1.538 \text{)}$
Iskorištenje presjeka je 6.0%

ROG LUMINARA (STAP 63-545)

Puno drvo crnogorica i bjelogorica - C24

Klasa uporabljivosti 2

@3@EUROCODE

**FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA**

13. $\gamma=0.59$	19. $\gamma=0.42$	14. $\gamma=0.40$
11. $\gamma=0.39$	12. $\gamma=0.37$	20. $\gamma=0.29$
18. $\gamma=0.26$	24. $\gamma=0.12$	21. $\gamma=0.12$
15. $\gamma=0.10$	17. $\gamma=0.10$	16. $\gamma=0.06$
23. $\gamma=0.00$	22. $\gamma=0.00$	

KONTROLA NORMALNIH NAPONA

(slučaj opterećenja 13, na 120.6 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N =	-1.670 kN
Poprečna sila u pravcu osi 2	T2 ≈	0.000 kN
Poprečna sila u pravcu osi 3	T3 ≈	0.000 kN
Moment torzije	M1 =	0.035 kNm
Moment savijanja oko osi 3	M3 =	-2.129 kNm

KONTROLA NAPONA - TLAK I SAVIJANJE

Vrsta opterećenja: @1@osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficijent

Kmod = 0.800

Parcijalni koef. za svojstva gradiva

 $\gamma_m = 1.300$

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 2

Kh_2 = 1.084

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 3

Kh_3 = 1.046

Faktor oblika (za pravokutni presjek)

km = 0.700

Karakteristična tlačna čvrstoća

fc,0,k = 21.000 MPa

Računska tlačna čvrstoća

fc,0,d = 12.923 MPa

Karakteristična čvrstoća na savijanje

fm,k = 24.000 MPa

Računska čvrstoća na savijanje - os 2

fm,2,d = 16.017 MPa

Računska čvrstoća na savijanje - os 3

fm,3,d = 15.443 MPa

Relativna vitkost

 $\lambda_{rel,2} = 1.435$

Relativna vitkost

 $\lambda_{rel,3} = 1.435$

Normalni tlačni napon

 $\sigma_{c,0,d} = 0.139$ MPa

Moment otpora

W3 = 240.00 cm³

Normalni napon savijanja oko osi 3

 $\sigma_{m3,d} = 8.869$ MPa

$$\sigma_{m3,d} \leq f_{m3,d} (8.869 \leq 15.443)$$

Iskorištenje presjeka je 57.4%

TLAK I SAVIJANJE - VELIKA VITKOST

Početna imperfekcija

 $\beta_x = 0.200$

Koeficijent

k3 = 1.304

Koeficijent

k2 = 1.642

Koeficijent

kc,3 = 0.548

Koeficijent

kc,2 = 0.409

$$(\sigma_{c,0,d} / (k_{c,2} \times f_{c,0,d})) + k_m \times (\sigma_{m3,d} / f_{m3,d}) + \sigma_{m2,d} / f_{m2,d} \leq 1 (0.428 \leq 1)$$

Iskorištenje presjeka je 42.8%

$$(\sigma_{c,0,d} / (k_{c,3} \times f_{c,0,d})) + \sigma_{m,3,d} / f_{m,3,d} + k_m \times (\sigma_{m,2,d} / f_{m,2,d}) \leq 1 \quad (0.594 \leq 1)$$

Iskorištenje presjeka je 59.4%

DOKAZ BOČNE STABILNOSTI

Vrsta opterećenja: @1@osnovno - srednjetrojno

Korekcijski koeficijent

Kmod = 0.800

Parcijalni koef. za svojstva gradiva

γ_m = 1.300

Razmak pridržajnih točaka okomitih na pravac osi 2

l_{ef} = 244.22 cm

5% fraktil modula E paralelno vlaknima

E_{0.05} = 7400.0 MPa

5% fraktil modula posmika G

G_{0.05} = 460.00 MPa

Torzijski moment inercije

I_{tor} = 1981.7 cm⁴

Moment inercije

I₂ = 1000.0 cm⁴

Moment otpora

W₃ = 240.00 cm³

Kritični napon izvijanja

σ_{m,crit} = 139.21 MPa

Relativna vitkost za izvijanje

λ_{rel} = 0.415

Koeficijent

k_{krit} = 1.000

Normalni napon savijanja oko osi 3

σ_{m,3,d} = 8.869 MPa

$$\sigma_{m,3,d} \leq k_{krit} \times f_{m,3,d} \quad (8.869 \leq 15.443)$$

Iskorištenje presjeka je 57.4%

KONTROLA POSMIČNIH NAPONA

(slučaj opterećenja 13, kraj štapa)

Poprečna sila u pravcu osi 2

T₂ = 3.536 kN

Poprečna sila u pravcu osi 3

T₃ = 0.098 kN

Moment torzije

M₁ = 0.043 kNm

KONTROLA NAPONA - POSMIK

Vrsta opterećenja: @1@osnovno - srednjetrojno

Korekcijski koeficijent

Kmod = 0.800

Parcijalni koef. za svojstva gradiva

γ_m = 1.300

Karakteristični posmični napon

f_{v,k} = 2.500 MPa

Računska posmična čvrstoća

f_{v,d} = 1.538 MPa

Površina poprečnog presjeka

A = 120.00 cm²

Stvarni posmični napon(os 2)

τ_{2,d} = 0.442 MPa

Stvarni posmični napon(os 3)

τ_{3,d} = 0.012 MPa

Superponirani posmični napon

τ_s = 0.442 MPa

$$\tau_s \leq f_{v,d} \quad (0.442 \leq 1.538)$$

Iskorištenje presjeka je 28.7%

KONTROLA NAPONA - TORZIJA

Karakteristična posmična čvrstoća

f_{v,k} = 2.500 MPa

Računska posmična čvrstoća

f_{v,d} = 1.538 MPa

Torzijski moment otpora

W_{p2} = 282.74 cm³

Stvarni posmični napon(os 2)

τ_{tor,2,d} = 0.150 MPa

$$\tau_{tor,2,d} \leq f_{v,d} \quad (0.150 \leq 1.538)$$

Iskorištenje presjeka je 9.8%

Torzijski moment otpora

W_{p3} = 235.62 cm³

Stvarni posmični napon(os 3)

τ_{tor,3,d} = 0.180 MPa

$$\tau_{tor,3,d} \leq f_{v,d} \quad (0.180 \leq 1.538)$$

Iskorištenje presjeka je 11.7%

Superpozicija utjecaja od poprečne sile i momenta torzije (os 2)

$$\tau_{tor,3,d} + \tau_{2,d} \leq f_{v,d} \quad (0.622 \leq 1.538)$$

Iskorištenje presjeka je 40.5%

Superpozicija utjecaja od poprečne sile i momenta torzije (os 3)

$$\tau_{tor,2,d} + \tau_{3,d} \leq f_{v,d} \quad (0.163 \leq 1.538)$$

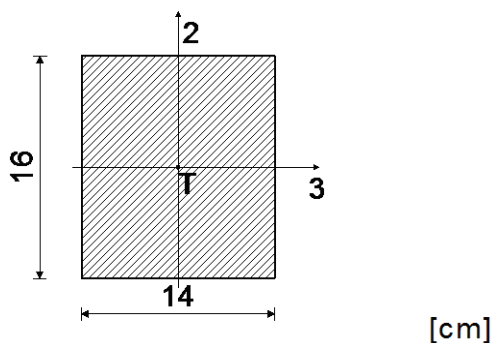
Iskorištenje presjeka je 10.6%

VEZNA GREDA (STAP 326-8)

Puno drvo crnogorica i bjelogorica - C24

Klasa uporabljivosti 2

@3@EUROCODE

**FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA**

11. $\gamma=0.64$	12. $\gamma=0.64$	14. $\gamma=0.60$
13. $\gamma=0.59$	20. $\gamma=0.44$	19. $\gamma=0.44$
22. $\gamma=0.13$	16. $\gamma=0.13$	18. $\gamma=0.12$
21. $\gamma=0.12$	23. $\gamma=0.12$	15. $\gamma=0.12$
24. $\gamma=0.12$	17. $\gamma=0.12$	

KONTROLA NORMALNIH NAPONA

(slučaj opterećenja 12, na 237.8 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N =	6.146 kN
Moment savijanja oko osi 3	M3 =	-5.340 kNm

KONTROLA NAPONA - VLAK I SAVIJANJE

Vrsta opterećenja: @1@osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficijent

Kmod = 0.800

Parcijalni koef. za svojstva gradiva

 $\gamma_m = 1.300$

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 2

Kh_2 = 1.014

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 3

Kh_3 = 1.000

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - vlak

Kh_t = 1.014

Karakteristična vlačna čvrstoća

ft,0,k = 14.000 MPa

Računska vlačna čvrstoća

ft,0,d = 8.735 MPa

Faktor oblika (za pravokutni presjek)

km = 0.700

Karakteristična čvrstoća na savijanje

fm,k = 24.000 MPa

Računska čvrstoća na savijanje - os 2

fm,2,d = 14.974 MPa

Računska čvrstoća na savijanje - os 3

fm,3,d = 14.769 MPa

Normalni vlačni napon

 $\sigma_{t,0,d} = 0.274$ MPa

Moment otpora

W3 = 597.33 cm³

Normalni napon savijanja oko osi 3

 $\sigma_{m3,d} = 8.939$ MPa

$$\sigma_{m3,d} \leq f_{m3,d} \quad (8.939 \leq 14.769)$$

Iskorištenje presjeka je 60.5%

$$\sigma_{t,0,d} / f_{t,0,d} + k_m \times (\sigma_{m3,d} / f_{m3,d}) + \sigma_{m2,d} / f_{m2,d} \leq 1$$
$$(0.455 \leq 1)$$

Iskorištenje presjeka je 45.5%

$$\sigma_{t,0,d} / f_{t,0,d} + \sigma_{m3,d} / f_{m3,d} + k_m \times (\sigma_{m2,d} / f_{m2,d}) \leq 1$$
$$(0.637 \leq 1)$$

Iskorištenje presjeka je 63.7%

KONTROLA POSMIČNIH NAPONA

(slučaj opterećenja 11, početak štapa)

Poprečna sila u pravcu osi 2	T2 =	-4.490 kN
------------------------------	------	-----------

KONTROLA NAPONA - POSMIK

Vrsta opterećenja: @1@osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficijent	Kmod =	0.800
Parcijalni koef. za svojstva gradiva	γ _m =	1.300
Karakteristični posmični napon	f _{v,k} =	2.500 MPa
Računska posmična čvrstoća	f _{v,d} =	1.538 MPa
Površina poprečnog presjeka	A =	224.00 cm ²
Stvarni posmični napon(σ ₂)	τ _{2,d} =	0.301 MPa

$$\tau_{2,d} \leq f_{v,d} \text{ (0.301} \leq \text{1.538)}$$

Iskorištenje presjeka je 19.5%

DOKAZ STABILNOSTI ELEMENTA

(slučaj opterećenja 11, na 237.8 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N =	6.132 kN
Moment savijanja oko osi 3	M ₃ =	-5.340 kNm

DOKAZ BOČNE STABILNOSTI

Vrsta opterećenja: @1@osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficijent	Kmod =	0.800
Parcijalni koef. za svojstva gradiva	γ _m =	1.300
Razmak pridržajnih točaka okomitih na pravac osi 2	l _{ef} =	475.64 cm
5% fraktil modula E paralelno vlaknima	E _{0.05} =	7400.0 MPa
5% fraktil modula posmika G	G _{0.05} =	460.00 MPa
Torzijski momenat inercije	I _{tor} =	6965.4 cm ⁴
Moment inercije	I ₂ =	3658.7 cm ⁴
Moment otpora	W ₃ =	597.33 cm ³
Kritični napon izvijanja	σ _{m,crit} =	102.99 MPa
Relativna vitkost za izvijanje	λ _{rel} =	0.483
Koeficijent	k _{krit} =	1.000
Normalni napon savijanja oko osi 3	σ _{m3,d} =	8.939 MPa

$$\sigma_{m,3,d} \leq k_{krit} \times f_{m,3,d} \text{ (8.939} \leq \text{14.769)}$$

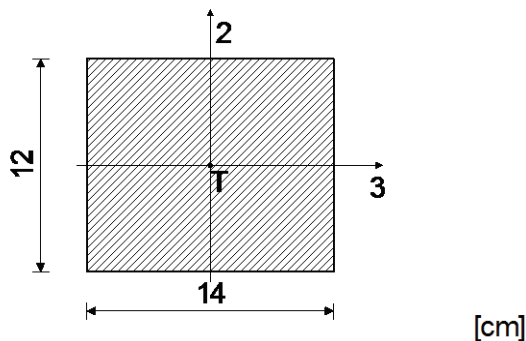
Iskorištenje presjeka je 60.5%

NAZIDNICA (STAP 36-932)

Puno drvo crnogorica i bjelogorica - C24

Klasa uporabljivosti 2

@3@EUROCODE

**FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA**

13. $\gamma=0.77$	14. $\gamma=0.72$	11. $\gamma=0.66$
12. $\gamma=0.66$	19. $\gamma=0.56$	20. $\gamma=0.53$
21. $\gamma=0.17$	22. $\gamma=0.15$	15. $\gamma=0.14$
18. $\gamma=0.10$	16. $\gamma=0.10$	23. $\gamma=0.09$
24. $\gamma=0.08$	17. $\gamma=0.02$	

KONTROLA NORMALNIH I POSMIČNIH NAPONA

(slučaj opterećenja 13, na 374.7 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N ≈	0.000 kN
Poprečna sila u pravcu osi 2	T2 =	13.252 kN
Poprečna sila u pravcu osi 3	T3 =	-0.627 kN
Moment savijanja oko osi 2	M2 =	-0.163 kNm
Moment savijanja oko osi 3	M3 =	3.509 kNm

KONTROLA NAPONA - SAVIJANJE

Vrsta opterećenja: @1@osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficijent

Kmod = 0.800

Parcijalni koef. za svojstva gradiva

 $\gamma_m = 1.300$

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 2

Kh_2 = 1.014

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 3

Kh_3 = 1.046

Faktor oblika (za pravokutni presjek)

km = 0.700

Karakteristična čvrstoća na savijanje

fm,k = 24.000 MPa

Računska čvrstoća na savijanje - os 2

fm,2,d = 14.974 MPa

Računska čvrstoća na savijanje - os 3

fm,3,d = 15.443 MPa

Moment otpora

W2 = 392.00 cm³

Normalni napon savijanja oko osi 2

 $\sigma_{m2,d} = 0.415$ MPa

Moment otpora

W3 = 336.00 cm³

Normalni napon savijanja oko osi 3

 $\sigma_{m3,d} = 10.444$ MPa

$$k_m \times (\sigma_{m3,d} / f_{m,3,d}) + \sigma_{m2,d} / f_{m,2,d} \leq 1 \quad (0.501 \leq 1)$$

Iskorištenje presjeka je 50.1%

$$\sigma_{m3,d} / f_{m,3,d} + k_m \times (\sigma_{m2,d} / f_{m,2,d}) \leq 1 \quad (0.696 \leq 1)$$

Iskorištenje presjeka je 69.6%

KONTROLA NAPONA - POSMIK

Vrsta opterećenja: @1@osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficijent

Kmod = 0.800

Parcijalni koef. za svojstva gradiva

 $\gamma_m = 1.300$

Karakteristični posmični napon

fv,k = 2.500 MPa

Računska posmična čvrstoća

fv,d = 1.538 MPa

Površina poprečnog presjeka

A = 168.00 cm²

Stvarni posmični napon(os 2)

 $\tau_{2,d} = 1.183$ MPa

Stvarni posmični napon(os 3)

 $\tau_{3,d} = 0.056$ MPa

Superponirani posmični napon

 $\tau_s = 1.185$ MPa

$$\tau_s \leq f_{v,d} \quad (1.185 \leq 1.538)$$

Iskorištenje presjeka je 77.0%

DOKAZ BOČNE STABILNOSTI

Vrsta opterećenja: @1@osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficijent

Parcijalni koef. za svojstva gradiva

Razmak pridržajnih točaka okomitih na pravac osi 2

Kmod = 0.800

γ_m = 1.300

l_{ef} = 421.61 cm

E_{0.05} = 7400.0 MPa

5% fraktil modula E paralelno
vlaknima

G_{0.05} = 460.00 MPa

5% fraktil modula posmika G

I_{tor} = 3904.5 cm⁴

Torzijski momenat inercije

I₂ = 2744.0 cm⁴

Moment inercije

W₃ = 336.00 cm³

Moment otpora

σ_{m,crit} = 133.93 MPa

Kritični napon izvijanja

λ_{rel} = 0.423

Relativna vitkost za izvijanje

k_{krit} = 1.000

Koeficijent

σ_{m3,d} = 10.444 MPa

Normalni napon savijanja oko osi 3

$$\sigma_{m,3,d} \leq k_{krit} \times f_{m,3,d} \quad (10.444 \leq 15.443)$$

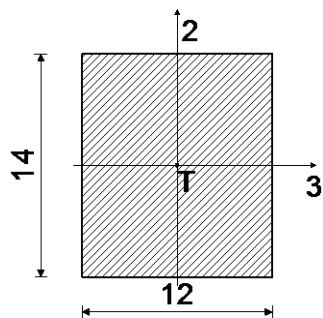
Iskorišćenje presjeka je 67.6%

SLJEMENA GREDA (STAP 18-792)

Puno drvo crnogorica i bjelogorica - C24

Klasa uporabljivosti 2

@3@EUROCODE



[cm]

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

14. $\gamma=0.21$	13. $\gamma=0.19$	11. $\gamma=0.17$
12. $\gamma=0.17$	20. $\gamma=0.15$	19. $\gamma=0.14$
18. $\gamma=0.05$	22. $\gamma=0.04$	21. $\gamma=0.03$
16. $\gamma=0.03$	15. $\gamma=0.02$	17. $\gamma=0.02$
24. $\gamma=0.02$	23. $\gamma=0.02$	

KONTROLA NORMALNIH NAPONA

(slučaj opterećenja 14, na 338.3 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N ≈	0.000 kN
Poprečna sila u pravcu osi 2	T2 =	-1.359 kN
Poprečna sila u pravcu osi 3	T3 =	0.140 kN
Moment torzije	M1 =	0.014 kNm
Moment savijanja oko osi 2	M2 =	0.122 kNm
Moment savijanja oko osi 3	M3 =	1.162 kNm

KONTROLA NAPONA - SAVIJANJE

Vrsta opterećenja: @1@osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficijent

Kmod = 0.800

Parcijalni koef. za svojstva gradiva

 $\gamma_m = 1.300$

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 2

 $K_{h_2} = 1.046$

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 3

 $K_{h_3} = 1.014$

Faktor oblika (za pravokutni presjek)

 $k_m = 0.700$

Karakteristična čvrstoća na savijanje

 $f_{m,k} = 24.000 \text{ MPa}$

Računska čvrstoća na savijanje - os 2

 $f_{m,2,d} = 15.443 \text{ MPa}$

Računska čvrstoća na savijanje - os 3

 $f_{m,3,d} = 14.974 \text{ MPa}$

Moment otpora

 $W_2 = 336.00 \text{ cm}^3$

Normalni napon savijanja oko osi 2

 $\sigma_{m2,d} = 0.364 \text{ MPa}$

Moment otpora

 $W_3 = 392.00 \text{ cm}^3$

Normalni napon savijanja oko osi 3

 $\sigma_{m3,d} = 2.964 \text{ MPa}$

$$k_m \times (\sigma_{m3,d} / f_{m,3,d}) + \sigma_{m2,d} / f_{m,2,d} \leq 1 \quad (0.162 \leq 1)$$

Iskorištenje presjeka je 16.2%

$$\sigma_{m3,d} / f_{m,3,d} + k_m \times (\sigma_{m2,d} / f_{m,2,d}) \leq 1 \quad (0.214 \leq 1)$$

Iskorištenje presjeka je 21.4%

DOKAZ BOČNE STABILNOSTI

Vrsta opterećenja: @1@osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficijent

Kmod = 0.800

Parcijalni koef. za svojstva gradiva

 $\gamma_m = 1.300$

Razmak podržajnih točaka okomitih na pravac osi 2

 $l_{ef} = 421.69 \text{ cm}$
 $E_{0.05} = 7400.0 \text{ MPa}$

5% fraktil modula E paralelno vlaknima

 $G_{0.05} = 460.00 \text{ MPa}$

5% fraktil modula posmika G

 $I_{tor} = 3904.5 \text{ cm}^4$

Torzijski momenat inercije

 $I_2 = 2016.0 \text{ cm}^4$

Moment inercije

 $W_3 = 392.00 \text{ cm}^3$

Moment otpora

 $\sigma_{m,crit} = 98.376 \text{ MPa}$

Kritični napon izvijanja

Relativna vitkost za izvijanje	$\lambda_{rel} =$	0.494
Koeficijent	$k_{krit} =$	1.000
Normalni napon savijanja oko osi 3	$\sigma_{m3,d} =$	2.964 MPa

$$\sigma_{m3,d} \leq k_{krit} \times f_{m3,d} \quad (2.964 \leq 14.974)$$

Iskorištenje presjeka je 19.8%

KONTROLA POSMIČNIH NAPONA (slučaj opterećenja 14, na 338.3 cm od početka štapa)

Poprečna sila u pravcu osi 2	$T_2 =$	2.881 kN
Poprečna sila u pravcu osi 3	$T_3 =$	-0.891 kN

KONTROLA NAPONA - POSMIK

Vrsta opterećenja: @1@osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficijent	$K_{mod} =$	0.800
Parcijalni koef. za svojstva gradiva	$\gamma_m =$	1.300
Karakteristični posmični napon	$f_{v,k} =$	2.500 MPa
Računska posmična čvrstoća	$f_{v,d} =$	1.538 MPa
Površina poprečnog presjeka	$A =$	168.00 cm ²
Stvarni posmični napon(os 2)	$\tau_{2,d} =$	0.257 MPa
Stvarni posmični napon(os 3)	$\tau_{3,d} =$	0.080 MPa
Superponirani posmični napon	$\tau_s =$	0.269 MPa

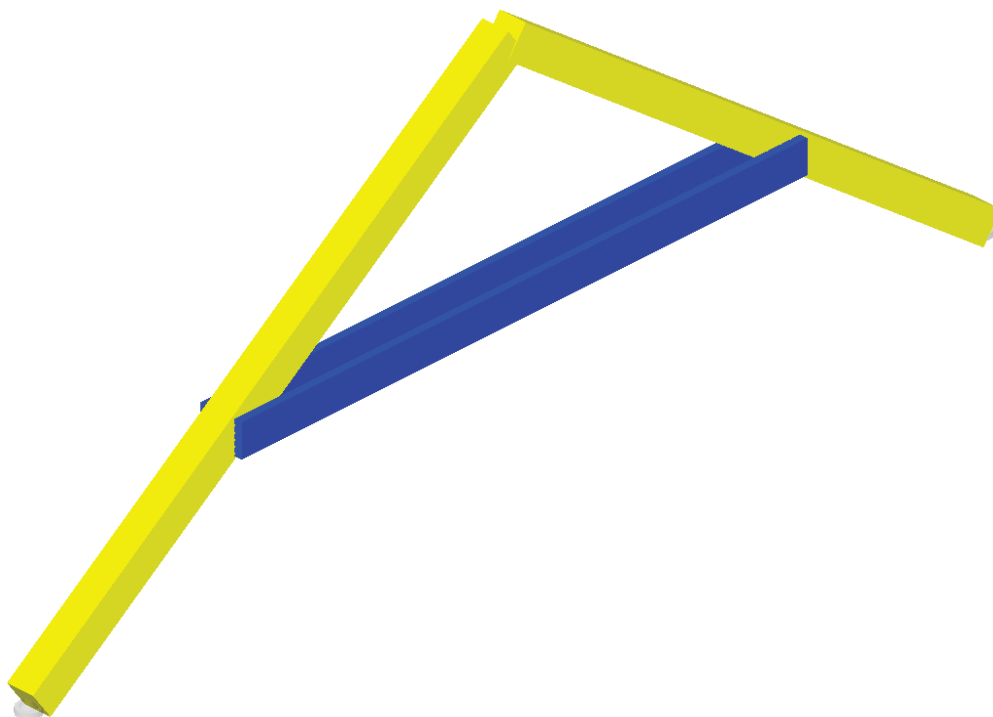
$$\tau_s \leq f_{v,d} \quad (0.269 \leq 1.538)$$

Iskorištenje presjeka je 17.5%

DRVENO KROVIŠTE KUĆE B

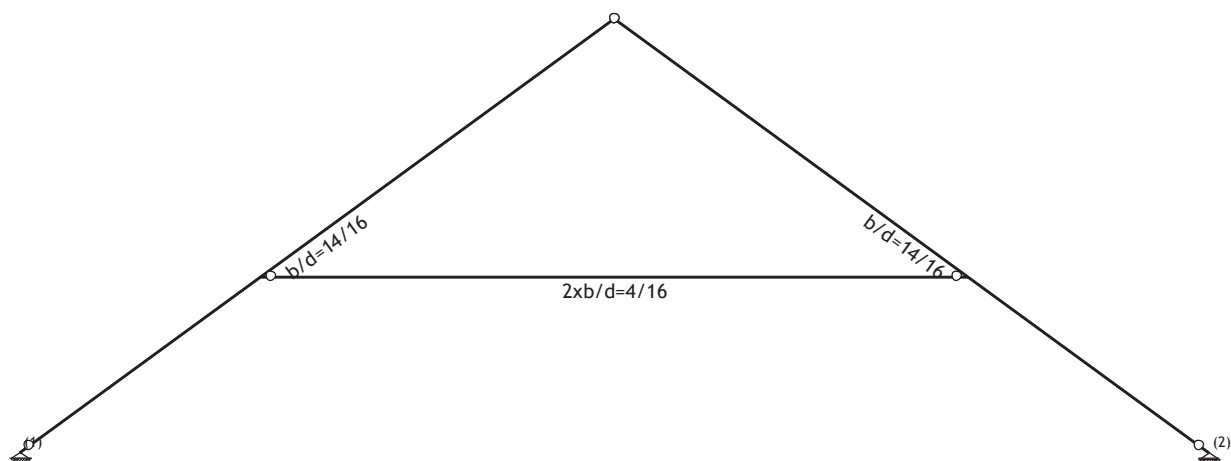
Ulazni podaci - Konstrukcija

Greda	
1. $b/d=14/16$	
2. $2xb/d=4/16$	



MODEL

Setovi numerickih podataka; Greda (1,2)



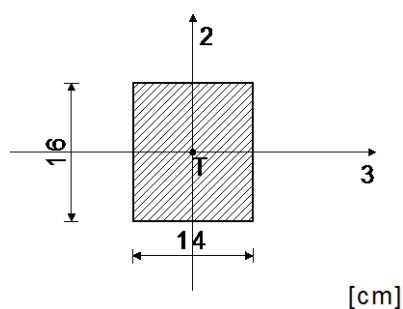
Karakteristični okvir

Tabela materijala

No	Naziv materijala	E[kN/m ²]	μ	γ [kN/m ³]
		Em[kN/m ²]	μ_m	α_t [1/C]
1	Drvo-Četinari-Masivno	1.000e+7	0.20	5.00
		1.000e+7	0.20	1.000e-5

