

Dom na kvadrat d.o.o. Županja

za projektiranje i nadzor
ŽUPANJA
Osječka 52, Županja
Tel/fax: 032/837-924
OIB 36972522518

MAPA 3

GLAVNI PROJEKT

**SKLADIŠTE PELETA S PAKIRNICOM I PROSTOROM
ZA RADNIKE, OTVORENO SKLADIŠTE TRUPACA S
MANIPULATIVNIM POVRŠINAMA**

GRAĐEVINSKI PROJEKT

PRORAČUN MEHANIČKE OTPORNOSTI I STABILNOSTI

**INVESTITOR: ŠIŠARKA d.o.o. Ulica 131. brigade 12, Županja,
OIB: 51906061831**

**MJESTO GRADNJE: Županja, Ulica 131. brigade bb
Poduzetnička zona Sječine
k.č. 2235/2, k.o. Županja**

GLAVNI PROJEKTANT: IGOR HLADEK, DIG HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA Igor Hladek dipl. ing. građ. Ovlašteni inženjer građevinarstva  G 1578	PROJEKTANT : IGOR HLADEK, DIG HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA Igor Hladek dipl. ing. građ. Ovlašteni inženjer građevinarstva  G 1578	DIREKTOR:  DOM NA KVADRAT d.o.o. za projektiranje i nadzor Osječka 52 ŽUPANJA
ZOP: 602/17	TD: 602/17	DATUM: OŽUJAK 2018

Adresa: Dom na kvadrat d.o.o., Osječka 52, 32270 Županja

Kontakt: Mobitel 098 977 5821; e-mail igor.dom2@gmail.com

Poslovna banka: HR4424020061100577435 (Erste & steiermerkische bank d.d) M.B. 02657201; OIB 36972522518

GRAĐEVINSKI DIO PROJEKTA

1.	Sadržaj građevinskog dijela projekta	Str. 1
2.	Popis mapa	Str. 2
3.	Rješenje trgovačkog suda o osnivanju društva s ograničenom odgovornošću	Str. 4
4.	Rješenje o postavljanju odgovornog projektanta građevinskog dijela projekta	Str. 6
5.	Rješenje o upisu u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva	Str. 7
6.	Izjava projektanta o usklađenosti glavnog projekta	Str. 8
7.	Tehnički opis	Str. 9
8.	Program kontrole i osiguranja kvalitete	Str. 15
9.	Program kontrole i osiguranja kvalitete za zidane konstrukcije	Str. 19
10.	Primijenjeni propisi	Str. 21
11.	Statički proračun	Str. 22
12.	Analiza opterećenja	Str. 23
13.	Statički proračun AB konstrukcije	Str. 31
14.	Temelji objekta	Str. 132
15.	Plan pozicija	Str. 202

SADRŽAJ CJELOKUPNOG GLAVNOG PROJEKTA (popis mapa)

ZOP 602/17

MAPA 1

OPĆI DIO GLAVNOG PROJEKTA Dom na kvadrat d.o.o. Županja Projektant: Igor Hladek, dipl. ing. građ.	MAPA 1
ARHITEKTONSKI PROJEKT Ured ovlaštene arhitektice Marija Kolar dipl ing arh Projektant: Marija Kolar, dipl.ing. arh	
PROJEKT RACIONALNE UPORABE ENERGIJE I TOPLINSKE ZAŠTITE ZGRADE Dom na kvadrat d.o.o. Županja Projektant: Stjepan Oreč, mag.ing.aedif	
PROJEKT VODOVODA I KANALIZACIJE Dom na kvadrat d.o.o. Županja Projektant: Igor Hladek, dipl. ing. građ.	
PROJEKT UREĐENJA OKOLIŠA Dom na kvadrat d.o.o. Županja Projektant: Igor Hladek, dipl. ing. građ.	

MAPA 2

GEODETSKI PROJEKT Geoizmjera d.o.o. Županja Ovlašteni inženjer geodezije Vlatko Brozović dipl ing	MAPA 2
--	---------------

MAPA 3

GRAĐEVINSKI PROJEKT – PRORAČUN MEHANIČKE OTPORNOSTI I STABILNOSTI Dom na kvadrat d.o.o. Županja Projektant: Igor Hladek, dipl. ing. građ.	MAPA 3
--	---------------

MAPA 4

ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT Ured ovlaštenog inženjera elektrotehnike Ivan Lešić Vinkovci Projektant: Ivan Lešić, dipl.ing.el	MAPA 4
---	---------------

MAPA 5

STROJARSKI PROJEKT Ured ovlaštenog inženjera strojarstva Davor Savić Vinkovci Projektant: Davor Savić, dipl. ing. stroj.	MAPA 5
---	---------------

TRGOVAČKI SUD U OSIJEKU
TT-10/969-2
MBS: 030108732
Datum: 10.06.2010

PODACI ZA UPIS U GLAVNU KNJIGU SUDSKOG REGISTRA
(prilog uz rješenje)

Pod brojem upisa 1 za tvrtku DOM NA KVADRAT društvo s ograničenom odgovornošću za projektiranje i nadzor upisuje se:

SUBJEKT UPISA

TVRTKA/NAZIV:

DOM NA KVADRAT društvo s ograničenom odgovornošću za projektiranje i nadzor

SKRAĆENA TVRTKA/NAZIV:

DOM NA KVADRAT d.o.o.

SJEDIŠTE:

Županja, Osječka 52

PREDMET POSLOVANJA – DJELATNOSTI:

- * Kupnja i prodaja robe i/ili pružanje usluga u trgovini u svrhu ostvarivanja dobiti ili drugog gospodarskog učinka, na domaćem ili inozemnom tržištu
- * Zastupanje inozemnih tvrtki
- * Stručni poslovi prostornog uređenja
- * Projektiranje, građenje, uporaba i uklanjanje građevina
- * Nadzor nad gradnjom
- * Obavljanje djelatnosti upravljanja projektom gradnje
- * Djelatnosti javnoga cestovnog prijevoza putnika i tereta u domaćem i međunarodnom prometu
- * Prijevoz za vlastite potrebe
- * Savjetovanje u vezi s upravljanjem
- * Istraživanje tržišta i ispitivanje javnoga mnijenja
- * Računovodstveni poslovi
- * Skladištenje robe
- * Djelatnost otpremništva
- * Skupljanje otpada za potrebe drugih
- * Prijevoz otpada za potrebe drugih
- * Posredovanje u organiziranju oporabe i/ili zbrinjavanja otpada u ime drugih
- * Skupljanje oporaba i/ili zbrinjavanje (obrada, odlaganje, spaljivanje i drugi načini zbrinjavanja otpada), odnosno djelatnost gospodarenja posbenim kategorijama otpada
- * Uvoz otpada
- * Izvoz otpada
- * Poslovi upravljanja nekretninom i održavanje nekretnina

ČLANOVI/OSNIVAČI:

D002, 2010-06-10 11:37:45
Stranica: 1 od 2

REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U OSIJEKU
TT-10/969-2
MBS:030108732

R J E Š E N J E

Trgovački sud u Osijeku po suci pojedincu Dubravki Kuveždić u registrarskom predmetu upisa osnivanja društva s ograničenom odgovornošću po prijedlogu predlagatelja DOM NA KVADRAT društvo s ograničenom odgovornošću za projektiranje, Županja, Osječka 52, 10. lipnja 2010. godine

r i j e š i o j e

U sudski registar ovoga suda upisuje se:

osnivanje društva s ograničenom odgovornošću

pod tvrtkom/nazivom DOM NA KVADRAT društvo s ograničenom odgovornošću za projektiranje i nadzor, sa sjedištem u Županja, Osječka 52, u registrarski uložak s matičnim brojem subjekta upisa (MBS) 030108732, prema podacima naznačenim u prilogu ovoga rješenja ("Podaci za upis u glavnu knjigu sudskog registra"), koji je njegov sastavni dio.

TRGOVAČKI SUD U OSIJEKU

U Osijeku, 10. lipnja 2010. godine

S U D A C
Dubravka Kuveždić
21
Republika Hrvatska - Osijek
TRGOVAČKI SUD

Uputa o pravnom lijeku:

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

D003, 2010-06-10 11:34:13
Stranica: 1 od 1

Gradevina: Skladište peleta sa pakirnicom i prostorom za radnike ,
otvoreno skladište trupaca sa manipulativnim površinama
Vrsta projekta: Glavni projekt – Proračun mehaničke otpornosti i stabilnosti
Investitor: Šišarka d.o.o. Županja, Ulica 131. brigade 12, Županja
Mjesto građenja: Županja, Ulica 131. brigade, k.č. 2235/2, k.o. Županja

TD 602/17
ZOP 602/17

str. 5

MBS: 030108732
Datum: 10.06.2010

TRGOVAČKI SUD U OSIJEKU
Tt-10/969-2

PODACI ZA UPIS U GLAVNU KNJIGU SUDSKOG REGISTRA
(prilog uz rješenje)
Pod brojem upisa 1 za tvrtku DOM NA KVADRAT društvo s ograničenom
odgovornošću za projektiranje i nadzor upisuje se:

SUBJEKT UPISA

ČLANOVI/OSNIIVAČI:

IGOR HLADEK, OIB: 33340278698
Županja, Osječka 52
- jedini osnivač d. o. o.

ČLANOVI UPRAVE/LIKVIDATORI:

IGOR HLADEK, OIB: 33340278698
Županja, Osječka 52
- član uprave
- direktor, zastupa Društvo pojedinačno i samostalno

KATARINA HLADEK, OIB: 50850682941
Županja, Osječka 52
- član uprave
- direktor, zastupa Društvo pojedinačno i samostalno

TEMELJNI KAPITAL:

20.000,00 kuna

PRAVNI ODNOSI:

Pravni oblik:
društvo s ograničenom odgovornošću

Temeljni akt:

Izjava o osnivanju društva s ograničenom odgovornošću od
04.06.2010. godine

U Osijeku, 10. lipnja 2010.



Građevina: Skladište peleta sa pakirnicom i prostorom za radnike ,
otvoreno skladište trupaca sa manipulativnim površinama
Vrsta projekta: Glavni projekt – Proračun mehaničke otpornosti i stabilnosti
Investitor: Šišarka d.o.o. Županja, Ulica 131. brigade 12, Županja
Mjesto građenja: Županja, Ulica 131. brigade, k.č. 2235/2, k.o. Županja

TD 602/17
ZOP 602/17

str. 6

Temeljem članka 51. Zakona o gradnji (NN 153/13 i 20/17)

IMENUJEM

za PROJEKTANTA GRAĐEVINSKOG DIJELA GLAVNOG PROJEKTA

Investitor: **ŠIŠARKA d.o.o. Županja , Ulica 131. Brigade 12
OIB 51906061831**

Građevina: **SKLADIŠTE PELETA SA PAKIRNICOM I
PROSTOROM ZA RADNIKE , OTVORENO
SKLADIŠTE TRUPACA SA
MANIPULATIVNIM POVRŠINAMA**

Mjesto: **Županja, Ulica 131. Brigade bb
Poduzetnička zona Sječine
k.č.2235/2, k.o. ŽUPANJA**

Br. Projekta: **602/17**

ovlaštenog inženjera građevinarstva: IGOR HLADEK, dipl.ing.građ.

U Županja, ožujak 2018. god.

Direktor :

2

REPUBLIKA HRVATSKA
HRVATSKA KOMORA ARHITEKATA
I INŽENJERA U GRADITELJSTVU



Klasa: UP/I-360-01/99-01/1578
Urbroj: 314-01-99-1
Zagreb, 14. listopada 1999.

Na temelju članka 24. i 50. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu (Narodne novine, broj 47/98), Odbor za upise razreda inženjera građevinarstva, rješavajući po zahtjevu koji je podnio HLADEK IGOR dipl.ing.grad., ŽUPANJA, OSJEČKA 52. za upis u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva, donio je sjedeće

RJEŠENJE

1. U Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva upisuje se HLADEK IGOR, (JMBG 1703969303536), dipl.ing.grad., ŽUPANJA, pod rednim brojem 1578, s danom upisa 30.09.1999.
2. Upisom u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva, stječe pravo na uporabu strukovnog naziva "ovlašten inženjer građevinarstva" i pravo na obavljanje poslova temeljem članka 25. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu, a u svezi sa člankom 4. stavkom 1. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu, te ostala prava i dužnosti sukladno posebnim propisima.
3. Ovlaštenom inženjeru izdaje se "inženjerska iskaznica" i stječe pravo na uporabu "pečata".

Obratovanje

HLADEK IGOR dipl.ing.grad., podnio je Zahtjev za upis u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva.

Odbor za upise razreda inženjera građevinarstva provao je postupak u povodu dostavljenog Zahtjeva, te je temeljem članka 24. stavka 2. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu (Narodne novine, broj 47/98), a u svezi sa člankom 5. stavkom 4. i člankom 20. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu (Narodne novine, broj 40/99), riješeno kao u izreci.

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

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

Pouka o pravnom lijeku

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



Dostavlja:

1. HLADEK IGOR
ŽUPANJA, OSJEČKA 52
uz povrat potvrde o izvršenoj dostavi
2. U Zbirku isprava Komore
3. Pismohrane Komore

Temeljem članka 51. Zakona o gradnji (NN 153/13 i 20/17)

Građevina:	SKLADIŠTE PELETA SA PAKIRNICOM I PROSTOROM ZA RADNIKE , OTVORENO SKLADIŠTE TRUPACA SA MANIPULATIVNIM POVRŠINAMA
Mjesto gradnje:	Županja, Ulica 131. Brigade bb Poduzetnička zona Sječine, k.č.2235/2, k.o. ŽUPANJA
Investitor:	ŠIŠARKA d.o.o. Županja , Ulica 131. Brigade 12 OIB 51906061831

dajem

I Z J A V U
br. 602/17

da je ovaj glavni projekt – građevinski projekt sukladan s:

- Zakona o gradnji (NN 153/13 i 20/17, 20/17)
- Zakona o prostornom uređenju (NN 153/13 i 65/17)
- Zakon o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju (NN br.78/15)
- Zakon o normizaciji (NN br. 55/96)
- Zakon o građevinskim proizvodima (NN br.76/13 i NN br. 30/14)
- Osnove projektiranja i djelovanja na konstrukciju (EN 1)
- Projektiranje geotehničkih konstrukcija (EN 7)
- Pravilnik o tehničkim dopuštenjima za građevinske proizvode (NN br.103/08)
- Pravilnik o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama o sukladnosti i označavanju građevinskih proizvoda (NN br.103/08 i NN br.147/09)
- Tehnički propisi za građevinske proizvode (NN br. 17/17)
- Tehnički propisi o građevinskim proizvodima (NN 33/10., 87/10., 146/10., 81/11., 100/11., 130/12., 81/13., 136/14., 119/15.)
- Projektiranje konstrukcije u potresnim područjima (EN 8)
- Pravilnik o tehničkim mjerama i uvjetima za završne radove u građevinarstvu (Sl. br. 49/70, 4/80, 67/89, 21/90)

Projektant: IGOR HLADEK, dipl.ing.građ.

.....

Rješenje br. 602/17
Županja, ožujak 2017.

Direktor:

TEHNIČKI OPIS KONSTRUKCIJE

1. UVOD:

Izrađeno je Glavni projekt za izgradnju SKLADIŠTA PELETA SA PAKIRNICOM I PROSTOROM ZA RADNIKE TE OTVORENOG SKLADIŠTA TRUPACA SA MANIPULATIVNIM POVRŠINAMA, koji će se izgraditi u Županji, Ulica 131. brigade bb, na k.č. 2235/2, k.o. Županja.

Investitor predmetnog zahvata je Šišarka d.o.o. za trgovinu i proizvodnju proizvoda od drva, Ulica 131. brigade 12, Županja.

Građevinska čestica je formirana i čini ju k.č. 2235/2, k.o. Županja, površine 22188,0 m².

Skladište peleta se postavlja udaljeno od uličnog regulacijskog pravca – Ulica 131. brigade k.č.2235/5 za 10,0 m te od bočne međe sa k.č. 2235/6- Put za 6,00 m.

*Skladište se izvodi kao slobodnostojeće u gabaritima 50,80*40,80 m ukupne bruto površine 2.072,64 m².*

Otvoreno skladište trupaca je, ukupne bruto površine ≈ 6400 m². Predviđeni zahvat obuhvaća izvedbu asfaltirane manevarske površine i površine za odlaganje trupaca.

Pristup do prostora predviđenog za skladištenje trupaca izvesti će se izgradnjom pristupne ceste na parceli.

Pristupna cesta spaja se na postojeći asfaltirani nerazvrstanu cestu na susjednoj k.č. 2235/5 s izgradnjom prijelaza preko kanala na istoj parceli. Spoj na postojeću asfaltiranu cestu na k.č.2235/5 izvest će se u duljini 10 m sa dva prometna traka, ukupne širine 5 m, uz zacjevljenje postojećeg oborinskog kanala.

Nosivu strukturu čine nosivi skeletni sustavi:

2 x 20,00 m (dvobrodna hala) raspoređeni na po dužnom rasteru od 10,00 m (5 polja).

Nosivu strukturu sačinjavaju sljedeći konstruktivni elementi:

- Krovne rožnjače - ISN
- Rubne grede-korita – ISKu
- Rubna greda - RSG
- Glavni krovni nosač – DM
- Stupovi - IRS 50/50cm 50/60cm
- Temeljne grede 30/50cm
- Temeljne čaše

Nosiva konstrukcija je povezana tako da formira prostornu nosivu cjelinu koja preuzima kako horizontalno tako i vertikalno opterećenje. Temeljna konstrukcija je konstruirane od temelja samaca povezanih temeljnim gredama.

Prema seizmičkim kriterijima, odnos projektnog ubrzanja tla i ubrzanja zemljine teže iznosi $a_g=0,12g$ sa povratnim periodom od 475 god.

2. OPIS OBJEKTA:

NADTEMELJNA KONSTRUKCIJA:

Objekt je dispozicionog oblika dimenzija prema tlocrtima. Glavni nosivi sistem čini skeletna konstrukcija konstruirana od ab montažnih stupova i glavnih krovnih nosača. Stupovi su pravokutnog poprečnog presjeka 50/50cm i 50/60cm.

Na koti 0,00 je predviđena ploča, debljine $d=15$ cm.

TEMELJNA KONSTRUKCIJA:

Temeljna konstrukcija objekta se sastoji od temeljnih čašica, temeljnih stopa i temeljnih veznih greda. Stupovi se temelje u temeljne čašice za stupove 50/50 cm i 50/60 cm, čime se ostvaruje potrebnii stupanj ukleštenja stupa u temelj. Pretpostavljena dozvoljena nosivost tla prema geomehničkom elaboratu iznosi **150 kN/m²**. Prilikom izrade temeljne konstrukcije obavezan je geomahnički nadzor.

3. KONSTRUKTIVNI SISTEMI:

3.1. NADZEMNA KONSTRUKCIJA – ab montažni elementi

Nosiva struktura objekta je riješena s konstruktivnim sistemima zasnovanim na montažnim armiranobetonskim konstrukcijama, sa zadatkom preuzimanja opterećenja i prijenosa na okolno tlo.

1. STUPOVI:

Stupovi su konstruirani kao ab montažni elementi elementi koji se montiraju na prethodno pripremljenu temeljnu čašicu konstruiranu iznad temeljnih stopa i na kojima se konstruiraju grede za vezu krovnog nosača.

Statički sustav:	Horizontalno pomjerljivi
Klasa betona:	C 40/50
Poprečni presjeci:	50x50 cm, 50x60 cm
Tip:	AB montažni element
Armatura:	B500B

2. SEKUNDARNI NOSAČI T PRESJEKA

Sekundarni nosači su konstruirani kao armiranobetonski montažni ab nosači koji se na svojim krajevima slobodno oslanjanja na flanšu krovnih nosača. Služe kao nosači krovne konstrukcije i za prijenos opterećenja snijega od 0.80 kN/m² na glavne krovne nosače. Spoj sa krovnom gredom je preko anker trna.

Statički sustav:	Prosta greda
Raspon:	10,00 m
Klasa betona:	C 50/60. Pri opuštanju min. klasa betona C 30/37
Poprečni presjeci:	presjek T oblika: $H_{uk}=44,5$ cm
Tip:	AB montažni element
Užad:	Y1860S7

Armatura: B500B

3. KROVNA RUBNA GREDA-KORITO RGU

Krovna rubna greda je konstruirana kao adhezijsko prednapregnuti ab rubni nosač. U poprečnom presjeku je riječ o U presjeku, dimenzija 54x51cm. Spoj sa krovnom gredom je preko anker trna.

Statički sustav: Prosta greda – armirano-betonska
Raspon: 10,00 m
Klasa betona: C 50/60
Tip: AB montažni element
Užad: Y1860S7
Armatura: B500B

4. KROVNA RUBNA GREDA RG

Krovna rubna greda je konstruirana kao adhezijsko prednapregnuti ab rubni nosač. U poprečnom presjeku je riječ obrnutom „L“ presjeku, dimenzija 35x51,50 cm. Spoj sa krovnom gredom je preko anker trna.

Statički sustav: Prosta greda – armirano-betonska
Raspon: 10,00m
Klasa betona: C 50/60
Tip: AB montažni element
Užad: Y1860S7
Armatura: B500B

5. GLAVNI KROVNI NOSAČ DM

Krovni nosač je konstruirani kao adhezijsko prednapregnuti ab nosač. U poprečnom presjeku je riječ o „T“ promjenjivom presjeku. Spoj sa stupom je preko anker trna.

Statički sustav: Prosta greda – armirano-betonska
Raspon: 19,74m
Klasa betona: C 50/60
Tip: AB montažni element
Užad: Y1860S7
Armatura: B500B

6. AB FASADNA KONSTRUKCIJA

Fasadni elementi su konstruirani kao ab montažni elementi koji se montiraju na stupove preko jordala te oslanjaju na temeljne vezne grede u donjem redu fasada.

Statički sistem: Zidni površinski nosač
Poprečni presjek: d=15 cm
Klasa betona: C 40/50
Tip: AB montažni element

Armatura: B500B

Predmet TEMELJNE konstrukcije slijedeći konstrukcijski elementi:

- 1. Temeljne stope sa čašicama**
- 2. Temeljne trake**

1. TEMELJI (T):

Temeljna konstrukcija je riješena sistemom temeljnih samaca povezanim temeljnim veznim gredama po vanjskim osima konstrukcije. U svakoj temeljnoj stopi je konstruirana temeljna čašica za osiguranje montaže stupa. Vezne grede se vode od stope do stope.

TEMELJI SAMCI:

Temelji samci su konstruirani kao pravokutne i kvadratne temeljne stope dimenzija prema statičkom proračunu. Postavljaju se u osima ispod stupova. Temeljna čašica je konstruirana skupa sa temeljnom stopom u jednu zajedničku cjelinu.

Ispod temeljne trake se vrši priprema prema PREPURUKAMA IZ GEOMEHANIČKOG ELABORATA.

Prema rješenju iz projekta dubina temeljenja temeljne stope iznosi **-1,60 m** (od gornje kote poda). Ukoliko se izaberu ove vrijednosti kote temeljenja ista mora se uvrstiti i u ukupnu projektnu dokumentaciju, kao mjerodavna referentna kota temeljenja.

Kvaliteta materijala: Beton: C 30/37
Armatura: B500B

TEMELJNE VEZNE GREDE:

Vezne grede se konstruira po vanjskim osima. Temeljne vezne grede rade se kao montažni elementi. Iz temeljnih stopa ostavljeni su trnovi za vezu sa gredama.

Kvaliteta materijala: Beton: C 40/50
Armatura: B500B

4. ANALIZA KONSTRUKCIJE I DIMENZIONIRANJE:

4.1. Korišteni programski paketi.

Za analizu i dimenzioniranje ab elemenata konstrukcije korišten je programski paket Tower 7 i Arnos EC2, a za temeljnu konstrukciju Ing ++

4.2. Proračunski modeli konstrukcije.

- Računska analiza nosivosti konstrukcije je provedena na 3-D računskom modelu.
- Spojevi montažnih krovnih greda sa stupovima su zglobo modelirani (momentni zglobovi).
- Veza stupa i temeljne konstrukcije je modelirana kao puno uklještenje, sa mogućnosti prijenosa momenta uklještenja na temeljnu konstrukciju.

- Konstrukcija je računata po teoriji I reda, dok je proračun stupova vršen po teoriji MODEL-ŠTAP na zamjenjujućem ekvivalentnom štapu.
- Koeficijenti vitkosti za stupove su uzeti da su 2.00 za oba pravca.
- Prema seizmičkim kriterijima, odnos projektnog ubrzanja tla i ubrzanja zemljine teže iznosi $a_g=0,12g$ s povratnim periodom od 475 god. Kako bi parametri seizmičnosti mogli što točnije definirati usvojene su frekvencije i periodi slobodnih neprigušenih oscilacija, za oba pravca djelovanja horizontalnih sila. Dati parametri se koriste kako u seizmičkoj analizi tako i u analizi opterećenja vjetrom, kao stohastičko-dinamičke pojave opterećenja na objektu.
- Periodi oscilacija su rađeni uz pretpostavku konstantne krutosti sistema (stadij I) ab konstrukcija. Kako je znano da pojavom mikro-naprslina u betonu dolazi do smanjenja krutosti sistema a time i povećanja perioda oscilacija, to bi u nekom konačnom beskonačnom vremenu značilo i manje seizmičke sile od računskih. Međutim s ovim proračunom smo na strani veće sigurnosti.

4.3. Analiza djelovanja na konstrukciju.

Pojedinačna opterećenja koja su uzeta u obzir su sljedeća:

STALNO:

- | | | | |
|------------------------------------|-------------|---|---------------------------------|
| • stalno opterećenje (g_o) | kar: stalno | - | zapreminske težine materijala |
| • stalno opterećenje krova (g) | kar: stalno | - | 0.15 kN/m ² (pokrov) |
| • instalacije (g) | kar: stalno | - | 0.10 kN/m ² |

KORISNO:

- | | | | |
|----------------------------|---------------|---|------------------------|
| • opterećenje snijegom (p) | kar: promjen. | - | 0.80 kN/m ² |
| • opterećenje vjetrom (w) | kar: promjen. | - | 0.46 kN/m ² |

Seizmičko opterećenje (S_x i S_y) kar:seizmika - $a_g=0.12g$
– 475 godišnja karta, D razred tla

MONTAŽA KONSTRUKCIJE

Plan montaže konstrukcije će se uskladiti s prostorom za manipulaciju na gradilištu, a posebnu pažnju treba voditi na sustav i redoslijed montaže elemenata.

Tehnološke napomene:

- Svi spojevi montažnih elemenata moraju se izvesti u skladu sa projektnom dokumentacijom – detalji spojeva.
- Materijali za zalijevanje spojeva montažnih elemenata ne smiju imati efekte skupljanja
- Svi spojevi prije vezivanja moraju biti čisti i bez prisustva korozije.

5. BETONSKI RADOVI:

Betoniranje ne smije otpočeti prije nego što nadzorni inženjer pregleda armaturu i upiše u građevinski dnevnik početak betoniranja. Kod armature voditi računa da se ista u toku rada ne pomakne, da ostane u projektiranom položaju i da bude sa svih strana obuhvaćena betonom.

Za vrijeme betoniranja radnici ne smiju gaziti preko armature i oplata već Izvođač treba da postavi pokretne mostove izdignute iznad armature od tri reda fosni, da se beton prilikom donošenja ne prosipa po armaturi i oplati, a što je najvažnije da se armatura ne pomakne. Pri betoniranju voditi računa da se betonska masa brzo ugradi.

Sve betonske i armirano betonske radove izvesti prema projektu, statičkom proračunu i detaljima, u skladu sa važećim tehničkim propisima za beton, armaturu i oplatu.

Za svaku poziciju i vrstu rada označena je klasa betona koja se mora održati, a što izvođač dokazuje izradom i ispitivanjem probnih, normnih kocki kod Zavoda za ispitivanje građevinskog materijala. Probne kocke izvođač je dužan da izradi u prisustvu nadzornog organa.

Svi betonski radovi moraju se izvesti prema nacrtima, statičkom proračunu, solidno i stručno sa odgovarajućom kvalificiranom radnom snagom i pod stručnim nadzorom. Izrada i ugrađivanje betona vršit će s strojnim putem.

Za armirano betonske konstrukcije vršiti ispitivanje granulometrijskog sustava kamenog agregata i upotrijebiti ga u optimalnom sastavu i vršiti doziranje agregata. Voda koja se upotrebljava za beton mora biti čista i bistra. Količina upotrijebljene vode po jednom m³ betona kontrolirati će se u toku rada imajući u vidu važnost vodocementnog faktora.

Prije betoniranja izvršiti pregled skele, oplata i podupirača u pogledu oblika i stabilnosti, a u toku betoniranja voditi kontrolu nad istim.

Svi izliveni dijelovi konstrukcije moraju biti izrađeni precizno prema dimenzijama u projektu.

Po završenom betoniranju vršiti zaštitu betona od pretjeranog sušenja i sunca, polijevanjem vodom najmanje tri dana, također zaštititi beton od vjetrova i mraza.

Preko izlivenih konstrukcija ne smiju se voziti kolica, ni gaziti, već se svuda moraju postaviti fosne. Zidanje preko betonskih konstrukcija može se nastaviti tek po odobrenju nadzornog inženjera.

Oplata mora biti izrađena stručnom radnom snagom i od suhe i zdrave građe, koja mora odgovarati važećim tehničkim propisima za drvene konstrukcije i oplata. Oplata mora biti stabilna, dobro ukrućena, poduprta podupiračima odgovarajućih dimenzija, da nosi i beton i radnu ekipu, a u svemu prema uputama nadzornog inženjera. Oplata mora biti s pravilnim vezama i potrebnim nadvišenjima tako da se može lako skinuti bez oštećenja betonske konstrukcije. Unutrašnje površine oplata moraju imati točan oblik betonske konstrukcije po planu, a u njima izbetonirane površine po skidanju oplata moraju biti potpuno ravne s oštrim i ravnim ivicama.

Podupirači se ne smiju postaviti direktno na teren ili konstrukciju već se ispod njih moraju postaviti fosne. Ukrućenje podupirača izvršiti u oba pravca radi sprečavanja pomicanja u ma kom pravcu.

U slučaju izmijene statičkog proračuna zbog jačeg ili slabijeg terena kao i zbog drugih uzroka ili u slučaju konstruktivnih izmjena, izvođač je dužan da sve izvrši prema naknadnom statičkom proračunu i detaljima.

Za sve ugrađene materijale u montažne armirano betonske elemente, Investitor je dužan da dostavi propisane ateste o kvalitetu. Izvođač je dužan da pripremi sve tehničke mjere kod izrade (betoniranja), održavanja (njegovanja), transporta i montaže ove projektirane montažne armirano betonske konstrukcije.

6. PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE

6.1. ARMIRANOBETONSKA KONSTRUKCIJA

6.1.1. PROJEKAT BETONA

Prije početka izvođenja konstrukcija od betona i armiranog betona, izvođač radova mora izraditi projekat betona na temelju projekta konstrukcije.

Projekat betona mora sadržavati:

- Sastav betonskih mješavina, količine i tehničke uvjete za projektirane klase betona
- Plan betoniranja, organizaciju i opremu
- Način transporta i ugradnje betonske mješavine
- Način njego vanja ugrađenog betona
- Program kontrole betona, uzimanje uzoraka i ispitivanje betonske mješavine i betona po partijama, itd.

6.1.2. SASTAV BETONSKIH MJEŠAVINA

Na temelju tehničkih uvjeta u projektu konstrukcije, izvođač radova , odnosno proizvođač betona, prema izabranim materijalima, dimenzijama presjeka i postotku armiranja pristupa projektiranju sastava betonskih mješavina.

Projektom konstrukcije predviđa se ugradnja betona C 25/30 i C 30/37 – beton druge kategorije (BII), čiji sastav određuju prethodna ispitivanja svjež e i očvr s le mase betona. Izborom količine vode, vodocementnog faktora, količine cementa, količine agregata i dodataka izračunava se masa ili volumen sastojaka za više probnih mješavina.

Ispitivanjem probnih mješavina dobiva se raspon granulometrijskog sastava agregata, granice varijacije vodocementnog faktora te najmanja odnosno najveća količina cementa za 1m³ betona. Nakon izrade probnih mješavina, propisane njege i dobivenih rezultata ispitivanja betona, može se izabrati sastav betona.

6.1.3. PLAN BETONIRANJA

Plan betoniranja sadrži:

- Vrstu betona i mjesto izrade
- Vrstu i mjesto izrade opl ate
- Vrstu i mjesto izrade armature
- Udaljenost pogona za proizvodnju betona od gradilišta i vrijeme trajanja transporta

- Potreban broj auto miksera za transport betona do gradilišta
- Broj i kapacitet potrebnih sredstava za transport betona na gradilištu (kranovi, pumpe, pervibratori)
- Potrebne skele
- Redoslijed betoniranja
- Debljine ugrađivanja betona
- Mjesta radnih dilatacija i dr.

6.1.4. SKELE I OPLATE

Oplate i skele moraju biti konstruirane tako da mogu primiti opterećenja i utjecaje koji nastaju u toku izvođenja radova.

Unutrašnje stranice oplate moraju biti čiste i, prema potrebi, premazane zaštitnim sredstvom. Premaz oplate ne smije biti štetan za beton i ne smije djelovati na promjenu boje vidljivog betona i vezu između betona i armature. U slučaju upotrebe drvene oplate, potrebno je prethodno kvašenje oplate kako ne bi došlo do apsorpcije vode iz betona.

Oplate i skele moraju održati točnost dimenzija i oblika betona sve do njegova stvrdnjavanja. Skidanje oplate vrši se pri postizanju potrebne čvrstoće betona koja za stupove i zidove iznosi 30% propisane klase betona, a za ploče i grede 70% propisane klase betona. Ako je betonski elemenat za vrijeme skidanja oplate opterećen, čvrstoća betona mora odgovarati uvjetima za klasu betona određenu projektom konstrukcije.

6.1.5. ARMATURA

Pri transportu i skladištenju armaturnih šipki i mreža ne smije doći do mehaničkih oštećenja, lomova na mjestu zavarivanja i prljavštine koja može smanjiti adheziju, a ni do gubitka oznaka i smanjenja presjeka zbog korozije. Armatura se savija i nastavlja na način određen projektom konstrukcije.

Radi osiguranja projektiranog položaja tijekom ugradnje betona koriste se graničnici i podmetači. Prije početka betoniranja mora se izvršiti pregled armature i zapisnički utvrditi da montirana armatura zadovoljava u pogledu mehaničkih karakteristika, promjera i broja šipki i armaturnih mreža i njihovog rasporeda te učvršćenja u oplati.

6.1.6. UGRADNJA BETONA

Beton se ugrađuje prema projektu betona.

Početna temperatura svježeg betona u fazi ugradnje ne smije biti niza od +5°C ni viša od +30°C.

Beton se mora transportirati i ubacivati u oplatu na takav način da ne dođe do segregacije betona i promjena u sastavu i svojstvima betona. Svježem betonu ne smije se naknadno dodavati voda.

Visina slobodnog pada ne smije biti veća od 1,5 m. Beton se ugrađuje u slojevima maksimalne debljine 70 cm. Sljedeći sloj mora se ugraditi za vrijeme koje osigurava spajanje betona s prethodnim slojem (2-3 h).

ZAHTJEVI ZA PROJEKTIRANJU BETONSKU KONSTRUKCIJU IZ UVJETA AGRESIVNOG OKOLIŠA

Konstruktivni element	Zaštitni sloj betona (mm)	Razred tlačne čvrstoće	Razred izloženosti	v/c max	Minimalna količina cementa (kg/m ³)	VDP	max zрно agregata
Podložni beton		C 12/15	X0				
Monolitne AB temeljne trake i stope	50	C 30/37	XC2	0,60	300		32 mm
AB podna ploča d= 15 cm	25	C 25/30	XC2	0,60	280		16 mm
AB podna ploča d= 30 cm	25	C 25/30	XC2	0,60	280		16 mm
AB stupovi	40	C 40/50	XC4, XF2	0,60	320		16 mm
AB glavni nosač,	50	C 50/60	XC4, XF2	0,60	340		16 mm
AB sekundarni nosači, uvalna greda, rubna greda	50	C 50/60	XC4, XF2	0,60	340		16 mm
AB temeljna greda	40	C 40/50	XC4, XF2	0,60	320		16 mm
AB fasadni elementi	40	C 40/50	XC4, XF2	0,60	320		16 mm
AB horizontalni, vertikalni serklaži	20	C 25/30	XC2	0,60	280		16 mm
AB tlačna ploča stropa	25	C 25/30	XC2	0,60	280		16 mm

Tablica je izrađena prema projektu AB konstrukcije i Prilogu „F“ HRN EN 206-1 i HRN 1128.

Razredba proračunskoga uporabnog vijeka (prema HRN ENV 1991–1)

Razred	Zahtijevani proračunski uporabni vijek (godine)	Primjer
1	1-5	Privremene konstrukcije
2	25	Zamjenjivi dijelovi konstrukcije, npr. grede pokretnih kranova, ležajevi
3	50	Konstrukcije zgrade ili druge uobičajene konstrukcije
4	100	Monumentalne građevine, mostovi i druge inženjerske konstrukcije

Propisani (uporabni) vijek konstrukcije je 50 godina sukladno normi HRN EN 1991-1:2005, tablica 2.1, a koji se odnosi na konstrukcije zgrada ili druge uobičajene konstrukcije.

6.1.7. NJEGOVANJE UGRAĐENOG BETONA

Neposredno nakon betoniranja beton mora biti zaštićen od prebrzog isušivanja, visokih i niskih temperatura, vibracija i sl.

Beton se njeguje polijevanjem vodom koja ne smije biti znatno hladnija od betona kako ne bi nastale površinske pukotine.

Vrijeme i vrsta njege betona ovise o klimatskim uslovima i vrsti betona. Njega betona mora trajati najmanje 7 dana, odnosno do trenutka postizanja 60% predviđene klase betona.

6.1.8. ZAVRŠNA OCJENA KVALITETE BETONA U KONSTRUKCIJI

Za beton kategorije BII mora se dati završna ocjena kvalitete betona koja obuhvaća:

- Dokumentaciju o preuzimanju betona po partijama
- Mišljenje o kvaliteti ugrađenog betona, koje se daje na osnovu vizualnog pregleda konstrukcije i pregleda dokumentacije o gradnji.

Na temelju završne ocjene kvalitete betona u konstrukciji dokazuje se sigurnost i trajnost konstrukcije ili traži naknadni dokaz kvalitete betona.

Statički proračuni su napravljeni uz pomoć programa Tower 7.0, vlastita težina betonskih elemenata uzeta je programski.

IZRADIO:

ŽUPANJA, ožujak 2018.

PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE ZA ZIDANU KONSTRUKCIJU

U ovom programu kontrole i osiguranja kvalitete obrađuju se dijelovi zidane nosive konstrukcije. Tehnička svojstva ziđa zidane konstrukcije moraju biti sukladna s normom HRN EN 1996-1-1, HRN EN 1996-1-2 i HRN EN 1996-1-3 ili sa ispitivanjima.

Tehnička svojstva zidanih elemenata, morta, betona, armature, čelika za armiranje i čelika za prednapinjanje, pomoćnih dijelova i predgotovljenog ziđa moraju biti specificirana prema Prilogu „B“, Prilogu „C“, Prilogu „F“, Prilogu „G“ i Prilogu „H“ TPZK.

Tehnička svojstva zidnog elementa moraju ispunjavati opće i posebne zahtjeve bitne za krajnju namjenu zidnog elementa i moraju biti specificirana prema normama niza HRN EN 771, normama na koje taj niz upućuje i odredbama TPZK.

Potvrđivanje sukladnosti zidnih elemenata provodi se prema postupku i kriterijima Dodatka ZA, normi niza HRN EN 771, TE ODREDBAMA Priloga „B“ TPZK i posebnog propisa.

Tehnička svojstva morta moraju ispunjavati opće i posebne zahtjeve bitne za krajnju namjenu morta i moraju biti specificirane prema normi HRN EN 998-2, normama na koje ta norma upućuje i odredbama Priloga „C“ TPZK.

Potvrđivanje sukladnosti morta provodi se prema Dodatku ZA norme HRN EN 998-2 (tvornički mort, mort zadanog sastava).

Za jednostavne građevine uporabljivost se smatra dokazanom ako je potvrđena sukladnost pojedinih sastojaka morta u skladu sa Prilogom „D“ i „F“ TPZK te ako je utvrđeno da su omjeri sastojaka morta i način izrade u skladu sa glavnim projektom.

Tehnička svojstva građevnog vapna ovisno o vrsti, moraju ispunjavati zahtjeve za krajnju namjenu u mortu i moraju biti specificirana prema normi HRN EN 459-1, normama na koje ta norma upućuje i odredbama priloga „D“ TPZK.

Potvrđivanje sukladnosti građevnog vapna provodi se ovisno o vrsti vapna prema odredbama Dodatka ZA norme HRN EN 459-1 i norme HRN EN 459-3, te odredbama Priloga TPZK i posebnog propisa.

Tehnička svojstva cementa ovisno o vrsti cementa moraju ispunjavati opće i posebne zahtjeve bitne za krajnju namjenu u zidanoj konstrukciji i moraju biti specificirana u skladu Priloga „D“ TPZK.

Potvrđivanje sukladnosti zidarskog cementa provodi se prema odredbama Dodatka ZA norme HRN EN 413-1 i normi HRN EN 197-2, te odredbama priloga TPZK i posebnog propisa.

Tehnička svojstva i drugi zahtjevi te potvrđivanje dodatka mortu iz priloga „C“ određuju se, odnosno provode ovisno o vrsti dodatka (kemijski i mineralni dodatci) prema normama navedenima u Prilogu „E“ TPZK, normama na koje te norme upućuju, te u skladu s odredbama posebnog propisa.

Tehnička svojstva agregata za mort moraju, ovisno o vrsti agregata ispunjavati opće i posebne zahtjeve bitne za krajnju namjenu, te moraju biti specificirana prema normi HRN EN 13139, normama na koje te norme upućuju, te odredbama Priloga „F“, te u skladu sa odredbama posebnog propisa.

Prilogom „F“ sukladno članku 14. TPZK propisuju se tehnička svojstva i drugi zahtjevi za pripremu morta iz Priloga „C“ i betona, ako propisom nije drugačije propisano.

Tehnička svojstva i drugi zahtjevi te potvrđivanje sukladnosti armature, čelika za armiranje određuju se, odnosno provode, ovisno o vrsti čelika odgovarajućom primjenom Priloga „B“ TPBK, odredbama PPZK, te u skladu s odredbama posebnog propisa.

Tehnička svojstva i drugi zahtjevi te potvrđivanje sukladnosti betona koji je sastavni dio zidane konstrukcije, određuju se, odnosno provode odgovarajućom primjenom Priloga „A“ TPBK, odredbama TPZK, te u skladu s odredbama posebnog propisa.

Izvođenje betonskih konstrukcija, nadzorne radnje i kontrolni postupci na gradilištu treba provoditi sukladno Prilogu „J“ TPBK i normama na koje on upućuje.

Tehnička svojstva pomoćnih dijelova, koja se ugrađuju u zidane konstrukcije, moraju ispunjavati opće i posebne zahtjeve bitne za krajnju namjenu u ziđu i moraju biti specificirana prema normama niza HRN EN 845, normama na koje te norme upućuju i odredbama Priloga „G“ TPZK.

Tijekom izvođenja potrebno je pridržavati se propisanog u Prilogu „J“ TPZK, gdje se propisuju uvjeti za izvođenje, te nadzorni i kontrolni postupci.

Zidni konstruktivni elementi građevine na gradilištu se izvode kao monolitno omeđeno ziđe.

Ziđe se izvodi od zidnih elemenata, proizvedenih prema Prilogu „B“ i morta proizvedenog prema odredbama Priloga „C“ TPZK, te prema projektu zidane konstrukcije.

Prije zidanja ziđa mora se provesti pregled svake otpremnice i oznake na zidnim elementima, mortu i drugim građevnim proizvodima koji se rade, vizualna kontrola elementa, vreća morta i ambalaže ostalih građevnih proizvoda da se utvrde moguća oštećenja i utvrđivanje razreda kontrole proizvodnje zidnih elemenata.

Na građevini je propisan razred kontrole proizvodnje zidnih elemenata II.

Razred kontrole izvedbe je B.

Provođenje nadzora nad armirano-betonskim dijelovima konstrukcije provodi se sukladno Zakonu o prostornom uređenju i gradnji – N.N. 76/07,38/09 I 55/11, normom HRN EN 13670-1 – Izvedba betonskih konstrukcija, TPBK i svim ostalim normama i zakonima, te pravilnicima koji su vezani uz građenje.

Nadzorom se provodi provjera sukladnosti svojstava proizvoda i materijala koji će se upotrijebiti i nadzor izvedbe radova.

Za predmetnu građevinu provodi se razred nadzora 2.

Građevina se nalazi u VII potresnoj zoni sa ubrzanjem tla $a_g = 0,10$ g.

Marka opeke MO= 15.00 N/mm², marka morta M=5,00 N/mm².

Obzirom da se radi o seizmičkom području, vertikalne sljubnice moraju u cijelosti biti ispunjene mortom.

Zidni element ne smije imati više od 25 % šupljina po obujmu. Najmanja debljina stijenki mora biti 12 mm (prema NAD-u norme).

Vertikalna rebra u šupljim ili sačastim zidnim elementima moraju se protezati duž čitave horizontalne duljine elementa.

U građevini se izvode horizontalni i kosi AB serklaži.

Osnovno načelo za izvedbu je da se zidani elementi postavljaju i nadovezuju sukladno s projektom i u skladu s normom HRN EN 1996-2.

Zidanje ziđa treba izvesti prema pravilima struke (vlažnost zidnih elemenata, konzistencija morta, izvedba sljubnica, visina zidanja u jednom danu, pravilno izvođenje vertikalnih i horizontalnih serklaža i povezivanje zidova i dr.).

Uporabni vijek građevine je 50 godina.

Kontrolni pregled građevine u okviru održavanja zidanih konstrukcija treba provesti svakih deset godina.

Projektant:
Igor Hladek, dipl. ing. građ.

U Županji, ožujak 2017.

PRIMJENJENI PROPISI

- Zakon o građenju (NN br. 153/13 i 20/17)
- Zakon o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju (NN br.78/15)
- Zakon o normizaciji (NN br. 55/96)
- Zakon o građevinskim proizvodima (NN br.86/08)
- Osnove projektiranja i djelovanja na konstrukciju (EN 1)
- Projektiranje geotehničkih konstrukcija (EN 7)
- Pravilnik o tehničkim dopuštenjima za građevinske proizvode (NN br.103/08)
- Pravilnik o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama o sukladnosti i označavanju građevinskih proizvoda (NN br.103/08 i NN br.147/09)
- Tehnički propisi za građevinske proizvode (NN br. 17/17)
- Projektiranje konstrukcije u potresnim područjima (EN 8)
- Pravilnik o tehničkim mjerama i uvjetima za završne radove u građevinarstvu (Sl. br. 49/70, 4/80, 67/89, 21/90)

Gradevina: Skladište peleta sa pakirnicom i prostorom za radnike ,
otvoreno skladište trupaca sa manipulativnim površinama
Vrsta projekta: Glavni projekt – Proračun mehaničke otpornosti i stabilnosti
Investitor: Šišarka d.o.o. Županja, Ulica 131. brigade 12, Županja
Mjesto građenja: Županja, Ulica 131. brigade, k.č. 2235/2, k.o. Županja

TD 602/17
ZOP 602/17

str. 22

STATIČKI PRORAČUN

ANALIZA OPTEREĆENJA

Analiza opterećenja izvršena je u skladu sa važećim normama.

ANALIZA DEJSTVA NA KONSTRUKCIJU

STALNO

Opterećenje krova:

- stalno opterećenje (g_0) kar: stalno - zapreminske težine materijala
- pokrov-krovni panel $d=10\text{cm}$ kar: stalno- $0,15 \text{ kN/m}^2$
- instalacije (g) kar: stalno - $0,10 \text{ kN/m}^2$

$$g = 0,25 \text{ kN/m}^2$$

ANALIZA OPTEREĆENJA SNIJEGOM

Opterećenje od snijega na krov za stalne i prolazne proračunske situacije iznosi:

$$s = \mu_i \times C_e \times C_t \times s_k$$

gdje su:

μ_i - koeficijent oblika opterećenja od snijega

C_e - koeficijent izloženosti, C_t - termički koeficijent

s_k - karakteristična vrijednost opterećenja od snijega na tlo

Za uobičajnu topografiju preporučena vrijednost koeficijenta izloženosti iznosi $C_e = 1,0$.

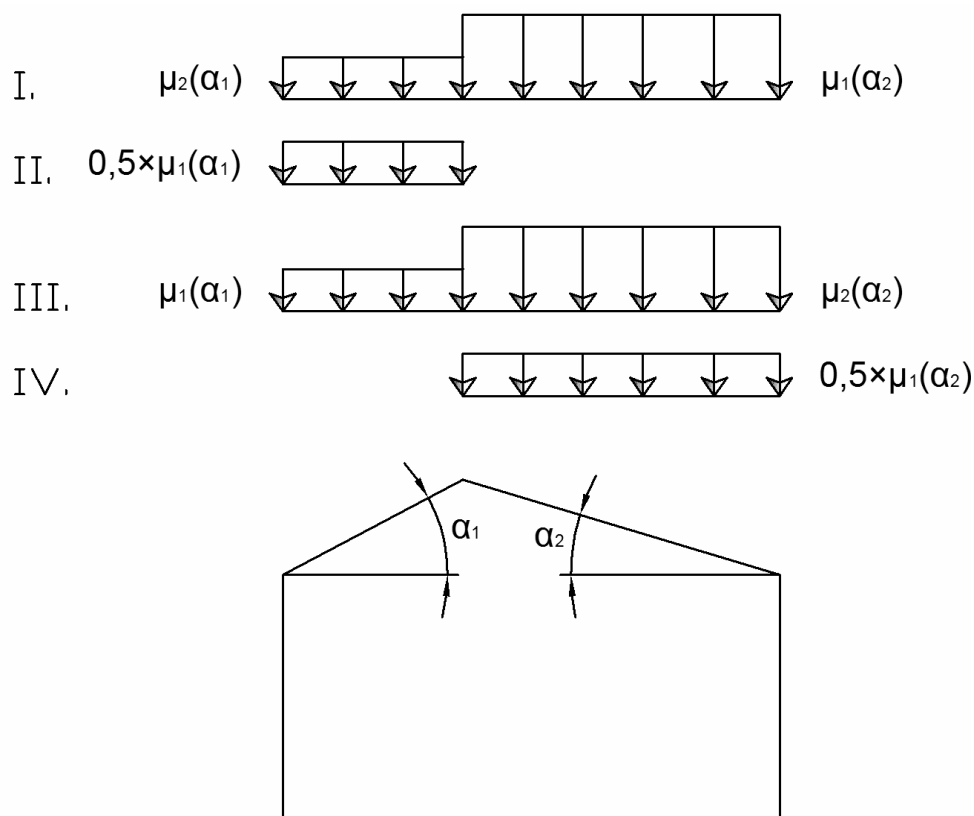
Na krovu se ne nalaze staklene površine pa termički koeficijent iznosi $C_t = 1,0$.

Objekat se nalazi u području opterećenja snijegom za koje pri nadmorskoj visini od **80 m.n.v.** vrijedi karakteristično opterećenje snijegom $s_k = 1,00$ (3. područje).



Za nagib krova (presjek A-A) : $\alpha_1 = 3,5^\circ$ i $\alpha_2 = 3,5^\circ$ koeficijent oblika opterećenja od snijega iznosi:

$$\mu_1(\alpha_1) = \mu_1(\alpha_2) = 0,8, \mu_2(\alpha_1) = \mu_2(\alpha_2) = 0,8$$



Slika 1. Koeficijenti oblika opterećenja snijega za presjek A-A

Opterećenje snijegom na krov za presjek A-A iznosi:

I. slučaj opterećenja:

$$s_I^{LIJEVO} = \mu_2(\alpha_1) \times C_e \times C_t \times s_k = 0,8 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,00 = 0,80 \frac{kN}{m^2}$$

$$s_I^{DESNO} = \mu_1(\alpha_2) \times C_e \times C_t \times s_k = 0,8 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,00 = 0,80 \frac{kN}{m^2}$$

II. slučaj opterećenja:

$$s_{II} = 0,5 \times \mu_1(\alpha_1) \times C_e \times C_t \times s_k = 0,5 \times 0,8 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,00 = 0,40 \frac{kN}{m^2}$$

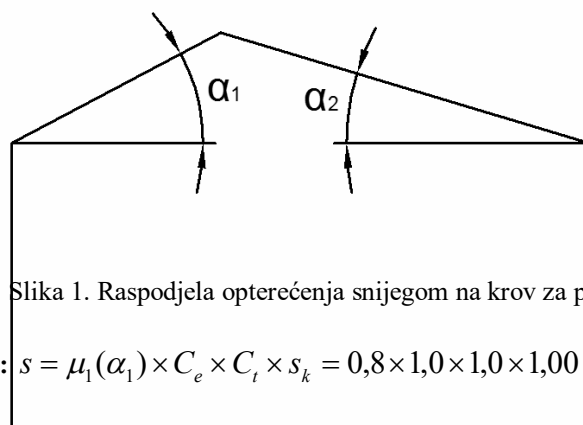
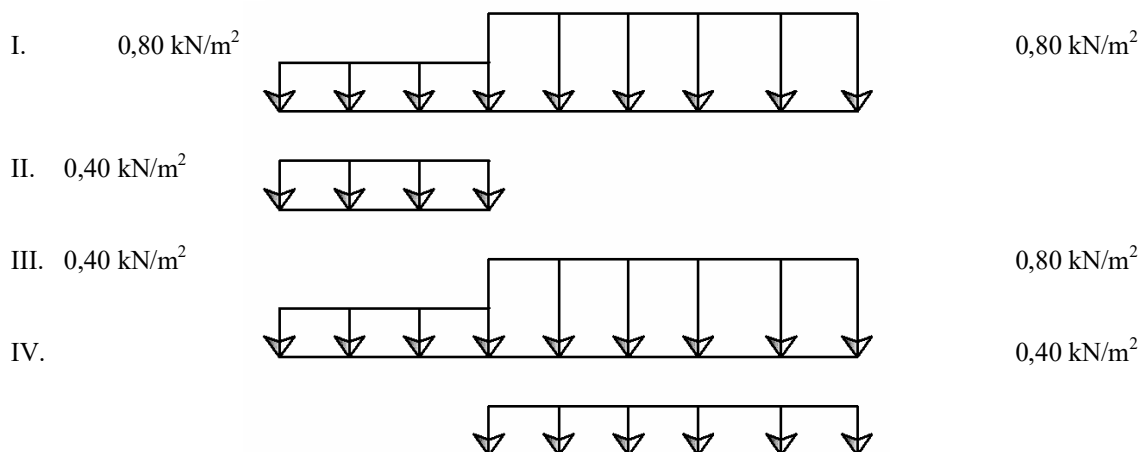
III. slučaj opterećenja:

$$s_{III}^{LIJEVO} = \mu_1(\alpha_1) \times C_e \times C_t \times s_k = 0,8 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,00 = 0,80 \frac{kN}{m^2}$$

$$s_{III}^{DESNO} = \mu_2(\alpha_2) \times C_e \times C_t \times s_k = 0,8 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,00 = 0,80 \frac{kN}{m^2}$$

IV. slučaj opterećenja:

$$s_{IV} = 0,5 \times \mu_1(\alpha_2) \times C_e \times C_t \times s_k = 0,5 \times 0,8 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,00 = 0,40 \frac{kN}{m^2}$$



Slika 1. Raspodjela opterećenja snijegom na krov za presjek A-A

Opterećenje za presjek 1-1: $s = \mu_1(\alpha_1) \times C_e \times C_t \times s_k = 0,8 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,00 = 0,80 \frac{kN}{m^2}$

Usvojena vrijednost opterećenja snijegom iznosi 0,80 kN/m².

ANALIZA OPTEREĆENJA VJETROM

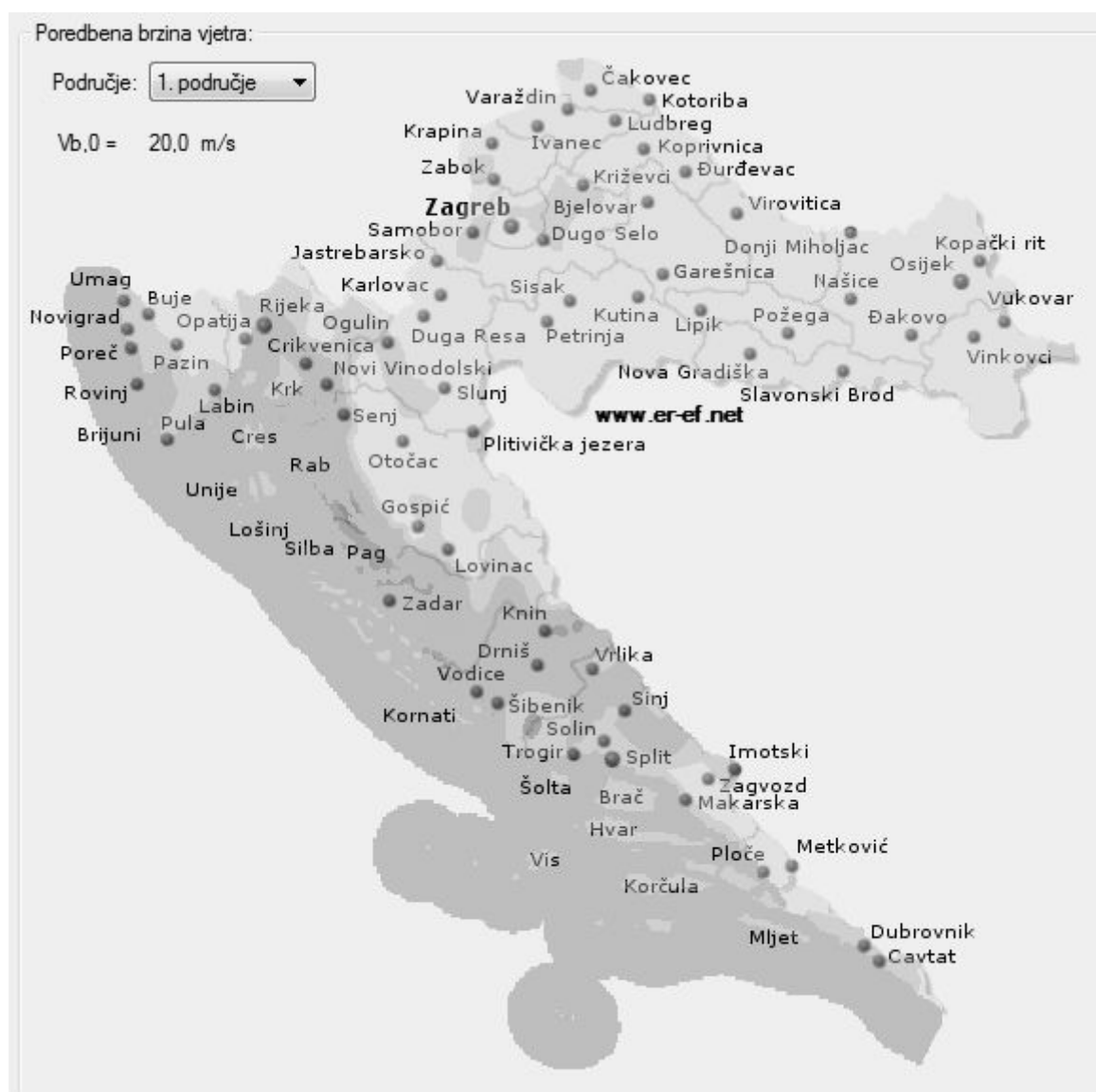
OPĆI PODACI O OBJEKTU:

Nagib krovne konstrukcije	= 3,5° (dvostrešni krov)
Visina objekta do sljemena	= 7,55 m
Nadmorska visina	= 80,00 m.n.m.
Lokacija objekta	= županja , Hrvatska

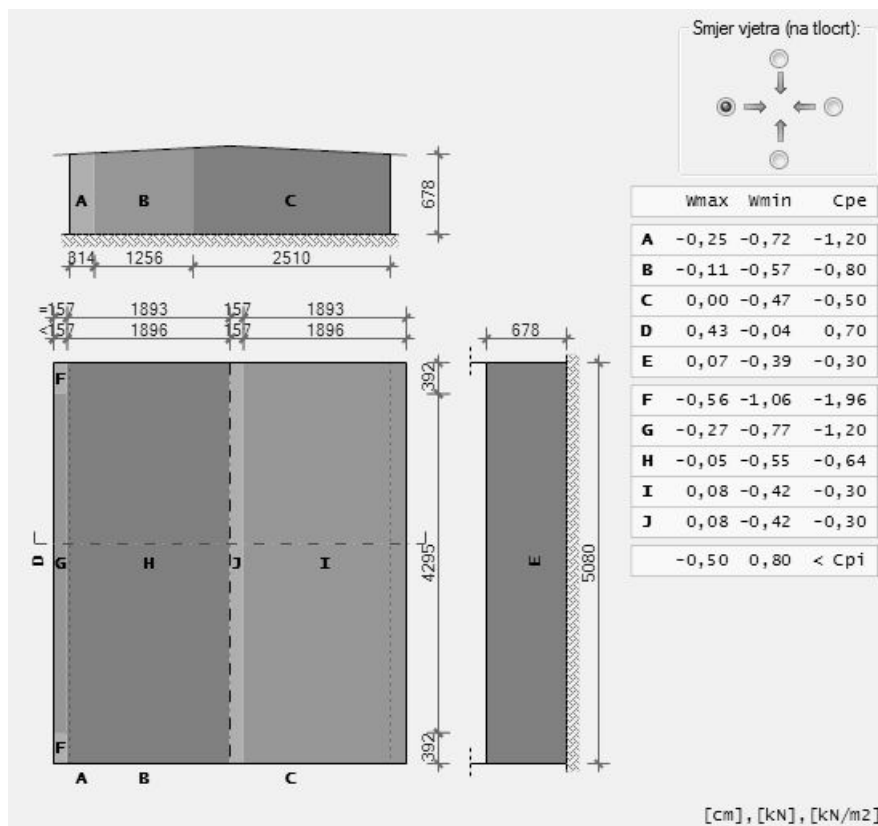
Vjetar (okomito na plohu)

- $V_{b,0} = 20,00$ m/s (1. Područje).
- 3. Predgrađa gradova ili industrijska područja i šume, $C_e(8,00) = 1,54$

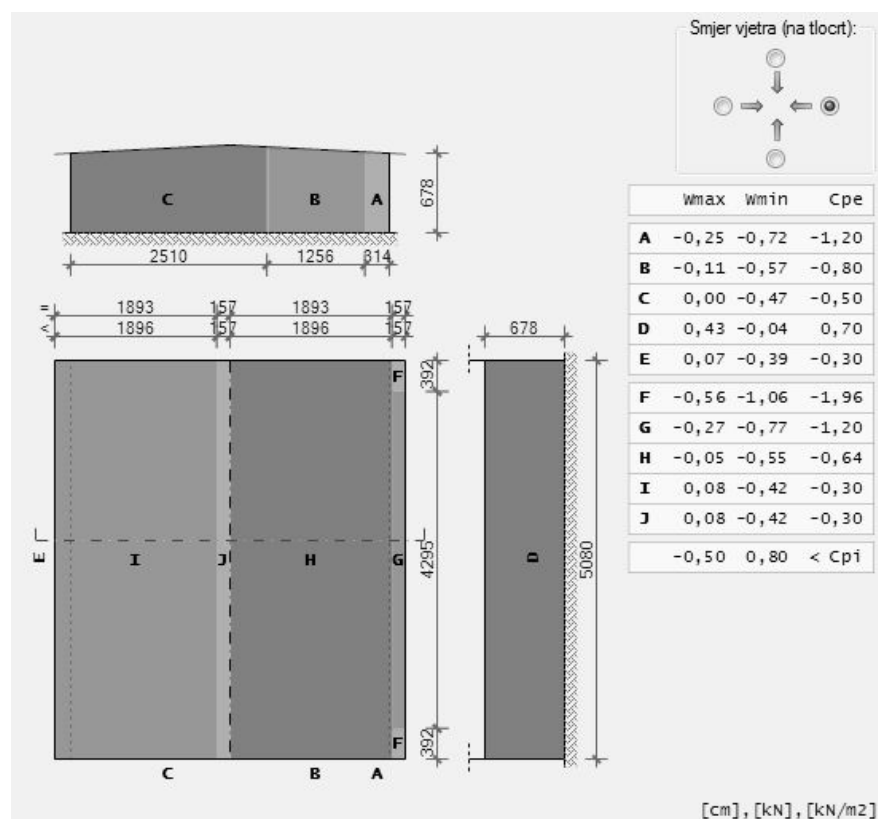
Ref. pritisak srednje brzine vjetra: $q_{REF} = 0,25$ kN/m²



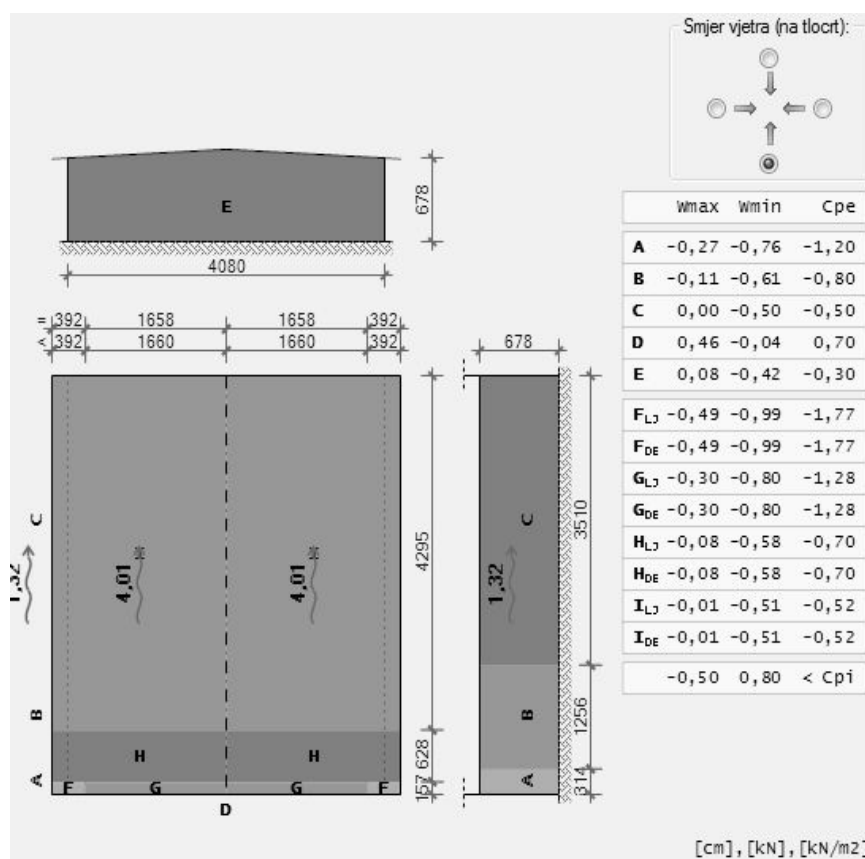
Sheme opterećenja:



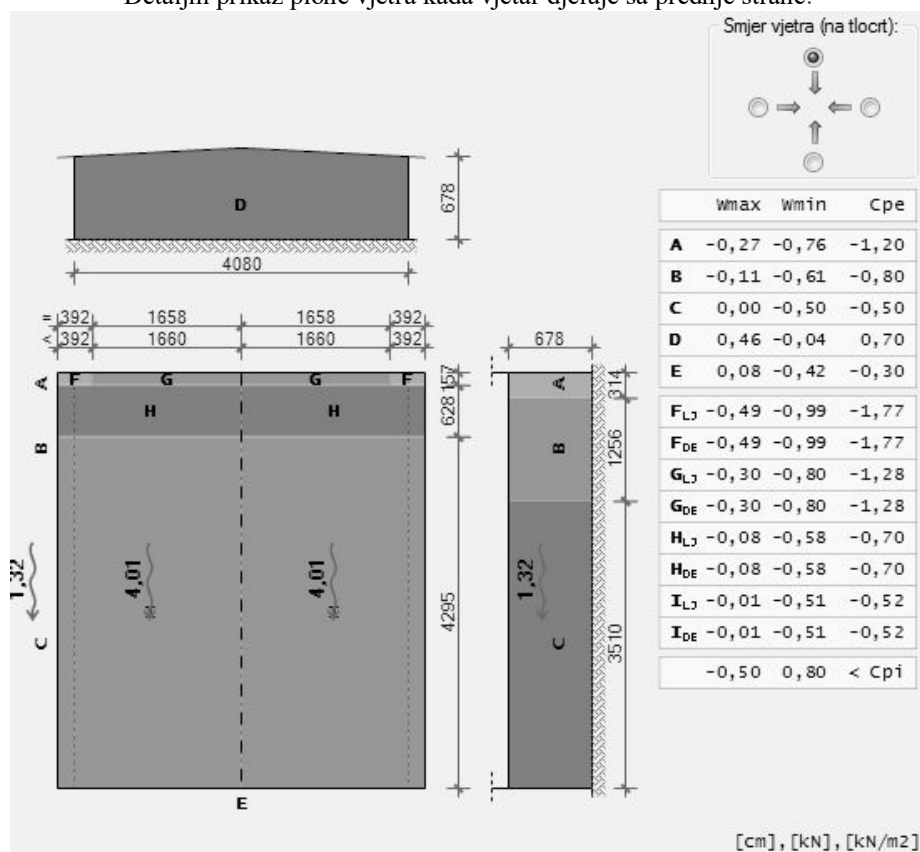
Detaljni prikaz plohe vjetra kada vjetar djeluje sa lijeve strane.



Detaljni prikaz plohe vjetra kada vjetar djeluje sa desne strane.



Detaljni prikaz plohe vjetra kada vjetar djeluje sa prednje strane.



Detaljni prikaz plohe vjetra kada vjetar djeluje sa zadnje strane.

Građevina: Skladište peleta sa pakirnicom i prostorom za radnike ,
otvoreno skladište trupaca sa manipulativnim površinama
Vrsta projekta: Glavni projekt – Proračun mehaničke otpornosti i stabilnosti
Investitor: Šišarka d.o.o. Županja, Ulica 131. brigade 12, Županja
Mjesto građenja: Županja, Ulica 131. brigade, k.č. 2235/2, k.o. Županja

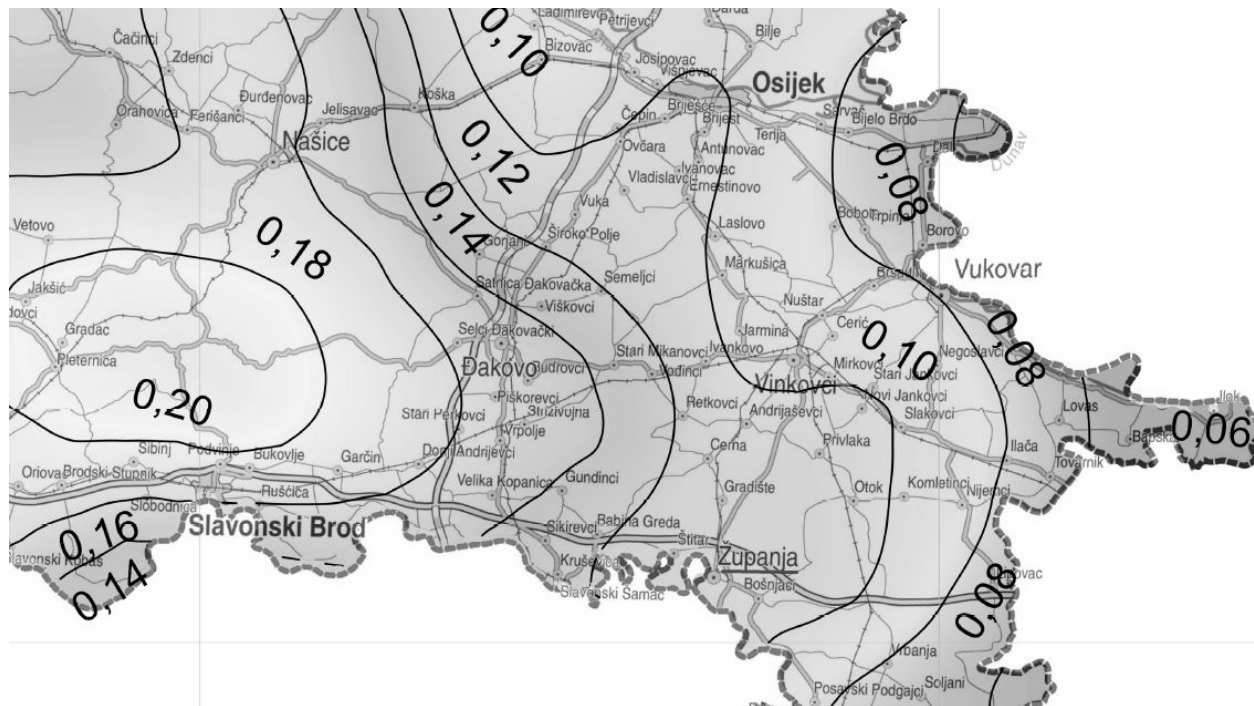
TD 602/17
ZOP 602/17

str. 29

SEIZMIČKO OPTEREĆENJE

Mjesto: Županja , Hrvatska

$T_p = 475$ godina: $a_g = 0,12g$



ANALIZA OPTERECENJA – 2D MODEL – PREDNAPREGNUTI NOSACI

SEKUNDARNI NOSAC - ISN

Stalno opterećenje - pokrov: $g = 0,25 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,53\text{m} = 0,63 \text{ kN/m}$

Vlastita težina nosaca– automatski uzeta u obzir (softwer Arnos2)

Snijeg: $p = 0,80 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,53\text{m} = 2,02 \text{ kN/m}$

RUBNA GREDA-KORITO - ISKu

Stalno opterećenje - pokrov: $g = 0,25 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,53\text{m} \cdot 1,50 = 0,95 \text{ kN/m}$

Vlastita težina nosaca– automatski uzeta u obzir (softwer Arnos2)

Snijeg: $p = 0,80 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,53\text{m} \cdot 1,50 = 3,04 \text{ kN/m}$

RUBNA GREDA - RSG

Stalno opterećenje - pokrov: $g = 0,25 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,53\text{m} = 0,63 \text{ kN/m}$

Vlastita težina nosaca– automatski uzeta u obzir (softwer Arnos2)

Snijeg: $p = 0,80 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,53\text{m} = 2,02 \text{ kN/m}$

GLAVNI NOSAC – DM

Vlastita težina nosaca – automatski uzeta u obzir (softwer Arnos2)

Stalno opterećenje - pokrov: $R_{g1} = 0,25 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,53\text{m} \cdot 10,00\text{m} / 2 = 3,16 \text{ kN}$

$2 R_{g1} = 6,33 \text{ kN}$

Vlastita težina sekundarnog nosac ISN

$R_{isn} = 0,055\text{m}^2 \cdot 10,00\text{m} \cdot 25 \text{ kN/m}^2 / 2 = 13,75/2 = 6,875 \text{ kN}$

$2 R_{isn} = 13,75 \text{ kN}$

$R_g = 6,33 + 13,75 = 20,08 \text{ kN}$

Snijeg: $R_p = 0,80 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,53\text{m} \cdot 10,00\text{m} / 2 = 10,12 \text{ kN}$

$2 R_p = 20,24 \text{ kN}$

Projektant:
Igor Hladek, dipl. ing. građ.