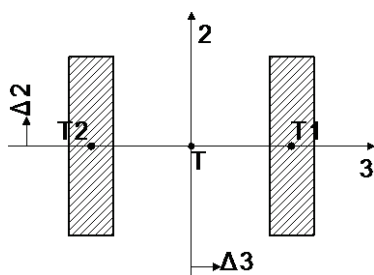
Setovi greda

Set: 1 Presek: b/d=14/16, Fiktivna ekscentricnost



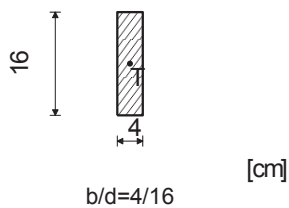
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Drvo-Četinari...	2.240e-2	1.867e-2	1.867e-2	6.961e-5	3.659e-5	4.779e-5

Set: 2 Presek: 2xb/d=4/16, Fiktivna ekscentricnost



Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Drvo-Četinari...	1.280e-2	1.067e-2	1.067e-2	5.752e-6	1.054e-4	2.731e-5

No	Presek	$\Delta 3$ [cm]	$\Delta 2$ [cm]	α	Mat.
1	b/d=4/16	9.00	0.00	0.00	1
2	b/d=4/16	-9.00	0.00	0.00	1



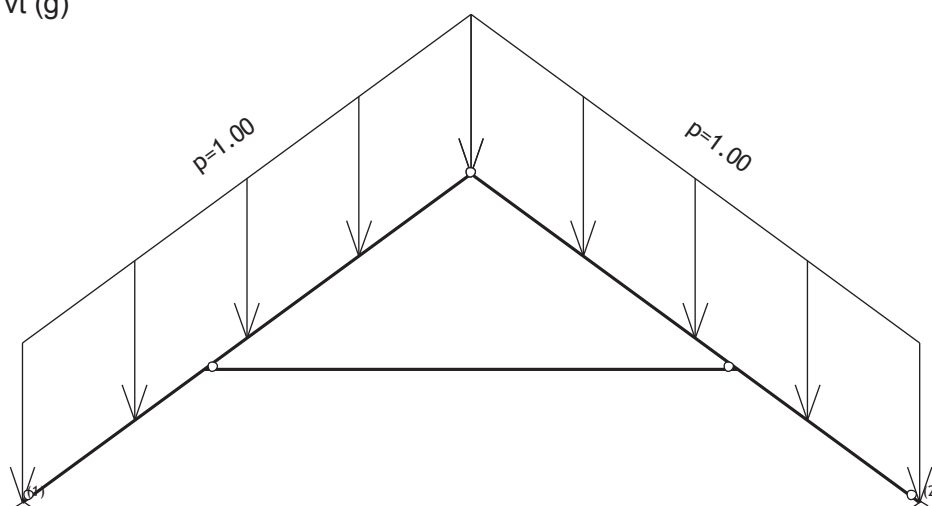
b/d=4/16

Setovi tacastih oslonaca

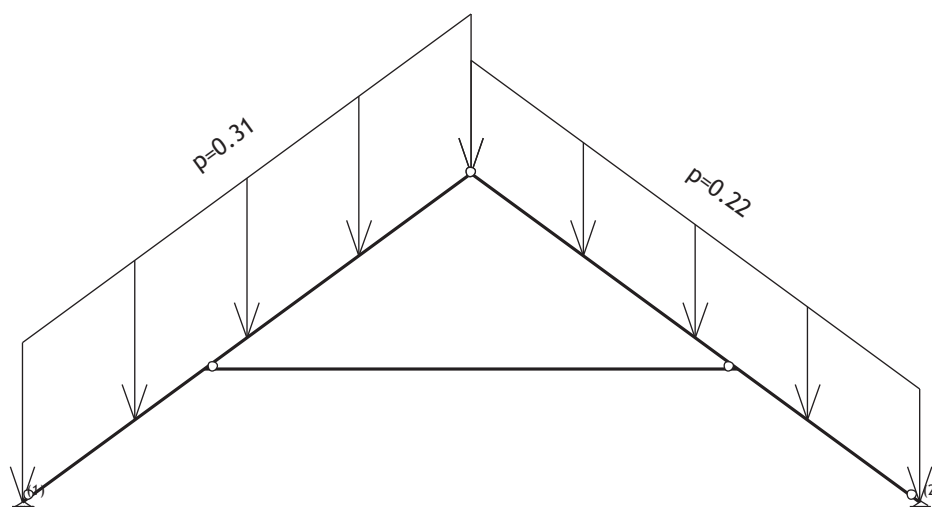
Set	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	K,M2	K,M3
1	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10			
2			1.000e+10			

Ulazni podaci - Opterećenje

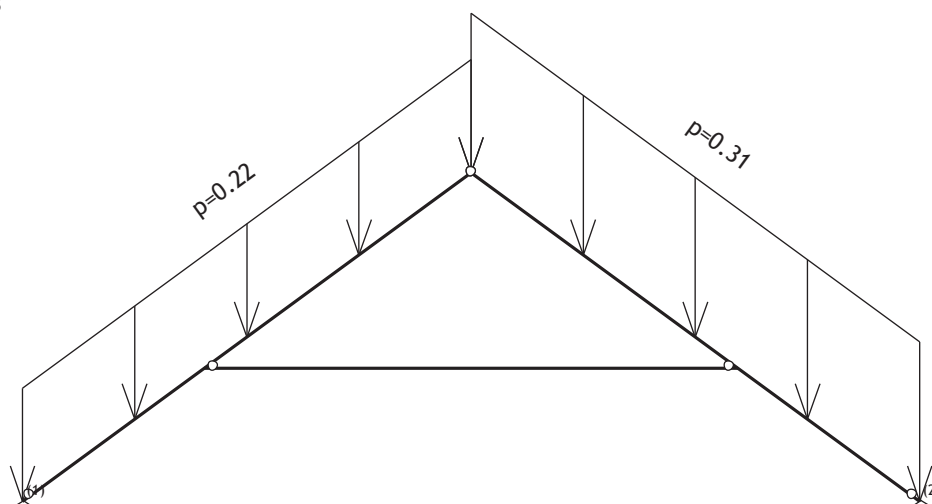
Opt. 1: stalno i vt (g)



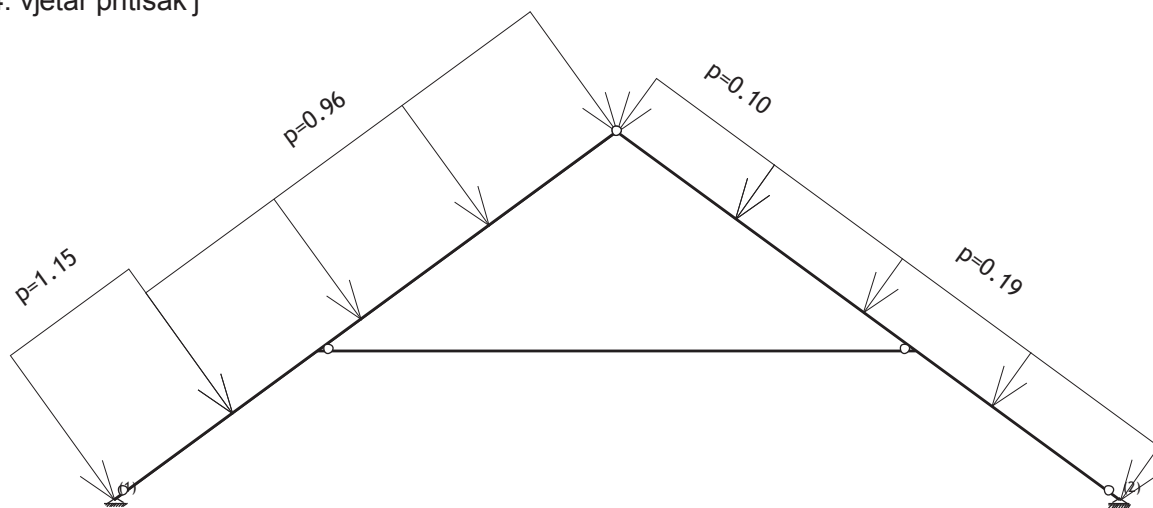
Opt. 2: snijeg j



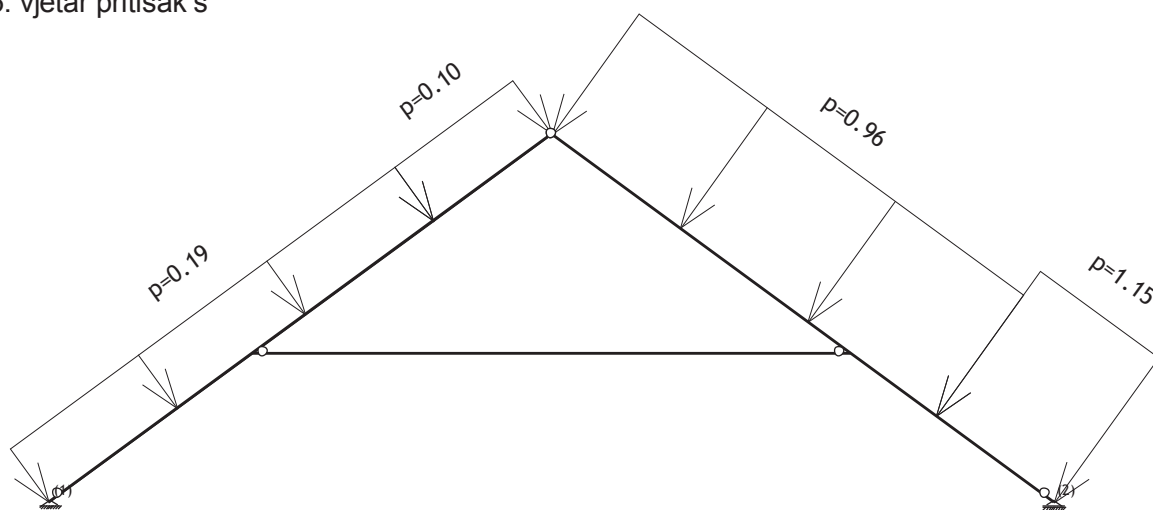
Opt. 3: snijeg s



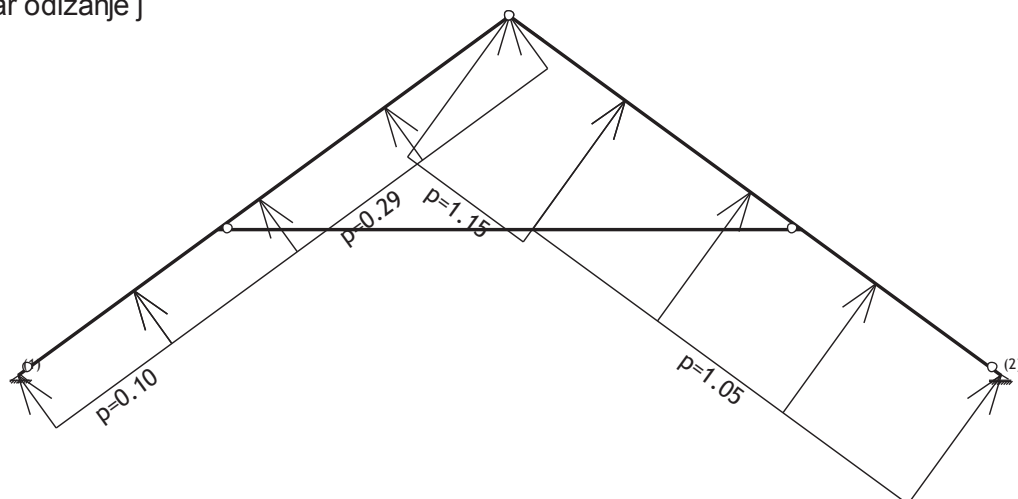
Opt. 4: vjetar pritisak j



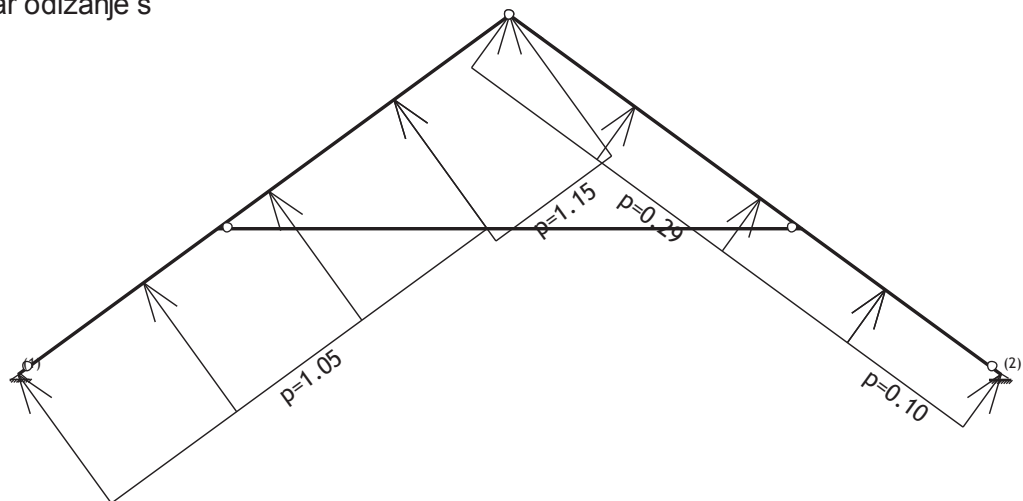
Opt. 5: vjetar pritisak s



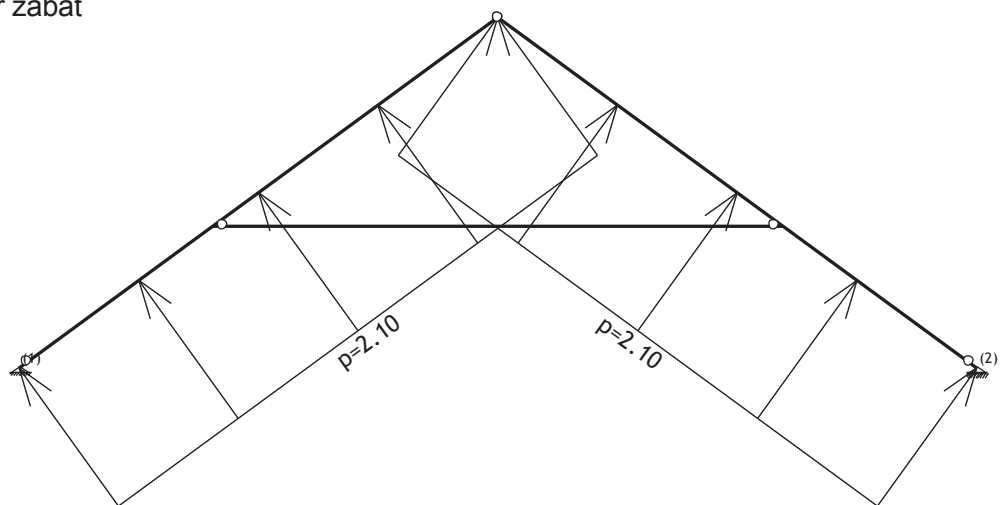
Opt. 6: vjetar odizanje j



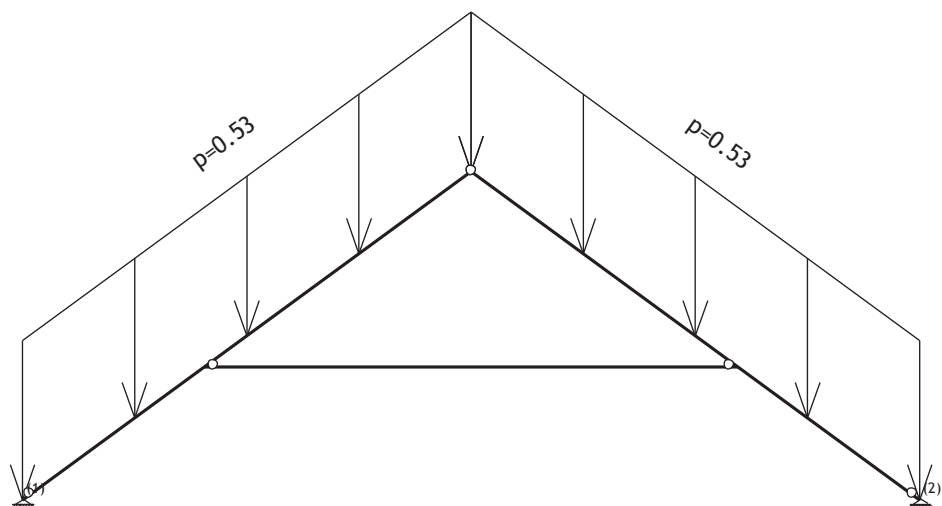
Opt. 7: vjetar odizanje s



Opt. 8: vjetar zabat



Opt. 9: korisno

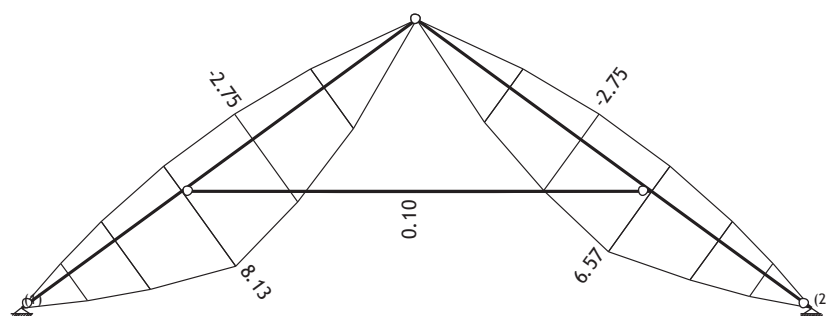


Lista slucajeva opterecenja

No	Naziv
1	stalno i vt (g)
2	snijeg j
3	snijeg s
4	vjetar pritisak j
5	vjetar pritisak s
6	vjetar odizanje j
7	vjetar odizanje s
8	vjetar zabat
9	korisno
10	Komb.: 1.35xI+1.5xII
11	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIV
12	Komb.: 1.35xI+1.35xIII+1.5xV
13	Komb.: 1.35xI+1.5xIX
14	Komb.: I+1.5xVI
15	Komb.: I+1.5xVII
16	Komb.: I+1.5xVIII
17	Komb.: I+II
18	Komb.: I+IX
19	Komb.: I+II+IV
20	Komb.: I+III+IV
21	Komb.: I+VI
22	Komb.: I+VII
23	Komb.: I+VIII

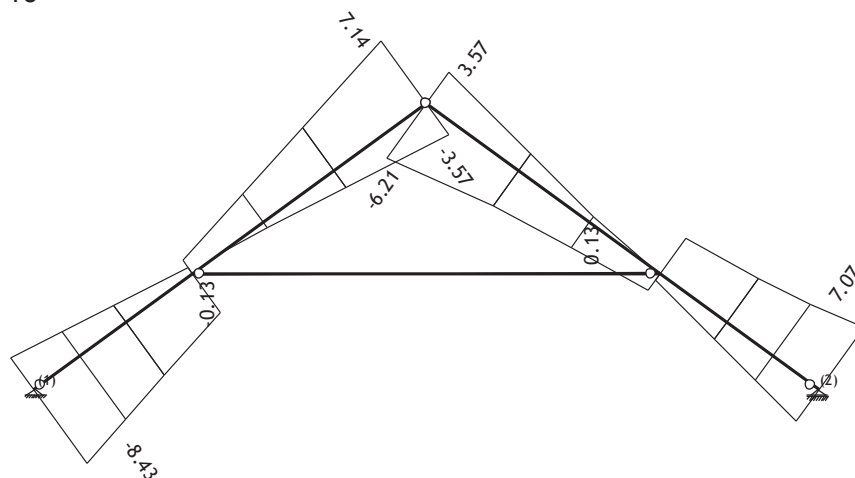
Statički proračun

Opt. 24: [GSN] 10-16



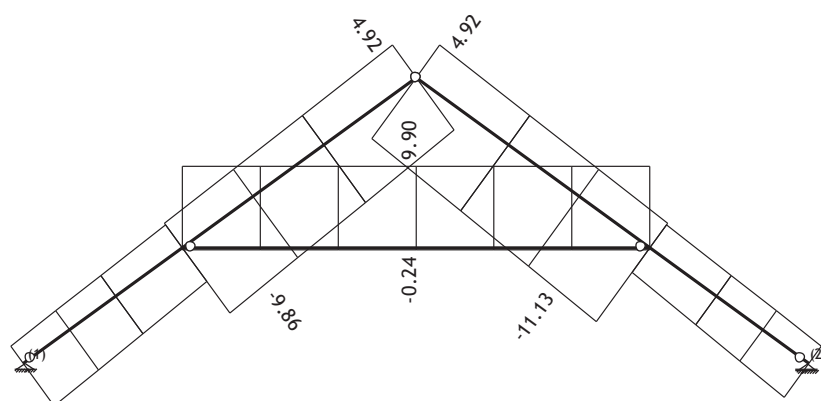
Uticaji u gredi: max $M_3 = 8.13$ / min $M_3 = -2.75$ kNm

Opt. 24: [GSN] 10-16



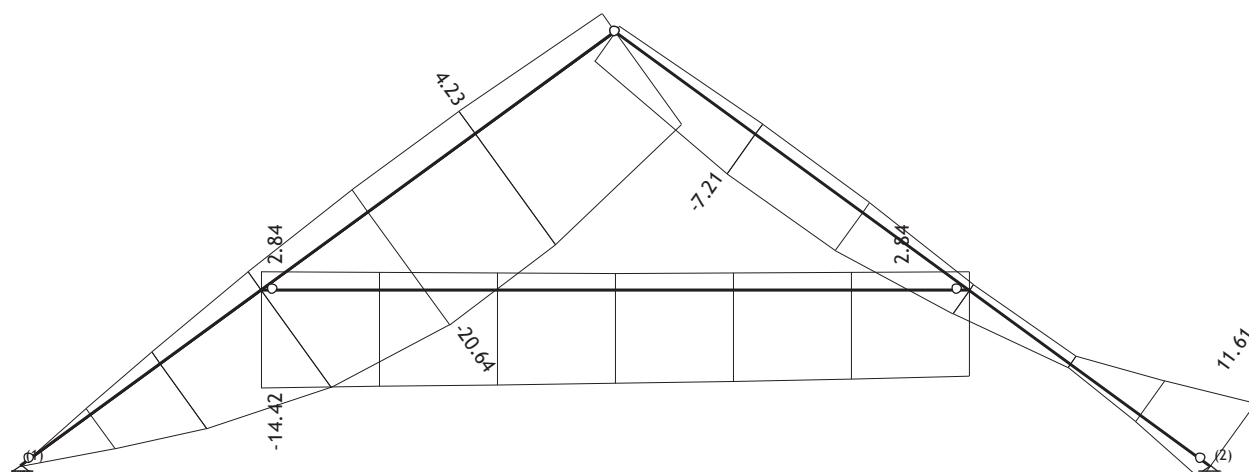
Uticaji u gredi: max $T_2 = 7.14$ / min $T_2 = -8.43$ kN

Opt. 24: [GSN] 10-16



Uticaji u gredi: max $N_1 = 9.90$ / min $N_1 = -11.13$ kN

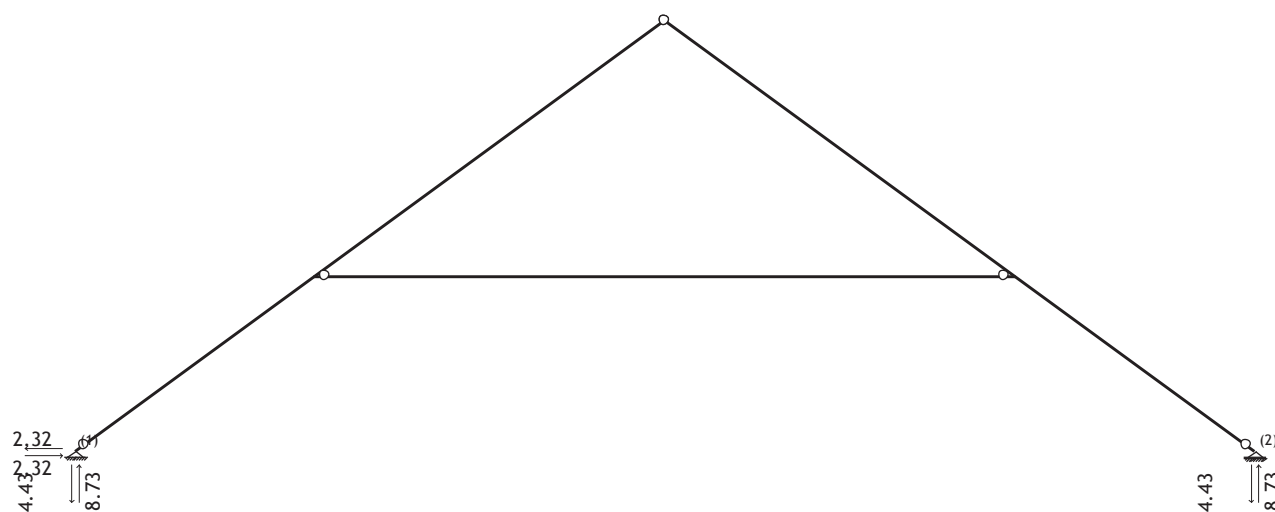
Opt. 25: [GSU] 17-23



Uticaji u gredi: max $u_2 = 11.61$ / min $u_2 = -20.64$ m / 1000

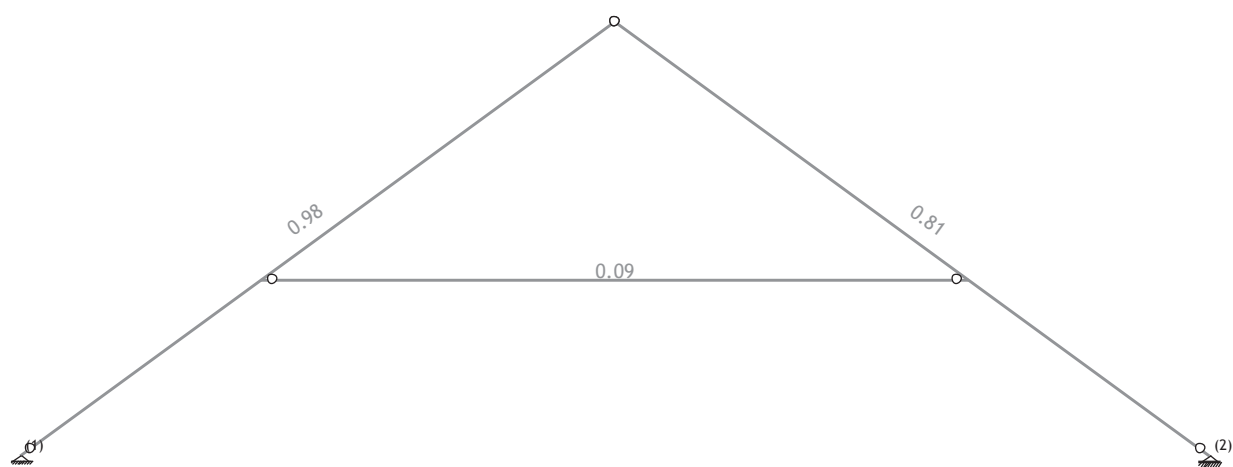
$u_{2,max} = 20.64 - 16.9/2 = 12.19$ m/1000 < $u_{2,dop} = L/250 = 3150/250 = 15.75$ m/1000