Građevina: Skladište peleta sa pakirnicom i prostorom za radnike ,
otvoreno skladište trupaca sa manipulativnim površinama
Vrsta projekta: Glavni projekt – Proračun mehaničke otpornosti i stabilnosti
Investitor: Šišarka d.o.o. Županja, Ulica 131. brigade 12, Županja
Mjesto građenja: Županja, Ulica 131. brigade, k.č. 2235/2, k.o. Županja

TD 602/17
ZOP 602/17

str. 31

STATIČKI PRORAČUN AB STUPOVA

Osnovni podaci o modelu

Naslov: STATIČKI PRORAČUN STUPOVA
Građevina: SKLADIŠTE
Mjesto: ŽUPANJA
Investitor: ŠIŠARKA DOO ŽUPANJA

Datoteka: SISARKA3.twp
Datum proračuna: 27.2.2018

Način proračuna: 3D model

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

Veličina modela

Broj čvorova: 120
Broj pločastih elemenata: 0
Broj grednih elemenata: 199
Broj graničnih elemenata: 90
Broj osnovnih slučajeva opterećenja: 8
Broj kombinacija opterećenja: 30

Jedinice mjera

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

Ulazni podaci - Konstrukcija

Schema nivoa

Naziv	z [m]	h [m]
Kroviste	6.43	6.43

Nivo uklještenja	0.00
------------------	------

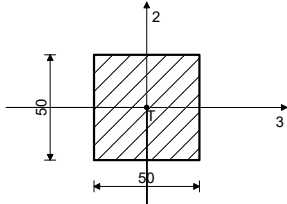
Tabela materijala

No	Naziv materijala	E[kN/m ²]	μ	γ[kN/m ³]	αt[1/C]	Em[kN/m ²]	μm
1	C40/50	3.500e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.000e+7	0.20
2	C50/60	3.700e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.000e+7	0.20

Setovi greda

Set: 1 Presjek: STUP IRS 50/50, Fiktivna ekscentričnost

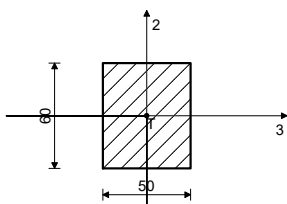
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - C40/50	2.500e-1	2.083e-1	2.083e-1	8.802e-3	5.208e-3	5.208e-3



[cm]

Set: 2 Presjek: STUP IRS 50/60, Fiktivna ekscentričnost

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - C40/50	3.000e-1	2.500e-1	2.500e-1	1.240e-2	6.250e-3	9.000e-3

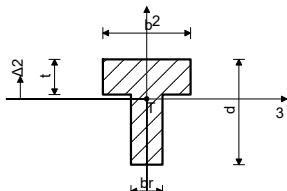


[cm]

Set: 3 Presjek: DM NOSAC, Fiktivna ekscentričnost

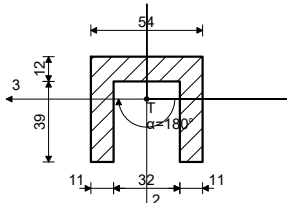
Mat.	Tip promjene
2 - C50/60	Relativna linearna promjena.

No	dL	Δ3 [cm]	Δ2 [cm]	b [cm]	t [cm]	br [cm]	d [cm]
S	0	0.00	0.00	50.00	20.00	18.00	60.00
1	0.5	0.00	33.99	50.00	20.00	18.00	120.00
E	1	0.00	0.00	50.00	20.00	18.00	60.00



Set: 4 Presjek: RUBNA GREDA-KORITO ISKu, Fiktivna ekscentričnost

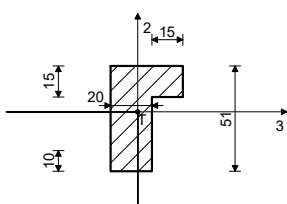
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 - C50/60	1.506e-1	1.030e-1	6.585e-2	6.571e-4	5.627e-3	3.566e-3



[cm]

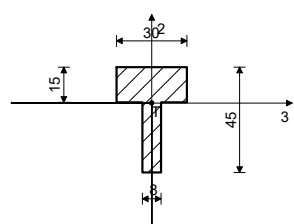
Set: 5 Presjek: RUBNA GREDA RSG, Fiktivna ekscentričnost

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 - C50/60	1.245e-1	9.327e-2	9.594e-2	1.154e-3	9.467e-4	2.850e-3



[cm]

Set: 6 Presjek: SEKUNDARAC ISN, Fiktivna ekscentričnost

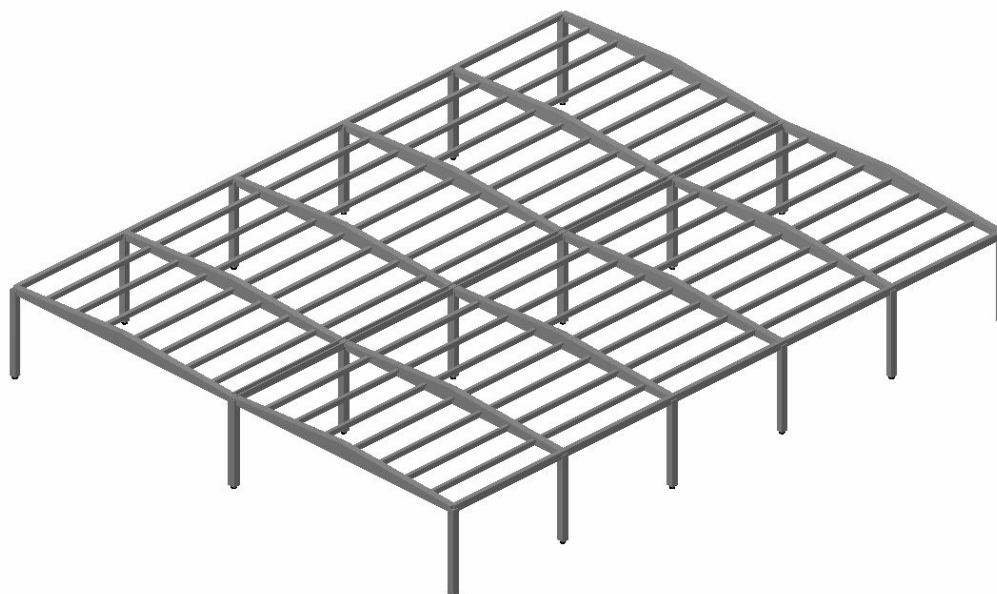


[cm]

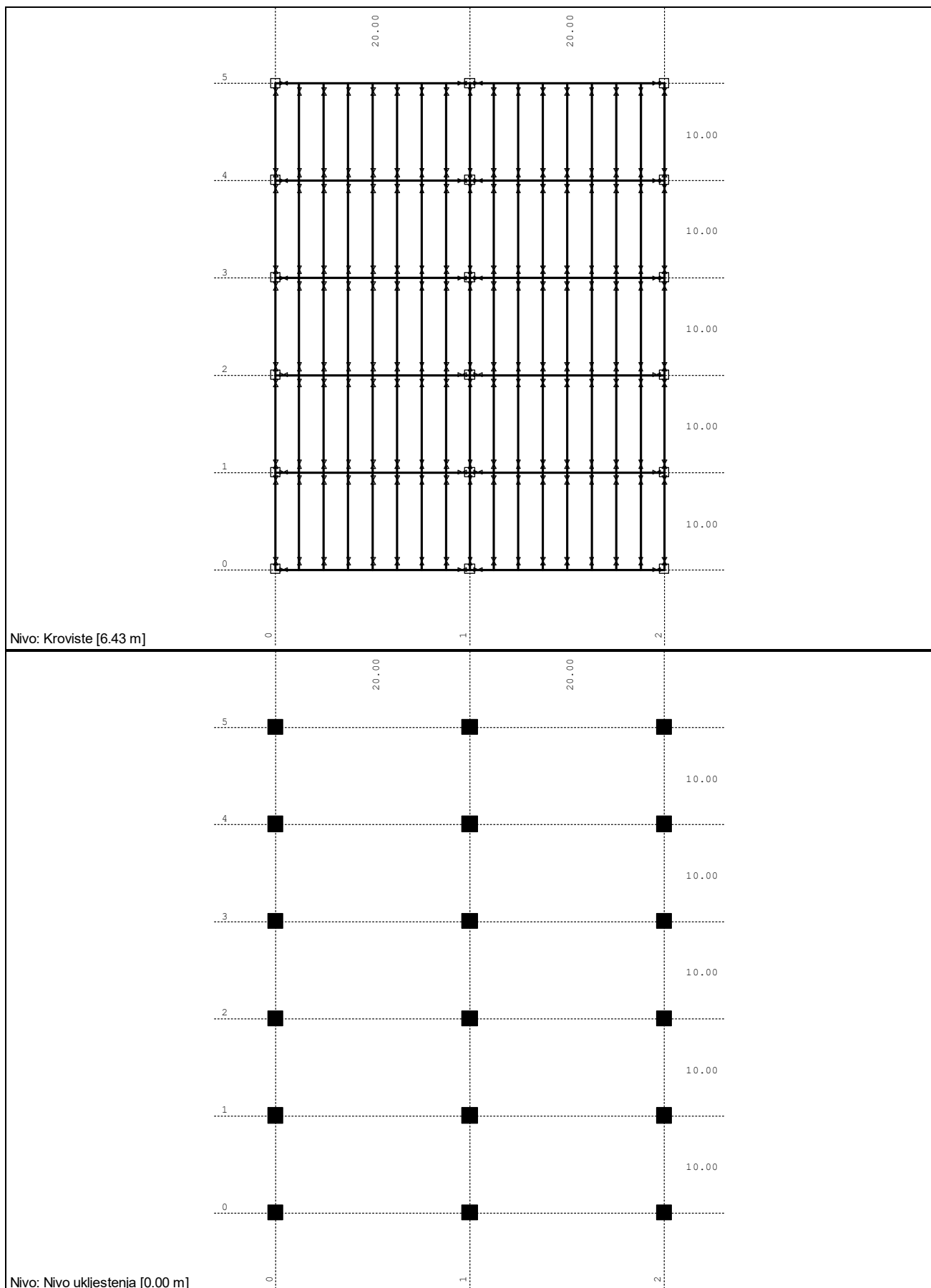
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
2 - C50/60	6.900e-2	3.947e-2	5.649e-2	3.887e-4	3.503e-4	1.057e-3

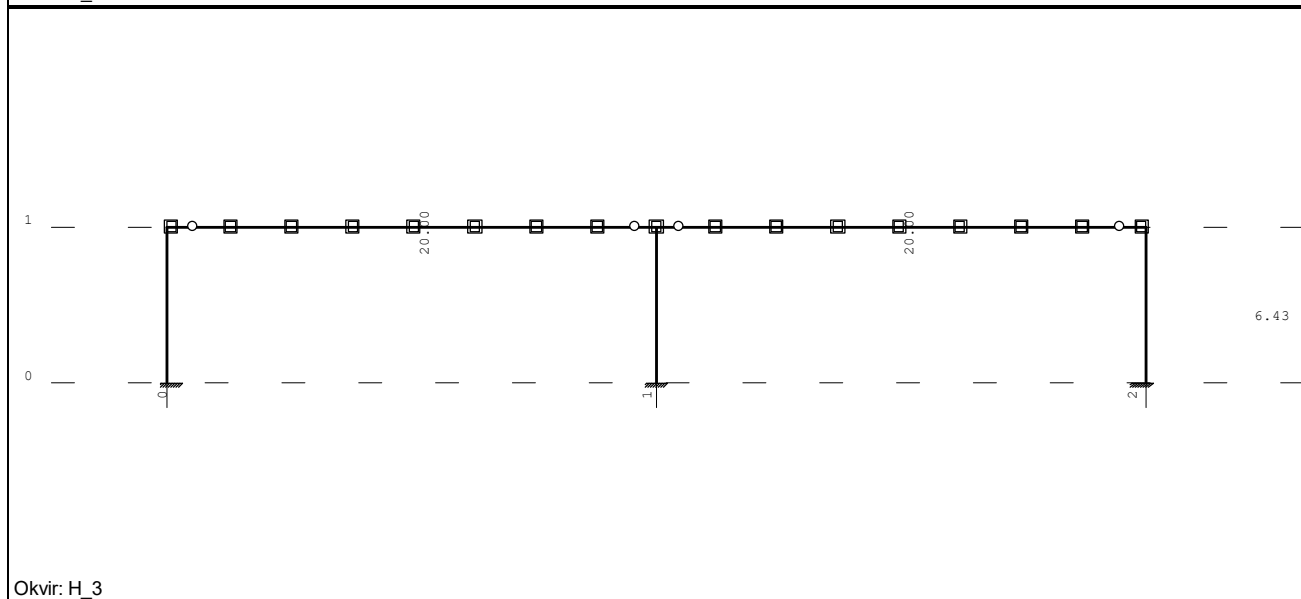
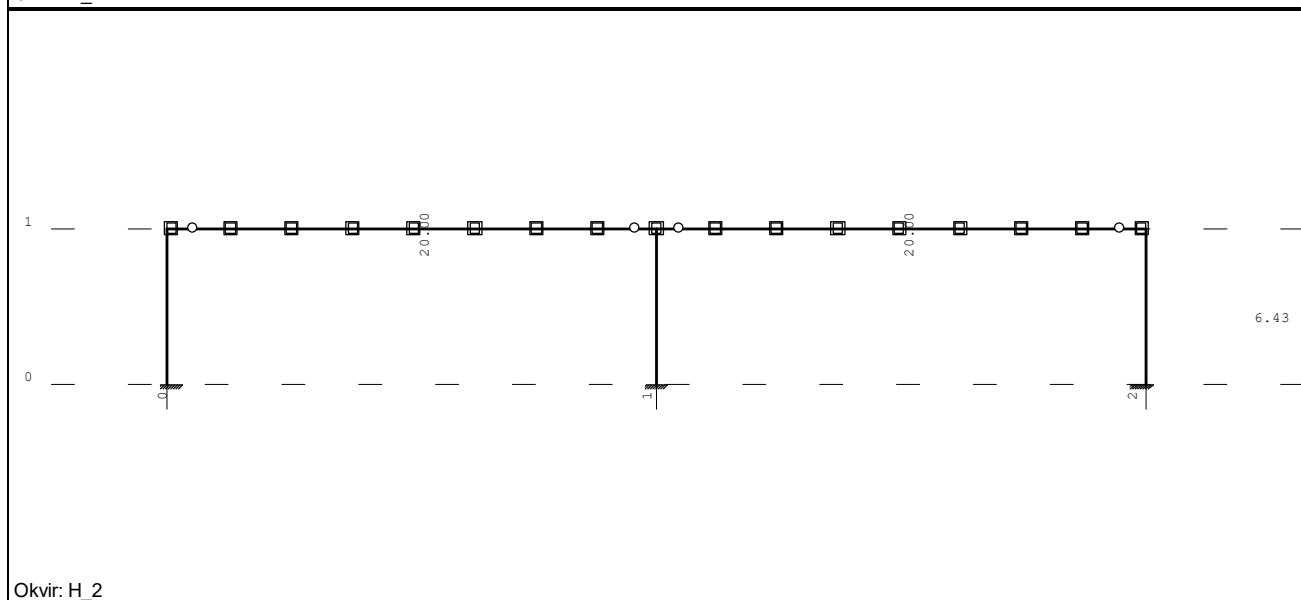
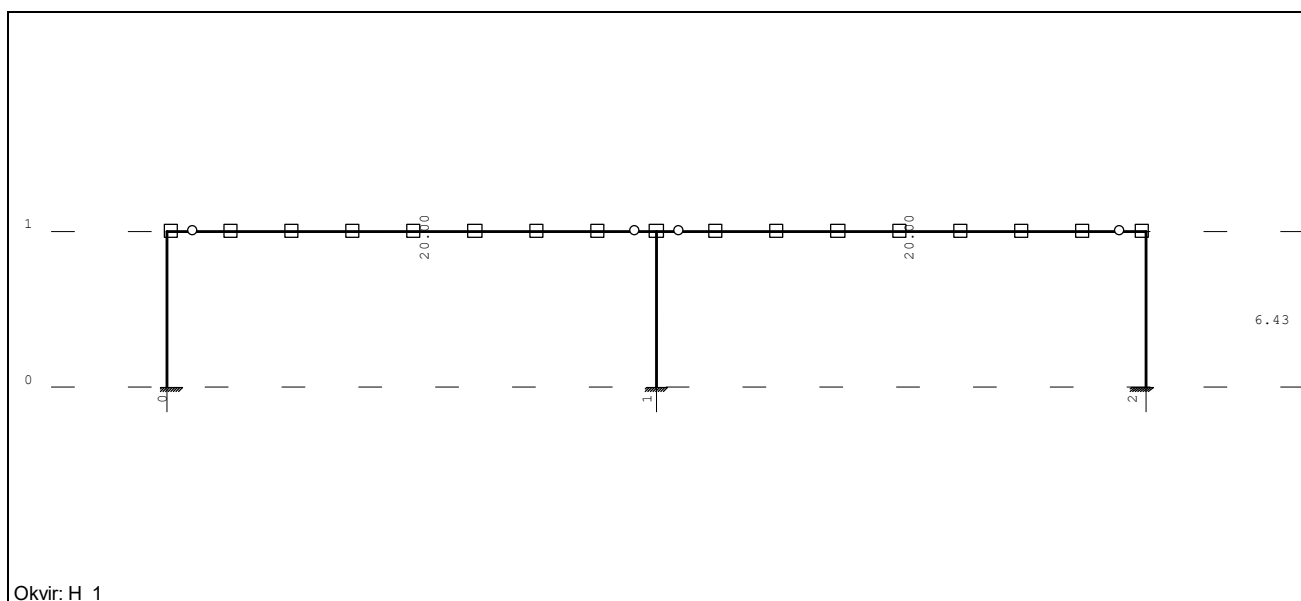
Setovi točkastih ležajeva

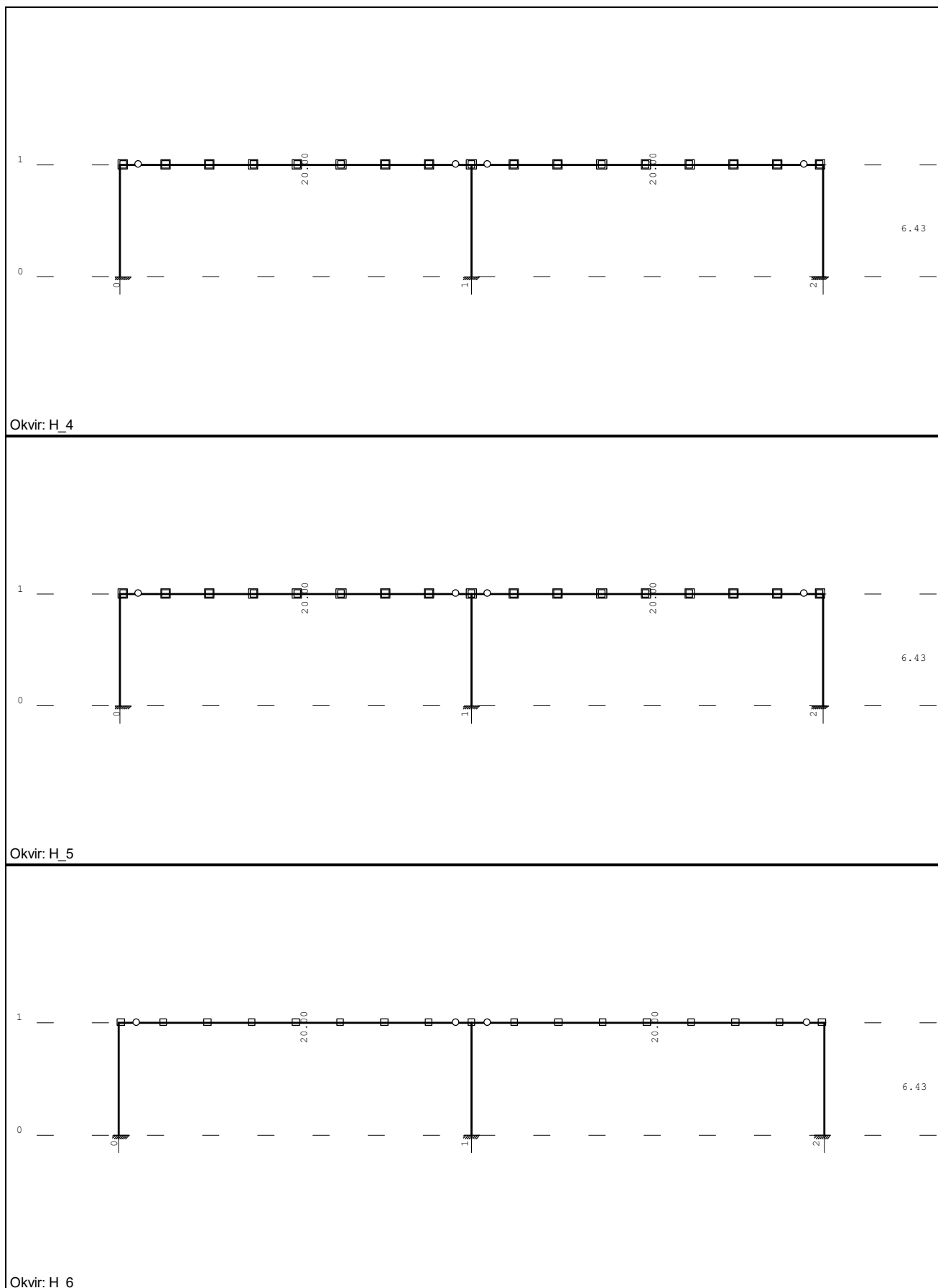
	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	K,M2	K,M3
1	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10	

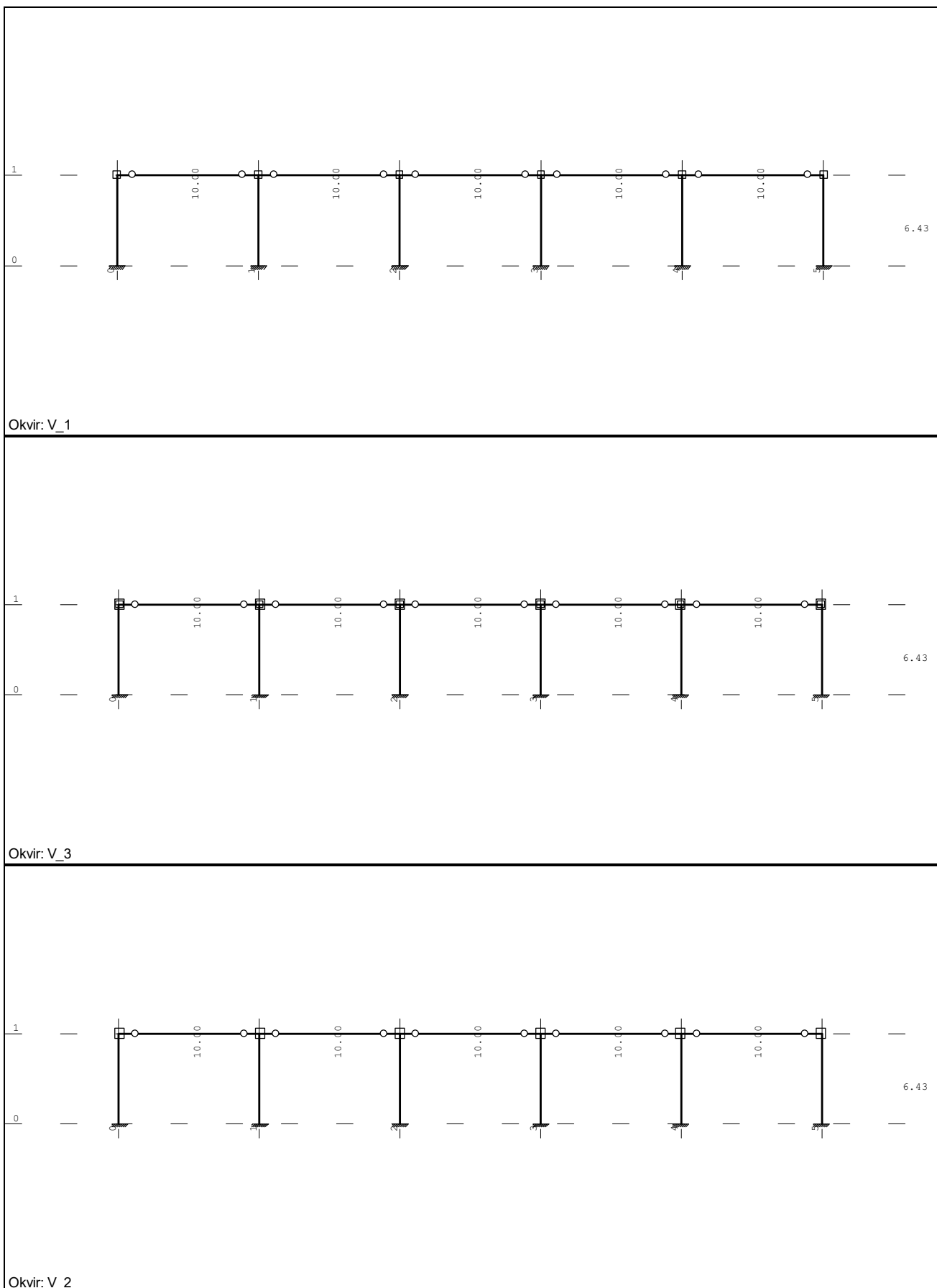


Izometrija









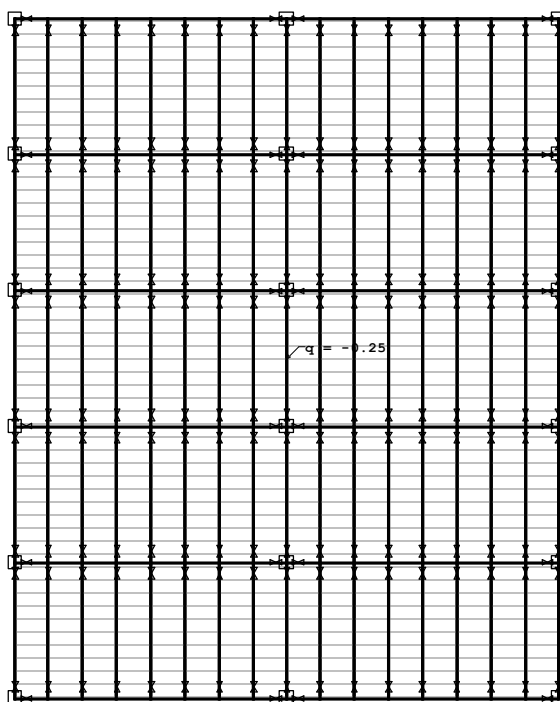
Ulazni podaci - Opterećenje

Lista slučajeva opterećenja

LC	Naziv
1	Stalno (g)
2	Snijeg
3	Vjetar: desno
4	Vjetar: lijevo
5	Vjetar: ispred
6	Vjetar: iza
7	Sx
8	Sy
9	Komb.: I
10	Komb.: I+II
11	Komb.: I+III
12	Komb.: I+II+III
13	Komb.: I+IV
14	Komb.: I+II+IV
15	Komb.: I+V
16	Komb.: I+II+V
17	Komb.: I+VI
18	Komb.: I+II+VI
19	Komb.: I+VII
20	Komb.: I+II+VII

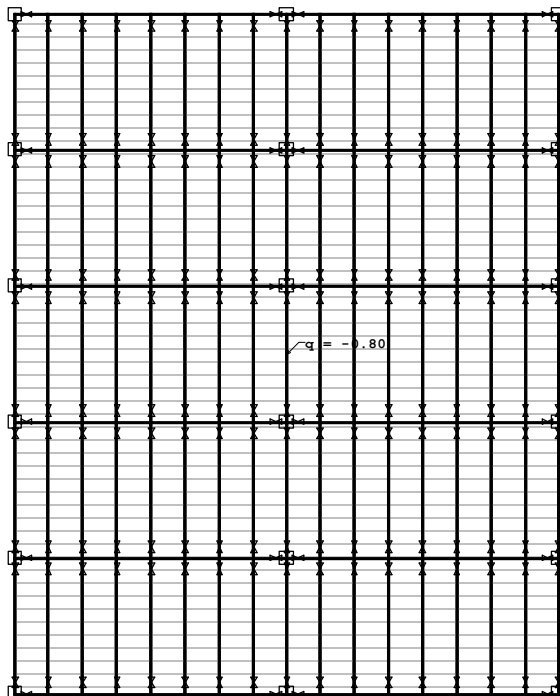
21	Komb.: I+III+VII
22	Komb.: I+II+III+VII
23	Komb.: I+IV+VII
24	Komb.: I+II+IV+VII
25	Komb.: I+V+VII
26	Komb.: I+II+V+VII
27	Komb.: I+VI+VII
28	Komb.: I+II+VI+VII
29	Komb.: I+VIII
30	Komb.: I+II+VIII
31	Komb.: I+III+VIII
32	Komb.: I+II+III+VIII
33	Komb.: I+IV+VIII
34	Komb.: I+II+IV+VIII
35	Komb.: I+V+VIII
36	Komb.: I+II+V+VIII
37	Komb.: I+VI+VIII
38	Komb.: I+II+VI+VIII

Opt. 1: Stalno (g)



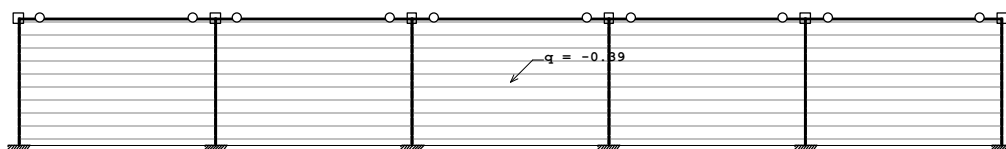
Nivo: Kroviste [6.43 m]

Opt. 2: Snijeg



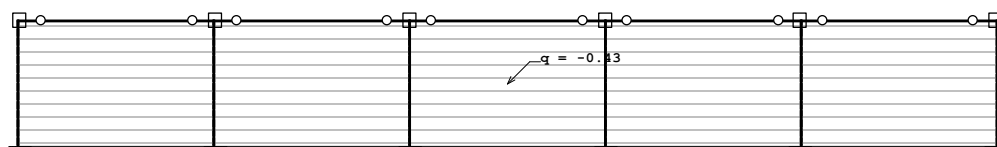
Nivo: Kroviste [6.43 m]

Opt. 3: Vjetar: desno



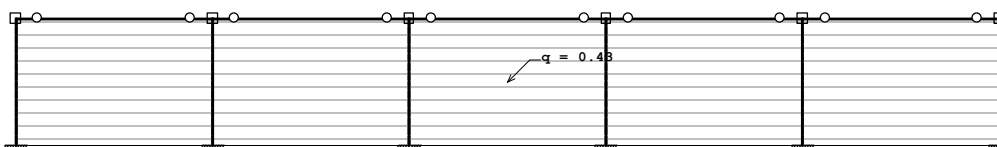
Okvir: V_1

Opt. 3: Vjetar: desno



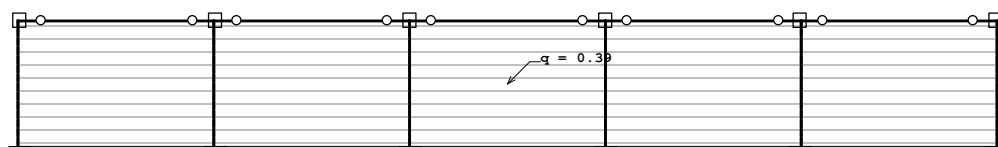
Okvir: V_2

Opt. 4: Vjetar: lijevo



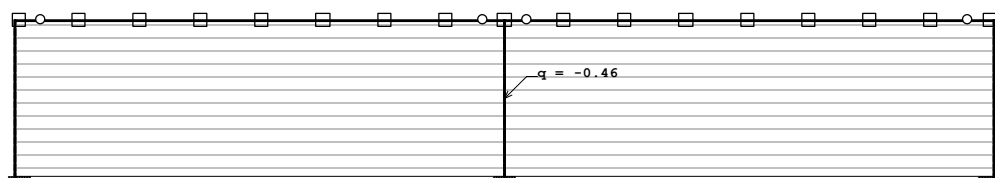
Okvir: V_1

Opt. 4: Vjetar: lijevo



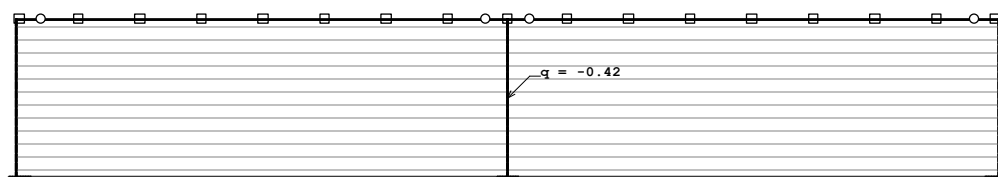
Okvir: V_2

Opt. 5: Vjetar: ispred



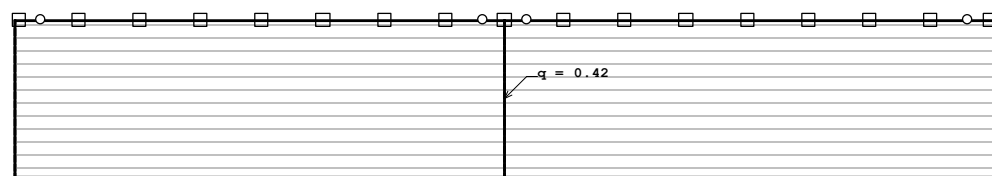
Okvir: H_1

Opt. 5: Vjetar: ispred



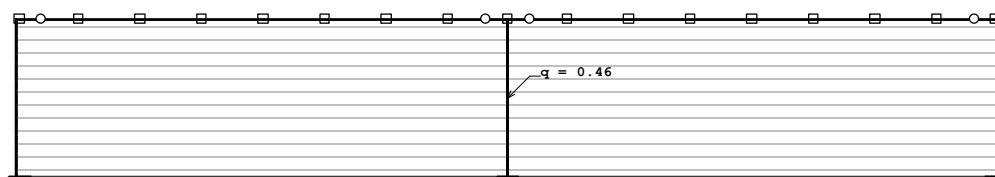
Okvir: H_6

Opt. 6: Vjetar: iza



Okvir: H_1

Opt. 6: Vjetar: iza



Okvir: H_6

Modalna analiza

Faktori opterećenja za proračun masa

No	Naziv	Koeficijent	
1	Stalno (g)	1.00	
2	Snijeg	0.00	
3	Vjetar: desno	0.00	
4	Vjetar: lijevo	0.00	
5	Vjetar: ispred	0.00	
6	Vjetar: iza	0.00	

Raspored masa po visini objekta

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]	Masa [T]	T/m ²
Kroviste	6.43	20.00	25.00	402.67	
Nivo ukljescenja	0.00	20.00	25.00	39.34	
Ukupno:	5.86	20.00	25.00	442.01	

Položaj centara krutosti po visini objekta (približna metoda)

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]
Kroviste	6.43	20.00	25.00
Nivo ukljescenja	0.00	20.00	25.00

Ekscentricitet po visini objekta (približna metoda)

Nivo	Z [m]	exx [m]	eyy [m]
Kroviste	6.43	0.00	0.00
Nivo ukljescenja	0.00	0.00	0.00

Periodi osciliranja konstrukcije

No	T [s]	f [Hz]
1	0.7410	1.3496
2	0.5983	1.6715
3	0.5828	1.7158

Seizmički proračun

Seizmički proračun: EC8 (HRN EN 1998-1:2011)

Razred tla: D
 Razred važnosti: III ($\gamma=1.2$)
 Odnos a_g/g : 0.12
 Koeficijent prigušenja 0.05

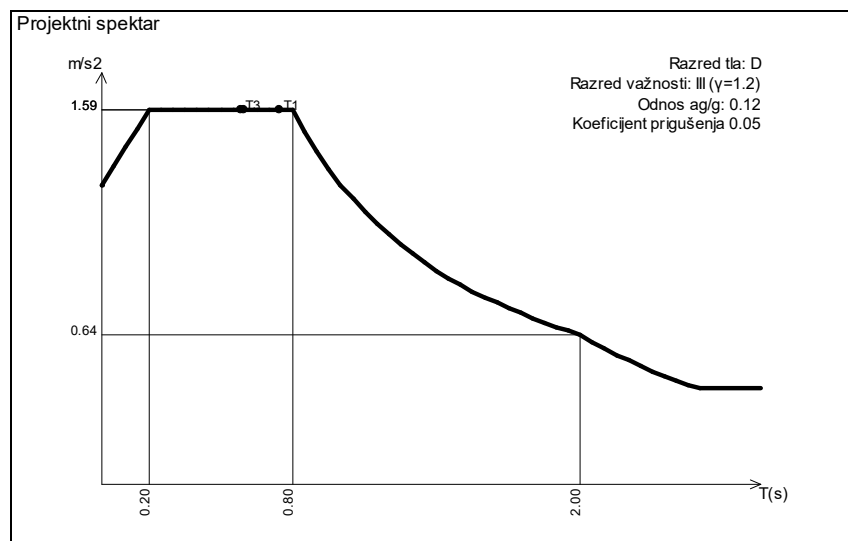
Faktori pravca potresa:

Slučaj opterećenja	Kut α [°]	k, α	$k, \alpha+90^\circ$	k_z	Faktor P.
Sx	0	1.000	0.300	0.000	3.000
Sy	90	1.000	0.300	0.000	3.000

Tip spektra

Slučaj opterećenja	S	Tb	Tc	Td
Sx	1.350	0.200	0.800	2.000
Sy	1.350	0.200	0.800	2.000

Projektni spektar



Sx

Nivo	Z [m]	Ton 1			Ton 2			Ton 3		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
Kroviste	6.43	0.00	183.25	-0.00	617.99	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
Nivo uklještenja	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00
	$\Sigma=$	-0.00	183.25	-0.00	617.99	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00

Sy

Nivo	Z [m]	Ton 1			Ton 2			Ton 3		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
Kroviste	6.43	-0.00	610.82	-0.00	-185.40	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00
Nivo uklještenja	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00
	$\Sigma=$	-0.00	610.82	-0.00	-185.40	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00

Faktori participacije - Relativno učešće

Ton \ Naziv	1. Sx	2. Sy
1	0.082	0.917
2	0.918	0.083
3	0.000	0.000

Faktori participacije - Sudjelujuće mase

Ton	U [$\alpha=0^\circ$]	U [$\alpha=90^\circ$]	U [Z]
1	0.00	86.99	0.00
2	88.01	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00
ΣU (%)	88.01	86.99	0.00

Statički proračun

Deformacija greda L.K.S. - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 1-38

Oznaka	LC	x [m]	u2 [mm]
(51 - 32)	12	5.000	-61.552
(51 - 32)	18	5.000	-61.552
(51 - 32)	16	5.000	-61.552
(51 - 32)	14	5.000	-61.552
(51 - 32)	38	5.000	-61.552
(51 - 32)	36	5.000	-61.552
(51 - 32)	34	5.000	-61.552
(51 - 32)	32	5.000	-61.552
(51 - 32)	30	5.000	-61.552
(51 - 32)	28	5.000	-61.552

Deformacija greda GLO - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 1-38

Oznaka	LC	x [m]	Zp [mm]
(51 - 32)	12	5.000	-61.552
(51 - 32)	18	5.000	-61.552
(51 - 32)	16	5.000	-61.552
(51 - 32)	14	5.000	-61.552
(51 - 32)	38	5.000	-61.552
(51 - 32)	36	5.000	-61.552
(51 - 32)	34	5.000	-61.552
(51 - 32)	32	5.000	-61.552
(51 - 32)	30	5.000	-61.552
(51 - 32)	28	5.000	-61.552

Utjecaji u točkastim ležajevima - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 1-38

Oznaka	LC	R1 [kN]	R2 [kN]	R3 [kN]	M1 [kNm]	M2 [kNm]	M3 [kNm]
40	10	0.000	0.000	529.63	0.000	0.000	*
60	14	-8.848	0.000	529.63	0.000	-56.843	*
40	12	8.848	0.000	529.63	0.000	56.843	*
60	12	8.848	0.000	529.63	0.000	56.843	*
40	38	17.570	57.484	529.63	279.58	112.80	*
60	38	17.572	57.487	529.63	279.56	112.82	*
40	36	17.570	44.403	529.63	362.39	112.80	*
60	36	17.572	44.406	529.63	362.37	112.82	*
40	34	8.723	50.945	529.63	320.97	55.961	*
60	34	8.725	50.945	529.63	320.97	55.972	*

Deformacija čvorova: max. |Yp|

Čvor	LC	Xp [mm]	Yp [mm]	Zp [mm]
8	36	2.962	28.590	-29.748
8	35	2.962	28.590	-21.668
91	36	2.968	28.590	-29.748
91	35	2.968	28.590	-21.668
18	36	4.230	28.590	-46.958

18	35	4.230	28.590	-30.953
71	36	4.231	28.589	-46.958
71	35	4.231	28.589	-30.953
32	36	4.968	28.589	-47.068
32	35	4.968	28.589	-31.012

Deformacija čvorova: max. |Zp|

Čvor	LC	Xp [mm]	Yp [mm]	Zp [mm]
32	12	-2.507	0.000	-47.068
32	18	0.000	-2.290	-47.068
32	16	0.000	2.290	-47.068
32	14	2.508	0.000	-47.068
32	10	0.000	0.000	-47.068

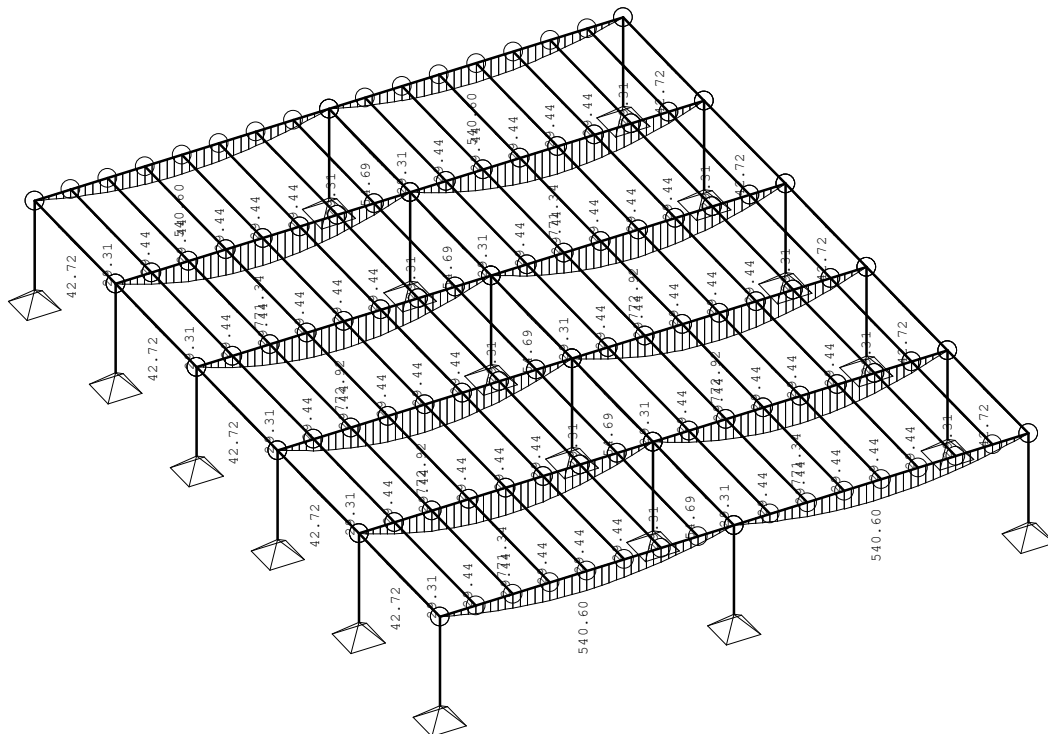
51	16	0.000	2.290	-47.068
51	12	-2.507	0.000	-47.068
51	18	0.000	-2.290	-47.068
51	14	2.508	0.000	-47.068
51	10	0.000	0.000	-47.068

Deformacija čvorova: max. |Xp|

Čvor	LC	Xp [mm]	Yp [mm]	Zp [mm]
28	23	19.069	7.382	-29.225
28	24	19.069	7.382	-44.358
46	24	19.069	7.382	-44.358
46	23	19.069	7.382	-29.225
32	23	19.069	7.890	-31.012

32	24	19.069	7.890	-47.068
51	23	19.069	7.890	-31.012
51	24	19.069	7.890	-47.068
25	23	19.067	6.353	-23.969
25	24	19.067	6.353	-36.388

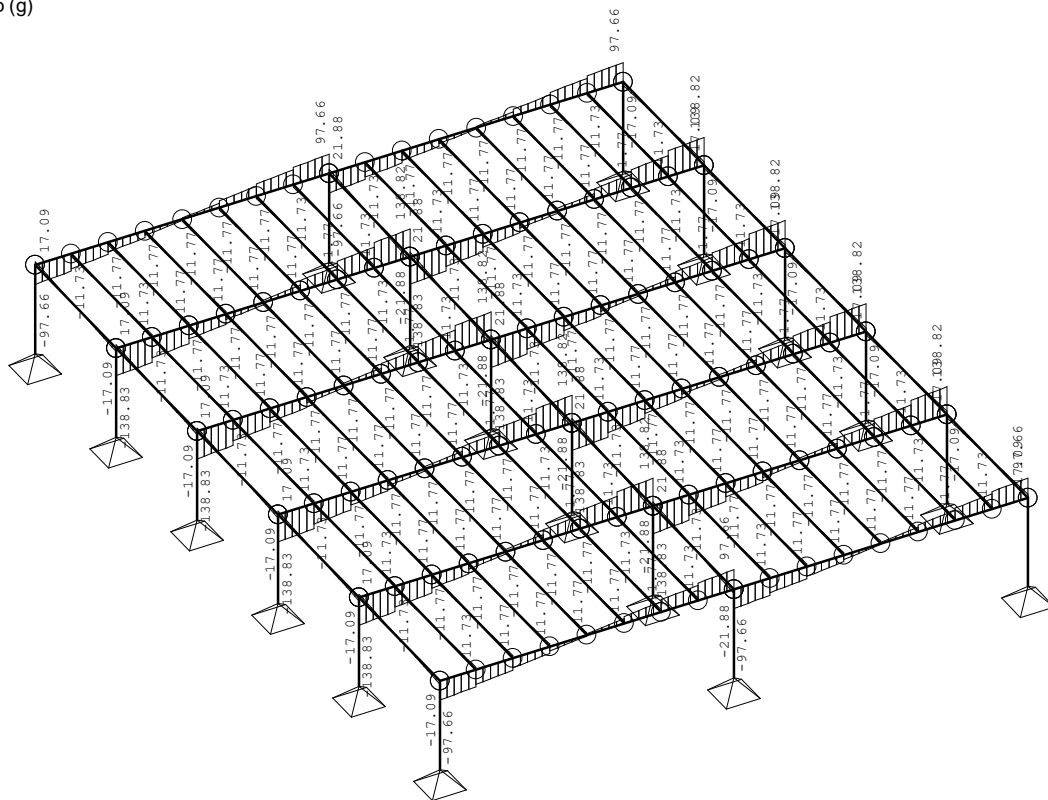
Opt. 1: Stalno (g)



Izometrija

Utjecaji u gredi: max M3= 772.92 / min M3= -0.00 kNm

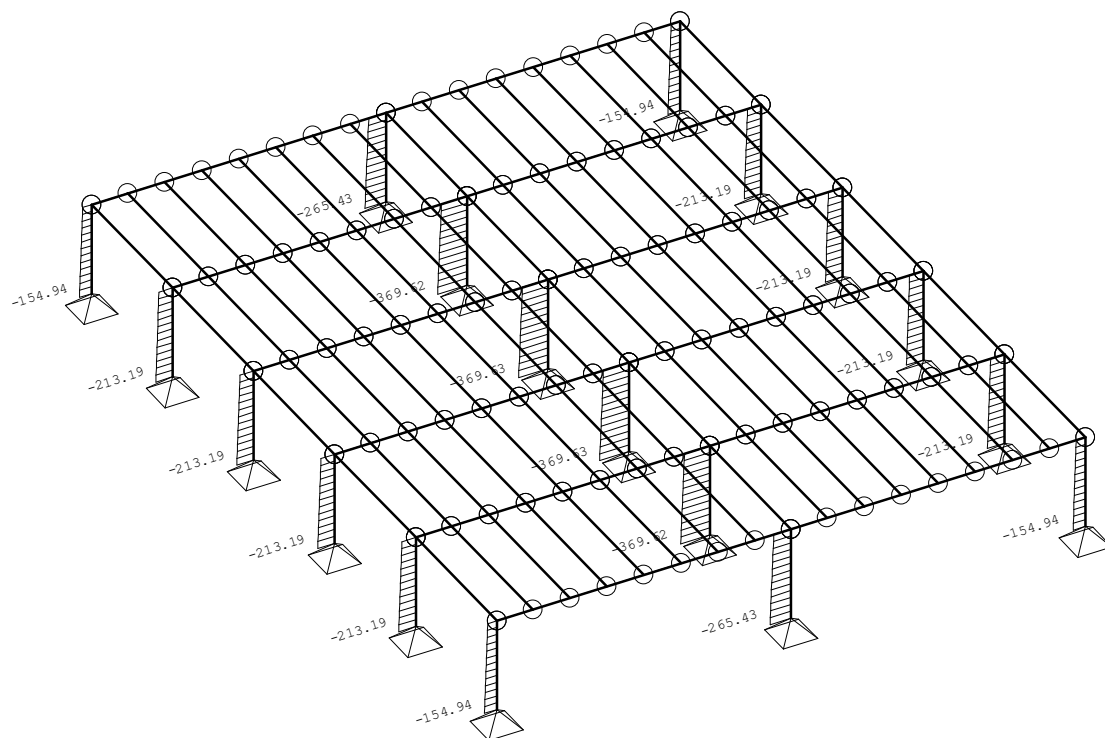
Opt. 1: Stalno (g)



Izometrija

Utjecaji u gredi: max T2= 138.82 / min T2= -138.83 kN

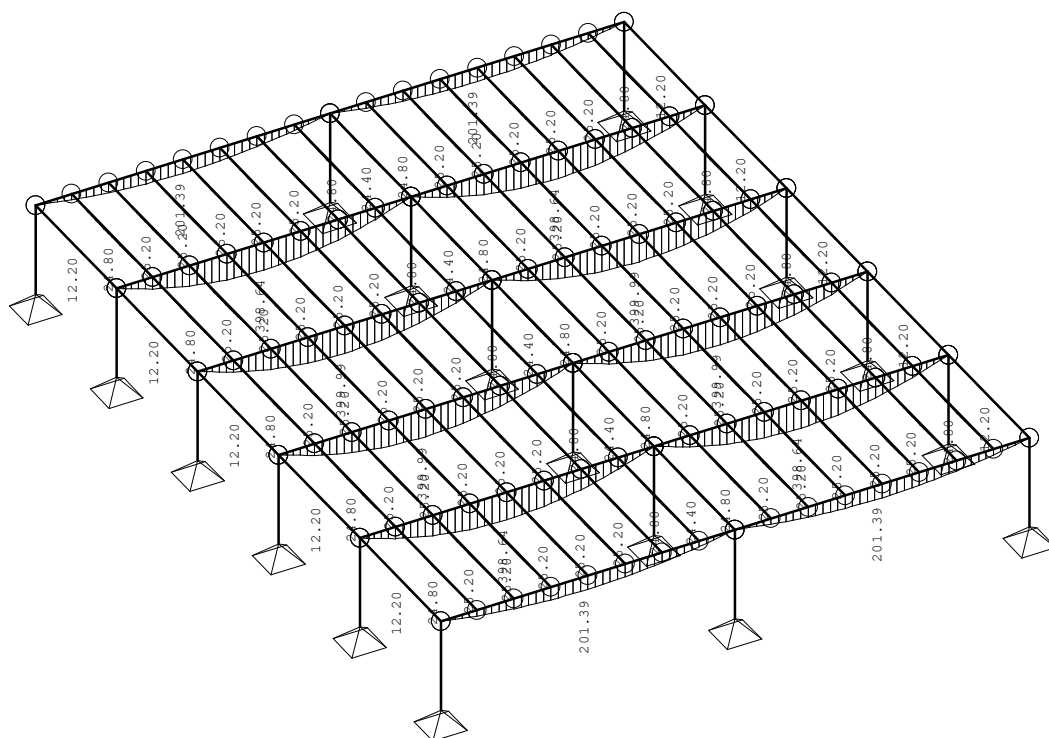
Opt. 1: Stalno (g)