Opt. 24: [GSN] 10-16



Reakcije oslonaca (Min/Max)

Dimenzioniranje (drvo)



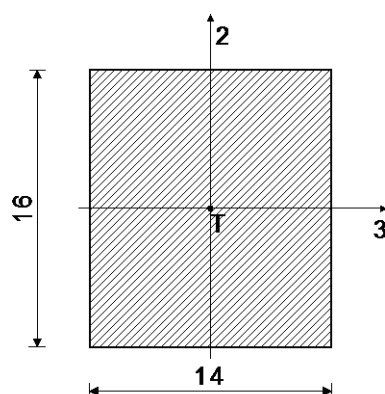
Kontrola stabilnosti

ROG (STAP 1-3)

Puno drvo crnogorica i bjelogorica - C24

Klasa uporabljivosti 2

@3@EUROCODE



[cm]

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

11. $\gamma=0.98$	13. $\gamma=0.75$	19. $\gamma=0.70$
20. $\gamma=0.69$	10. $\gamma=0.63$	12. $\gamma=0.61$
18. $\gamma=0.53$	17. $\gamma=0.46$	16. $\gamma=0.33$
21. $\gamma=0.33$	14. $\gamma=0.31$	23. $\gamma=0.12$
22. $\gamma=0.09$	15. $\gamma=0.08$	

KONTROLA NORMALNIH NAPONA

(slučaj opterećenja 11, na 127.6 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N =	-9.750 kN
Poprečna sila u pravcu osi 2	T2 =	1.527 kN
Moment savijanja oko osi 3	M3 =	-8.131 kNm

KONTROLA NAPONA - TLAK I SAVIJANJE

Vrsta opterećenja: @1@osnovno - srednjetrojno

Korekcijski koeficijent

Kmod = 0.800

Parcijalni koef. za svojstva gradiva

 $\gamma_m = 1.300$

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 2

Kh_2 = 1.014

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 3

Kh_3 = 1.000

Faktor oblika (za pravokutni presjek)

km = 0.700

Karakteristična tlačna čvrstoća

fc,0,k = 21.000 MPa

Računska tlačna čvrstoća

fc,0,d = 12.923 MPa

Karakteristična čvrstoća na savijanje

fm,k = 24.000 MPa

Računska čvrstoća na savijanje - os 2

fm,2,d = 14.974 MPa

Računska čvrstoća na savijanje - os 3

fm,3,d = 14.769 MPa

Relativna vitkost

 $\lambda_{rel,2} = 1.322$

Relativna vitkost

 $\lambda_{rel,3} = 1.322$

Normalni tlačni napon

 $\sigma_{c,0,d} = 0.435$ MPa

Moment otpora

W3 = 597.33 cm³

Normalni napon savijanja oko osi 3

 $\sigma_{m3,d} = 13.612$ MPa

$$\sigma_{m3,d} \leq f_{m3,d} \quad (13.612 \leq 14.769)$$

Iskorišćenje presjeka je 92.2%

TLAK I SAVIJANJE - VELIKA VITKOST

Početna imperfekcija

 $\beta_x = 0.200$

Koeficijent

k3 = 1.255

Koeficijent	k2 =	1.477
Koeficijent	kc,3 =	0.574
Koeficijent	kc,2 =	0.469

$$(\sigma_{c,0,d} / (k_{c,2} \times f_{c,0,d})) + k_m \times (\sigma_{m3,d} / f_{m,3,d}) + \sigma_{m2,d} / f_{m,2,d} \leq 1 \quad (0.717 \leq 1)$$

Iskorištenje presjeka je 71.7%

$$(\sigma_{c,0,d} / (k_{c,3} \times f_{c,0,d})) + \sigma_{m3,d} / f_{m,3,d} + k_m \times (\sigma_{m2,d} / f_{m,2,d}) \leq 1 \quad (0.980 \leq 1)$$

Iskorištenje presjeka je 98.0%

KONTROLA POSMIČNIH NAPONA (slučaj opterećenja 11, početak štapa)

Poprečna sila u pravcu osi 2	T2 =	-8.432 kN
------------------------------	------	-----------

KONTROLA NAPONA - POSMIK

Vrsta opterećenja: @1@osnovno - srednjetrojno

Korekcijski koeficijent	Kmod =	0.800
Parcijalni koef. za svojstva gradiva	γ _m =	1.300
Karakteristični posmični napon	f _{v,k} =	2.500 MPa
Računska posmična čvrstoća	f _{v,d} =	1.538 MPa
Površina poprečnog presjeka	A =	224.00 cm ²
Stvarni posmični napon(os 2)	τ _{2,d} =	0.565 MPa

$$\tau_{2,d} \leq f_{v,d} \quad (0.565 \leq 1.538)$$

Iskorištenje presjeka je 36.7%

DOKAZ STABILNOSTI ELEMENTA (slučaj opterećenja 11, na 127.6 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N =	-1.815 kN
Poprečna sila u pravcu osi 2	T2 =	-4.401 kN
Moment savijanja oko osi 3	M3 =	-8.131 kNm

DOKAZ BOČNE STABILNOSTI

Vrsta opterećenja: @1@osnovno - srednjetrojno

Korekcijski koeficijent	Kmod =	0.800
Parcijalni koef. za svojstva gradiva	γ _m =	1.300
Razmak pridržajnih točaka okomitih na pravac osi 2	l _{ef} =	315.20 cm
5% fraktil modula E paralelno vlaknima	E _{0.05} =	7400.0 MPa
5% fraktil modula posmika G	G _{0.05} =	460.00 MPa
Torzijski momenat inercije	I _{tor} =	6965.4 cm ⁴
Moment inercije	I ₂ =	3658.7 cm ⁴
Moment otpora	W ₃ =	597.33 cm ³
Kritični napon izvijanja	σ _{m,crit} =	155.41 MPa
Relativna vitkost za izvijanje	λ _{rel} =	0.393
Koeficijent	k _{krit} =	1.000
Normalni napon savijanja oko osi 3	σ _{m3,d} =	13.612 MPa

$$\sigma_{m3,d} \leq k_{krit} \times f_{m,3,d} \quad (13.612 \leq 14.769)$$

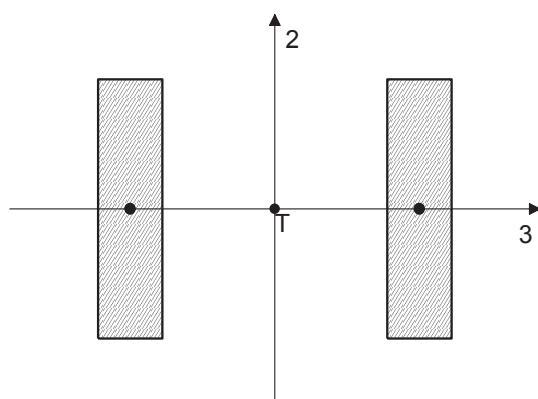
Iskorištenje presjeka je 92.2%

KLJEŠTA (STAP 2-4)

Puno drvo crnogorica i bjelogorica - C24

Klasa uporabljivosti 2

@3@EUROCODE



FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

11. $\gamma=0.09$	13. $\gamma=0.08$	10. $\gamma=0.07$
12. $\gamma=0.06$	19. $\gamma=0.05$	20. $\gamma=0.05$
18. $\gamma=0.04$	17. $\gamma=0.04$	14. $\gamma=0.03$
21. $\gamma=0.03$	22. $\gamma=0.01$	23. $\gamma=0.01$
16. $\gamma=0.01$	15. $\gamma=0.01$	

R.br.	Naziv	$\Delta 3(\text{mm})$	$\Delta 2(\text{mm})$	kut
1.	b/d=4/16	90.0	0.0	0.0
2.	b/d=4/16	-90.0	0.0	0.0

KONTROLA NORMALNIH NAPONA

(slučaj opterećenja 11, na 141.7 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N =	9.904 kN
Moment savijanja oko osi 3	M3 =	-0.097 kNm

KONTROLA NAPONA - VLAK I SAVIJANJE

Vrsta opterećenja: @1@osnovno - srednjetrojno

Korekcijski koeficijent

Kmod = 0.800

Parcijalni koef. za svojstva gradiva

$\gamma_m = 1.300$

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 2

Kh_2 = 1.300

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 3

Kh_3 = 1.000

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - vlak

Kh_t = 1.300

Karakteristična vlačna čvrstoća

ft,0,k = 14.000 MPa

Računska vlačna čvrstoća

ft,0,d = 11.200 MPa

Faktor oblika (za pravokutni presjek)

km = 0.700

Karakteristična čvrstoća na savijanje

fm,k = 24.000 MPa

Računska čvrstoća na savijanje - os 2

fm,2,d = 19.200 MPa

Računska čvrstoća na savijanje - os 3

fm,3,d = 14.769 MPa

Normalni vlačni napon

$\sigma_{t,0,d} = 0.774 \text{ MPa}$

Moment otpora

W3 = 341.33 cm³

Normalni napon savijanja oko osi 3

$\sigma_{m3,d} = 0.285 \text{ MPa}$

$$\sigma_{m3,d} \leq f_{m,3,d} (0.285 \leq 14.769)$$

Iskorištenje presjeka je 1.9%

$$\sigma_{t,0,d} / f_{t,0,d} + k_m \times (\sigma_{m3,d} / f_{m,3,d}) + \sigma_{m2,d} / f_{m,2,d} \leq 1$$

$$(0.083 \leq 1)$$

Iskorišćenje presjeka je 8.3%

$$\sigma_{t,0,d} / f_{t,0,d} + \sigma_{m3,d} / f_{m,3,d} + k_m \times (\sigma_{m2,d} / f_{m,2,d}) \leq 1$$

$$(0.088 \leq 1)$$

Iskorišćenje presjeka je 8.8%

KONTROLA POSMIČNIH NAPONA (slučaj opterećenja 10, početak štapa)

Poprečna sila u pravcu osi 2	T2 =	-0.131 kN
------------------------------	------	-----------

KONTROLA NAPONA - POSMIK

Vrsta opterećenja: @1@osnovno - srednjetrojano

Korekcijski koeficijent

Kmod = 0.800

Parcijalni koef. za svojstva gradiva

γ_m = 1.300

Karakteristični posmični napon

f_{v,k} = 2.500 MPa

Računska posmična čvrstoća

f_{v,d} = 1.538 MPa

Površina poprečnog presjeka

A = 128.00 cm²

Stvarni posmični napon(osi 2)

τ_{2,d} = 0.015 MPa

$$\tau_{2,d} \leq f_{v,d} (0.015 \leq 1.538)$$

Iskorišćenje presjeka je 1.0%

DOKAZ STABILNOSTI ELEMENTA (slučaj opterećenja 10, na 141.7 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N =	7.043 kN
Moment savijanja oko osi 3	M3 =	-0.097 kNm

DOKAZ BOČNE STABILNOSTI

Vrsta opterećenja: @1@osnovno - srednjetrojano

Korekcijski koeficijent

Kmod = 0.800

Parcijalni koef. za svojstva gradiva

γ_m = 1.300

Razmak pridržajnih točaka okomitih na pravac osi 2

l_{ef} = 303.54 cm

5% fraktil modula E paralelno vlaknima

E_{0.05} = 7400.0 MPa

5% fraktil modula posmika G

G_{0.05} = 460.00 MPa

Torzijski momenat inercije

I_{tor} = 289.47 cm⁴

Moment inercije

I₂ = 10539 cm⁴

Moment otpora

W₃ = 341.33 cm³

Kritični napon izvijanja

σ_{m,crit} = 97.710 MPa

Relativna vitkost za izvijanje

λ_{rel} = 0.496

Koeficijent

k_{krit} = 1.000

Normalni napon savijanja oko osi 3

σ_{m3,d} = 0.285 MPa

$$\sigma_{m3,d} \leq k_{krit} \times f_{m,3,d} (0.285 \leq 14.769)$$

Iskorišćenje presjeka je 1.9%

PRORAČUN SPOJEVA

ROG – KLIJEŠTA

Računska sila: $N = 9,90 \text{ kN}$

VIJCI M16, S235

$d = 1,6 \text{ cm}$

$a_1 = 14 \text{ cm}$

$a_2 = 4 \text{ cm}$

Vrijednosti koeficijenata:

- ozirom na srednje drvo

$\sigma_d = 0,85 \text{ kN/cm}^2$

$k = 3,8 \text{ kN/cm}^2$

- ozirom na bočno drvo

$\sigma_d = 0,55 \text{ kN/cm}^2$

$k = 2,6 \text{ kN/cm}^2$

Nosivost vijaka obzirom na srednje drvo:

$N1 = \sigma_d \cdot a_1 \cdot d = 0,85 \cdot 14 \cdot 1,6 = 19,04 \text{ kN}$

$N2 = k \cdot d^2 = 3,8 \cdot 1,6^2 = 9,73 \text{ kN}$

Nosivost vijaka obzirom na bočno drvo:

$N3 = \sigma_d \cdot 2 a_2 \cdot d = 0,55 \cdot 8 \cdot 1,6 = 7,04 \text{ kN}$

$N4 = 2k \cdot d^2 = 5,2 \cdot 1,6^2 = 13,3 \text{ kN}$

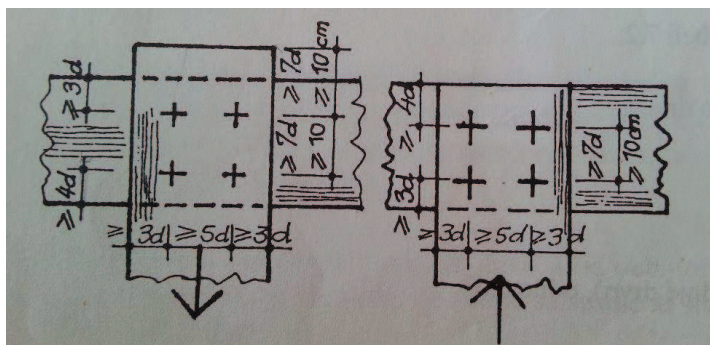
Mjerodavna je manja vrijednost.

Broj vijaka: $N/N2 = 9,90/7,04 = 1,41$ kom

Odabrano:

2 M16, S235

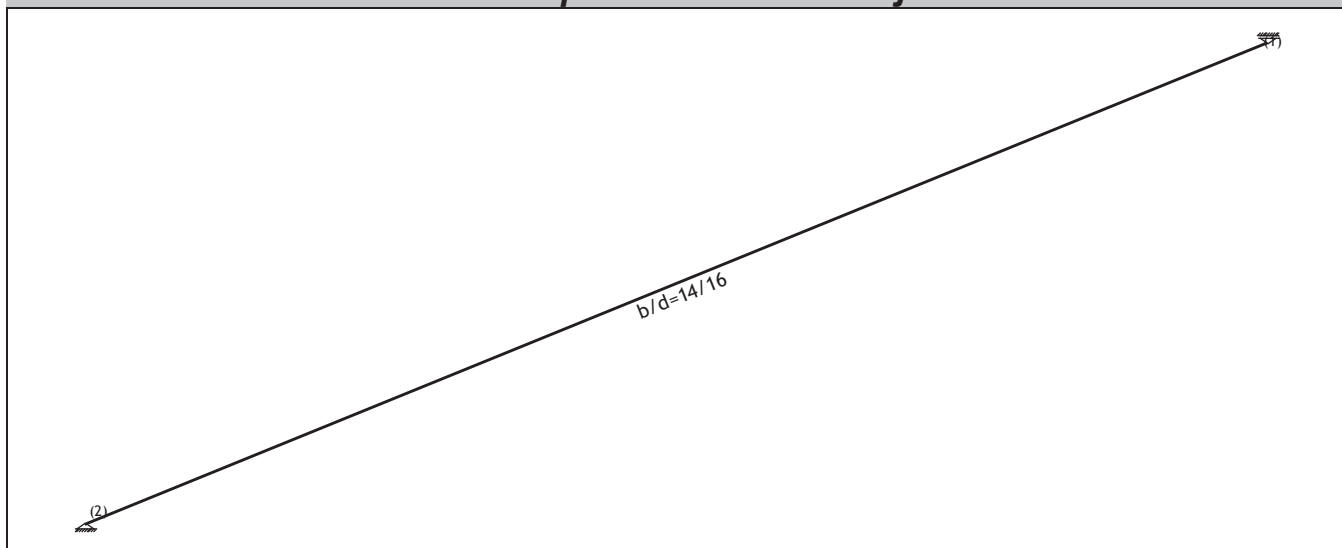
Skica rasporeda vijaka u projektu!



Slika: Preporučene minimalne vrijednosti razmaka vijaka

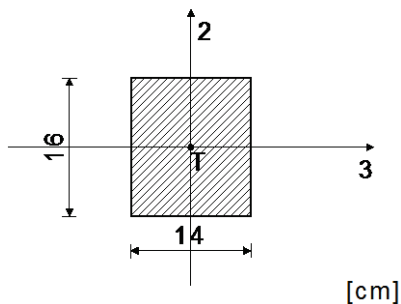
DRVENO KROVIŠTE KUĆE D

Ulazni podaci - Konstrukcija



Setovi greda

Set: 1 Presek: b/d=14/16, Fiktivna ekscentricnost



Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Drvo-Četinari...	2.240e-2	1.867e-2	1.867e-2	6.961e-5	3.659e-5	4.779e-5

Tabela materijala

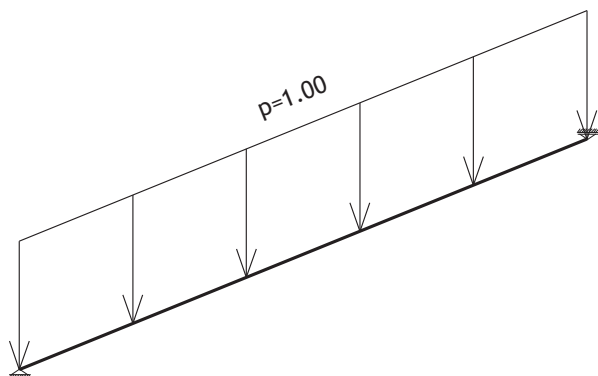
No	Naziv materijala	E[kN/m ²]	μ	γ[kN/m ³]
		Em[kN/m ²]	μm	αt[1/C]
1	Drvo-Četinari-Masivno	1.000e+7	0.20	5.00
		1.000e+7	0.20	1.000e-5

Setovi tacakstih oslonaca

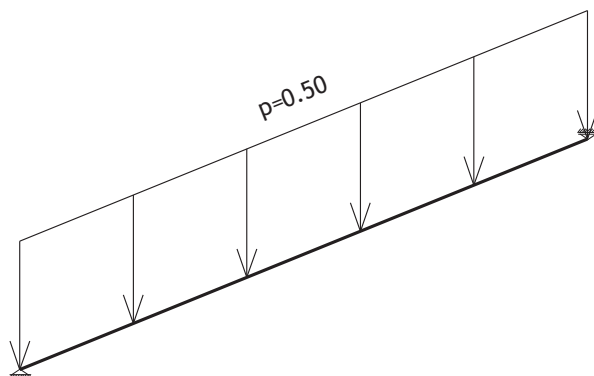
Set	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	K,M2	K,M3
1			1.000e+10			
2	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10			

Ulazni podaci - Opterećenje

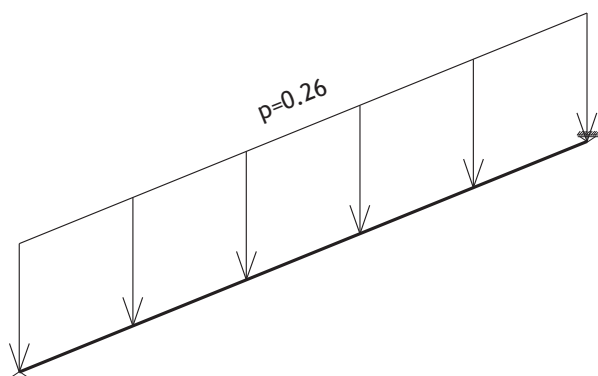
Opt. 1: stalno + vt (g)



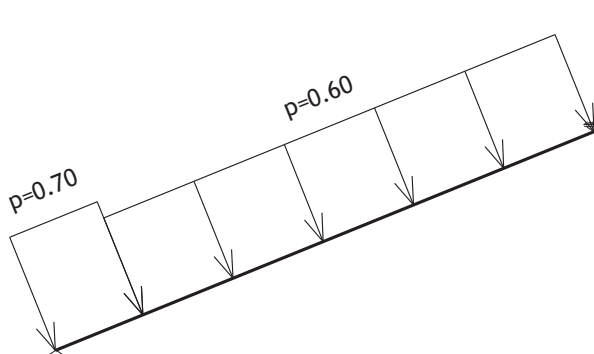
Opt. 2: korisno



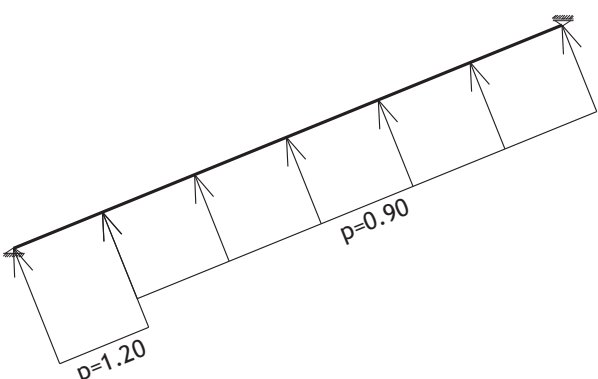
Opt. 3: snijeg



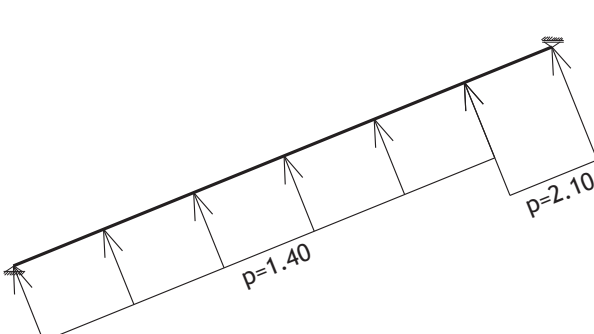
Opt. 4: vjetar sprijeda pritisak



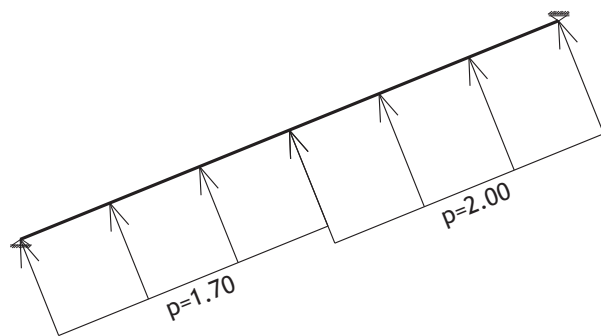
Opt. 5: vjetar sprijeda odizanje



Opt. 6: vjetar straga odizanje



Opt. 7: vjetar zabat odizanje

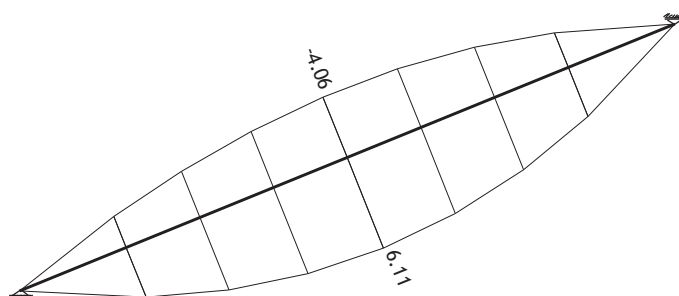


Lista slucajeva opterecenja

No	Naziv
1	stalno + vt (g)
2	korisno
3	snijeg
4	vjetar sprijeda pritisak
5	vjetar sprijeda odizanje
6	vjetar straga odizanje
7	vjetar zabat odizanje
8	Komb.: $1.35 \times I + 1.35 \times III + 1.5 \times IV$
9	Komb.: $1.35 \times I + 1.5 \times II$
10	Komb.: $1.35 \times I + 1.5 \times III$
11	Komb.: $I + 1.5 \times V$
12	Komb.: $I + 1.5 \times VI$
13	Komb.: $I + 1.5 \times VII$
14	Komb.: $I + II + III + IV$
15	Komb.: $I + V$
16	Komb.: $I + VI$
17	Komb.: $I + VII$
18	Komb.: $II + III + IV$

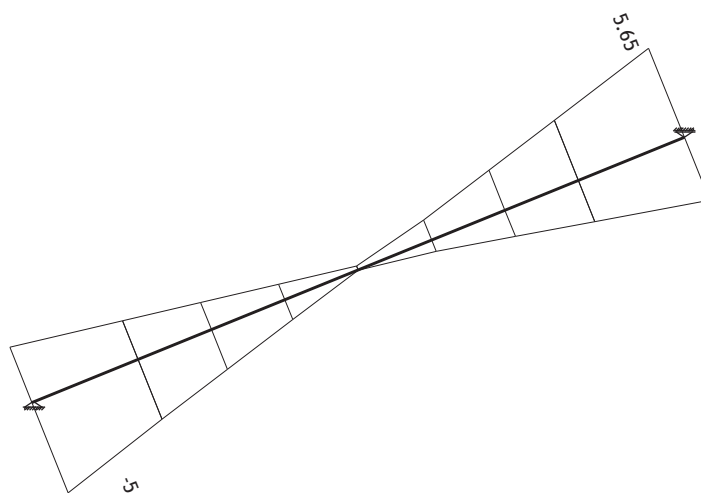
Staticki proracun

Opt. 20: [GSN] 8-13



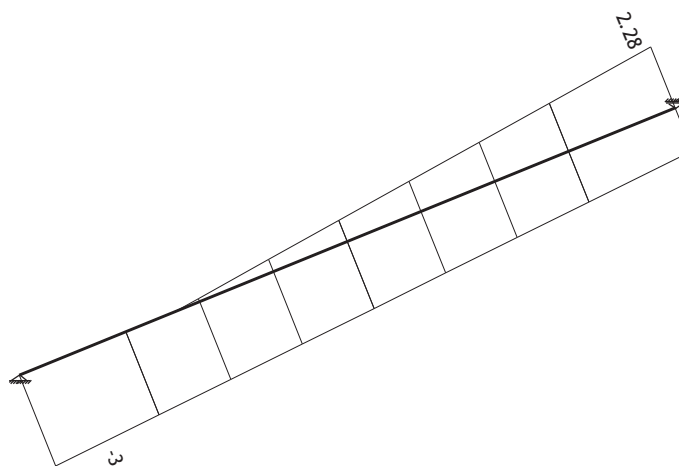
Uticaji u gredi: max $M_3 = 6.11$ / min $M_3 = -4.06$ kNm