Izometrija

Utjecaji u gredi: max N1= 0.00 / min N1= -369.63 kN

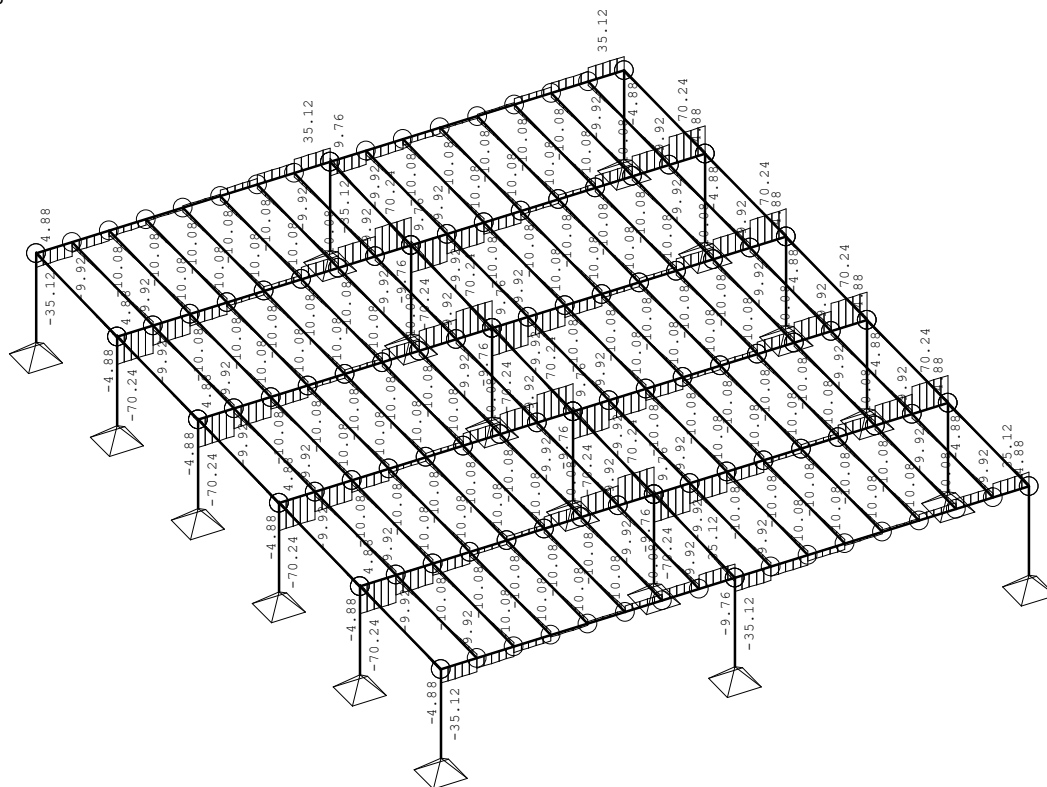
Opt. 2: Snijeg



Izometrija

Utjecaji u gredi: max M3= 399.99 / min M3= -0.00 kNm

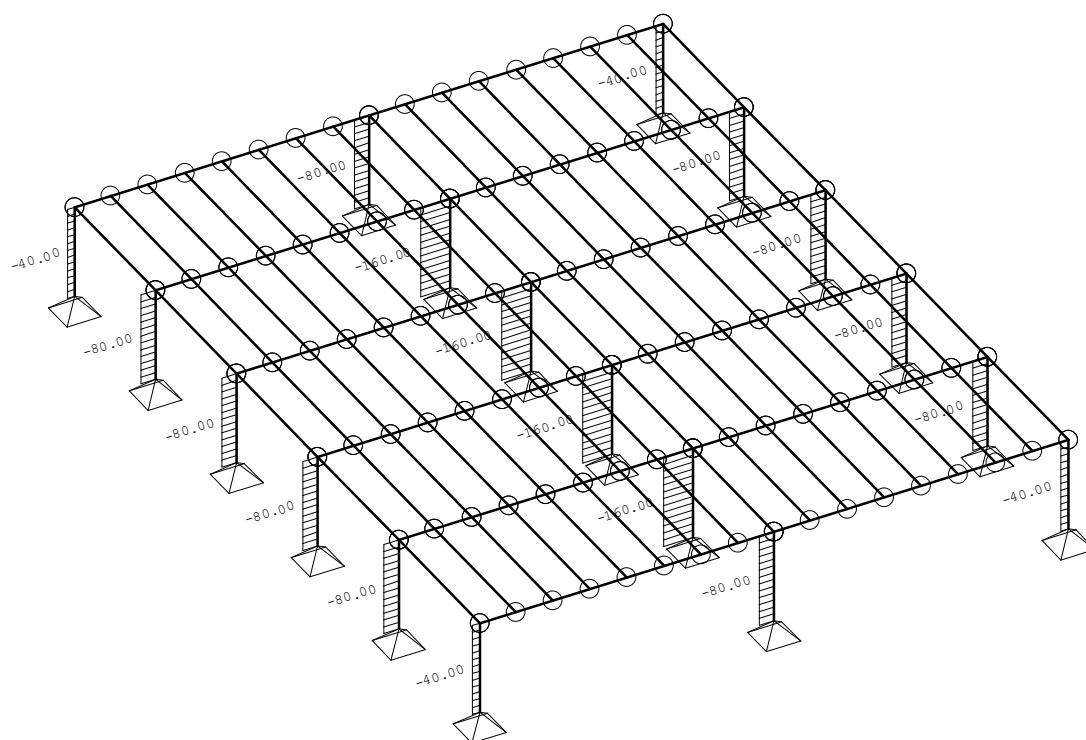
Opt. 2: Snijeg



Izometrija

Utjecaji u gredi: max T2= 70.24 / min T2= -70.24 kN

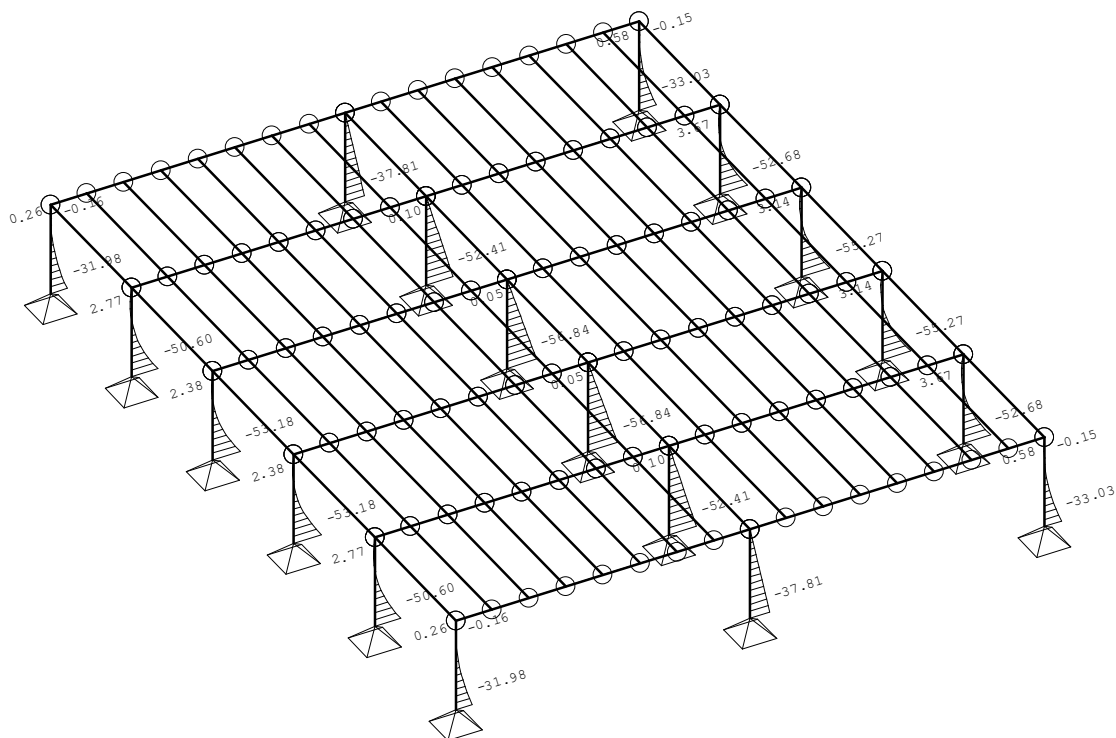
Opt. 2: Snijeg



Izometrija

Utjecaji u gredi: max N1= 0.00 / min N1= -160.00 kN

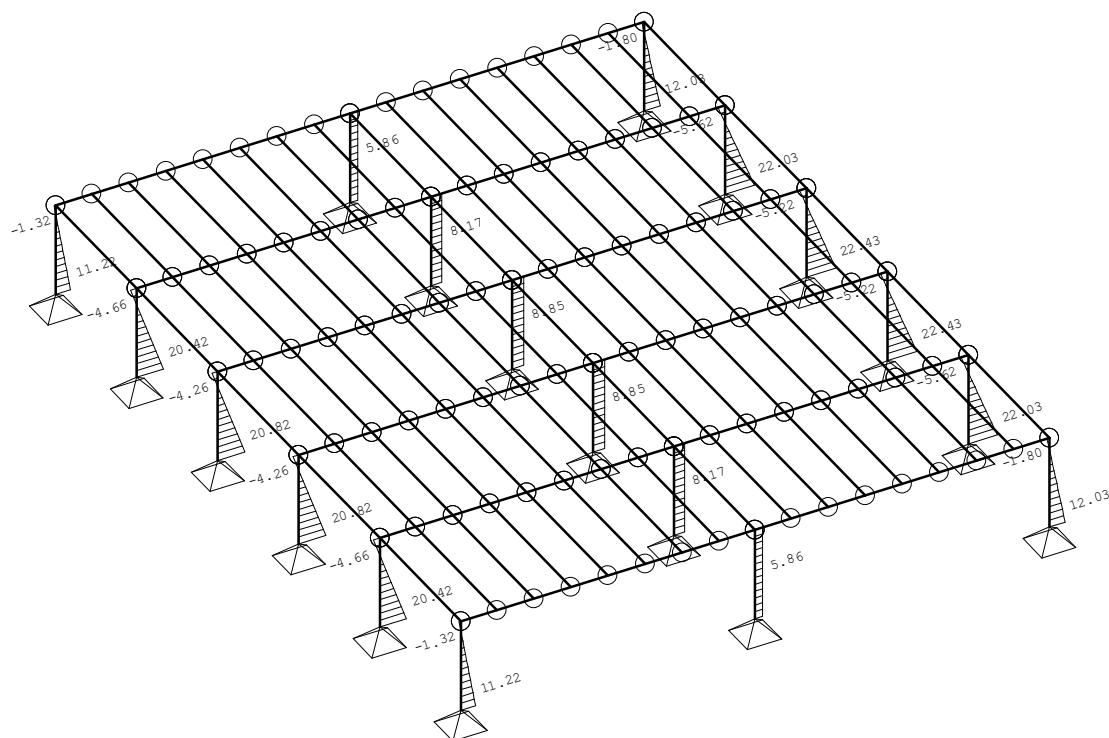
Opt. 3: Vjetar: desno



Izometrija

Utjecaji u gredi: max M3= 3.67 / min M3= -56.84 kNm

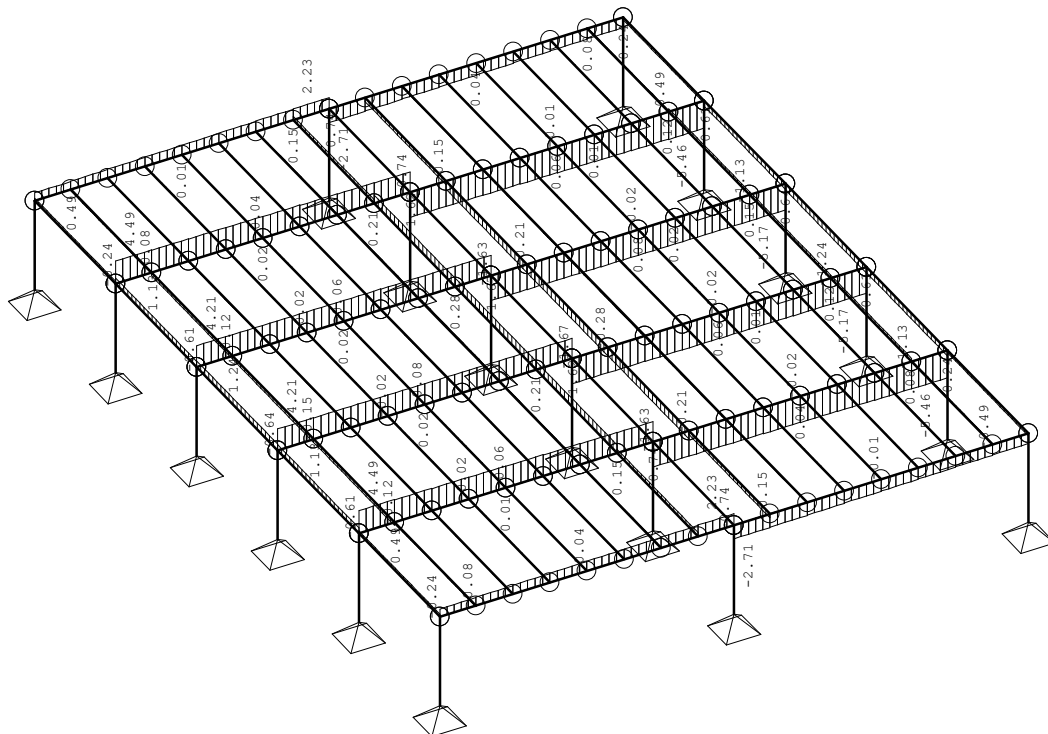
Opt. 3: Vjetar: desno



Izometrija

Utjecaji u gredi: max T2= 22.43 / min T2= -5.62 kNm

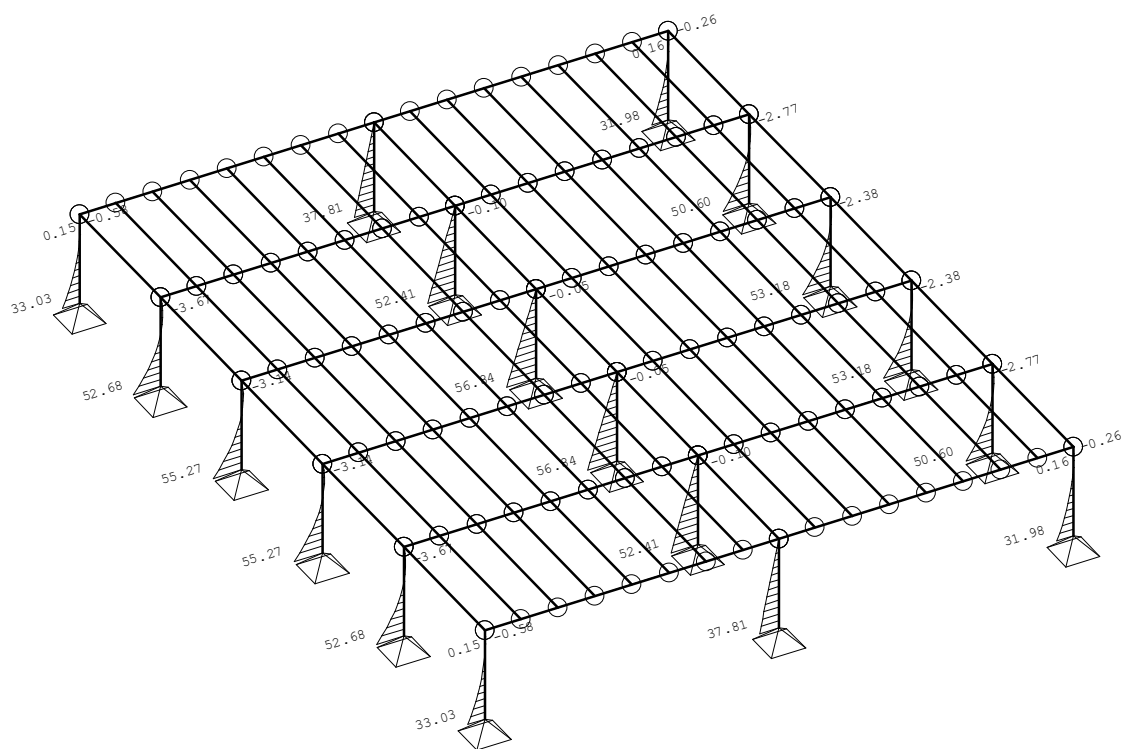
Opt. 3: Vjetar: desno



Izometrija

Utjecaji u gredi: max N1= 4.49 / min N1= -5.46 kN

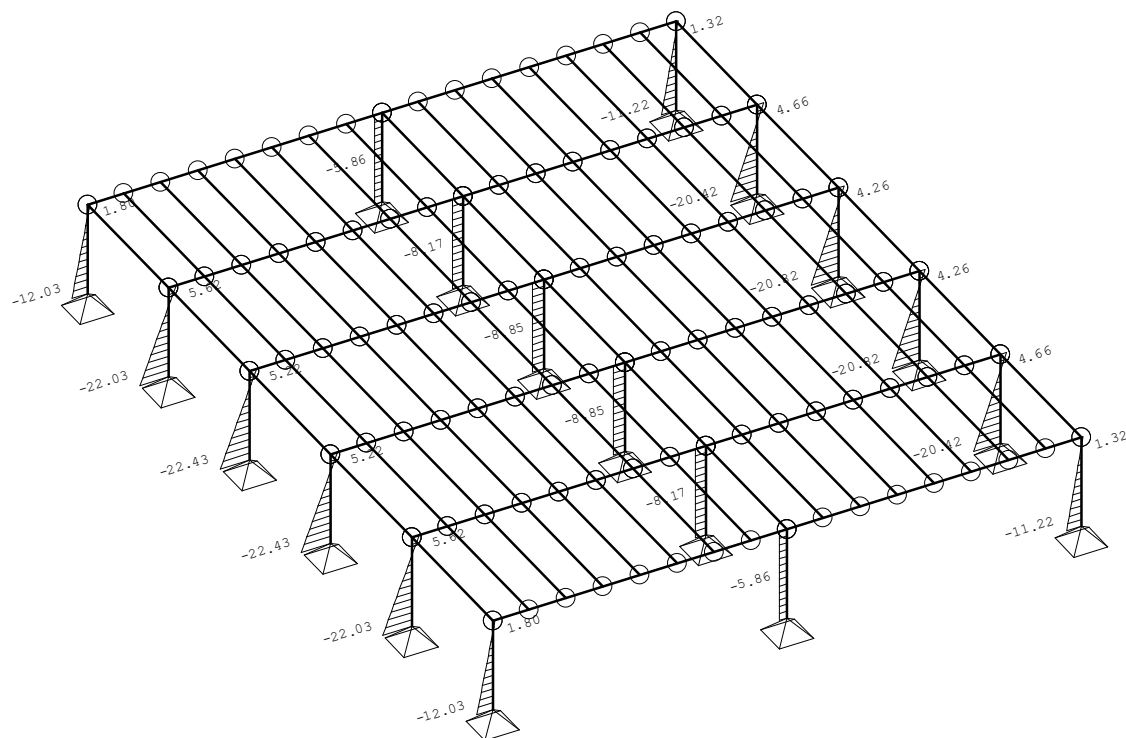
Opt. 4: Vjetar: lijevo



Izometrija

Utjecaji u gredi: max M3= 56.84 / min M3= -3.67 kNm

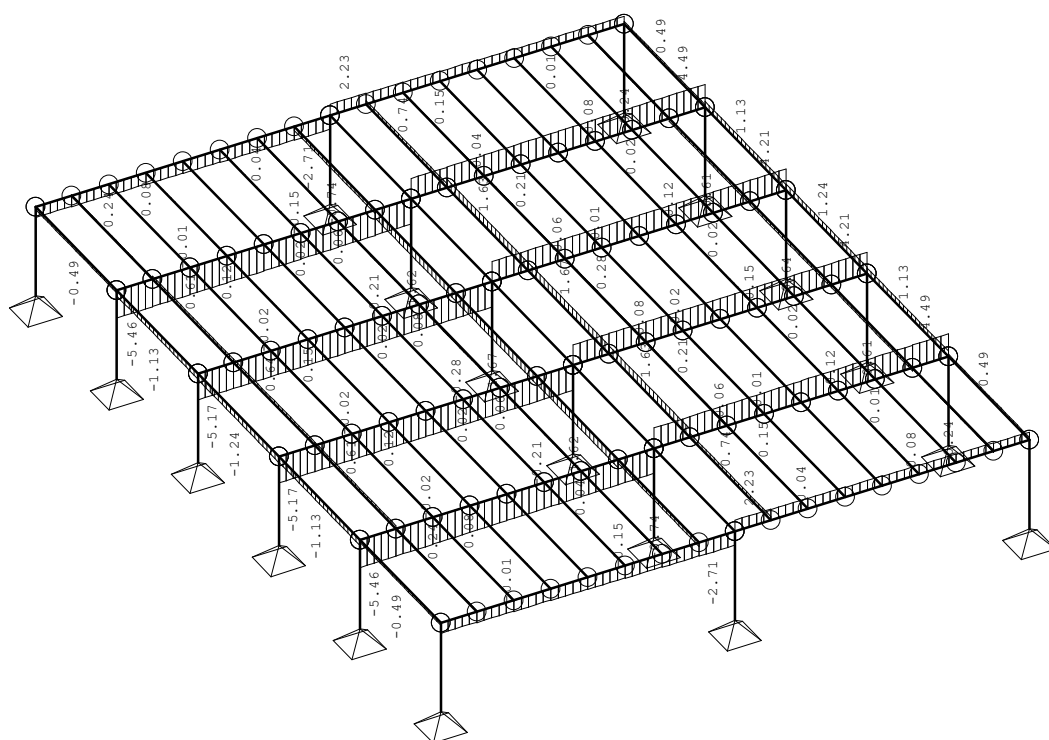
Opt. 4: Vjetar: lijevo



Izometrija

Utjecaji u gredi: max T2= 5.62 / min T2= -22.43 kN

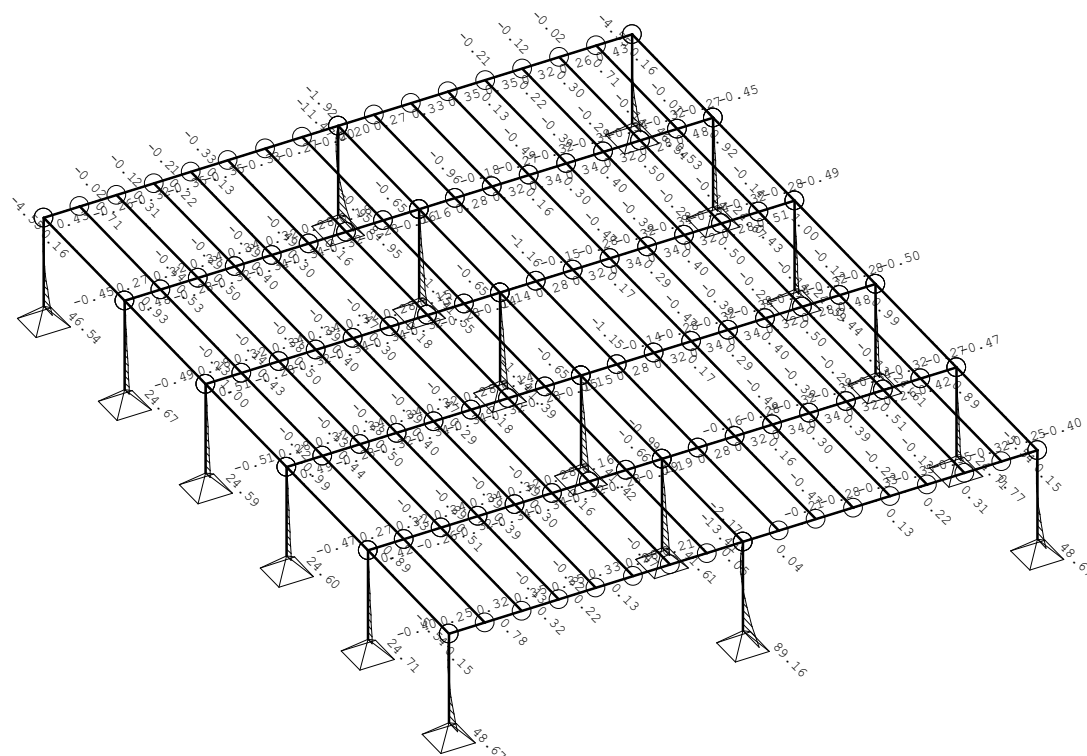
Opt. 4: Vjetar: lijevo



Izometrija

Utjecaji u gredi: max N1= 4.49 / min N1= -5.46 kN

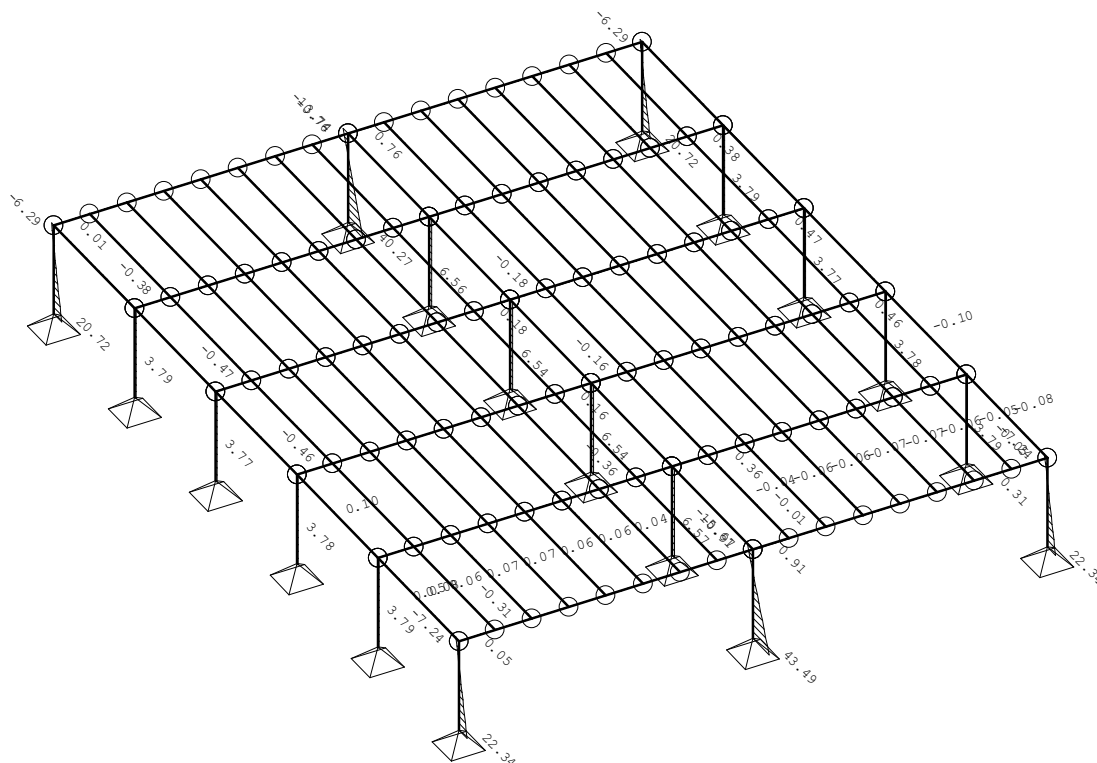
Opt. 5: Vjetar: ispred



Izometrija

Utjecaji u gredi: max M2= 89.16 / min M2= -13.41 kNm

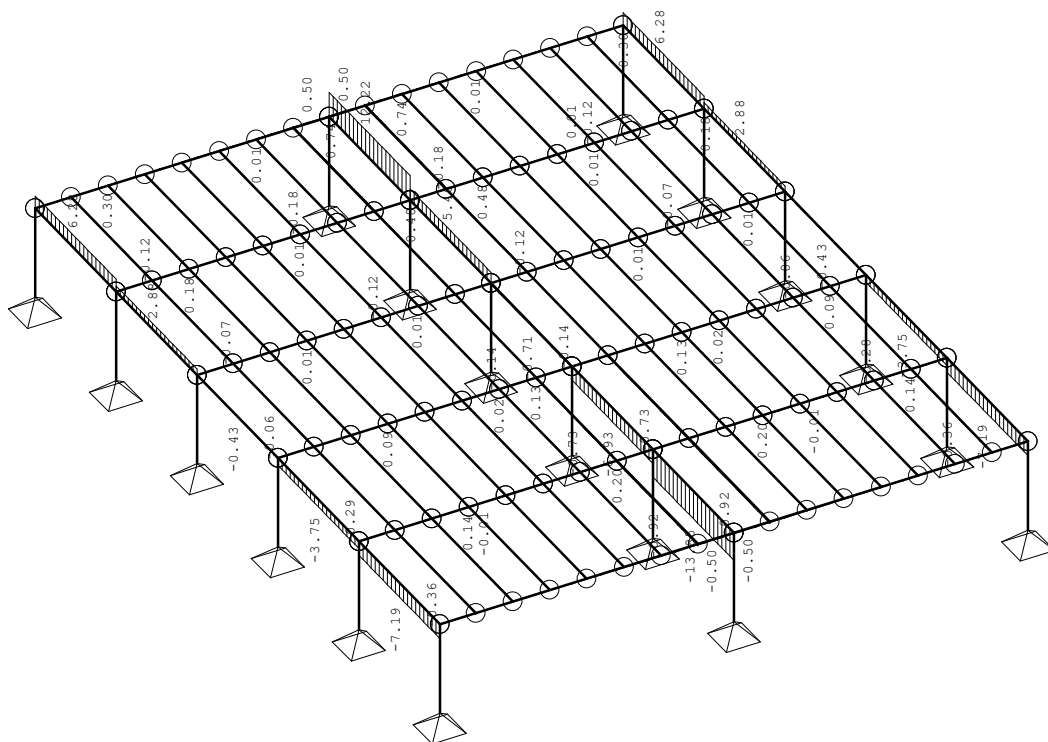
Opt. 5: Vjetar: ispred



Izometrija

Utjecaji u gredi: max T3= 43.49 / min T3= -15.67 kN

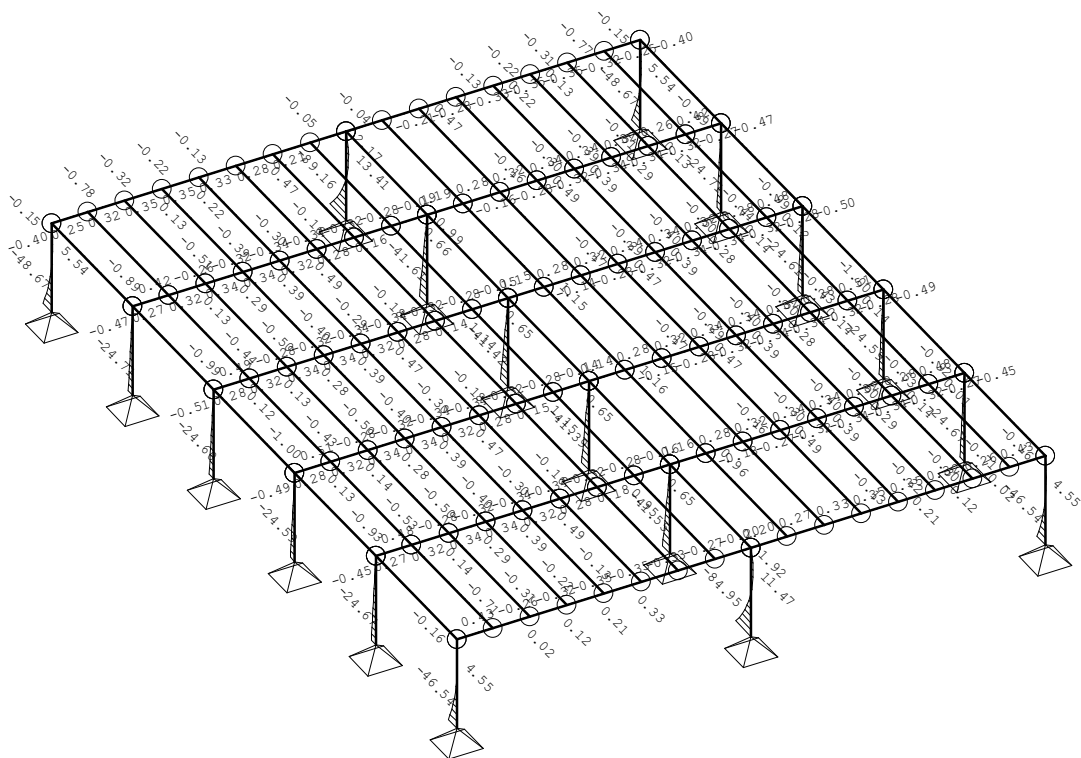
Opt. 5: Vjetar: ispred



Izometrija

Utjecaji u gredi: max N1= 12.22 / min N1= -13.85 kN

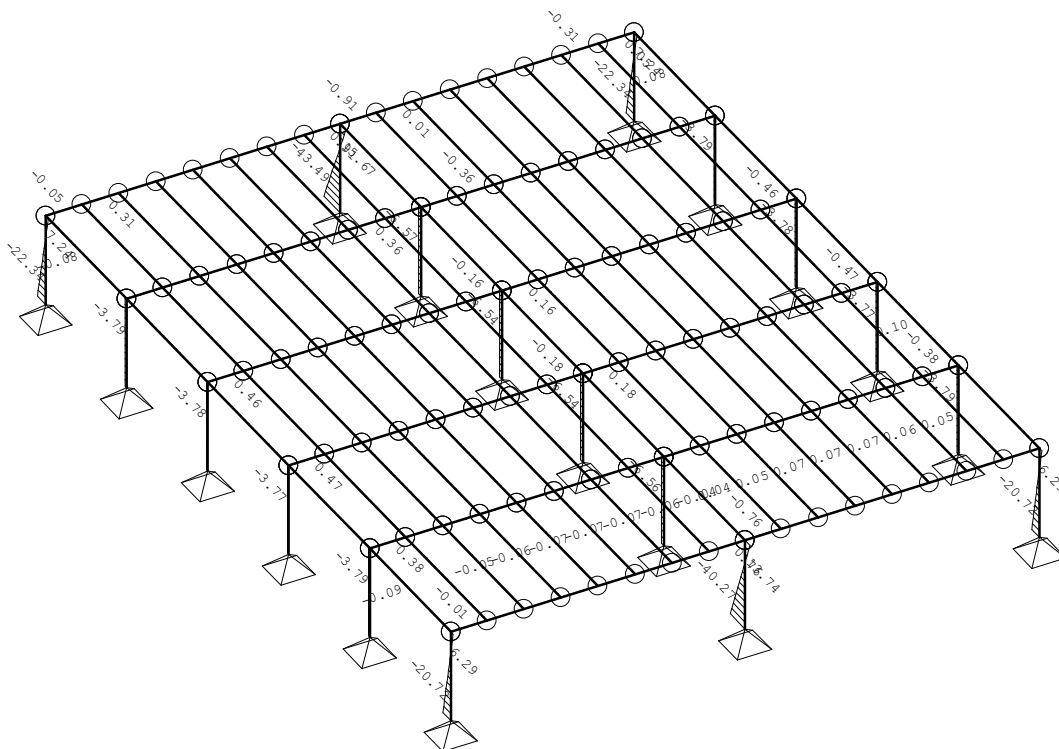
Opt. 6: Vjetar: iza



Izometrija

Utjecaji u gredi: max M2= 13.41 / min M2= -89.16 kNm

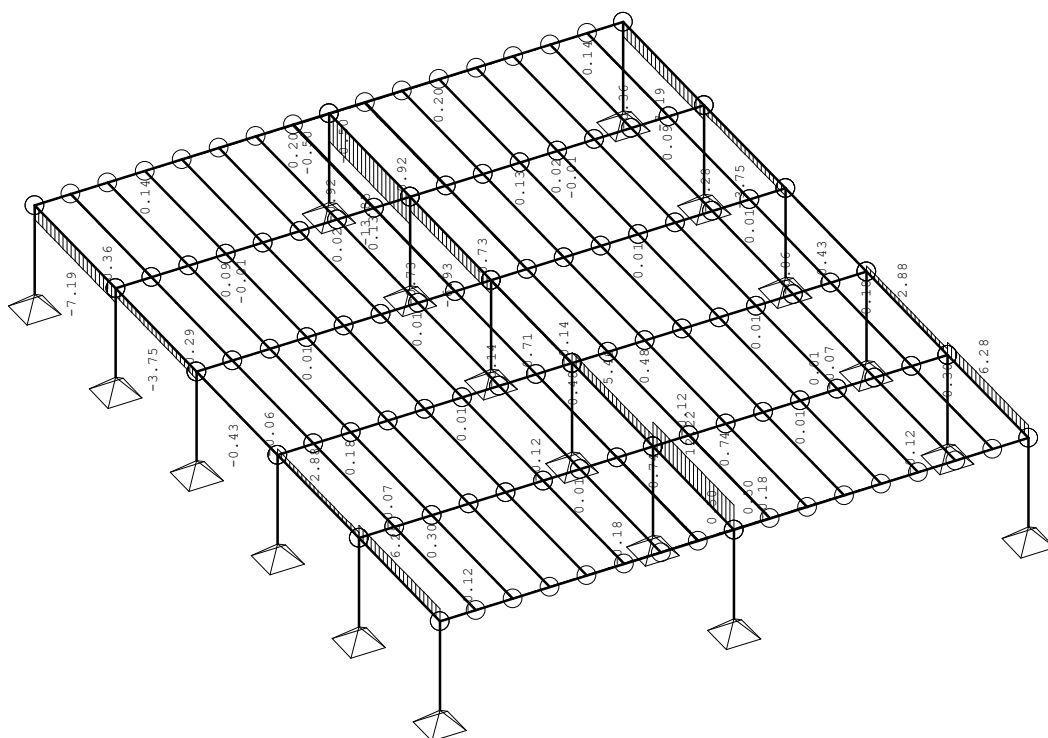
Opt. 6: Vjetar: iza



Izometrija

Utjecaji u gredi: max T3= 15.67 / min T3= -43.49 kN

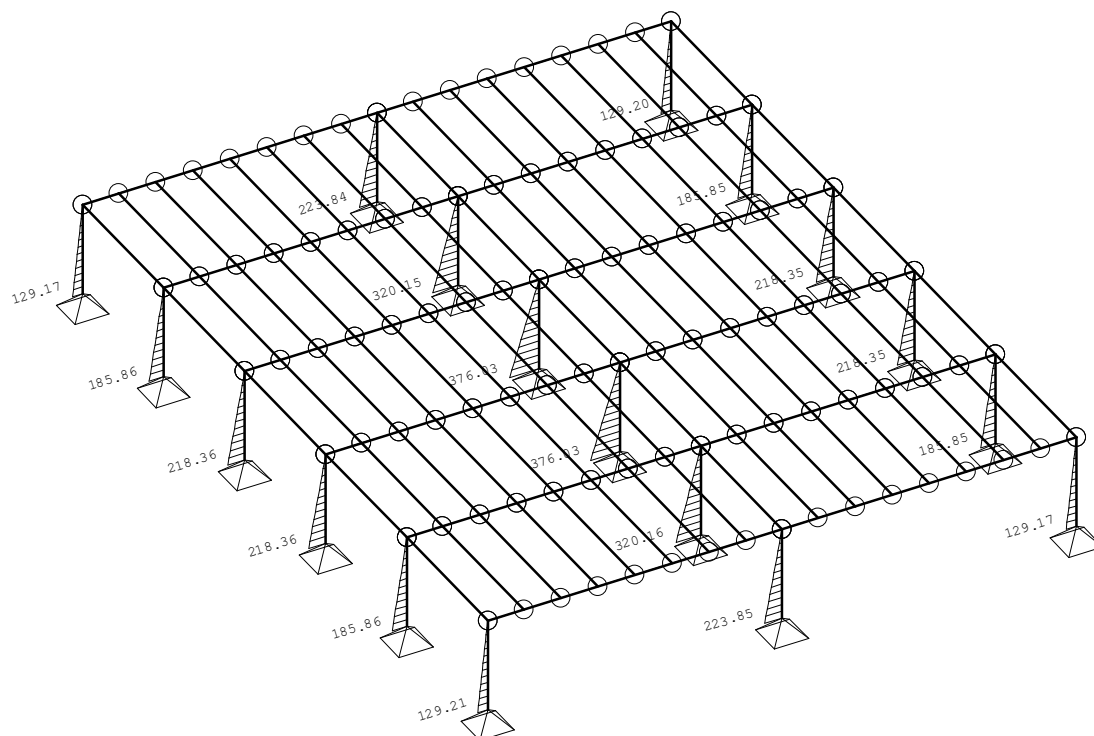
Opt. 6: Vjetar: iza



Izometrija

Utjecaji u gredi: max N1= 12.22 / min N1= -13.85 kN

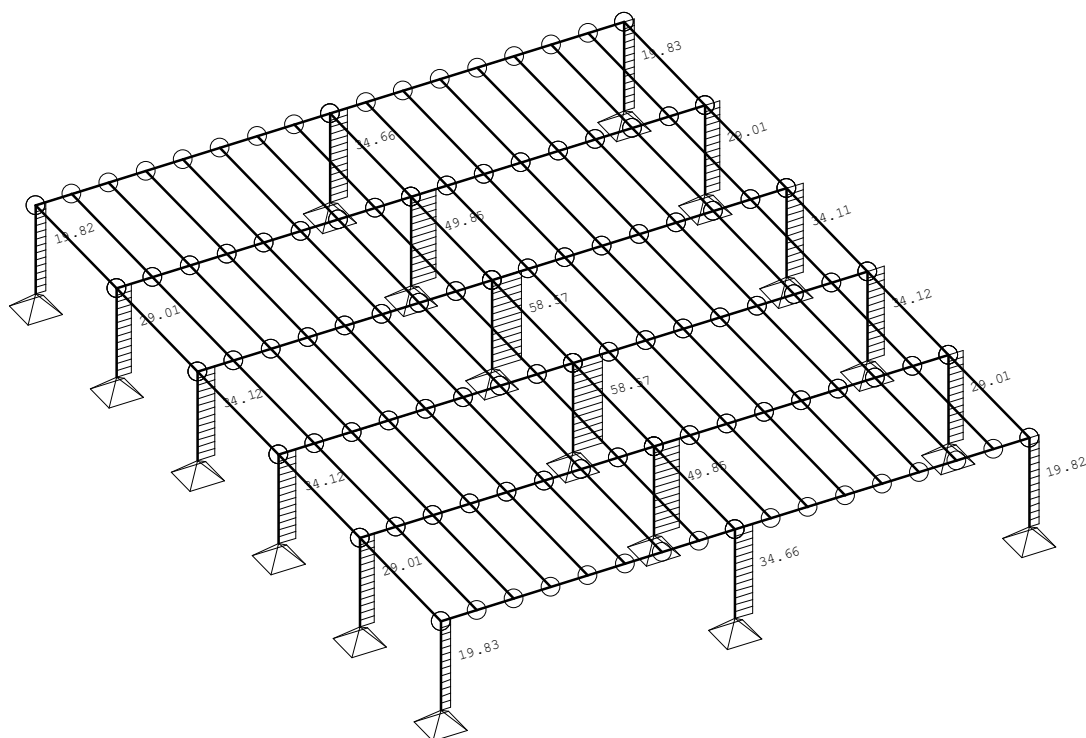
Opt. 7: Sx



Izometrija

Utjecaji u gredi: max M3= 376.03 / min M3= 0.00 kNm

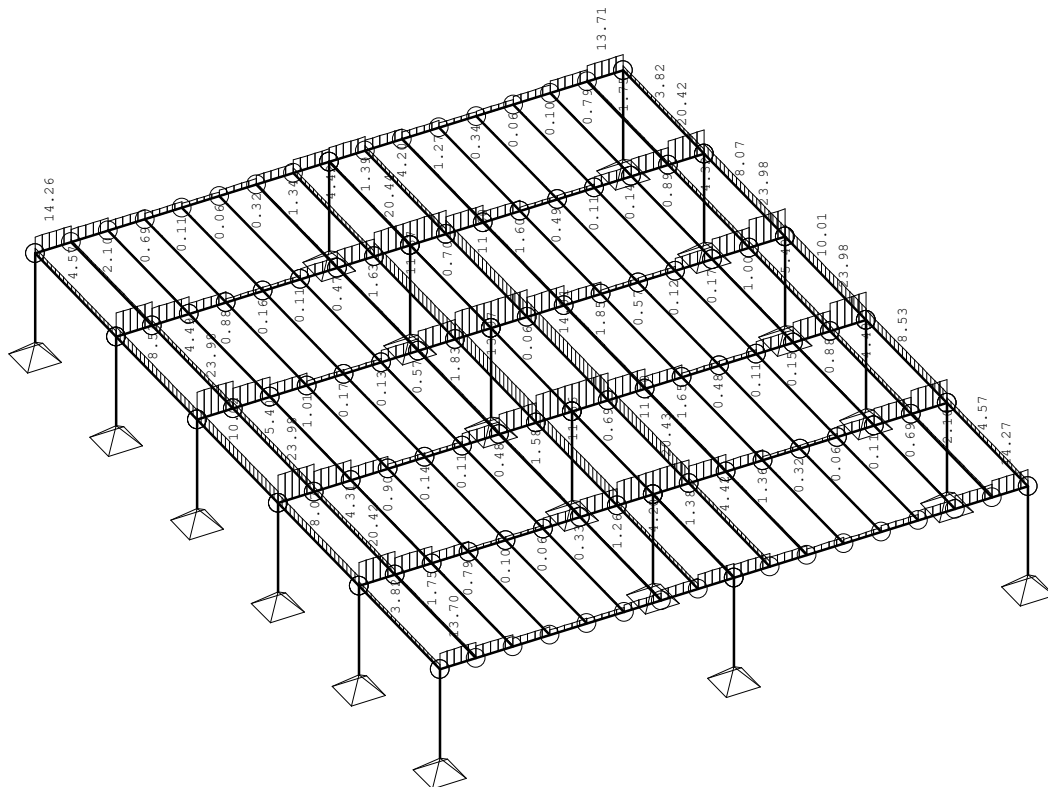
Opt. 7: Sx



Izometrija

Utjecaji u gredi: max T2= 58.57 / min T2= 0.00 kN

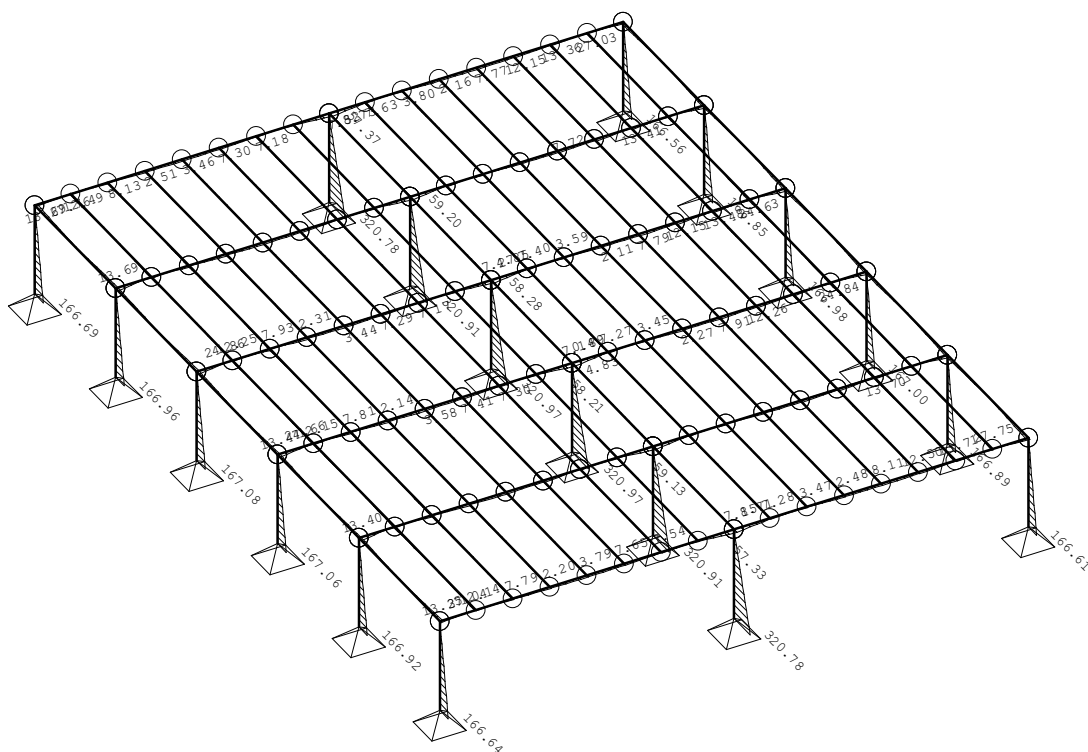
Opt. 7: Sx



Izometrija

Utjecaji u gredi: max N1= 23.98 / min N1= 0.00 kN

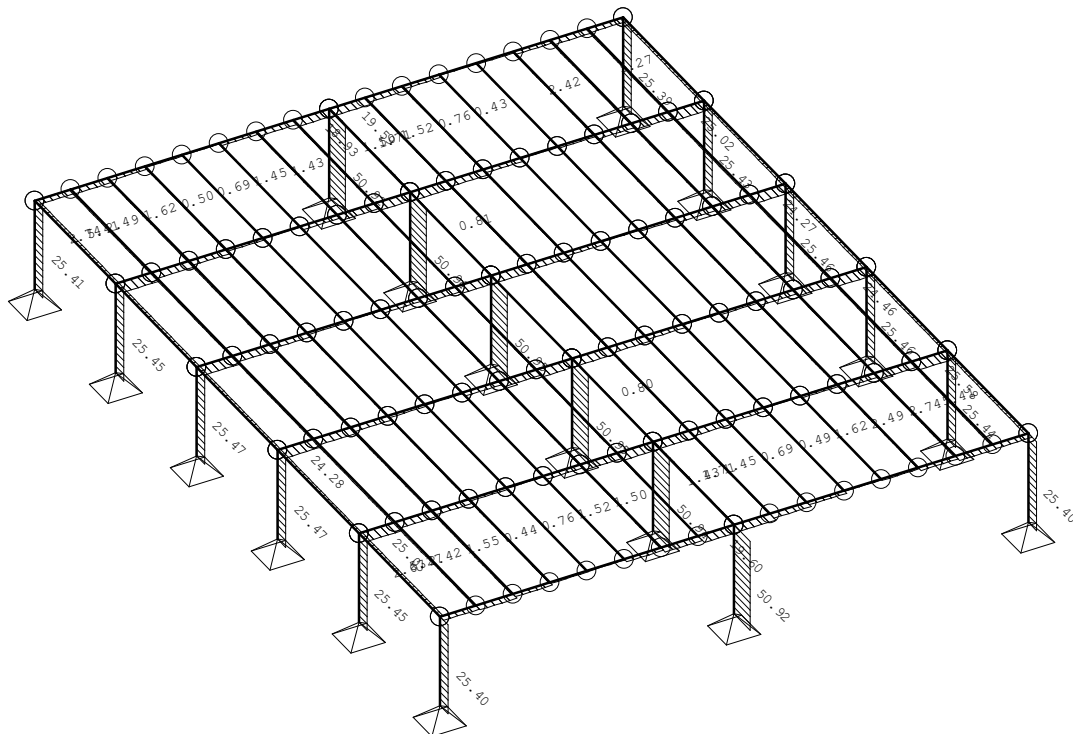
Opt. 8: Sy



Izometrija

Utjecaji u gredi: max M2= 320.97 / min M2= 0.00 kNm

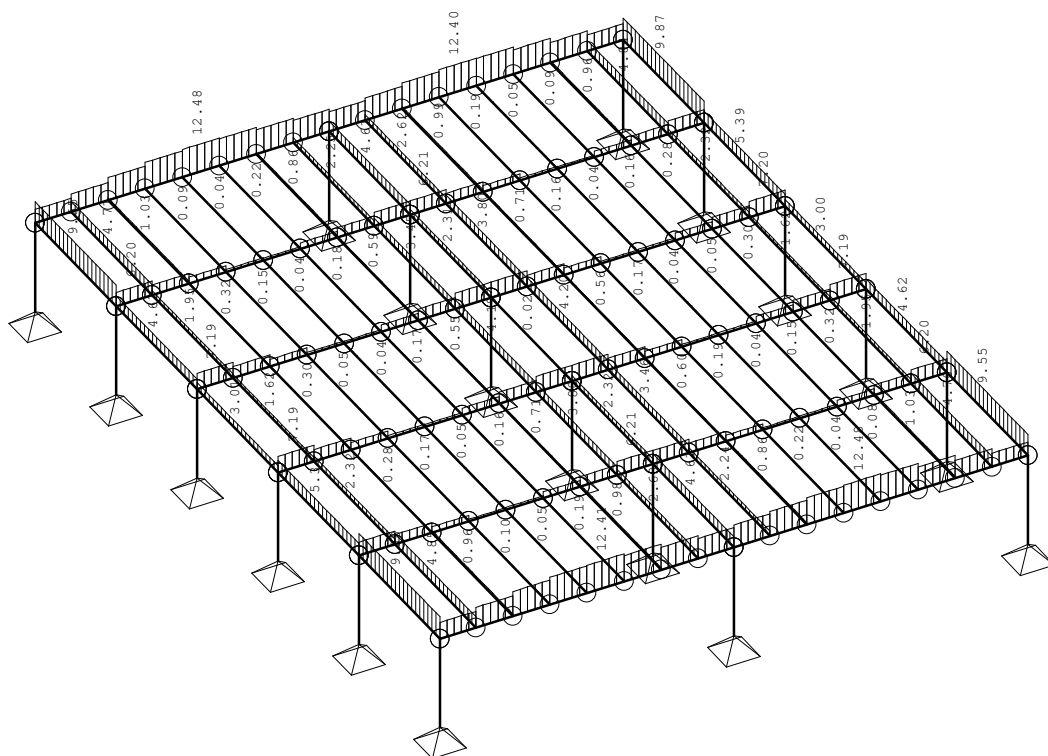
Opt. 8: Sy



Izometrija

Utjecaji u gredi: max T3= 50.95 / min T3= 0.01 kN

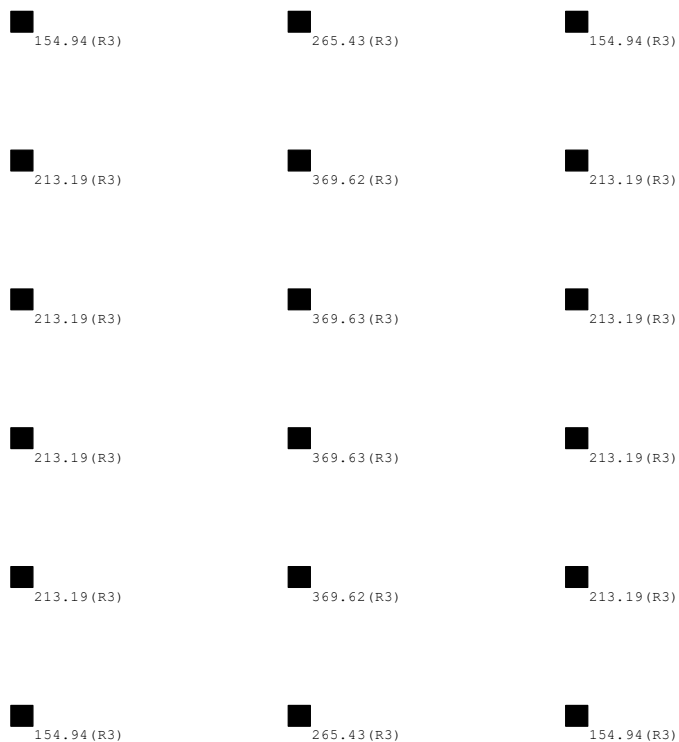
Opt. 8: Sy



Izometrija

Utjecaji u gredi: max N1= 12.48 / min N1= 0.00 kN

Opt. 1: Stalno (g)



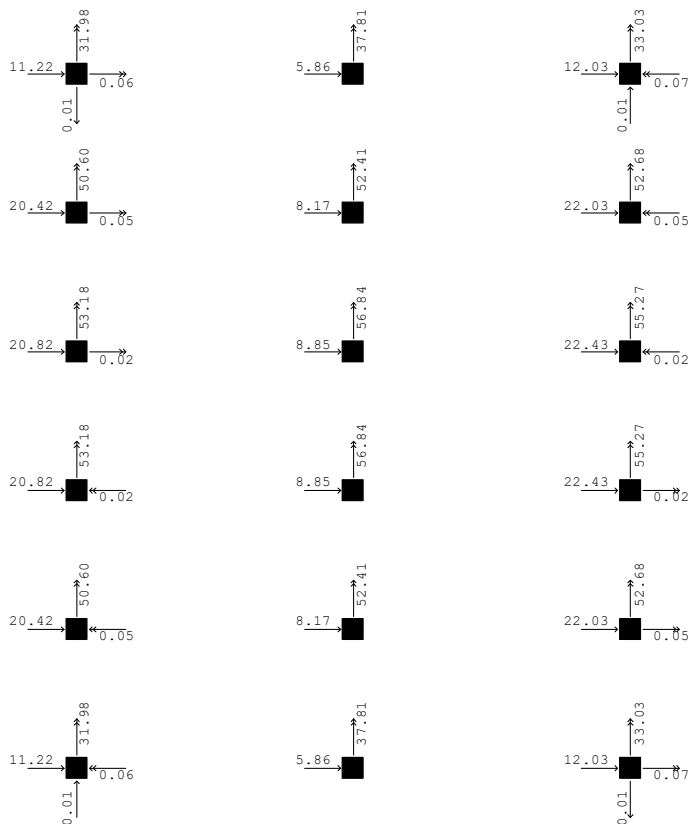
Nivo: Nivo ukļjesteñja [0.00 m]
 Reakcije leŹajeva

Opt. 2: Snijeg



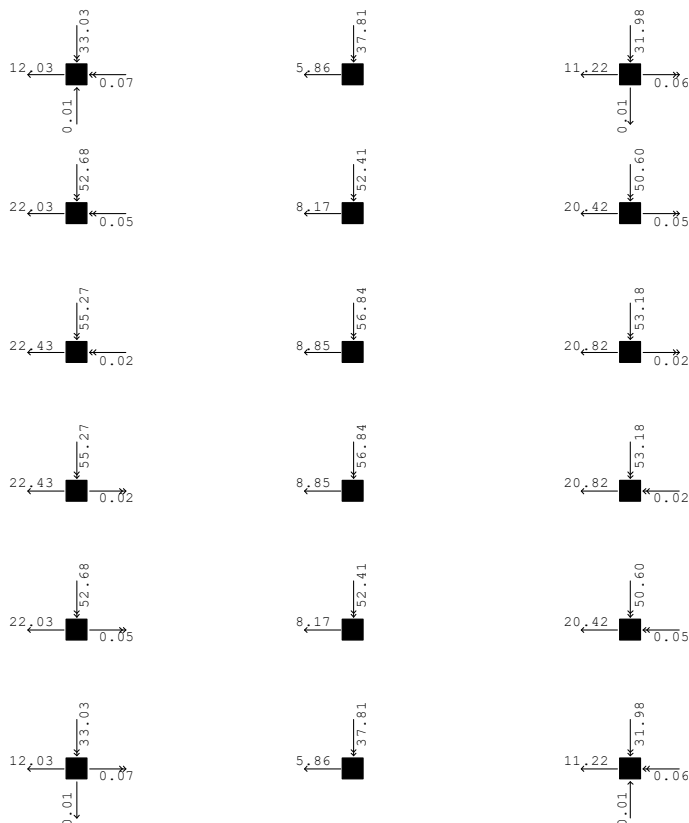
Nivo: Nivo ukļjesteñja [0.00 m]
 Reakcije leŹajeva

Opt. 3: Vjetar: desno



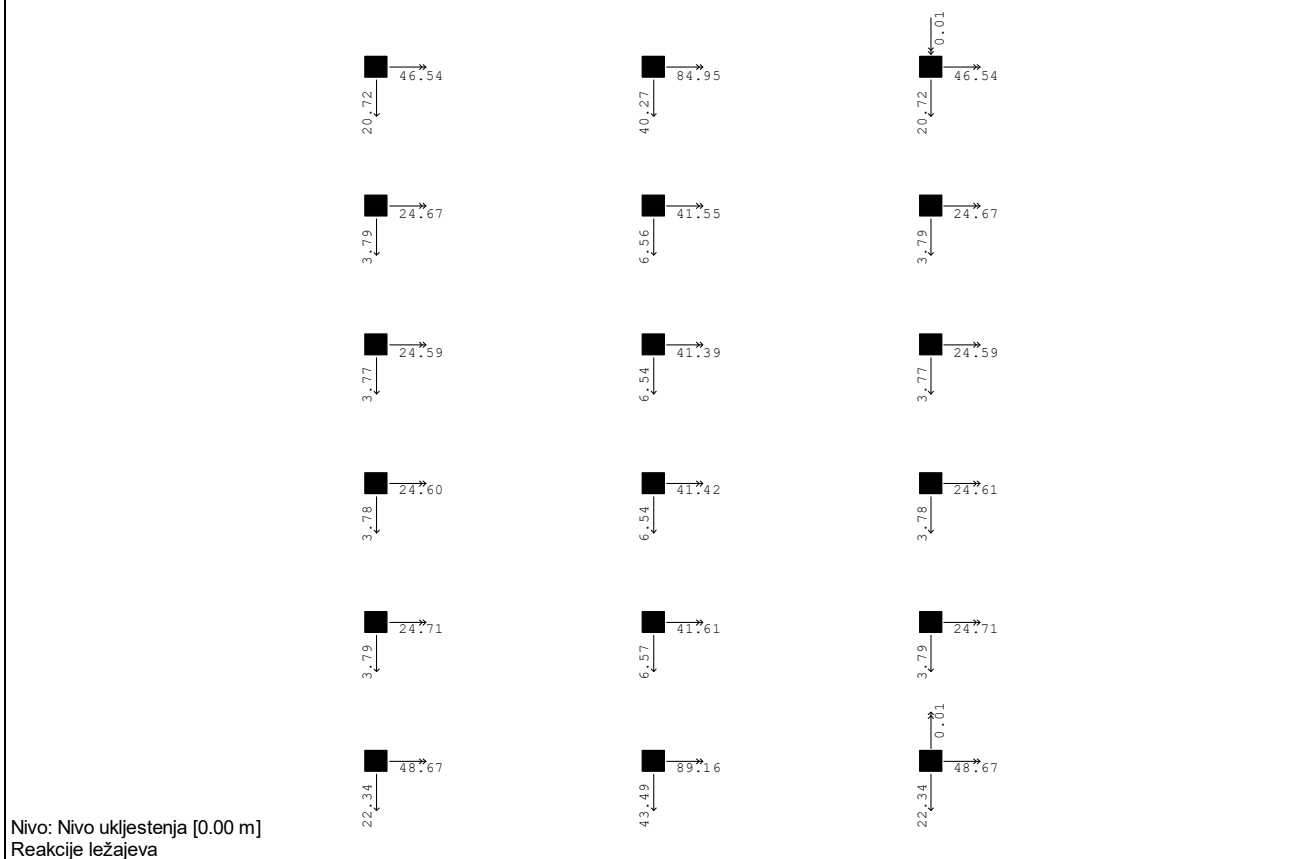
Nivo: Nivo ukļjesteñja [0.00 m]
 Reakcije le¼ajeva

Opt. 4: Vjetar: lijevo

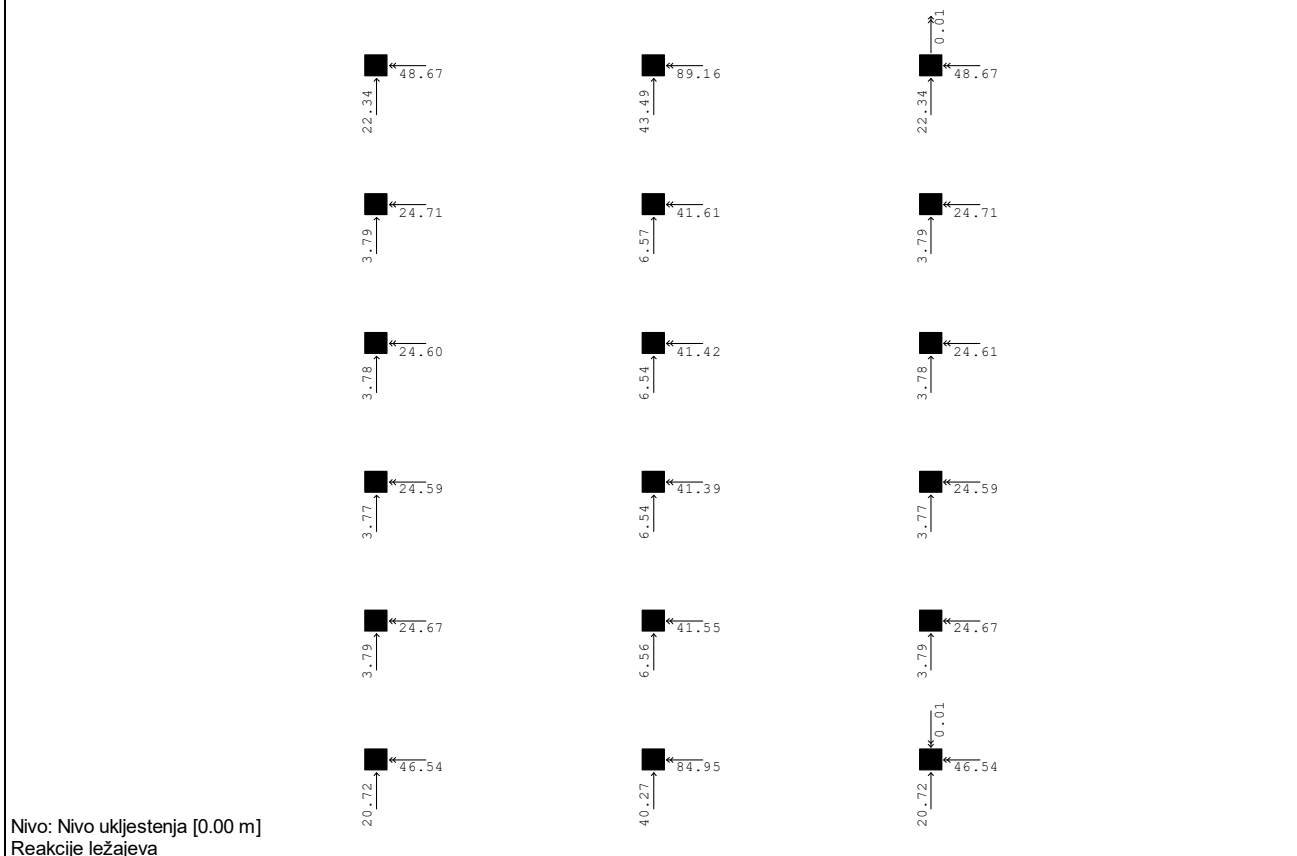


Nivo: Nivo ukļjesteñja [0.00 m]
 Reakcije le¼ajeva

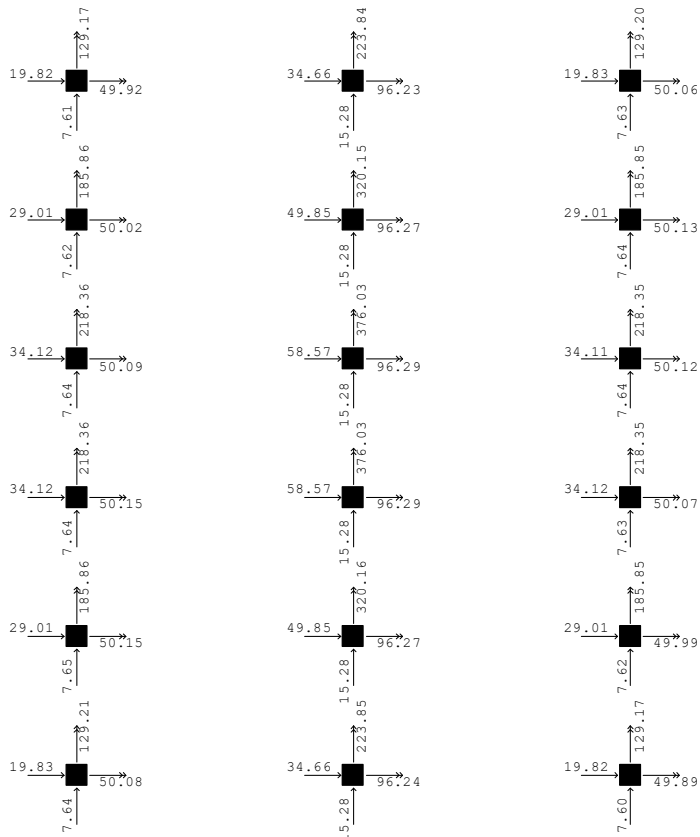
Opt. 5: Vjetar: ispred



Opt. 6: Vjetar: iza

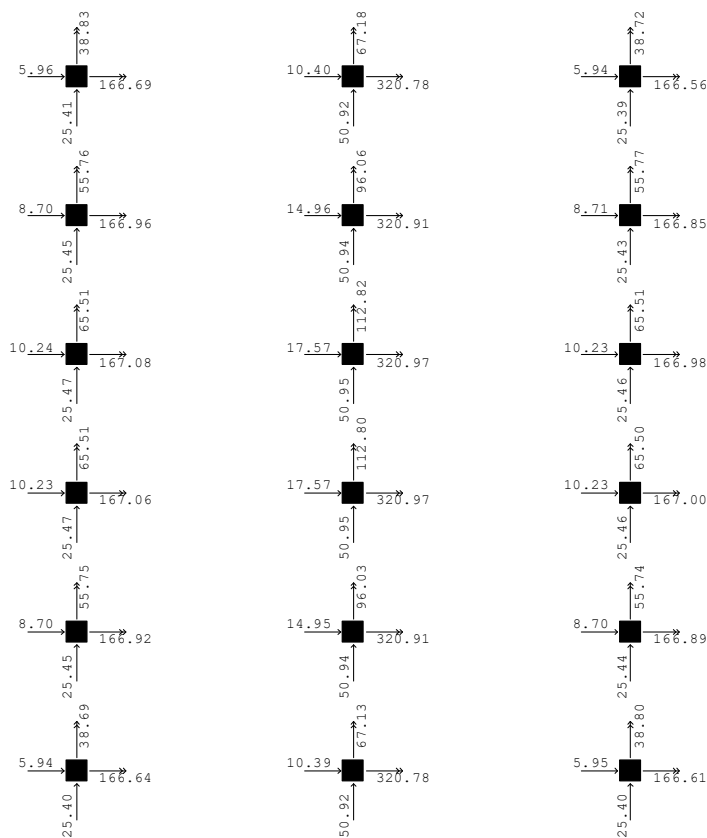


Opt. 7: Sx



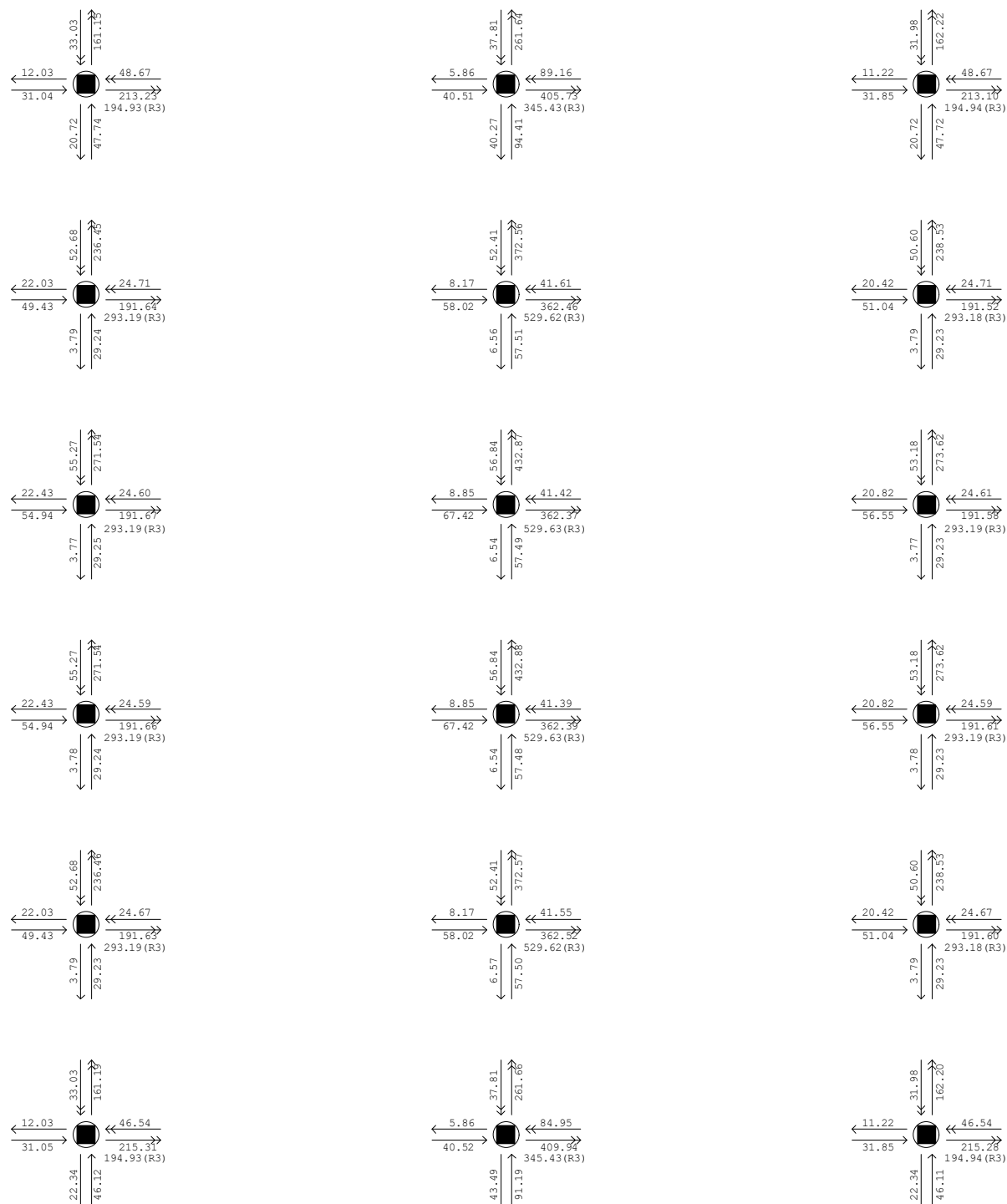
Nivo: Nivo ukļjestenja [0.00 m]
 Reakcije ležajeva

Opt. 8: Sy



Nivo: Nivo ukļjestenja [0.00 m]
 Reakcije ležajeva

Opt. 39: [Anv] 1-38



Nivo: Nivo ukliještenja [0.00 m]
 Reakcije ležajeva (Min/Max)

Dimenzioniranje (beton)

Mjerodavno opterećenje - TPBK

Slučajevi opterećenja

- I Stalno (g) - <Stalno>
- II Snijeg - <Snijeg - ≤ 1000 m>
- III Vjetar: desno - <Vjetar>
- IV Vjetar: lijevo - <Vjetar>
- V Vjetar: ispred - <Vjetar>
- VI Vjetar: iza - <Vjetar>
- VII S_x - <Seizmičko> (+/-)
- VIII S_y - <Seizmičko> (+/-)

Ne kombiniraj sa

- III -> IV, V, VI
- IV -> III, V, VI
- V -> III, IV, VI
- VI -> III, IV, V
- VII -> VIII
- VIII -> VII

Koeficijenti sigurnosti za materijal

[SP] Stalne i povremene kombinacije: $\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$

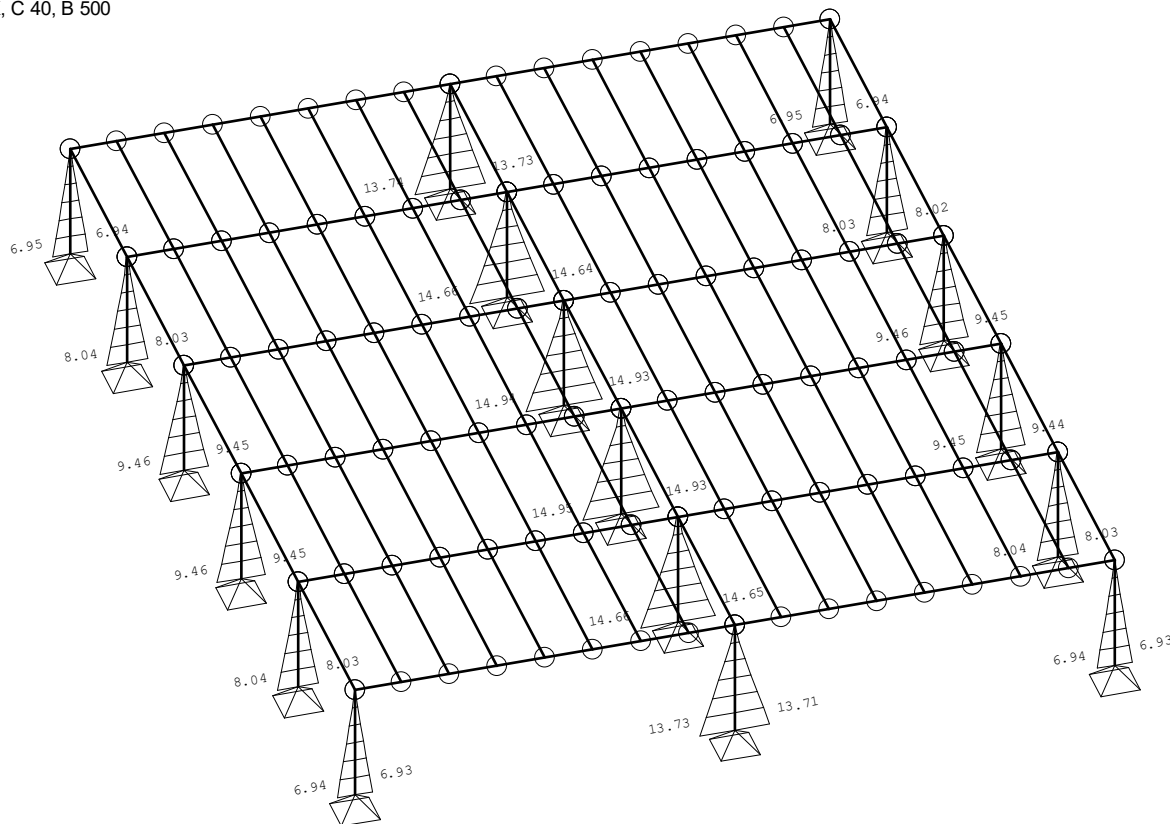
[SE] Potresne kombinacije: $\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$

[IN] Izvanredne kombinacije: $\gamma_C = 1.30$, $\gamma_S = 1.00$

Kombinacije opterećenja iz sheme kombinacija

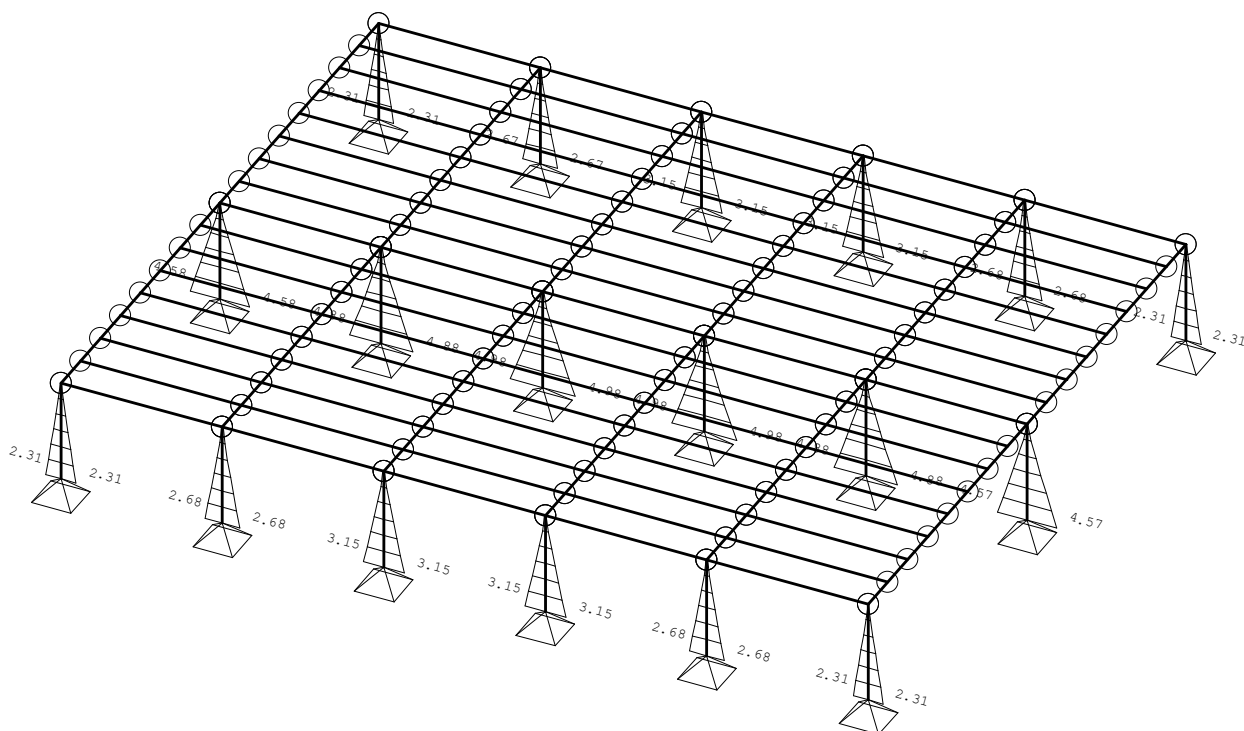
- 01. [SP] $1.35 \times I + 1.50 \times II + 1.50 \times 0.60 \times VI$
- 02. [SP] $1.35 \times I + 1.50 \times II + 1.50 \times 0.60 \times V$
- 03. [SP] $1.35 \times I + 1.50 \times II + 1.50 \times 0.60 \times IV$
- 04. [SP] $1.35 \times I + 1.50 \times II + 1.50 \times 0.60 \times III$
- 05. [SP] $1.35 \times I + 1.50 \times 0.50 \times II + 1.50 \times VI$
- 06. [SP] $1.35 \times I + 1.50 \times 0.50 \times II + 1.50 \times V$
- 07. [SP] $1.35 \times I + 1.50 \times 0.50 \times II + 1.50 \times IV$
- 08. [SP] $1.35 \times I + 1.50 \times 0.50 \times II + 1.50 \times III$
- 09. [SP] $I + 1.50 \times II + 1.50 \times 0.60 \times VI$
- 10. [SP] $I + 1.50 \times II + 1.50 \times 0.60 \times V$
- 11. [SP] $I + 1.50 \times II + 1.50 \times 0.60 \times IV$
- 12. [SP] $I + 1.50 \times II + 1.50 \times 0.60 \times III$
- 13. [SP] $I + 1.50 \times 0.50 \times II + 1.50 \times VI$
- 14. [SP] $I + 1.50 \times 0.50 \times II + 1.50 \times V$
- 15. [SP] $I + 1.50 \times 0.50 \times II + 1.50 \times IV$
- 16. [SP] $I + 1.50 \times 0.50 \times II + 1.50 \times III$
- 17. [SP] $1.35 \times I + 1.50 \times VI$
- 18. [SP] $1.35 \times I + 1.50 \times V$
- 19. [SP] $1.35 \times I + 1.50 \times IV$
- 20. [SP] $1.35 \times I + 1.50 \times III$
- 21. [SP] $1.35 \times I + 1.50 \times II$
- 22. [SP] $I + 1.50 \times VI$
- 23. [SP] $I + 1.50 \times V$
- 24. [SP] $I + 1.50 \times IV$
- 25. [SP] $I + 1.50 \times III$
- 26. [SP] $I + 1.50 \times II$
- 27. [SE] $I - VII$
- 28. [SE] $I - VIII$
- 29. [SE] $I - VIII$
- 30. [SE] $I - VII$
- 31. [SP] $1.35 \times I$
- 32. [SP] I

Mjerodavno opterećenje: Kompletna shema
 TPBK, C 40, B 500



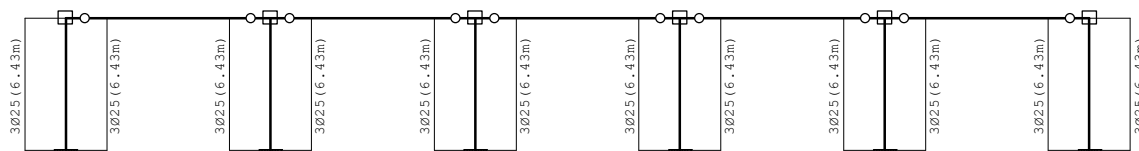
Izometrija
 Armatura u gredama: Aa2/Aa1

Mjerodavno opterećenje: Kompletna shema
 TPBK, C 40, B 500



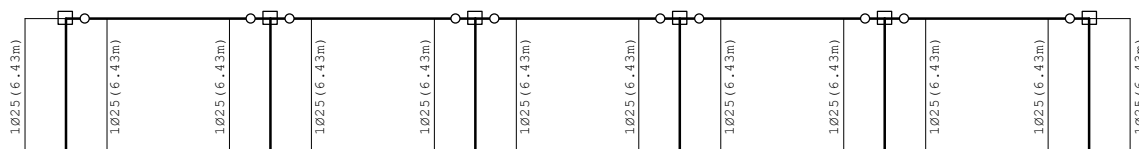
Izometrija
 Armatura u gredama: Aa3/Aa4

Odabrana armatura
 TPBK, C 40, B 500



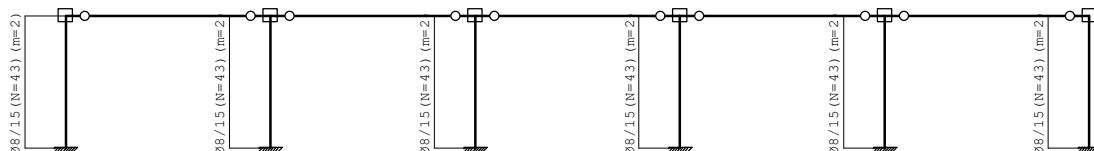
Okvir: V_2
 Armatura u gredama: Aa2/Aa1

Odabrana armatura
 TPBK, C 40, B 500



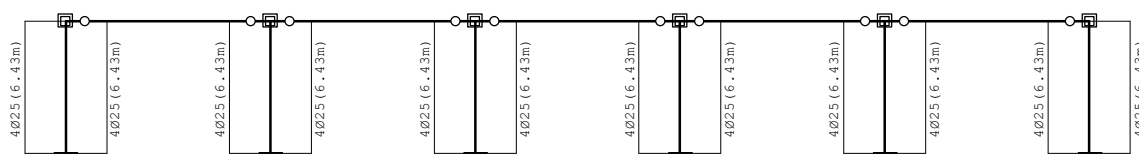
Okvir: V_2
 Armatura u gredama: Aa3/Aa4

Odabrana armatura
 TPBK, C 40, B 500



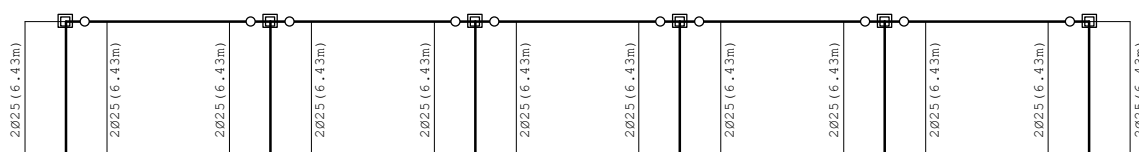
Okvir: V_2
 Armatura u gredama: Asw

Odabrana armatura
 TPBK, C 40, B 500



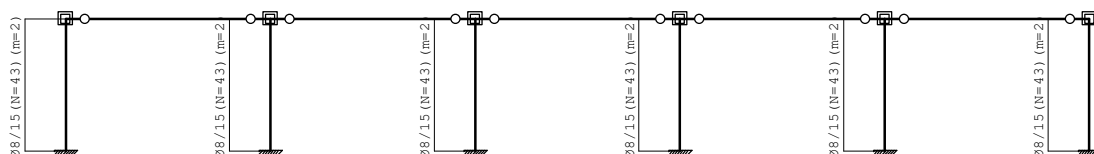
Okvir: V_3
 Armatura u gredama: Aa2/Aa1

Odabrana armatura
 TPBK, C 40, B 500



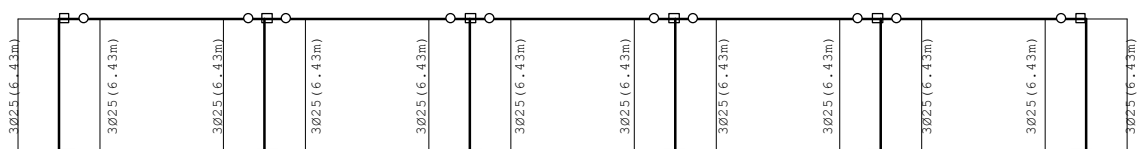
Okvir: V_3
 Armatura u gredama: Aa3/Aa4

Odabrana armatura
 TPBK, C 40, B 500



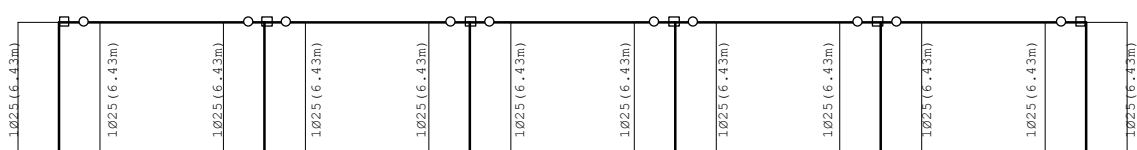
Okvir: V_3
 Armatura u gredama: Asw

Odabrana armatura
 TPBK, C 40, B 500



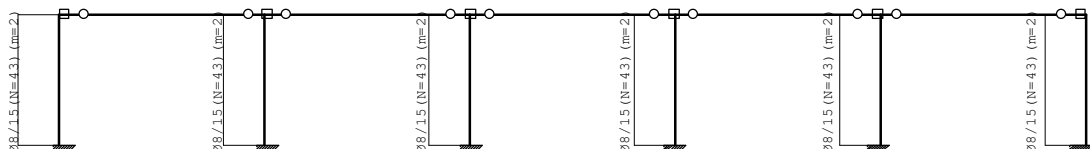
Okvir: V_1
 Armatura u gredama: Aa2/Aa1

Odabrana armatura
 TPBK, C 40, B 500



Okvir: V_1
 Armatura u gredama: Aa3/Aa4

Odabrana armatura
 TPBK, C 40, B 500



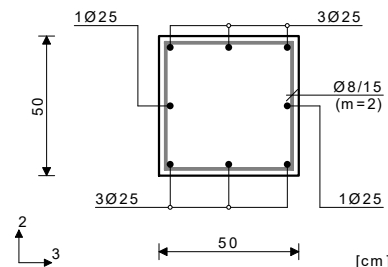
Okvir: V_1
 Armatura u gredama: Asw

STUP IRS-1

TPBK
 C 40 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$) [SP]
 B 500
 Kompletna shema opterećenja

$l_{i,2} = 12.86 \text{ m}$ ($\lambda_2 = 89.10$)
 $l_{i,3} = 12.86 \text{ m}$ ($\lambda_3 = 89.10$)
 Pomična konstrukcija

Presjek 1-1 $x = 6.43 \text{ m}$



Mjerodavna kombinacija za savijanje:

1.00xI+1.00xVII

$N_{1u} = -213.19 \text{ kN}$

$M_{2u} = 50.12 \text{ kNm}$

$M_{3u} = 218.35 \text{ kNm}$

Uvećanje momenta savijanja uslijed izvijanja

$\Delta e_2 = 3.2 \times 10^{-2} + 17.8 \times 10^{-2} = 21.0 \text{ cm}$

$|\Delta M_2| = 44.70 \text{ kNm}$

$\Delta e_3 = 3.2 \times 10^{-2} + 17.8 \times 10^{-2} = 21.0 \text{ cm}$

$|\Delta M_3| = 44.70 \text{ kNm}$

Mjerodavna kombinacija za posmik:

1.00xI-1.00xVII

$T_{2u} = -34.11 \text{ kN}$

$T_{3u} = -7.64 \text{ kN}$

$M_{1u} = 0.00 \text{ kNm}$

$\epsilon_b/\epsilon_a = -3.500/8.782 \%$

$A_{s1} = 9.46 \text{ cm}^2$

$A_{s2} = 9.45 \text{ cm}^2$

$A_{s3} = 3.15 \text{ cm}^2$

$A_{s4} = 3.15 \text{ cm}^2$

$A_{sw} = 0.00 \text{ cm}^2/\text{m}$

(m=1)

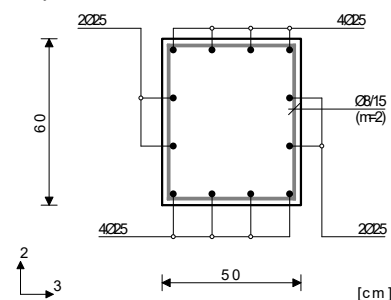
[Odabrano $A_{sw} = \text{Ø}8/15(m=2) = 6.70 \text{ cm}^2/\text{m}$]

Postotak amiranja: 1.57%

STUP IRS-2

TPBK
 C 40 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$) [SP]
 B 500
 Kompletna shema opterećenja
 $l_{i,2} = 12.86 \text{ m}$ ($\lambda_2 = 89.10$)
 $l_{i,3} = 12.86 \text{ m}$ ($\lambda_3 = 74.25$)
 Pomična konstrukcija

Presjek 1-1 $x = 3.21 \text{ m}$



Mjerodavna kombinacija za savijanje:

1.00xI+1.00xVIII

$N_{1u} = -345.51 \text{ kN}$

$M_{2u} = 157.18 \text{ kNm}$

$M_{3u} = 56.32 \text{ kNm}$

Uvećanje momenta savijanja uslijed izvijanja

$\Delta e_2 = 3.2 \times 10^{-2} + 17.8 \times 10^{-2} = 21.0 \text{ cm}$

$|\Delta M_2| = 72.45 \text{ kNm}$

$\Delta e_3 = 3.2 \times 10^{-2} + 14.5 \times 10^{-2} = 17.7 \text{ cm}$

$|\Delta M_3| = 61.30 \text{ kNm}$

Mjerodavna kombinacija za posmik:

1.00xI-1.00xVII

$T_{2u} = -58.57 \text{ kN}$

$T_{3u} = -15.28 \text{ kN}$

$M_{1u} = 0.00 \text{ kNm}$

$\epsilon_b/\epsilon_a = -3.500/9.952 \%$

$A_{s1} = 6.71 \text{ cm}^2$

$A_{s2} = 6.70 \text{ cm}^2$

$A_{s3} = 2.23 \text{ cm}^2$

$A_{s4} = 2.23 \text{ cm}^2$

$A_{sw} = 0.00 \text{ cm}^2/\text{m}$

(m=1)

[Odabrano $A_{sw} = \text{Ø}8/15(m=2) = 6.70 \text{ cm}^2/\text{m}$]

Postotak amiranja: 1.96%

ANALIZA ADHEZIJSKO PREDNAPREGNUTOG NOSAČA – SEKUNDARNI KROVNI NOSAC R-44.5 POS ISN-1, ISN-1A, ISN-2, ISN-2A, ISN-3

1. MATERIJALI I GEOMETRIJA:

1.1 BETON: C50/60

Karakteristična tlačna čvrstoća : $f_{ck} = 50 \text{ MPa}$
 Prosječna vlačna čvrstoća : $f_{ctm} = 4.1 \text{ MPa}$
 Elastični modul : $E_{cm} = 37000 \text{ MPa}$

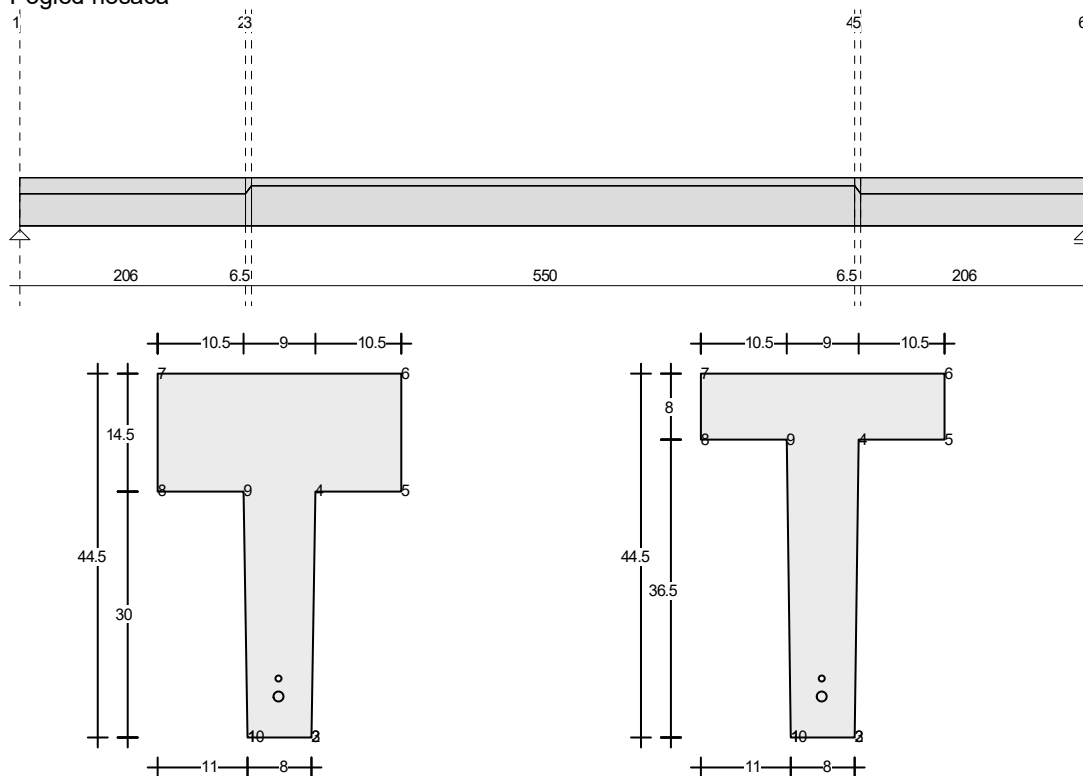
1.2 ČELIK ZA ARMIRANJE: S500/560

Karakteristična vlačna čvrstoća : $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
 Elastični modul : $E_s = 19500 \text{ MPa}$

1.3 ČELIK ZA PREDNAPREZANJE: St 1600/1860

Napon na granici elastičnosti : $f_{p0.1k} = 1600 \text{ MPa}$
 Karakteristična vlačna čvrstoća : $f_{pk} = 1860 \text{ MPa}$
 Elastični modul : $E_p = 19500 \text{ MPa}$
 Relaksacija : razred 2

Pogled nosača



Presjeci nosača

Ukupna dužina nosača $L = 9.75 \text{ m}$, nadvis lijevo: 0 m, desno: 0 m
 Volumen nosača $V = 0.595 \text{ m}^3$, težina $G = V \cdot 25 \text{ kN/m}^3 = 14.88 \text{ kN}$

1.4 Minimalni broj elemenata za prednapinjanje

- najmanje jedno uže sa sedam ili više žica (promjer žice $\geq 4 \text{ mm}$)
- pojedinačne šipke ili žice 3
- šipke i žice u užadi ili kابلu 7
- kablovi, osim užadi (prva točka) 3

1.5 Minimalni razmak užadi - EC2 8.10.1.2

$d_g = 16 \text{ mm}$ - beton 0-16 mm, $\phi_k = 12 \text{ mm}$

Uvjet za vertikalni razmak: $s_v \geq d_g$ ili $\geq 2\phi_k$

Uvjet za horizontalni razmak: $s_h \geq d_g + 5 \text{ mm}$ ili $\geq 2\phi_k$ ili $\geq 20 \text{ mm}$

1.6 Zaštitni slojevi za meku armaturu

a) u zavisnosti od okoline - XC1 Suho ili trajno mokro / S2

$c_{\min, \text{dur}} = 10 \text{ mm}$

b) za siguran prijenos sila obuhvatnosti ($d_g \leq 32 \text{ mm}$)

Vilice: $c_{\min, b} = \phi_w = 8 \text{ mm}$

Šipke: $c_{l, \min, b} = \phi_l = 14 \text{ mm}$

Nominalni zaštitni slojevi

$c_{\text{nom}} = c_{\min, \text{dur}} + \Delta c = 10 + 10 = 20 \text{ mm}$

$c_{l, \text{nom}} = c_{\text{nom}} + \phi_w = 20 + 8 = 28 \text{ mm}$

1.7 Zaštitni slojevi za zateznu armaturu

a) u zavisnosti od okoline - XC1 Suho ili trajno mokro / S2

$c_{p, \min, \text{dur}} = 15 \text{ mm}$

b) za siguran prijenos sila obuhvatnosti ($d_g \leq 32 \text{ mm}$)

Užadi: $c_{p, \min, b} = 2 \cdot \phi_k = 24 \text{ mm}$

Nominalni zaštitni slojevi

$c_{p, \text{nom}} = c_{p, \min, b} + \Delta c = 24 + 10 = 34 \text{ mm}$

1.8 Podaci za zateznu armaturu - Fi ()

Nr.	fi[mm]	cm2	x[cm]	y[cm]	Start	End	Nr.	fi[mm]	cm2	x[cm]	y[cm]	Start	End
1	12	0.93	15	7	0	975							

1.9 Karakteristike presjeka

$\alpha_e = E_s / E_c = 19500 / 37000 = 0.53$

	A [m²]	I [m⁴]	z [m]
1/1 beton A_c	0.069	0.001	0.291
1/2 neto $A_{c, \text{net}}$	0.0689	0.001	0.292
1/3 ideal A_{ci}	0.069	0.001	0.291
2/1 beton A_c	0.055	0.001	0.282
2/2 neto $A_{c, \text{net}}$	0.0549	0.001	0.282
2/3 ideal A_{ci}	0.055	0.001	0.282

2. OPTEREĆENJA (kN, kN/m, kNm, cm)

Stalno opterećenje - G

- g1 : q1=1.73, x1=0, q2=1.73, x2=206
 - q1 : q1=1.73, x1=206, q2=1.38, x2=212

- g1	: q1=1.38, x1=212, q2=1.38, x2=762
- g1	: q1=1.38, x1=762, q2=1.73, x2=769
- g1	: q1=1.73, x1=769, q2=1.73, x2=975
- Pokrov	: Q=0.63 kN/m'

Korisno opterećenje - Q
 - Snijeg : Q=2.02 kN/m'

2.1 Koeficijenti sigurnosti:

a) Granično stanje nosivosti (loše / dobro)

- stalno opterećenje	: $\gamma_G = 1.35 / 1$
- dominantno korisno	: $\gamma_Q = 1.5 / 0$
- prednapinjanje	: $\gamma_P = 1 / 1$

- za beton	: $\gamma_c = 1.5$
- za čelik	: $\gamma_s = 1.15$

b) Granično stanje upotrebljivosti - rijetko ψ_0 , često ψ_1 , prividno stalno ψ_2

	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Korisno opterećenje - Qi			
- Snijeg	: 0.5	: 0.2	: 0

3. GUBITAK PREDNAPINJANJA

3.1 Početni pad napona

Početna relaksacija čelika

Unos zatezne sile u beton nakon 200 sata. $\sigma_{0,max} = 1000 \text{ MPa}$

Relaksacijski razred 2

$$\Delta\sigma_{pr}/\sigma_{pi} = 0.66 \cdot 2.5 \cdot e^{9.1u} \cdot (t/1000)^{0.75(1-u)} \cdot 10^{-5}$$

$$\mu = \sigma_p / f_{pk} = 1000 / 1860 = 0.54$$

$$\Delta\sigma_{pr,200} = 1000 \cdot 0.0013 = 1.26 \text{ MPa}$$

Elastično skupljanje betona

$$\Delta\sigma_{el} = \sigma_{c0} \cdot \alpha / (1 + \alpha\mu) = 0.82 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c0} = 0.1 / 0.05503, \mu = 100 \times 0.9 / 550.3$$

$$\sigma_{pm0} = 997.92 \text{ MPa} \leq 997.92 < 1360$$

3.2 Pad napona zbog vremenskih gubitaka - t=∞

$$\Delta\sigma_{p,c+s+r} = \frac{\varepsilon_{cs}(t,t_0) \cdot E_p + 0.8 \cdot \Delta\sigma_{pr} + \alpha \cdot \varphi(t,t_0) \cdot (\sigma_{cg} + \sigma_{cp0})}{(1 + \alpha \cdot A_p/A_c \cdot (1 + A_c/I_c \cdot z_{cp}^2) \cdot [1 + 0.8 \cdot \varphi(t,t_0)])}$$

Koeficijent pužanja φ i skupljanja ε (EC2 - ANNEX B)

Starost betona kod opterećenja je 28 dana, suhi atmosferski uvjeti - zatvoreni prostori RH=50%
 Cement - razred(CEM): R (42.5 R, 52.5 N, 52.5 R)

Izračun u presjeku na L= 497 cm

Karakteristična srednja debljina presjeka: $d_{eff} = 2 \cdot A_c/u = 2 \cdot 55025/1480.1 = 74 \text{ mm}$

$$\varphi(t,t_0) = \varphi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0) \cdot \beta_c(t,t_0) = 1.79$$

$$\varphi_{RH} = 1.66, \beta(f_{cm}) = 2.21, \beta(t_0) = 0.49, \beta_c(t,t_0) = 1$$

$$\varepsilon_{cs} = \beta_{ds}(t, t_s) \cdot k_h \cdot \varepsilon_{cd,0} + \varepsilon_{ca} = 0.64\text{‰}$$

$$\beta_{ds}(t, t_s)=1, k_h=1, \varepsilon_{cd,0}=0.54, \varepsilon_{ca}=0.1, \beta_{RH}=1.36$$

$$\text{Puzanje } \varphi = 1.79, \text{ skupljanje } \varepsilon = 0.64\text{‰}$$

Relaksacijski razred 2

$$\Delta\sigma_{pr}/\sigma_{pi} = 0.66 \cdot 2.5 \cdot e^{9.1u} \cdot (t/1000)^{0.75(1-u)} \cdot 10^{-5}$$

$$\mu = \sigma_p / f_{pk} = 997.92 / 1860 = 0.54$$

$$\Delta\sigma_{pr,oo} = 997.92 \cdot 0.0189 = 18.84 \text{ MPa}$$

Naponi zbog stalnog opterećenja

$$\sigma_{cg} = -M_s / I_{c_{net}} \cdot z_p = -2465.1/100122.7 \cdot 10 \cdot 28.2 = -6.93 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{cp0} = N_{p0} / A_{c_{net}} + M_{p0} / I_{c_{net}} \cdot z_p$$

$$N_{p0} \sigma_{pm0} \cdot A_p = 997.92 \cdot 0.93 \cdot 10^{-4} = 0.09 \text{ MN}$$

$$M_{p0} = N_{p0} \cdot z_p = 0.09 \cdot 28.2 = 2.62 \text{ MNcm}$$

$$\sigma_{cp0} = (0.09 / 549.3 + 2.6 / 100122.7 \cdot 28.2) \cdot 10^4 = 9.06 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_{p,c+s+tr} = \frac{0.00064 \cdot 19500 + 0.8 \cdot 18.84 + 0.527 \cdot 1.79 \cdot 2.116}{1 + 0.527 \cdot 0.93 / 549.81 \cdot (1 + 549.81 / 100341.942 \cdot 28.173^2) \cdot (1 + 0.8 \cdot 1.79)}$$

$$\Delta\sigma_{p,c+s+tr} = 29.549 / 1.012 = 29.21 \text{ MPa}$$

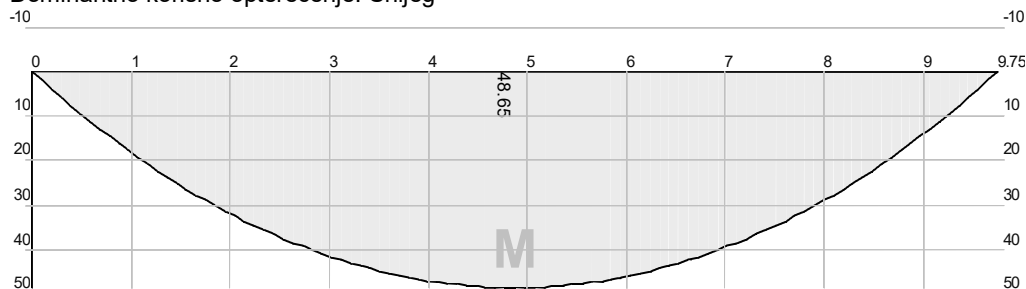
$$\text{Konačan napon u } t=\infty \sigma_{pmoo} = \sigma_{pm0} - \Delta\sigma_{p,c+s+tr} = 968.71 \text{ MPa}$$

4. UNUTARNJE STATIČKE KOLIČINE

4.1 Granično stanje upotrebljivosti

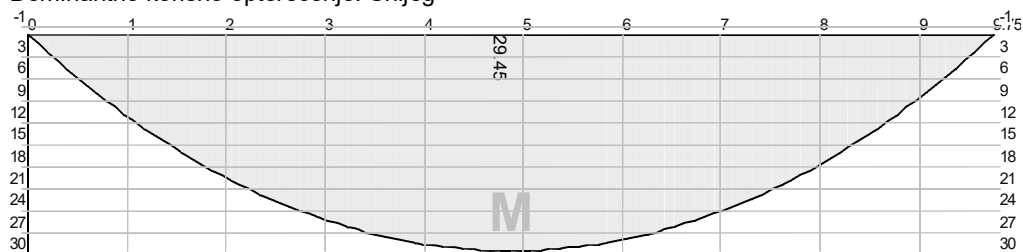
Rijetka kombinacija - $|M_{max}|=48.65 \text{ kNm}$, $L=488 \text{ cm}$

Dominantno korisno opterećenje: Snijeg



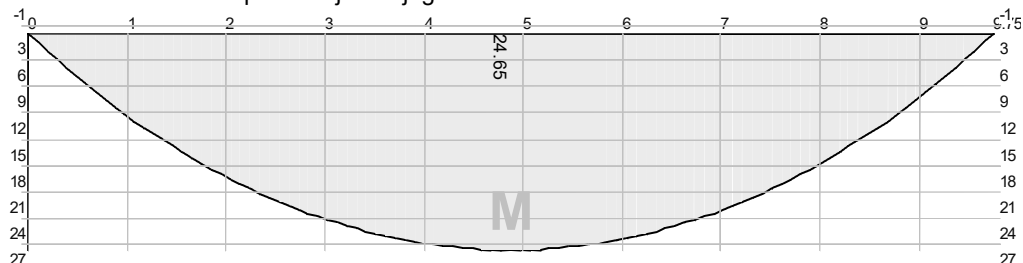
Česta kombinacija - $|M_{max}|=29.45 \text{ kNm}$, $L=488 \text{ cm}$

Dominantno korisno opterećenje: Snijeg



Prividno stalna - $|M_{max}|=24.65 \text{ kNm}$, $L=488 \text{ cm}$

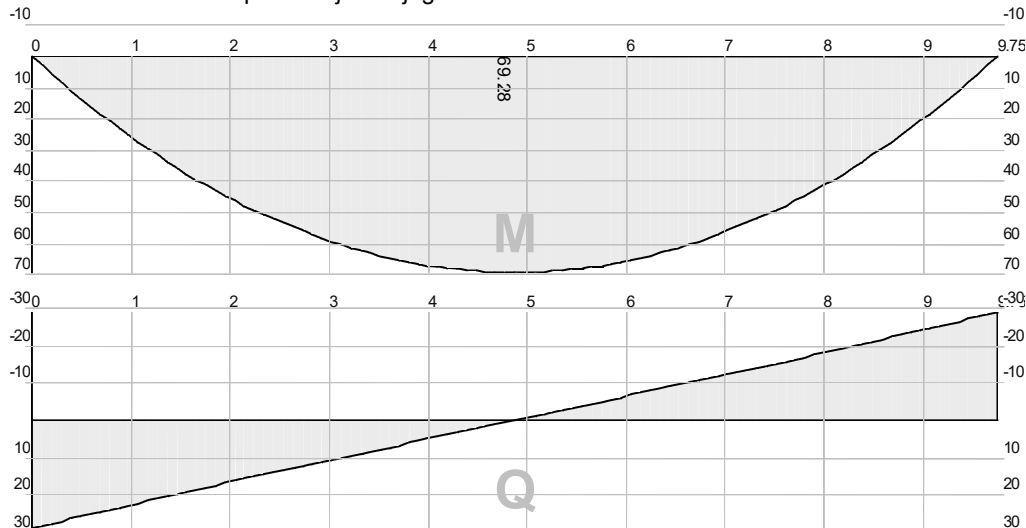
Dominantno korisno opterećenje: Snijeg



4.2 Granično stanje nosivosti - reducirane Q

$|M_{max}|=69.28 \text{ kNm}$, $L=488 \text{ cm}$, $|Q_{max}|=28.99 \text{ kN}$, $L=0 \text{ cm}$

Dominantno korisno opterećenje: Snijeg



Utjecaji zbog prednapinjanja

Početno stanje - $t=0$ - $|M_{max}|=20.57 \text{ kNm}$, $L=868 \text{ cm}$, $|N_{max}|=92.81 \text{ kN}$, $L=107 \text{ cm}$

Konačno stanje - $t=\infty$ - $|M_{max}|=19.95 \text{ kNm}$, $L=868 \text{ cm}$, $|N_{max}|=90.09 \text{ kN}$, $L=868 \text{ cm}$



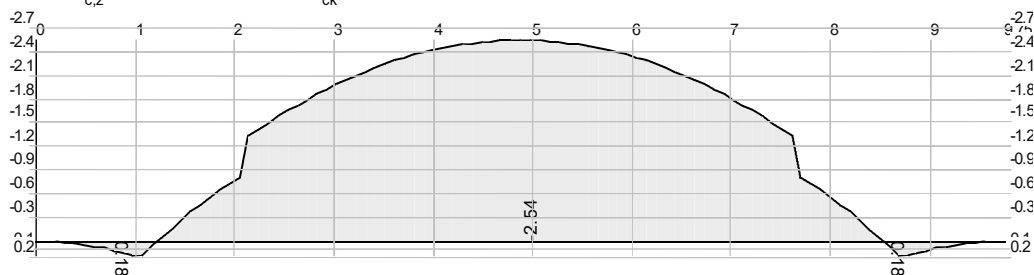
5. KONTROLA ZA GRANIČNO STANJE UPOTREBLJIVOSTI

5.1 Prividno stalni utjecaji - naponi u betonu

$$\sigma_c = P_{m,t} / A_{ci} - (M_{Sd,st} + M_{pt}) \cdot z / I_{ci}$$

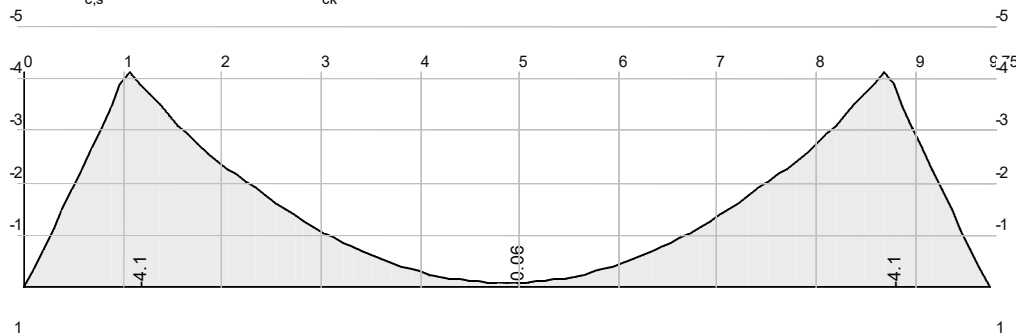
Naponi na gornjem rubu - L=488 cm

$$\text{tlak} - \sigma_{c,z} = 2.55 \text{ MPa} < 0.45 \cdot f_{ck} = 0.45 \cdot 50 = 22.5 \text{ MPa}$$



Naponi na donjem rubu - L=107 cm

$$\text{tlak} - \sigma_{c,s} = 4.11 \text{ MPa} < 0.45 \cdot f_{ck} = 0.45 \cdot 50 = 22.5 \text{ MPa}$$



5.2 Rijetki utjecaji - naponi u čeliku za prednapinjanje

$$\sigma_p = \sigma_{pm1} + \Delta\sigma_p < 0.75 \cdot f_{pk}$$

Predviđeno 30% vremenski ovisnih gubitaka:

$$\sigma_{pm1} = \sigma_{pm0} - 0.3 \cdot \Delta\sigma_{p,c+s+r} = 997.92 - 0.3 \cdot 29.21 = 989.16 \text{ MPa}$$

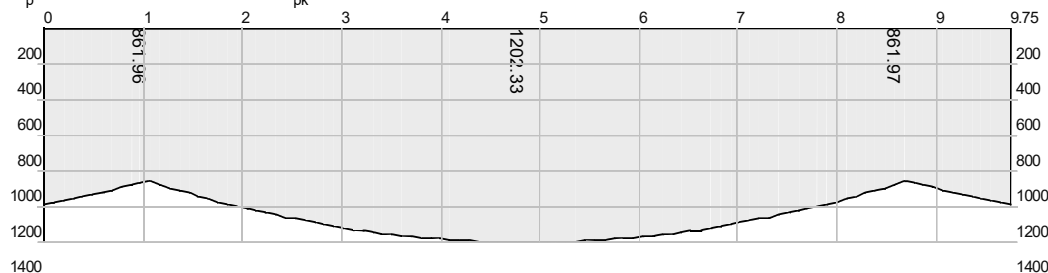
$$\Delta\sigma_p \approx (M_s/z - P_{m,t}) / (A_p + A_s)$$

$$M_s = M_{Sd,red} + M_{p,00} - N_{p,00} \cdot (z_u - d_1)$$

$$z = 0.9 \cdot d, \quad d = h - d_1, \quad d_1 = \text{težište } A_p + A_s \text{ od donjeg ruba}$$

Maksimalni napon u čeliku - L=488 cm

$$\sigma_p = 1202.33 \text{ MPa} < 0.75 \cdot f_{pk} = 0.75 \cdot 1860 = 1395 \text{ MPa}$$

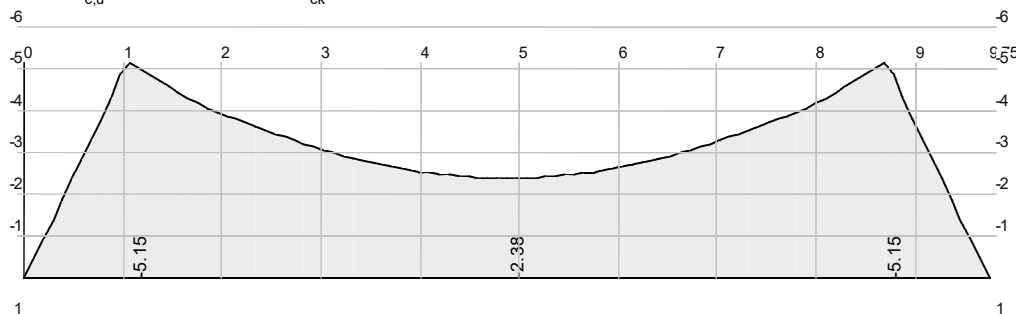


5.3 Vlastita težina i prednapinjanje t=0 - naponi u betonu

$$\sigma_{c,u} = P_{m0} / A_{c,net} + (M_G + M_{p0}) \cdot z_u / I_{c,net}$$

Naponi na donjem rubu - L=107 cm

tlak - $\sigma_{c,u} = 5.16 \text{ MPa} < 0.6 \cdot f_{ck} = 0.6 \cdot 50 = 30 \text{ MPa}$



6. PUKOTINE

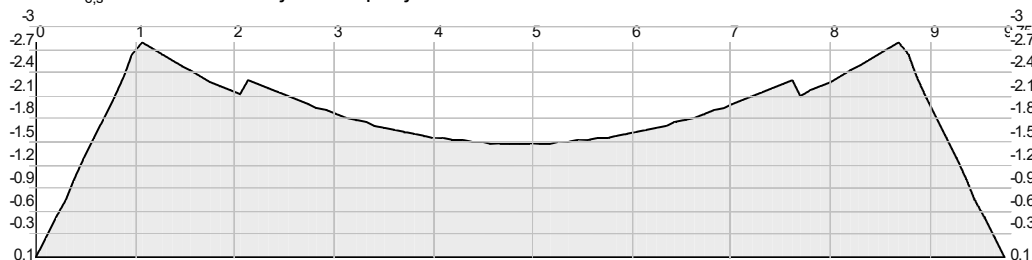
6.1 Minimalna površina armature - EC2 uvjet 7.3.2(4)

1. uvjet: rijetka kombinacija opterećenja - naponi u betonu na donjem rubu

$$\sigma_{c,s} = 0.9 \cdot P_{m,t} / A_{ci} + (M_{Sd,red} + 0.9 \cdot M_{pl}) \cdot z / I_{ci}$$

Naponi na donjem rubu - L=107 cm

tlak - $\sigma_{c,s} = 2.79 \text{ MPa}$ - uvjet **JE** ispunjen

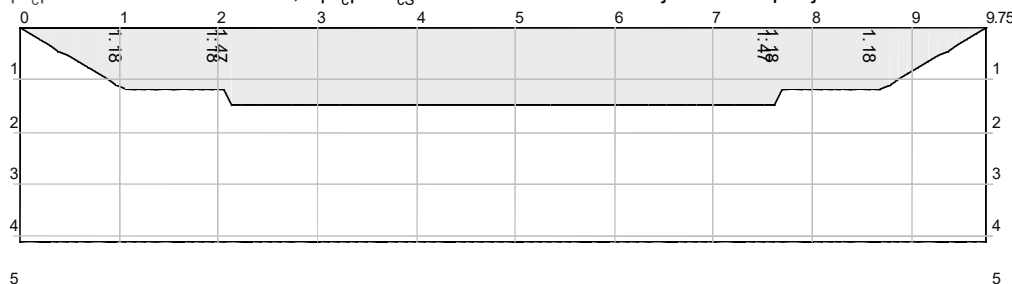


2. uvjet: napon u težištu betona zbog prednapinjanja

$$|\sigma_c| = |0.9 \cdot P_{m,t}| / A_{ci} \geq h \cdot f_{ct,eff} (\sigma_{cs}^*) \quad h \geq 1, f_{ct,eff} = 4.1 \text{ MPa}$$

Napon u težištu - L=215 cm

$|\sigma_c| = 1.47 \text{ MPa} < 4.1 \text{ MPa}$, $|\sigma_c| / \sigma_{cs}^* = 1.47 / 4.1 = 0.36$ - uvjet **NIJE** ispunjen



Potrebna minimalna armatura - EC2 7.3.2

$$\min A_s = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / \sigma_s$$

$$\begin{aligned} k_c &= 0.4 \cdot (1 - 0.36/k_1) = 0.3 \quad (k_1 = 1.5, h_{cr} = 29.1 \text{ cm}) \\ k &= 0.8985 \\ f_{ct,eff} &= 4.1 \text{ MPa} \quad (f_{ctm}) \\ A_{ct} &= z_u \cdot b_w = 0.024 \text{ m}^2 \quad (\text{vlačna površina}) \\ \sigma_s &= 240 \text{ MPa} \quad (\text{za } \phi 14, w_k = 0.2 \text{ mm}) \end{aligned}$$

$$\min A_s = 0.3 \cdot 0.8985 \cdot 4.1 \cdot 0.024 / 240 \cdot 1E4 = 1.11 \text{ cm}^2$$

6.2 Kontrola pukotina bez neposrednog izračuna - EC2 7.3.3

$$\text{Korigiran max.promjer armature: } \phi_s = \phi_s^* f_{ct,eff} / 2.9 k_c h_{cr} / 2d_1$$

Česta kombinacija - naponi u čeliku

$$\sigma_s = 1 / (A_p + A_s) \cdot (M_s / z - r \cdot P_{m,t})$$

Čelik - gornji dio presjeka za vlastitu težinu i t=0

$$M_s = -M_{Sd,pog} + r_{sup} \cdot M_p + r_{sup} \cdot P_p \cdot (d - z_u)$$

$$z = 0.9 \cdot d, \quad d = h - d_1, \quad d_1 = \text{težište } A_p + A_s \text{ od gornjeg ruba, } r_{sup} = 1.1$$

U gornjem dijelu presjeka nema armature!

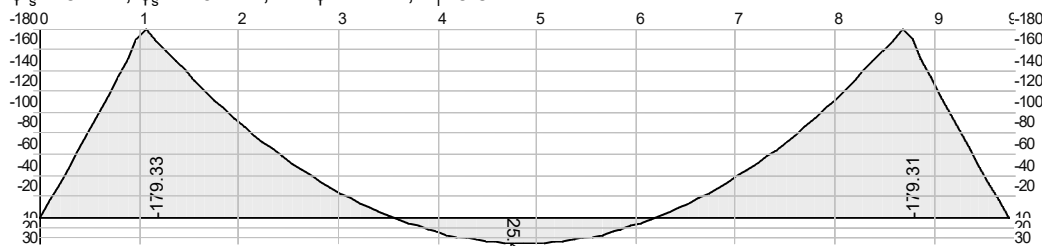
Čelik - donji rub presjeka za t=∞

$$M_s = M_{Sd,pog} - r_{inf} \cdot M_p + r_{inf} \cdot P_p \cdot (z_u - d_1)$$

$$z = 0.9 \cdot d, \quad d = h - d_1, \quad d_1 = \text{težište } A_p + A_s \text{ od donjeg ruba, } r_{inf} = 0.9$$

Maksimalni vlak u čeliku - L=488 cm - $\sigma_s = 25.4 \text{ MPa}$ - EC2 Tab.7.2N($w_k = 0.2$)

$$\phi_s^* = 25 \text{ mm}, \quad \phi_s = 26 \text{ mm}, \quad \text{stv. } \phi 14 \text{ mm}, \quad d_1 = 5.8 \text{ cm}$$



7. DUŽINA UVOĐENJA OSNE SILE - l_{bpd}

$$l_{bpd} = l_{pt2} + \alpha_2 \cdot \phi \cdot (\sigma_{pd} - \sigma_{pmo}) / f_{bpd} = 86.9 \cdot \phi$$

$$l_{pt2} = 1.2 \cdot \alpha_1 \alpha_2 \phi \sigma_{pmo} / f_{bpt}$$

$$f_{bpd} = \eta_{p2} \eta_1 f_{ctd}, \quad f_{bpt} = \eta_{p1} \eta_1 f_{ctd}, \quad f_{ctd} = 1.91 \text{ MPa}$$

$$\alpha_1 = 1.25, \quad \alpha_2 = 0.19, \quad \eta_1 = 1, \quad \eta_{p1} = 3.2, \quad \eta_{p2} = 1.2$$

$$\sigma_{pmo} = 997.92, \quad \sigma_{pmo} = 968.71, \quad \sigma_{pd} = 1455.65 \text{ [MPa]}$$

Kontrola napona betona $f_{ctd} < f_{ctk 0.05} = 2.87 \text{ MPa}$
 (dijagrami napona su u 5.1)

Na gornjem rubu u l_{bpd} nema prekoračenja $f_{ctk 0.05}$

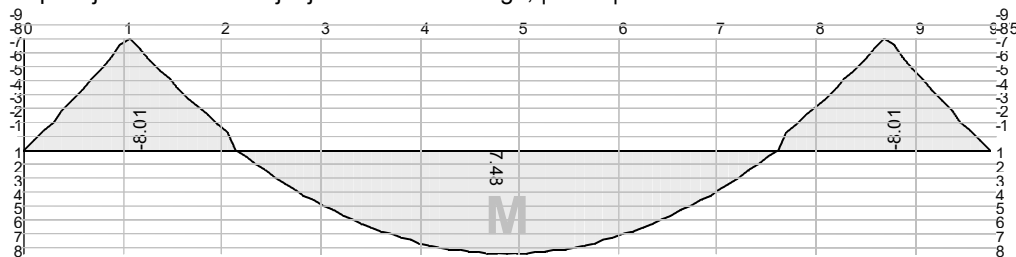
Na donjem rubu u l_{bpd} nema prekoračenja $f_{ctk 0.05}$

8. KONTROLA PROGIBA

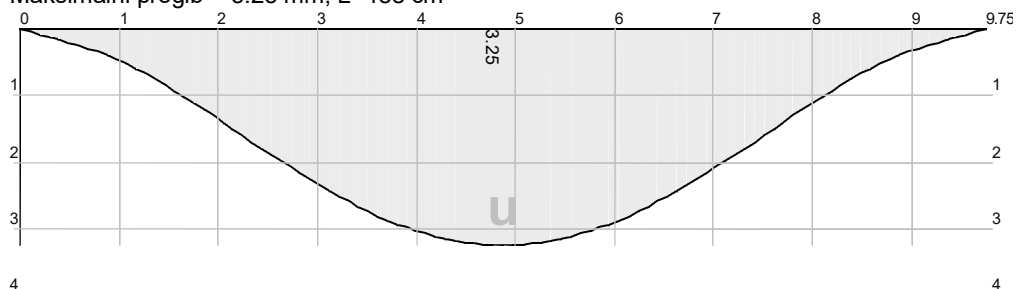
Nosač se tretira kao nepuknut, uvažava se prividno stalno opterećenje.

Izračun pomoću elastičnih uteza, $I_c = I_{ci}$, $E_{c,eff} = E_{cm}/(1+\phi_{oo}) = 37000/(1+1.79) = 13261.65 \text{ MPa}$
 Prednapinjanje: $r_{inf} = 0.9$

Pripadajući momenti savijanja za elastične utege, $|M_{max}| = 8.02 \text{ kNm}$



Maksimalni progib = 3.25 mm, $L=488 \text{ cm}$



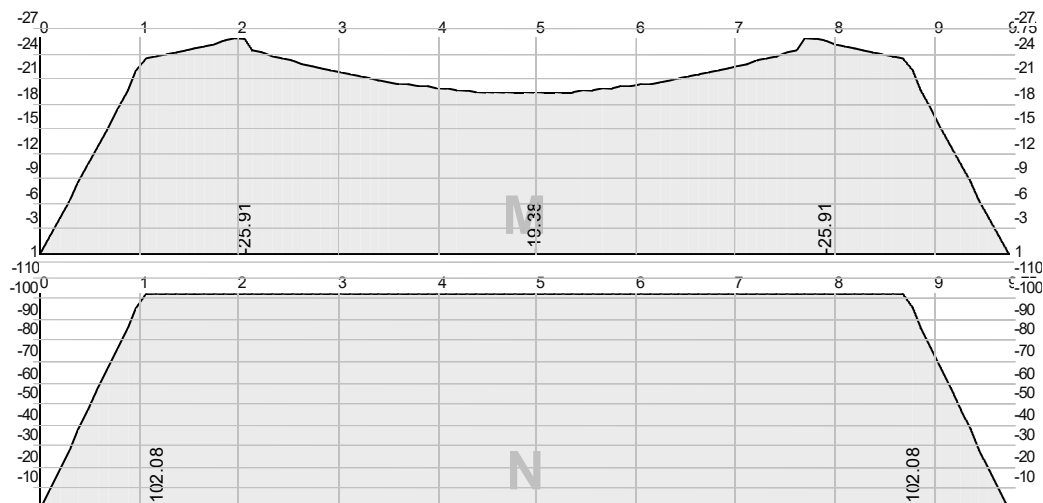
9. KONTROLA IZBOČENJA - EC2 5.9

9.1 Podizanje - montaža. Vlastita težina i prednapinjanje $t=0$

9.1.1 Statične količine

$$\gamma_G = 1, \gamma_p = 1, r_{sup} = 1.1$$

$$N_{Ed} = -\gamma_p \cdot r_{sup} \cdot P_{m0}, \quad M_{Ed} = M_G \cdot \gamma_G - r_{sup} \cdot M_p \cdot \gamma_p$$



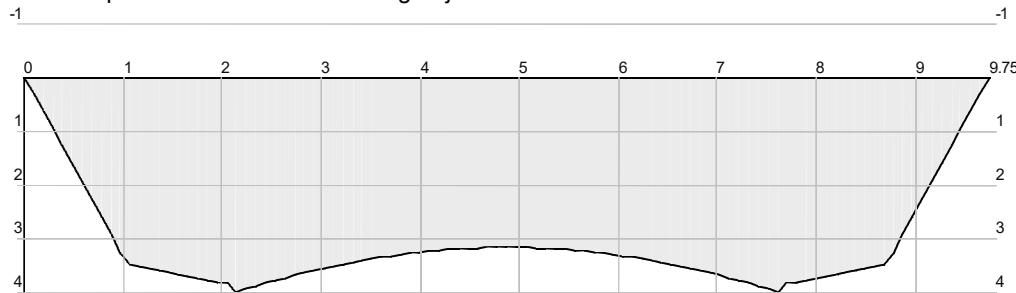
9.1.2 Naponi u betonu na gornjem rubu

$$\sigma_{c,u} = N_{Ed} / A_{c,net} + M_{Ed} \cdot (H - z_u) / I_{c,net}$$

Naponi na gornjem rubu - L=215 cm

vlak - $\sigma_{c,s} = 3.99 \text{ MPa} < f_{ctm} = 4.1 \text{ MPa}$

Kontrola potrebne armature u vlačni gornji con - točka 10.2



9.1.3 Preračun izbočenja po LEBELLE

(Beton- und Stahlbetonbau 80(1985), H.9, 238-243) = [1]
 (smisao preračuna je u pitanju, jer gornji rub nosača nije u tlaku)

Pretpostavke:

- posmično središte i težište se približno prekrivaju
- kritično opterećenje izbočenja je na gornjem rubu nosača

Preračun mora zadovoljiti uvjet $\gamma_G \cdot G \leq q_K$

Teoretičko opterećenje izbočenja se izračuna po: $q_K = 16 \cdot \sqrt{\alpha} \cdot v \cdot \sqrt{A_K} / L^3$

$$j(\alpha) = 4 \cdot f / L \cdot \sqrt{(E_{cd} \cdot I_y / G_{cd} / I_T)}$$

f - razmak između težišta i gornjeg ruba nosača - oprijem za podizanje

$$f = h - z_u = 0.445 - 0.282 = 0.163 \text{ m}$$

L - ukupna dužina nosača = 9.75 m

$$E_{cd} = E_{cm} / \gamma_c = 37000 / 1.5 = 24666.7 \text{ MPa}$$

$$G_{cd} = E_{cd} \cdot 0.4 = 9866.68 \text{ MPa}$$

$$I_x = I_{c,net} = 0.00101 \text{ m}^4, \quad I_y = 0.0002 \text{ m}^4$$

Izračun I_t iz nadomestnog pravokutnog presjeka: $B = A/H = 550.3/44.5 = 12.4 \text{ cm}$

$$\beta(H/B) = 0.274 \Rightarrow I_T = \beta \cdot B^3 \cdot H = 0.00023 \text{ m}^4$$

(Uzeto na mestu max.tlačnih napona na g. rubu - L= 2.34 m)

$$j(\alpha) = 4 \cdot 0.163 / 9.75 \cdot \sqrt{(24666.7 \cdot 0.0002 / 9866.68 / 0.00023)} = 0.0986$$

Razmak sidara podizanja od ruba nosača: 2 m

$$\rho = (L - 2 \cdot 2) / L = 0.59 \Rightarrow \alpha(j, \rho) = 45.77 \text{ (tabela 3 v [1])}$$

$$v = \sqrt{(1 + 0.518 \cdot \delta^2) - 0.72 \cdot \delta} = 0.93 [\delta = j(\alpha) = 0.0986]$$

$$A_K = E_{cd} \cdot I_y \cdot G_{cd} \cdot I_T \cdot I_x / (I_x - I_y)$$

$$A_K = 24666.7 \cdot 0.0002 \cdot 9866.68 \cdot 0.00023 \cdot 0.00101 / (0.00101 - 0.0002) = 13.96 \text{ MN}^2\text{m}^2$$

$$q_K = 16 \cdot \sqrt{45.77} \cdot 0.93 \cdot \sqrt{(13.96) \cdot 1000} / 9.75^3 = 405.81 \text{ kN/m}$$

uvjet $\gamma_G \cdot G = 1.35 \cdot 1.53 = 2.07 < 405.81$ **JE ispunjen!**

9.2 Konačno stanje t=∞

9.2.1 Uvjeti za kontrolu izbočenja:

- $L_{ot} = 7.3125 \text{ m}$ (dužina tlačnog pojasa između ležaja),
- $b = 0.3 \text{ m}$ (širina tlačnog pojasa),
- $h = 0.445 \text{ m}$ (visina nosača)

$$\text{EC2 5.9 (3): } L_{ot} < |50| \cdot b / (h/b)^{1/3} \Rightarrow 7.3125 < 13.15 \quad \text{ i } h < |2.5| \cdot b \Rightarrow 0.445 < 0.75$$

$$\text{DIN 1045-1: } b > ((L_{ot}/50)^3 \cdot h)^{1/4} \Rightarrow 0.3 > 0.193$$

Precizan daljni izračun nije potreban!

9.2.2 Preračun izbočenja po STIGLAT

(Beton- und Stahlbetonbau 86(1991), H.10, 237-240) = [2]

Pretpostavke:

- opterećenje je na gornjem rubu nosača: $e = e_o$
- $\max M$ je izračunan iz prividno stalnog opterećenja

Preračun mora zadovoljiti uvjet $M_K \geq \gamma \cdot \max M$

$$M_K = \sigma_T \cdot M_{Ki} / \sigma_{Ki}$$

$$M_{Ki} = 3.54 \cdot (1 - 1.44 \cdot e/L_{ot}) \cdot \sqrt{(2.5 \cdot I_y/I_T)} \cdot \sqrt{A_K/L_{ot}}$$

$$A_K = 0.4 \cdot E_{cm}^2 \cdot I_y \cdot I_T \cdot (I_x - I_y)/I_x$$

$$I_x = I_{c,net} = 0.00101 \text{ m}^4, \quad I_y = 0.0002 \text{ m}^4$$

Izračun I_T iz nadomestnog pravokutnog presjeka: $B = A/H = 550.3/44.5 = 12.4 \text{ cm}$

$$\beta(H/B) = 0.274 \Rightarrow I_T = \beta \cdot B^3 \cdot H = 0.00023 \text{ m}^4$$

Zbog šibkog armiranja se uvažava 60% $I_T = 0.000138$

(Uzeto na mestu max.tlačnih napona na g. rubu - $L = 5.07 \text{ m}$)

$$e = h - z_u = 0.445 - 0.282 = 0.163 \text{ m}$$

$$A_K = 0.4 \cdot 37000^2 \cdot 0.0002 \cdot 0.000138 \cdot (0.00101 - 0.0002) / 0.00101 = 12.12 \text{ MN}^2\text{m}^2$$

$$M_{Ki} = 3540 \cdot (1 - 1.44 \cdot 0.163/7.3125) \cdot \sqrt{(2.5 \cdot 0.0002/0.000138)} \cdot \sqrt{12.12/7.3125} = 1582.37 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{Ki} = M_{Ki} \cdot e/I_x = 1582.37 \cdot 0.163/0.00101 = 255.37 \text{ Mpa}$$

$$\lambda_v = \pi \cdot \sqrt{(E_{cm}/\sigma_{Ki})} = 3.14 \cdot \sqrt{(37000/255.37)} = 37.8$$

Po [2] za $\lambda_v < 60$ izbočenje nije mjerodavno.

10. KONTROLA ZA GRANIČNO STANJE NOSIVOSTI

Beton: C50/60

$$f_{ck} = 50 \text{ MPa}$$

$$f_{cd} = f_{ck} \cdot \alpha/\gamma_c = 50 \cdot 1/1.5$$

$$= 33.33 \text{ MPa}$$

Čelik za prednaprezanje: St 1600/1860

$$f_{pk} = 1860 \text{ MPa}$$

$$f_{pd} = 0.9 \cdot f_{pk}/\gamma_s = 0.9 \cdot 1860/1.15$$

$$= 1455.65 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_{pm} = \sigma_{pm}/E_p = 968.71/19500$$

$$= 49.68 \text{ ‰}$$

$$\Delta\epsilon_p = \epsilon_{p0.1k} - r_{inf} \cdot \epsilon_{pm} = 82.05 - 0.9 \cdot 49.68$$

$$= 37.34 \text{ ‰}$$

$$\text{Faktor povećanja utjecaja } N_{\text{poo}} = f_{pd}/f_{pmoo} = 1455.65/968.71$$

$$= 1.5$$

Armatura: S500/560

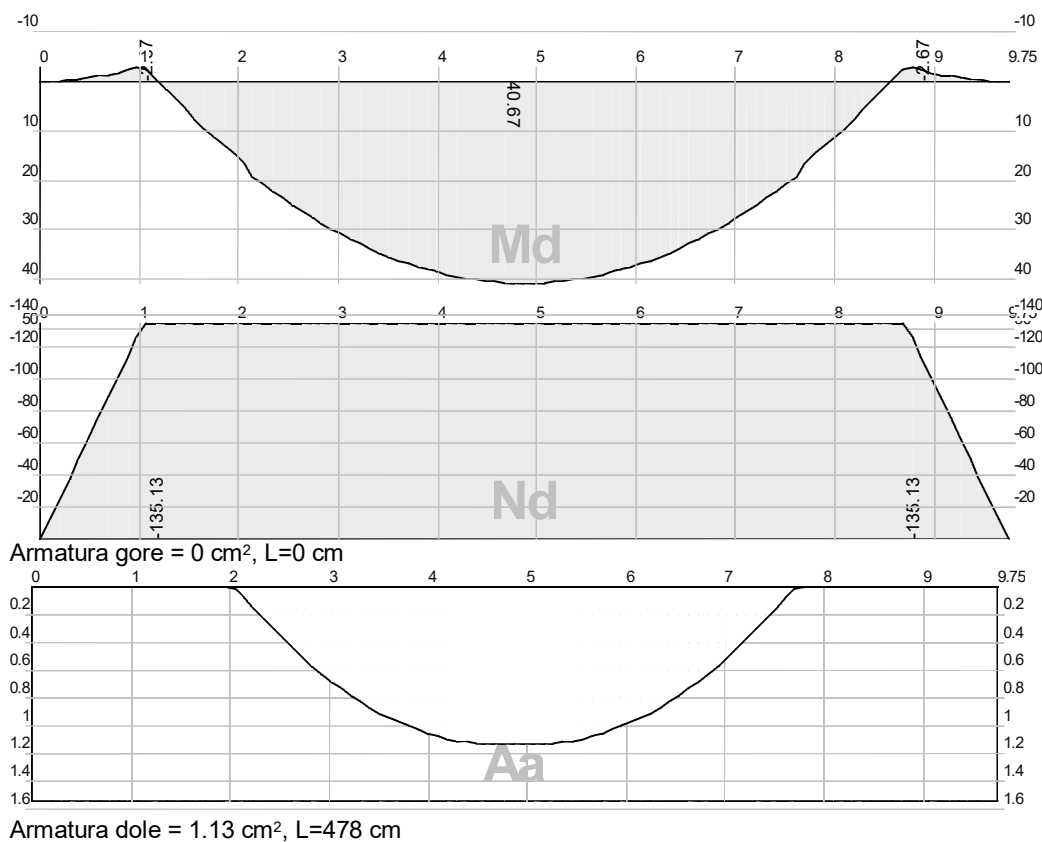
$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \text{Min}(f_{yk}, E_s \cdot \epsilon_s)/\gamma_s = \text{Min}(500, 19.5 \cdot 41.7)/1.15$$

$$= 434.78 \text{ MPa}$$

Zaštitni sloj betona do težišta armature: dole 3 cm, gore 3 cm

10.1 Dimenzioniranje za konačno stanje $t=0$

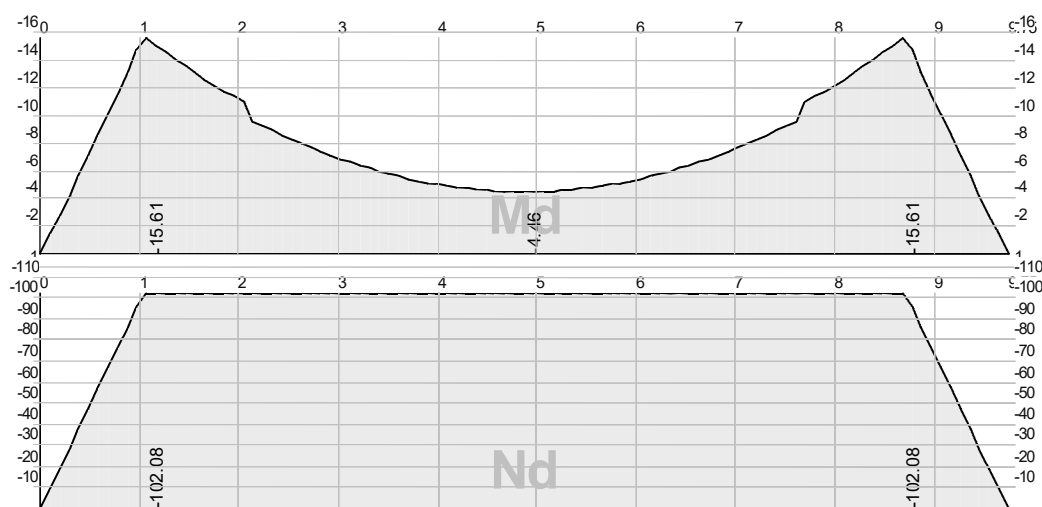


10.2 Kontrola za početno stanje - vlastita težina + P u $t=0$

$$\gamma_G = 1, \gamma_p = 1, r_{sup} = 1.1, f_{yd} = 169.57 \text{ MPa}$$

$$N_{Ed} = -\gamma_p \cdot r_{sup} \cdot P_{m0}$$

$$M_{Ed} = M_G \cdot \gamma_G - r_{sup} \cdot M_p \cdot \gamma_p$$



Vlačna armatura nije potrebna.

10.3 Podaci za izabranu armaturu

Nr.	fi[mm]	cm2	x[cm]	y[cm]	Start	End	Nr.	fi[mm]	cm2	x[cm]	y[cm]	Start	End
1	14	1.54	15	5	0	975							

11. KONTROLA POSMIKA - EC2(6.2)

11.1 Dimenzioniranje vertikalne posmične armature

$$V_{Rd,c} \geq V_{Ed} - \text{nije potrebna}$$

$$V_{Rd} = \min(V_{Rd,s}, V_{Rd,max}) \geq V_{Ed}$$

$V_{Rd,c}$ - posmična nosivost bet.prereza bez posmične armature

$V_{Rd,s}$ - posmična nosivost posmične armature

$V_{Rd,max}$ - nosivost tlačnih dijagonala-45°

$$V_{Rd,c} = (V_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

$$f_{ck} = 50 \text{ MPa} - \text{C50/60}$$

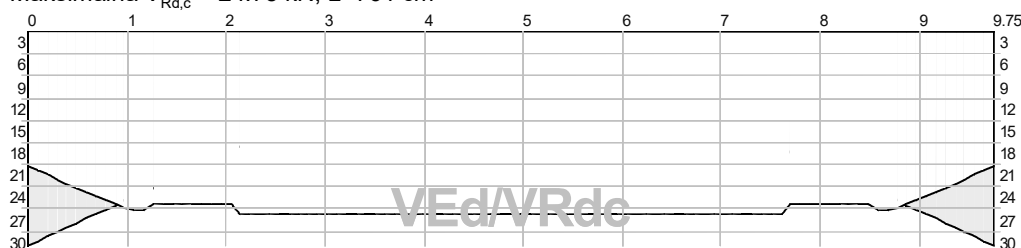
$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2.0$$

$$V_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c < 0.2 f_{cd}$$

$$N_{Ed} = r_{inf} \cdot \gamma_p \cdot \sigma_{pm,t} \cdot A_p$$

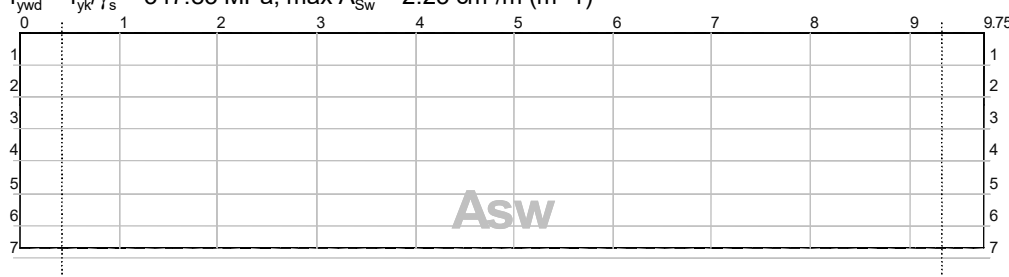
Maksimalna $V_{Rd,c} = 24.75 \text{ kN}$, $L=761 \text{ cm}$



Maksimalna $V_{Ed} = 28.99 \text{ kN}$, $L=0 \text{ cm}$

$$A_{sw} = V_{Ed} / (b_w \cdot 0.9 \cdot d \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta) / m$$

$$f_{ywd} = f_{yk} / \gamma_s = 347.83 \text{ MPa}, \text{ max } A_{sw} = 2.23 \text{ cm}^2/m \text{ (m=1)}$$



Minimalna $A_{sw} = 0.89 \text{ cm}^2/m$, pri ----- $A_{swL} = 2.01$, $A_{swD} = 2.01$

IZABRANE VILICE (m=2):

cm²/m	φ[mm]	s[cm]	od[cm]	do[cm]
6.7	8	15	0	975

11.2 Kontrola tlačnih dijagonala u betonu - maksimalna nosivost

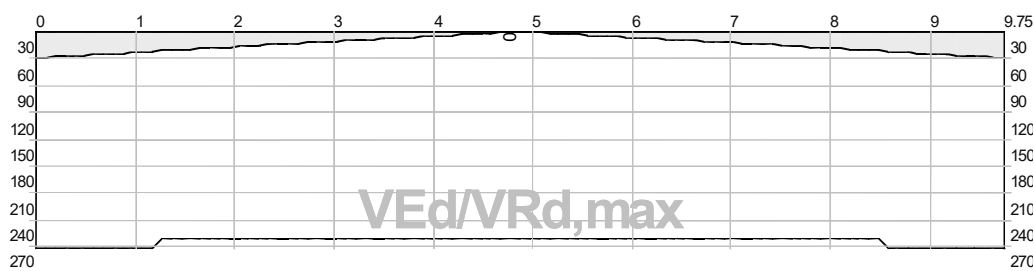
$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot 0.9 \cdot d \cdot v_1 \cdot f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

$$v = 0.6 \cdot (1 - f_{ck}/250)$$

$$= 0.6 \cdot (1 - 50 / 250) = 0.48$$

$$\alpha_{cw} = 1, \theta = 45^\circ$$

Maksimalna $V_{Rd,max} = 242.03 \text{ kN}$, $L=0 \text{ cm}$



Maksimalni razmak između vilica $s_{max} = 25.875$ cm, EC2 9.2.2 (6)

12. SIDRENJE ARMATURE

12.1 Granični naponi za dobru prijemljivost:

A - za glatke šipke: $f_{db} = f_{ck}^{1/2} \cdot 0.36 / \gamma_c = 1.7$ MPa

B - šipke visoke prijemljivosti: $f_{db} = f_{ctk0.05} \cdot 2.25 / \gamma_c = 4.3$ MPa

Granični naponi za slabu prijemljivost - gornje vrijednosti se pomnože sa **0.7**

12.2 Osnovne dužine sidrenja: $l_b = \phi / 4 \cdot f_{yd} / f_{bd}$

	A	B
dobro: $l_b = \phi \cdot$	63.94	25.28
loše: $l_b = \phi \cdot$	91.34	36.11

12.3 Potrebne dužine sidrenja: $l_{b,net} = \alpha_a \cdot l_b \cdot (A_{s,req} / A_{s,prov}) \geq l_{b,min}$

$A_{s,req}$ - potrebna armatura,

$l_{b,min}$ vlačna = $0.3 \cdot l_b \geq (10\phi$ ili $100\text{mm})$,

$\alpha_a = 1$ - za ravne šipke,

$A_{s,prov}$ - stvarna armatura

$l_{b,min}$ tlačna = $0.6 \cdot l_b \geq (10\phi$ ili $100\text{mm})$

$\alpha_a = 0.7$ - za zakrivljene šipke

Uvjet za vertikalni razmak: $s_v \geq d_g$ ili $\geq 2\phi_k$

Uvjet za horizontalni razmak: $s_h \geq d_g + 5 \text{ mm}$ ili $\geq 2\phi_k$ ili $\geq 20 \text{ mm}$

1.6 Zaštitni slojevi za meku armaturu

a) u zavisnosti od okoline - XC1 Suho ili trajno mokro / S2

$$c_{\min, \text{dur}} = 10 \text{ mm}$$

b) za siguran prijenos sila obuhvatnosti ($d_g \leq 32 \text{ mm}$)

$$\text{Vilice: } c_{\min, b} = \phi_w = 8 \text{ mm}$$

$$\text{Šipke: } c_{l, \min, b} = \phi_l = 14 \text{ mm}$$

Nominalni zaštitni slojevi

$$c_{\text{nom}} = c_{\min, \text{dur}} + \Delta c = 10 + 10 = 20 \text{ mm}$$

$$c_{l, \text{nom}} = c_{\text{nom}} + \phi_w = 20 + 8 = 28 \text{ mm}$$

1.7 Zaštitni slojevi za zateznu armaturu

a) u zavisnosti od okoline - XC1 Suho ili trajno mokro / S2

$$c_{p, \min, \text{dur}} = 15 \text{ mm}$$

b) za siguran prijenos sila obuhvatnosti ($d_g \leq 32 \text{ mm}$)

$$\text{Užadi: } c_{p, \min, b} = 2 \cdot \phi_k = 24 \text{ mm}$$

Nominalni zaštitni slojevi

$$c_{p, \text{nom}} = c_{p, \min, b} + \Delta c = 24 + 10 = 34 \text{ mm}$$

1.8 Podaci za zateznu armaturu - Fi ()

Nr.	fi[mm]	cm2	x[cm]	y[cm]	Start	End	Nr.	fi[mm]	cm2	x[cm]	y[cm]	Start	End
1	12	0.93	12.3	7	0	973	2	12	0.93	56.3	7	0	973

1.9 Karakteristike presjeka

$$\alpha_e = E_s / E_c = 195000 / 37000 = 5.27$$

	A [m²]	I [m⁴]	z [m]
1/1 beton A_c	0.1496	0.0037	0.214
1/2 neto $A_{c, \text{net}}$	0.1494	0.0037	0.214
1/3 ideal A_{ci}	0.1504	0.0038	0.213

2. OPTEREĆENJA (kN, kN/m, kNm, cm)

Stalno opterećenje - G

$$\begin{aligned} - g_1 &: Q=3.74 \text{ kN/m'} \\ - &: Q=0.54 \text{ kN/m'} \\ - G &: Q=0.95 \text{ kN/m'} \end{aligned}$$

Korisno opterećenje - Q

$$- Q : Q=3.04 \text{ kN/m'}$$

2.1 Koeficijenti sigurnosti:

a) Granično stanje nosivosti (loše / dobro)

$$\begin{aligned} - \text{stalno opterećenje} &: \gamma_G = 1.35 / 1 \\ - \text{dominantno korisno} &: \gamma_Q = 1.5 / 0 \\ - \text{prednapinjanje} &: \gamma_P = 1 / 1 \end{aligned}$$

- za beton : $\gamma_c = 1.5$
- za čelik : $\gamma_s = 1.15$

b) Granično stanje upotrebljivosti - rijetko ψ_0 , često ψ_1 , prividno stalno ψ_2

	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Korisno opterećenje - Qi			
- Snijeg	: 0.5	: 0.2	: 0

3.GUBITAK PREDNAPINJANJA

3.1 Početni pad napona

Početna relaksacija čelika

Unos zatezne sile u beton nakon 200 sati. $\sigma_{0,max} = 1000 \text{ MPa}$

Relaksacijski razred 2

$$\Delta\sigma_{pr}/\sigma_{pi} = 0.66 \cdot 2.5 \cdot e^{9.1u} \cdot (t/1000)^{0.75(1-u)} \cdot 10^{-5}$$

$$\mu = \sigma_p / f_{pk} = 1000 / 1860 = 0.54$$

$$\Delta\sigma_{pr,200} = 1000 \cdot 0.0013 = 1.26 \text{ MPa}$$

Elastično skupljanje betona

$$\Delta\sigma_{el} = \sigma_{c0} \cdot \alpha / (1 + \alpha\mu) = 9.59 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c0} = 6.9 / 0.14956, \mu = 100 \cdot 68.6 / 1495.6$$

$$\sigma_{pm0} = 989.15 \text{ MPa} \leq 989.15 < 1360$$

3.2 Pad napona zbog vremenskih gubitaka - t=∞

$$\Delta\sigma_{p,c+s+r} = \frac{\varepsilon_{cs}(t,t_0) \cdot E_p + 0.8 \cdot \Delta\sigma_{pr} + \alpha \cdot \varphi(t,t_0) \cdot (\sigma_{cg} + \sigma_{cp0})}{(1 + \alpha \cdot A_p/A_c \cdot (1 + A_c/I_c \cdot z_{cp}^2) \cdot [1 + 0.8 \cdot \varphi(t,t_0)])}$$

Koeficijent puzanja φ i skupljanja ε (EC2 - ANNEX B)

Starost betona kod opterećenja je 28 dana, suhi atmosferski uvjeti - zatvoreni prostori RH=50%
 Cement - razred(CEM): R (42.5 R, 52.5 N, 52.5 R)

Izračun u presjeku na L= 496 cm

Karakteristična srednja debljina presjeka: $d_{eff} = 2 \cdot A_c/u = 2 \cdot 149556/3042.5 = 98 \text{ mm}$

$$\varphi(t,t_0) = \varphi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0) \cdot \beta_c(t,t_0) = 1.71$$

$$\varphi_{RH} = 1.59, \beta(f_{cm}) = 2.21, \beta(t_0) = 0.49, \beta_c(t,t_0) = 1$$

$$\varepsilon_{cs} = \beta_{ds}(t,t_s) \cdot k_h \cdot \varepsilon_{cd,0} + \varepsilon_{ca} = 0.64\%$$

$$\beta_{ds}(t,t_s) = 1, k_h = 1, \varepsilon_{cd,0} = 0.54, \varepsilon_{ca} = 0.1, \beta_{RH} = 1.36$$

Puzanje $\varphi = 1.71$, skupljanje $\varepsilon = 0.64\%$

Relaksacijski razred 2

$$\Delta\sigma_{pr}/\sigma_{pi} = 0.66 \cdot 2.5 \cdot e^{9.1u} \cdot (t/1000)^{0.75(1-u)} \cdot 10^{-5}$$

$$\mu = \sigma_p / f_{pk} = 989.15 / 1860 = 0.53$$

$$\Delta\sigma_{pr,\infty} = 989.15 \cdot 0.0185 = 18.29 \text{ MPa}$$

Naponi zbog stalnog opterećenja

$$\sigma_{cg} = -M_s / I_{c,net} \cdot z_p = -6189.2/373699.1 \cdot 10^{-21.4} = -3.54 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{cp0} = N_{p0} / A_{c,net} + M_{p0} / I_{c,net} \cdot z_p$$

$$N_{p0} \sigma_{pm0} \cdot A_p = 989.15 \cdot 1.86 \cdot 10^{-4} = 0.18 \text{ MN}$$

$$M_{p0} = N_{p0} \cdot z_p = 0.18 \cdot 21.4 = 3.94 \text{ MNcm}$$

$$\sigma_{cp0} = (0.18 / 1493.7 + 3.9 / 373699.1 \cdot 21.4) \cdot 10^4 = 3.49 \text{ MPa}$$

$$0.00064 \cdot 195000 + 0.8 \cdot 18.29 + 5.27 \cdot 1.71 - 0.055$$

$$\Delta\sigma_{p,c+s+fr} = \frac{1 + 5.27 \cdot 1.86 / 1503.503 \cdot (1 + 1503.503 / 375727.208 \cdot 21.338^2) \cdot (1 + 0.8 \cdot 1.71)}{1 + 5.27 \cdot 1.86 / 1503.503 \cdot (1 + 1503.503 / 375727.208 \cdot 21.338^2) \cdot (1 + 0.8 \cdot 1.71)}$$

$$\Delta\sigma_{p,c+s+fr} = 138.923 / 1.044 = 133.12 \text{ MPa}$$

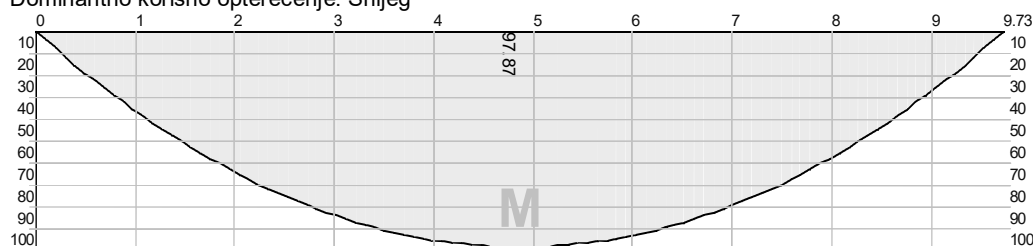
$$\text{Konačan napon u } t=\infty \sigma_{pm\infty} = \sigma_{pm0} - \Delta\sigma_{p,c+s+fr} = 856.03 \text{ MPa}$$

4. UNUTARNJE STATIČKE KOLIČINE

4.1 Granično stanje upotrebljivosti

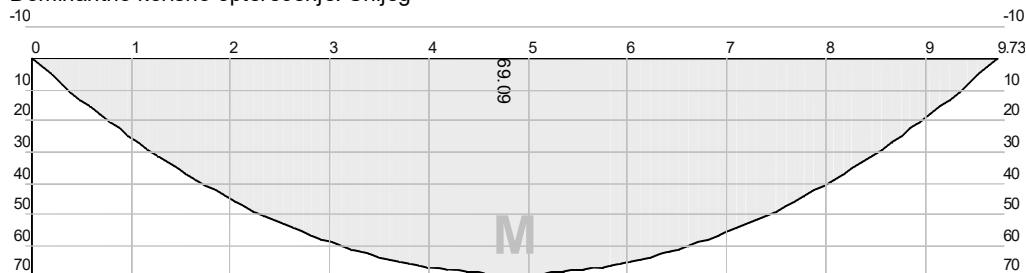
Rijetka kombinacija - |Mmax|=97.87 kNm, L=487 cm

Dominantno korisno opterećenje: Snijeg



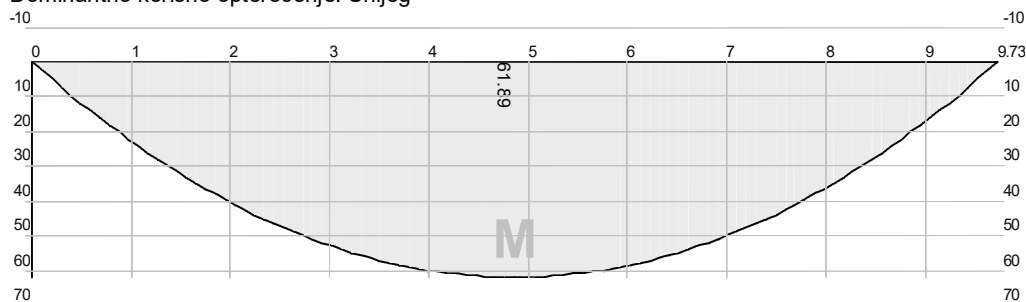
Česta kombinacija - |Mmax|=69.09 kNm, L=487 cm

Dominantno korisno opterećenje: Snijeg



Prividno stalna - |Mmax|=61.89 kNm, L=487 cm

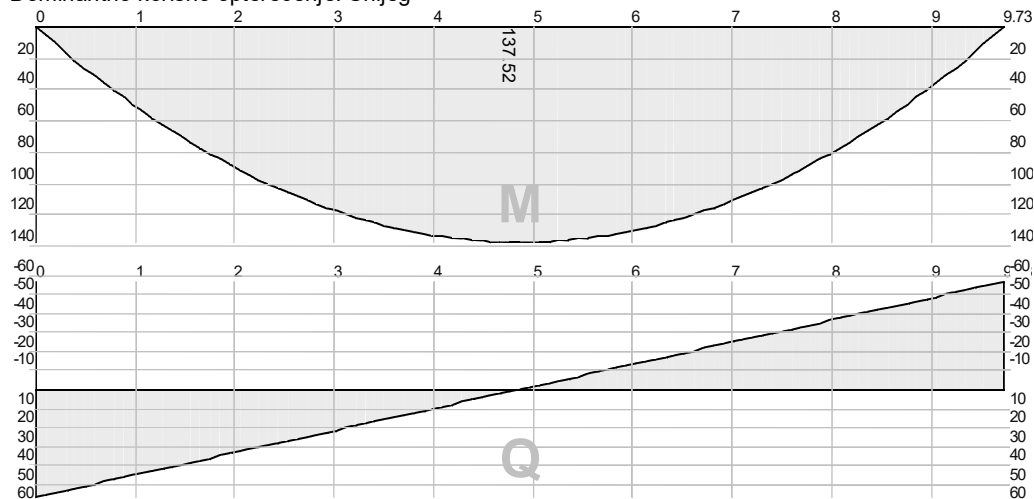
Dominantno korisno opterećenje: Snijeg



4.2 Granično stanje nosivosti - reducirane Q

$|M_{max}|=137.52 \text{ kNm}$, $L=487 \text{ cm}$, $|Q_{max}|=56.53 \text{ kN}$, $L=973 \text{ cm}$

Dominantno korisno opterećenje: Snijeg



Utjecaji zbog prednapinjanja

Početno stanje - $t=0$ - $|M_{max}|=26.55 \text{ kNm}$, $L=817 \text{ cm}$, $|N_{max}|=183.98 \text{ kN}$, $L=817 \text{ cm}$

Konačno stanje - $t=\infty$ - $|M_{max}|=22.83 \text{ kNm}$, $L=156 \text{ cm}$, $|N_{max}|=159.22 \text{ kN}$, $L=817 \text{ cm}$



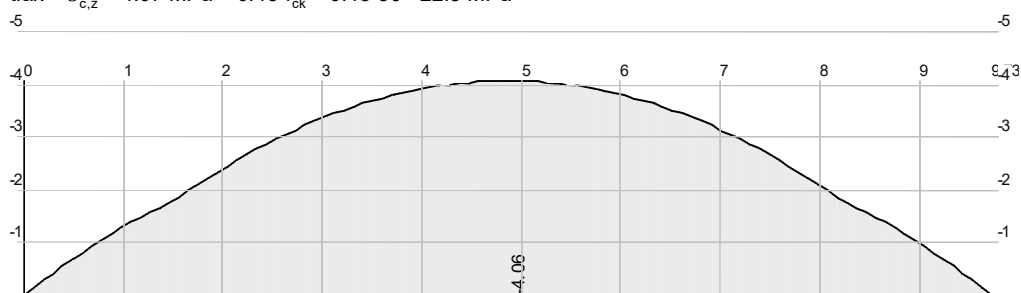
5. KONTROLA ZA GRANIČNO STANJE UPOTREBLJIVOSTI

5.1 Prividno stalni utjecaji - naponi u betonu

$$\sigma_c = P_{m,t} / A_{ci} - (M_{Sd,st} + M_{pt}) \cdot z / I_{ci}$$

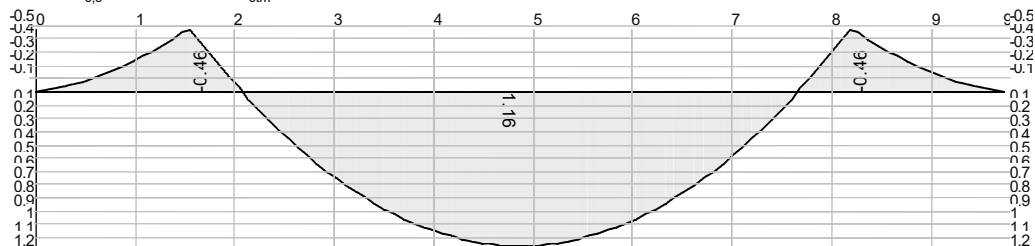
Naponi na gornjem rubu - $L=487 \text{ cm}$

tlak - $\sigma_{c,z} = 4.07 \text{ MPa} < 0.45 \cdot f_{ck} = 0.45 \cdot 50 = 22.5 \text{ MPa}$



1
 Naponi na donjem rubu - $L=487 \text{ cm}$

vlak - $\sigma_{c,s} = 1.16 \text{ MPa} < f_{ctm} = 4.1 \text{ MPa}$



5.2 Rijetki utjecaji - naponi u čeliku za prednapinjanje

$$\sigma_p = \sigma_{pm1} + \Delta\sigma_p < 0.75 \cdot f_{pk}$$

Predviđeno 30% vremenski ovisnih gubitaka:

$$\sigma_{pm1} = \sigma_{pm0} - 0.3 \cdot \Delta\sigma_{p,c+s+fr} = 989.15 - 0.3 \cdot 133.12 = 949.21 \text{ MPa}$$

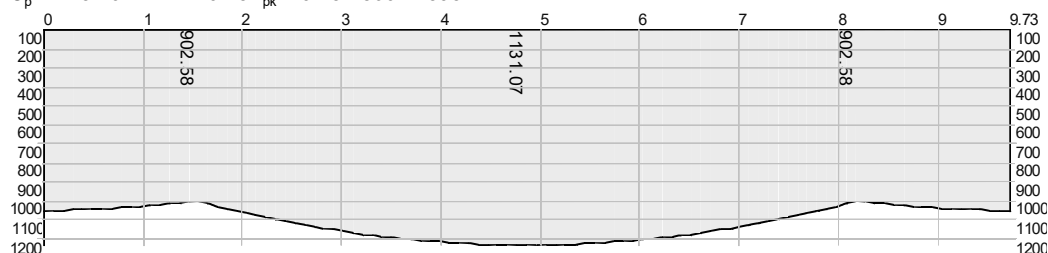
$$\Delta\sigma_p \approx (M_s/z - P_{m,l}) / (A_p + A_s)$$

$$M_s = M_{sd,red} + M_{p,oo} - N_{p,oo} \cdot (z_u - d_1)$$

$$z = 0.9 \cdot d, \quad d = h - d_1, \quad d_1 - \text{težište } A_p + A_s \text{ od donjeg ruba}$$

Maksimalni napon u čeliku - L=487 cm

$$\sigma_p = 1131.07 \text{ MPa} < 0.75 \cdot f_{pk} = 0.75 \cdot 1860 = 1395 \text{ MPa}$$

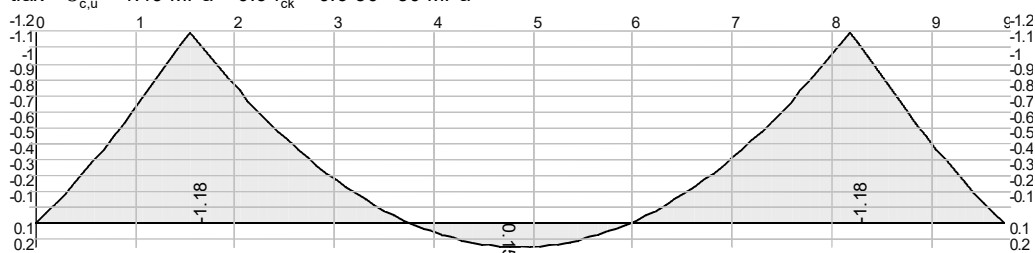


5.3 Vlastita težina i prednapinjanje t=0 - naponi u betonu

$$\sigma_{c,u} = P_{m0} / A_{c,net} + (M_G + M_{p0}) \cdot z_u / I_{c,net}$$

Naponi na donjem rubu - L=817 cm

$$\text{tlak} - \sigma_{c,u} = 1.19 \text{ MPa} < 0.6 \cdot f_{ck} = 0.6 \cdot 50 = 30 \text{ MPa}$$



6. PUKOTINE

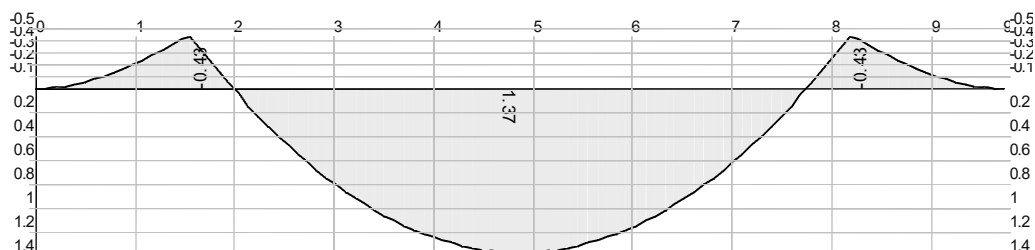
6.1 Minimalna površina armature - EC2 uvjet 7.3.2(4)

1. uvjet: rijetka kombinacija opterećenja - naponi u betonu na donjem rubu

$$\sigma_{c,s} = 0.9 \cdot P_{m,t} / A_{ci} + (M_{sd,red} + 0.9 \cdot M_{pt}) \cdot z / I_{ci}$$

Naponi na donjem rubu - L=487 cm

$$\text{vlak} - \sigma_{c,s} = 1.37 \text{ MPa} - \text{uvjet NIJE ispunjen}$$

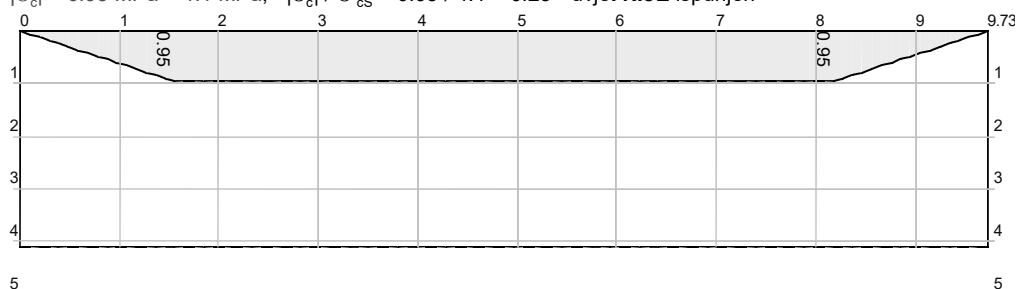


2. uvjet: napon u težištu betona zbog prednapinjanja

$$|\sigma_c| = |0.9 \cdot P_{m,t}| / A_{ct} \geq h \cdot f_{ct,eff} (\sigma'_{cs}) \quad h \geq 1, f_{ct,eff} = 4.1 \text{ MPa}$$

Napon u težištu - L=156 cm

$$|\sigma_c| = 0.95 \text{ MPa} < 4.1 \text{ MPa}, |\sigma_c| / \sigma'_{cs} = 0.95 / 4.1 = 0.23 - \text{uvjet NIJE ispunjen}$$



Potrebna minimalna armatura - EC2 7.3.2

$$\min A_s = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / \sigma_s$$

$$\begin{aligned} k_c &= 0.4 \cdot (1 - 0.23/k_1) = 0.34 \quad (k_1 = 1.5, h_{cr} = 21.3 \text{ cm}) \\ k &= 0.8579 \\ f_{ct,eff} &= 4.1 \text{ MPa} (f_{ctm}) \\ A_{ct} &= z_u \cdot b_w = 0.115 \text{ m}^2 \text{ (vlačna površina)} \\ \sigma_s &= 240 \text{ MPa (za } \phi 14, w_k = 0.2 \text{ mm)} \end{aligned}$$

$$\min A_s = 0.34 \cdot 0.8579 \cdot 4.1 \cdot 0.115 / 240 \cdot 10^4 = 5.73 \text{ cm}^2$$

6.2 Kontrola pukotina bez neposrednog izračuna - EC2 7.3.3

$$\text{Korigiran max. promjer armature: } \phi_s = \phi_s^* f_{ct,eff} / 2.9 k_c h_{cr} / 2d_1$$

Česta kombinacija - naponi u čeliku

$$\sigma_s = 1 / (A_p + A_s) \cdot (M_s / z - r \cdot P_{m,t})$$

Čelik - gornji dio presjeka za vlastitu težinu i t=0

$$M_s = -M_{Sd,pog} + r_{sup} \cdot M_p + r_{sup} \cdot P_p \cdot (d - z_u)$$

$$z = 0.9 \cdot d, d = h - d_1, d_1 - \text{težište } A_p + A_s \text{ od gornjeg ruba, } r_{sup} = 1,1$$

U gornjem dijelu presjeka nema armature!