Opt. 20: [GSN] 8-13



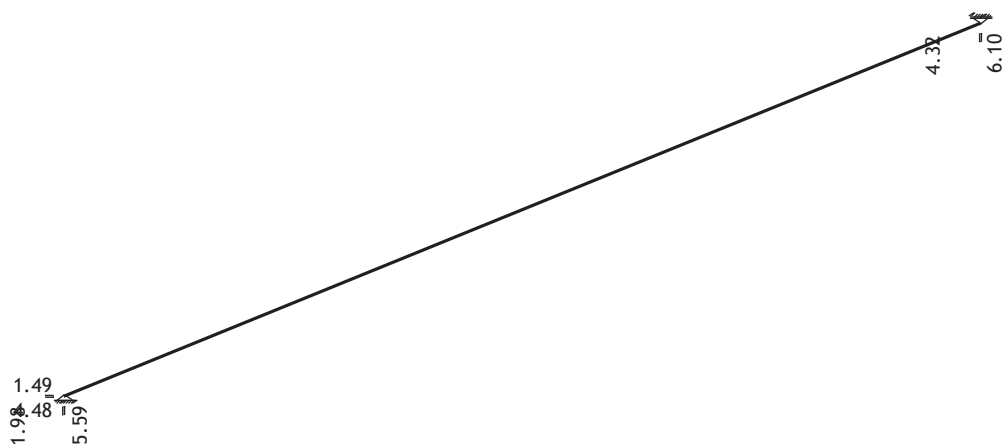
Uticaji u gredi: max $T_2 = 5.65$ / min $T_2 = -5.74$ kN

Opt. 20: [GSN] 8-13



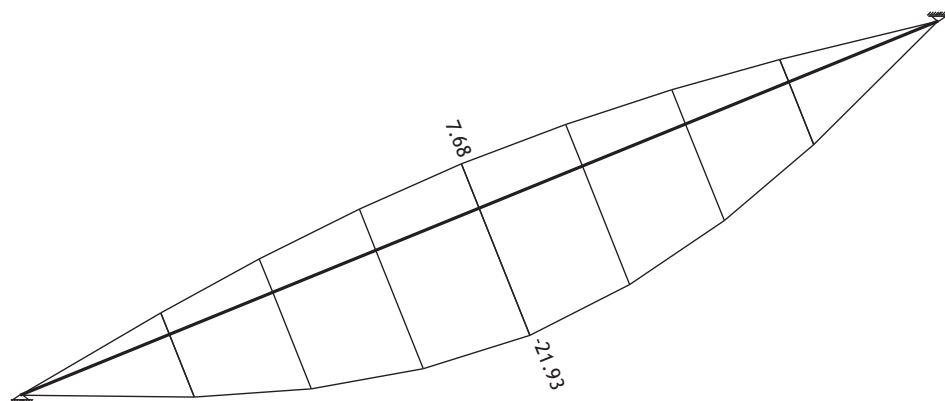
Uticaji u gredi: max $N_1 = 2.28$ / min $N_1 = -3.42$ kN

Opt. 20: [GSN] 8-13



Reakcije oslonaca (Min/Max)

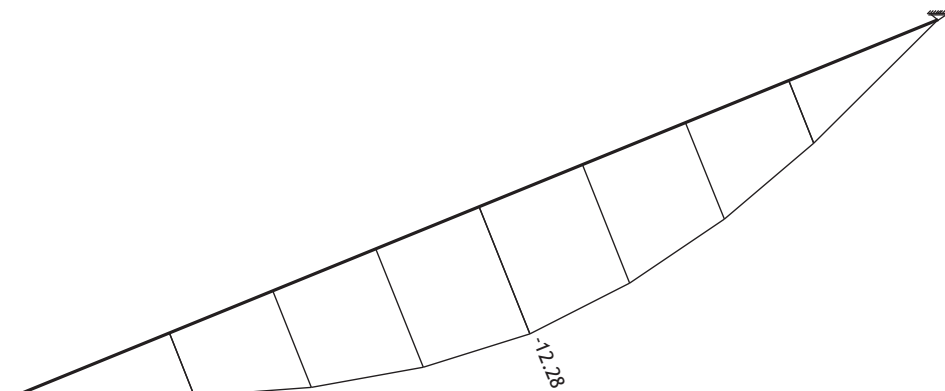
Opt. 19: [GSU] 14-18



Uticaji u gredi: max $u_2 = 7.68$ / min $u_2 = -21.93$ m / 1000

$u_{2,dop} = L/200 = 4300/200 = 21.5$ m/1000 - odstupanje manje od 5%

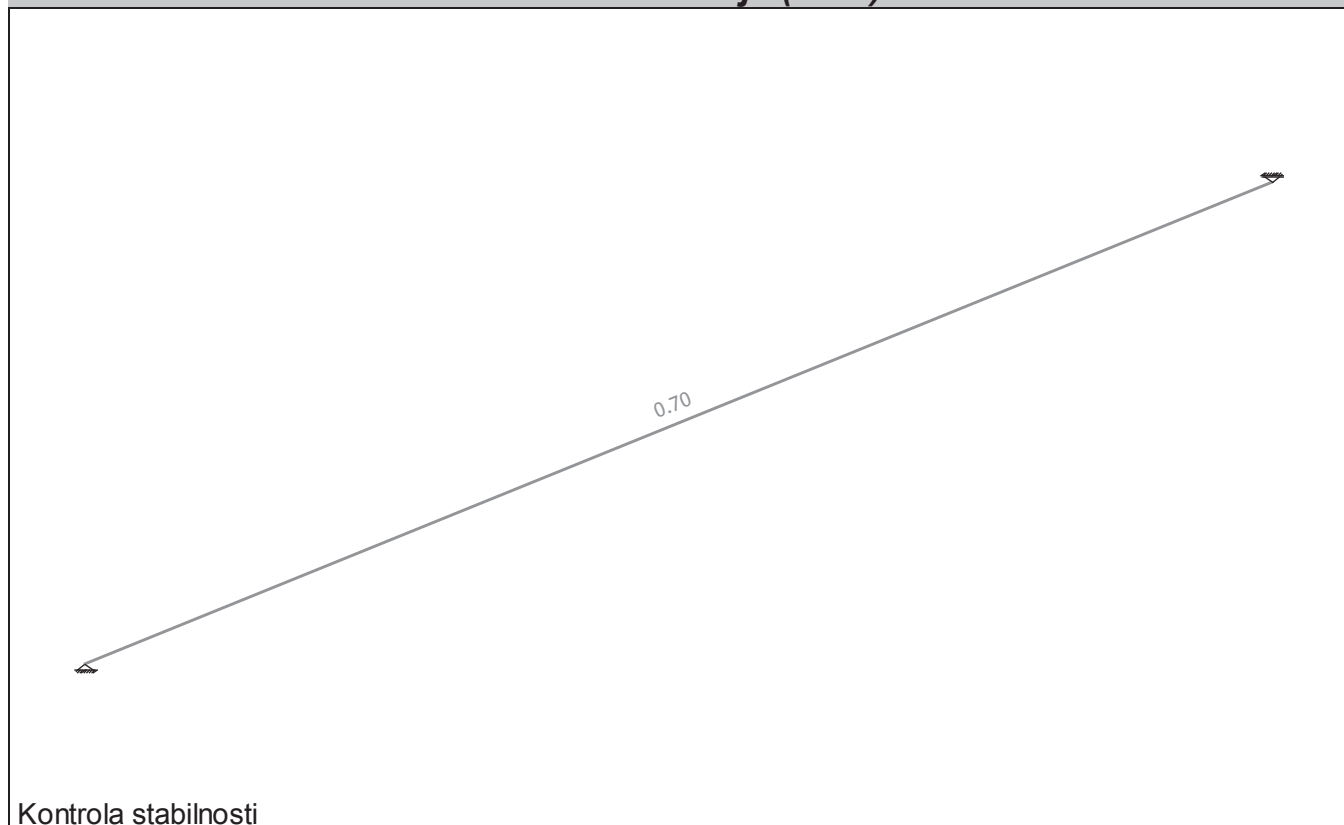
Opt. 18: II+III+IV



Uticaji u gredi: max $u_2 = -0.00$ / min $u_2 = -12.28$ m / 1000

$u_{2,dop} = L/250 = 4300/250 = 17.2$ m/1000 < $u_{2,max} = 12.3$ m/1000

Dimenzioniranje (drvo)

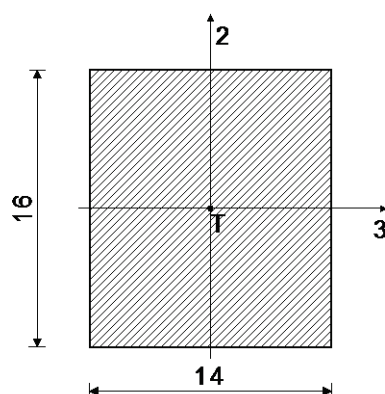


ROG (STAP 1-2)

Puno drvo crnogorica i bjelogorica - C24

Klasa uporabljivosti 2

@3@EUROCODE



[cm]

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

8. $\gamma=0.70$	14. $\gamma=0.62$	9. $\gamma=0.55$
13. $\gamma=0.48$	10. $\gamma=0.46$	18. $\gamma=0.35$
12. $\gamma=0.32$	17. $\gamma=0.23$	16. $\gamma=0.12$
11. $\gamma=0.10$	15. $\gamma=0.04$	

KONTROLA NORMALNIH NAPONA

(slučaj opterećenja 8, na 215.7 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N =	0.788 kN
Moment savijanja oko osi 3	M3 =	-6.108 kNm

KONTROLA NAPONA - VLAK I SAVIJANJE

Vrsta opterećenja: @1@osnovno - srednjetrojno

Korekcijski koeficijent

Kmod = 0.800

Parcijalni koef. za svojstva gradiva

 $\gamma_m = 1.300$

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 2

Kh_2 = 1.014

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 3

Kh_3 = 1.000

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - vlak

Kh_t = 1.014

Karakteristična vlačna čvrstoća

ft,0,k = 14.000 MPa

Računska vlačna čvrstoća

ft,0,d = 8.735 MPa

Faktor oblika (za pravokutni presjek)

km = 0.700

Karakteristična čvrstoća na savijanje

fm,k = 24.000 MPa

Računska čvrstoća na savijanje - os 2

fm,2,d = 14.974 MPa

Računska čvrstoća na savijanje - os 3

fm,3,d = 14.769 MPa

Normalni vlačni napon

 $\sigma_{t,0,d} = 0.035$ MPa

Moment otpora

W3 = 597.33 cm³

Normalni napon savijanja oko osi 3

 $\sigma_{m3,d} = 10.225$ MPa

$$\sigma_{m3,d} \leq f_{m3,d} \quad (10.225 \leq 14.769)$$

Iskorištenje presjeka je 69.2%

$$\sigma_{t,0,d} / f_{t,0,d} + k_m \times (\sigma_{m3,d} / f_{m3,d}) + \sigma_{m2,d} / f_{m2,d} \leq 1$$
$$(0.489 \leq 1)$$

Iskorištenje presjeka je 48.9%

$$\sigma_{t,0,d} / f_{t,0,d} + \sigma_{m,3,d} / f_{m,3,d} + k_m \times (\sigma_{m,2,d} / f_{m,2,d}) \leq 1$$

$$(0.696 \leq 1)$$

Iskorišćenje presjeka je 69.6%

DOKAZ BOČNE STABILNOSTI

Vrsta opterećenja: @1@osnovno - srednjetrojno

Korekcijski koeficijent

K_{mod} = 0.800

Parcijalni koef. za svojstva gradiva

γ_m = 1.300

Razmak pridržajnih točaka okomitih na pravac osi 2

l_{ef} = 431.41 cm

5% fraktil modula E paralelno vlaknima

E_{0.05} = 7400.0 MPa

5% fraktil modula posmika G

G_{0.05} = 460.00 MPa

Torzijski moment inercije

I_{tor} = 6965.4 cm⁴

Moment inercije

I₂ = 3658.7 cm⁴

Moment otpora

W₃ = 597.33 cm³

Kritični napon izvijanja

σ_{m,crit} = 113.55 MPa

Relativna vitkost za izvijanje

λ_{rel} = 0.460

Koeficijent

k_{krit} = 1.000

Normalni napon savijanja oko osi 3

σ_{m,3,d} = 10.225 MPa

$$\sigma_{m,3,d} \leq k_{krit} \times f_{m,3,d} (10.225 \leq 14.769)$$

Iskorišćenje presjeka je 69.2%

KONTROLA POSMIČNIH NAPONA

(slučaj opterećenja 8, početak štapa)

Poprečna sila u pravcu osi 2

T₂ = -5.742 kN

KONTROLA NAPONA - POSMIK

Vrsta opterećenja: @1@osnovno - srednjetrojno

Korekcijski koeficijent

K_{mod} = 0.800

Parcijalni koef. za svojstva gradiva

γ_m = 1.300

Karakteristični posmični napon

f_{v,k} = 2.500 MPa

Računska posmična čvrstoća

f_{v,d} = 1.538 MPa

Površina poprečnog presjeka

A = 224.00 cm²

Stvarni posmični napon(os 2)

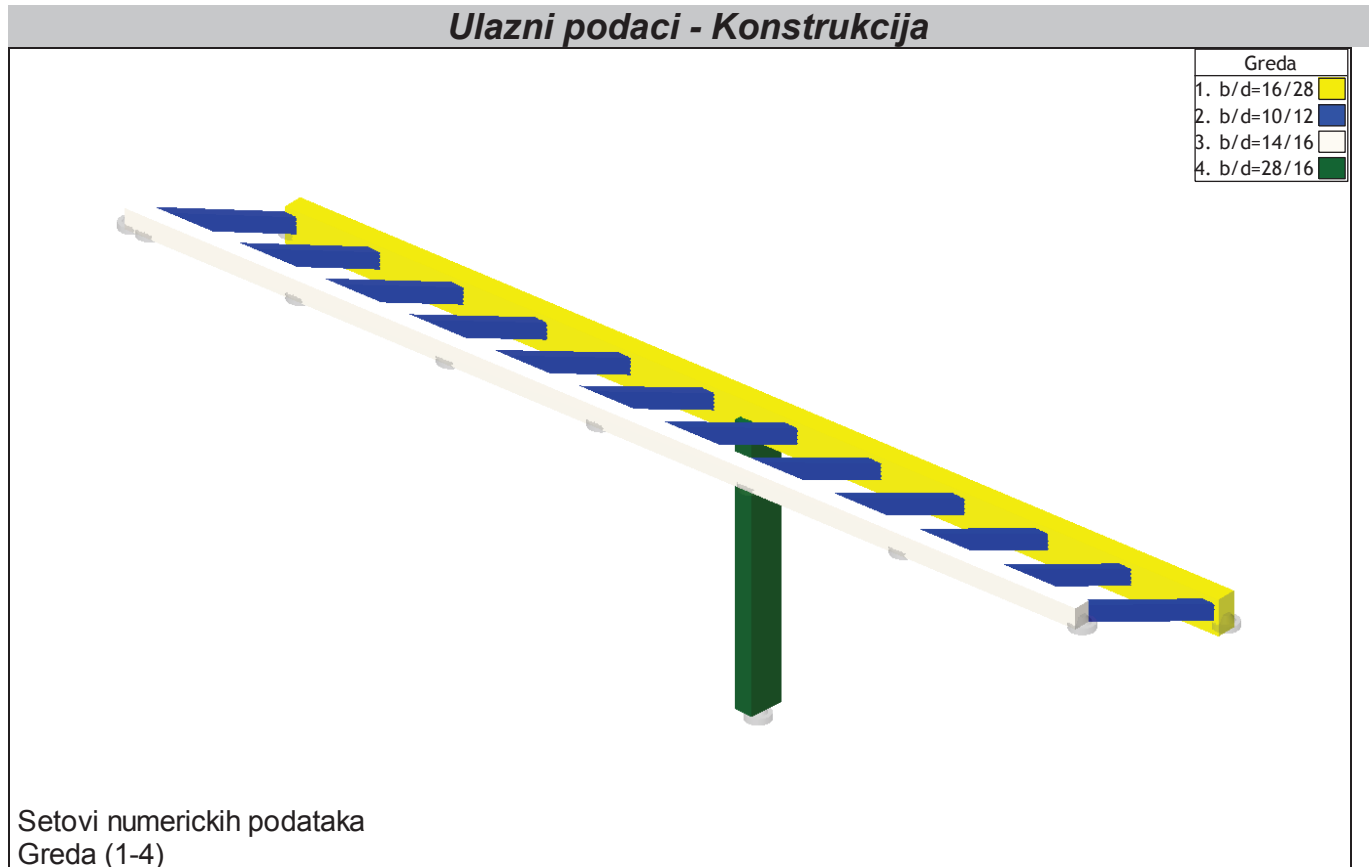
τ_{2,d} = 0.385 MPa

$$\tau_{2,d} \leq f_{v,d} (0.385 \leq 1.538)$$

Iskorišćenje presjeka je 25.0%

NADSTREŠNICA

Ulazni podaci - Konstrukcija



Greda	
1. b/d=16/28	
2. b/d=10/12	
3. b/d=14/16	
4. b/d=28/16	

Setovi numerickih podataka
Greda (1-4)

Tabela materijala

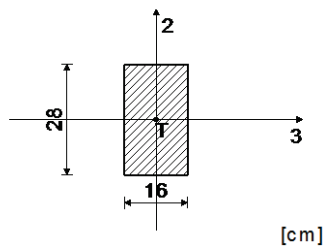
No	Naziv materijala	E[kN/m ²]	μ	γ[kN/m ³]
		Em[kN/m ²]	μm	αt[1/C]
1	Drvo-Četinari-Masivno	1.000e+7	0.20	5.00
		1.000e+7	0.20	1.000e-5

Setovi tackastih oslonaca

Set	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	K,M2	K,M3
1			1.000e+10			
2	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10			
3	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10

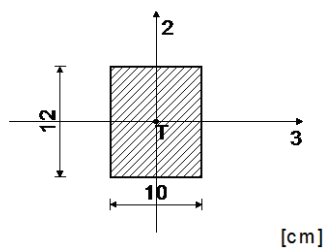
Setovi greda

Set: 1 Presek: b/d=16/28, Fiktivna ekscentricnost



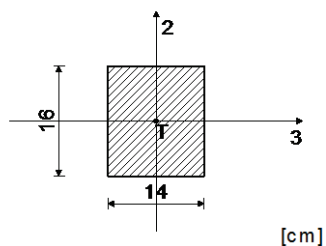
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Drvo-Četinari...	4.480e-2	3.733e-2	3.733e-2	2.459e-4	9.557e-5	2.927e-4

Set: 2 Presek: b/d=10/12, Fiktivna ekscentricnost



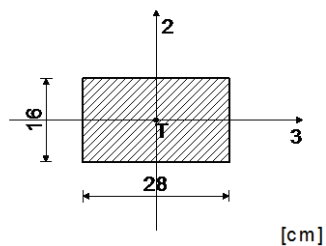
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Drvo-Četinari...	1.200e-2	1.000e-2	1.000e-2	1.984e-5	1.000e-5	1.440e-5

Set: 3 Presek: b/d=14/16, Fiktivna ekscentricnost

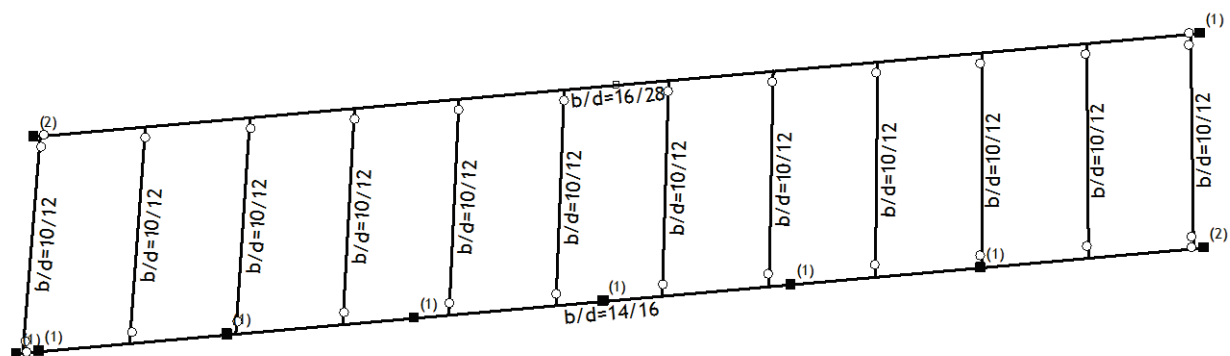


Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Drvo-Četinari...	2.240e-2	1.867e-2	1.867e-2	6.961e-5	3.659e-5	4.779e-5

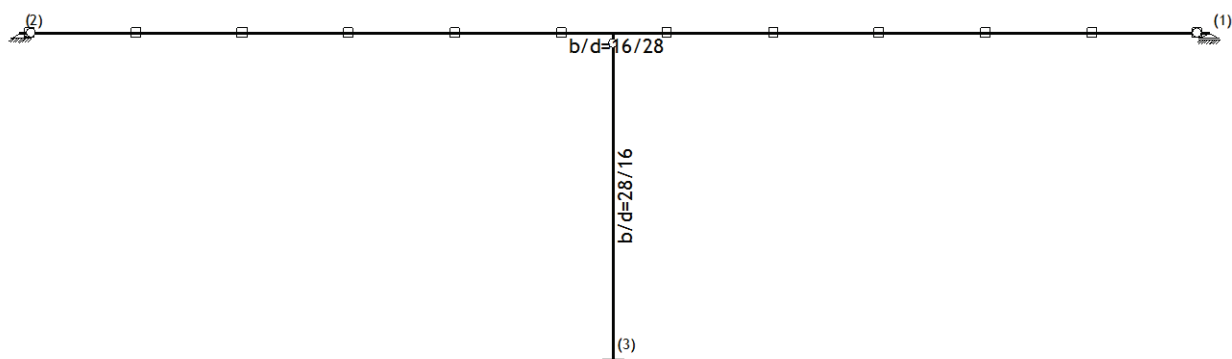
Set: 4 Presek: b/d=28/16, Fiktivna ekscentricnost



Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Drvo Četinari...	4.480e-2	3.733e-2	3.733e-2	2.459e-4	2.927e-4	9.557e-5



Pogled: nadstrešnica krov



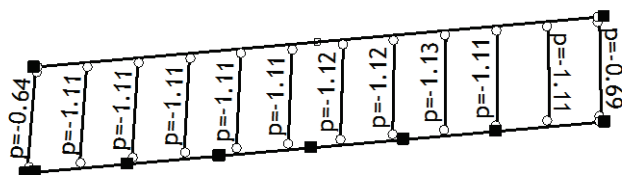
Okvir: Stup

Ulazni podaci - Opterećenje

Lista slučajeva opterećenja

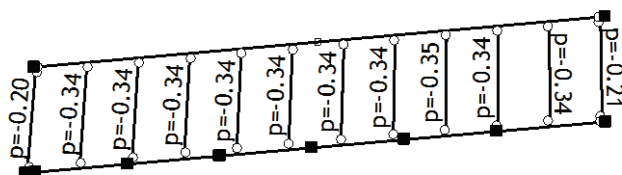
No	Naziv
1	stalno + vt (g)
2	snijeg
3	vjetar pritisak
4	vjetar odizanje
5	Komb.: I+II+III
6	Komb.: I+IV
7	Komb.: 1.35xI+1.5xII+1.5xIII
8	Komb.: I+1.5xIV

Opt. 1: stalno + vt (g)