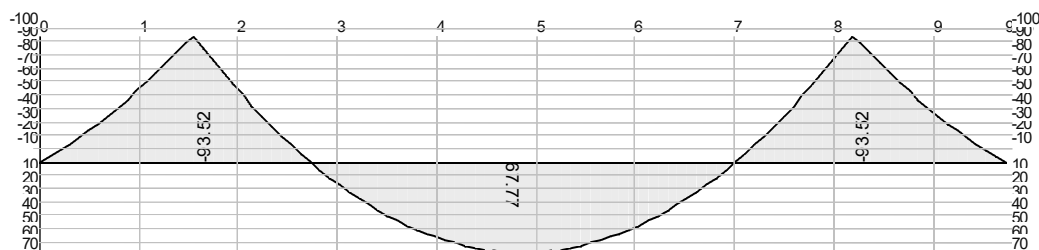
Čelik - donji rub presjeka za t=∞

$$M_s = M_{Sd,pog} - r_{inf} \cdot M_p + r_{inf} \cdot P_p \cdot (z_u - d_1)$$

$$z = 0.9 \cdot d, d = h - d_1, d_1 - \text{težište } A_p + A_s \text{ od donjeg ruba, } r_{inf} = 0,9$$

Maksimalni vlak u čeliku - L=487 cm - $\sigma_s = 67.77 \text{ MPa}$ - EC2 Tab.7.2N($w_k = 0.2$)

$$\phi_s^* = 25 \text{ mm}, \phi_s = 22 \text{ mm, stv. } \phi 14 \text{ mm, } d_1 = 5.8 \text{ cm}$$



7. DUŽINA UVOĐENJA OSNE SILE - l_{bpd}

$$l_{bpd} = l_{pt2} + \alpha_2 \cdot \phi \cdot (\sigma_{pd} - \sigma_{pmoo}) / f_{bpd} = 128 \cdot \phi$$

$$l_{pt2} = 1.2 \cdot \alpha_1 \alpha_2 \phi \sigma_{pm0} / f_{bpt}$$

$$f_{bpd} = \eta_{p2} \eta_1 f_{ctd}, \quad f_{bpt} = \eta_{p1} \eta_1 f_{ctd}, \quad f_{ctd} = 1.91 \text{ MPa}$$

$$\alpha_1 = 1.25, \quad \alpha_2 = 0.25, \quad \eta_1 = 1, \quad \eta_{p1} = 2.7, \quad \eta_{p2} = 1.4$$

$$\sigma_{pm0} = 989.15, \quad \sigma_{pmoo} = 856.03, \quad \sigma_{pd} = 1455.65 \text{ [MPa]}$$

Kontrola napona betona $f_{ctd} < f_{ctk 0,05} = 2,87 \text{ MPa}$
 (dijagrami napona su u 5.1)

Na gornjem rubu u l_{bpd} nema prekoračenja $f_{ctk 0,05}$

Na donjem rubu u l_{bpd} nema prekoračenja $f_{ctk 0,05}$

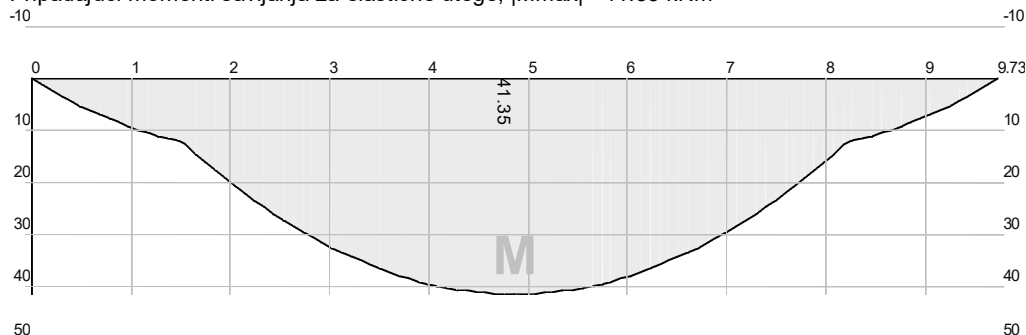
8. KONTROLA PROGIBA

Nosač se tretira kao nepuknut, uvažava se prividno stalno opterećenje.

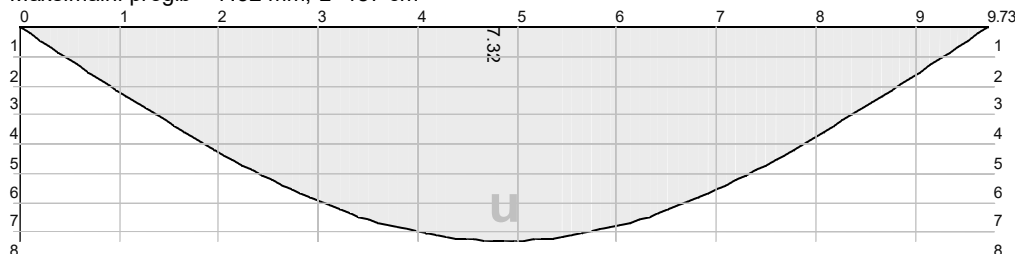
Izračun pomoću elastičnih utega, $I_c = I_{ci}$, $E_{c,eff} = E_{cm} / (1 + \phi_{oo}) = 37000 / (1 + 1.71) = 13653.14 \text{ MPa}$

Prednapinjanje: $r_{inf} = 0,9$

Pripadajući momenti savijanja za elastične utege, $|M_{max}| = 41.35 \text{ kNm}$



Maksimalni progib = 7.32 mm, L=487 cm



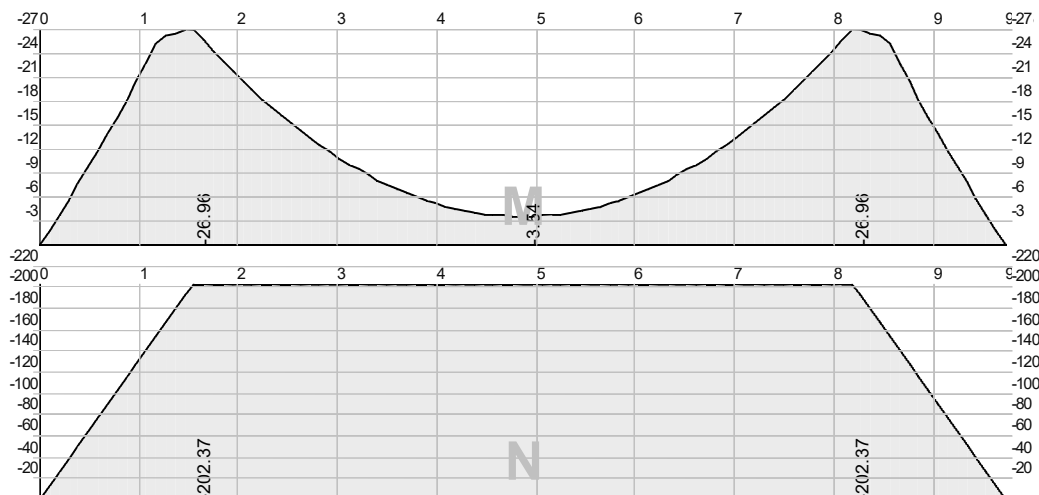
9. KONTROLA IZBOČENJA - EC2 5.9

9.1 Podizanje - montaža. Vlastita težina i prednapinjanje $t=0$

9.1.1 Statične količine

$$\gamma_G = 1, \gamma_p = 1, r_{sup} = 1,1$$

$$N_{Ed} = -\gamma_p \cdot r_{sup} \cdot P_{m0}, \quad M_{Ed} = M_G \cdot \gamma_G - r_{sup} \cdot M_p \cdot \gamma_p$$



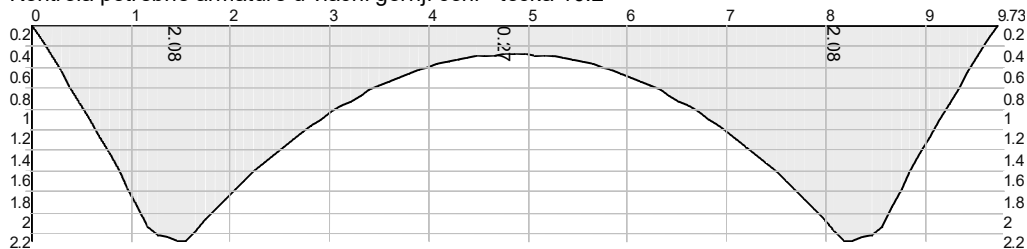
9.1.2 Naponi u betonu na gornjem rubu

$$\sigma_{c,u} = N_{Ed} / A_{c,net} + M_{Ed} \cdot (H - z_u) / I_{c,net}$$

Naponi na gornjem rubu - $L=156$ cm

$$\text{vlak} - \sigma_{c,s} = 2.08 \text{ MPa} < f_{ctm} = 4.1 \text{ MPa}$$

Kontrola potrebne armature u vlačni gornji con - točka 10.2



9.1.3 Preračun izbočenja po LEBELLE

(Beton- und Stahlbetonbau 80(1985), H.9, 238-243) = [1]

Preračun izbočenja nije izveden, jer je $I_y > I_x$

9.2 Konačno stanje $t=\infty$

9.2.1 Uvjeti za kontrolu izbočenja:

- L_{ot} = 9.73 m (dužina tlačnog pojasa između ležaja),
- b = 0.686 m (širina tlačnog pojasa),
- h = 0.503 m (visina nosača)

$$EC2 \ 5.9 \ (3): \ L_{ot} < |50 \cdot b / (h/b)^{1/3}| \Rightarrow 9.73 < 38.04 \quad \text{ i } \quad h < |2.5 \cdot b| \Rightarrow 0.503 < 1.715$$

$$DIN \ 1045-1: \ b > ((L_{ot}/50)^3 \cdot h)^{1/4} \Rightarrow 0.686 > 0.247$$

Precizan daljni izračun nije potreban!

Preračun izbočenja nije izveden, jer je $I_y > I_x$

10. KONTROLA ZA GRANIČNO STANJE NOSIVOSTI

Beton: C50/60

$f_{ck} = 50 \text{ MPa}$
 $= 33.33 \text{ MPa}$

$f_{cd} = f_{ck} \cdot \alpha / \gamma_c = 50 \cdot 1 / 1.5$

Čelik za prednaprezanje: St 1600/1860

$f_{pk} = 1860 \text{ MPa}$
 $= 1455.65 \text{ MPa}$

$f_{pd} = 0.9 \cdot f_{pk} / \gamma_s = 0.9 \cdot 1860 / 1.15$

$\epsilon_{pm} = \sigma_{pm} / E_p = 856.03 / 195000$

$= 4.39 \text{ ‰}$

$\Delta \epsilon_p = \epsilon_{p0.1k} - \epsilon_{inf} \cdot \epsilon_{pm} = 8.21 - 0.9 \cdot 4.39$

$= 4.26 \text{ ‰}$

Faktor povećanja utjecaja $N_{M_{poo}} = f_{pd} / f_{pmoo} = 1455.65 / 856.03 = 1.7$

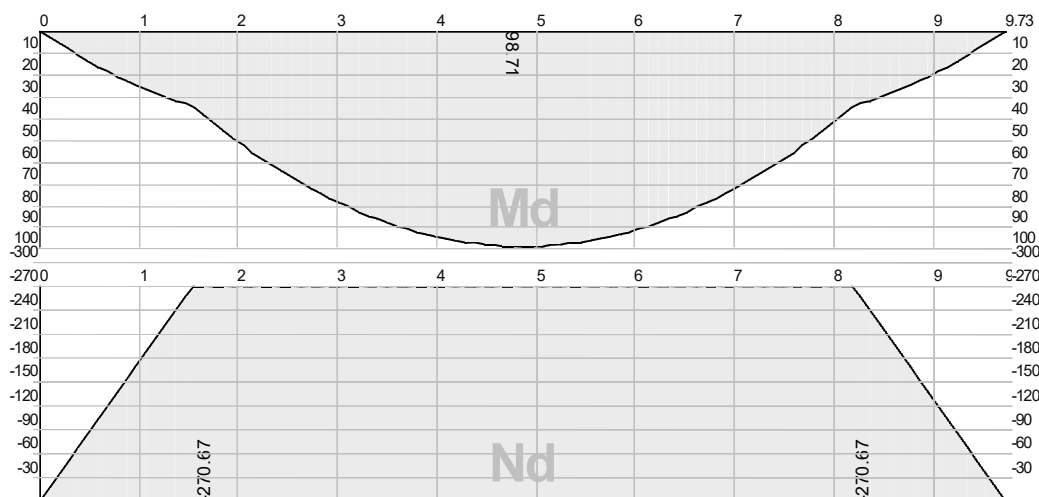
Armatura: S500/560

$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
 $= 434.78 \text{ MPa}$

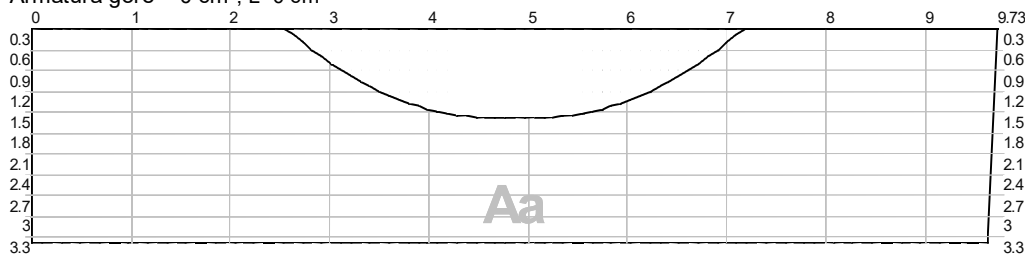
$f_{yd} = \text{Min}(f_{yk} \cdot E_s \cdot \epsilon_s) / \gamma_s = \text{Min}(500, 195 \cdot 4.98) / 1.15$

Zaštitni sloj betona do težišta armature: dole 3 cm, gore 3 cm

10.1 Dimenzioniranje za konačno stanje $t=\infty$



Armatura gore = 0 cm², L=0 cm



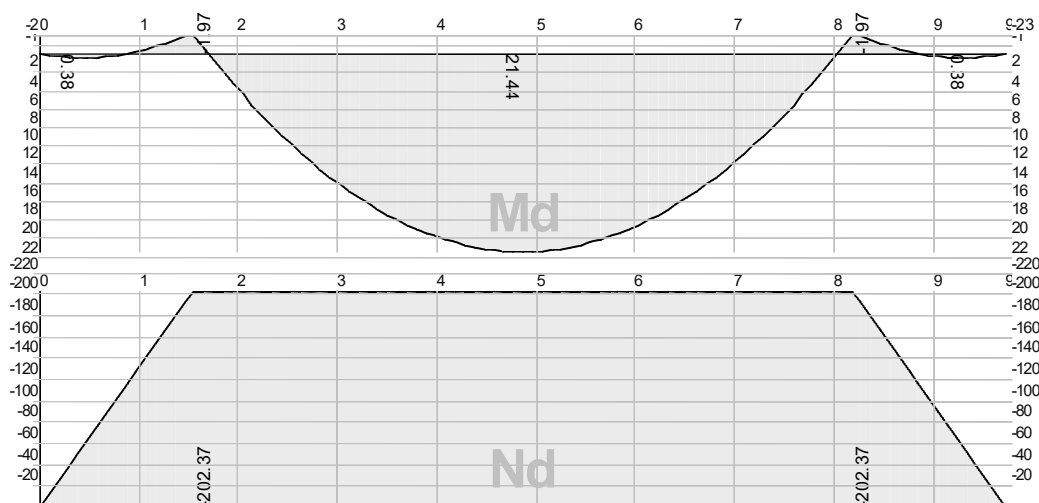
Armatura dole = 1.28 cm², L=487 cm

10.2 Kontrola za početno stanje - vlastita težina + P u $t=0$

$\gamma_G = 1$, $\gamma_p = 1$, $r_{sup} = 1.1$, $f_{yd} = 434.78 \text{ MPa}$

$N_{Ed} = -\gamma_p \cdot r_{sup} \cdot P_{m0}$

$M_{Ed} = M_G \cdot \gamma_G - r_{sup} \cdot M_p \cdot \gamma_p$



Vlačna armatura nije potrebna.

10.3 Podaci za izabranu armaturu

Nr.	fi[mm]	cm2	x[cm]	y[cm]	Start	End	Nr.	fi[mm]	cm2	x[cm]	y[cm]	Start	End
1	14	1.54	12.3	5	0	973	2	14	1.54	56.3	5	0	973

11. KONTROLA POSMIKA - EC2(6.2)

11.1 Dimenzioniranje vertikalne posmične armature

$V_{Rd,c} \geq V_{Ed}$ - nije potrebna

$$V_{Rd} = \min(V_{Rd,s}, V_{Rd,max}) \geq V_{Ed}$$

$V_{Rd,c}$ - posmična nosivost bet.prereza bez posmične armature

$V_{Rd,s}$ - posmična nosivost posmične armature

$V_{Rd,max}$ - nosivost tlačnih dijagonala-45°

$$V_{Rd,c} = (V_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

$$f_{ck} = 50 \text{ MPa} - C50/60$$

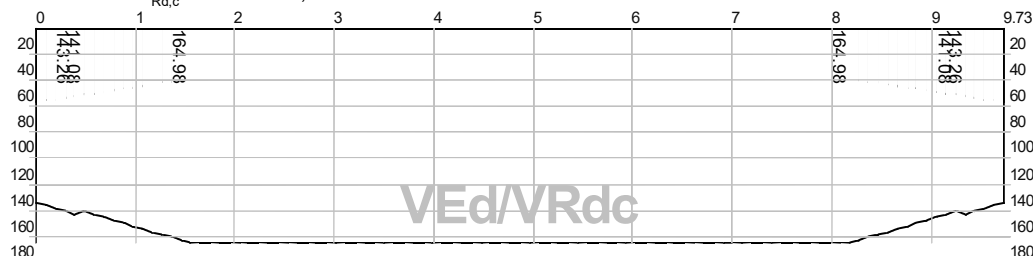
$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2.0$$

$$V_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c < 0.2 f_{cd}$$

$$N_{Ed} = r_{inf} \cdot \gamma_p \cdot \sigma_{pm,t} \cdot A_p$$

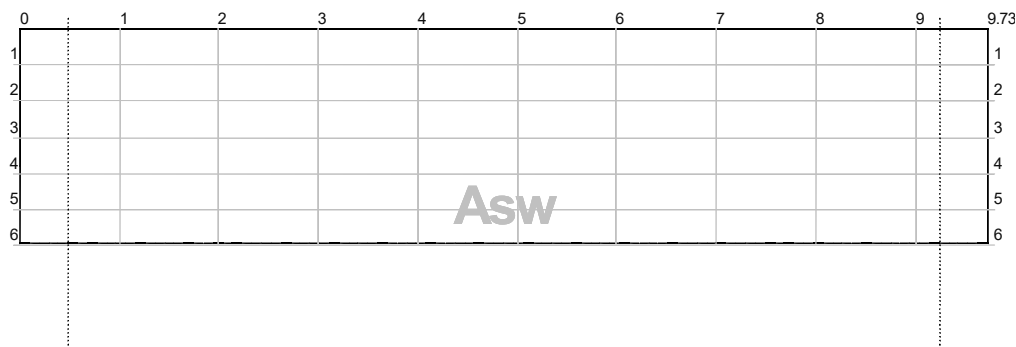
Maksimalna $V_{Rd,c} = 164.98 \text{ kN}$, $L=156 \text{ cm}$



Maksimalna $V_{Ed} = 56.53 \text{ kN}$, $L=973 \text{ cm}$

$$A_{sw} = V_{Ed} / (b_w \cdot 0.9 \cdot d \cdot f_{ywd} \cdot \cot(\theta)) / m$$

$$f_{ywd} = f_{yk} / \gamma_s = 347.83 \text{ MPa}, \text{ max } A_{sw} = 3.82 \text{ cm}^2/\text{m} (m=1)$$



Minimalna $A_{sw} = 5.94 \text{ cm}^2/\text{m}$, pri ----- $A_{swL} = 3.52$, $A_{swD} = 3.52$

IZABRANE VILICE ($m=2$):

cm^2/m	$\phi[\text{mm}]$	$s[\text{cm}]$	$od[\text{cm}]$	$do[\text{cm}]$
6.7	8	15	0	973

11.2 Kontrola tlačnih dijagonala u betonu - maksimalna nosivost

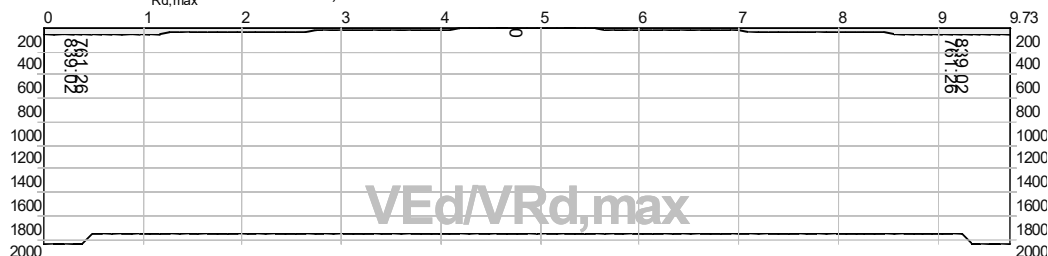
$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot 0.9 \cdot d \cdot v_1 \cdot f_{cd} / (\cot\theta + \tan\theta)$$

$$v = 0.6 \cdot (1 - f_{ck}/250)$$

$$= 0.6 \cdot (1 - 50 / 250) = 0.48$$

$$\alpha_{cw} = 1, \theta = 45^\circ$$

Maksimalna $V_{Rd,max} = 1839.02 \text{ kN}$, $L=973 \text{ cm}$



Maksimalni razmak između vilica $s_{max} = 33.975 \text{ cm}$, EC2 9.2.2 (6)

12. SIDRENJE ARMATURE

12.1 Granični naponi za dobru prijemljivost:

A - za glatke šipke: $f_{db} = f_{ck}^{1/2} \cdot 0.36 / \gamma_c = 1.7 \text{ MPa}$

B - šipke visoke prijemljivosti: $f_{db} = f_{ctk0.05} \cdot 2.25 / \gamma_c = 4.3 \text{ MPa}$

Granični naponi za slabu prijemljivost - gornje vrijednosti se pomnože sa **0.7**

12.2 Osnovne dužine sidrenja: $l_b = \phi \cdot f_{yd} / f_{bd}$

	A	B
dobro: $l_b = \phi \cdot$	63.94	25.28
loše: $l_b = \phi \cdot$	91.34	36.11

12.3 Potrebne dužine sidrenja: $l_{b,net} = \alpha_a \cdot l_b \cdot (A_{s,req} / A_{s,prov}) \geq l_{b,min}$

$A_{s,req}$ - potrebna armatura,

$l_{b,min}$ vlačna = $0.3 \cdot l_b \geq (10\phi \text{ ili } 100\text{mm})$,

$\alpha_a = 1$ - za ravne šipke,

$A_{s,prov}$ - stvarna armatura

$l_{b,min}$ tlačna = $0.6 \cdot l_b \geq (10\phi \text{ ili } 100\text{mm})$

$\alpha_a = 0.7$ - za zakrivljene šipke

ANALIZA ADHEZIJSKO PREDNAPREGNUTOG NOSAČA – RUBNA GREDA RG POS RSG-1, RSG-2, RSG-3

1. MATERIJALI I GEOMETRIJA:

1.1 BETON: C50/60

Karakteristična tlačna čvrstoća : $f_{ck} = 50 \text{ MPa}$
 Prosječna vlačna čvrstoća : $f_{ctm} = 4.1 \text{ MPa}$
 Elastični modul : $E_{cm} = 37000 \text{ MPa}$

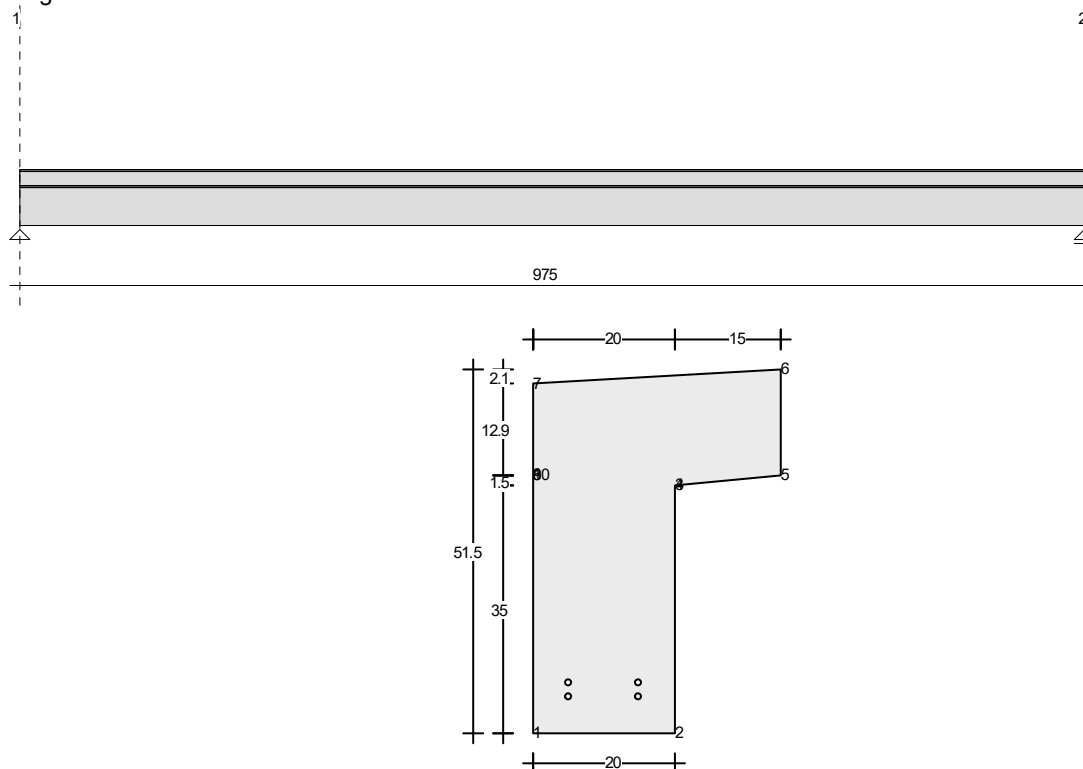
1.2 ČELIK ZA ARMIRANJE: S500/560

Karakteristična vlačna čvrstoća : $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
 Elastični modul : $E_s = 195000 \text{ MPa}$

1.3 ČELIK ZA PREDNAPREZANJE: St 1600/1860

Napon na granici elastičnosti : $f_{p0.1k} = 1600 \text{ MPa}$
 Karakteristična vlačna čvrstoća : $f_{pk} = 1860 \text{ MPa}$
 Elastični modul : $E_p = 195000 \text{ MPa}$
 Relaksacija : razred 2

Pogled nosača



Presjeci nosača

Ukupna dužina nosača $L = 9.75 \text{ m}$, nadvis lijevo: 0 m, desno: 0 m
 Volumen nosača $V = 1.199 \text{ m}^3$, težina $G = V \cdot 25 \text{ kN/m}^3 = 29.98 \text{ kN}$

1.4 Minimalni broj elemenata za prednapinjanje

- najmanje jedno uže sa sedam ili više žica (promjer žice $\geq 4 \text{ mm}$)
- pojedinačne šipke ili žice 3
- šipke i žice u užadi ili kablju 7
- kablovi, osim užadi (prva točka) 3

1.5 Minimalni razmak užadi - EC2 8.10.1.2

$d_g = 16 \text{ mm}$ - beton 0-16 mm, $\phi_k = 12 \text{ mm}$

Uvjet za vertikalni razmak: $s_v \geq d_g$ ili $\geq 2\phi_k$

Uvjet za horizontalni razmak: $s_h \geq d_g + 5 \text{ mm}$ ili $\geq 2\phi_k$ ili $\geq 20 \text{ mm}$

1.6 Zaštitni slojevi za meku armaturu

a) u zavisnosti od okoline - XC1 Suho ili trajno mokro / S2

$c_{\min, \text{dur}} = 10 \text{ mm}$

b) za siguran prijenos sila obuhvatnosti ($d_g \leq 32 \text{ mm}$)

Vilice: $c_{\min, b} = \phi_w = 8 \text{ mm}$

Šipke: $c_{l, \min, b} = \phi_l = 12 \text{ mm}$

Nominalni zaštitni slojevi

$c_{\text{nom}} = c_{\min, \text{dur}} + \Delta c = 10 + 10 = 20 \text{ mm}$

$c_{l, \text{nom}} = c_{\text{nom}} + \phi_w = 20 + 8 = 28 \text{ mm}$

1.7 Zaštitni slojevi za zateznu armaturu

a) u zavisnosti od okoline - XC1 Suho ili trajno mokro / S2

$c_{p, \min, \text{dur}} = 15 \text{ mm}$

b) za siguran prijenos sila obuhvatnosti ($d_g \leq 32 \text{ mm}$)

Užadi: $c_{p, \min, b} = 2 \cdot \phi_k = 24 \text{ mm}$

Nominalni zaštitni slojevi

$c_{p, \text{nom}} = c_{p, \min, b} + \Delta c = 24 + 10 = 34 \text{ mm}$

1.8 Podaci za zateznu armaturu - Fi ()

Nr.	fi[mm]	cm2	x[cm]	y[cm]	Start	End	Nr.	fi[mm]	cm2	x[cm]	y[cm]	Start	End
1	12	0.93	20	7	0	975	2	12	0.93	30	7	0	975

1.9 Karakteristike presjeka

$\alpha_e = E_s / E_c = 195000 / 37000 = 5.27$

	A [m²]	I [m⁴]	z [m]
1/1 beton A_c	0.123	0.0028	0.284
1/2 neto $A_{c, \text{net}}$	0.1228	0.0028	0.285
1/3 ideal A_{ci}	0.1237	0.0028	0.283

2. OPTEREĆENJA (kN, kN/m, kNm, cm)

Stalno opterećenje - G

- g1 : Q=3.01 kN/m'
 - G : Q=0.63 kN/m'

Korisno opterećenje - Q

- Q : Q=2.02 kN/m'

2.1 Koeficijenti sigurnosti:

a) Granično stanje nosivosti (loše / dobro)

- stalno opterećenje : $\gamma_G = 1.35 / 1$

- dominantno korisno : $\gamma_Q = 1.5 / 0$

- prednapinjanje : $\gamma_P = 1 / 1$

- za beton : $\gamma_c = 1.5$

- za čelik : $\gamma_s = 1.15$

b) Granično stanje upotrebljivosti - rijetko ψ_0 , često ψ_1 , prividno stalno ψ_2

ψ_0 ψ_1 ψ_2

Korisno opterećenje - Qi

- Snijeg : 0.5 : 0.2 : 0

3. GUBITAK PREDNAPINJANJA

3.1 Početni pad napona

Početna relaksacija čelika

Unos zatezne sile u beton nakon 200 sata. $\sigma_{0,max} = 1000$ MPa

Relaksacijski razred 2

$$\Delta\sigma_{pr}/\sigma_{pi} = 0.66 \cdot 2.5 \cdot e^{9.1u} \cdot (t/1000)^{0.75(1-u)} \cdot 10^{-5}$$

$$\mu = \sigma_p / f_{pk} = 1000 / 1860 = 0.54$$

$$\Delta\sigma_{pr,200} = 1000 \cdot 0.0013 = 1.26 \text{ MPa}$$

Elastično skupljanje betona

$$\Delta\sigma_{el} = \sigma_{c0} \times \alpha / (1 + \alpha\mu) = 4.43 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c0} = 0.2 / 0.12295, \mu = 100 \times 1.9 / 1229.5$$

$$\sigma_{pm0} = 994.31 \text{ MPa} \leq 994.31 < 1360$$

3.2 Pad napona zbog vremenskih gubitaka - t=∞

$$\Delta\sigma_{p,c+s+t} = \frac{\varepsilon_{cs}(t,t_0) \cdot E_p + 0.8 \cdot \Delta\sigma_{pr} + \alpha \cdot \varphi(t,t_0) \cdot (\sigma_{cg} + \sigma_{cp0})}{(1 + \alpha \cdot A_p/A_c \cdot (1 + A_c/I_c \cdot z_{cp}^2) \cdot [1 + 0.8 \cdot \varphi(t,t_0)])}$$

Koeficijent puzanja φ i skupljanja ε (EC2 - ANNEX B)

Starost betona kod opterećenja je 28 dana, suhi atmosferski uvjeti - zatvoreni prostori RH=50%
 Cement - razred(CEM): R (42.5 R, 52.5 N, 52.5 R)

Izračun u presjeku na L= 497 cm

Karakteristična srednja debljina presjeka: $d_{eff} = 2 \cdot A_c/u = 2 \cdot 122950/1695.4 = 145 \text{ mm}$

$$\varphi(t,t_0) = \varphi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0) \cdot \beta_c(t,t_0) = 1.62$$

$$\varphi_{RH} = 1.51, \beta(f_{cm}) = 2.21, \beta(t_0) = 0.49, \beta_c(t,t_0) = 1$$

$$\varepsilon_{cs} = \beta_{ds}(t,t_s) \cdot k_h \cdot \varepsilon_{cd,0} + \varepsilon_{ca} = 0.64\text{‰}$$

$$\beta_{ds}(t,t_s) = 1, k_h = 1, \varepsilon_{cd,0} = 0.54, \varepsilon_{ca} = 0.1, \beta_{RH} = 1.36$$

Puzanje $\varphi = 1.62$, skupljanje $\varepsilon = 0.64\text{‰}$

Relaksacijski razred 2

$$\Delta\sigma_{pr}/\sigma_{pi} = 0.66 \cdot 2.5 \cdot e^{9.1u} \cdot (t/1000)^{0.75(1-u)} \cdot 10^{-5}$$

$$\mu = \sigma_p / f_{pk} = 994.31 / 1860 = 0.53$$

$$\Delta\sigma_{pr,oo} = 994.31 \cdot 0.0187 = 18.61 \text{ MPa}$$

Naponi zbog stalnog opterećenja

$$\sigma_{cg} = -M_s / I_{c_{net}} \cdot z_p = -4325.3 / 275205.8 \cdot 10 \cdot 28.5 = -4.46 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{cp0} = N_{p0} / A_{c_{net}} + M_{p0} / I_{c_{net}} \cdot z_p$$

$$N_{p0} \sigma_{pm0} \cdot A_p = 994.31 \cdot 1.86 \cdot 10^{-4} = 0.18 \text{ MN}$$

$$M_{p0} = N_{p0} \cdot z_p = 0.18 \cdot 28.5 = 5.26 \text{ MNcm}$$

$$\sigma_{cp0} = (0.18 / 1227.6 + 5.3 / 275205.8 \cdot 28.5) \cdot 10^4 = 6.95 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_{p,c+s+r} = \frac{0.00064 \cdot 195000 + 0.8 \cdot 18.61 + 5.27 \cdot 1.62 \cdot 2.478}{1 + 5.27 \cdot 1.86 / 1237.443 \cdot (1 + 1237.443 / 279686.276 \cdot 28.297^2) \cdot (1 + 0.8 \cdot 1.62)}$$

$$\Delta\sigma_{p,c+s+r} = 160.848 / 1.083 = 148.57 \text{ MPa}$$

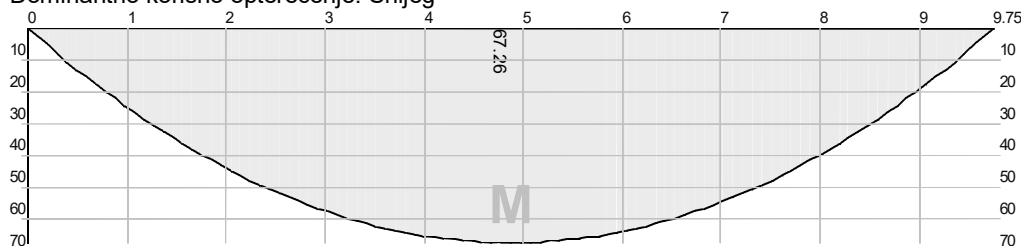
$$\text{Konačan napon u } t=\infty \sigma_{pmoo} = \sigma_{pm0} - \Delta\sigma_{p,c+s+r} = 845.74 \text{ MPa}$$

4. UNUTARNJE STATIČKE KOLIČINE

4.1 Granično stanje upotrebljivosti

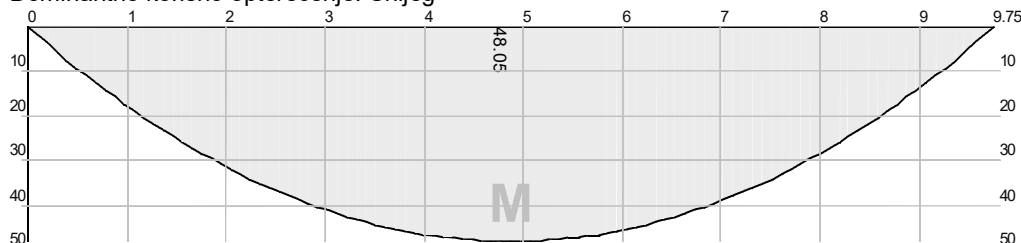
Rijetka kombinacija - |Mmax|=67.26 kNm, L=488 cm

Dominantno korisno opterećenje: Snijeg



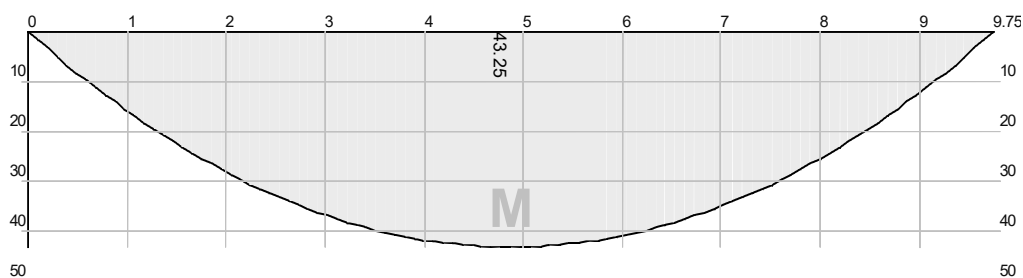
Česta kombinacija - |Mmax|=48.05 kNm, L=488 cm

Dominantno korisno opterećenje: Snijeg



Prividno stalna - |Mmax|=43.25 kNm, L=488 cm

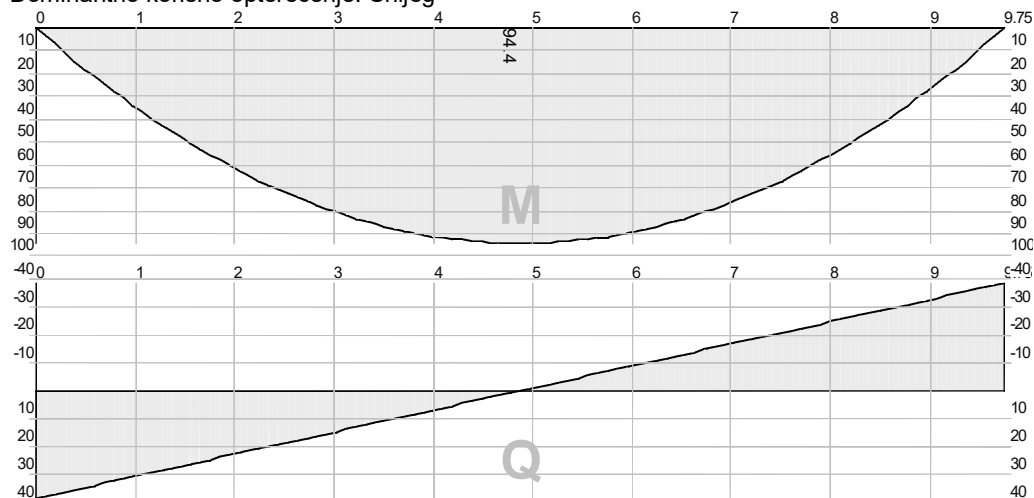
Dominantno korisno opterećenje: Snijeg



4.2 Granično stanje nosivosti - reducirane Q

$|M_{max}|=94.4 \text{ kNm}$, $L=488 \text{ cm}$, $|Q_{max}|=38.73 \text{ kN}$, $L=0 \text{ cm}$

Dominantno korisno opterećenje: Snijeg



Utjecaji zbog prednapinjanja

Početno stanje - $t=0$ - $|M_{max}|=39.7 \text{ kNm}$, $L=858 \text{ cm}$, $|N_{max}|=184.94 \text{ kN}$, $L=858 \text{ cm}$

Konačno stanje - $t=\infty$ - $|M_{max}|=33.5 \text{ kNm}$, $L=858 \text{ cm}$, $|N_{max}|=157.31 \text{ kN}$, $L=117 \text{ cm}$



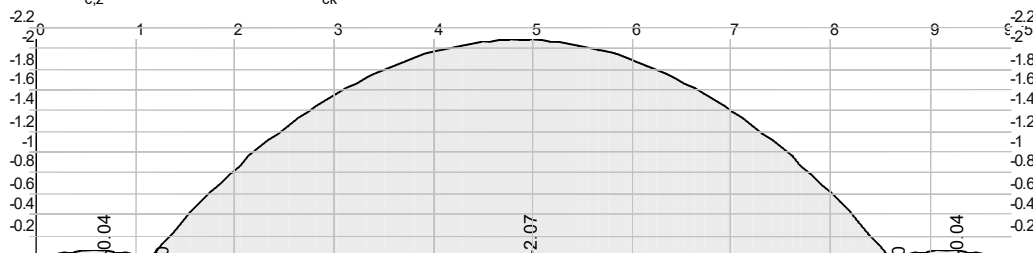
5. KONTROLA ZA GRANIČNO STANJE UPOTREBLJIVOSTI

5.1 Prividno stalni utjecaji - naponi u betonu

$$\sigma_c = P_{m,t} / A_{ci} - (M_{Sd,st} + M_{pt}) \cdot z / I_{ci}$$

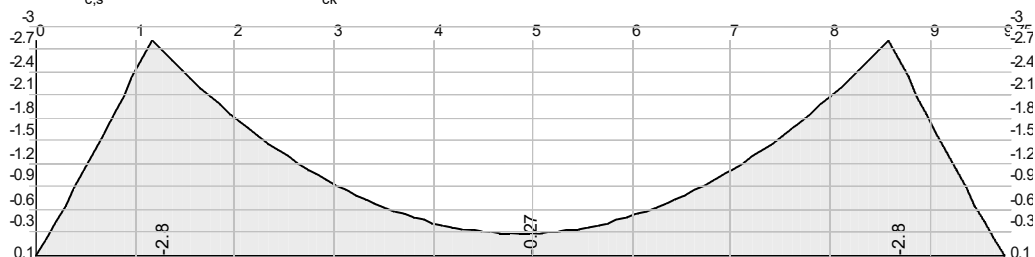
Naponi na gornjem rubu - L=488 cm

$$\text{tlak} - \sigma_{c,z} = 2.08 \text{ MPa} < 0.45 \cdot f_{ck} = 0.45 \cdot 50 = 22.5 \text{ MPa}$$



Naponi na donjem rubu - L=117 cm

$$\text{tlak} - \sigma_{c,s} = 2.81 \text{ MPa} < 0.45 \cdot f_{ck} = 0.45 \cdot 50 = 22.5 \text{ MPa}$$



5.2 Rijetki utjecaji - naponi u čeliku za prednapinjanje

$$\sigma_p = \sigma_{pm1} + \Delta\sigma_p < 0.75 \cdot f_{pk}$$

Predviđeno 30% vremensko ovisnih gubitaka:

$$\sigma_{pm1} = \sigma_{pm0} - 0.3 \cdot \Delta\sigma_{p,c+s+r} = 994.31 - 0.3 \cdot 148.57 = 949.74 \text{ MPa}$$

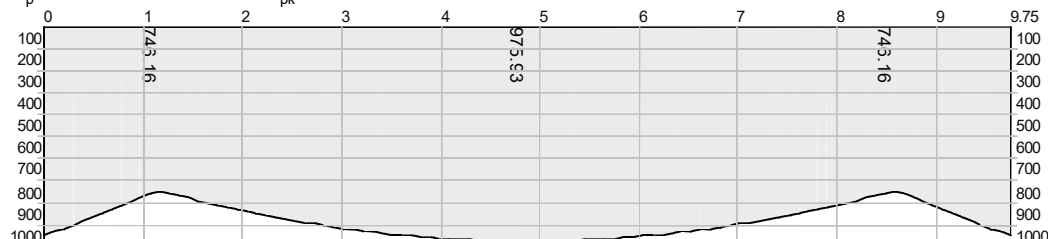
$$\Delta\sigma_p \approx (M_s/z - P_{m,t}) / (A_p + A_s)$$

$$M_s = M_{Sd,red} + M_{p,oo} - N_{p,oo} \cdot (z_u - d_1)$$

$$z = 0.9 \cdot d, \quad d = h - d_1, \quad d_1 - \text{težište } A_p + A_s \text{ od donjeg ruba}$$

Maksimalni napon u čeliku - L=488 cm

$$\sigma_p = 975.93 \text{ MPa} < 0.75 \cdot f_{pk} = 0.75 \cdot 1860 = 1395 \text{ MPa}$$

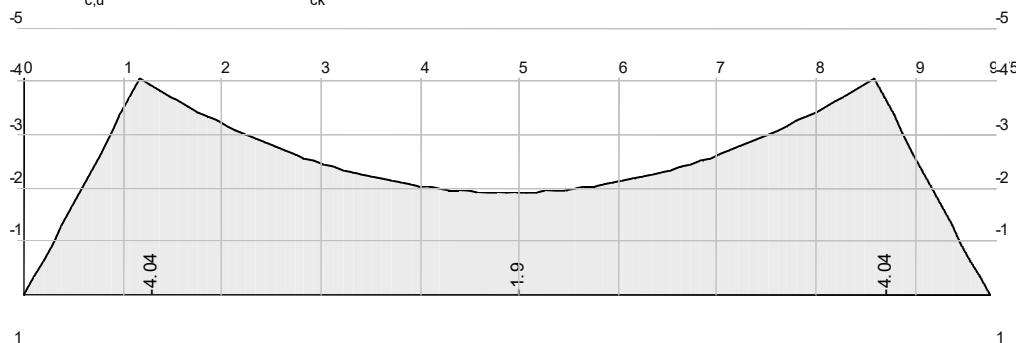


5.3 Vlastita težina i prednapinjanje t=0 - naponi u betonu

$$\sigma_{c,u} = P_{m0} / A_{c,net} + (M_G + M_{p0}) \cdot z_u / I_{c,net}$$

Naponi na donjem rubu - L=117 cm

$$tlak - \sigma_{c,u} = 4.05 \text{ MPa} < 0.6 \cdot f_{ck} = 0.6 \cdot 50 = 30 \text{ MPa}$$



6. PUKOTINE

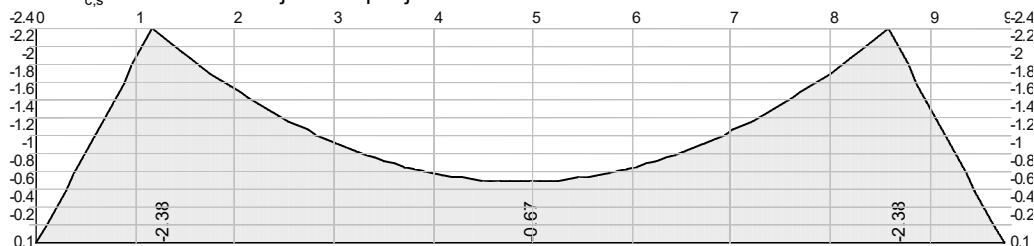
6.1 Minimalna površina armature - EC2 uvjet 7.3.2(4)

1. uvjet: rijetka kombinacija opterećenja - naponi u betonu na donjem rubu

$$\sigma_{c,s} = 0.9 \cdot P_{m,t} / A_{ci} + (M_{Sd,red} + 0.9 \cdot M_{pl}) \cdot z / I_{ci}$$

Naponi na donjem rubu - L=117 cm

$$tlak - \sigma_{c,s} = 2.39 \text{ MPa} - \text{uvjet JE ispunjen}$$

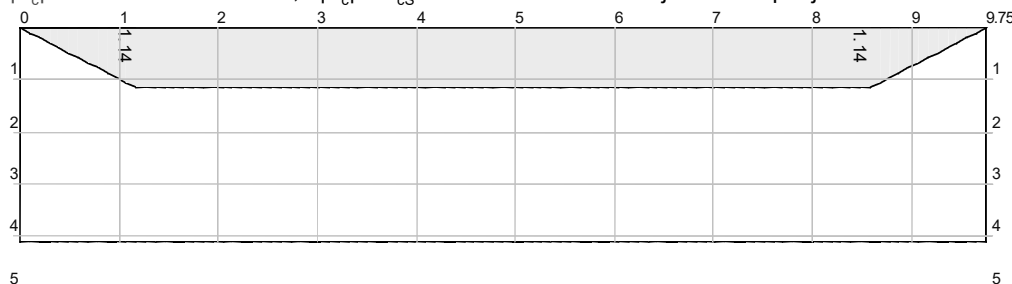


2. uvjet: napon u težištu betona zbog prednapinjanja

$$|\sigma_c| = |0.9 \cdot P_{m,t} / A_{ci}| \geq h \cdot f_{ct,eff} (\sigma_{cs}^*) \quad h \geq 1, f_{ct,eff} = 4.1 \text{ MPa}$$

Napon u težištu - L=117 cm

$$|\sigma_c| = 1.14 \text{ MPa} < 4.1 \text{ MPa}, |\sigma_c| / \sigma_{cs}^* = 1.14 / 4.1 = 0.28 - \text{uvjet NIJE ispunjen}$$



Potrebna minimalna armatura - EC2 7.3.2

$$\min A_s = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / \sigma_s$$

$$\begin{aligned} k_c &= 0.4 \cdot (1 - 0.28/k_1) = 0.33 \quad (k_1 = 1.5, h_{gr} = 28.3 \text{ cm}) \\ k &= 0.8495 \\ f_{ct,eff} &= 4.1 \text{ MPa} (f_{ctm}) \end{aligned}$$

$$A_{ct} = z_u \cdot b_w = 0.057 \text{ m}^2 \text{ (vlačna površina)}$$

$$\sigma_s = 240 \text{ MPa (za } \phi 12, w_k=0.2\text{mm)}$$

$$\min A_s = 0.33 \cdot 0.8495 \cdot 4.1 \cdot 0.057 / 240 \cdot 1E4 = \mathbf{2.73 \text{ cm}^2}$$

6.2 Kontrola pukotina bez neposrednog izračuna - EC2 7.3.3

$$\text{Korigiran max.promjer armature: } \phi_s = \phi_s^* f_{ct,eff} / 2.9 k_c h_{cr} / 2d_1$$

Česta kombinacija - naponi u čeliku

$$\sigma_s = 1 / (A_p + A_s) \cdot (M_s / z - r \cdot P_{m,t})$$

Čelik - gornji dio presjeka za vlastitu težinu i t=0

$$M_s = -M_{Sd,pog} + r_{sup} \cdot M_p + r_{sup} \cdot P_p \cdot (d - z_u)$$

$$z = 0.9 \cdot d, d = h - d_1, d_1 - \text{težište } A_p + A_s \text{ od gornjeg ruba, } r_{sup}=1.1$$

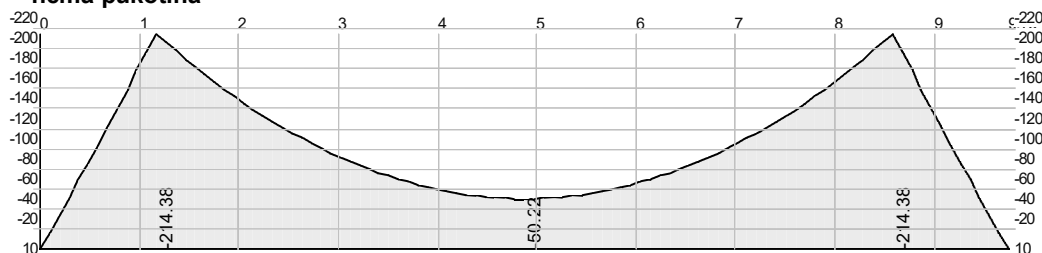
U gornjem dijelu presjeka nema armature!

Čelik - donji rub presjeka za t=∞

$$M_s = M_{Sd,pog} - r_{inf} \cdot M_p + r_{inf} \cdot P_p \cdot (z_u - d_1)$$

$$z = 0.9 \cdot d, d = h - d_1, d_1 - \text{težište } A_p + A_s \text{ od donjeg ruba, } r_{inf}=0.9$$

- nema pukotina



7. DUŽINA UVOĐENJA OSNE SILE - l_{bpd}

$$l_{bpd} = l_{pt2} + \alpha_2 \cdot \phi \cdot (\sigma_{pd} - \sigma_{pmoo}) / f_{bpd} = 96.9 \cdot \phi$$

$$l_{pt2} = 1.2 \cdot \alpha_1 \alpha_2 \phi \sigma_{pm0} / f_{bpt}$$

$$f_{bpd} = \eta_{p2} \eta_1 f_{ctd}, f_{bpt} = \eta_{p1} \eta_1 f_{ctd}, f_{ctd} = 1.91 \text{ MPa}$$

$$\alpha_1 = 1.25, \alpha_2 = 0.19, \eta_1 = 1, \eta_{p1} = 3.2, \eta_{p2} = 1.2$$

$$\sigma_{pm0} = 994.31, \sigma_{pmoo} = 845.74, \sigma_{pd} = 1455.65 \text{ [MPa]}$$

Kontrola napona betona $f_{ctd} < f_{ctk 0,05} = 2.87 \text{ MPa}$
 (dijagrami napona su u 5.1)

Na gornjem rubu u l_{bpd} nema prekoračenja $f_{ctk 0,05}$

Na donjem rubu u l_{bpd} nema prekoračenja $f_{ctk 0,05}$

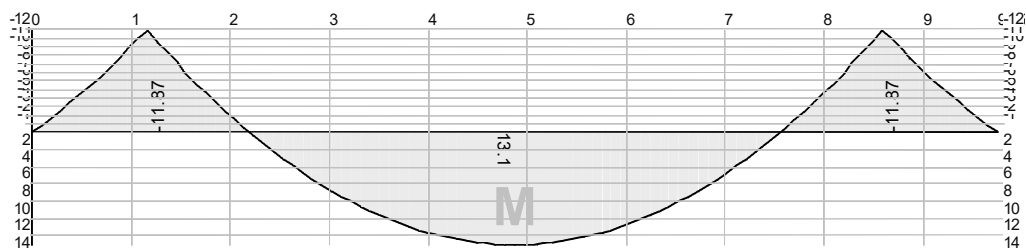
8. KONTROLA PROGIBA

Nosač se tretira kao nepuknut, uvažava se prividno stalno opterećenje.

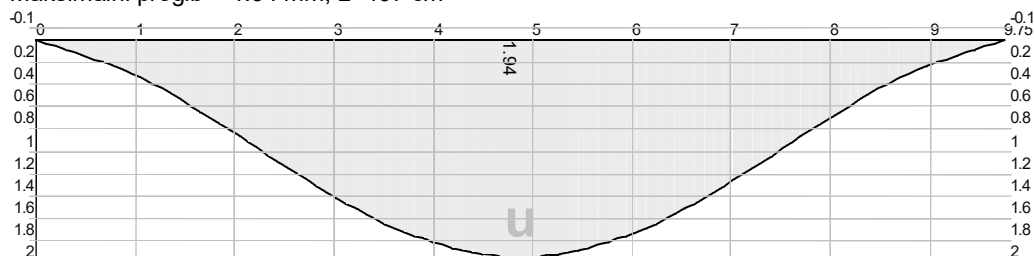
$$\text{Izračun pomoću elastičnih utege, } I_c = I_{ci}, E_{c,eff} = E_{cm} / (1 + \phi_{oo}) = 37000 / (1 + 1.62) = 14122.14 \text{ MPa}$$

$$\text{Prednapinjanje: } r_{inf} = 0.9$$

$$\text{Pripadajući momenti savijanja za elastične utege, } |M_{max}| = 13.1 \text{ kNm}$$



Maksimalni progib = 1.94 mm, L=497 cm



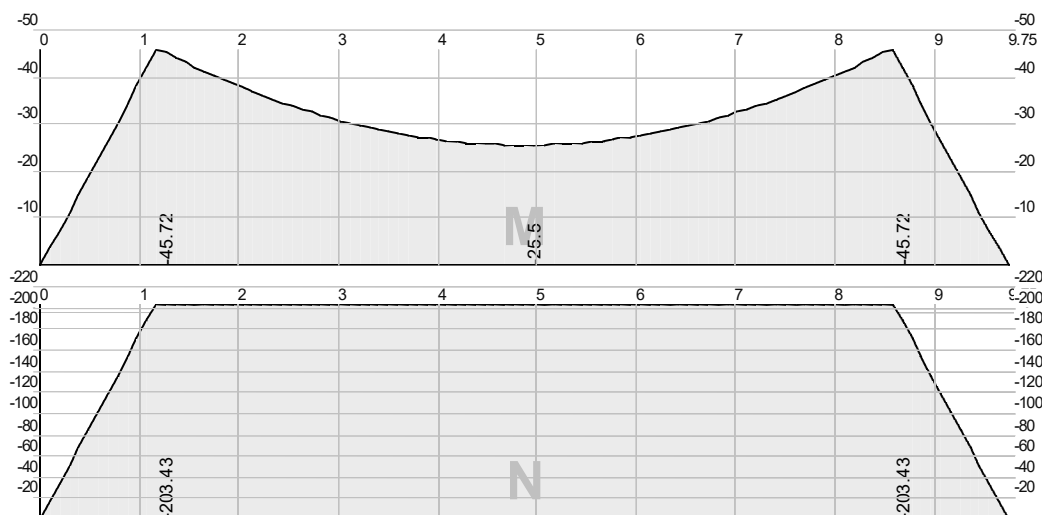
9. KONTROLA IZBOČENJA - EC2 5.9

9.1 Podizanje - montaža. Vlastita težina i prednapinjanje t=0

9.1.1 Statične količine

$$\gamma_G = 1, \gamma_p = 1, r_{sup} = 1.1$$

$$N_{Ed} = -\gamma_p \cdot r_{sup} \cdot P_{m0}, M_{Ed} = M_G \cdot \gamma_G - r_{sup} \cdot M_p \cdot \gamma_p$$



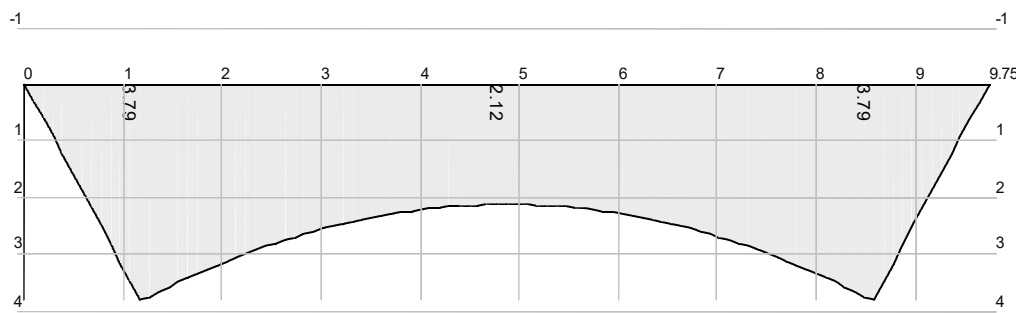
9.1.2 Naponi u betonu na gornjem rubu

$$\sigma_{c,u} = N_{Ed} / A_{c,net} + M_{Ed} \cdot (H - z_u) / I_{c,net}$$

Naponi na gornjem rubu - L=117 cm

$$\text{vlak} - \sigma_{c,s} = 3.79 \text{ MPa} < f_{ctm} = 4.1 \text{ MPa}$$

Kontrola potrebne armature u vlačni gornji con - točka 10.2



9.1.3 Preračun izbočenja po LEBELLE

(Beton- und Stahlbetonbau 80(1985), H.9, 238-243) = [1]
 (smisao preračuna je u pitanju, jer gornji rub nosača nije u tlaku)

Pretpostavke:

- posmično središte i težište se približno prekrivaju
- kritično opterećenje izbočenja je na gornjem rubu nosača

Preračun mora zadovoljiti uvjet $\gamma_G \cdot G \leq q_K$

Teoretičko opterećenje izbočenja se izračuna po: $q_K = 16 \cdot \sqrt{\alpha} \cdot v \cdot \sqrt{A_K/L^3}$

$$j(\alpha) = 4 \cdot f/L \cdot \sqrt{(E_{cd} \cdot I_y / G_{cd} \cdot I_T)}$$

f - razmak između težišta i gornjeg ruba nosača - oprijem za podizanje

$$f = h - z_u = 0.515 - 0.284 = 0.231 \text{ m}$$

L - ukupna dužina nosača = 9.75 m

$$E_{cd} = E_{cm} / \gamma_c = 37000 / 1.5 = 24666.7 \text{ MPa}$$

$$G_{cd} = E_{cd} \cdot 0.4 = 9866.68 \text{ MPa}$$

$$I_x = I_{c,net} = 0.00276 \text{ m}^4, \quad I_y = 0.00094 \text{ m}^4$$

Izračun I_T iz nadomestnog pravokutnog presjeka: $B = A/H = 1229.5/51.5 = 23.9 \text{ cm}$

$$\beta(H/B) = 0.234 \Rightarrow I_T = \beta \cdot B^3 \cdot H = 0.00165 \text{ m}^4$$

(Uzeto na mestu max.tlačnih napona na g. rubu - L = 1.36 m)

$$j(\alpha) = 4 \cdot 0.231 / 9.75 \cdot \sqrt{(24666.7 \cdot 0.00094 / 9866.68 / 0.00165)} = 0.1131$$

Razmak sidara podizanja od ruba nosača: 1.2 m

$$\rho = (L - 2 \cdot 1.2) / L = 0.75 \Rightarrow \alpha(j, \rho) = 2.074 \text{ (tabela 3 v [1])}$$

$$v = \sqrt{(1 + 0.518 \cdot \delta^2) - 0.72 \cdot \delta} = 0.92 [\delta = j(\alpha) = 0.1131]$$

$$A_K = E_{cd} \cdot I_y \cdot G_{cd} \cdot I_T \cdot I_x / (I_x - I_y)$$

$$A_K = 24666.7 \cdot 0.00094 \cdot 9866.68 \cdot 0.00165 \cdot 0.00276 / (0.00276 - 0.00094) = 572.44 \text{ MN}^2\text{m}^2$$

$$q_K = 16 \cdot \sqrt{2.074 \cdot 0.92} \cdot \sqrt{(572.44) \cdot 1000 / 9.75^3} = 547.22 \text{ kN/m}$$

uvjet $\gamma_G \cdot G = 1.35 \cdot 3.01 = 4.06 < 547.22$ **JE ispunjen!**

9.2 Konačno stanje t=∞

9.2.1 Uvjeti za kontrolu izbočenja:

- L_{ot} = 9.75 m (dužina tlačnog pojasa između ležaja),
- b = 0.35 m (širina tlačnog pojasa),
- h = 0.515 m (visina nosača)

$$\text{EC2 5.9 (3): } L_{ot} < |50| \cdot b / (h/b)^{1/3} \Rightarrow 9.75 < 15.39 \quad \text{ i } h < |2.5| \cdot b \Rightarrow 0.515 < 0.875$$

$$\text{DIN 1045-1: } b > ((L_{ot}/50)^3 \cdot h)^{1/4} \Rightarrow 0.35 > 0.249$$

Precizan daljnji izračun nije potreban!

9.2.2 Preračun izbočenja po STIGLAT

(Beton- und Stahlbetonbau 86(1991), H.10, 237-240) = [2]

Pretpostavke:

- opterećenje je na gornjem rubu nosača: $e = e_o$
- $\max M$ je izračunan iz prividno stalnog opterećenja

Preračun mora zadovoljiti uvjet $M_K \geq \gamma \cdot \max M$

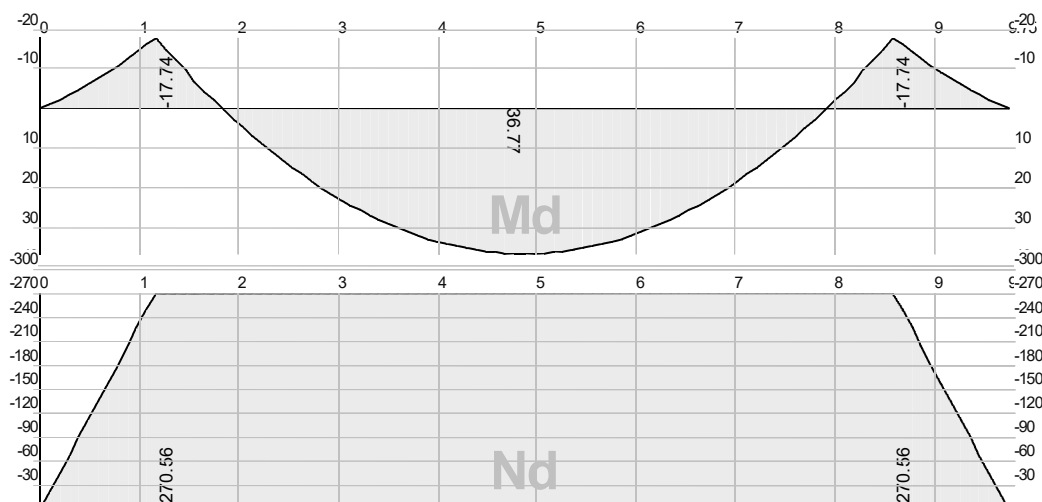
$$\begin{aligned}
 M_K &= \sigma_T \cdot M_{Ki} / \sigma_{Ki} \\
 M_{Ki} &= 3.54 \cdot (1 - 1.44 \cdot e/L_{ot} \cdot \sqrt{(2.5 \cdot I_y/I_T)}) \cdot \sqrt{A_K/L_{ot}} \\
 A_K &= 0.4 \cdot E_{cm}^2 \cdot I_y \cdot I_T \cdot (I_x - I_y) / I_x \\
 I_x = I_{c,net} &= 0.00276 \text{ m}^4, \quad I_y = 0.00094 \text{ m}^4 \\
 \text{Izračun } I_T \text{ iz nadomestnog pravokutnog presjeka: } B &= A/H = 1229.5/51.5 = 23.9 \text{ cm} \\
 \beta(H/B) &= 0.234 \Rightarrow I_T = \beta \cdot B^3 \cdot H = 0.00165 \text{ m}^4 \\
 \text{Zbog šibkog armiranja se uvažava } 60\% I_T &= 0.00099 \\
 \text{(Uzeto na mestu max.tlačnih napona na g. rubu - } L &= 5.07 \text{ m)} \\
 e &= h - z_u = 0.515 - 0.284 = 0.231 \text{ m} \\
 A_K &= 0.4 \cdot 37000^2 \cdot 0.00094 \cdot 0.00099 \cdot (0.00276 - 0.00094) / 0.00276 = 336.04 \text{ MN}^2\text{m}^2 \\
 M_{Ki} &= 3540 \cdot (1 - 1.44 \cdot 0.231/9.75 \cdot \sqrt{(2.5 \cdot 0.00094/0.00099)}) \cdot \sqrt{336.04/9.75} = 6305.86 \text{ kNm} \\
 \sigma_{Ki} &= M_{Ki} \cdot e / I_x = 6305.86 \cdot 0.231 / 0.00276 = 527.77 \text{ MPa} \\
 \lambda_v &= \pi \cdot \sqrt{(E_{cm} / \sigma_{Ki})} = 3.14 \cdot \sqrt{(37000/527.77)} = 26.3
 \end{aligned}$$

Po [2] za $\lambda_v < 60$ izbočenje nije mjerodavno.

10. KONTROLA ZA GRANIČNO STANJE NOSIVOSTI

$$\begin{aligned}
 \text{Beton: C50/60} \quad f_{ck} &= 50 \text{ MPa} \\
 f_{cd} &= f_{ck} \cdot \alpha / \gamma_c = 50 \cdot 1/1.5 = 33.33 \text{ MPa} \\
 \text{Čelik za prednaprezanje: St 1600/1860} \quad f_{pk} &= 1860 \text{ MPa} \\
 f_{pd} &= 0.9 \cdot f_{pk} / \gamma_s = 0.9 \cdot 1860 / 1.15 = 1455.65 \text{ MPa} \\
 \varepsilon_{pm} &= \sigma_{pm} / E_p = 845.74 / 195000 = 4.34 \text{ ‰} \\
 \Delta \varepsilon_p &= \varepsilon_{p0.1k} - r_{inf} \cdot \varepsilon_{pm} = 8.21 - 0.9 \cdot 4.34 = 4.3 \text{ ‰} \\
 \text{Faktor povećanja utjecaja } N_{poo} &= f_{pd} / f_{pmoo} = 1455.65 / 845.74 = 1.72 \\
 \text{Armatura: S500/560} \quad f_{yk} &= 500 \text{ MPa} \\
 f_{yd} &= \min(f_{yk}, E_s \cdot \varepsilon_s) / \gamma_s = \min(500, 195 \cdot 5) / 1.15 = 434.78 \text{ MPa} \\
 \text{Zaštitni sloj betona do težišta armature: dole } &3 \text{ cm, gore } 3 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

10.1 Dimenzioniranje za konačno stanje $t = \infty$



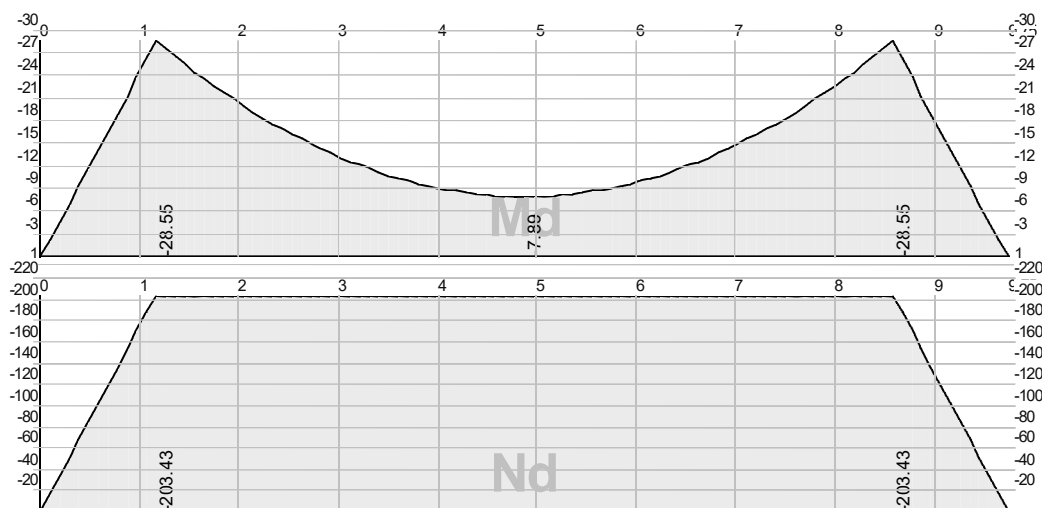
Vlačna armatura nije potrebna.

10.2 Kontrola za početno stanje - vlastita težina + P u t=0

$$\gamma_G = 1, \gamma_p = 1, r_{sup} = 1.1, f_{yd} = 434.78 \text{ MPa}$$

$$N_{Ed} = -\gamma_p \cdot r_{sup} \cdot P_{m0}$$

$$M_{Ed} = M_G \cdot \gamma_G - r_{sup} \cdot M_p \cdot \gamma_p$$



Vlačna armatura nije potrebna.

10.3 Podaci za izabranu armaturu

Nr.	fi[mm]	cm2	x[cm]	y[cm]	Start	End	Nr.	fi[mm]	cm2	x[cm]	y[cm]	Start	End
1	12	1.13	20	5	0	975	2	12	1.13	30	5	0	975

11. KONTROLA POSMIKA - EC2(6.2)

11.1 Dimenzioniranje vertikalne posmične armature

$$V_{Rd,c} \geq V_{Ed} \text{ - nije potrebna}$$

$$V_{Rd} = \min(V_{Rd,s}, V_{Rd,max}) \geq V_{Ed}$$

$V_{Rd,c}$ - posmična nosivost bet.prereza bez posmične armature

$V_{Rd,s}$ - posmična nosivost posmične armature

$V_{Rd,max}$ - nosivost tlačnih dijagonala-45°

$$V_{Rd,c} = (V_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

$$f_{ck} = 50 \text{ MPa - C50/60}$$

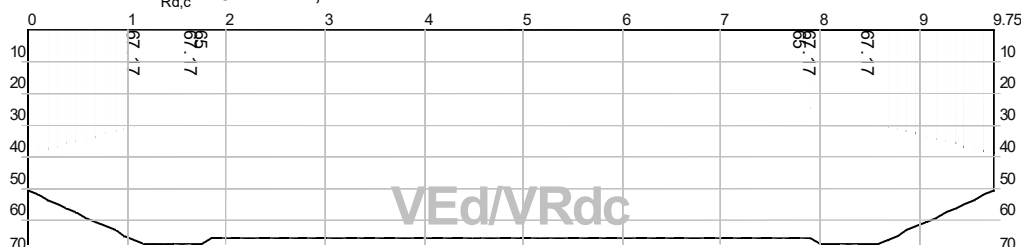
$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2.0$$

$$V_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c < 0.2 f_{cd}$$

$$N_{Ed} = r_{inf} \cdot \gamma_p \cdot \sigma_{pm,t} \cdot A_p$$

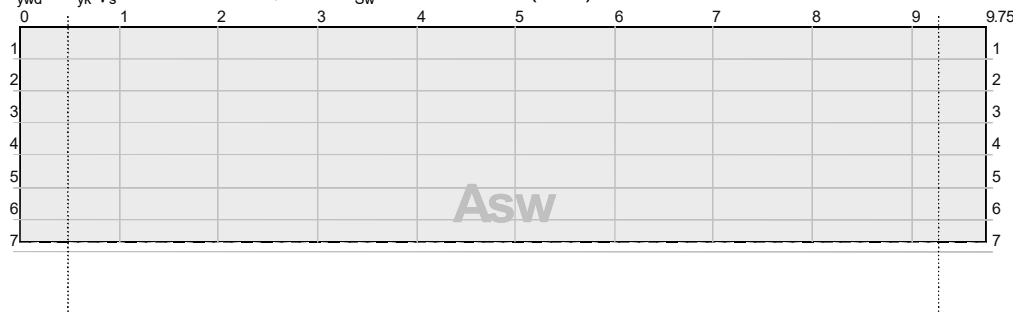
Maksimalna $V_{Rd,c} = 67.17 \text{ kN}$, $L=117 \text{ cm}$



Maksimalna $V_{Ed} = 38.73 \text{ kN}$, $L=0 \text{ cm}$

$$A_{sw} = V_{Ed} / (b_w \cdot 0.9 \cdot d \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta) / m$$

$$f_{ywd} = f_{yk} / \gamma_s = 347.83 \text{ MPa}, \max A_{sw} = 2.55 \text{ cm}^2/m \text{ (m=1)}$$



Minimalna $A_{sw} = 2.2 \text{ cm}^2/m$, pri ----- $A_{swL} = 2.35$, $A_{swD} = 2.35$

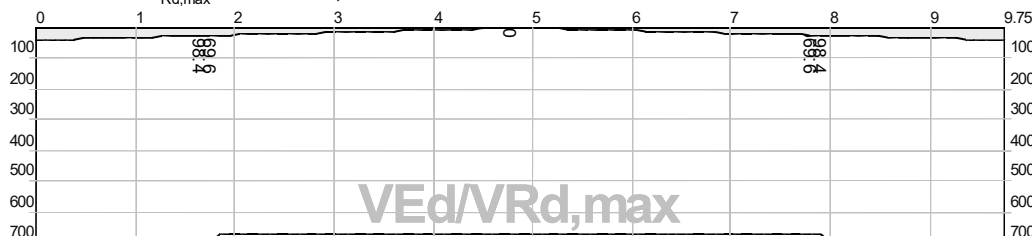
IZABRANE VILICE (m=2):

cm ² /m	φ[mm]	s[cm]	od[cm]	do[cm]
6.7	8	15	0	975

11.2 Kontrola tlačnih dijagonala u betonu - maksimalna nosivost

$$\begin{aligned}
 V_{Rd,max} &= \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot 0.9 \cdot d \cdot v_1 \cdot f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta) \\
 v &= 0.6 \cdot (1 - f_{ck} / 250) \\
 &= 0.6 \cdot (1 - 50 / 250) = 0.48 \\
 \alpha_{cw} &= 1, \theta = 45^\circ
 \end{aligned}$$

Maksimalna $V_{Rd,max} = 698.4 \text{ kN}$, $L=975 \text{ cm}$



Maksimalni razmak između vilica $s_{max} = 34.875 \text{ cm}$, EC2 9.2.2 (6)

12. SIDRENJE ARMATURE

12.1 Granični naponi za dobru prijemljivost:

$$A - \text{za glatke šipke: } f_{db} = f_{ck}^{1/2} \cdot 0.36 / \gamma_c = 1.7 \text{ MPa}$$

$$B - \text{šipke visoke prijemljivosti: } f_{db} = f_{ctk0.05} \cdot 2.25 / \gamma_c = 4.3 \text{ MPa}$$

Granični naponi za slabu prijemljivost - gornje vrijednosti se pomnože sa **0.7**

12.2 Osnovne dužine sidrenja: $l_b = \phi / 4 \cdot f_{yd} / f_{bd}$

	A	B
dobro: $l_b = \phi \cdot$	63.94	25.28
loše: $l_b = \phi \cdot$	91.34	36.11

12.3 Potrebne dužine sidrenja: $l_{b,net} = \alpha_a \cdot l_b \cdot (A_{s,req} / A_{s,prov}) \geq l_{b,min}$

$A_{s,req}$ - potrebna armatura,

$l_{b,min}$ vlačna = $0.3 \cdot l_b \geq (10\phi \text{ ili } 100\text{mm})$,

$\alpha_a = 1$ - za ravne šipke,

$A_{s,prov}$ - stvarna armatura

$l_{b,min}$ tlačna = $0.6 \cdot l_b \geq (10\phi \text{ ili } 100\text{mm})$

$\alpha_a = 0.7$ - za zakrivljene šipke

ANALIZA ADHEZIJSKO PREDNAPREGNUTOG NOSAČA – PROMJENJIVI „T“ NOSAČ POS DM-1

1. MATERIJALI I GEOMETRIJA:

1.1 BETON: C50/60

Karakteristična tlačna čvrstoća : $f_{ck} = 50 \text{ MPa}$
 Prosječna vlačna čvrstoća : $f_{ctm} = 4.1 \text{ MPa}$
 Elastični modul : $E_{cm} = 37000 \text{ MPa}$

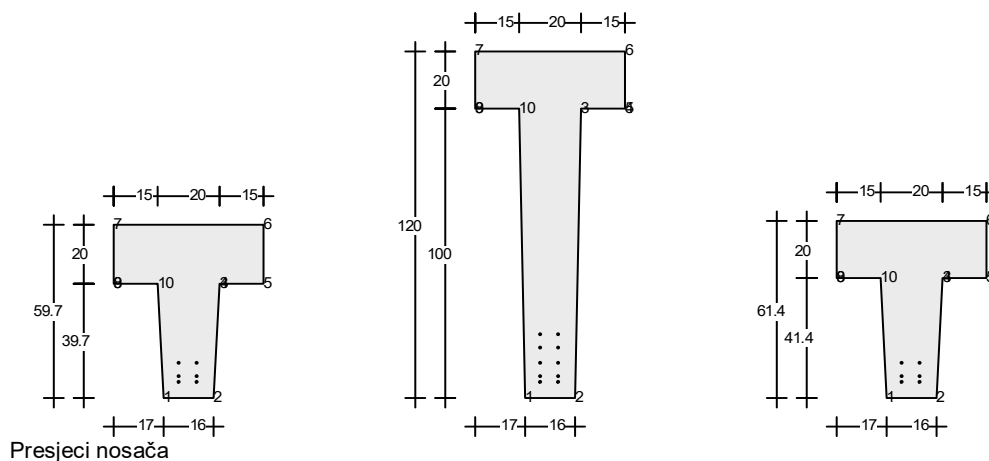
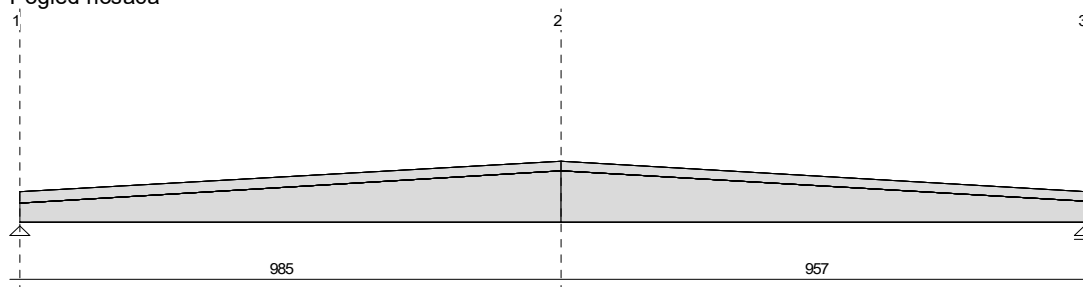
1.2 ČELIK ZA ARMIRANJE: S500/560

Karakteristična vlačna čvrstoća : $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
 Elastični modul : $E_s = 195000 \text{ MPa}$

1.3 ČELIK ZA PREDNAPREZANJE: St 1770/1860

Napon na granici elastičnosti : $f_{p0.1k} = 1600 \text{ MPa}$
 Karakteristična vlačna čvrstoća : $f_{pk} = 1860 \text{ MPa}$
 Elastični modul : $E_p = 195000 \text{ MPa}$
 Relaksacija : razred 2

Pogled nosača



Presjeci nosača

Ukupna dužina nosača $L = 19.42 \text{ m}$, nadvis lijevo: 0 m , desno: 0 m
 Volumen nosača $V = 4.398 \text{ m}^3$, težina $G = V \cdot 25 \text{ kN/m}^3 = 109.95 \text{ kN}$

1.4 Minimalni broj elemenata za prednapinjanje

- najmanje jedno uže sa sedam ili više žica (promjer žice $\geq 4 \text{ mm}$)
- pojedinačne šipke ili žice 3
- šipke i žice u užadi ili kablju 7
- kablovi, osim užadi (prva točka) 3

1.5 Minimalni razmak užadi - EC2 8.10.1.2

$d_g = 16 \text{ mm}$ - beton 0-16 mm, $\phi_k = 16 \text{ mm}$

Uvjet za vertikalni razmak: $s_v \geq d_g$ ili $\geq 2\phi_k$

Uvjet za horizontalni razmak: $s_h \geq d_g + 5 \text{ mm}$ ili $\geq 2\phi_k$ ili $\geq 20 \text{ mm}$

1.6 Zaštitni slojevi za meku armaturu

a) u zavisnosti od okoline - XC1 Suho ili trajno mokro / S2

$$c_{\min, \text{dur}} = 10 \text{ mm}$$

b) za siguran prijenos sila obuhvatnosti ($d_g \leq 32 \text{ mm}$)

$$\text{Vilice: } c_{\min, b} = \phi_w = 10 \text{ mm}$$

$$\text{Šipke: } c_{l, \min, b} = \phi_l = 14 \text{ mm}$$

Nominalni zaštitni slojevi

$$c_{\text{nom}} = c_{\min, b} + \Delta c = 10 + 10 = 20 \text{ mm}$$

$$c_{l, \text{nom}} = c_{\text{nom}} + \phi_w = 20 + 10 = 30 \text{ mm}$$

1.7 Zaštitni slojevi za zateznu armaturu

a) u zavisnosti od okoline - XC1 Suho ili trajno mokro / S2

$$c_{p, \min, \text{dur}} = 15 \text{ mm}$$

b) za siguran prijenos sila obuhvatnosti ($d_g \leq 32 \text{ mm}$)

$$\text{Užadi: } c_{p, \min, b} = 2 \cdot \phi_k = 32 \text{ mm}$$

Nominalni zaštitni slojevi

$$c_{p, \text{nom}} = c_{p, \min, b} + \Delta c = 32 + 10 = 42 \text{ mm}$$

1.8 Podaci za zateznu armaturu - Fi ()

Nr.	fi[mm]	cm2	x[cm]	y[cm]	Start	End	Nr.	fi[mm]	cm2	x[cm]	y[cm]	Start	End
1	16	1.5	22	7	0	1942	5	12	0.93	22	22	100	1842
2	16	1.5	28	7	0	1942	6	12	0.93	28	22	100	1842
3	16	1.5	22	12	0	1942	7	16	1.5	22	17	60	1882
4	16	1.5	28	12	0	1942	8	16	1.5	28	17	60	1882

1.9 Karakteristike presjeka

$$\alpha_e = E_s / E_c = 195000 / 37000 = 5.27$$

		A [m²]	I [m⁴]	z [m]
1/1	beton A_c	0.1715	0.0048	0.376
1/2	neto $A_{c, \text{net}}$	0.1709	0.0048	0.377
1/3	ideal A_{ci}	0.174	0.005	0.372
2/1	beton A_c	0.2794	0.0367	0.724
2/2	neto $A_{c, \text{net}}$	0.2783	0.0363	0.727
2/3	ideal A_{ci}	0.284	0.0383	0.715
3/1	beton A_c	0.1745	0.0052	0.386
3/2	neto $A_{c, \text{net}}$	0.1745	0.0052	0.386
3/3	ideal A_{ci}	0.1745	0.0052	0.386

2. OPTEREĆENJA (kN, kN/m, kNm, cm)

Stalno opterećenje - G

- g1 : q1=4.29, x1=0, q2=7, x2=985
- g1 : q1=7, x1=985, q2=4.29, x2=1942
- G : Q=7.94 kN/m'

Korisno opterećenje - Q

- Q : Q=8 kN/m'

2.1 Koeficijenti sigurnosti:

a) Granično stanje nosivosti (loše / dobro)

- stalno opterećenje : $\gamma_G = 1.35 / 1$

- dominantno korisno : $\gamma_Q = 1.5 / 0$

- prednapinjanje : $\gamma_P = 1 / 1$

- za beton : $\gamma_c = 1.5$

- za čelik : $\gamma_s = 1.15$

b) Granično stanje upotrebljivosti - rijetko ψ_0 , često ψ_1 , prividno stalno ψ_2

	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Korisno opterećenje - Qi			
- Snijeg	: 0.5	: 0.2	: 0

3. GUBITAK PREDNAPINJANJA

3.1 Početni pad napona

Početna relaksacija čelika

Unos zatezne sile u beton nakon 200 sata. $\sigma_{0,max} = 1000 \text{ MPa}$

Relaksacijski razred 2

$$\Delta\sigma_{pr}/\sigma_{pi} = 0.66 \cdot 2.5 \cdot e^{9.1u} \cdot (t/1000)^{0.75(1-u)} \cdot 10^{-5}$$

$$\mu = \sigma_p / f_{pk} = 1000 / 1860 = 0.54$$

$$\Delta\sigma_{pr,200} = 1000 \cdot 0.0013 = 1.26 \text{ MPa}$$

Elastično skupljanje betona

$$\Delta\sigma_{el} = \sigma_{c0} \times \alpha / (1 + \alpha\mu) = 9.37 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c0} = 5 / 0.17452, \mu = 100 \times 50 / 1745.2$$

$$\sigma_{pm0} = 989.37 \text{ MPa} \leq 989.37 < 1360$$

3.2 Pad napona zbog vremenskih gubitaka - t=∞

$$\Delta\sigma_{p,c+s+tr} = \frac{\varepsilon_{cs}(t,to) \cdot E_p + 0.8 \cdot \Delta\sigma_{pr} + \alpha \cdot \varphi(t,to) \cdot (\sigma_{cg} + \sigma_{cp0})}{(1 + \alpha \cdot A_p/A_c \cdot (1 + A_c/I_c \cdot z_{cp}^2) \cdot [1 + 0.8 \cdot \varphi(t,to)])}$$

Koeficijent pužanja φ i skupljanja ε (EC2 - ANNEX B)

Starost betona kod opterećenja je 28 dana, suhi atmosferski uvjeti - zatvoreni prostori RH=50%

Cement - razred(CEM): R (42.5 R, 52.5 N, 52.5 R)

Izračun u presjeku na L= 524 cm

Karakteristična srednja debljina presjeka: $d_{eff} = 2 \cdot A_c/u = 2 \cdot 227099/2772.8 = 164 \text{ mm}$

$$\varphi(t,t_0) = \varphi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0) \cdot \beta_c(t,t_0) = 1.6$$

$$\varphi_{RH} = 1.48, \beta(f_{cm}) = 2.21, \beta(t_0) = 0.49, \beta_c(t,t_0) = 1$$

$$\varepsilon_{cs} = \beta_{ds}(t,t_s) \cdot k_h \cdot \varepsilon_{cd,0} + \varepsilon_{ca} = 0.56\text{‰}$$

$$\beta_{ds}(t,t_s) = 1, k_h = 0.85, \varepsilon_{cd,0} = 0.54, \varepsilon_{ca} = 0.1, \beta_{RH} = 1.36$$

Pužanje $\varphi = 1.6$, skupljanje $\varepsilon = 0.56\text{‰}$

Relaksacijski razred 2

$$\Delta\sigma_{pr}/\sigma_{pl} = 0.66 \cdot 2.5 \cdot e^{9.1u} \cdot (t/1000)^{0.75(1-u)} \cdot 10^{-5}$$

$$\mu = \sigma_p / f_{pk} = 989.37 / 1860 = 0.53$$

$$\Delta\sigma_{pr,oo} = 989.37 \cdot 0.0185 = 18.3 \text{ MPa}$$

Naponi zbog stalnog opterećenja

$$\sigma_{cg} = -Ms / I_{c_{net}} \cdot z_p = -50392.1 / 1623215 \cdot 10 \cdot 56.2 = -17.43 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{cp0} = N_{p0} / A_{c_{net}} + M_{p0} / I_{c_{net}} \cdot z_p$$

$$N_{p0} \sigma_{pm0} \cdot A_p = 989.37 \cdot 10.86 \cdot 10^{-4} = 1.07 \text{ MN}$$

$$M_{p0} = N_{p0} \cdot z_p = 1.07 \cdot 56.2 = 60.37 \text{ MNcm}$$

$$\sigma_{cp0} = (1.07 / 2260.1 + 60.4 / 1623215 \cdot 56.2) \cdot 10^4 = 25.65 \text{ MPa}$$

$$0.00056 \cdot 195000 + 0.8 \cdot 18.3 + 5.27 \cdot 1.6 \cdot 8.209$$

$$\Delta\sigma_{p,c+s+fr} = \frac{1 + 5.27 \cdot 10.86 / 2317.361 \cdot (1 + 2317.361 / 1723840.072 \cdot 55.141^2) \cdot (1 + 0.8 \cdot 1.6)}{1.286} = 150.07 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_{p,c+s+fr} = 193.062 / 1.286 = 150.07 \text{ MPa}$$

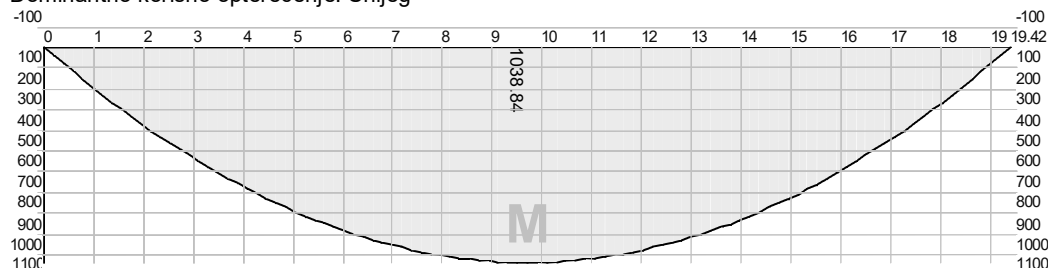
$$\text{Konačan napon u } t=\infty \sigma_{pmoo} = \sigma_{pm0} - \Delta\sigma_{p,c+s+fr} = 839.3 \text{ MPa}$$

4. UNUTARNJE STATIČKE KOLIČINE

4.1 Granično stanje upotrebljivosti

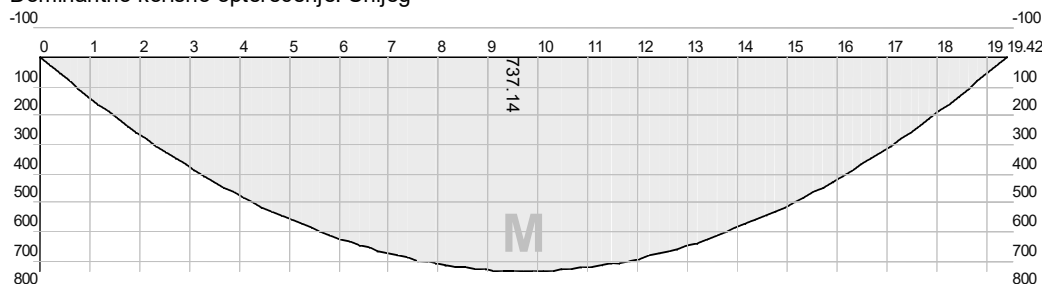
Rijetka kombinacija - |Mmax|=1038.84 kNm, L=971 cm

Dominantno korisno opterećenje: Snijeg



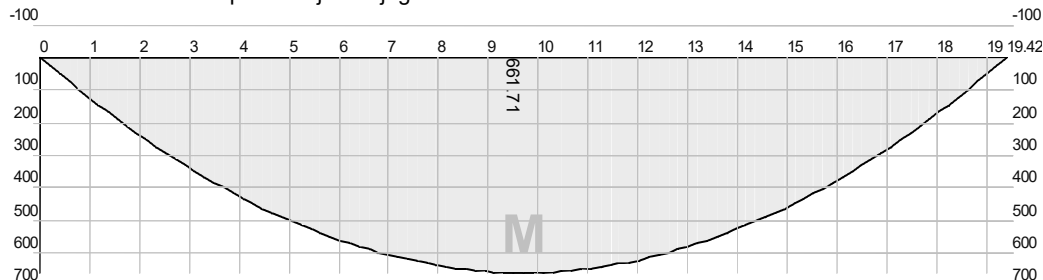
Česta kombinacija - |Mmax|=737.14 kNm, L=971 cm

Dominantno korisno opterećenje: Snijeg



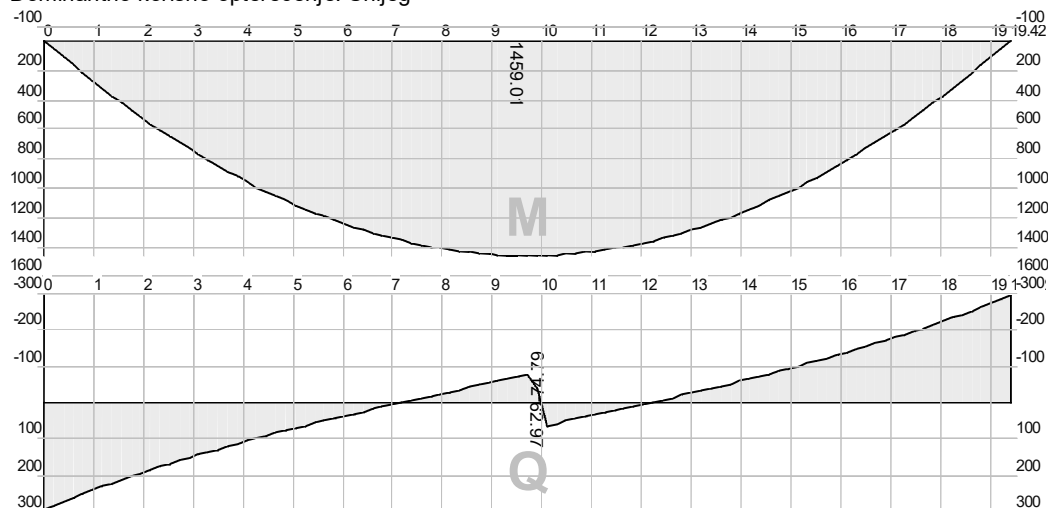
Prividno stalna - |Mmax|=661.71 kNm, L=971 cm

Dominantno korisno opterećenje: Snijeg



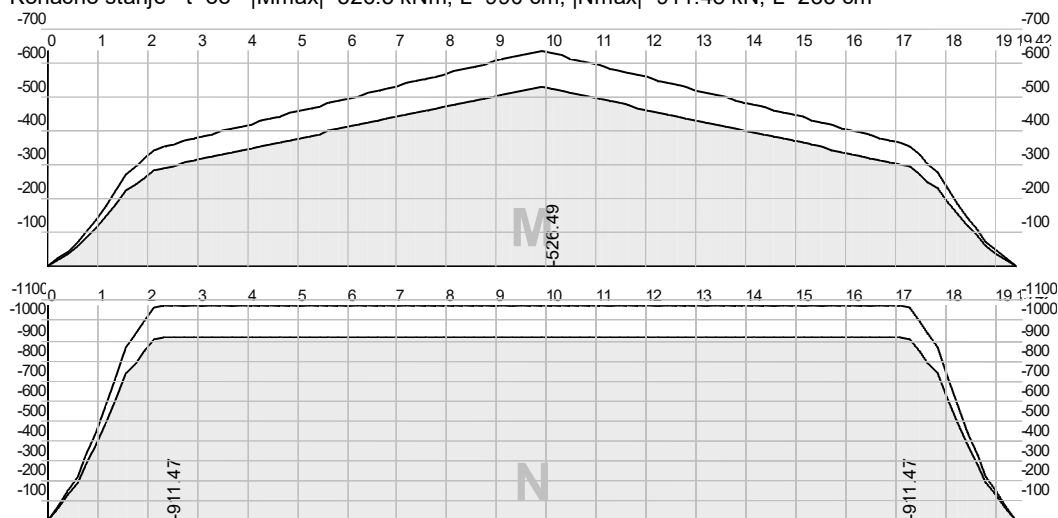
4.2 Granično stanje nosivosti - reducirane Q

$|M_{max}|=1459.01 \text{ kNm}$, $L=971 \text{ cm}$, $|Q_{max}|=294.68 \text{ kN}$, $L=1942 \text{ cm}$
 Dominantno korisno opterećenje: Snijeg



Utjecaji zbog prednapinjanja

Početno stanje - $t=0$ - $|M_{max}|=633.4 \text{ kNm}$, $L=990 \text{ cm}$, $|N_{max}|=1074.46 \text{ kN}$, $L=233 \text{ cm}$
 Konačno stanje - $t=\infty$ - $|M_{max}|=526.49 \text{ kNm}$, $L=990 \text{ cm}$, $|N_{max}|=911.48 \text{ kN}$, $L=233 \text{ cm}$



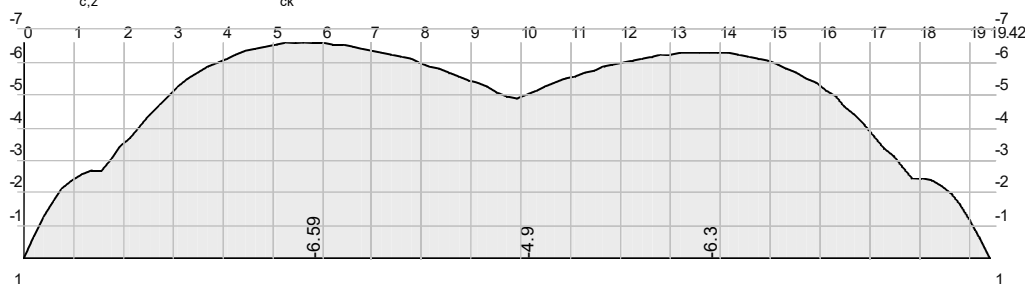
5. KONTROLA ZA GRANIČNO STANJE UPOTREBLJIVOSTI

5.1 Prividno stalni utjecaji - naponi u betonu

$$\sigma_c = P_{m,t} / A_{cl} - (M_{Sd,st} + M_{pt}) \cdot z / I_{cl}$$

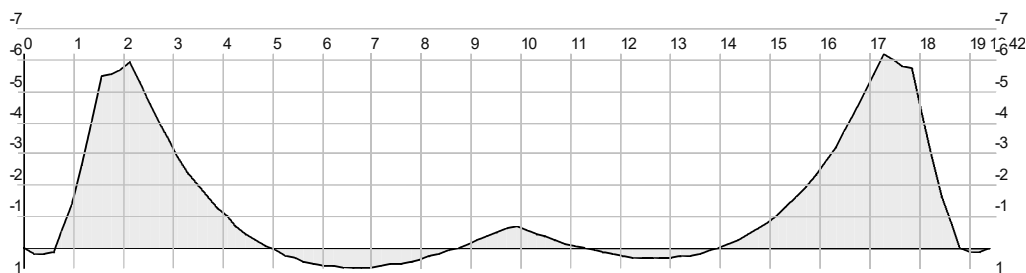
Naponi na gornjem rubu - $L=563 \text{ cm}$

tlak - $\sigma_{c,z} = 6.6 \text{ MPa} < 0.45 \cdot f_{ck} = 0.45 \cdot 50 = 22.5 \text{ MPa}$



Naponi na donjem rubu - $L=1728 \text{ cm}$

tlak - $\sigma_{c,s} = 6.2 \text{ MPa} < 0.45 \cdot f_{ck} = 0.45 \cdot 50 = 22.5 \text{ MPa}$



5.2 Rijetki utjecaji - naponi u čeliku za prednapinjanje

$$\sigma_p = \sigma_{pm1} + \Delta\sigma_p < 0.75 \cdot f_{pk}$$

Predviđeno 30% vremensko ovisnih gubitaka:

$$\sigma_{pm1} = \sigma_{pm0} - 0.3 \cdot \Delta\sigma_{p,c+s+tr} = 989.37 - 0.3 \cdot 150.07 = 944.35 \text{ MPa}$$

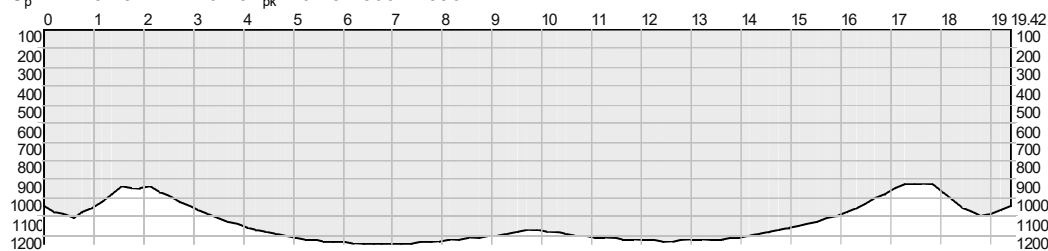
$$\Delta\sigma_p \approx (M_s/z - P_{m,l}) / (A_p + A_s)$$

$$M_s = M_{Sd,red} + M_{p,oo} - N_{p,oo} \cdot (z_u - d_1)$$

$$z = 0.9 \cdot d, \quad d = h - d_1, \quad d_1 - \text{težište } A_p + A_s \text{ od donjeg ruba}$$

Maksimalni napon u čeliku - L=680 cm

$$\sigma_p = 1145.23 \text{ MPa} < 0.75 \cdot f_{pk} = 0.75 \cdot 1860 = 1395 \text{ MPa}$$

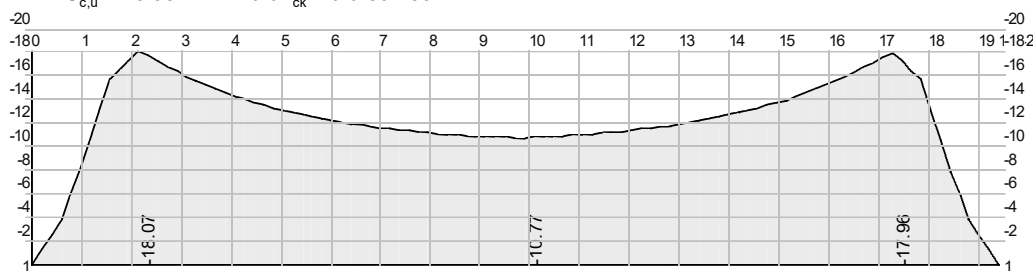


5.3 Vlastita težina i prednapinjanje t=0 - naponi u betonu

$$\sigma_{c,u} = P_{m0} / A_{c,net} + (M_G + M_{p0}) \cdot z_u / I_{c,net}$$

Naponi na donjem rubu - L=214 cm

$$\text{tlak} - \sigma_{c,u} = 18.08 \text{ MPa} < 0.6 \cdot f_{ck} = 0.6 \cdot 50 = 30 \text{ MPa}$$



6. PUKOTINE

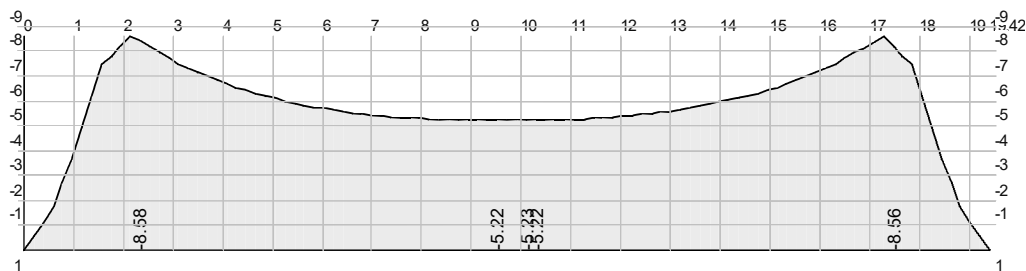
6.1 Minimalna površina armature - EC2 uvjet 7.3.2(4)

1. uvjet: rijetka kombinacija opterećenja - naponi u betonu na donjem rubu

$$\sigma_{c,s} = 0.9 \cdot P_{m,t} / A_{cl} + (M_{Sd,red} + 0.9 \cdot M_{pt}) \cdot z / I_{cl}$$

Naponi na donjem rubu - L=214 cm

$$\text{tlak} - \sigma_{c,s} = 8.59 \text{ MPa} - \text{uvjet JE ispunjen}$$

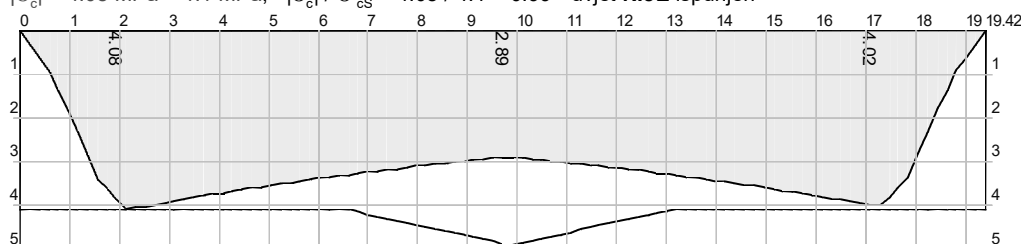


2. uvjet: napon u težištu betona zbog prednapinjanja

$$|\sigma_c| = |0.9 \cdot P_{m,t} / A_{ct}| \geq h \cdot f_{ct,eff} (\sigma'_{cs}) \quad h \geq 1, \quad f_{ct,eff} = 4.1 \text{ MPa}$$

Napon u težištu - L=214 cm

$$|\sigma_c| = 4.08 \text{ MPa} < 4.1 \text{ MPa}, \quad |\sigma_c| / \sigma'_{cs} = 4.08 / 4.1 = 0.99 - \text{uvjet NIJE ispunjen}$$



Potrebna minimalna armatura - EC2 7.3.2

$$\min A_s = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / \sigma_s$$

$$\begin{aligned} k_c &= 0.4 \cdot (1 - 0.99 / k_1) = 0.14 \quad (k_1 = 1.5, h_{cr} = 37.2 \text{ cm}) \\ k &= 0.700557865989848 \\ f_{ct,eff} &= 4.1 \text{ MPa} (f_{ctm}) \\ A_{ct} &= z_u \cdot b_w = 0.095 \text{ m}^2 \text{ (vlačna površina)} \\ \sigma_s &= 240 \text{ MPa (za } \phi 14, w_k = 0.2 \text{ mm)} \end{aligned}$$

$$\min A_s = 0.14 \cdot 0.700557865989848 \cdot 4.1 \cdot 0.095 / 240 \cdot 10^4 = 1.59 \text{ cm}^2$$

6.2 Kontrola pukotina bez neposrednog izračuna - EC2 7.3.3

$$\text{Korigiran max. promjer armature: } \phi_s = \phi_s^* \cdot f_{ct,eff} / 2.9 \cdot k_c \cdot h_{cr} / 2d_1$$

Česta kombinacija - naponi u čeliku

$$\sigma_s = 1 / (A_p + A_s) \cdot (M_s / z - r \cdot P_{m,t})$$

Čelik - gornji dio presjeka za vlastitu težinu i t=0

$$M_s = -M_{Sd,pog} + r_{sup} \cdot M_p + r_{sup} \cdot P_p \cdot (d - z_u)$$

$$z = 0.9 \cdot d, \quad d = h - d_1, \quad d_1 - \text{težište } A_p + A_s \text{ od gornjeg ruba, } r_{sup} = 1.1$$

U gornjem dijelu presjeka nema armature!

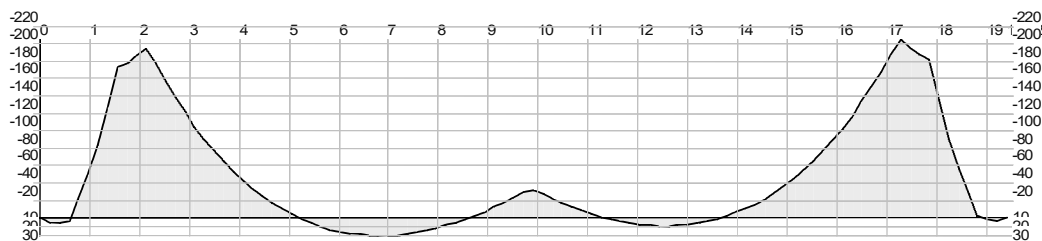
Čelik - donji rub presjeka za t=∞

$$M_s = M_{Sd,pog} - r_{inf} \cdot M_p + r_{inf} \cdot P_p \cdot (z_u - d_1)$$

$$z = 0.9 \cdot d, \quad d = h - d_1, \quad d_1 - \text{težište } A_p + A_s \text{ od donjeg ruba, } r_{inf} = 0.9$$

Maksimalni vlak u čeliku - L=680 cm - $\sigma_s = 20.25 \text{ MPa}$ - EC2 Tab.7.2N($w_k = 0.2$)

$$\phi_s^* = 25 \text{ mm}, \quad \phi_s = 9 \text{ mm}, \quad \text{stv. } \phi 14 \text{ mm}, \quad d_1 = 11.8 \text{ cm}$$



7. DUŽINA UVOĐENJA OSNE SILE - I_{bpd}

$$I_{bpd} = I_{pt2} + \alpha_2 \cdot \phi \cdot (\sigma_{pd} - \sigma_{pmoo}) / f_{bpd} = 97.2 \cdot \phi$$

$$I_{pt2} = 1.2 \cdot \alpha_1 \alpha_2 \phi \sigma_{pm0} / f_{bpt}$$

$$f_{bpd} = \eta_{p2} \eta_1 f_{ctd}, f_{bpt} = \eta_{p1} \eta_1 f_{ctd}, f_{ctd} = 1.91 \text{ MPa}$$

$$\alpha_1 = 1.25, \alpha_2 = 0.19, \eta_1 = 1, \eta_{p1} = 3.2, \eta_{p2} = 1.2$$

$$\sigma_{pm0} = 989.37, \sigma_{pmoo} = 839.3, \sigma_{pd} = 1455.65 \text{ [MPa]}$$

Kontrola napona betona $f_{ctd} < f_{ctk 0,05} = 2.87 \text{ MPa}$
 (dijagrami napona su u 5.1)

Na gornjem rubu u I_{bpd} nema prekoračenja $f_{ctk 0,05}$

Na donjem rubu u I_{bpd} nema prekoračenja $f_{ctk 0,05}$

8. KONTROLA PROGIBA

Nosač se tretira kao nepuknut, uvažava se prividno stalno opterećenje.

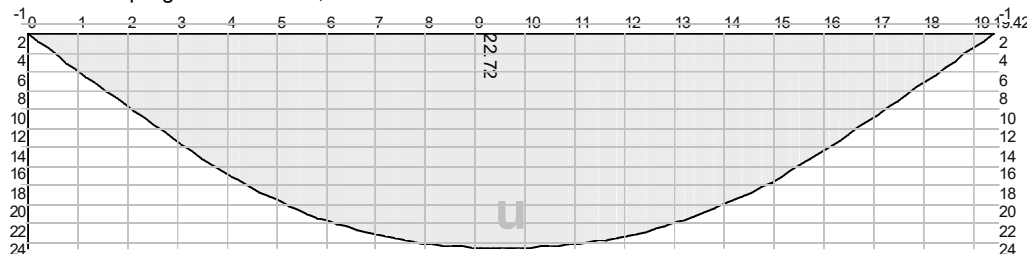
Izračun pomoću elastičnih utega, $I_c = I_{ci}$, $E_{c,eff} = E_{cm} / (1 + \phi_{oo}) = 37000 / (1 + 1.6) = 14230.77 \text{ MPa}$

Prednapinjanje: $r_{inf} = 0.9$

Pripadajući momenti savijanja za elastične utege, $|M_{max}| = 216.6 \text{ kNm}$



Maksimalni progib = 22.72 mm, L=952 cm



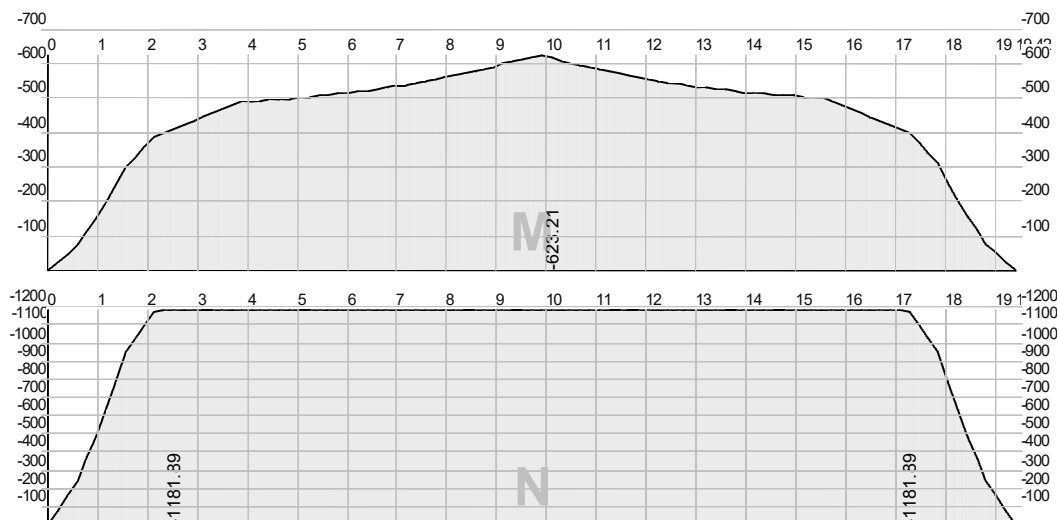
9. KONTROLA IZBOČENJA - EC2 5.9

9.1 Podizanje - montaža. Vlastita težina i prednapinjanje t=0

9.1.1 Statične količine

$$\gamma_G = 1, \gamma_p = 1, r_{sup} = 1.1$$

$$N_{Ed} = -\gamma_p \cdot r_{sup} \cdot P_{m0}, \quad M_{Ed} = M_G \cdot \gamma_G - r_{sup} \cdot M_p \cdot \gamma_p$$



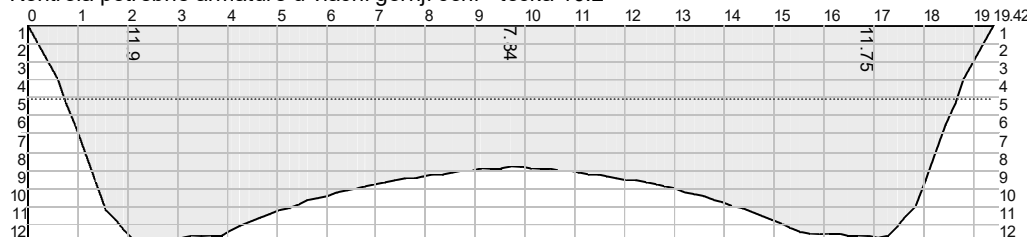
9.1.2 Naponi u betonu na gornjem rubu

$$\sigma_{c,u} = N_{Ed} / A_{c,net} + M_{Ed} \cdot (H - z_u) / I_{c,net}$$

Naponi na gornjem rubu - L=233 cm

$$\text{vlak} - \sigma_{c,s} = 11.9 \text{ MPa} > f_{ctm} = 4.1 \text{ MPa}$$

Kontrola potrebne armature u vlačni gornji coni - točka 10.2



9.1.3 Preračun izbočenja po LEBELLE

(Beton- und Stahlbetonbau 80(1985), H.9, 238-243) = [1]

(smisao preračuna je u pitanju, jer gornji rub nosača nije u tlaku)

Pretpostavke:

- posmično središte i težište se približno prekrivaju
- kritično opterećenje izbočenja je na gornjem rubu nosača

Preračun mora zadovoljiti uvjet $\gamma_G \cdot G \leq q_k$

Teoretičko opterećenje izbočenja se izračuna po: $q_k = 16 \cdot \sqrt{\alpha} \cdot v \cdot \sqrt{A_k/L^3}$

$$j(\alpha) = 4 \cdot f/L \cdot \sqrt{(E_{cd} \cdot I_y / G_{cd} / I_T)}$$

f - razmak između težišta i gornjeg ruba nosača - prijem za podizanje

$$f = h - z_u = 0.74 - 0.462 = 0.277 \text{ m}$$

L - ukupna dužina nosača = 19.42 m

$$E_{cd} = E_{cm} / \gamma_c = 37000 / 1.5 = 24666.7 \text{ MPa}$$

$$G_{cd} = E_{cd} \cdot 0.4 = 9866.68 \text{ MPa}$$

$$I_x = I_{c,net} = 0.00906 \text{ m}^4, \quad I_y = 0.00235 \text{ m}^4$$

Izračun I_t iz nadomestnog pravokutnog presjeka: $B = A/H = 1971.4/74 = 26.7 \text{ cm}$
 $\beta(H/B) = 0.255 \Rightarrow I_T = \beta \cdot B^3 \cdot H = 0.00359 \text{ m}^4$
 (Uzeto na mestu max.tlačnih napona na g. rubu - $L = 2.72 \text{ m}$)
 $j(\alpha) = 4 \cdot 0.277/19.42 \cdot \sqrt{(24666.7 \cdot 0.00235/9866.68/0.00359)} = 0.073$
 Razmak sidara podizanja od ruba nosača: 3.9 m
 $\rho = (L - 2 \cdot 3.9)/L = 0.6 \Rightarrow \alpha(j, \rho) = 27.46 \text{ (tabela 3 v [1])}$
 $v = \sqrt{(1 + 0.518 \cdot \delta^2) - 0.72 \cdot \delta} = 0.95 [\delta = j(\alpha) = 0.073]$
 $A_K = E_{cd} \cdot I_y \cdot G_{cd} \cdot I_T \cdot (I_x - I_y)$
 $A_K = 24666.7 \cdot 0.00235 \cdot 9866.68 \cdot 0.00359 \cdot 0.00906 / (0.00906 - 0.00235) = 2772.36 \text{ MN}^2\text{m}^2$
 $q_K = 16 \cdot \sqrt{27.46 \cdot 0.95 \cdot \sqrt{(2772.36) \cdot 1000/19.42^3}} = 572.63 \text{ kN/m}$

uvjet $\gamma_G \cdot G = 1.35 \cdot 5.64 = 7.61 < 572.63 \text{ JE ispunjen!}$

9.2 Konačno stanje $t=\infty$

9.2.1 Uvjeti za kontrolu izbočenja:

- $L_{ot} = 19.2258 \text{ m}$ (dužina tlačnog pojasa između ležaja),
 - $b = 0.5 \text{ m}$ (širina tlačnog pojasa),
 - $h = 0.942 \text{ m}$ (visina nosača)

EC2 5.9 (3): $L_{ot} < |50| \cdot b/(h/b)^{1/3} \Rightarrow 19.2258 < 20.24$ i $h < |2.5| \cdot b \Rightarrow 0.942 < 1.25$

DIN 1045-1: $b > ((L_{ot}/50)^3 \cdot h)^{1/4} \Rightarrow 0.5 > 0.481$

Precizan daljni izračun nije potreban!

9.2.2 Preračun izbočenja po STIGLAT

(Beton- und Stahlbetonbau 86(1991), H.10, 237-240) = [2]

Pretpostavke:

- opterećenje je na gornjem rubu nosača: $e = e_o$
- $\max M$ je izračunan iz prividno stalnog opterećenja

Preračun mora zadovoljiti uvjet $M_K \geq \gamma \cdot \max M$

$M_K = \sigma_T \cdot M_{Ki} / \sigma_{Ki}$
 $M_{Ki} = 3.54 \cdot (1 - 1.44 \cdot e/L_{ot} \cdot \sqrt{(2.5 \cdot I_y/I_T)}) \cdot \sqrt{A_K/L_{ot}}$
 $A_K = 0.4 \cdot E_{cm}^2 \cdot I_y \cdot I_T \cdot (I_x - I_y)/I_x$
 $I_x = I_{c,net} = 0.01838 \text{ m}^4, \quad I_y = 0.00245 \text{ m}^4$
 Izračun I_t iz nadomestnog pravokutnog presjeka: $B = A/H = 2335.2/94.2 = 24.8 \text{ cm}$
 $\beta(H/B) = 0.277 \Rightarrow I_T = \beta \cdot B^3 \cdot H = 0.00398 \text{ m}^4$
 Zbog šibkog armiranja se uvažava 60% $I_T = 0.002388$
 (Uzeto na mestu max.tlačnih napona na g. rubu - $L = 6.02 \text{ m}$)
 $e = h - z_u = 0.942 - 0.58 = 0.361 \text{ m}$
 $A_K = 0.4 \cdot 37000^2 \cdot 0.00245 \cdot 0.002388 \cdot (0.01838 - 0.00245)/0.01838 = 2776.73 \text{ MN}^2\text{m}^2$
 $M_{Ki} = 3540 \cdot (1 - 1.44 \cdot 0.361/19.2258 \cdot \sqrt{(2.5 \cdot 0.00245/0.002388)}) \cdot \sqrt{2776.73/19.2258} = 9282.39 \text{ kNm}$
 $\sigma_{Ki} = M_{Ki} \cdot e/I_x = 9282.39 \cdot 0.361/0.01838 = 182.31 \text{ Mpa}$
 $\lambda_v = \pi \cdot \sqrt{(E_{cm}/\sigma_{Ki})} = 3.14 \cdot \sqrt{(37000/182.31)} = 44.8$

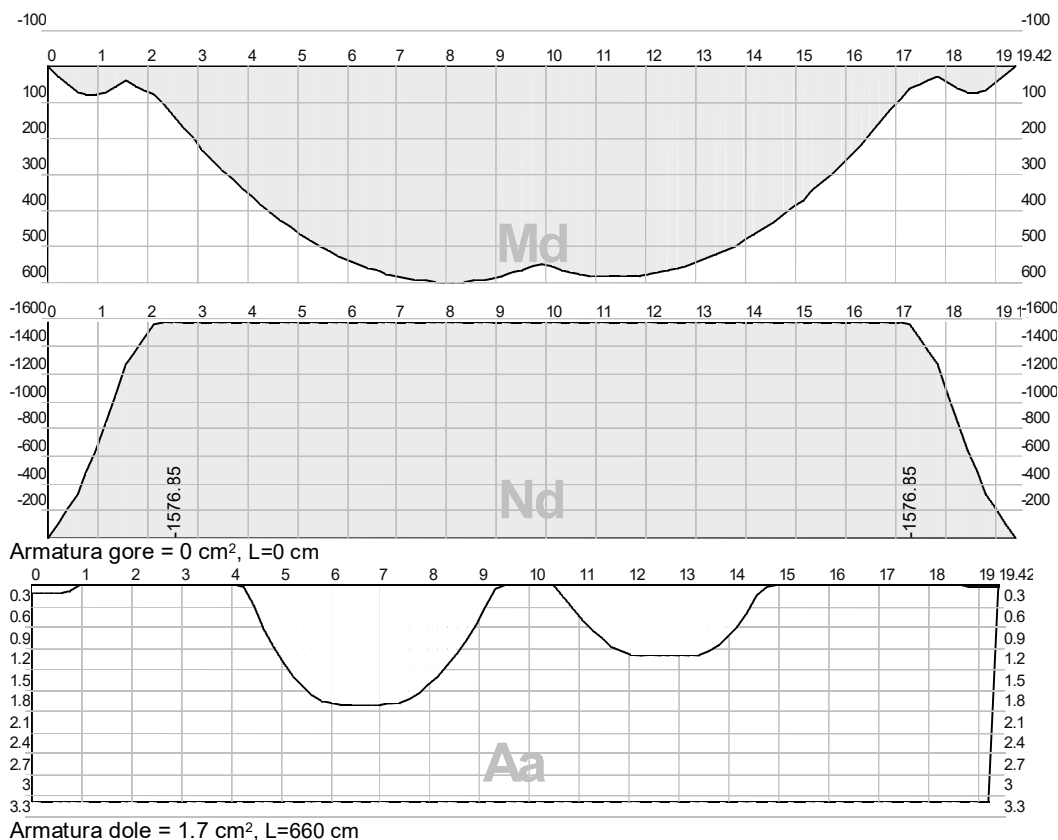
Po [2] za $\lambda_v < 60$ izbočenje nije mjerodavno.

10. KONTROLA ZA GRANIČNO STANJE NOSIVOSTI

Beton: C50/60 $f_{ck} = 50 \text{ MPa}$
 $f_{cd} = f_{ck} \cdot \alpha/\gamma_c = 50 \cdot 1/1.5 = 33.33 \text{ MPa}$
 Čelik za prednaprezanje: St 1770/1860 $f_{pk} = 1860 \text{ MPa}$
 $f_{pd} = 0.9 \cdot f_{pk}/\gamma_s = 0.9 \cdot 1860/1.15 = 1455.65 \text{ MPa}$
 $\epsilon_{pm} = \sigma_{pm}/E_p = 839.3/195000 = 4.3 \text{ ‰}$
 $\Delta \epsilon_p = \epsilon_{p0.1k} - \epsilon_{inf} \cdot \epsilon_{pm} = 8.21 - 0.9 \cdot 4.3 = 4.34 \text{ ‰}$

Faktor povećanja utjecaja $N_{M_{poo}} = f_{pd}/f_{pmoo} = 1455.65/839.3 = 1.73$
 Armatura: S500/560 $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
 $f_{yd} = \text{Min}(f_{yk} \cdot E_s \cdot \epsilon_s) / \gamma_s = \text{Min}(500, 195 \cdot 5.14) / 1.15 = 434.78 \text{ MPa}$
 Zaštitni sloj betona do težišta armature: dole 3 cm, gore 3 cm

10.1 Dimenzioniranje za konačno stanje $t=\infty$

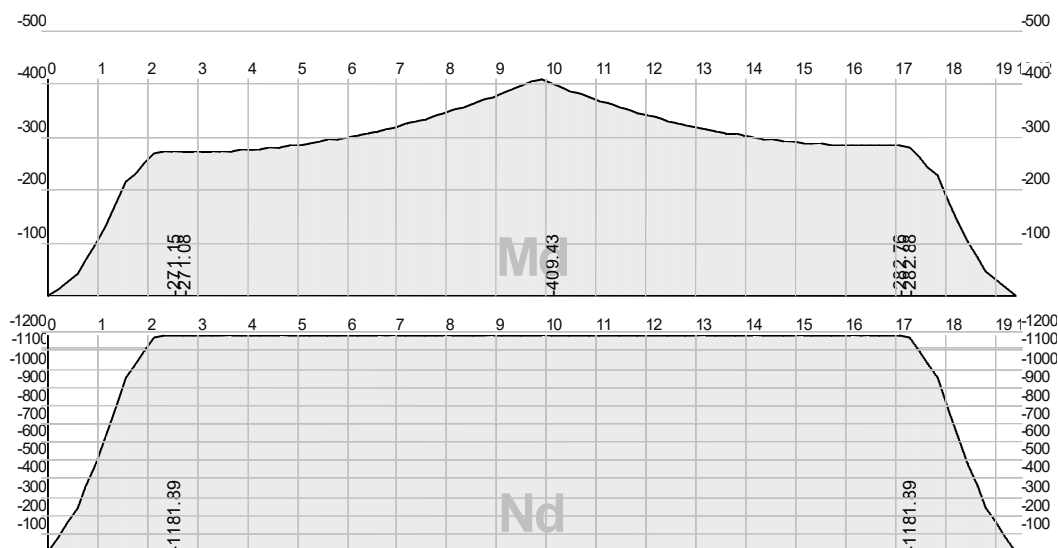


10.2 Kontrola za početno stanje - vlastita težina + P u $t=0$

$\gamma_G = 1$, $\gamma_p = 1$, $r_{sup} = 1.1$, $f_{yd} = 434.78 \text{ MPa}$

$$N_{Ed} = -\gamma_p \cdot r_{sup} \cdot P_{m0}$$

$$M_{Ed} = M_G \cdot \gamma_G - r_{sup} \cdot M_p \cdot \gamma_p$$



Vlačna armatura nije potrebna.

10.3 Podaci za izabranu armaturu

Nr.	fi[mm]	cm2	x[cm]	y[cm]	Start	End	Nr.	fi[mm]	cm2	x[cm]	y[cm]	Start	End
1	14	1.54	22	5	0	1942	2	14	1.54	28	5	0	1942

11. KONTROLA POSMIKA - EC2(6.2)

11.1 Dimenzioniranje vertikalne posmične armature

$$V_{Rd,c} \geq V_{Ed} - \text{nije potrebna}$$

$$V_{Rd} = \min(V_{Rd,s}, V_{Rd,max}) \geq V_{Ed}$$

$V_{Rd,c}$ - posmična nosivost bet.prereza bez posmične armature

$V_{Rd,s}$ - posmična nosivost posmične armature

$V_{Rd,max}$ - nosivost tlačnih dijagonala-45°

$$V_{Rd,c} = (V_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

$$f_{ck} = 50 \text{ MPa} - \text{C50/60}$$

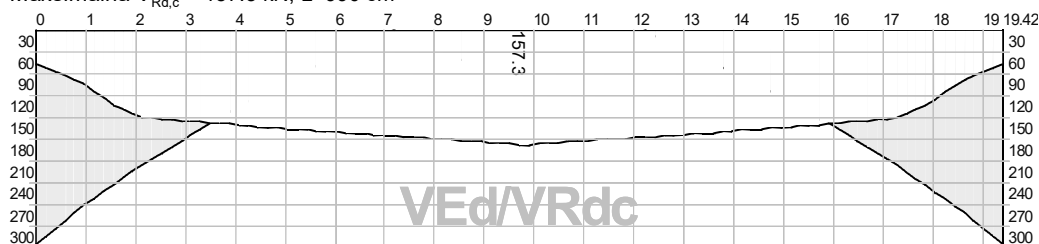
$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2.0$$

$$V_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c < 0.2 f_{cd}$$

$$N_{Ed} = r_{inf} \cdot \gamma_p \cdot \sigma_{pmt} \cdot A_p$$

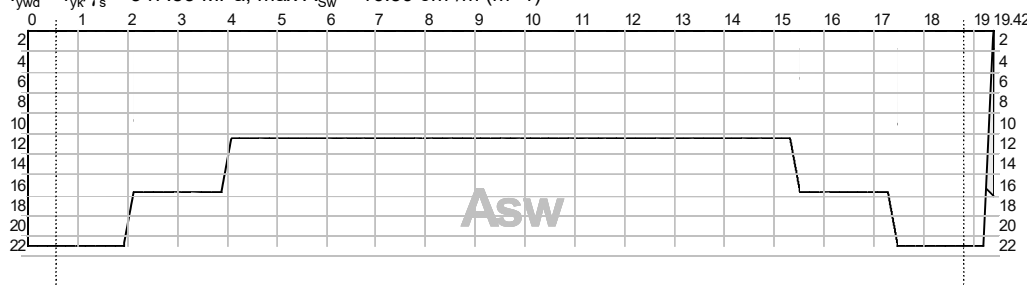
Maksimalna $V_{Rd,c} = 157.3 \text{ kN}$, $L=990 \text{ cm}$



Maksimalna $V_{Ed} = 294.68 \text{ kN}$, $L=1942 \text{ cm}$

$$A_{sw} = V_{Ed} / (b_w \cdot 0.9 \cdot d \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta) / m$$

$$f_{ywd} = f_{yk} / \gamma_s = 347.83 \text{ MPa}, \text{ max } A_{sw} = 16.59 \text{ cm}^2/m \text{ (m=1)}$$



Minimalna $A_{sw} = 1.77 \text{ cm}^2/m$, pri ----- $A_{swL} = 14.66$, $A_{swD} = 13.17$

IZABRANE VILICE (m=2):

cm ² /m	φ[mm]	s[cm]	od[cm]	do[cm]
20.94	10	7.5	0	200
15.71	10	10	200	400
10.47	10	15	400	1542
15.71	10	10	1542	1742
20.94	10	7.5	1742	1942

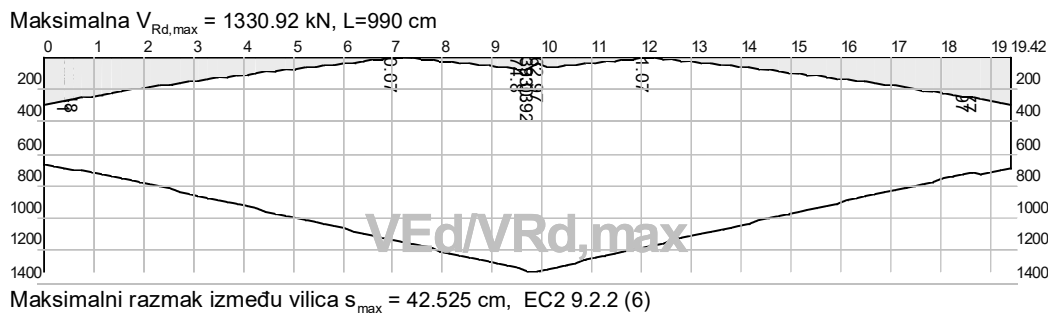
11.2 Kontrola tlačnih dijagonala u betonu - maksimalna nosivost

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot 0.9 \cdot d \cdot v_1 \cdot f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

$$v = 0.6 \cdot (1 - f_{ck}/250)$$

$$= 0.6 \cdot (1 - 50 / 250) = 0.48$$

$$\alpha_{cw} = 1, \theta = 45^\circ$$



12. SIDRENJE ARMATURE

12.1 Granični naponi za dobru prijemljivost:

A - za glatke šipke: $f_{db} = f_{ck}^{1/2} \cdot 0.36 / \gamma_c = 1.7 \text{ MPa}$

B - šipke visoke prijemljivosti: $f_{db} = f_{ctk0.05} \cdot 2.25 / \gamma_c = 4.3 \text{ MPa}$

Granični naponi za slabu prijemljivost - gornje vrijednosti se pomnože sa **0.7**

12.2 Osnovne dužine sidrenja: $l_b = \phi / 4 \cdot f_{yd} / f_{bd}$

	A	B
dobro: $l_b = \phi \cdot$	63.94	25.28
loše: $l_b = \phi \cdot$	91.34	36.11

12.3 Potrebne dužine sidrenja: $l_{b,net} = \alpha_a \cdot l_b \cdot (A_{s,req} / A_{s,prov}) \geq l_{b,min}$

$A_{s,req}$ - potrebna armatura,

$l_{b,min}$ vlačna = $0.3 \cdot l_b \geq (10\phi \text{ ili } 100\text{mm})$,

$\alpha_a = 1$ - za ravne šipke,

$A_{s,prov}$ - stvarna armatura

$l_{b,min}$ tlačna = $0.6 \cdot l_b \geq (10\phi \text{ ili } 100\text{mm})$

$\alpha_a = 0.7$ - za zakrivljene šipke

Građevina: Skladište peleta sa pakirnicom i prostorom za radnike ,
otvoreno skladište trupaca sa manipulativnim površinama
Vrsta projekta: Glavni projekt – Proračun mehaničke otpornosti i stabilnosti
Investitor: Šišarka d.o.o. Županja, Ulica 131. brigade 12, Županja
Mjesto građenja: Županja, Ulica 131. brigade, k.č. 2235/2, k.o. Županja

TD 602/17
ZOP 602/17
str. 123

STATIČKI PRORAČUN AB FASADNOG PANELA

Osnovni podaci o modelu

Naslov: STATIČKI PRORAČUN AB FASADNOG PANELA

Datoteka: Proracun ab fasada.twp
Datum proračuna: 27.2.2018

Način proračuna: 3D model

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

Veličina modela

Broj čvorova: 320
Broj pločastih elemenata: 279
Broj grednih elemenata: 0
Broj graničnih elemenata: 72
Broj osnovnih slučajeva opterećenja: 2
Broj kombinacija opterećenja: 2

Jedinice mjera

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

Ulazni podaci - Konstrukcija

Shema nivoa

Naziv	z [m]	h [m]
Nivo III	7.70	0.70
Nivo II	7.00	7.00

Nivo I	0.00
--------	------

Tabela materijala

No	Naziv materijala	E[kN/m ²]	μ	γ[kN/m ³]	α[1/C]	Em[kN/m ²]	μm
1	Beton C 40/50	3.600e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.600e+7	0.20

Setovi ploča

No	d[m]	e[m]	Materijal	Tip proračuna	Ortotropija	E2[kN/m ²]	G[kN/m ²]	α
<1>	0.150	0.075	1	Tanka ploča	Izotropna			

Setovi linijskih ležajeva

Set	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	Tlo [m]
1	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10		
2			1.000e+10		

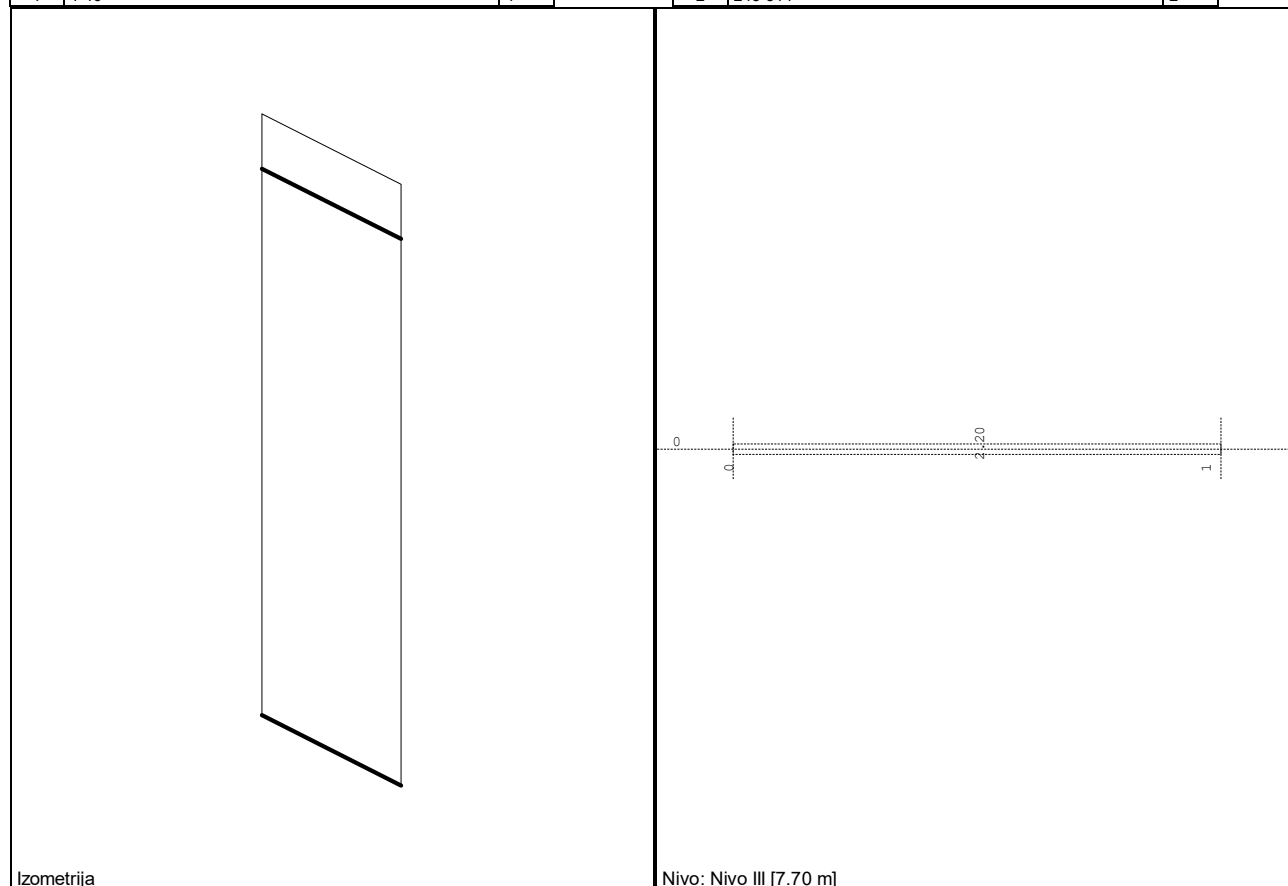
Konture ploča

No	Konturni čvorovi	Sklop	Set
1	1-266-320-46-1	Okvir: H 1	1

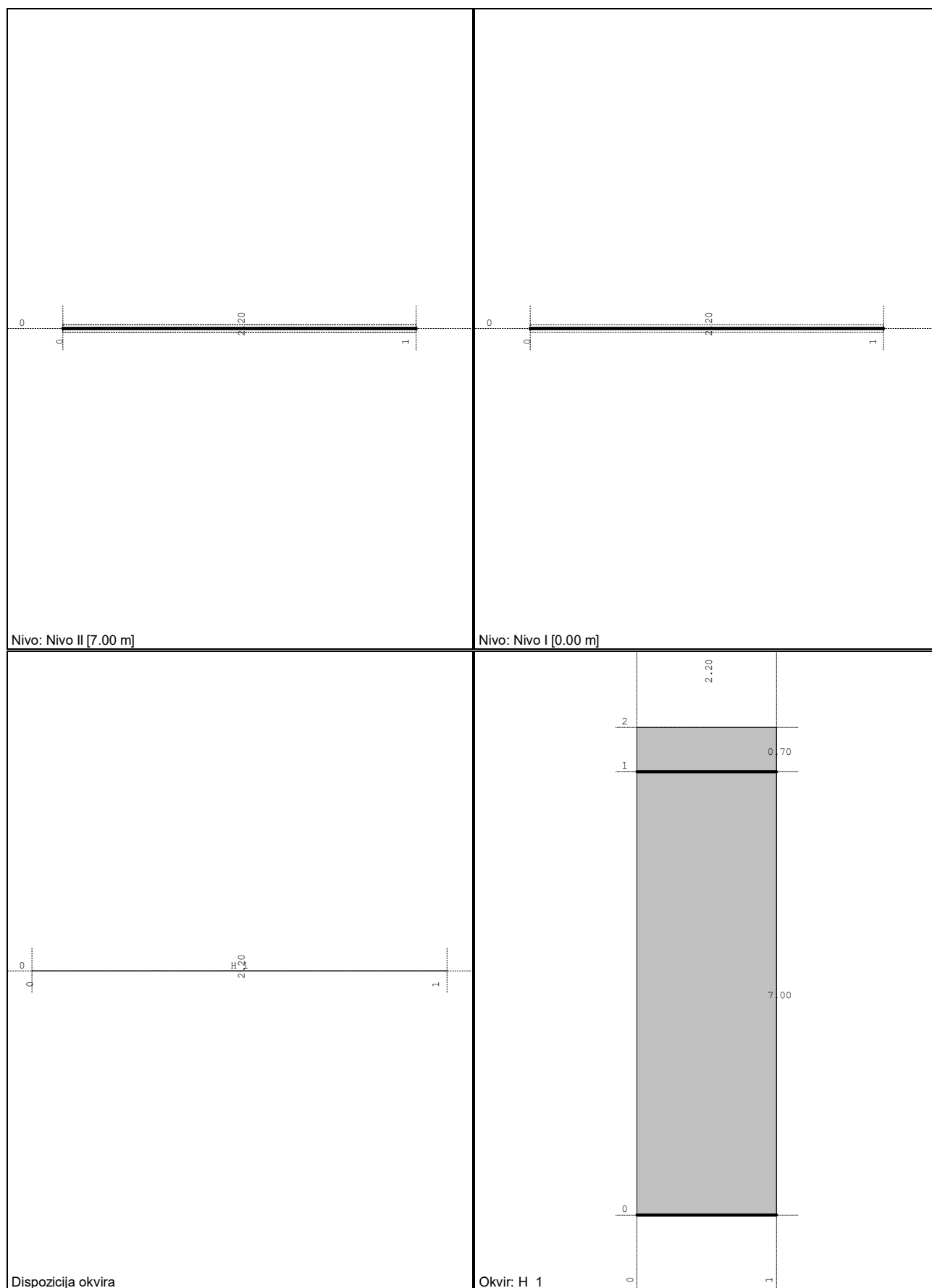
Konture linijskih ležajeva

No	Konturni čvorovi	Set
1	1-46	1

2	245-314	2
---	---------	---



Nivo: Nivo III [7.70 m]



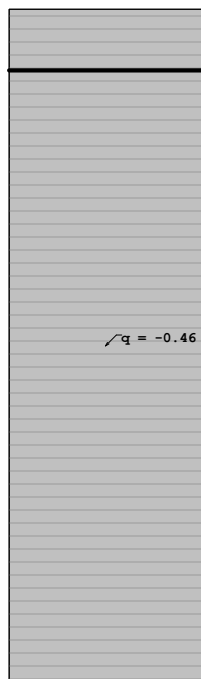
Ulazni podaci - Opterećenje

Lista slučajeva opterećenja

LC	Naziv
1	Sopstvena težina (g)
2	Opterećenje vjetrom

3	Komb.: I
4	Komb.: I+II

Opt. 2: Opterećenje vjetrom



Okvir: H_1

Statički proračun

Rezne sile u pločama - Ekstremne vrijednosti -

Opterećenje: 1-4

Oznaka	LC	Mx [kNm/m]	My [kNm/m]
150	2	0.089	2.749
150	4	0.089	2.749
141	4	0.089	2.749
141	2	0.089	2.749
151	4	0.089	2.731
151	2	0.089	2.731
160	4	0.089	2.731
160	2	0.089	2.731
131	4	0.089	2.739
131	2	0.089	2.739

186	2	0.010	2.783
186	4	0.010	2.783
105	4	0.010	2.783
105	2	0.010	2.783
95	4	0.010	2.773
176	2	0.010	2.773
176	4	0.010	2.773
95	2	0.010	2.773
114	4	0.036	2.770
177	4	0.036	2.770

Deformacija ploča L.K.S. - Ekstremne

vrijednosti - Opterećenje: 1-4

Oznaka	LC	u3 [mm]
186	2	-1.398
186	4	-1.398
105	4	-1.398
105	2	-1.398

95	4	-1.390
176	2	-1.390
176	4	-1.390
95	2	-1.390

196	4	-1.388
115	4	-1.388

Deformacija ploča GLO - Ekstremne

vrijednosti - Opterećenje: 1-4

Oznaka	LC	Zp [mm]
306	1	-0.021
300	4	-0.021
306	3	-0.021
300	3	-0.021

306	4	-0.021
300	1	-0.021
293	4	-0.021
311	4	-0.021

311	3	-0.021
293	3	-0.021

Utjecaji u linijskim ležajevima - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 1-4

Oznaka	LC	σ_{tla} [kN/m ²]	s.tla [m]
(1-46)	4	28.875	0.000
(1-46)	3	28.875	0.000
(1-46)	1	28.875	0.000

Deformacija čvorova: max. |Yp|

Čvor	LC	Xp [mm]	Yp [mm]	Zp [mm]
186	4	0.000	1.398	-0.014
186	2	0.000	1.398	0.000
105	4	0.000	1.398	-0.014
105	2	0.000	1.398	0.000
176	4	0.000	1.390	-0.014

176	2	0.000	1.390	0.000
95	4	0.000	1.390	-0.014
95	2	0.000	1.390	0.000
196	4	0.000	1.388	-0.015
196	2	0.000	1.388	0.000

Deformacija čvorova: max. |Zp|

Čvor	LC	Xp [mm]	Yp [mm]	Zp [mm]
300	3	0.000	0.000	-0.021
300	4	0.000	-0.432	-0.021
300	1	0.000	0.000	-0.021
306	3	0.000	0.000	-0.021
306	4	0.000	-0.432	-0.021

306	1	0.000	0.000	-0.021
293	4	0.000	-0.432	-0.021
293	3	0.000	0.000	-0.021
293	1	0.000	0.000	-0.021
311	4	0.000	-0.432	-0.021

Opt. 2: Opterećenje vjetrom



Okvir: H_1

Utjecaji u ploči: max Mxy= 0.17 / min Mxy= -0.17 kNm/m

Građevina: Skladište peleta sa pakirnicom i prostorom za radnike ,
otvoreno skladište trupaca sa manipulativnim površinama
Vrsta projekta: Glavni projekt – Proračun mehaničke otpornosti i stabilnosti
Investitor: Šišarka d.o.o. Županja, Ulica 131. brigade 12, Županja
Mjesto građenja: Županja, Ulica 131. brigade, k.č. 2235/2, k.o. Županja

TD 602/17
ZOP 602/17

str. 129

Dimenzioniranje (beton)

Mjerodavno opterećenje - TPBK

Slučajevi opterećenja

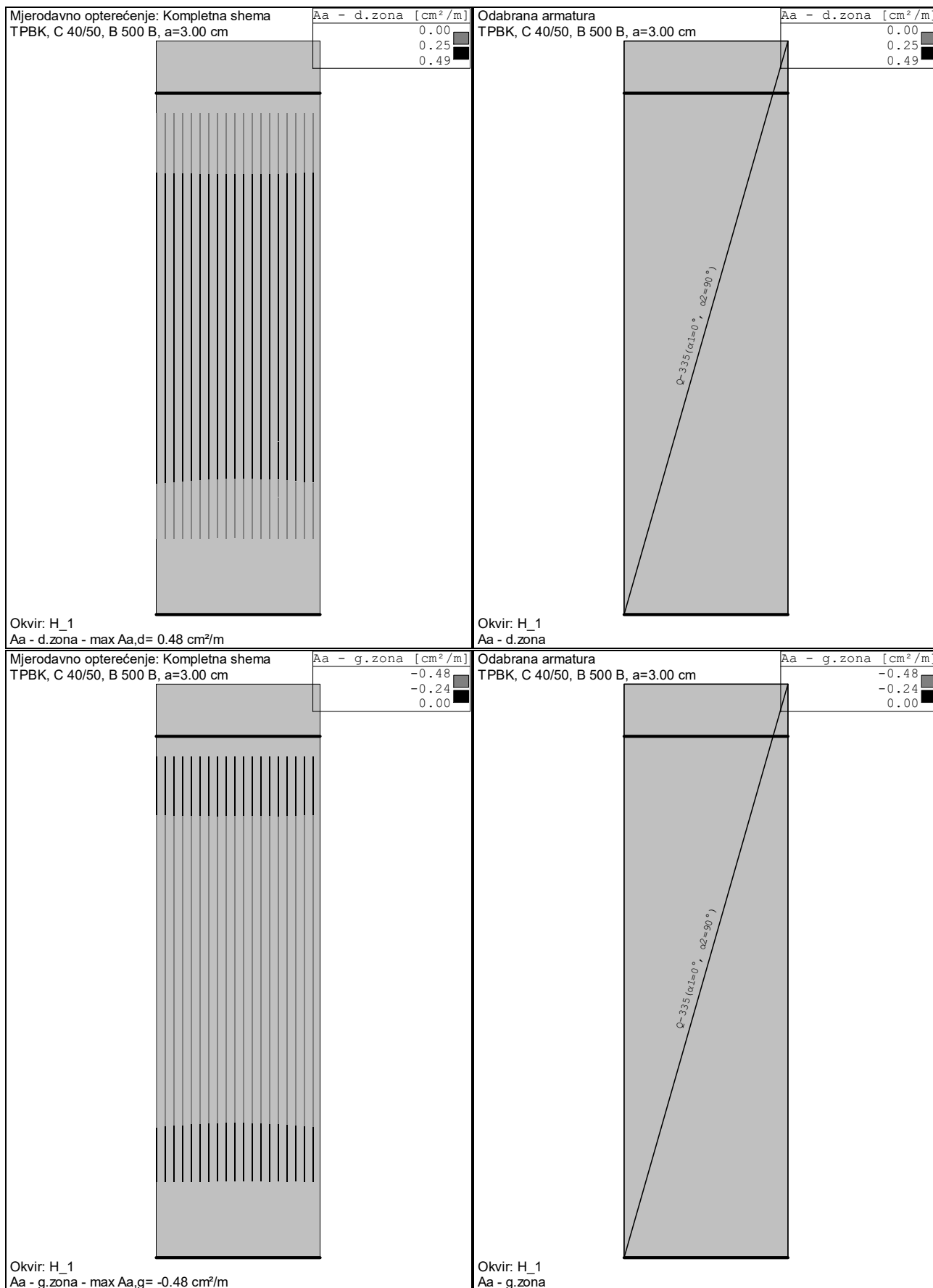
- I Sopstvena težina (g) - <Stalno>
- II Opterećenje vjetrom - <Vjetar>

Koeficijenti sigurnosti za materijal

[SP] Stalne i povremene kombinacije: $\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$
[SE] Potresne kombinacije: $\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$
[IN] Izvanredne kombinacije: $\gamma_C = 1.30$, $\gamma_S = 1.00$

Kombinacije opterećenja iz sheme kombinacija

- 1. [SP] $1.35 \times I + 1.50 \times II$
- 2. [SP] $I + 1.50 \times II$
- 3. [SP] $1.35 \times I$
- 4. [SP] I



Građevina: Skladište peleta sa pakirnicom i prostorom za radnike ,
otvoreno skladište trupaca sa manipulativnim površinama
Vrsta projekta: Glavni projekt – Proračun mehaničke otpornosti i stabilnosti
Investitor: Šišarka d.o.o. Županja, Ulica 131. brigade 12, Županja
Mjesto građenja: Županja, Ulica 131. brigade, k.č. 2235/2, k.o. Županja

TD 602/17
ZOP 602/17

str. 131

Okvir: H 1

TPBK

d,pl=15.0 cm

C 40/50 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$) [SP]

Gornja zona: B 500 B ($a=3.0$ cm)

Donja zona: B 500 B ($a=3.0$ cm)

Kompletna shema opterećenja

Točka 1

X=0.00 m; Y=0.00 m; Z=3.75 m

Pravac 1: ($\alpha=0^\circ$)

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.50xII

Msd = 0.02 kNm

Nsd = 0.00 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.062/25.000$ ‰

Nije potrebna armatura.