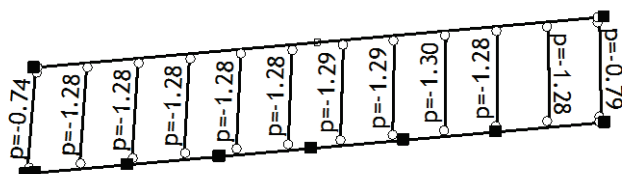
Pogled: nadstrešnica krov

Opt. 2: snijeg



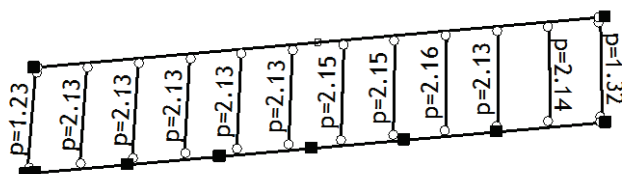
Pogled: nadstrešnica krov

Opt. 3: vjetar pritisak



Pogled: nadstrešnica krov

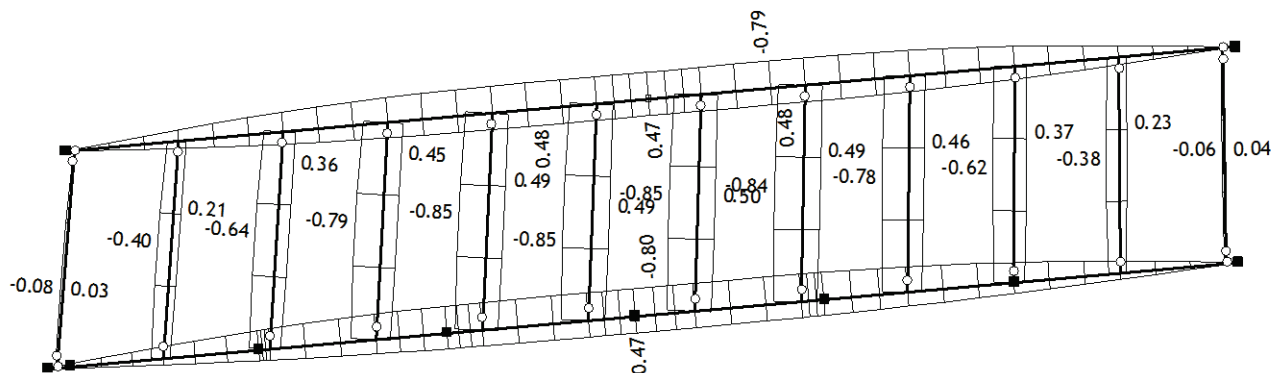
Opt. 4: vjetar odizanje



Pogled: nadstrešnica krov

Staticki proračun

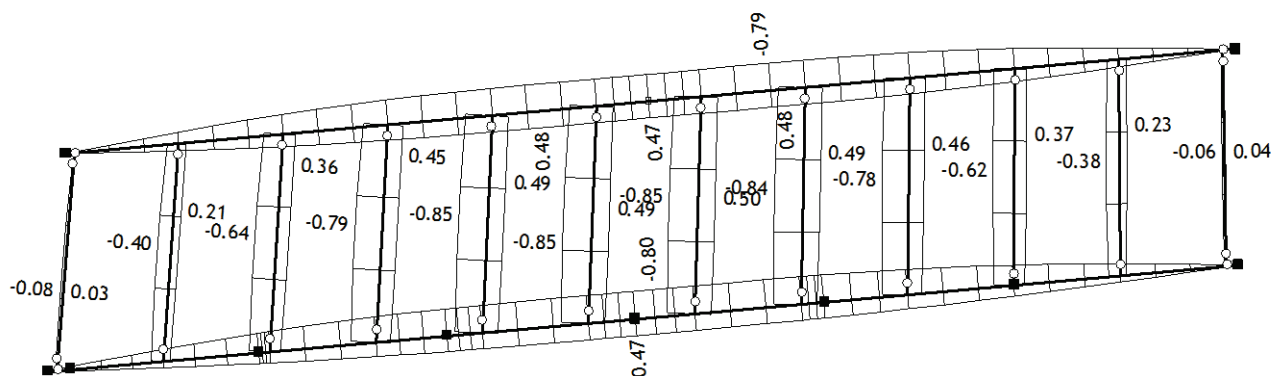
Opt. 10: [GSU] 5,6



Pogled: nadstrešnica krov

Uticaji u gredi: max $X_p = 0.50$ / min $X_p = -0.85$ m / 1000

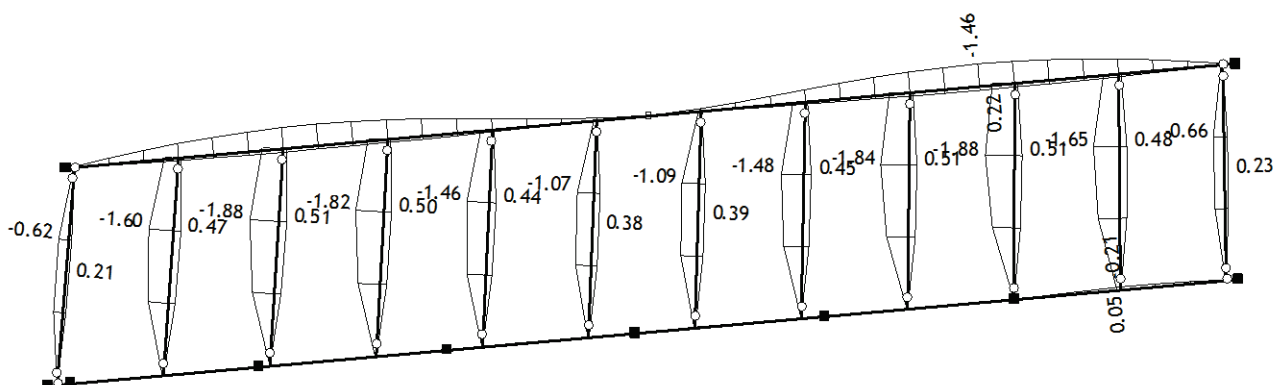
Opt. 10: [GSU] 5,6



Pogled: nadstrešnica krov

Uticaji u gredi: max $X_p = 0.50$ / min $X_p = -0.85$ m / 1000

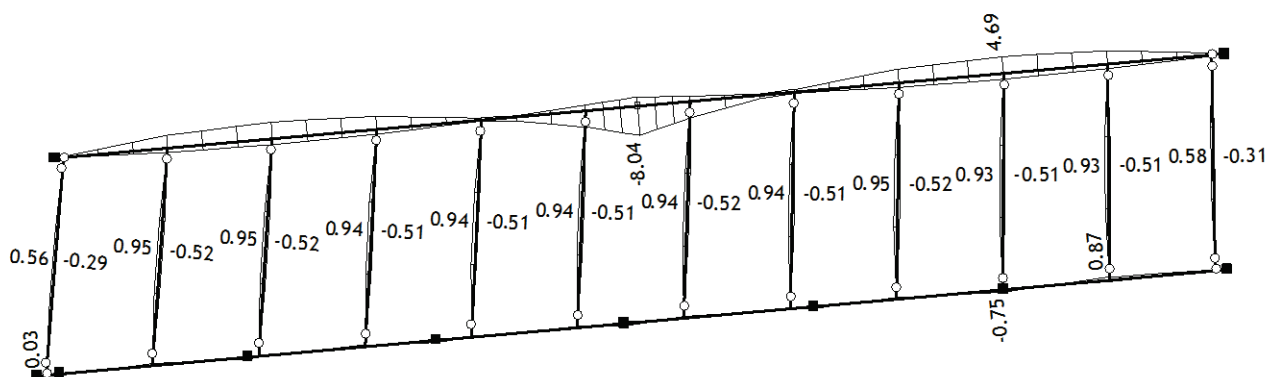
Opt. 10: [GSU] 5,6



Pogled: nadstrešnica krov

Uticaji u gredi: max $Z_p = 0.51$ / min $Z_p = -1.88$ m / 1000

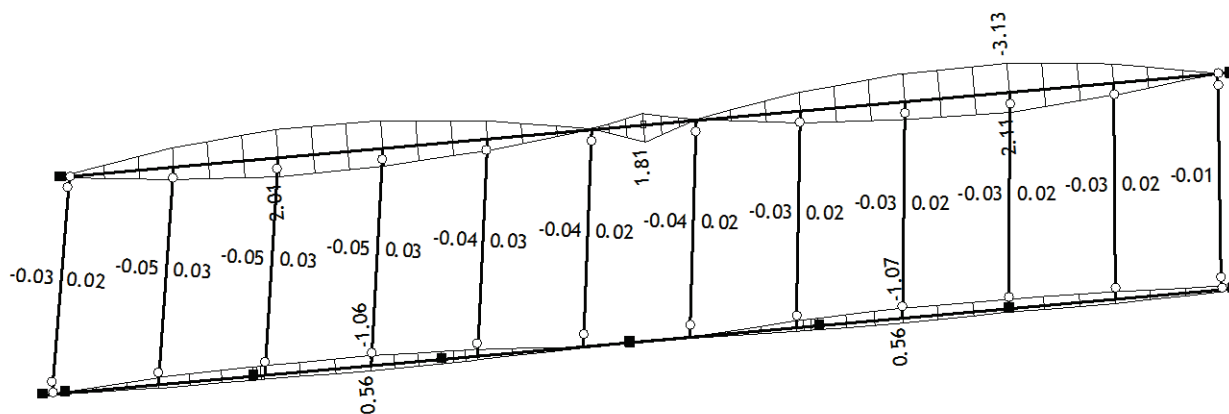
Opt. 9: [GSN] 7,8



Pogled: nadstrešnica krov

Uticaji u gredi: max M3= 4.69 / min M3= -8.04 kNm

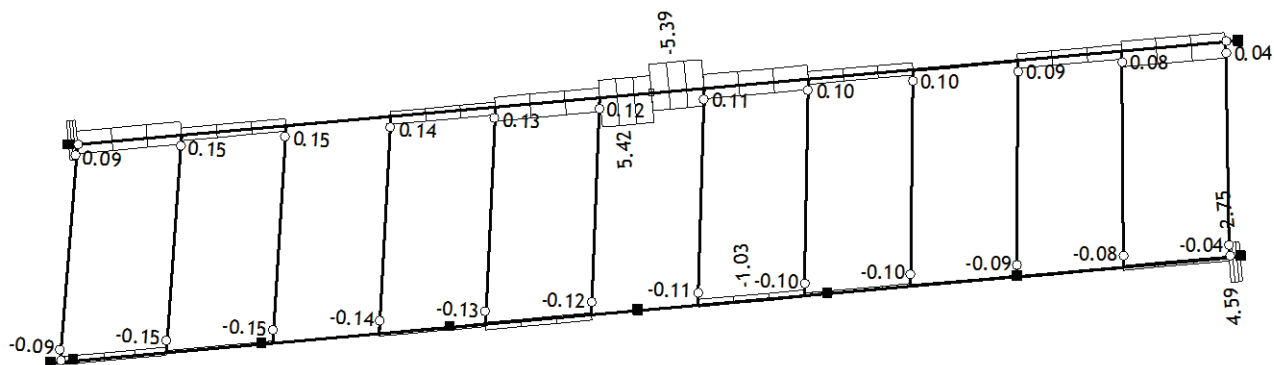
Opt. 9: [GSN] 7,8



Pogled: nadstrešnica krov

Uticaji u gredi: max M2= 2.11 / min M2= -3.13 kNm

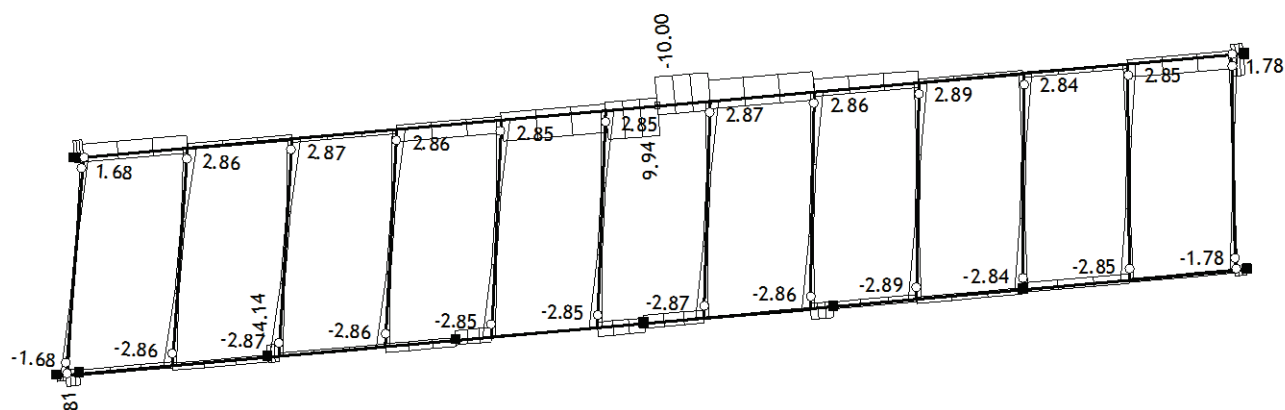
Opt. 9: [GSN] 7,8



Pogled: nadstrešnica krov

Uticaji u gredi: max T3= 5.42 / min T3= -5.39 kN

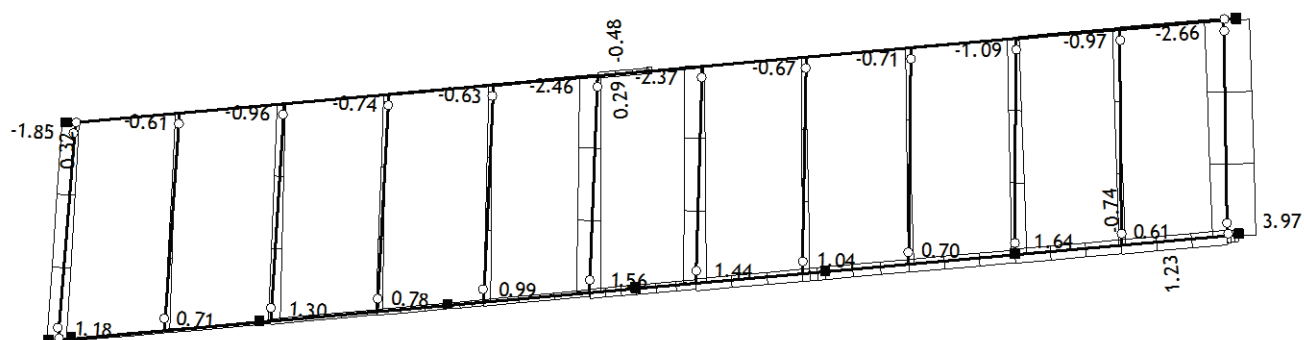
Opt. 9: [GSN] 7,8



Pogled: nadstrešnica krov

Uticaji u gredi: max T2= 9.94 / min T2= -10.00 kN

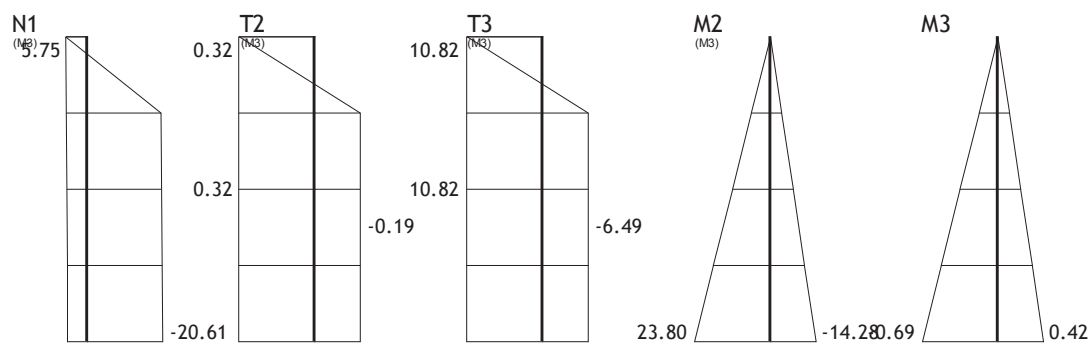
Opt. 9: [GSN] 7,8



Pogled: nadstrešnica krov

Uticaji u gredi: max N1= 3.97 / min N1= -2.66 kN

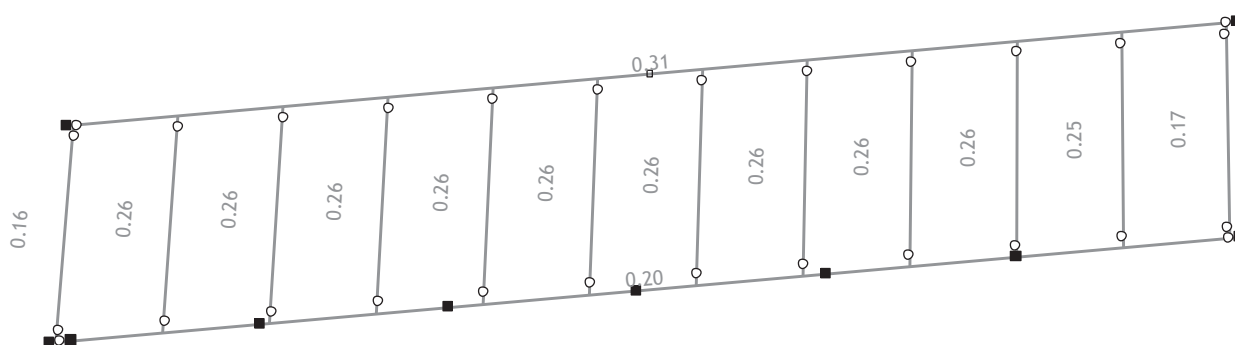
Opt. 9: [GSN] 7,8



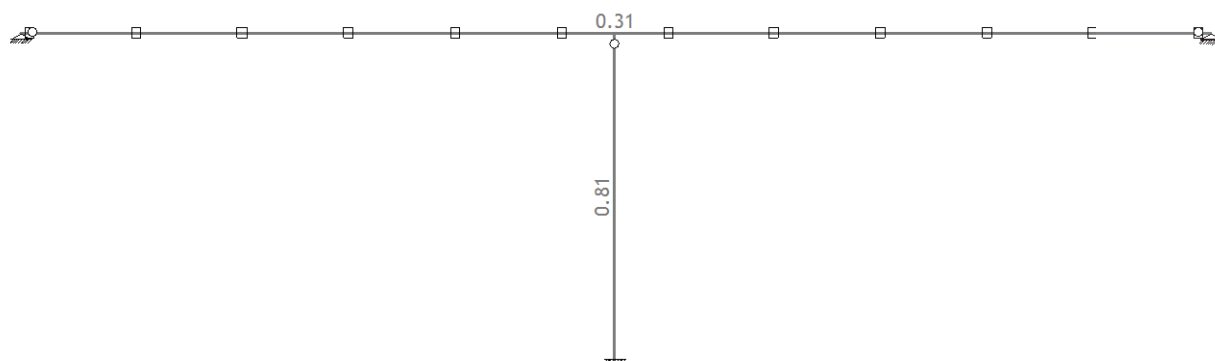
Uticaji u gredi: (13-21)

N1 [kN], T2 [kN], T3 [kN], M2 [kNm], M3 [kNm]

Dimenzioniranje (drvo)



Pogled: nadstrešnica krov
Kontrola stabilnosti



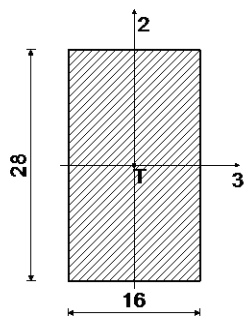
Okvir: Stup
Kontrola stabilnosti

GREDA (STAP 5-35)

Puno drvo crnogorica i bjelogorica - C24

Klasa uporabljivosti 2

@3@EUROCODE



[cm]

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA7. $\gamma=0.31$ 5. $\gamma=0.22$ 8. $\gamma=0.22$ 6. $\gamma=0.13$ **KONTROLA NORMALNIH I POSMIČNIH NAPONA**
(slučaj opterećenja 7, na 403.0 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N =	-0.094 kN
Poprečna sila u pravcu osi 2	T2 =	-9.996 kN
Poprečna sila u pravcu osi 3	T3 =	-3.211 kN
Moment savijanja oko osi 2	M2 =	-1.250 kNm
Moment savijanja oko osi 3	M3 =	8.041 kNm

KONTROLA NAPONA - TLAK I SAVIJANJE

Vrsta opterećenja: @1@osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficijent

Kmod = 0.800

Parcijalni koef. za svojstva gradiva

 $\gamma_m = 1.300$

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 2

Kh_2 = 1.000

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 3

Kh_3 = 1.000

Faktor oblika (za pravokutni presjek)

km = 0.700

Karakteristična tlačna čvrstoća

fc,0,k = 21.000 MPa

Računska tlačna čvrstoća

fc,0,d = 12.923 MPa

Karakteristična čvrstoća na savijanje

fm,k = 24.000 MPa

Računska čvrstoća na savijanje

fm,d = 14.769 MPa

Relativna vitkost

 $\lambda_{rel,2} = 2.967$

Relativna vitkost

 $\lambda_{rel,3} = 2.967$

Normalni tlačni napon

 $\sigma_{c,0,d} = 0.002$ MPa

Moment otpora

W2 = 1194.7 cm³

Normalni napon savijanja oko osi 2

 $\sigma_{m2,d} = 1.046$ MPa

$$\sigma_{m2,d} \leq f_{m,d} \quad (1.046 \leq 14.769)$$

Iskorištenje presjeka je 7.1%

Moment otpora

W3 = 2090.7 cm³

Normalni napon savijanja oko osi 3

 $\sigma_{m3,d} = 3.846$ MPa

$$\sigma_{m3,d} \leq f_{m,d} \quad (3.846 \leq 14.769)$$

Iskorištenje presjeka je 26.0%

TLAK I SAVIJANJE - VELIKA VITKOST

Početna imperfekcija

 $\beta_x = 0.200$

Koeficijent

k3 = 2.076

Koeficijent

k2 = 5.167

Koeficijent

kc,3 = 0.305

Koeficijent

kc,2 = 0.106

$$(\sigma_{c,0,d} / (k_{c,2} \times f_{c,0,d})) + k_m \times (\sigma_{m3,d} / f_{m,d}) + \sigma_{m2,d} / f_{m,d} \leq 1 \quad (0.255 \leq 1)$$

Iskorištenje presjeka je 25.5%

$$(\sigma_{c,0,d} / (k_{c,3} \times f_{c,0,d})) + \sigma_{m,3,d} / f_{m,d} + k_{m,3} \times (\sigma_{m,2,d} / f_{m,d}) \leq 1 \quad (0.311 \leq 1)$$

Iskorišćenje presjeka je 31.1%

KONTROLA NAPONA - POSMIK

Vrsta opterećenja: @1@osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficijent	Kmod =	0.800
Parcijalni koef. za svojstva gradiva	γ _m =	1.300
Karakteristični posmični napon	f _{v,k} =	2.500 MPa
Računska posmična čvrstoća	f _{v,d} =	1.538 MPa
Površina poprečnog presjeka	A =	448.00 cm ²
Stvarni posmični napon(os 2)	τ _{2,d} =	0.335 MPa
Stvarni posmični napon(os 3)	τ _{3,d} =	0.108 MPa
Superponirani posmični napon	τ _s =	0.352 MPa

$$\tau_s \leq f_{v,d} \quad (0.352 \leq 1.538)$$

Iskorišćenje presjeka je 22.8%

DOKAZ STABILNOSTI ELEMENTA

(slučaj opterećenja 7, na 403.0 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N =	0.290 kN
Poprečna sila u pravcu osi 2	T ₂ =	9.944 kN
Poprečna sila u pravcu osi 3	T ₃ =	3.273 kN
Moment savijanja oko osi 2	M ₂ =	-1.238 kNm
Moment savijanja oko osi 3	M ₃ =	8.041 kNm

DOKAZ BOČNE STABILNOSTI

Vrsta opterećenja: @1@osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficijent	Kmod =	0.800
Parcijalni koef. za svojstva gradiva	γ _m =	1.300
Razmak pridržajnih točaka okomitih na pravac osi 2	l _{ef} =	808.05 cm
5% fraktil modula E paralelno vlaknima	E _{0.05} =	7400.0 MPa
5% fraktil modula posmika G	G _{0.05} =	460.00 MPa
Torzijski momenat inercije	I _{tor} =	24370 cm ⁴
Moment inercije	I ₂ =	9557.3 cm ⁴
Moment otpora	W ₃ =	2090.7 cm ³
Kritični napon izvijanja	σ _{m,crit} =	52.362 MPa
Relativna vitkost za izvijanje	λ _{rel} =	0.677
Koeficijent	k _{krit} =	1.000
Normalni napon savijanja oko osi 3	σ _{m,3,d} =	3.846 MPa

$$\sigma_{m,3,d} \leq k_{krit} \times f_{m,3,d} \quad (3.846 \leq 14.769)$$

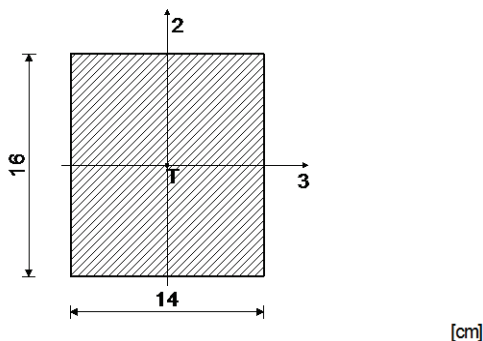
Iskorišćenje presjeka je 26.0%

BANKINA (STAP 1-33)

Puno drvo crnogorica i bjelogorica - C24

Klasa uporabljivosti 2

@3@EUROCODE

**FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA**8. $\gamma=0.20$ 7. $\gamma=0.18$ 6. $\gamma=0.13$ 5. $\gamma=0.13$ **KONTROLA NORMALNIH NAPONA**

(slučaj opterećenja 7, na 741.3 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N =	-0.738 kN
Poprečna sila u pravcu osi 2	T2 =	-2.151 kN
Poprečna sila u pravcu osi 3	T3 =	-0.200 kN
Moment savijanja oko osi 2	M2 =	0.509 kNm
Moment savijanja oko osi 3	M3 =	-0.870 kNm

KONTROLA NAPONA - TLAK I SAVIJANJE

Vrsta opterećenja: @1@osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficijent

Kmod = 0.800

Parcijalni koef. za svojstva gradiva

 $\gamma_m = 1.300$

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 2

Kh_2 = 1.014

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 3

Kh_3 = 1.000

Faktor oblika (za pravokutni presjek)

km = 0.700

Karakteristična tlačna čvrstoća

fc,0,k = 21.000 MPa

Računska tlačna čvrstoća

fc,0,d = 12.923 MPa

Karakteristična čvrstoća na savijanje

fm,k = 24.000 MPa

Računska čvrstoća na savijanje - os 2

fm,2,d = 14.974 MPa

Računska čvrstoća na savijanje - os 3

fm,3,d = 14.769 MPa

Relativna vitkost

 $\lambda_{rel,2} = 3.451$

Relativna vitkost

 $\lambda_{rel,3} = 3.451$

Normalni tlačni napon

 $\sigma_{c,0,d} = 0.033$ MPa

Moment otpora

W2 = 522.67 cm³

Normalni napon savijanja oko osi 2

 $\sigma_{m2,d} = 0.973$ MPa

$$\sigma_{m2,d} \leq f_{m2,d} (0.973 \leq 14.974)$$

Iskorištenje presjeka je 6.5%

Moment otpora

W3 = 597.33 cm³

Normalni napon savijanja oko osi 3

 $\sigma_{m3,d} = 1.456$ MPa

$$\sigma_{m3,d} \leq f_{m3,d} (1.456 \leq 14.769)$$

Iskorištenje presjeka je 9.9%

TLAK I SAVIJANJE - VELIKA VITKOST

Početna imperfekcija

 $\beta_x = 0.200$

Koeficijent

k3 = 5.331

Koeficijent

k2 = 6.770

Koeficijent

kc,3 = 0.103

Koeficijent

kc,2 = 0.079

$$(\sigma_{c,0,d} / (k_{c,2} \times f_{c,0,d})) + k_m \times (\sigma_{m3,d} / f_{m3,d}) + \sigma_{m2,d} / f_{m2,d} \leq 1 (0.166 \leq 1)$$

Iskorištenje presjeka je 16.6%

$$(\sigma_{c,0,d} / (k_{c,3} \times f_{c,0,d})) + \sigma_{m3,d} / f_{m,3,d} + k_m \times (\sigma_{m2,d} / f_{m,2,d}) \leq 1 \quad (0.169 \leq 1)$$

Iskorišćenje presjeka je 16.9%

DOKAZ BOČNE STABILNOSTI

Vrsta opterećenja: @1@osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficijent

Parcijalni koef. za svojstva gradiva

Razmak pridržajnih točaka okomitih na pravac osi 2

Kmod = 0.800

γ_m = 1.300

l_{ef} = 822.50 cm

E_{0.05} = 7400.0 MPa

5% fraktil modula E paralelno

vlaknima

G_{0.05} = 460.00 MPa

5% fraktil modula posmika G

I_{tor} = 6965.4 cm⁴

Torzijski momenat inercije

I₂ = 3658.7 cm⁴

Moment inercije

W₃ = 597.33 cm³

Moment otpora

σ_{m,crit} = 59.556 MPa

Kritični napon izvijanja

λ_{rel} = 0.635

Relativna vitkost za izvijanje

k_{krit} = 1.000

Koeficijent

σ_{m3,d} = 1.456 MPa

Normalni napon savijanja oko osi 3

$$\sigma_{m3,d} \leq k_{krit} \times f_{m3,d} \quad (1.456 \leq 14.769)$$

Iskorišćenje presjeka je 9.9%

KONTROLA POSMIČNIH NAPONA

(slučaj opterećenja 8, kraj štapa)

Poprečna sila u pravcu osi 2

T₂ = 0.159 kN

Poprečna sila u pravcu osi 3

T₃ = -4.590 kN

KONTROLA NAPONA - POSMIK

Vrsta opterećenja: @1@osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficijent

Kmod = 0.800

Parcijalni koef. za svojstva gradiva

γ_m = 1.300

Karakteristični posmični napon

f_{v,k} = 2.500 MPa

Računska posmična čvrstoća

f_{v,d} = 1.538 MPa

Površina poprečnog presjeka

A = 224.00 cm²

Stvarni posmični napon(os 2)

τ_{2,d} = 0.011 MPa

Stvarni posmični napon(os 3)

τ_{3,d} = 0.307 MPa

Superponirani posmični napon

τ_s = 0.308 MPa

$$\tau_s \leq f_{v,d} \quad (0.308 \leq 1.538)$$

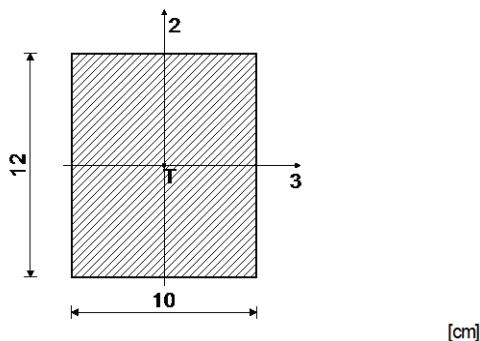
Iskorišćenje presjeka je 20.0%

ROG (STAP 16-20)