Pravac 2: ($\alpha=90^\circ$)

Mjerodavna kombinacija:

1.00xI+1.50xII

Msd = 4.15 kNm

Nsd = -14.82 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -1.163/25.000$ ‰

Ag2 = 0.48 cm²/m

Ad2 = 0.48 cm²/m

Gradevina: Skladište peleta sa pakirnicom i prostorom za radnike ,
otvoreno skladište trupaca sa manipulativnim površinama
Vrsta projekta: Glavni projekt – Proračun mehaničke otpornosti i stabilnosti
Investitor: Šišarka d.o.o. Županja, Ulica 131. brigade 12, Županja
Mjesto građenja: Županja, Ulica 131. brigade, k.č. 2235/2, k.o. Županja

TD 602/17
ZOP 602/17

str. 132

TEMELJENJE OBJEKTA

STATIČKI PRORAČUN TEMELJNE GREDE TG-1

Osnovni podaci o modelu

Datoteka: TG-1.twp
Datum proračuna: 27.2.2018

Način proračuna: 2D model (Xp, Zp, Yr)

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

Veličina modela

Broj čvorova: 3
Broj pločastih elemenata: 0
Broj grednih elemenata: 2
Broj graničnih elemenata: 9
Broj osnovnih slučajeva opterećenja: 1
Broj kombinacija opterećenja: 1

Jedinice mjera

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

Ulazni podaci - Konstrukcija

Koordinate čvorova

No	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	0.0000	0.0000	0.0000

2	4.2700	0.0000	0.0000
---	--------	--------	--------

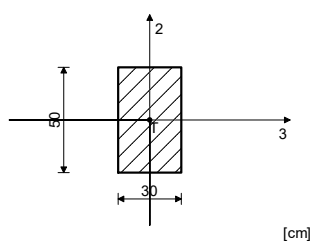
3	8.5400	0.0000	0.0000
---	--------	--------	--------

Tabela materijala

No	Naziv materijala	E[kN/m ²]	μ	γ[kN/m ³]	αt[1/°C]	Em[kN/m ²]	μm
1	C40/50	3.500e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.000e+7	0.20

Setovi greda

Set: 1 Presjek: b/d=30/50, Fiktivna ekscentričnost



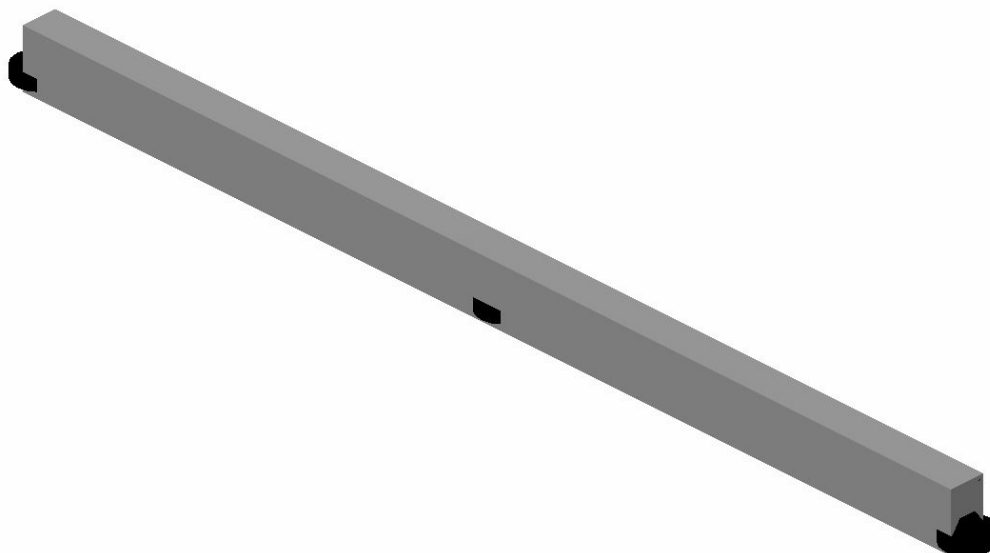
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - C40/50	1.500e-1	1.250e-1	1.250e-1	2.817e-3	1.125e-3	3.125e-3

Setovi točkastih ležajeva

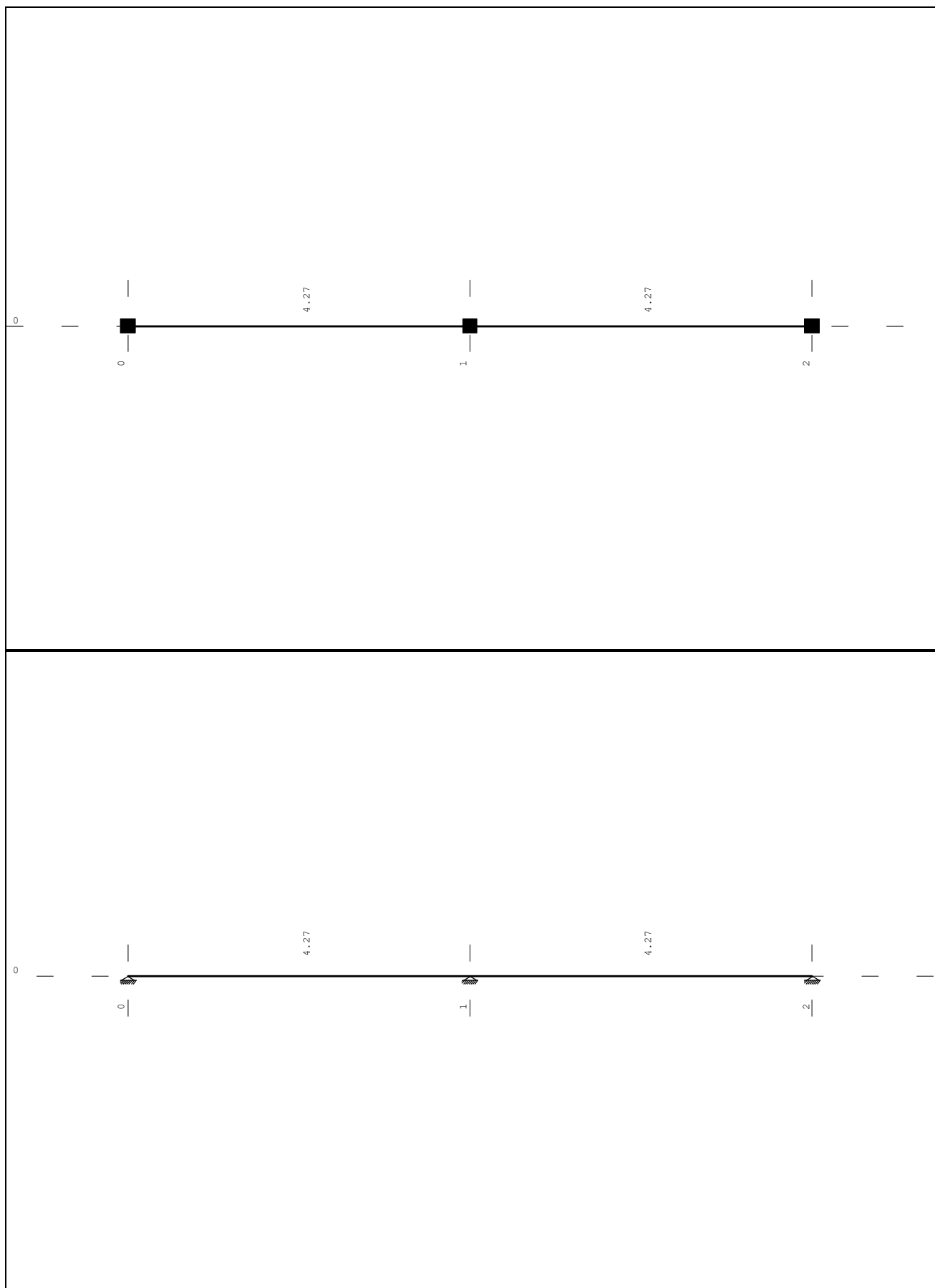
	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	K,M2	K,M3
1	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10			

Konture greda Set 1. b/d=30/50

Oslobađanje utjecaja																	M	Ozn. pozicije
No	Čvor I	Čvor J	Čvor I						Čvor J									
			M1	M2	M3	P1	P2	P3	M1	M2	M3	P1	P2	P3				
1	1	3																



Izometrija

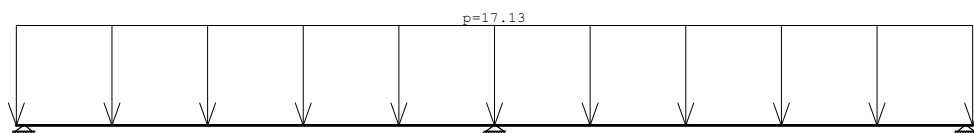


Ulazni podaci - Opterećenje

Lista slučajeva opterećenja

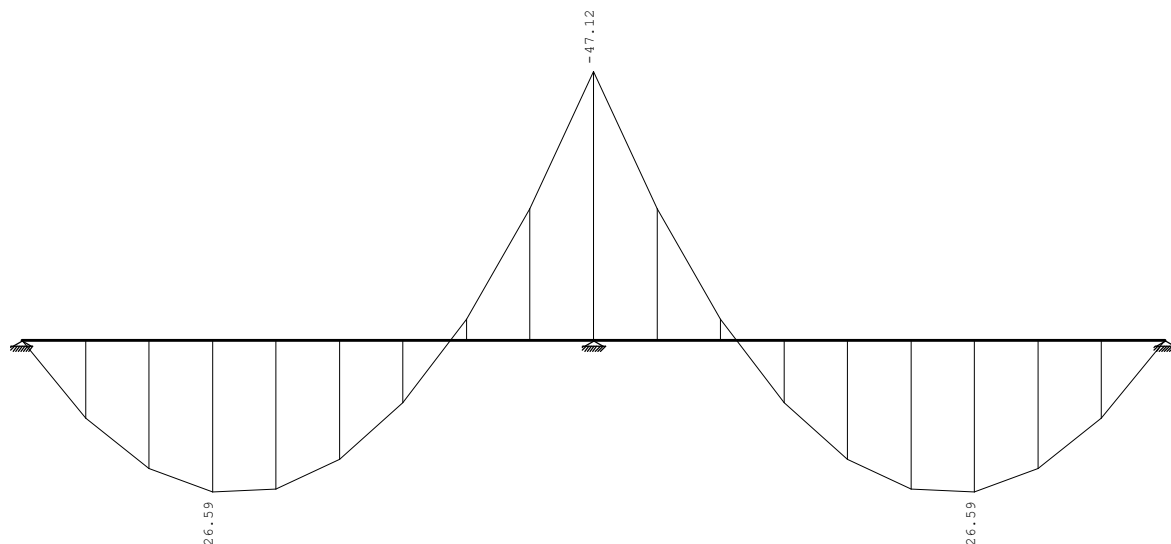
LC	Naziv		
1	Stalno (g)	2	Komb.: I

Opt. 1: Stalno (g)



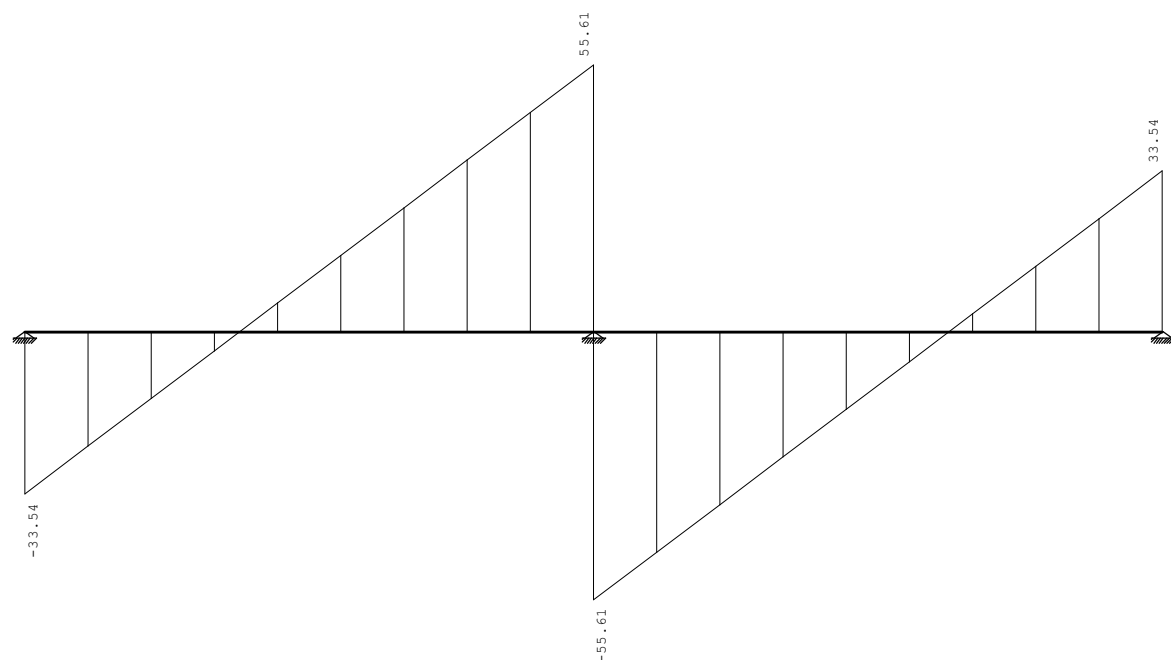
Statički proračun

Opt. 1: Stalno (g)



Utjecaji u gredi: max M3= 26.59 / min M3= -47.12 kNm

Opt. 1: Stalno (g)



Utjecaji u gredi: max T2= 55.61 / min T2= -55.61 kN

Dimenzioniranje (beton)

Mjerodavno opterećenje - TPBK

Slučajevi opterećenja

I Stalno (g) - <Stalno>

Koeficijenti sigurnosti za materijal

[SP] Stalne i povremene kombinacije: $\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$

[SE] Potresne kombinacije: $\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$

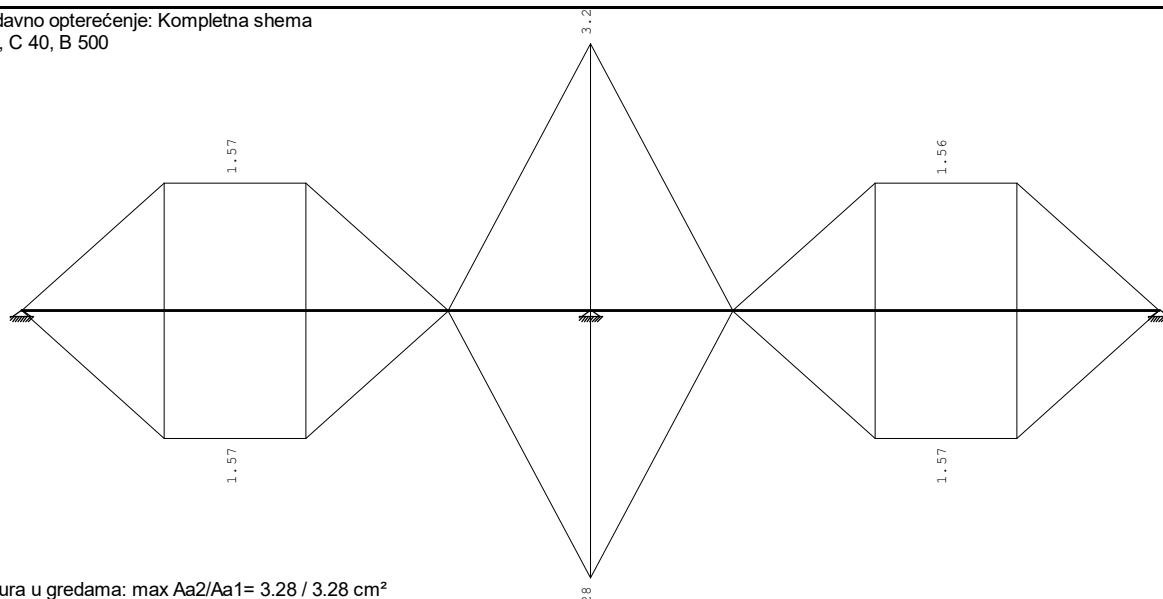
[IN] Izvanredne kombinacije: $\gamma_C = 1.30$, $\gamma_S = 1.00$

Kombinacije opterećenja iz sheme kombinacija

1. [SP] 1.35×I

2. [SP] I

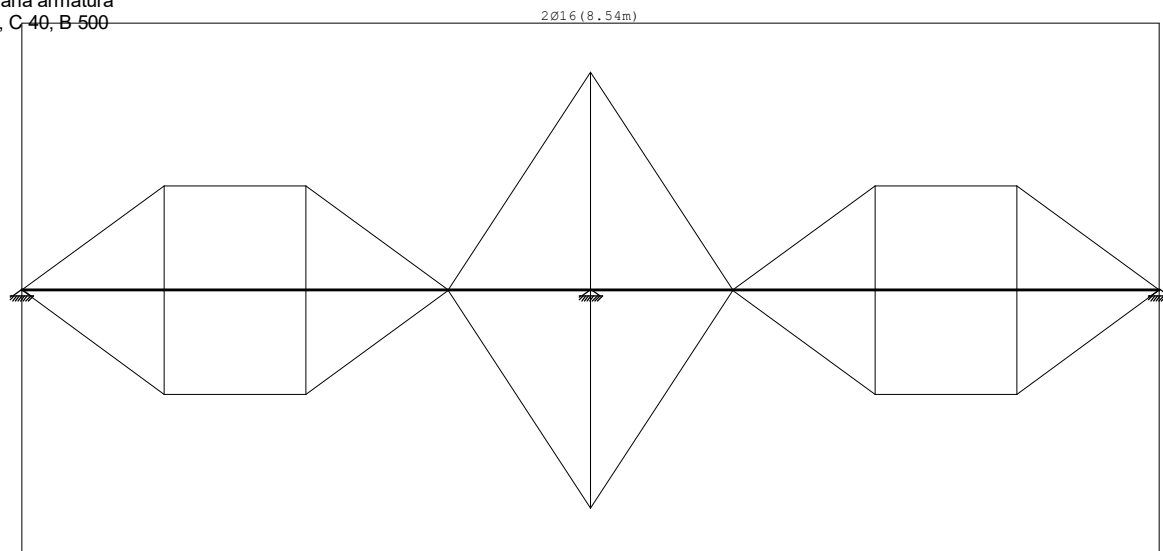
Mjerodavno opterećenje: Kompletna shema
 TPBK, C 40, B 500



Armatura u gredama: max $A_{a2}/A_{a1} = 3.28 / 3.28 \text{ cm}^2$

Odabrana armatura

TPBK, C 40, B 500



Armatura u gredama: A_{a2}/A_{a1}

TEMELJNA GREDA TG-1

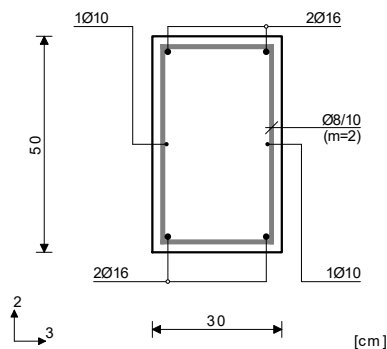
TPBK

C 40 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$) [SP]

B 500

Kompletna shema opterećenja

Presjek 1-1 $x = 4.27m$



Mjerodavna kombinacija za savijanje:

1.35xI

N1u = 0.00 kN

M2u = 0.00 kNm

M3u = -63.61 kNm

Mjerodavna kombinacija za posmik:

1.35xI

T2u = 75.08 kN

T3u = 0.00 kN

M1u = 0.00 kNm

$\epsilon_b/\epsilon_a = -2.348/25.000 \%$

As1 = 3.28 cm²

As2 = 3.28 cm²

As3 = 0.00 cm²

As4 = 0.00 cm²

Asw = 0.00 cm²/m (m=1)

[Odabrano Asw = Ø8/10(m=2) = 10.05 cm²/m]

Postotak armiranja: 0.64%

STATIČKI PRORAČUN TEMELJNE GREDE TG-1A

Osnovni podaci o modelu

Datoteka: TG-1A.twp
Datum proračuna: 27.2.2018

Način proračuna: 2D model (Xp, Zp, Yr)

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

Veličina modela

Broj čvorova: 3
Broj pločastih elemenata: 0
Broj grednih elemenata: 2
Broj graničnih elemenata: 9
Broj osnovnih slučajeva opterećenja: 2
Broj kombinacija opterećenja: 2

Jedinice mjera

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

Ulazni podaci - Konstrukcija

Koordinate čvorova

No	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	0.0000	0.0000	0.0000

2	4.2700	0.0000	0.0000
---	--------	--------	--------

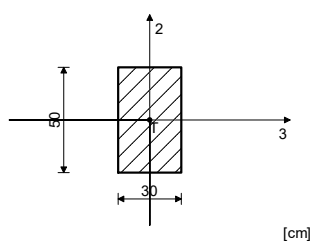
3	8.5400	0.0000	0.0000
---	--------	--------	--------

Tabela materijala

No	Naziv materijala	E[kN/m ²]	μ	γ[kN/m ³]	αt[1/°C]	Em[kN/m ²]	μm
1	C40/50	3.500e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.000e+7	0.20

Setovi greda

Set: 1 Presjek: b/d=30/50, Fiktivna ekscentričnost



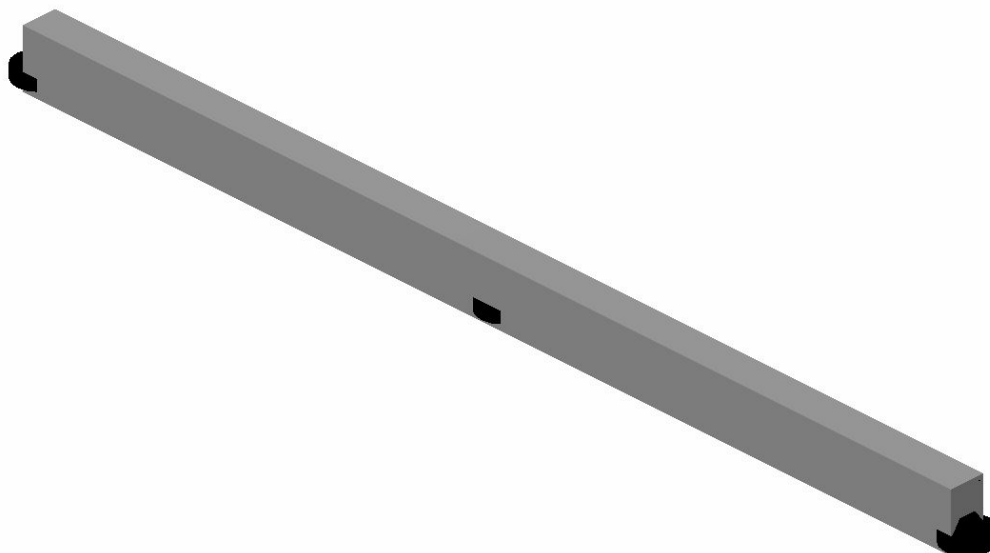
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - C40/50	1.500e-1	1.250e-1	1.250e-1	2.817e-3	1.125e-3	3.125e-3

Setovi točkastih ležajeva

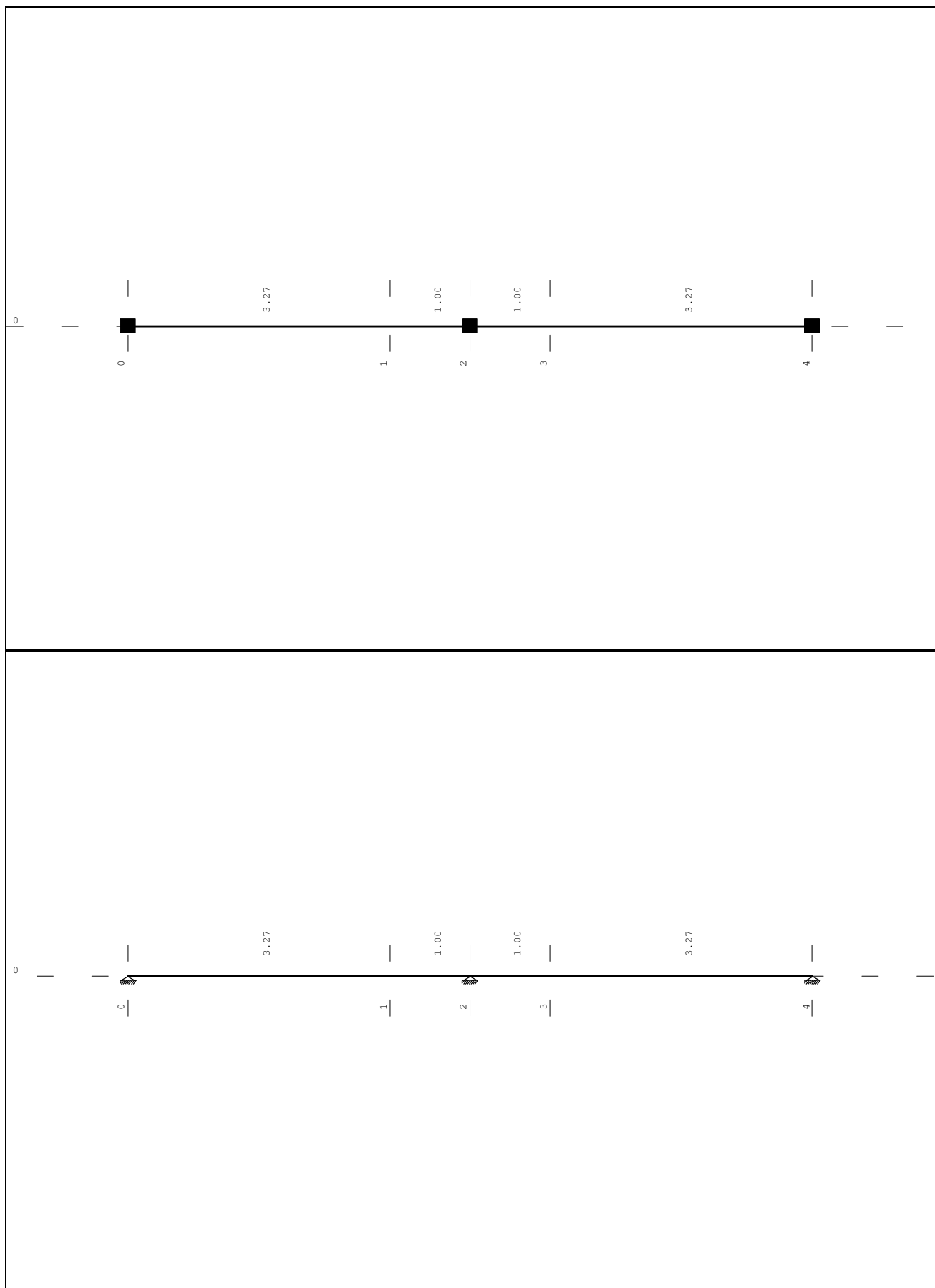
	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	K,M2	K,M3
1	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10			

Konture greda Set 1. b/d=30/50

Oslobađanje utjecaja																	M	Ozn. pozicije
No	Čvor I	Čvor J	Čvor I						Čvor J									
			M1	M2	M3	P1	P2	P3	M1	M2	M3	P1	P2	P3				
1	1	3																



Izometrija

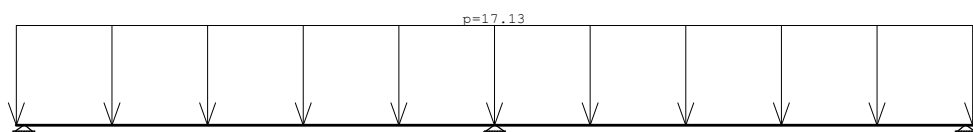


Ulazni podaci - Opterećenje

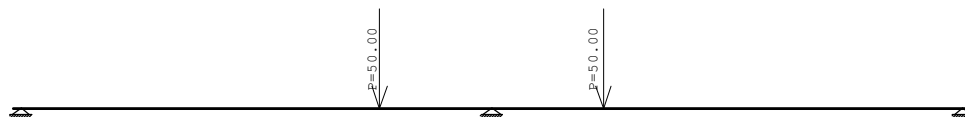
Lista slučajeva opterećenja

LC	Naziv		
1	Stalno (g)	3	Komb.: I
2	Korisno	4	Komb.: I+II

Opt. 1: Stalno (g)



Opt. 2: Korisno

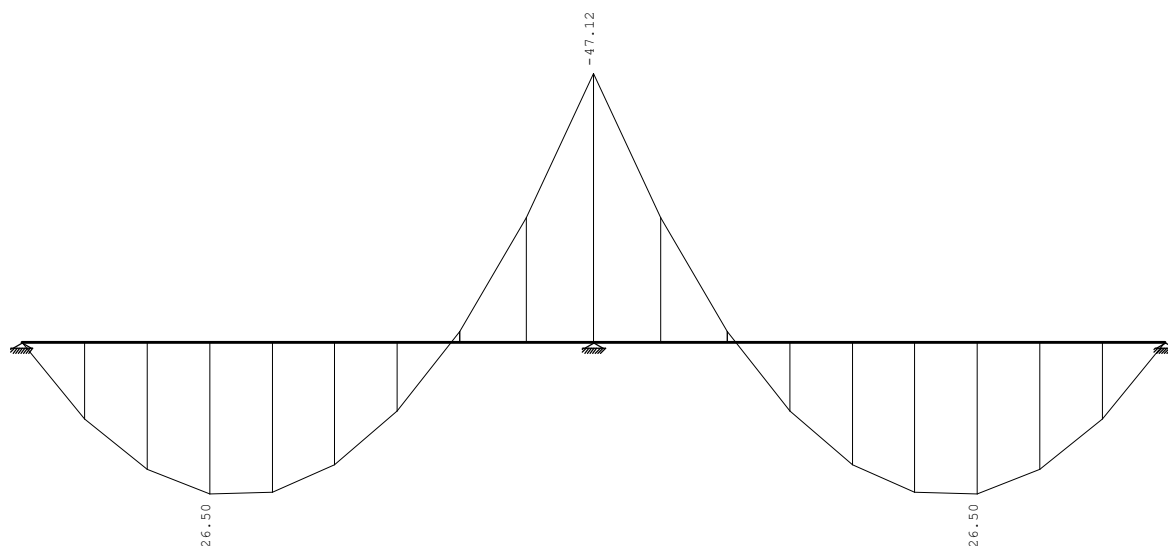


Točkasta opterećenja

No	LC	X [m]	Y [m]	Z [m]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
1	2	3.2700	0.0000	0.0000			-50.000			
2	2	5.2700	0.0000	0.0000			-50.000			

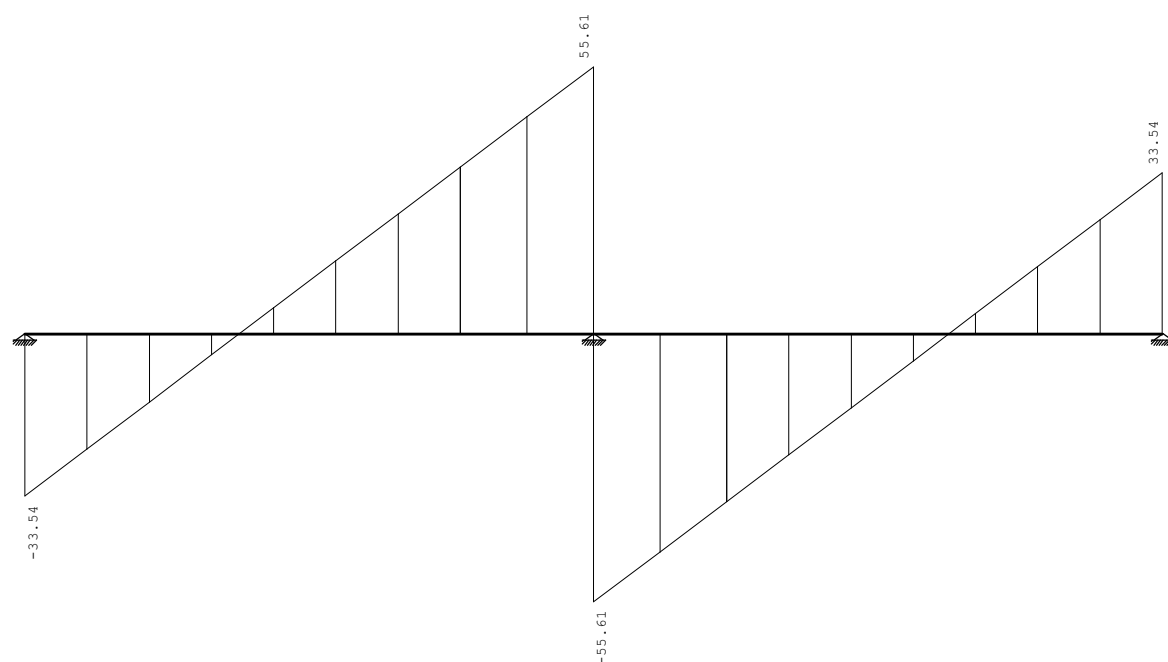
Statički proračun

Opt. 1: Stalno (g)



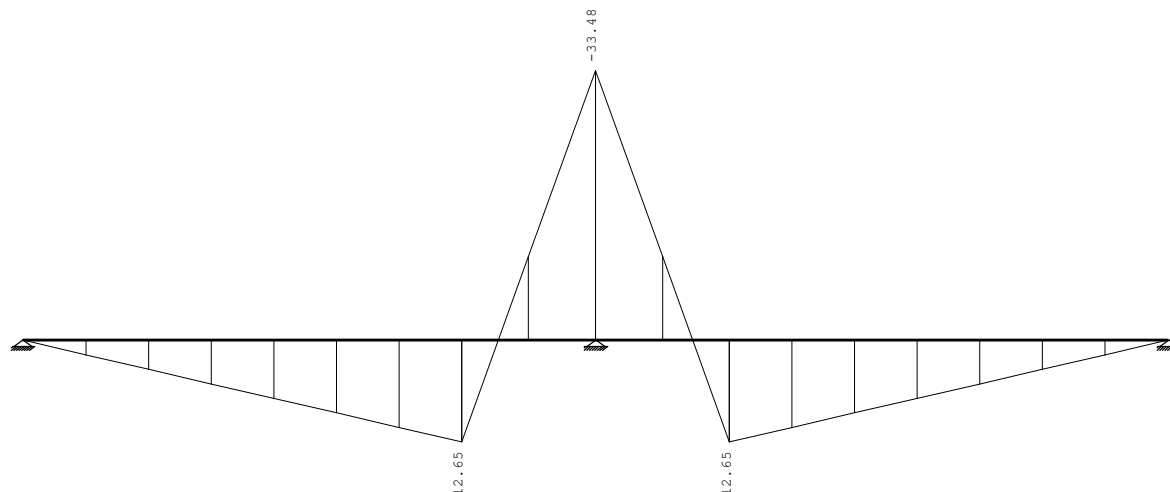
Utjecaji u gredi: max M3= 26.50 / min M3= -47.12 kNm

Opt. 1: Stalno (g)



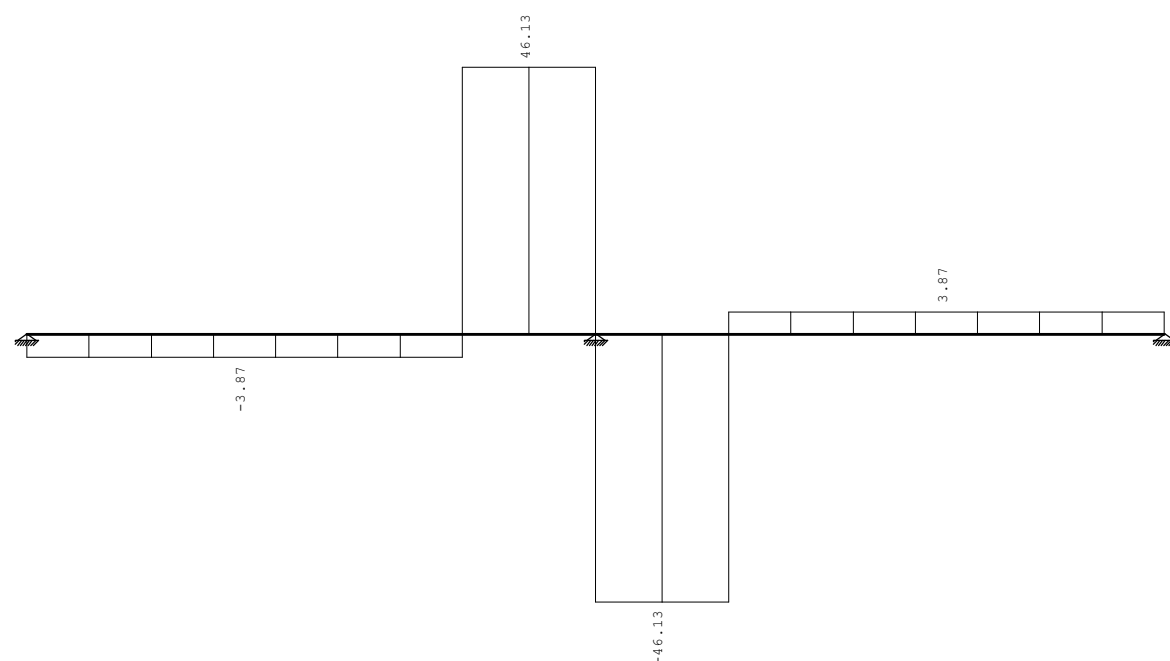
Utjecaji u gredi: max T2= 55.61 / min T2= -55.61 kN

Opt. 2: Korisno



Utjecaji u gredi: max M3= 12.65 / min M3= -33.48 kNm

Opt. 2: Korisno



Utjecaji u gredi: max T2= 46.13 / min T2= -46.13 kN

Dimenzioniranje (beton)

Mjerodavno opterećenje - TPBK

Slučajevi opterećenja

- I Stalno (g) - <Stalno>
- II Korisno - <Korisno - H>

Koeficijenti sigurnosti za materijal

[SP] Stalne i povremene kombinacije: $\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$

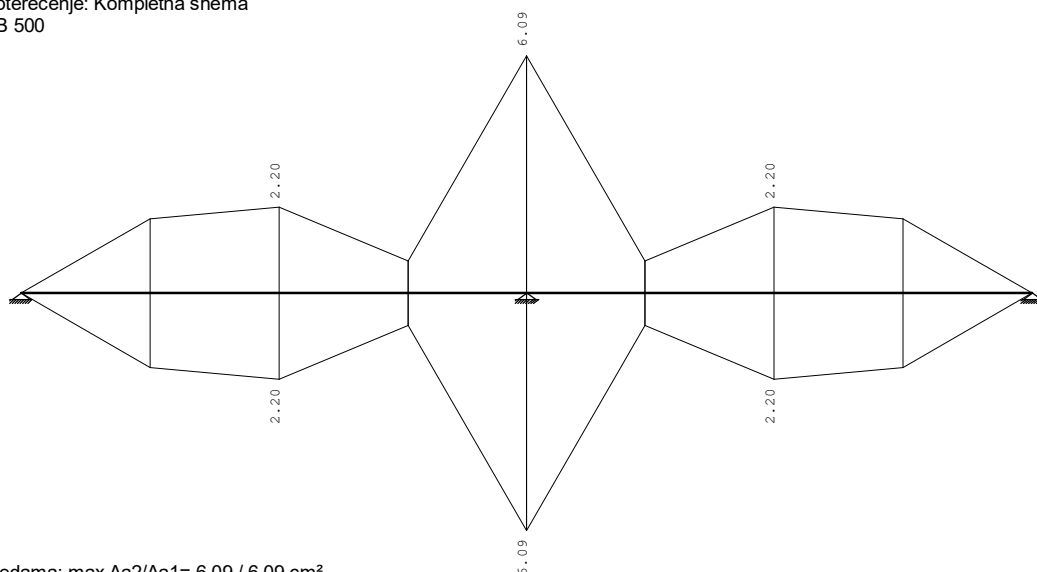
[SE] Potresne kombinacije: $\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$

[IN] Izvanredne kombinacije: $\gamma_C = 1.30$, $\gamma_S = 1.00$

Kombinacije opterećenja iz sheme kombinacija

1. [SP] $1.35 \times I + 1.50 \times II$
2. [SP] $I + 1.50 \times II$
3. [SP] $1.35 \times I$
4. [SP] I

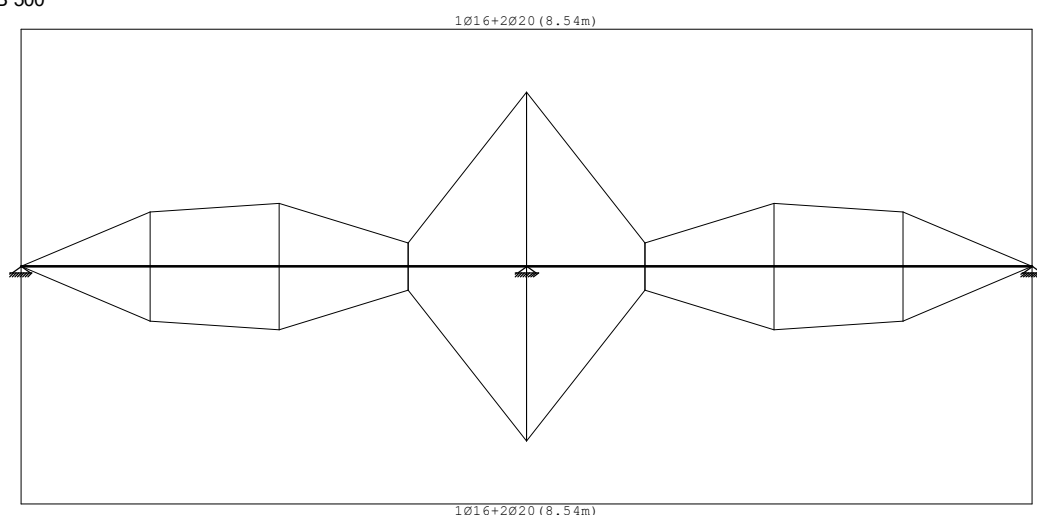
Mjerodavno opterećenje: Kompletna shema
 TPBK, C 40, B 500



Armatura u gredama: $\max A_{a2}/A_{a1} = 6.09 / 6.09 \text{ cm}^2$

Odabrana armatura

TPBK, C 40, B 500



Armatura u gredama: A_{a2}/A_{a1}

Greda 1-3

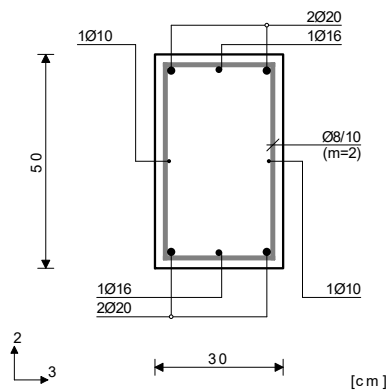
TPBK

C 40 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$) [SP]

B 500

Kompletna shema opterećenja

Presjek 1-1 $x = 4.27m$



Mjerodavna kombinacija za savijanje:

1.35xI+1.50xII

N1u = 0.00 kN

M2u = 0.00 kNm

M3u = -113.83 kNm

Mjerodavna kombinacija za posmik:

1.35xI+1.50xII

T2u = -144.27 kN

T3u = 0.00 kN

M1u = 0.00 kNm

$\epsilon_b/\epsilon_a = -3.116/25.000 \text{ ‰}$

As1 = 6.09 cm²

As2 = 6.09 cm²

As3 = 0.00 cm²

As4 = 0.00 cm²

Asw = 3.29 cm²/m (m=1)

[Odabrano Asw = Ø8/10(m=2) = 10.05 cm²/m]

Postotak armiranja: 1.21%

STATIČKI PRORAČUN TEMELJNE GREDE TG-2

Osnovni podaci o modelu

Datoteka: TG-2.twp
Datum proračuna: 27.2.2018

Način proračuna: 2D model (Xp, Zp, Yr)

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

Veličina modela

Broj čvorova: 3
Broj pločastih elemenata: 0
Broj grednih elemenata: 2
Broj graničnih elemenata: 9
Broj osnovnih slučajeva opterećenja: 1
Broj kombinacija opterećenja: 1

Jedinice mjera

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

Ulazni podaci - Konstrukcija

Koordinate čvorova

No	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	0.0000	0.0000	0.0000

2	4.5600	0.0000	0.0000
---	--------	--------	--------

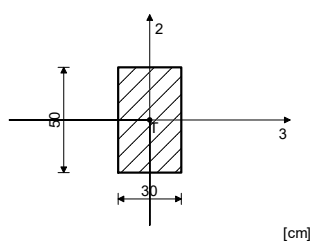
3	9.1200	0.0000	0.0000
---	--------	--------	--------

Tabela materijala

No	Naziv materijala	E[kN/m ²]	μ	γ[kN/m ³]	αt[1/°C]	Em[kN/m ²]	μm
1	C40/50	3.500e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.000e+7	0.20

Setovi greda

Set: 1 Presjek: b/d=30/50, Fiktivna ekscentričnost



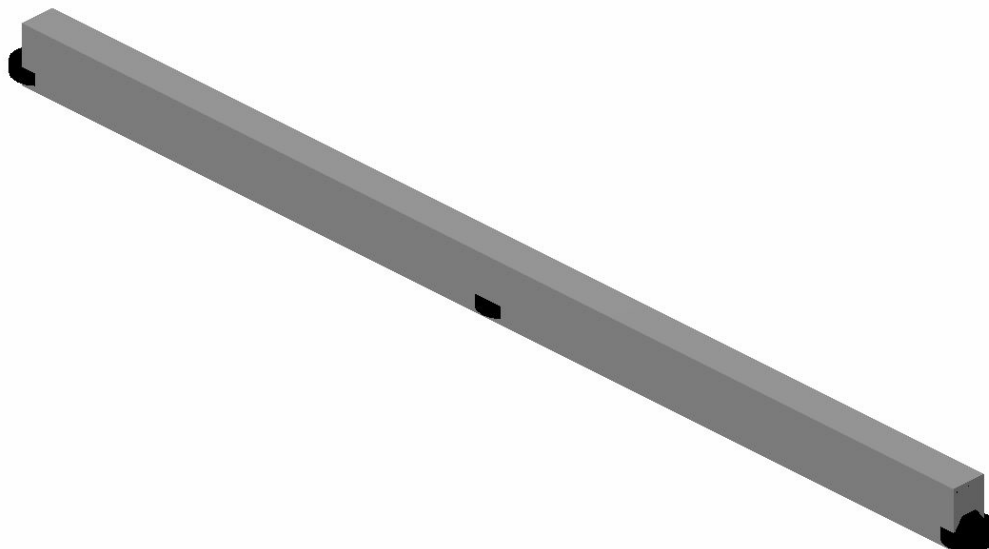
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - C40/50	1.500e-1	1.250e-1	1.250e-1	2.817e-3	1.125e-3	3.125e-3

Setovi točkastih ležajeva

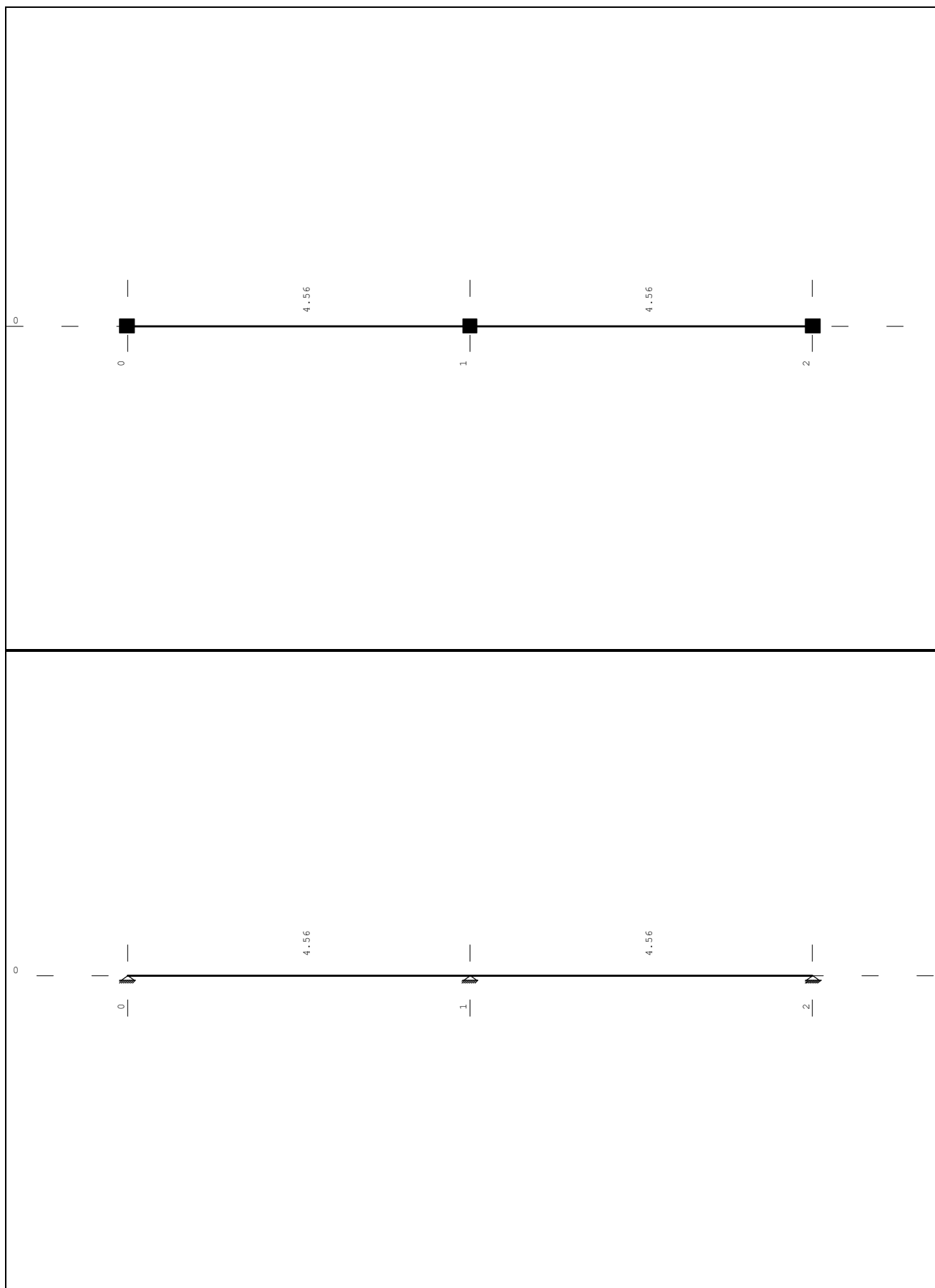
	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	K,M2	K,M3
1	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10			

Konture greda Set 1. b/d=30/50

Oslobađanje utjecaja			M	Ozn. pozicije										
No	Čvor I	Čvor J												
					Čvor I						Čvor J			
			M1	M2	M3	P1	P2	P3	M1	M2	M3	P1	P2	P3
1	1	3												



Izometrija

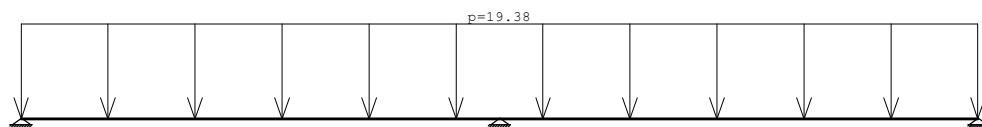


Ulazni podaci - Opterećenje

Lista slučajeva opterećenja

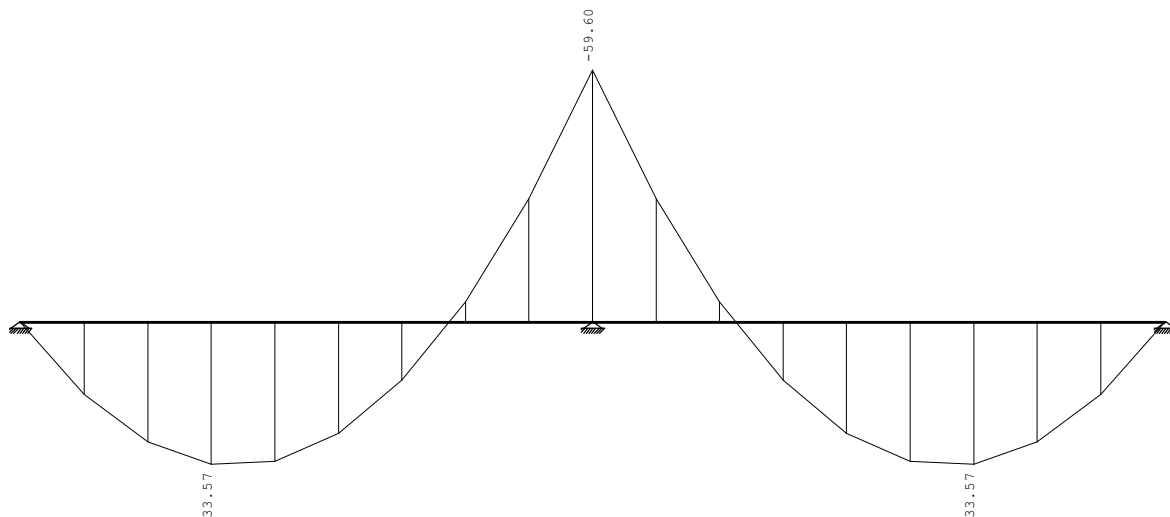
LC	Naziv		
1	Stalno (g)	2	Komb.: I

Opt. 1: Stalno (g)



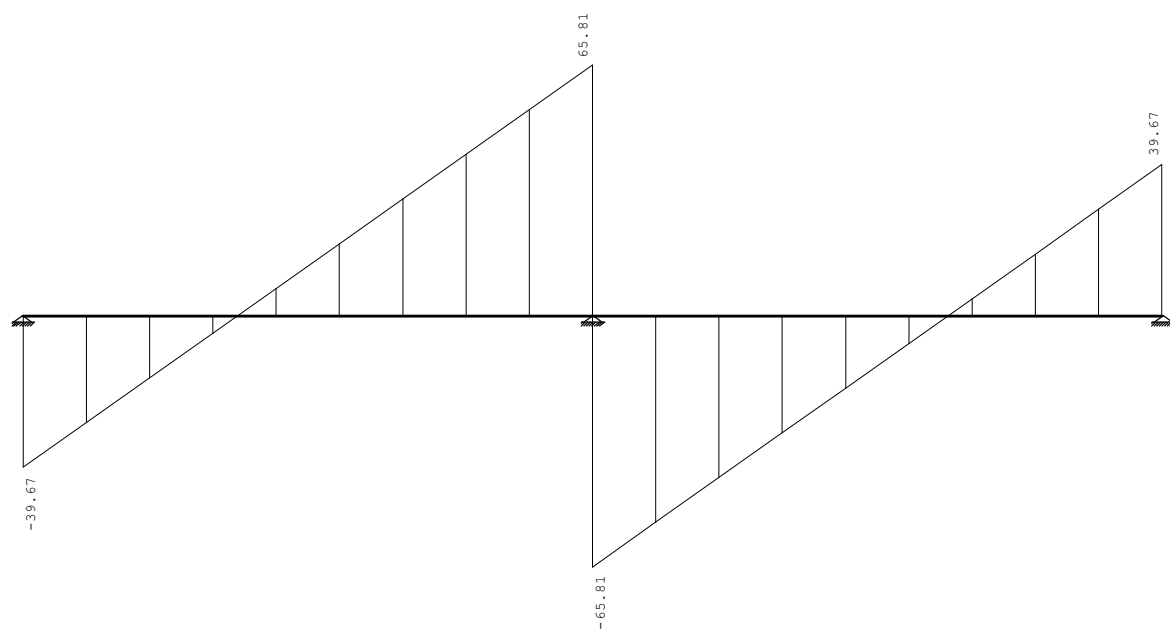
Statički proračun

Opt. 1: Stalno (g)



Utjecaji u gredi: max M3= 33.57 / min M3= -59.60 kNm

Opt. 1: Stalno (g)



Utjecaji u gredi: max T2= 65.81 / min T2= -65.81 kN

Dimenzioniranje (beton)

Mjerodavno opterećenje - TPBK

Slučajevi opterećenja

I Stalno (g) - <Stalno>

Koeficijenti sigurnosti za materijal

[SP] Stalne i povremene kombinacije: $\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$

[SE] Potresne kombinacije: $\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$

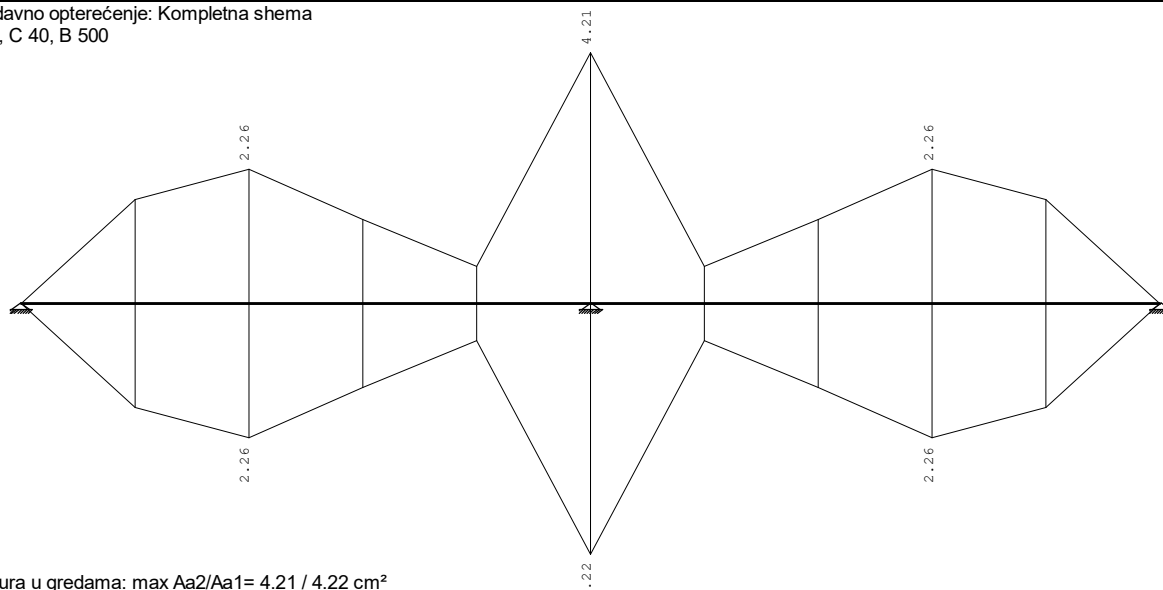
[IN] Izvanredne kombinacije: $\gamma_C = 1.30$, $\gamma_S = 1.00$

Kombinacije opterećenja iz sheme kombinacija

1. [SP] 1.35×I

2. [SP] I

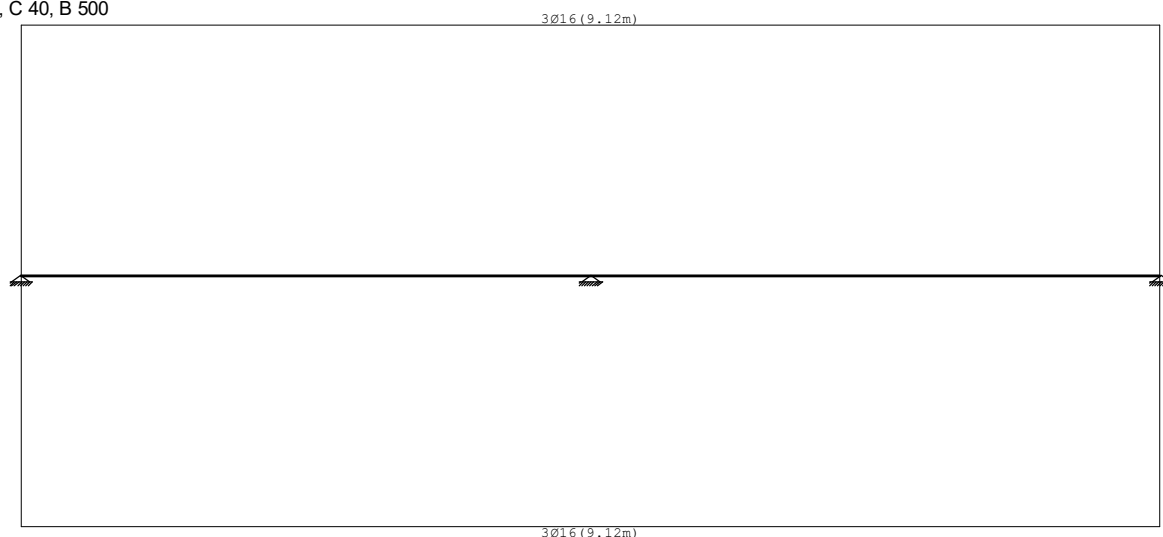
Mjerodavno opterećenje: Kompletna shema
TPBK, C 40, B 500



Armatura u gredama: max $A_{a2}/A_{a1} = 4.21 / 4.22 \text{ cm}^2$

Odabrana armatura

TPBK, C 40, B 500



Armatura u gredama: A_{a2}/A_{a1}

Greda 1-3

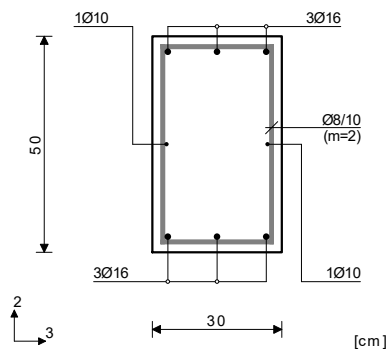
TPBK

C 40 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$) [SP]

B 500

Kompletna shema opterećenja

Presjek 1-1 $x = 4.56\text{m}$



Mjerodavna kombinacija za savijanje:

1.35xI

$N_{1u} = 0.00 \text{ kN}$
 $M_{2u} = 0.00 \text{ kNm}$
 $M_{3u} = -80.46 \text{ kNm}$

Mjerodavna kombinacija za posmik:

1.35xI

$T_{2u} = 88.84 \text{ kN}$
 $T_{3u} = 0.00 \text{ kN}$
 $M_{1u} = 0.00 \text{ kNm}$

$\epsilon_b/\epsilon_a = -2.650/25.000 \text{ ‰}$

$A_{s1} = 4.22 \text{ cm}^2$

$A_{s2} = 4.21 \text{ cm}^2$

$A_{s3} = 0.00 \text{ cm}^2$

$A_{s4} = 0.00 \text{ cm}^2$

$A_{sw} = 0.49 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (m=1)$

[Odabrano $A_{sw} = \text{Ø}8/10(m=2) = 10.05 \text{ cm}^2/\text{m}$]

Postotak armiranja: 0.91%

STATIČKI PRORAČUN TEMELJNE GREDE TG-2A

Osnovni podaci o modelu

Datoteka: TG-2A.twp
Datum proračuna: 27.2.2018

Način proračuna: 2D model (Xp, Zp, Yr)

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

Veličina modela

Broj čvorova: 3
Broj pločastih elemenata: 0
Broj grednih elemenata: 2
Broj graničnih elemenata: 9
Broj osnovnih slučajeva opterećenja: 2
Broj kombinacija opterećenja: 2

Jedinice mjera

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

Građevina: Skladište peleta sa pakirnicom i prostorom za radnike ,
 otvoreno skladište trupaca sa manipulativnim površinama
 Vrsta projekta: Glavni projekt – Proračun mehaničke otpornosti i stabilnosti
 Investitor: Šišarka d.o.o. Županja, Ulica 131. brigade 12, Županja
 Mjesto građenja: Županja, Ulica 131. brigade, k.č. 2235/2, k.o. Županja

TD 602/17
 ZOP 602/17

str. 156

Ulazni podaci - Konstrukcija

Koordinate čvorova

No	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	0.0000	0.0000	0.0000

2	4.5600	0.0000	0.0000
---	--------	--------	--------

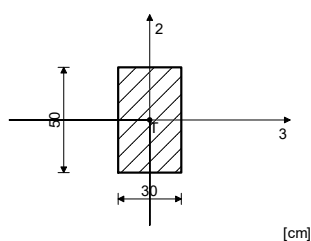
3	9.1200	0.0000	0.0000
---	--------	--------	--------