Puno drvo crnogorica i bjelogorica - C24

Klasa uporabljivosti 2

@3@EUROCODE

**FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA**7. $\gamma=0.26$ 5. $\gamma=0.18$ 8. $\gamma=0.15$ 6. $\gamma=0.08$ **KONTROLA NORMALNIH NAPONA**

(slučaj opterećenja 7, na 63.4 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	N =	1.064 kN
Poprečna sila u pravcu osi 2	T2 =	-0.407 kN
Poprečna sila u pravcu osi 3	T3 ≈	0.000 kN
Moment savijanja oko osi 2	M2 ≈	0.000 kNm
Moment savijanja oko osi 3	M3 =	-0.936 kNm

KONTROLA NAPONA - VLAK I SAVIJANJE

Vrsta opterećenja: @1@osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficijent

Kmod = 0.800

Parcijalni koef. za svojstva gradiva

 $\gamma_m = 1.300$

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 2

Kh_2 = 1.084

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 3

Kh_3 = 1.046

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - vlak

Kh_t = 1.084

Karakteristična vlačna čvrstoća

ft,0,k = 14.000 MPa

Računska vlačna čvrstoća

ft,0,d = 9.343 MPa

Faktor oblika (za pravokutni presjek)

km = 0.700

Karakteristična čvrstoća na savijanje

fm,k = 24.000 MPa

Računska čvrstoća na savijanje - os 2

fm,2,d = 16.017 MPa

Računska čvrstoća na savijanje - os 3

fm,3,d = 15.443 MPa

Normalni vlačni napon

σt,0,d = 0.089 MPa

Moment otpora

W3 = 240.00 cm³

Normalni napon savijanja oko osi 3

σm3,d = 3.900 MPa

$$\sigma_{m3,d} \leq f_{m3,d} \quad (3.900 \leq 15.443)$$

Iskorišćenje presjeka je 25.3%

$$\sigma_{t,0,d} / f_{t,0,d} + k_m \times (\sigma_{m3,d} / f_{m3,d}) + \sigma_{m2,d} / f_{m2,d} \leq 1$$

$$(0.186 \leq 1)$$

Iskorišćenje presjeka je 18.6%

$$\sigma_{t,0,d} / f_{t,0,d} + \sigma_{m3,d} / f_{m3,d} + k_m \times (\sigma_{m2,d} / f_{m2,d}) \leq 1$$

$$(0.262 \leq 1)$$

Iskorišćenje presjeka je 26.2%

DOKAZ BOČNE STABILNOSTI

Vrsta opterećenja: @1@osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficijent

Kmod = 0.800

Parcijalni koef. za svojstva gradiva

 $\gamma_m = 1.300$

Razmak pridržajnih točaka okomitih na pravac osi 2

lef = 147.95 cm

5% fraktil modula E paralelno vlaknima	E0.05 =	7400.0 MPa
5% fraktil modula posmika G	G0.05 =	460.00 MPa
Torzijski momenat inercije	I _{tor} =	1981.7 cm ⁴
Moment inercije	I ₂ =	1000.0 cm ⁴
Moment otpora	W ₃ =	240.00 cm ³
Kritični napon izvijanja	σ _{m,crit} =	229.79 MPa
Relativna vitkost za izvijanje	λ _{rel} =	0.323
Koeficijent	k _{krit} =	1.000
Normalni napon savijanja oko osi 3	σ _{m3,d} =	3.900 MPa

$$\sigma_{m,3,d} \leq k_{krit} \times f_{m,3,d} \quad (3.900 \leq 15.443)$$

Iskorišćenje presjeka je 25.3%

KONTROLA POSMIČNIH NAPONA (slučaj opterećenja 7, početak štapa)

Poprečna sila u pravcu osi 2	T ₂ =	-2.847 kN
Poprečna sila u pravcu osi 3	T ₃ ≈	0.000 kN

KONTROLA NAPONA - POSMIK

Vrsta opterećenja: @1@osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficijent	K _{mod} =	0.800
Parcijalni koef. za svojstva gradiva	γ _m =	1.300
Karakteristični posmični napon	f _{v,k} =	2.500 MPa
Računska posmična čvrstoća	f _{v,d} =	1.538 MPa
Površina poprečnog presjeka	A =	120.00 cm ²
Stvarni posmični napon(os 2)	τ _{2,d} =	0.356 MPa

$$\tau_{2,d} \leq f_{v,d} \quad (0.356 \leq 1.538)$$

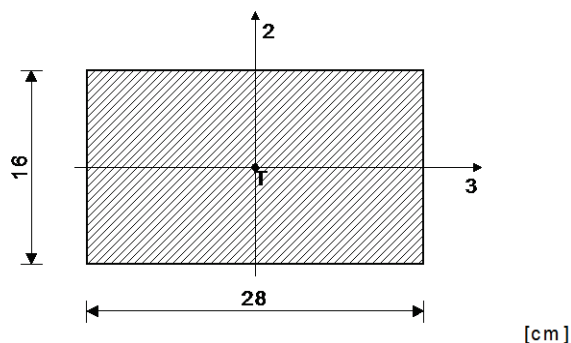
Iskorišćenje presjeka je 23.1%

STUP (STAP 21-13)

Puno drvo crnogorica i bjelogorica - C24

Klasa uporabljivosti 2

@3@EUROCODE

**FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA**8. $\gamma=0.81$ 5. $\gamma=0.34$ 6. $\gamma=0.53$ 7. $\gamma=0.52$ **KONTROLA NORMALNIH NAPONA**

(slučaj opterećenja 8, kraj štapa)

Računska uzdužna sila	N =	5.253 kN
Poprečna sila u pravcu osi 2	T2 =	0.316 kN
Poprečna sila u pravcu osi 3	T3 =	-10.821 kN
Moment savijanja oko osi 2	M2 =	23.805 kNm
Moment savijanja oko osi 3	M3 =	0.694 kNm

KONTROLA NAPONA - VLAK I SAVIJANJE

Vrsta opterećenja: @1@osnovno - srednjetrojno

Korekcijski koeficijent

Kmod = 0.800

Parcijalni koef. za svojstva gradiva

 $\gamma_m = 1.300$

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 2

Kh_2 = 1.000

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - os 3

Kh_3 = 1.000

Dodatak za elemente sa malim dimenzijama - vlak

Kh_t = 1.000

Karakteristična vlačna čvrstoća

ft,0,k = 14.000 MPa

Računska vlačna čvrstoća

ft,0,d = 8.615 MPa

Faktor oblika (za pravokutni presjek)

km = 0.700

Karakteristična čvrstoća na savijanje

fm,k = 24.000 MPa

Računska čvrstoća na savijanje

fm,d = 14.769 MPa

Normalni vlačni napon

 $\sigma_{t,0,d} = 0.117$ MPa

Moment otpora

W2 = 2090.7 cm³

Normalni napon savijanja oko osi 2

 $\sigma_{m2,d} = 11.386$ MPa

$$\sigma_{m2,d} \leq f_{m,d} \quad (11.386 \leq 14.769)$$

Iskorišćenje presjeka je 77.1%

Moment otpora

W3 = 1194.7 cm³

Normalni napon savijanja oko osi 3

 $\sigma_{m3,d} = 0.581$ MPa

$$\sigma_{m3,d} \leq f_{m,d} \quad (0.581 \leq 14.769)$$

Iskorišćenje presjeka je 3.9%

$$\sigma_{t,0,d} / f_{t,0,d} + k_m \times (\sigma_{m3,d} / f_{m,d}) + \sigma_{m2,d} / f_{m,d} \leq 1$$
$$(0.812 \leq 1)$$

Iskorišćenje presjeka je 81.2%

$$\sigma_{t,0,d} / f_{t,0,d} + \sigma_{m3,d} / f_{m,d} + k_m \times (\sigma_{m2,d} / f_{m,d}) \leq 1$$
$$(0.593 \leq 1)$$

Iskorišćenje presjeka je 59.3%

DOKAZ BOČNE STABILNOSTI

Vrsta opterećenja: @1@osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficijent

Parcijalni koef. za svojstva gradiva

Razmak pridrţajnih točaka okomitih na pravac osi 2

Kmod = 0.800

 m = 1.300

lef = 220.00 cm

E0.05 = 7400.0 MPa

5% fraktil modula E paralelno

vlaknima

5% fraktil modula posmika G

G0.05 = 460.00 MPa

Torzijski momenat inercije

I_{tor} = 24370 cm⁴

Moment inercije

I₂ = 29269 cm⁴

Moment otpora

W₃ = 1194.7 cm³

Kritični napon izvijanja

 _{m,crit} = 588.99 MPa

Relativna vitkost za izvijanje

 _{rel} = 0.202

Koeficijent

k_{krit} = 1.000

Normalni napon savijanja oko osi 3

 _{m3,d} = 0.581 MPa

$$\sigma_{m,3,d} \leq k_{krit} \times f_{m,3,d} \quad (0.581 \leq 14.769)$$

Iskorištenje presjeka je 3.9%

KONTROLA POSMIČNIH NAPONA

(slučaj opterećenja 8, početak štapa)

Poprečna sila u pravcu osi 2

T₂ = 0.316 kN

Poprečna sila u pravcu osi 3

T₃ = -10.821 kN

KONTROLA NAPONA - POSMIK

Vrsta opterećenja: @1@osnovno - srednjetrajno

Korekcijski koeficijent

Kmod = 0.800

Parcijalni koef. za svojstva gradiva

 m = 1.300

Karakteristični posmični napon

f_{v,k} = 2.500 MPa

Računska posmična čvrstoća

f_{v,d} = 1.538 MPa

Površina poprečnog presjeka

A = 448.00 cm²

Stvarni posmični napon(os 2)

 _{2,d} = 0.011 MPa

Stvarni posmični napon(os 3)

 _{3,d} = 0.362 MPa

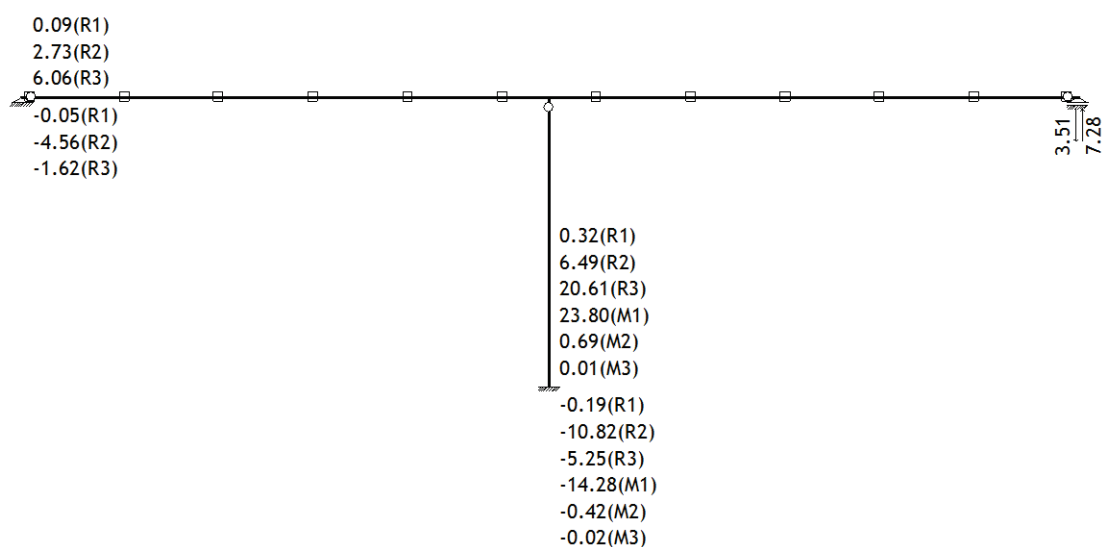
Superponirani posmični napon

 _s = 0.362 MPa

$$\tau_s \leq f_{v,d} \quad (0.362 \leq 1.538)$$

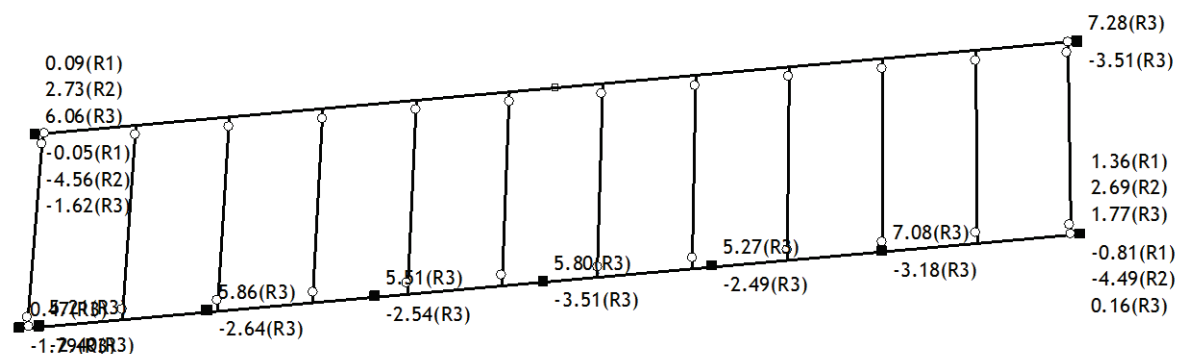
Iskori tenje presjeka je 23.6%

Opt. 9: [GSN] 7,8



Okvir: Stup
Reakcije oslonaca (Min/Max)

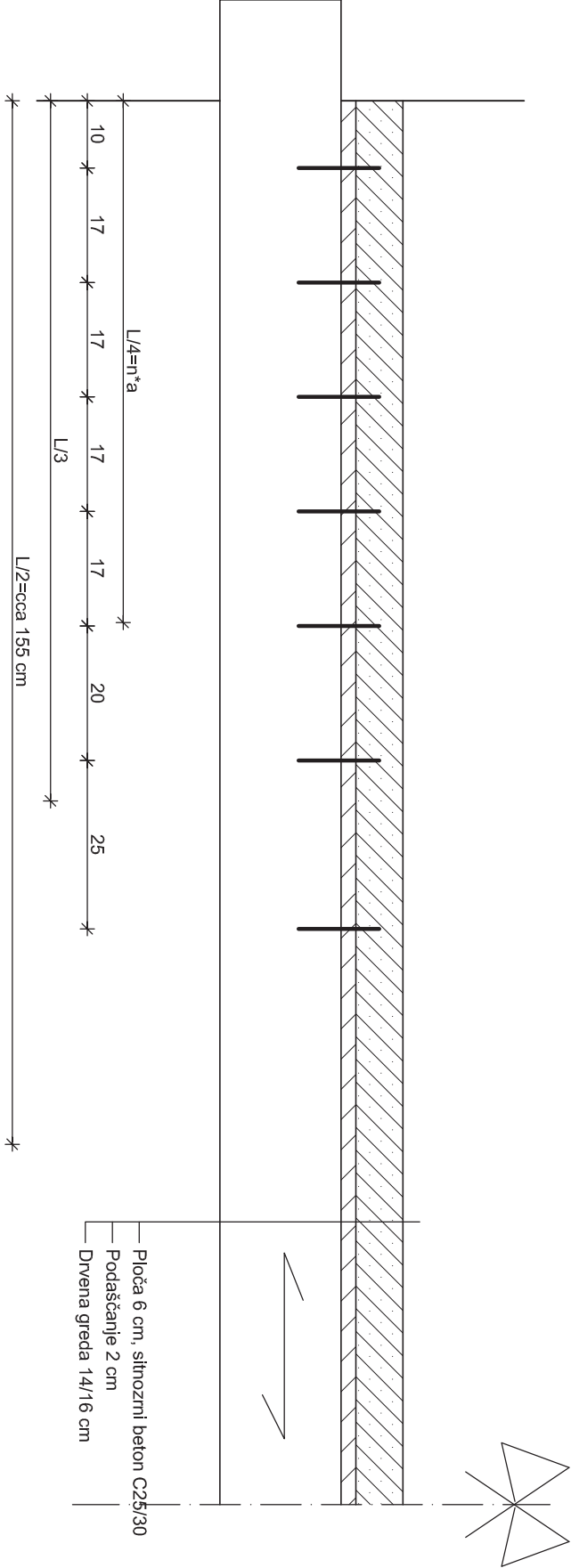
Opt. 9: [GSN] 7,8



Pogled: nadstrešnica krov
Reakcije oslonaca (Min/Max)

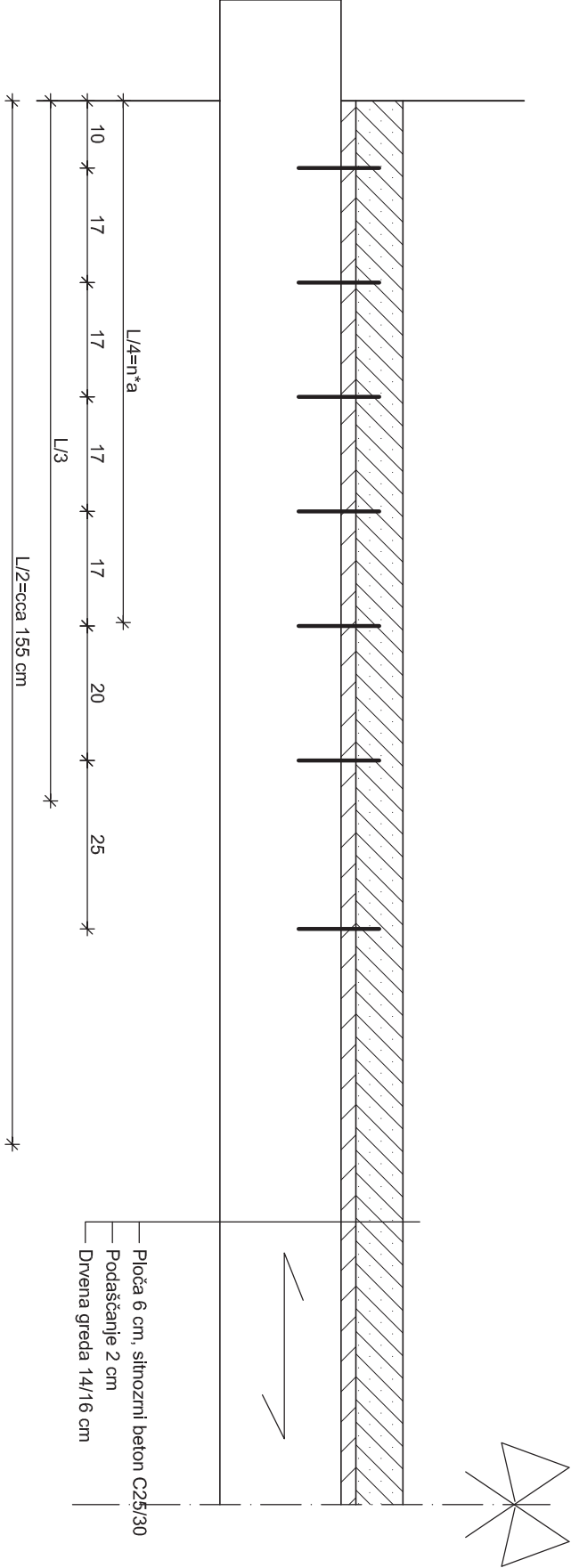
DETALJI

ZGRADA A - POZ 100
RASPORED MOŽDANIKA - UZDUŽNI PRESJEK
MOŽDANICI Ø12, L=12 cm
M.J. 1:10



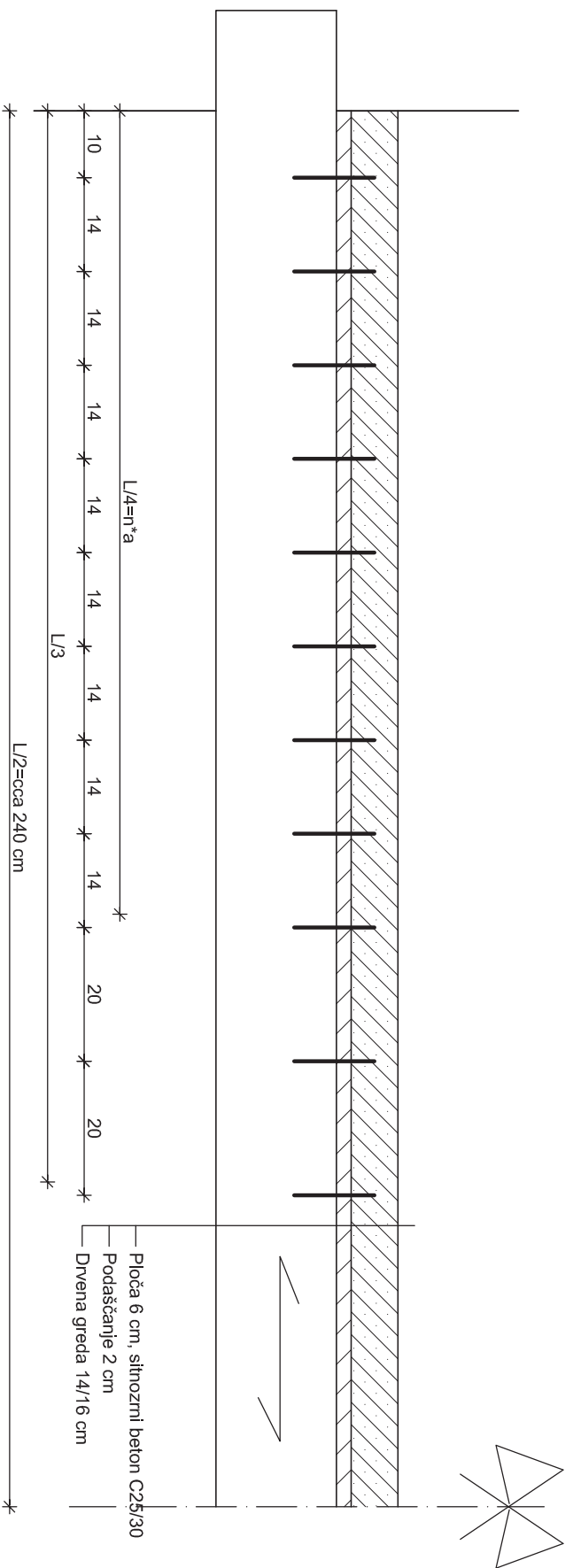
a.....minimalni razmak moždanika (iz tablice)
n.....minimalni broj moždanika za četvrtinu raspona

ZGRADA A - POZ 301
RASPORED MOŽDANIKA - UZDUŽNI PRESJEK
MOŽDANICI Ø12, L=12 cm
M.J. 1:10



a.....minimalni razmak moždanika (iz tablice)
n.....minimalni broj moždanika za četvrtinu raspona

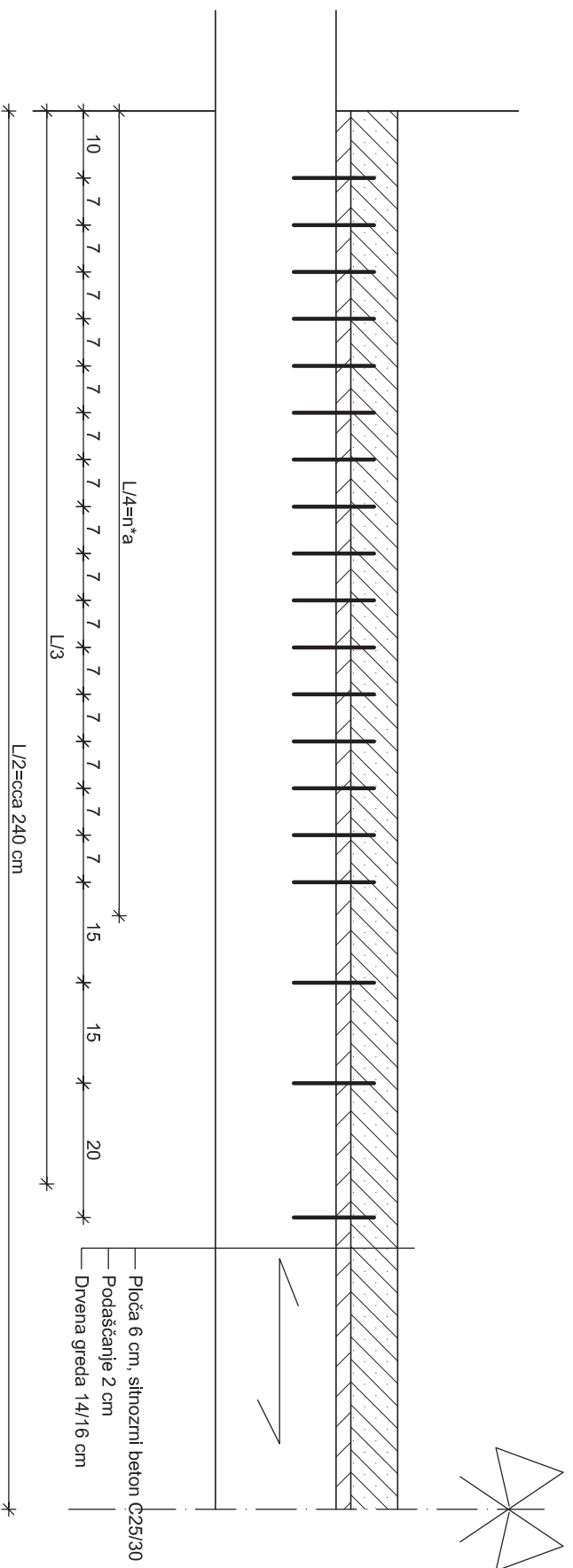
ZGRADA B - POZ 100, 200, 300
RASPORED MOŽDANIK A - UZDUŽNI PRESJEK
MOŽDANICI Ø12, L=12 cm
M.J. 1:10



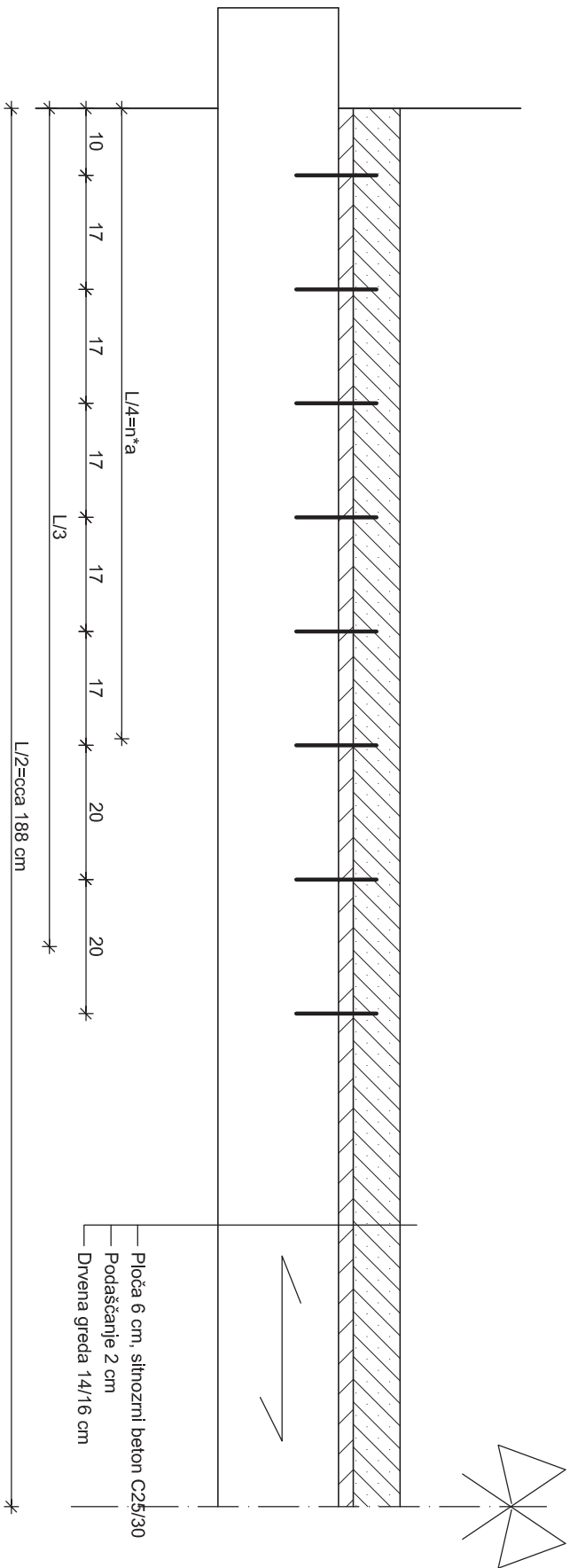
a.....minimalni razmak moždanika (iz tablice)

n.....minimalni broj moždanika za četvrtinu raspona

ZGRADA B - POZ 101, 201, 301 greda uz skale
RASPORED MOŽDANIKA - UZDUŽNI PRESJEK
MOŽDANICI Ø12, L=12 cm
M.J. 1:10

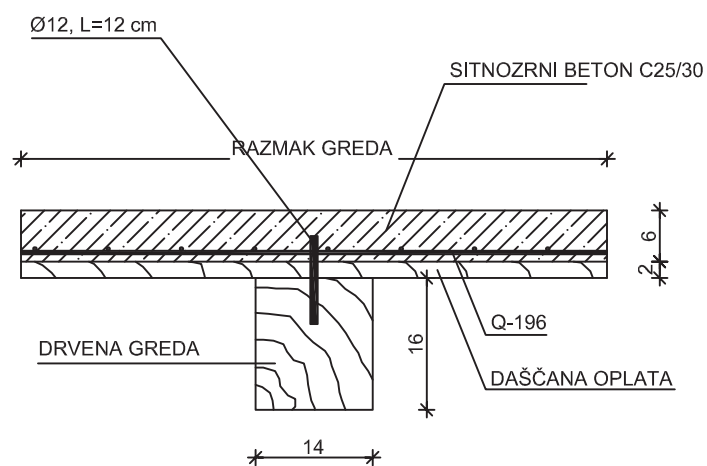


ZGRADA D - POZ 100
RASPORED MOŽDANIKA - UZDUŽNI PRESJEK
MOŽDANICI Ø12, L=12 cm
M.J. 1:10



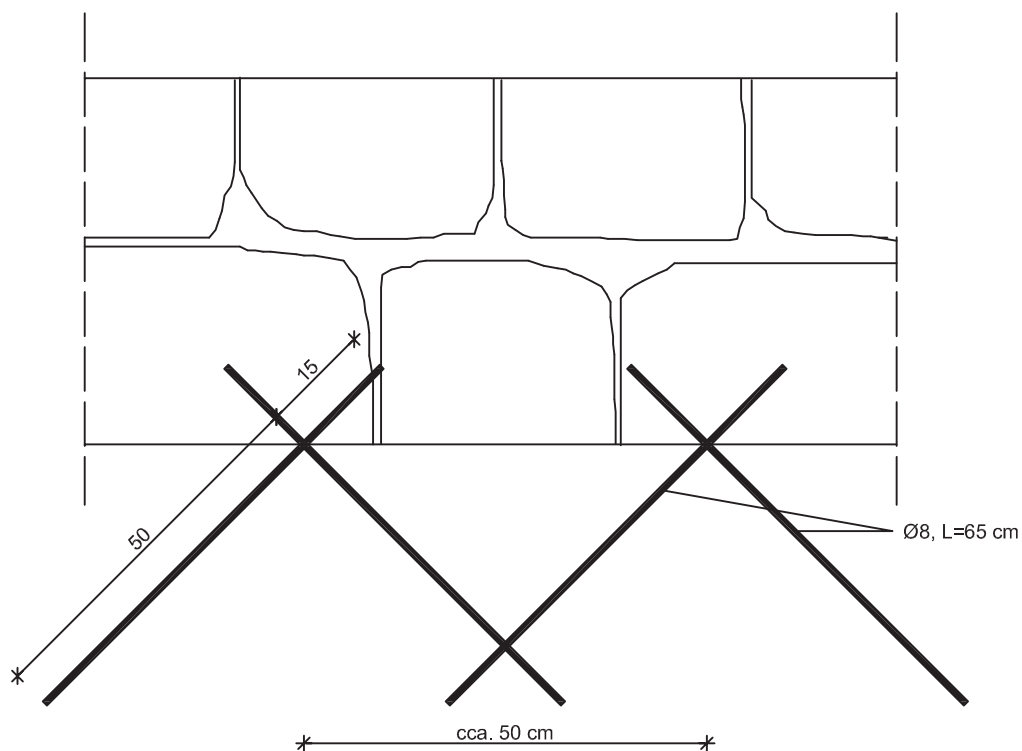
a.....minimalni razmak moždanika (iz tablice)
n.....minimalni broj moždanika za četvrtinu raspona

PRESJEK KROZ SPREGNUTU KONSTRUKCIJU
DRVO - SITNOZRNI BETON
MJ. 1:10

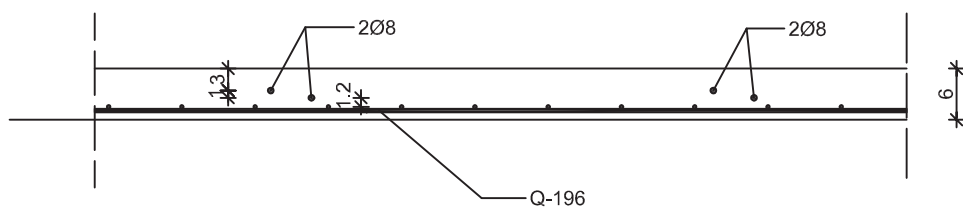


DETALJ SIDRENJA SPREGNUTE
KONSTRUKCIJE U KAMENI ZID
MJ. 1:10

TLOCRT PLOČE

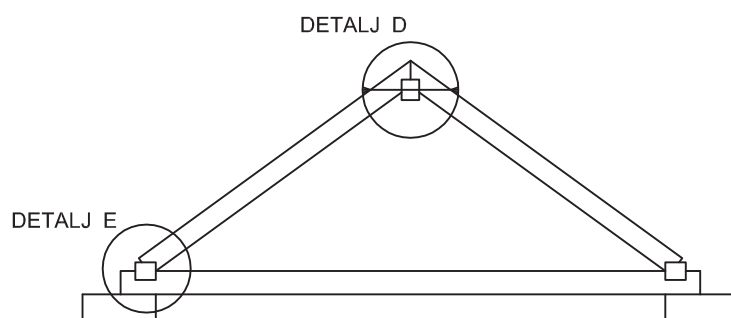


PRESJEK KROZ PLOČU

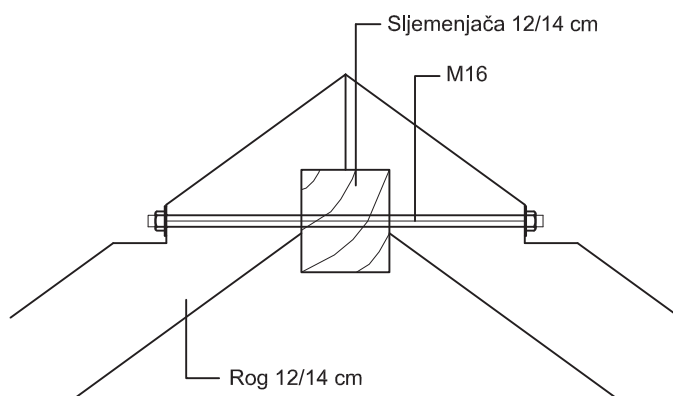


KONSTRUKCIJA KROVA ZGRADE A

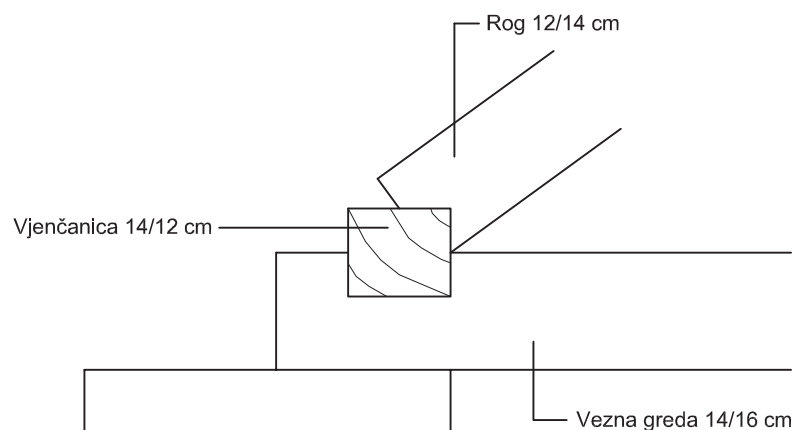
Tipični okvir, MJ.: 1:50



Detalj D, MJ.: 1:10

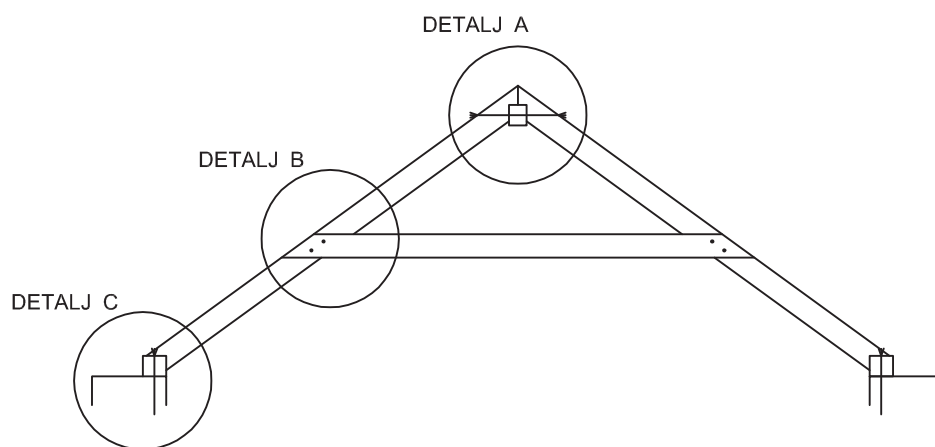


Detalj E, MJ.: 1:10

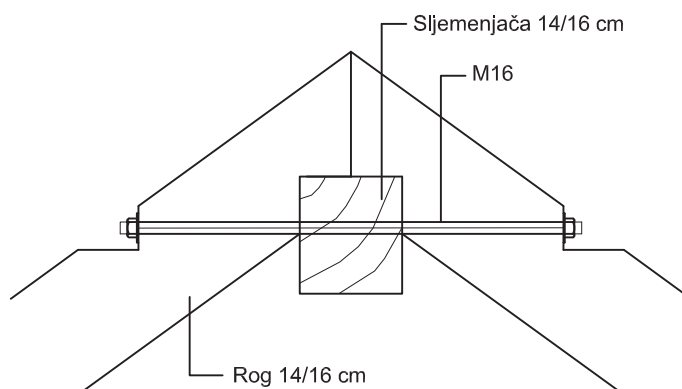


KONSTRUKCIJA KROVA ZGRADE B

Tipični okvir, MJ.: 1:50

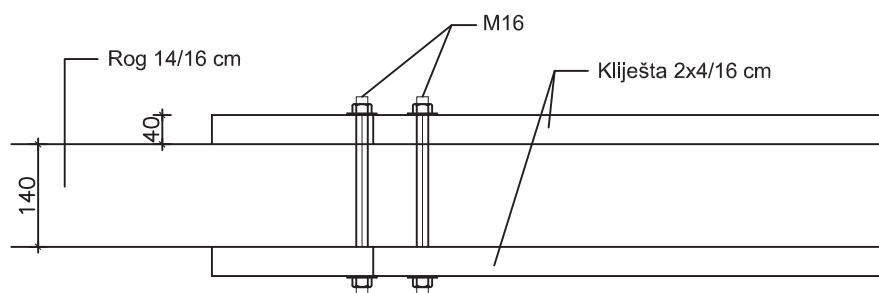
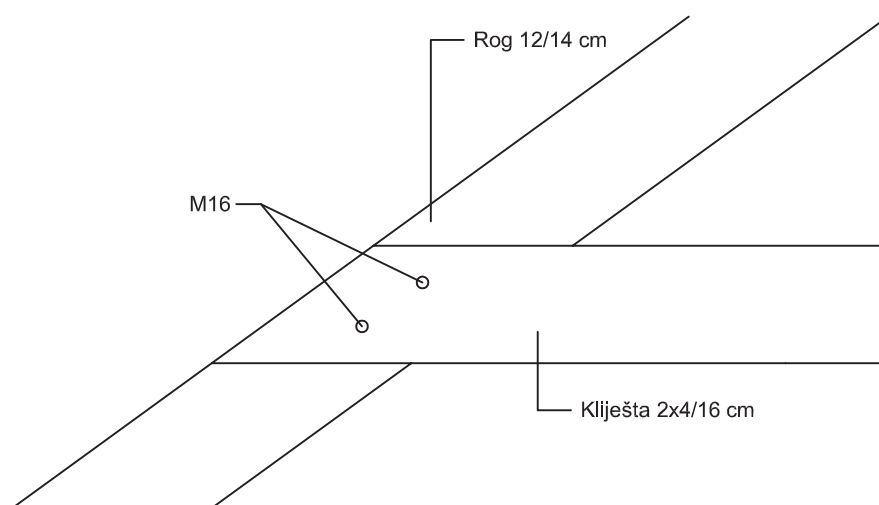


Detalj A, MJ.: 1:10

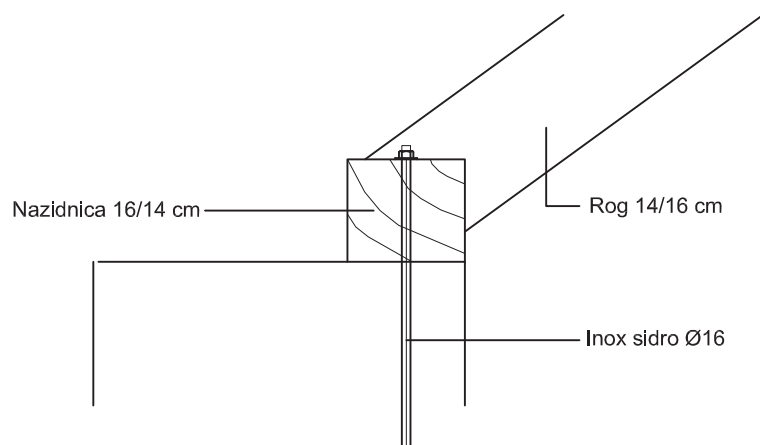


KONSTRUKCIJA KROVA ZGRADE B

Detalj B, MJ.: 1:10



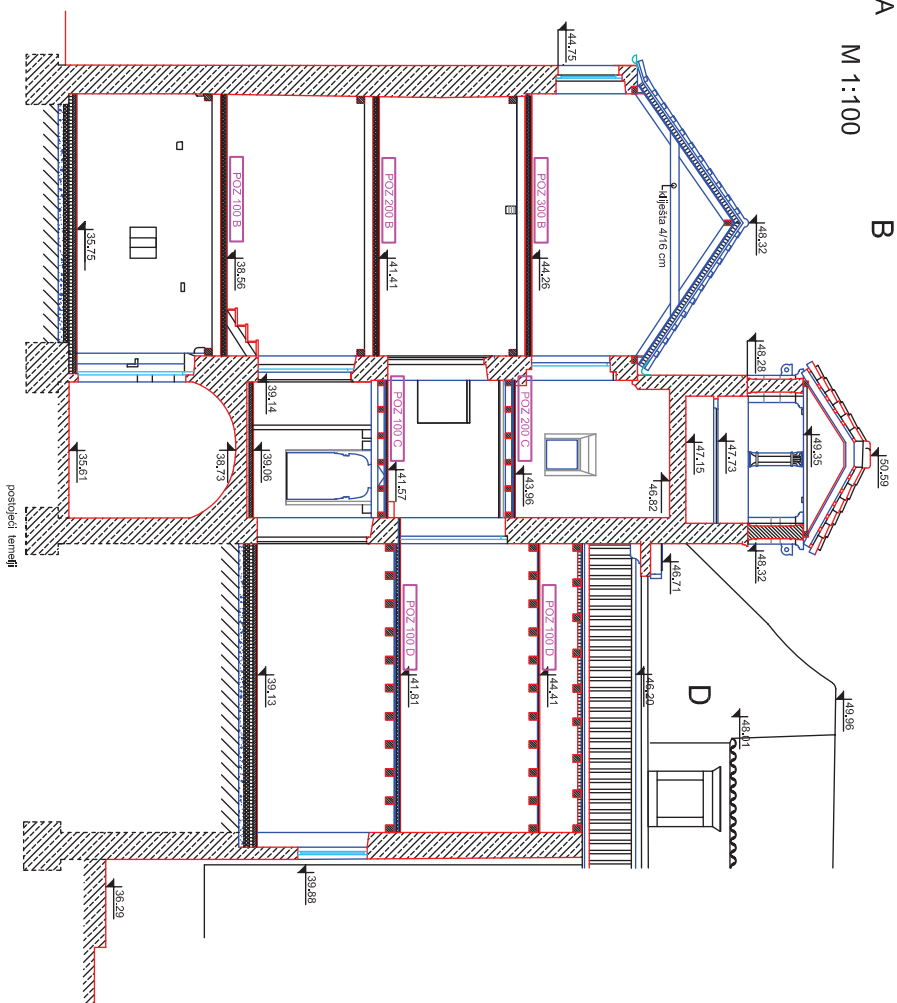
Detalj C, MJ.: 1:10



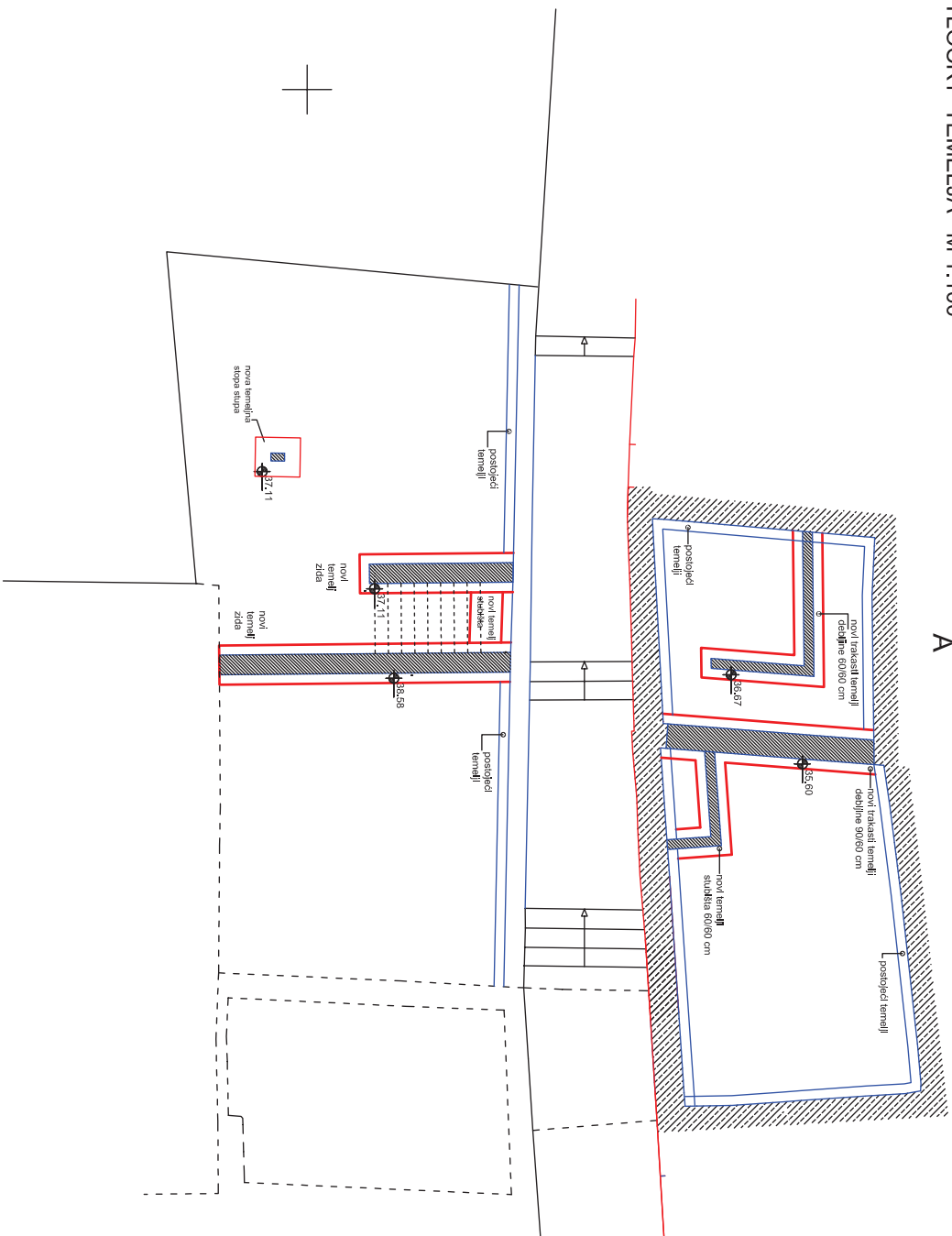
PLAN POZICIJA

Height (m)
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62

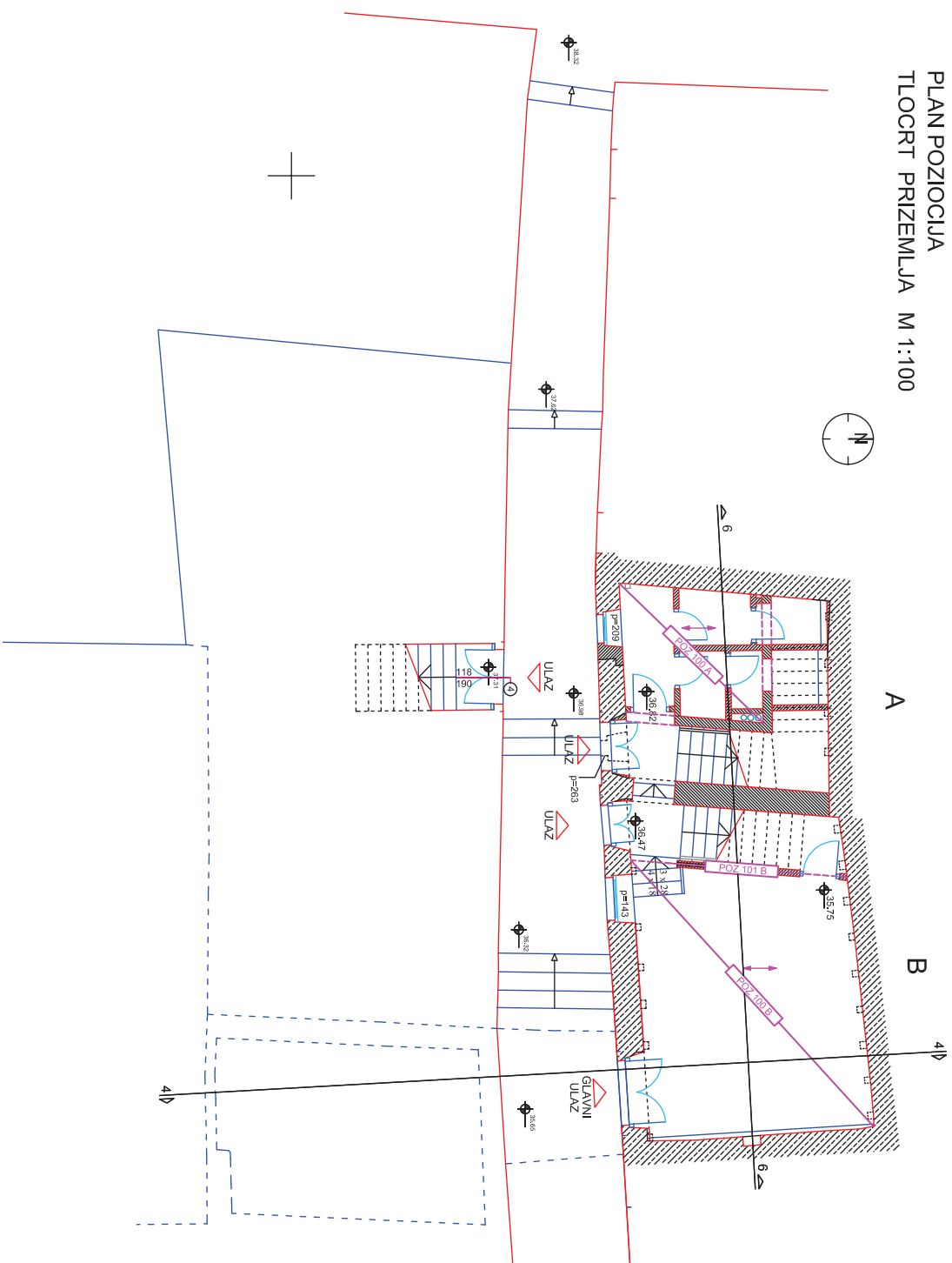
C



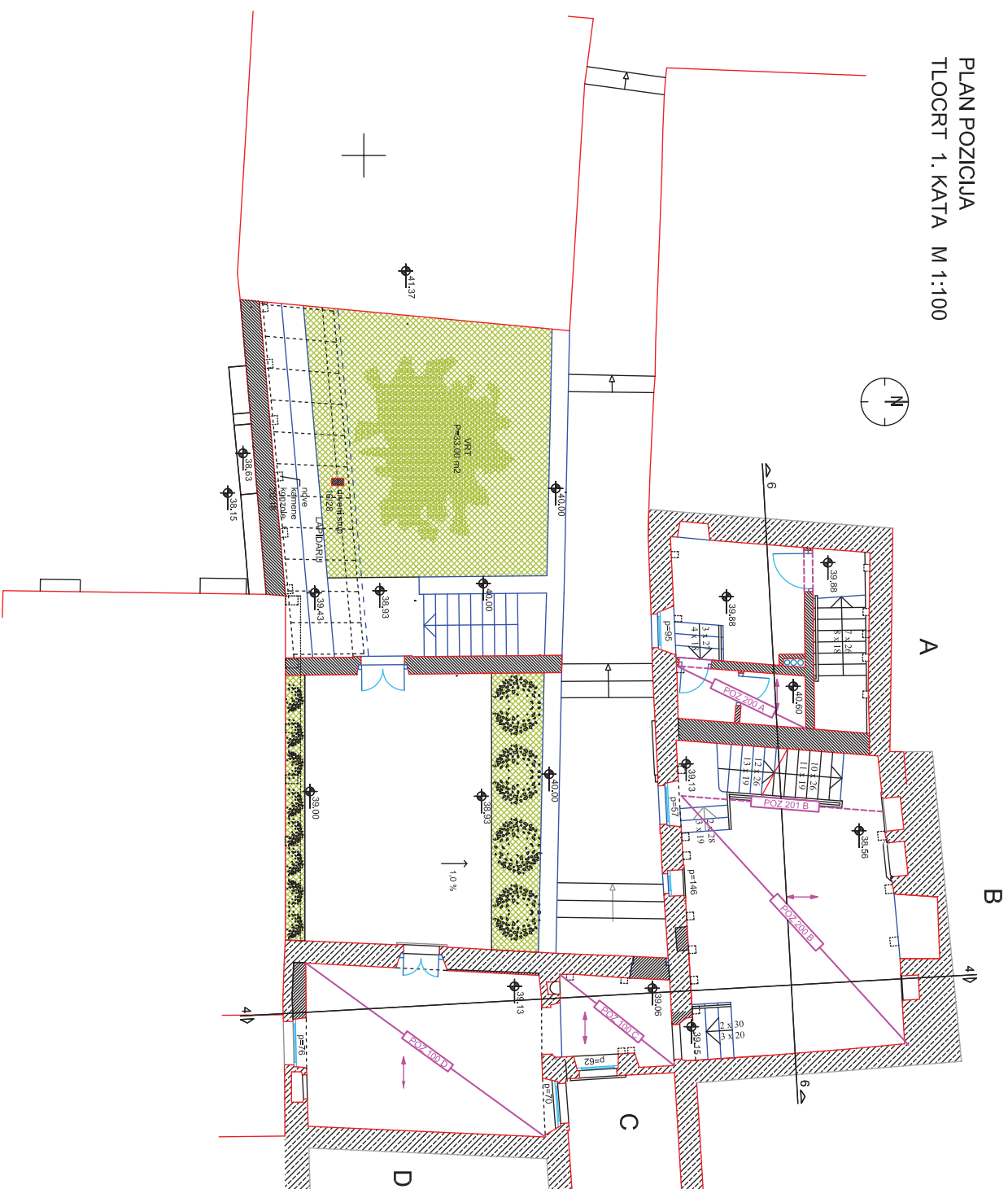
W

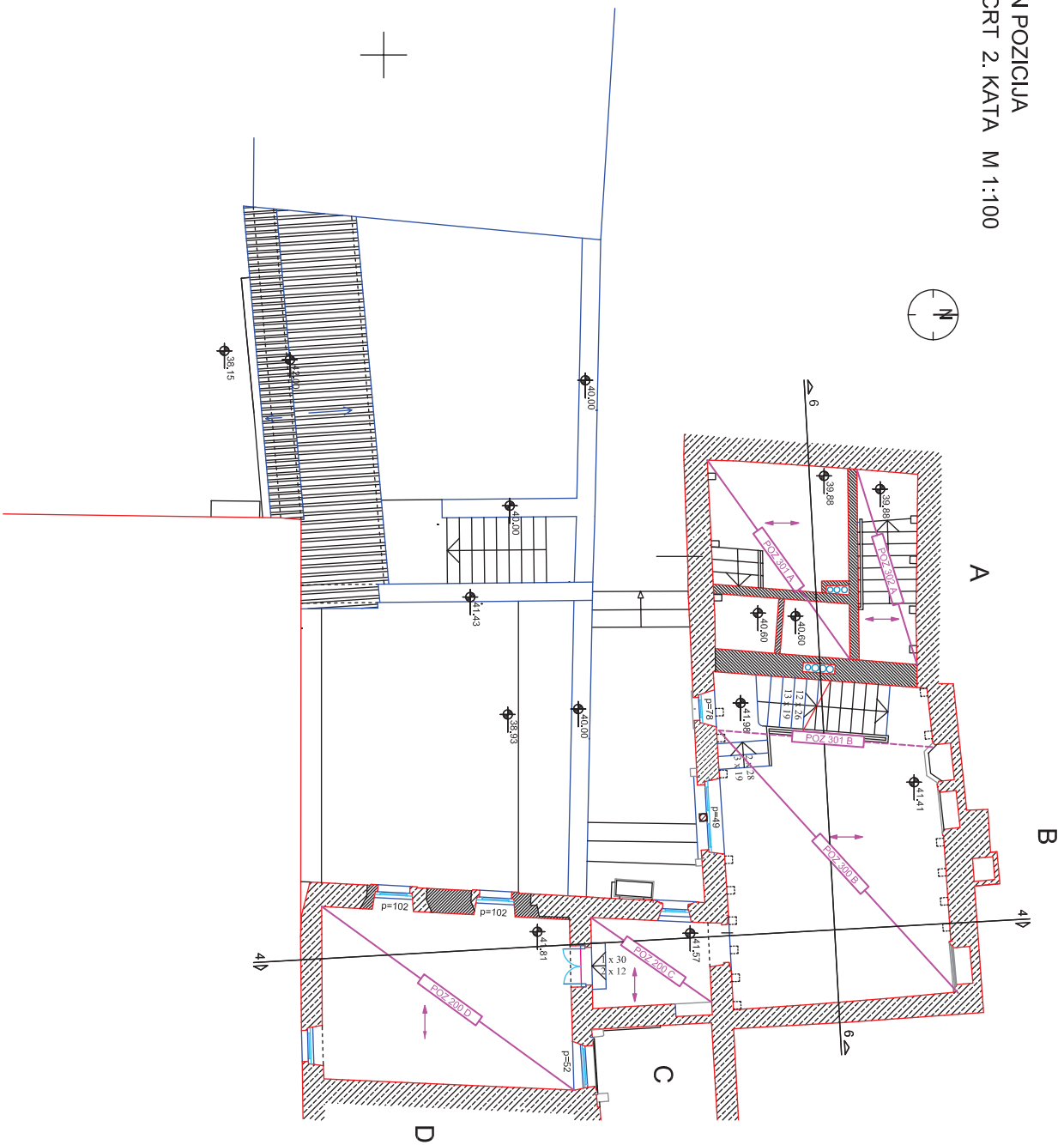


PLAN POZIOCIJA
TLOCRT PRIZEMLJA M 1:100

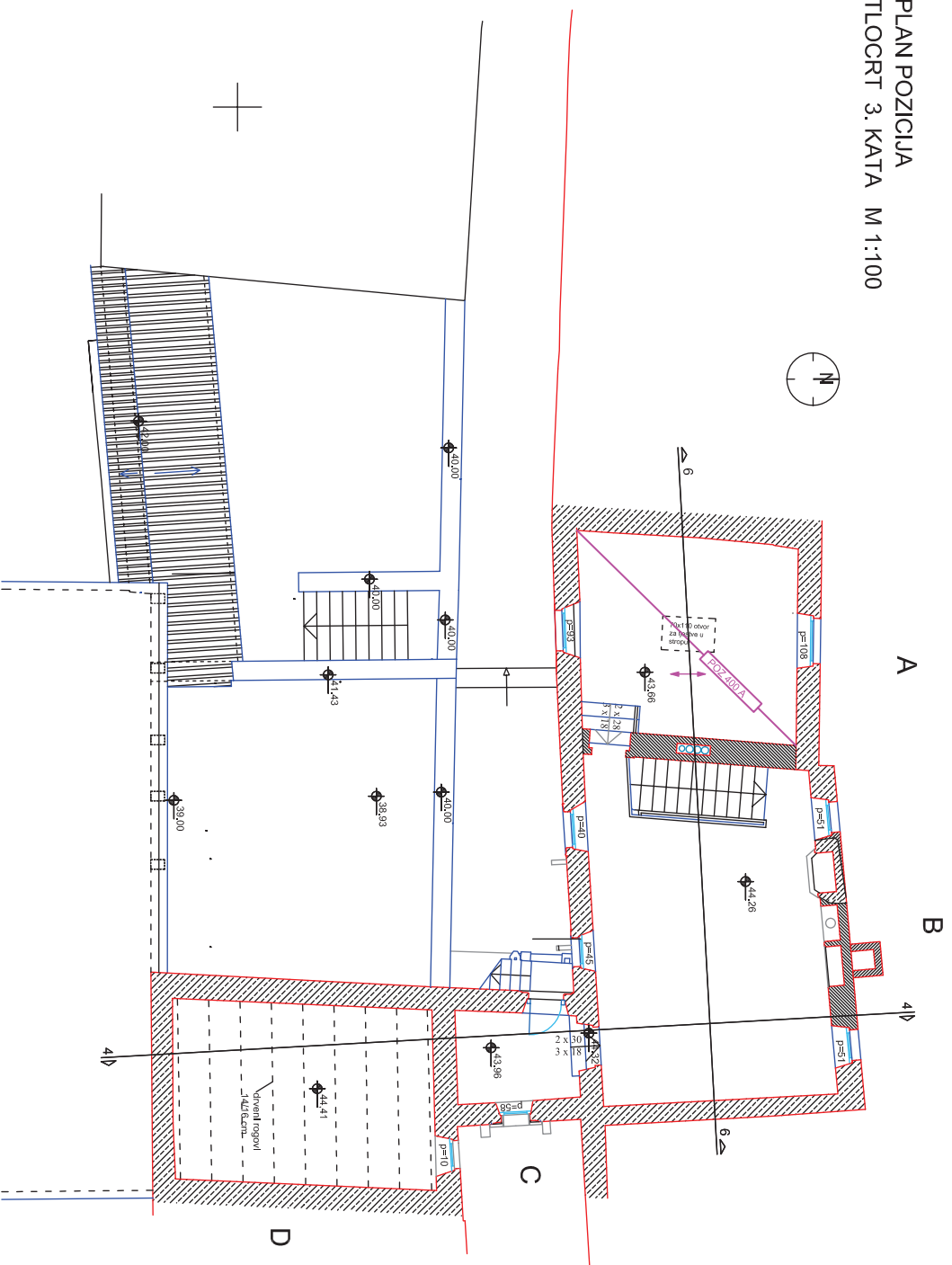


PLAN POZICIJA
TLOCRT 1. KATA M 1:100





PLAN POZICIJA
TLOCRT 3. KATA M 1:100



[illegible]

A

W

Q

TROŠKOVNIK

radova na rekonstrukciji sklopa - kuća Marka Pola

		Jedinična mjera	Količina	Jedinična cijena (kn)	UKUPNO (kn)
A	RADOVI RAZGRADNJE				
1	Uklanjanje međukatnih konstrukcija drvenog poda i stubišta kuće D, obračun po tlocrtnoj površini.	m2	40,8		0
2	Uklanjanje pokrova kuće D, obračun po tlocrtnoj površini.	m2	24,7		0
3	Uklanjanje postojeće krovne konstrukcije, uključujući grede i poletvanja krova kuće D, obračun po tlocrtnoj površini.	m2	24,7		0
5	Uklanjanje razdjelnog kamenog zida kuća A i B.	m3	8,4		0
6	Uklanjanje pročelja pri vrhu kuće A.	m3	3,4		0
7	Razgradnja kamenih doprozornika postojećeg i formiranje otvora za novi prozor u kamenom zidu kuće D.	m3	1,5		0
	UKUPNO RADOVI RUŠENJA:				0

B ZEMLJANI RADOVI

*Svi iskopi i razgradnje ispod nivoa poda
izvode su uz nadzor arheologa*

1	Pažljivi ručni iskop zemlje za izradu novog trakastog temelja unutar zidova zgrade A, presjeka 60/60 cm.	m3	1,8	0
2	Pažljivi ručni iskop zemlje i razgradnja postojećeg temelja razdjelnog zida zgrada A i B, na mjestu novog trakastog temelja presjeka 90/60 cm.	m3	2,3	0
3	Pažljivi ručni iskop zemlje za novi trakasti temelj unutarnjeg stubišta zgrade B, presjeka 60/60 cm.	m3	0,9	0
4	Pažljivi ručni iskop novog temelja stubišta vrta, presjeka 65/70cm.	m3	0,5	0
5	Pažljivi ručni iskop i razgradnja postojećeg temelja oko stubišta u vrtu na mjestu novog trakastog temelja presjeka 80/70cm.	m3	5,1	0
6	Iskop temelja stupa nadstrešnice 80/80/60 cm.	m3	0,4	0
UKUPNO ZEMLJANI RADOVI:				0

C ZIDARSKI RADOVI

1	Izrada oslonaca za drvene grede stropova kuće A, uklanjanje kamenova na mjestu oslonca i izrada ležajne plohe unutar zida od sitnozrnog betona C 25/30 .	kom.	76	0
2	Izrada oslonaca za drvene grede stropova kuće D, uklanjanje kamenova na mjestu oslonca i izrada ležajne plohe unutar zida od sitnozrnog betona C 25/30 .	kom.	44	0
3	Zidarska obrada ležajeva drvenih greda kuće A, nakon postave greda rubove rupa zidarski obraditi .	kom.	76	0
4	Zidanje zidova uz stubište vrta. Zidovi su debljine 40 cm zidani kamenom u dva lica. Stavka sadrži i ugradnju kamenih pragova vrata, u svemu prema arh.projektu.	m3	12,5	0
5	Zidanje razdijelnog zida kuća A i B debljine 50 cm Porotherm opekom. Zidatu u produžnom mortu. U stavci predviđjeti sve nadvoje iznad otvora i serklaže.	m3	23,0	0
6	Zatvaranje dijela postojećih prozora kuće D. Zidanje kamenom u dva lica u svemu prema postojećem. Stavka sadrži i ugradnju kamenih doprozornika novih prozora.	m3	1,1	0
7	Dobava i ugradnja kamenih konzola oslonaca greda nadstrešnice.	kom.	6,0	0
UKUPNO ZIDARSKI RADOVI:				0

D**TESARSKI RADOVI**

Sva drvena građe je iz masivnih četinara klase C24 zaštićena protiv vlage i crvotočine prozirnim premazom.

KROVNA KONSTRUKCIJA**Kuća A**

1	Postavljanje veznih greda dimenzija 14/16 cm, dužine cca 4,8 m, na predhodno pripremljene oslonce na vrhu zida.	m	34,8	0
2	Postavljanje vjenčanice dimenzija 14/12 cm, dužine cca 4,15 m, u utore na veznim gredama i sidrenje u zid Fischer ili MKT vijcima Φ 16/400 mm na razmacima od cca 50 cm.	m	8,3	0
3	Postavljane sljemene grede dim. 12/14 cm, dužine cca 4,5 m.	m	4,5	0
4	Postavljanje rogova dim. 12/14 cm dužine cca 3 m. U sljemenu se rogovi kroz sljemenu gredu povezuju vijkom M 16. Na mjestu oslanjanja rogova na vjenčanicu, izvesti tipičan tesarski spoj vezna greda – rog – vjenčanica. Tesarske zasjeke krojiti na licu mjesta radi kosih sudara greda.	m	48	0
5	Izrada drvene konstrukcije luminara: -postavljanje okvira luminara iz greda 10/12 cm -postavljanje rogova luminara 10/12 cm, duljine cca 4,5	m	6,4	0
		m	27	0
6	Podašćanje krova dašćanom oplatom debljine 2 cm. Obračun po tlocrtnoj površini.	m ²	18,8	0

Kuća B

7	Postavljanje drvenih vjenčanica dimenzija 16/14 cm na predhodno očišćen i obrađen vrh zida. Sidrenje vjenčanica u zid Fischer ili MKT vijcima Φ 16/400 mm na razmacima od cca 50 cm.	m	14,1	0
8	Postavljanje sljemene grede dim. 14/16 cm, duljine cca 7,4 m.	m	7,4	0
9	Postavljanje rogova dim. 14/16 cm dužine cca 3,1 m. U sljemenu se rogovi kroz sljemenu gredu povezuju vijkom M 16. Na mjestu oslanjanja rogova na vjenčanicu, izvesti tipičan tesarski spoj rog – vjenčanica. Tesarske zasjeke krojiti na licu mjesta radi kosih sudara greda.	m	34,1	0

10	Postavljanje kliješta iz 4/16 cm, duljine cca 3,3 m, na svaki par rogova. Spoj rog kliješta izvesti s dva vijka M 16.	m	72,6	0
11	Podašćanje krova dašćanom oplatom debljine 2 cm. Obračun po tlocrtnoj površini.	m2	33,7	0

Kuća D

12	Postavljanje drvenih vjenčanica dimenzija 16/14 cm na predhodno očišćen i obrađen vrh zida. Sidrenje vjenčanica u zid Fischer ili MKT vijcima Φ 16/400 mm na razmacima od cca 50 cm.	m	10,9	0
13	Postavljanje rogova dim. 14/16 cm dužine cca 4 m. Na mjestu oslanjanja rogova na vjenčanicu, izvesti tipičan tesarski spoj rog – vjenčanica. Tesarske zasjeke krojiti na licu mjesta radi kosih sudara greda.	m	36	0
14	Podašćanje krova dašćanom oplatom debljine 2 cm. Obračun po tlocrtnoj površini.	m2	20,5	0

MEĐUKATNE KONSTRUKCIJE
Prije izvođenja spregnutih konstrukcija grede je potrebno poduprijeti u trećinama raspona.

Kuća A

15	Dobava i ugradnja drvenih greda iz masivnih četinara klase C24, dimenzija 14/16 cm na predhodno pripremljene oslonce u zidu.			
	- Poz 302, duljine cca 1,5 m	m	12	0
	- Poz 301, duljine cca 3,4 m	m	30,6	0
	- Poz 200, duljine cca 1,5 m	m	10,5	0
	- Poz 100, duljine cca 3,4 m	m	30,6	0
16	Podašcanje poda daščanom oplatom debljine 2 cm. Gornji rub greda se premazuje epoxy ljepilom, a oplata se prilikom montaže konstruktivno pričvršćuje samourezujućim vijcima za drvo M4 s upuštenom glavom.			
	-Poz 400, potkrovlje	m2	18,9	0
	-Poz 300	m2	18,9	0
	-Poz 200	m2	3,6	0
	-Poz 100	m2	8,3	0
17	Bušenje rupa $\Phi 11$ u gredama preko podašcanja za ugradnju moždanika. Ugradnja moždanika $\Phi 12$ duljine 12 cm koji su predhodno umočeni u epoxy. Razmak moždanika prema proračunu. Obračun po broju ugrađenih moždanika.			
	-Poz 301	kom.	126	0
	-Poz 100	kom.	84	0
18	Ugradnja bankine na kamene konzole na južnoj strani Poz 100. Dimenzije bankine 12/14 cm. Bankinu prilagoditi visini kamenih konzola.	m	4,1	0
19	Dobava i ugradnja drvenog stubišta do prvog kata . Stubište je iz drvenih tetiva dim. 8/20 cm, mjena 12/14 cm i drvenog gazišta debljine 4 cm.			
	-tetive krakova stubišta dim 8/20 cm, duljine cca 2,5 m	m	10	0
	-mjene 14/16 cm duljine cca 1,5 m	m	10,5	0
	-gazišta debljine 4 cm. obračun po tlocrtnoj površini.	m2	7,5	0
20	Dobava i ugradnja drvenog stubišta prvog i trećeg kata . Stubište je iz drvenih tetiva dim. 16/14 cm gazišta debljine 4 cm.			
	-tetive krakova stubišta dim 16/14 cm, duljine cca 1 m	m	4	0
	-gazišta debljine 4 cm. obračun po tlocrtnoj površini.	m2	1,8	0

Kuća B

21	Dobava i ugradnja drvenih greda iz masivnih četinara klase C24, dimenzija 14/16 cm na predhodno pripremljene bankine. Duljine greda do 4,75 m.			
	- Poz 300	m	57	0
	- Poz 200	m	57	0
	- Poz 100	m	57	0
22	Podašcanje poda daščanom oplatom debljine 2 cm. Gornji rub greda se premazuje epoxy ljepilom, a oplata se prilikom montaže konstruktivno pričvršćuje samourezujućim vijcima za drvo M4 s upuštenom glavom.			
	-Poz 300	m2	30,3	0
	-Poz 200	m2	28,9	0
	-Poz 100	m2	28,9	0
23	Bušenje rupa $\Phi 11$ u gredama preko podašcanja za ugradnju moždanika. Ugradnja moždanika $\Phi 12$ duljine 12 cm koji su predhodno umočeni u epoxy. Razmak moždanika prema proračunu. Obračun po broju ugrađenih moždanika.			
	-Poz 300	kom.	280	0
	-Poz 100	kom.	280	0
24	Ugradnja bankina na kamene konzole dim. 12/14 cm. Bankine prilagoditi visini kamenih konzola.	m	40,5	0
25	Dobava i ugradnja drvenog stubišta kuće B. Stubište je iz drvenih tetiva dim. 8/20 cm, mjena i stupića dim 12/14 cm i drvenog gazišta debljine 4 cm.			
	-tetive kraka 8/20 cm stubišta duljine cca 3,8 m	m	22,8	0
	-tetive donjeg kraka 8/20 cm duljine cca 0,9 m	m	3,6	0
	-mjene 12/14 cm duljine cca 1,3	m	18,2	0
	-stup 12/14 cm dug cca 0,7 m	m	1,4	0
	-gazišta debljine 4 cm. obračun po tlocrtnoj površini.	m2	16,5	0
26	Dobava i ugradnja drvenog stubišta prema zgradi C. Stubište je iz drvenih tetiva dim. 14/16 cm gazišta debljine 4 cm.			
	-tetive krakova stubišta dim 14/16 cm, duljine cca 1 m	m	2	0
	-gazišta debljine 4 cm. obračun po tlocrtnoj površini.	m2	1,1	0

Kuća D

30	Dobava i ugradnja drvenih greda iz masivnih četinara klase C24, dimenzija 14/16 cm na predhodno pripremljene oslonce u zidu. Duljine gredacca 4 m.			
	- Poz 200	m	22	0
	- Poz 100	m	22	0
31	Podašćanje poda dašćanom oplatom debljine 2 cm. Gornji rub greda se premazuje epoxy ljepilom, a oplata se prilikom montaže konstruktivno pričvršćuje samourezujućim vijcima za drvo M4 s upuštenom glavom.			
	-Poz 200	m2	20,4	0
	-Poz 100	m2	20,4	0
32	Bušenje rupa $\Phi 11$ u gredama preko podašćanja za ugradnju moždanika. Ugradnja moždanika $\Phi 12$ duljine 12 cm koji su predhodno umočeni u epoxy. Razmak moždanika prema proračunu. Obračun po broju ugrađenih moždanika.			
	-Poz 200	kom.	176	0
	-Poz 100	kom.	176	0
Nadstrešnica				
33	Dobava i ugradnja bankine dim. 14/16 cm na unaprijed pripremljene oslonce na kamenim konzolama i zidovima.	m	8,3	0
34	Dobava i ugradnja grede dim. 16/28 cm.	m	8,3	0
	Dobava i ugradnja stupa dim. 16/28 cm.	m	2,15	0
35	Dobava i ugradnja rogova dim. 10/12 cm, duljine cca 1,8 m.	m	21,6	0
UKUPNO TESARSKI RADOVI:				0

E BETONSKI RADOVI

1

Bušenje rupa $\Phi 10/150$ mm u postojećim kamenim zidovima i ugradnja sidara $\Phi 8/650$ mm za spregnutu betonsku ploču. Nakon ugradnje sidara, bušotine injektirati epoxy ljepilom uz brtvljenje ušća bušotine. Sidra se postavljaju pod kutem $\pm 45^\circ$ na razmaku cca 50 cm po obodu ploče.

Kuća A

-Poz 300	kom.	35	0
-Poz 200	kom.	17	0
-Poz 100	kom.	24	0

Kuća B

-Poz 300	kom.	42	0
-Poz 200	kom.	40	0
-Poz 100	kom.	40	0

2

Armiranje ploče mrežom Q-196 i betoniranje tlačne ploče spregnute međukatne konstrukcije $d = 6$ cm iz sitnozrnog betona C25/30. Obračun po m3 ugrađenog betona

Kuća A

-Poz 300	m3	1,1	0
-Poz 200	m3	0,2	0
-Poz 100	m3	0,5	0

Kuća B

-Poz 300	m3	1,8	0
-Poz 200	m3	1,7	0
-Poz 100	m3	1,7	0

Kuća D

-Poz 200	m3	1,2	0
-Poz 100	m3	1,2	0

3

Betoniranje podne ploče s dodatkom za vodonepropusnost $d = 10$ cm iz betona C25/30. Armirati s Q-188. Obračun po m2 izvedene podloge.

Kuća A	m2	18,2	0
Kuća B	m2	32,9	0
Kuća D	m2	20,2	0

4

Betoniranje kraka i ploče podesta $d = 10$ cm unutarnjeg stubišta kuće B iz betona C25/30. Armirati s Q 283. Gazišta nearmirana širine 28 i visine 18 cm.

m3	0,4	0
----	-----	---

5

Betoniranje stubišta i podne ploče vrta $d = 10$ cm iz betona C25/30. Armirati s Q-226. Obračun po m3 izvedene podloge.

m3	1,2	0
----	-----	---

6	Betoniranje trakastog temelja unutarnji zidova zgrade A, presjeka 60/60 cm, u iskopanom rovu. Obračun po m3 ugrađenog betona. Vodonepropusni beton C25/30. Armirati uzdužno s Φ 12/15 cm u obe zone, vilica Φ 10/20 cm.	m3	1,8	0
7	Betoniranje trakastog temelja razdjelnog zida zgrada A i B, presjeka 90/60 cm, u iskopanom rovu. Obračun po m3 ugrađenog betona. Vodonepropusni beton C25/30. Armirati s Φ 12/15 cm u obe zone, vilica Φ 10/20 cm.	m3	2,3	0
8	Betoniranje trakastog temelja unutarnjeg stubišta zgrade B, presjeka 60/60 cm, u iskopanom rovu. Obračun po m3 ugrađenog betona. Vodonepropusni beton C25/30.	m3	0,9	0
9	Betoniranje trakastog temelja stubišta vrta, presjeka 65/70cm, u iskopanom rovu. Obračun po m3 ugrađenog betona.	m3	0,5	0
10	Betoniranje temelja zidova vrta, presjeka 80/70cm, u iskopanom rovu. Obračun po m3 ugrađenog betona.	m3	5,1	0
11	Betoniranje temelja stupa nadstrešnice iz C25/30. Dimenzije temelja 80/80/60 cm.	m3	0,4	0
UKUPNO BETONSKI RADOVI:				0

REKAPITULACIJA

A	RADOVI RAZGRADNJE	0
B	ZEMLJANI RADOVI	0
C	ZIDARSKI RADOVI	0
D	TESARSKI RADOVI	0
E	BETONSKI RADOVI	0

UKUPNO (kn, bez PDV-a):	0
-------------------------	----------

PDV	0
------------	---

SVEUKUPNO (kn, s PDV-om)	0
---------------------------------	----------