Tabela materijala

No	Naziv materijala	E[kN/m ²]	μ	γ[kN/m ³]	αt[1/°C]	Em[kN/m ²]	μm
1	C40/50	3.500e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.000e+7	0.20

Setovi greda

Set: 1 Presjek: b/d=30/50, Fiktivna ekscentričnost



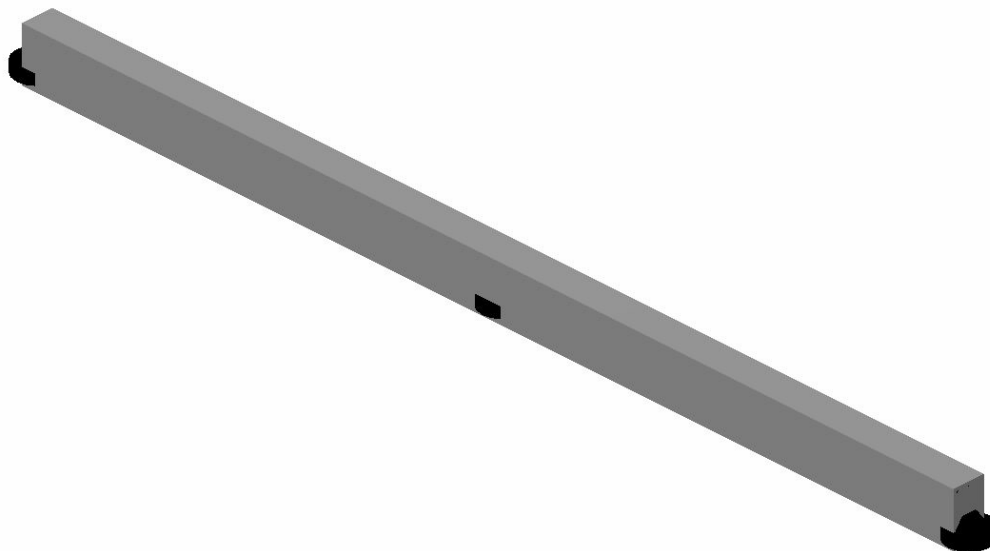
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - C40/50	1.500e-1	1.250e-1	1.250e-1	2.817e-3	1.125e-3	3.125e-3

Setovi točkastih ležajeva

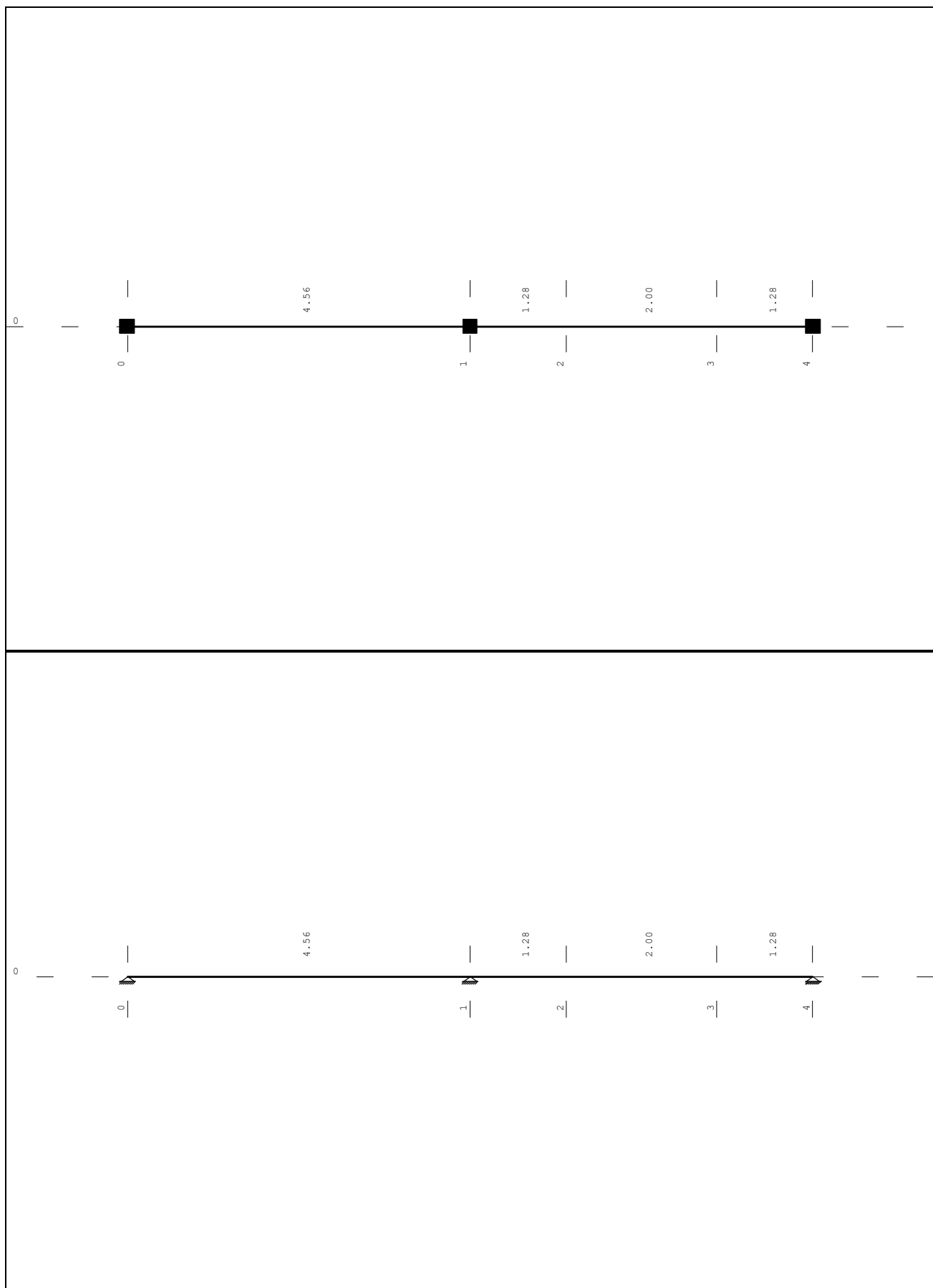
	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	K,M2	K,M3
1	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10			

Konture greda Set 1. b/d=30/50

No	Čvor I	Čvor J	Oslobađanje utjecaja												M	Ozn. pozicije
			Čvor I						Čvor J							
			M1	M2	M3	P1	P2	P3	M1	M2	M3	P1	P2	P3		
1	1	3														



Izometrija

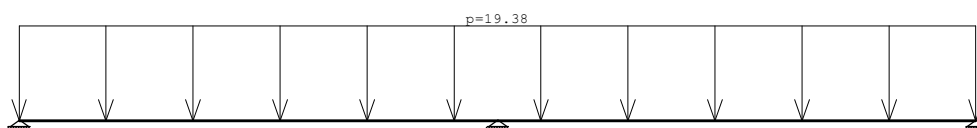


Ulazni podaci - Opterećenje

Lista slučajeva opterećenja

LC	Naziv		
1	Stalno (g)	3	Komb.: I
2	Korisno	4	Komb.: I+II

Opt. 1: Stalno (g)



Opt. 2: Korisno

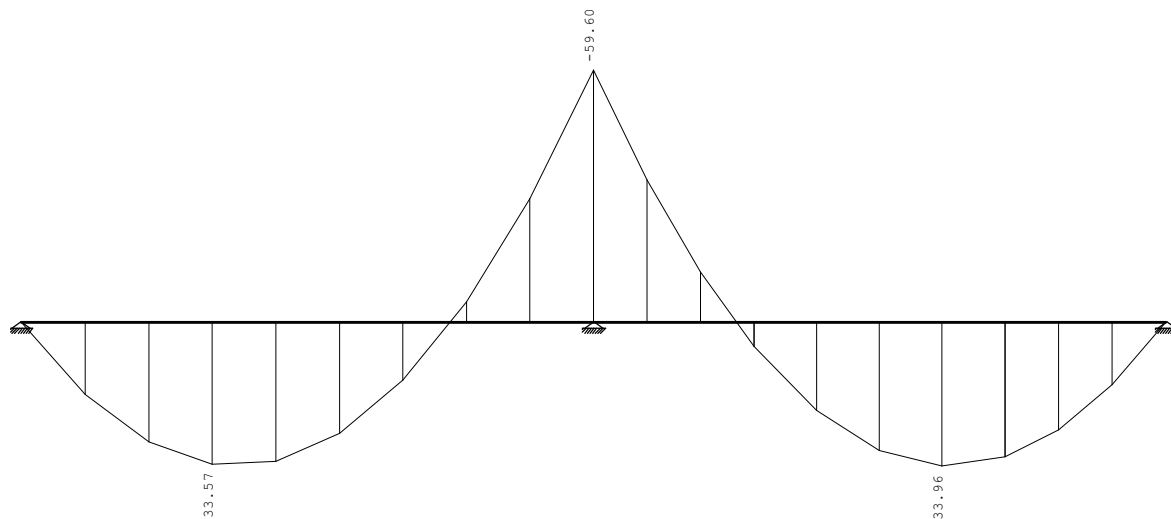


Točkasta opterećenja

No	LC	X [m]	Y [m]	Z [m]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
1	2	7.8400	0.0000	0.0000			-50.000			
2	2	5.8400	0.0000	0.0000			-50.000			

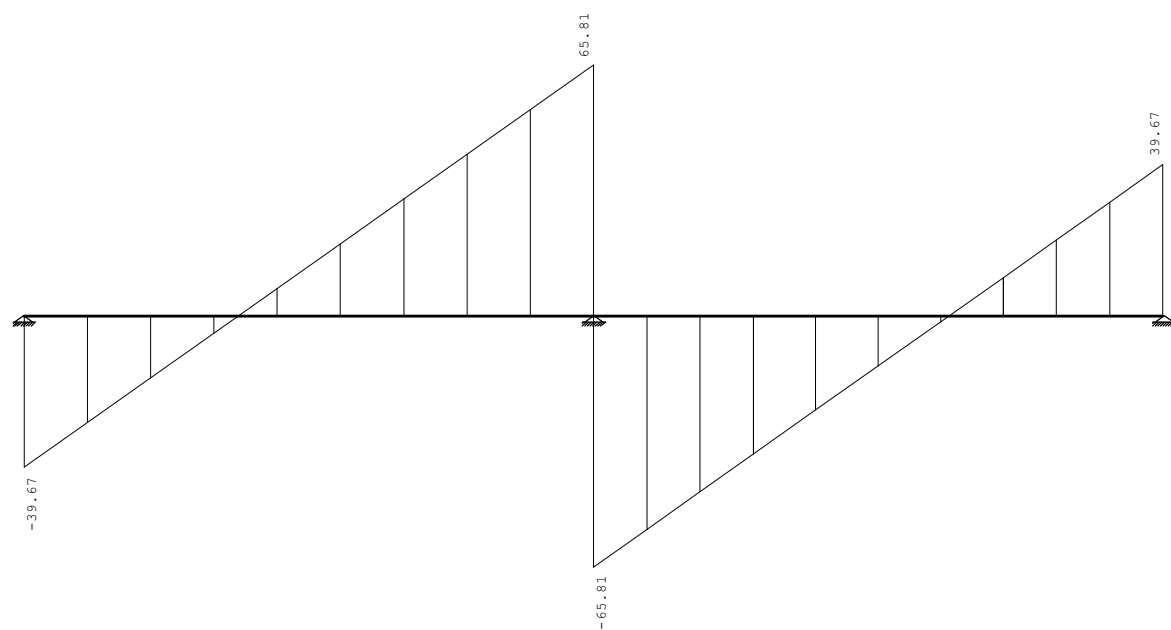
Statički proračun

Opt. 1: Stalno (g)



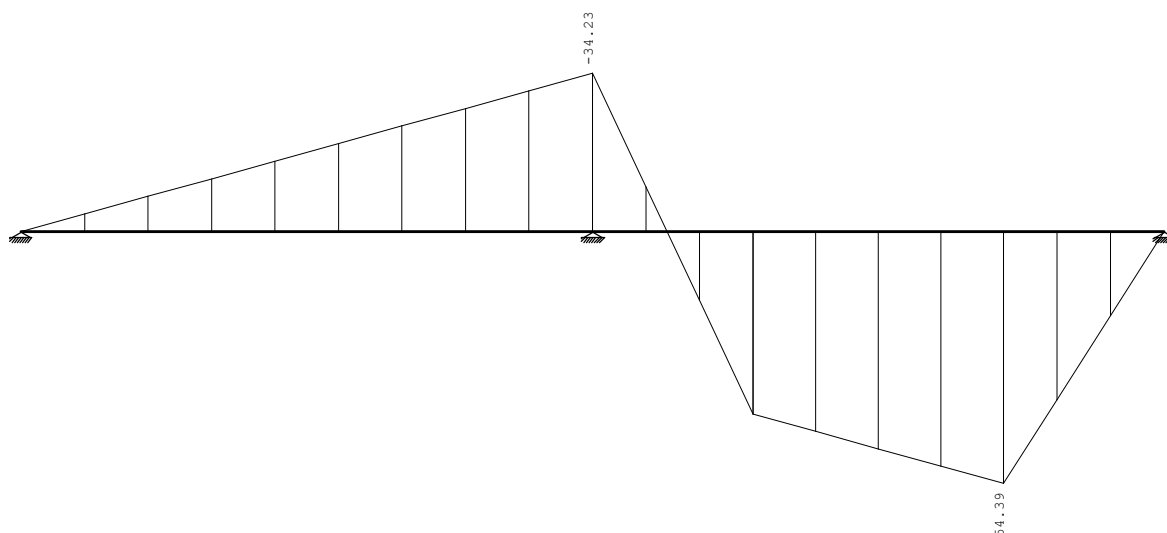
Utjecaji u gredi: max M3= 33.96 / min M3= -59.60 kNm

Opt. 1: Stalno (g)



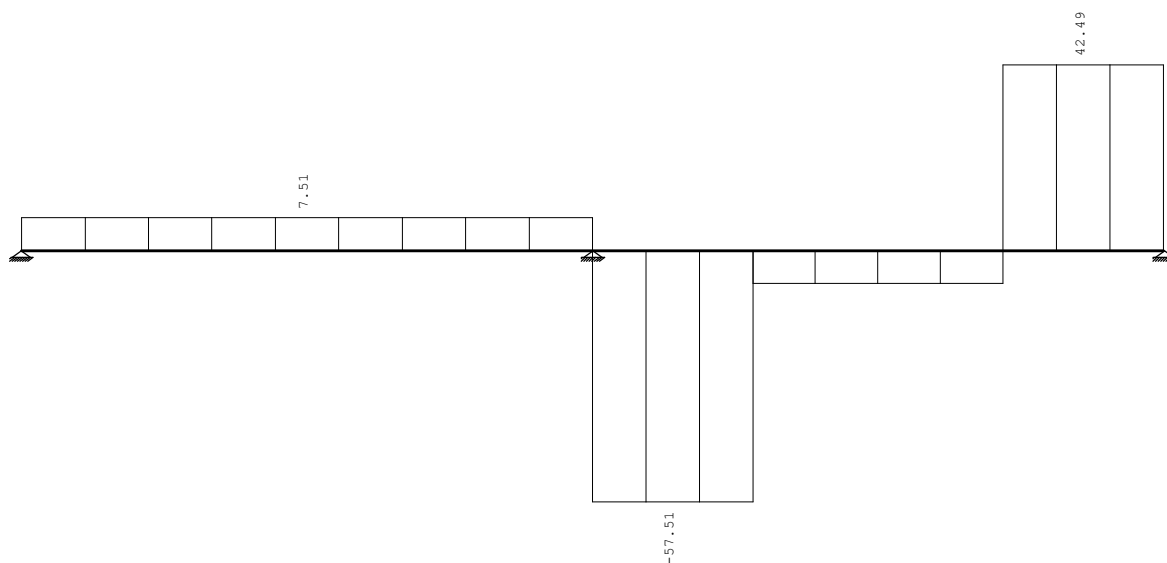
Utjecaji u gredi: max T2= 65.81 / min T2= -65.81 kN

Opt. 2: Korisno



Utjecaji u gredi: max M3= 54.39 / min M3= -34.23 kNm

Opt. 2: Korisno



Utjecaji u gredi: max T2= 42.49 / min T2= -57.51 kN

Dimenzioniranje (beton)

Mjerodavno opterećenje - TPBK

Slučajevi opterećenja

- I Stalno (g) - <Stalno>
 II Korisno - <Korisno - H>

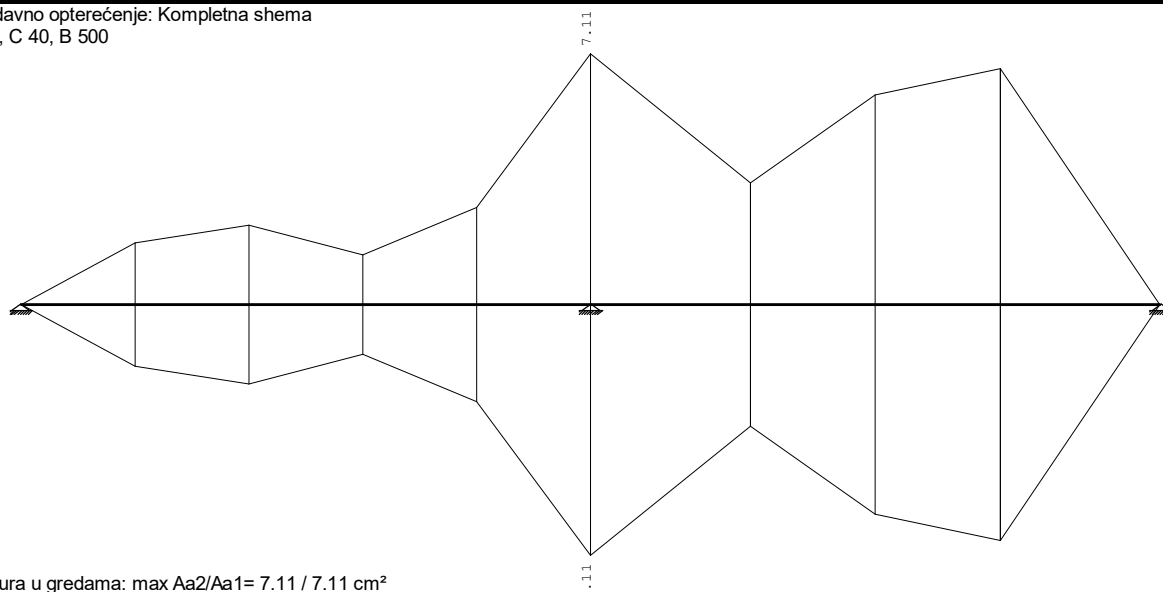
Koeficijenti sigurnosti za materijal

[SP] Stalne i povremene kombinacije: $\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$
 [SE] Potresne kombinacije: $\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$
 [IN] Izvanredne kombinacije: $\gamma_C = 1.30$, $\gamma_S = 1.00$

Kombinacije opterećenja iz sheme kombinacija

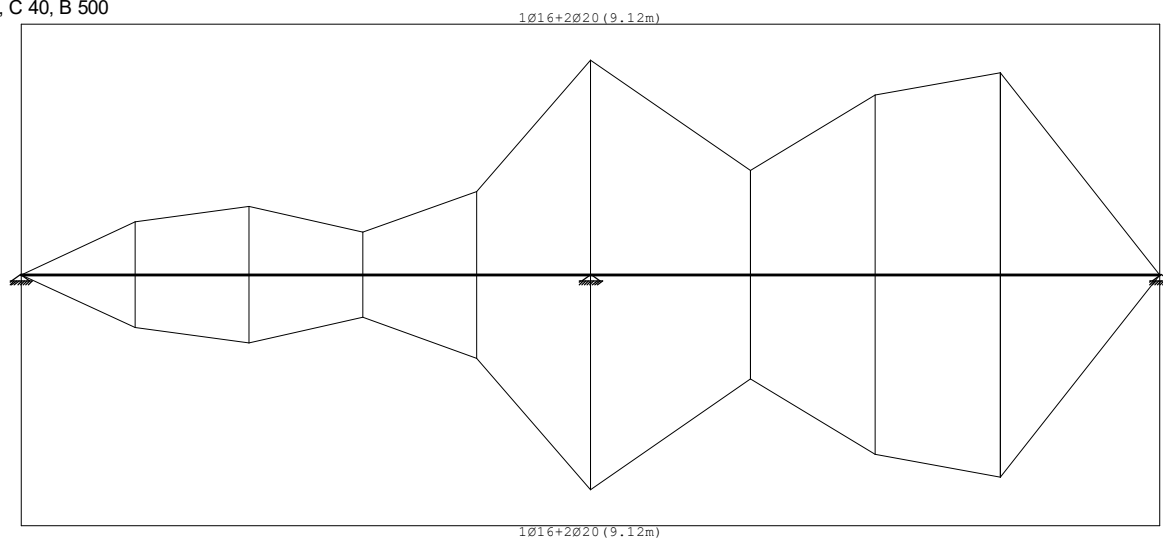
- [SP] $1.35 \times I + 1.50 \times II$
- [SP] $I + 1.50 \times II$
- [SP] $1.35 \times I$
- [SP] I

Mjerodavno opterećenje: Kompletna shema
 TPBK, C 40, B 500



Armatura u gredama: $\max A_{a2}/A_{a1} = 7.11 / 7.11 \text{ cm}^2$

Odabrana armatura
 TPBK, C 40, B 500



Armatura u gredama: A_{a2}/A_{a1}

Greda 1-3

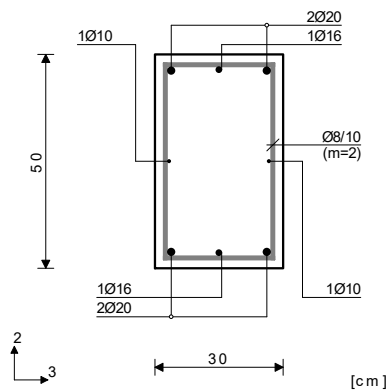
TPBK

C 40 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$) [SP]

B 500

Kompletna shema opterećenja

Presjek 1-1 $x = 4.56m$



Mjerodavna kombinacija za savijanje:

1.35xI+1.50xII

N1u = 0.00 kN

M2u = 0.00 kNm

M3u = -131.81 kNm

Mjerodavna kombinacija za posmik:

1.35xI+1.50xII

T2u = -175.10 kN

T3u = 0.00 kN

M1u = 0.00 kNm

$\epsilon_b/\epsilon_a = -3.310/25.000 \text{ ‰}$

As1 = 7.11 cm²

As2 = 7.11 cm²

As3 = 0.00 cm²

As4 = 0.00 cm²

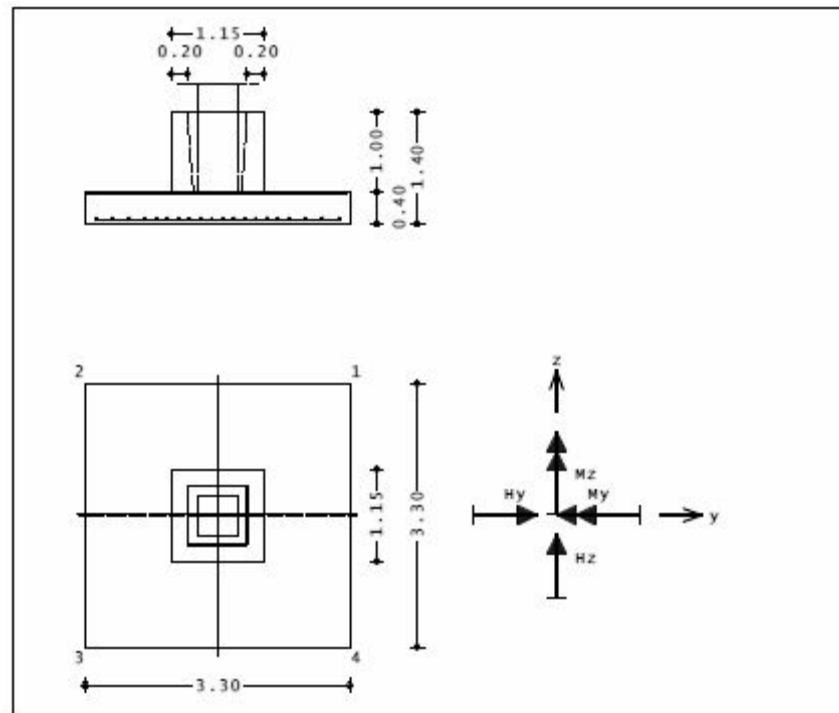
Asw = 4.94 cm²/m (m=1)

[Odabrano Asw = Ø8/10(m=2) = 10.05 cm²/m]

Postotak armiranja: 1.21%

Pos. ITT-1 TEMELJNA STOPA

Sistem



Fundamentplatte	DUZINA	b_y	=	3.30	m
	Sirina	b_z	=	3.30	m
	DEBLJINA	d_f	=	0.40	m
Casica	Glatka Oplata				
	DUBINA	K_t	=	1.00	m
	VISINA	K_h	=	1.00	m
	Sirina case	K_{cy}/K_{cz}	=	1.15 / 1.15	m
	Deblj.zida	K_{dy}/K_{dz}	=	0.20 / 0.20	m
	Stub	c_y / c_z	=	0.50 / 0.50	m
Boden	Nasip Quadrat 1	A_h	=	1.20	m
	Nasip Quadrat 2	A_h	=	1.20	m
	Nasip Quadrat 3	A_h	=	1.20	m
	Nasip Quadrat 4	A_h	=	1.20	m
	Tezina	γ	=	18.00	kN/m ³
	Reibungswinkel für Gleiten		=	25.00	Grad
	Reibungswinkel für Grundbruch		=	25.00	Grad
	KOHEZIJA	c	=	5.00	kN/m ²

Opterećenje

Uticaaj	1	stalni Uticaaj						
		POD.SILA aus STUB	Nst	=	195.00	kN		
		zusätzliche vert.SILA 1	Ve	=	48.00	kN		
		Exzentrizitäten	ey/ez	=	0.73 / -0.25	m		
		zusätzliche vert.SILA 2	Ve	=	38.00	kN		
		Exzentrizitäten	ey/ez	=	-0.25 / 0.73	m		
		Momente	My/Mz	=	215.00 / 162.00	kNm		
		Horizontalkräfte	Hy/Hz	=	31.00 / 46.00	kN		
		Jed.podj.	p	=	5.00	kN/m2		
Uticaaj	2	stalni Uticaaj						
		Sopst.tez. der Temeljna ploca	gf	=	108.90	kN		
		Sopst.tez. des Casa	gk	=	19.00	kN		
		Sopst.tez. des TLO	gb	=	211.42	kN		

Dimenzioniranje

Zast.sloj betona	Beton	C 30/37	ZELJEZO	S 500				
	Fundamentplat.in y-Pravac	dy	=	4.0	cm			
	in z-Pravac	dz	=	5.0	cm			
	Casica in y-Pravac	dky	=	4.0	cm			
	in z-Pravac	dkz	=	4.0	cm			
Nosivost tla	dozNosivost tla	sigma	=	150.00	kN/m2			
	sigma 1	=	78.08	kN/m2	sigma 3	=	45.85	kN/m2
	sigma 2	=	0.88	kN/m2	sigma 4	=	123.04	kN/m2
	Nosivost tla	123.04 / 150.00	=	0.82	<=	1		
Gleiten	erf. Gleitsicherheit	eta g	=	1.50				
	SracunataGleitsicherheit	eta g	=	5.62				
Grundbruch	erf. Grundbruchsicherheit	eta p	=	1.80				
	SracunataGrundbruchsicherheit	eta p	=	7.13				
Ausmittigkeit		ey/by + ez/bz	=	0.164				
DIMENZ.NA SAVIJ.	der Temeljna ploca an den Anschnitten der STUB							
	Grundkombination	My max	=	174.73	kNm			
		Mz max	=	215.56	kNm			
		Mz min	=	-21.67	kNm			
erf.ARMATURA	Mit Berücksichtigung der min erf. Bewehrungsfläche							
	UK.ARMATURA DOLE	Asy/Asz	=	17.82 / 17.32	cm2			
	für Mindestmomente	Asy/Asz	=	5.35 / 5.20	cm2			
	mitwirkende Sirina	by / bz	=	0.99 / 0.99	m			
Symmetrische	Verteilung der ARMATURA	po Heft 240	Tafel 2.9					
	für die Hälfte der Fundamentplatte							

Gleichmäßige Verteilung der ARMATURA oben	Pravac Streifen				erf.Asi		izabrano	
	[m]				[cm2]		[cm2]	
	Y	od	0.00	bis	0.41	3.21	3 * 12 =	3.39
		od	0.41	bis	0.82	2.49	3 * 12 =	3.39
		od	0.82	bis	1.24	1.78	2 * 12 =	2.26
		od	1.24	bis	1.65	1.43	2 * 12 =	2.26
	Z	od	0.00	bis	0.41	3.12	3 * 12 =	3.39
		od	0.41	bis	0.82	2.43	3 * 12 =	3.39
		od	0.82	bis	1.24	1.73	2 * 12 =	2.26
		od	1.24	bis	1.65	1.39	2 * 12 =	2.26
	Pravac Streifen				erf.Asi		izabrano	
	[m]				[cm2]		[cm2]	
Y	od	-1.65	bis	1.65	17.82	16 * 12 =	18.10	
Dim.case	ZELJEZO S 500							
	Vert.sila	Zvy/Zvz = 178.68 / 237.91					kN	
	Hor.sila	Zh = 315.93					kN	
erf.ARMATURA	Vertikal	Asy/Asz = 4.11 / 5.47					cm2	
		min Asv(Summe) = 38.50					cm2	
	Horizontal	Ash = 7.27					cm2	
		min Ash = 16.00					cm2	
Köcherbewehrung	Standbügel 2-schnittig je Wand							
	in Y-Pravac	Asv_y = 4 * 12					(9.05 cm2)	
	in Z-Pravac	Asv_z = 5 * 12					(11.31 cm2)	
	Ringbg.2-schn. je Wand	Ash = 8 * 8					(8.04 cm2)	

Opterećenje

Uticaj	1	stalni	Uticaj						
		POD.SILA	aus STUB	Nst	=	293.00	kN		
		zusätzliche vert.SILA	1	Ve	=	38.00	kN		
		Exzentrizitäten	ey/ez	=	-0.25 / 0.73	m			
		zusätzliche vert.SILA	2	Ve	=	38.00	kN		
		Exzentrizitäten	ey/ez	=	-0.25 / -0.73	m			
		Momente	My/Mz	=	192.00 / 252.00	kNm			
		Horizontalkräfte	Hy/Hz	=	55.00 / 29.00	kN			
		Jed.podj.	p	=	5.00	kN/m2			
Uticaj	2	stalni	Uticaj						
		Sopst.tez.	der Temeljna ploca	gf=		122.50	kN		
		Sopst.tez.	des Casa	gk	=	19.00	kN		
		Sopst.tez.	des TLO	gb	=	240.79	kN		

Dimenzioniranje

Zast.sloj betona	Beton	C 30/37	ZELJEZO	S 500					
	Fundamentplat.in	y-Pravac	dy	=	4.0	cm			
		in z-Pravac	dz	=	5.0	cm			
	Casica	in y-Pravac	dky	=	4.0	cm			
		in z-Pravac	dkz	=	4.0	cm			
Nosivost tla	dozNosivost tla		sigma	=	150.00	kN/m2			
	sigma 1	= 88.52 kN/m2	sigma 3	=	44.14	kN/m2			
	sigma 2	= 1.76 kN/m2	sigma 4	=	130.90	kN/m2			
	Nosivost tla	130.90 / 150.00		=	0.87	<= 1			
Gleiten	erf. Gleitsicherheit		eta g	=	1.50				
	SracunataGleitsicherheit		eta g	=	6.04				
Grundbruch	erf. Grundbruchsicherheit		eta p	=	1.80				
	SracunataGrundbruchsicherheit		eta p	=	6.74				
Ausmittigkeit			ey/by + ez/bz	=	0.162				
DIMENZ.NA SAVIJ. STUB	der Temeljna ploca an		den Anschnitten der						
	Grundkombination		My max	=	215.68	kNm			
			Mz max	=	314.74	kNm			
erf.ARMATURA	Mit Berücksichtigung	der min erf. Bewehrungsfläche							
	UK.ARMATURA DOLE	Asy/Asz	=	20.65 / 18.37	cm2				
	für Mindestmomente	Asy/Asz	=	5.67 / 5.51	cm2				
	mitwirkende Sirina	by / bz	=	1.05 / 1.05	m				

Symmetrische Verteilung der ARMATURA po Heft 240 Tafel 2.9
 für die Hälfte der Fundamentplatte

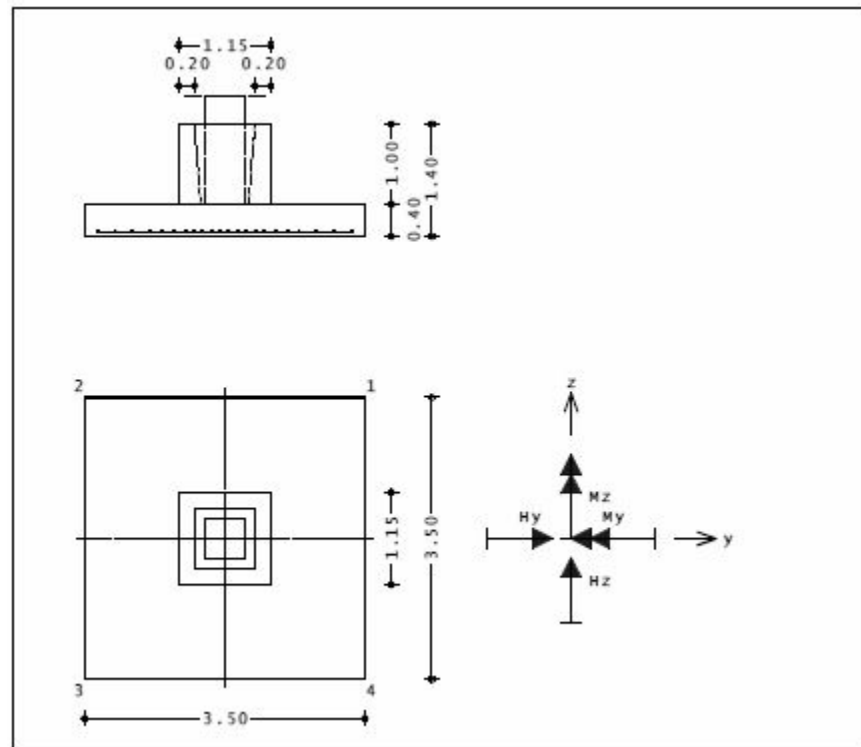
Pravac	Streifen [m]				erf.Asi [cm ²]	izabrano [cm ²]			
Y	od	0.00	bis	0.44	3.72	4 *	12	=	4.52
	od	0.44	bis	0.87	2.89	3 *	12	=	3.39
	od	0.87	bis	1.31	2.07	2 *	12	=	2.26
	od	1.31	bis	1.75	1.65	2 *	12	=	2.26
Z	od	0.00	bis	0.44	3.31	3 *	12	=	3.39
	od	0.44	bis	0.87	2.57	3 *	12	=	3.39
	od	0.87	bis	1.31	1.84	2 *	12	=	2.26
	od	1.31	bis	1.75	1.47	2 *	12	=	2.26

Dim.case *ZELJEZO S 500*
 Vert.sila $Z_{vy}/Z_{vz} = 279.40 / 212.17$ kN
 Hor.sila $Z_h = 378.27$ kN
 erf.ARMATURA Vertikal $As_y/As_z = 6.43 / 4.88$ cm²
 min $As_v(\text{Summe}) = 38.50$ cm²
 Horizontal $A_{sh} = 8.70$ cm²
 min $A_{sh} = 16.00$ cm²

Köcherbewehrung Stanbügel 2-schnittig je Wand
 in Y-Pravac $As_{v_y} = 5 * 12$ (11.31 cm²)
 in Z-Pravac $As_{v_z} = 4 * 12$ (9.05 cm²)
 Ringbg.2-schn. je Wand $A_{sh} = 8 * 8$ (8.04 cm²)

Pos. ITT-3 TEMELJNA STOPA

Sistem



Fundamentplatte	DUZINA		by	=	3.50	m
	Sirina		bz	=	3.50	m
	DEBLJINA		df	=	0.40	m
Casica	Glatka Oplata					
	DUBINA		Kt	=	1.00	m
	VISINA		Kh	=	1.00	m
	Sirina case	Kcy/Kcz	=	1.15 /	1.15	m
	Deblj.zida	Kdy/Kdz	=	0.20 /	0.20	m
	Stub	cy / cz	=	0.50 /	0.50	m
Boden	Nasip	Quadrat 1	Ah	=	1.20	m
	Nasip	Quadrat 2	Ah	=	1.20	m
	Nasip	Quadrat 3	Ah	=	1.20	m
	Nasip	Quadrat 4	Ah	=	1.20	m
	Tezina		gamma	=	18.00	kN/m3
	Reibungswinkel	für Gleiten		=	25.00	Grad
	Reibungswinkel	für Grundbruch		=	25.00	Grad
	KOHEZIJA		c	=	5.00	kN/m2

Opterećenje

Uticaj	1	stalni	Uticaj						
		POD.SILA	aus STUB	Nst	=	345.00	kN		
		zusätzliche vert.SILA	1	Ve	=	48.00	kN		
		Exzentrizitäten	ey/ez	=	0.73 /	-0.25	m		
		zusätzliche vert.SILA	2	Ve	=	48.00	kN		
		Exzentrizitäten	ey/ez	=	-0.73 /	-0.25	m		
		Momente	My/Mz	=	313.00 /	241.00	kNm		
		Horizontalkräfte	Hy/Hz	=	40.00 /	91.00	kN		
		Jed.podj.	p	=	5.00	kN/m2			
Uticaj	2	stalni	Uticaj						
		Sopst.tez.	der Temeljna ploca	gf=		122.50	kN		
		Sopst.tez.	des Casa	gk	=	19.00	kN		
		Sopst.tez.	des TLO	gb	=	240.79	kN		

Dimenzioniranje

Zast.sloj betona	Beton	C 30/37	ZELJEZO	S 500					
	Fundamentplat.in	y-Pravac	dy	=	4.0	cm			
		in z-Pravac	dz	=	5.0	cm			
	Casica	in y-Pravac	dky	=	4.0	cm			
		in z-Pravac	dkz	=	4.0	cm			
Nosivost tla	dozNosivost tla		sigma	=	150.00	kN/m2			
	sigma 1	= 84.44 kN/m2	sigma 3	=	59.98	kN/m2			
	sigma 2	= 1.31 kN/m2	sigma 4	=	143.10	kN/m2			
	Nosivost tla	143.10 / 150.00		=	0.95	<= 1			
Gleiten	erf. Gleitsicherheit		eta g	=	1.50				
	SracunataGleitsicherheit		eta g	=	4.12				
Grundbruch	erf. Grundbruchsicherheit		eta p	=	1.80				
	SracunataGrundbruchsicherheit		eta p	=	6.01				
Ausmittigkeit			ey/by + ez/bz	=	0.164				
DIMENZ.NA SAVIJ. STUB	der Temeljna ploca an		den Anschnitten der						
	Grundkombination		My max	=	315.48	kNm			
			Mz max	=	317.74	kNm			
erf.ARMATURA	Mit Berücksichtigung	der min erf. Bewehrungsfläche							
	UK.ARMATURA DOLE	Asy/Asz	=	20.85 /	21.32	cm2			
	für Mindestmomente	Asy/Asz	=	5.67 /	5.51	cm2			
	mitwirkende Sirina	by / bz	=	1.05 /	1.05	m			

Symmetrische Verteilung der ARMATURA po Heft 240 Tafel 2.9
 für die Hälfte der Fundamentplatte

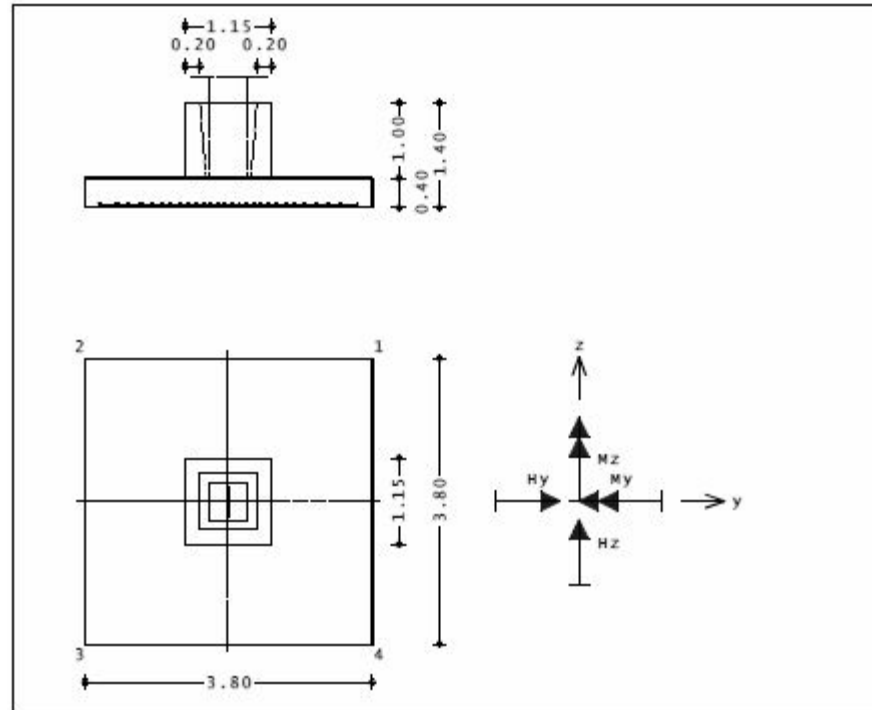
Pravac	Streifen [m]				erf.Asi [cm ²]	izabrano [cm ²]			
Y	od	0.00	bis	0.44	3.75	4 *	12	=	4.52
	od	0.44	bis	0.87	2.92	3 *	12	=	3.39
	od	0.87	bis	1.31	2.09	2 *	12	=	2.26
	od	1.31	bis	1.75	1.67	2 *	12	=	2.26
Z	od	0.00	bis	0.44	3.84	4 *	12	=	4.52
	od	0.44	bis	0.87	2.98	3 *	12	=	3.39
	od	0.87	bis	1.31	2.13	2 *	12	=	2.26
	od	1.31	bis	1.75	1.71	2 *	12	=	2.26

Dim.case *ZELJEZO S 500*
 Vert.sila $Z_{vy}/Z_{vz} = 267.06 / 348.04$ kN
 Hor.sila $Z_h = 500.92$ kN
 erf.ARMATURA Vertikal $As_y/As_z = 6.14 / 8.00$ cm²
 min $As_v(\text{Summe}) = 38.50$ cm²
 Horizontal $A_{sh} = 11.52$ cm²
 min $A_{sh} = 16.00$ cm²

Köcherbewehrung Stanbügel 2-schnittig je Wand
 in Y-Pravac $As_{v_y} = 4 * 12$ (9.05 cm²)
 in Z-Pravac $As_{v_z} = 5 * 12$ (11.31 cm²)
 Ringbg.2-schn. je Wand $A_{sh} = 8 * 8$ (8.04 cm²)

Pos. ITT-4 TEMELJNA STOPA

Sistem



Fundamentplatte	DUZINA	b_y	=	3.80	m
	Sirina	b_z	=	3.80	m
	DEBLJINA	d_f	=	0.40	m
Casica	Glatka Oplata				
	DUBINA	K_t	=	1.00	m
	VISINA	K_h	=	1.00	m
	Sirina case	K_{cy}/K_{cz}	=	1.15 / 1.15	m
	Deblj.zida	K_{dy}/K_{dz}	=	0.20 / 0.20	m
	Stub	c_y / c_z	=	0.50 / 0.50	m
Boden	Nasip Quadrat 1	A_h	=	1.20	m
	Nasip Quadrat 2	A_h	=	1.20	m
	Nasip Quadrat 3	A_h	=	1.20	m
	Nasip Quadrat 4	A_h	=	1.20	m
	Tezina	γ	=	18.00	kN/m ³
	Reibungswinkel für Gleiten		=	25.00	Grad
	Reibungswinkel für Grundbruch		=	25.00	Grad
	KOHEZIJA	c	=	5.00	kN/m ²

Opterećenje

Uticaaj	1	stalni Uticaaj						
		POD.SILA aus STUB	Nst	=	529.00	kN		
		Momenti	My/Mz	=	323.00 / 342.00	kNm		
		Horizontalkräfte	Hy/Hz	=	58.00 / 58.00	kN		
		Jed.podj.	p	=	5.00	kN/m2		
Uticaaj	2	stalni Uticaaj						
		Sopst.tez. der Temeljna ploca	gf	=	144.40	kN		
		Sopst.tez. des Casa	gk	=	19.00	kN		
		Sopst.tez. des TLO	gb	=	288.10	kN		

Dimenzioniranje

		Beton	C 30/37	ZELJEZO	S 500			
Zast.sloj betona		Fundamentplat.in y-Pravac	dy	=	4.0	cm		
		in z-Pravac	dz	=	5.0	cm		
		Casica in y-Pravac	dky	=	4.0	cm		
		in z-Pravac	dkz	=	4.0	cm		
Nosivost tla	doz	Nosivost tla	sigma	=	150.00	kN/m2		
	sigma 1	=	92.74 kN/m2	sigma 3	=	53.07 kN/m2		
	sigma 2	=	0.19 kN/m2	sigma 4	=	145.62 kN/m2		
	Nosivost tla	145.62 / 150.00	=	0.97	<=	1		
Gleiten	erf. Gleitsicherheit	eta g	=	1.50				
	SracunataGleitsicherheit	eta g	=	5.95				
Grundbruch	erf. Grundbruchsicherheit	eta p	=	1.80				
	SracunataGrundbruchsicherheit	eta p	=	6.29				
Ausmittigkeit		ey/by + ez/bz	=	0.166				
DIMENZ.NA SAVIJ.	der Temeljna ploca an den Anschnitten der STUB							
	Grundkombination	My max	=	387.01	kNm			
		Mz max	=	485.43	kNm			
erf.ARMATURA	Mit Berücksichtigung der min erf. Bewehrungsfläche							
	UK.ARMATURA DOLE	Asy/Asz	=	32.10 / 26.21	cm2			
	für Mindestmomente	Asy/Asz	=	6.16 / 6.02	cm2			
	mitwirkende Sirina	by / bz	=	1.14 / 1.14	m			
Symmetrische	Verteilung der ARMATURA po Heft 240 Tafel 2.9							
	für die Hälfte der Fundamentplatte							

Pravac Streifen		erf.Asi		izabrano	
[m]		[cm2]		[cm2]	
Y	od 0.00 bis 0.47	0.47	5.78	6 * 12	= 6.79
	od 0.47 bis 0.95	0.95	4.49	4 * 12	= 4.52
	od 0.95 bis 1.42	1.42	3.21	3 * 12	= 3.39
	od 1.42 bis 1.90	1.90	2.57	3 * 12	= 3.39
Z	od 0.00 bis 0.47	0.47	4.72	5 * 12	= 5.65
	od 0.47 bis 0.95	0.95	3.67	4 * 12	= 4.52
	od 0.95 bis 1.42	1.42	2.62	3 * 12	= 3.39
	od 1.42 bis 1.90	1.90	2.10	2 * 12	= 2.26

Dim.case ZELJEZO S 500

Vert.sila Zvy/Zvz = 380.75 / 359.31 kN

Hor.sila Zh = 534.23 kN

erf.ARMATURA Vertikal Asv/Asz = 8.76 / 8.26 cm2
 min Asv(Summe) = 38.50 cm2
 Horizontal Ash = 12.29 cm2
 min Ash = 16.00 cm2

Köcherbewehrung

Standbügel 2-schnittig je Wand

in Y-Pravac Asv_y = 5 * 12 (11.31 cm2)

in Z-Pravac Asv_z = 5 * 12 (11.31 cm2)

Ringbg.2-schn. je Wand Ash = 8 * 8 (8.04 cm2)

AB. VERTIKALNI SERKLAŽI C 25/30, XC2, DIM 25x25 cm, poz VS

AB. SERKLAŽE GRAĐEVINE IZVESTI OD BETONA C 25/30, XC2, U SPOJEVIMA
ZIDOVA DEBLJINE 25 cm TE ARMIRATI SA:

4Φ14 mm -GLAVNA ARMATURA B500B

Φ8/20 cm -VILICE B500B

AB. HORIZONTALNI SERKLAŽI C 25/30, XC2, DIM 25x20 cm, poz HS

AB. HORIZONTALNI SERKLAŽE GRAĐEVINE IZVESTI OD BETONA C 25/30, XC2, NAD
SVIM ZABATNIM ZIDOVIMA DEBLJINE 25 cm TE ARMIRATI SA:

4Φ12 mm -GLAVNA ARMATURA B500B

Φ8/20 cm -VILICE B500B

AB. NADVOJ, C25/30, XC2, B500B, GREDA, 25x25 cm, l=2,50 m, POZ N1

OPTEREĆENJE:

- OD ZIDA 1,00 m * 4,00 kN 4,00 kN/m

- OD STROPA $3,40 \text{ kN/m}^2 * 2,50 \text{ m/2}$ 4,25 kN/m

$g_k=8,24 \text{ kN/m}$

$q_k=5,00 \text{ kN/m}$

opterećenje od grede je uzeto automatski iz softwara

AB. NADVOJ, C25/30, XC2, B500B, GREDA, 25x20 cm, l=1,40 m, POZ N2

OPTEREĆENJE:

- OD ZIDA 1,00 m * 4,00 kN 4,00 kN/m

- OD STROPA $3,40 \text{ kN/m}^2 * 2,50 \text{ m/2}$ 4,25 kN/m

$g_k=8,24 \text{ kN/m}$

$q_k=5,00 \text{ kN/m}$

opterećenje od grede je uzeto automatski iz softwara

AB. NADVOJ, C25/30, XC2, B500B, GREDA, 25x20 cm, l=1,10 m, POZ N3

OPTEREĆENJE:

- OD ZIDA 1,00 m * 4,00 kN 4,00 kN/m

- OD STROPA $3,40 \text{ kN/m}^2 * 2,50 \text{ m/2}$ 4,25 kN/m

$g_k=8,24 \text{ kN/m}$

$q_k=5,00 \text{ kN/m}$

opterećenje od grede je uzeto automatski iz softwara

AB. NADVOJ, C25/30, XC2, B500B, GREDA, 12x20 cm, l=1,30 m, POZ N4

OPTEREĆENJE:

- OD ZIDA 1,00 m * 2,50 kN 2,50 kN/m

$g_k=2,50 \text{ kN/m}$

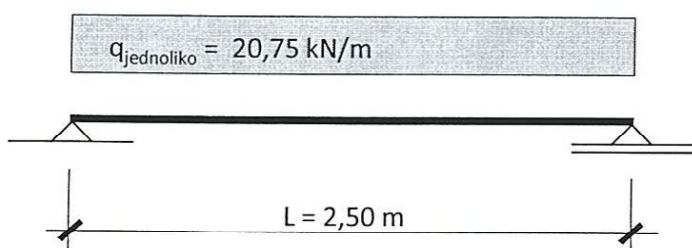
opterećenje od grede je uzeto automatski iz softwara

POZ	N1	AB GREDA - Nadvoj 25/25 cm
-----	----	----------------------------

a) Građevni proizvodi	Beton C 25/30	Armatura B500 B
Karakteristične čvrstoće	$f_{ck} = 25,0 \text{ MPa}$	$f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$
Koeficijenti sigurnosti	$\gamma_c = 1,50$	$\gamma_s = 1,15$

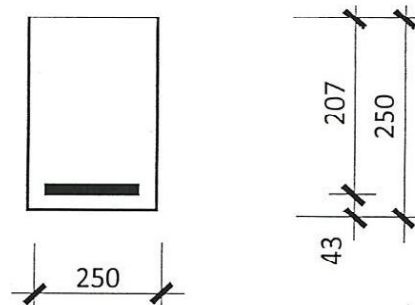
b) Izmjere

Poprečni presjek:



Skice nisu u mjerilu!

Raspon $L = 2,50 \text{ m}$



b =	250 mm	širina pop. presjeka
h =	250 mm	visina pop. presjeka
c =	25 mm	zaštitni sloj armature

c) Analiza djelovanja

Koeficijenti sigurnosti	$\gamma_G = 1,35$	za stalna djelovanja
	$\gamma_Q = 1,50$	za promjenjiva djelovanja

		Stalno	Uporabno	Računsko	
Vlastita težina	$\rho_c = 25,0 \text{ kN/m}^3$	1,56	-	2,11	kN/m ¹
Jednoliko (bez vlastite težine)		8,25	5,00	18,64	kN/m ¹

d) Statički utjecaji i dimenzioniranje KGS

1. Savijanje bez uzdužne sile

Mjesto, x [m]

Moment, M_{Ed} [kNm]

Koeficijenti $\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b_c \cdot d^2 \cdot f_{cd}} =$

	Polje	Ležaj	lim
Mjesto, x [m]	1,25	0,00	-
Moment, M_{Ed} [kNm]	16,2	-2,4	-
Koeficijenti	0,091	0,014	0,252
	ζ	0,941	0,985
	ξ	0,142	0,043
Deformacije	ϵ_c	-3,31 ‰	-0,89 ‰
	ϵ_s	20,00 ‰	20,00 ‰

POZ	N1	AB GREDA - Nadvoj 25/25 cm
-----	----	----------------------------

Potrebna uzdužna armatura

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} =$$

Polje

Ležaj

192

68

mm²

vlačna

2. Posmik

Računska poprečna sila $V_{Ed} = 25,9 \text{ kN} \leq V_{Rd,c}$ $\rho_1 = 0,0121$

Otpornost bez posmične arm. $V_{Rd,c} = 38,4 \text{ kN}$ $v = 0,54$

Provjera gnječenja betona $V_{Rd,max} = 144,5 \text{ kN}$ $\Theta = 21,8^\circ$

Posmična armatura Potrebna - ležaj $A_{sw} / s_w = 200 \text{ mm}^2/\text{m}$

Izabrana - ležaj $\emptyset 8/155 \text{ mm (649 mm}^2/\text{m)}$

Minimalna $(A_{sw} / s_w)_{min} = 200 \text{ mm}^2/\text{m}$

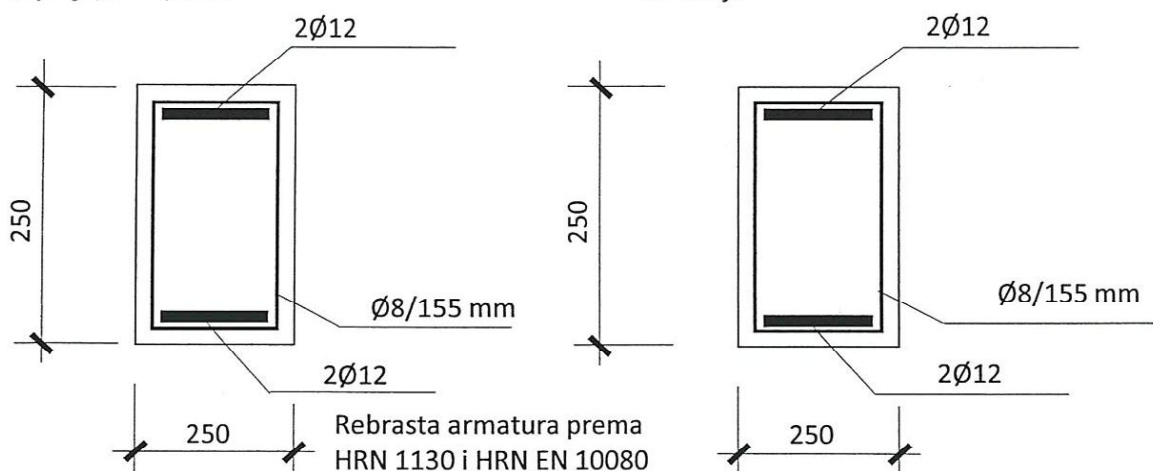
Izabrana - polje $\emptyset 8/155 \text{ mm (649 mm}^2/\text{m) - 0 mm od osi ležaja}$

Dodatna sila u uzdužnoj arm. $\Delta F_{td} = 32,4 \text{ kN}$ $\Delta A_{st} = 75 \text{ mm}^2$

e) Shema izabrane armature

U polju, $x = 1,25 \text{ m}$

Na ležaju

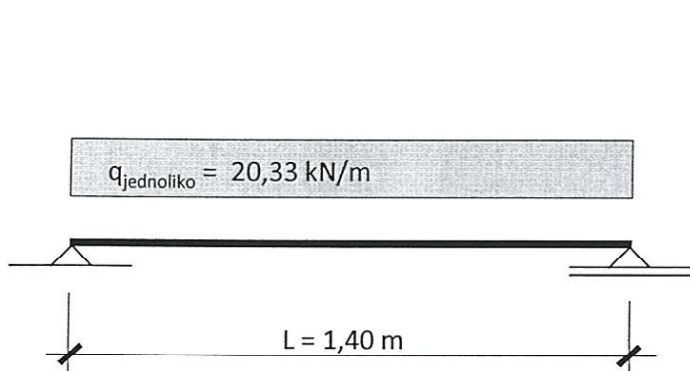


Skica nije u mjerilu!

POZ	N2	AB GREDA - Nadvoj 25/20 cm
-----	----	----------------------------

a) Građevni proizvodi	Beton C 25/30	Armatura B500 B
Karakteristične čvrstoće	$f_{ck} = 25,0 \text{ MPa}$	$f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$
Koeficijenti sigurnosti	$\gamma_c = 1,50$	$\gamma_s = 1,15$

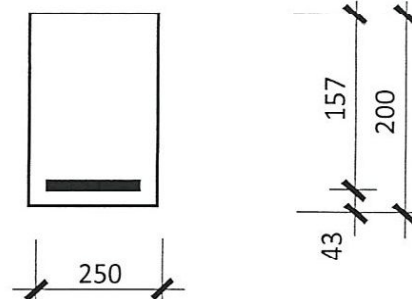
b) Izmjere



Skice nisu u mjerilu!

Raspon $L = 1,40 \text{ m}$

Poprečni presjek:



b =	250 mm	širina pop. presjeka
h =	200 mm	visina pop. presjeka
c =	25 mm	zaštitni sloj armature

c) Analiza djelovanja

Koeficijenti sigurnosti	$\gamma_G = 1,35$	za stalna djelovanja
	$\gamma_Q = 1,50$	za promjenjiva djelovanja

		Stalno	Uporabno	Računsko	
Vlastita težina	$\rho_c = 25,0 \text{ kN/m}^3$	1,25	-	1,69	kN/m^1
Jednoliko (bez vlastite težine)		8,25	5,00	18,64	kN/m^1

d) Statički utjecaji i dimenzioniranje KGS

1. Savijanje bez uzdužne sile

Mjesto, x [m]

Moment, M_{Ed} [kNm]

Koeficijenti $\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b_c \cdot d^2 \cdot f_{cd}} =$

	Polje	Ležaj	lim
Mjesto, x [m]	0,70	0,00	-
Moment, M_{Ed} [kNm]	5,0	-0,7	-
Koeficijenti	0,048	0,007	0,252
ζ	0,967	0,989	0,813
ξ	0,089	0,031	0,450
Deformacije	ϵ_c	-1,96 ‰	-0,63 ‰
	ϵ_s	20,00 ‰	4,28 ‰

POZ	N2	AB GREDA - Nadvoj 25/20 cm
-----	----	----------------------------

Potrebna uzdužna armatura

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} =$$

Polje

Ležaj

76

52

mm²

vlačna

2. Posmik

Računska poprečna sila $V_{Ed} = 14,2 \text{ kN} \leq V_{Rd,c}$ $\rho_1 = 0,0160$

Otpornost bez posmične arm. $V_{Rd,c} = 32,2 \text{ kN}$ $v = 0,54$

Provjera gnječenja betona $V_{Rd,max} = 109,6 \text{ kN}$ $\Theta = 21,8^\circ$

Posmična armatura Potrebna - ležaj $A_{sw} / s_w = 200 \text{ mm}^2/\text{m}$

Izabrana - ležaj $\emptyset 8/115 \text{ mm (874 mm}^2/\text{m)}$

Minimalna $(A_{sw} / s_w)_{min} = 200 \text{ mm}^2/\text{m}$

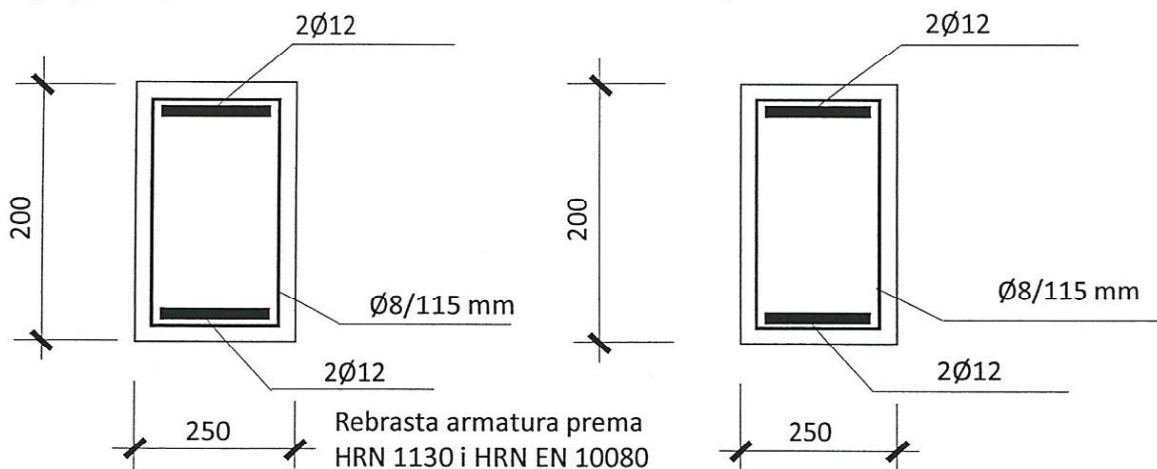
Izabrana - polje $\emptyset 8/115 \text{ mm (874 mm}^2/\text{m) - 0 mm od osi ležaja}$

Dodatna sila u uzdužnoj arm. $\Delta F_{td} = 17,8 \text{ kN}$ $\Delta A_{st} = 41 \text{ mm}^2$

e) Shema izabrane armature

U polju, $x = 0,70 \text{ m}$

Na ležaju

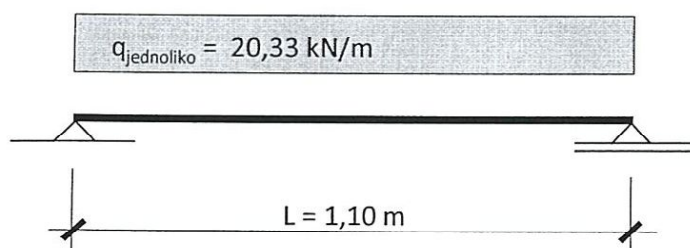


Skica nije u mjerilu!

POZ	N3	AB GREDA - Nadvoj 25/20 cm
-----	----	----------------------------

a) Građevni proizvodi	Beton C 25/30	Armatura B500 B
Karakteristične čvrstoće	$f_{ck} = 25,0 \text{ MPa}$	$f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$
Koeficijenti sigurnosti	$\gamma_c = 1,50$	$\gamma_s = 1,15$

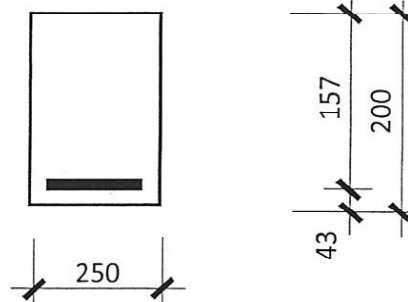
b) Izmjere



Skice nisu u mjerilu!

Raspon $L = 1,10 \text{ m}$

Poprečni presjek:



b =	250 mm	širina pop. presjeka
h =	200 mm	visina pop. presjeka
c =	25 mm	zaštitni sloj armature

c) Analiza djelovanja

Koeficijenti sigurnosti	$\gamma_G = 1,35$	za stalna djelovanja
	$\gamma_Q = 1,50$	za promjenjiva djelovanja

		Stalno	Uporabno	Računsko
Vlastita težina	$\rho_c = 25,0 \text{ kN/m}^3$	1,25	-	1,69 kN/m ¹
Jednoliko (bez vlastite težine)		8,25	5,00	18,64 kN/m ¹

d) Statički utjecaji i dimenzioniranje KGS

1. Savijanje bez uzdužne sile

		Polje	Ležaj	lim
Mjesto, x [m]		0,55	0,00	-
Moment, M_{Ed} [kNm]		3,1	-0,5	-
Koeficijenti	$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b_c \cdot d^2 \cdot f_{cd}} =$	0,030	0,004	0,252
	ζ	0,976	0,992	0,813
	ξ	0,066	0,024	0,450
Deformacije	ϵ_c	-1,42 ‰	-0,49 ‰	-3,50 ‰
	ϵ_s	20,00 ‰	20,00 ‰	4,28 ‰

POZ	N3	AB GREDA - Nadvoj 25/20 cm
-----	----	----------------------------

Potrebna uzdužna armatura

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \begin{matrix} \text{Polje} & \text{Ležaj} \\ 52 & 52 \end{matrix} \quad \begin{matrix} \text{mm}^2 & \text{vlačna} \end{matrix}$$

2. Posmik

Računska poprečna sila $V_{Fd} = 11,2 \text{ kN} \leq V_{Rd,c}$ $\rho_1 = 0,0160$

Otpornost bez posmične arm. $V_{Rd,c} = 32,2 \text{ kN}$ $v = 0,54$

Provjera gnječenja betona $V_{Rd,max} = 109,6 \text{ kN}$ $\Theta = 21,8^\circ$

Posmična armatura Potrebna - ležaj $A_{sw} / s_w = 200 \text{ mm}^2/\text{m}$

Izabrana - ležaj $\emptyset 8/115 \text{ mm} (874 \text{ mm}^2/\text{m})$

Minimalna $(A_{sw} / s_w)_{min} = 200 \text{ mm}^2/\text{m}$

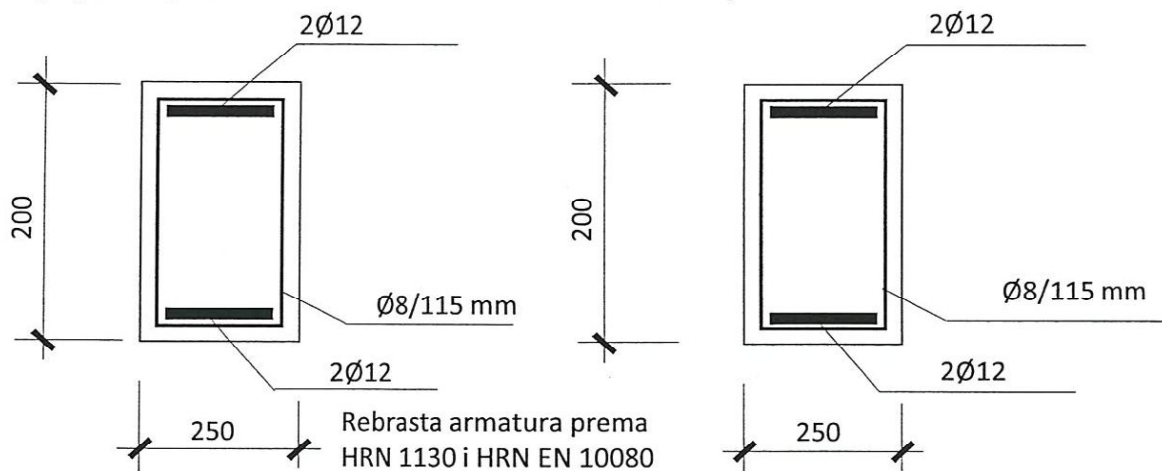
Izabrana - polje $\emptyset 8/115 \text{ mm} (874 \text{ mm}^2/\text{m}) - 0 \text{ mm od osi ležaja}$

Dodatna sila u uzdužnoj arm. $\Delta F_{td} = 14,0 \text{ kN}$ $\Delta A_{st} = 32 \text{ mm}^2$

e) Shema izabrane armature

U polju, $x = 0,55 \text{ m}$

Na ležaju



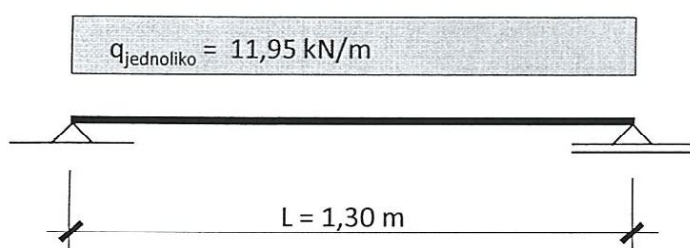
Skica nije u mjerilu!

POZ	N4	AB GREDA - Nadvoj 12/20 cm
-----	----	----------------------------

a) Građevni proizvodi	Beton C 25/30	Armatura B500 B
Karakteristične čvrstoće	$f_{ck} = 25,0 \text{ MPa}$	$f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$
Koeficijenti sigurnosti	$\gamma_c = 1,50$	$\gamma_s = 1,15$

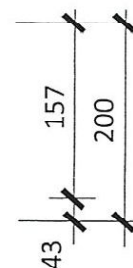
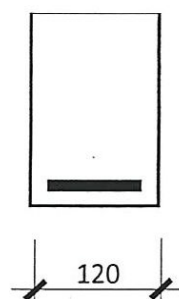
b) Izmjere

Poprečni presjek:



Skice nisu u mjerilu!

Raspon $L = 1,30 \text{ m}$



$b = 120 \text{ mm}$	širina pop. presjeka
$h = 200 \text{ mm}$	visina pop. presjeka
$c = 25 \text{ mm}$	zaštitni sloj armature

c) Analiza djelovanja

Koeficijenti sigurnosti	$\gamma_G = 1,35$	za stalna djelovanja
	$\gamma_Q = 1,50$	za promjenjiva djelovanja

		Stalno	Uporabno	Računsko	
Vlastita težina	$\rho_c = 25,0 \text{ kN/m}^3$	0,60	-	0,81	kN/m^1
Jednoliko (bez vlastite težine)		8,25	0,00	11,14	kN/m^1

d) Statički utjecaji i dimenzioniranje KGS

1. Savijanje bez uzdužne sile

Mjesto, $x \text{ [m]}$

Moment, $M_{Ed} \text{ [kNm]}$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b_c \cdot d^2 \cdot f_{cd}} =$$

Koeficijenti

ζ

ξ

Deformacije

ε_c

ε_s

Polje

Ležaj

lim

0,65

0,00

-

2,5

-0,4

-

0,051

0,008

0,252

0,965

0,989

0,813

0,093

0,031

0,450

-2,04 ‰

-0,65 ‰

-3,50 ‰

20,00 ‰

20,00 ‰

4,28 ‰

POZ	N4	AB GREDA - Nadvoj 12/20 cm
-----	----	----------------------------

Potrebna uzdužna armatura

$$A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} =$$

39	25	mm ²	vlačna
----	----	-----------------	--------

Polje

Ležaj

2. Posmik

Računska poprečna sila $V_{Ed} = 7,8 \text{ kN} \leq V_{Rd,c}$ $\rho_1 = 0,0200$

Otpornost bez posmične arm. $V_{Rd,c} = 16,6 \text{ kN}$ $v = 0,54$

Provjera gnječenja betona $V_{Rd,max} = 52,6 \text{ kN}$ $\Theta = 21,8^\circ$

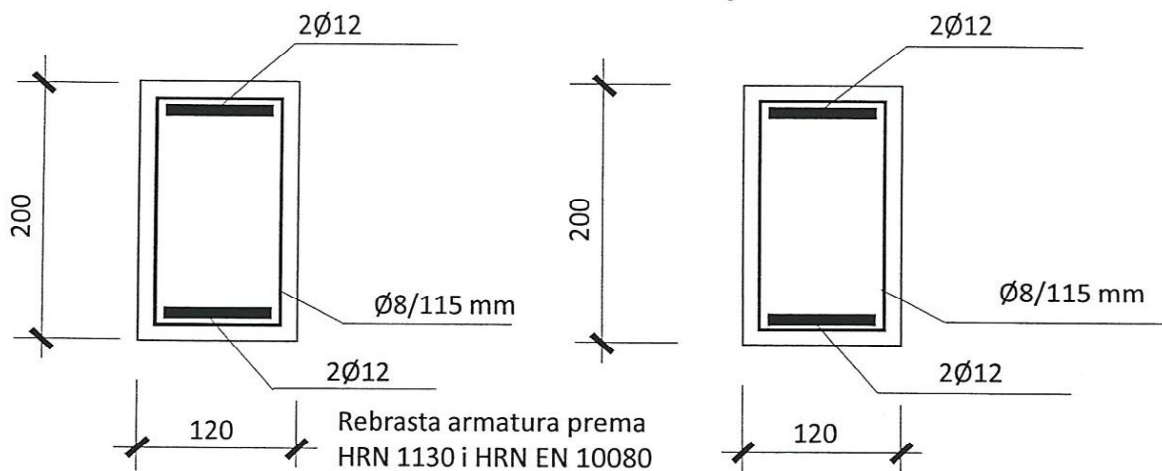
Posmična armatura Potrebna - ležaj $A_{sw} / s_w = 96 \text{ mm}^2/\text{m}$
 Izabrana - ležaj $\emptyset 8/115 \text{ mm}$ ($874 \text{ mm}^2/\text{m}$)
 Minimalna $(A_{sw} / s_w)_{min} = 96 \text{ mm}^2/\text{m}$
 Izabrana - polje $\emptyset 8/115 \text{ mm}$ ($874 \text{ mm}^2/\text{m}$) - 0 mm od osi ležaja

Dodatna sila u uzdužnoj arm. $\Delta F_{td} = 9,7 \text{ kN}$ $\Delta A_{st} = 22 \text{ mm}^2$

e) Shema izabrane armature

U polju, $x = 0,65 \text{ m}$

Na ležaju



Skica nije u mjerilu!

PRORAČUN MEHANIČKE OTPORNOSTI ZIDA [HRN ENV 1996]

a) Građevni proizvodi:

Zidna jedinica	šuplji blokovi od pečene gline		
tlačna čvrstoća	$f_{ck,sr} = 10 \text{ MPa}$	skupina:	2b
gustoća	790 kg/m^3		
Mort	M 5	mort opće namjene	
tlačna čvrstoća	$f_m = 5 \text{ MPa}$		
Uzdužne sljubnice:	nema		
Kontrola izvedbe:		B	
Kontrola proizvodnje:		II. razred	
Koeficijent sigurnosti za materijal:		$\gamma_M = 2,5$	

b) Izmjere zida:

Debljina	$t = 250$	mm	jednostruki zid
Visina	$h = 2950$	mm	Duljina: $\geq 990 \text{ mm}$

c) Projektna otpornost zida na vertikalna djelovanja:

Konstanta	$K = 0,50$	
Faktor oblika	$\delta = 1,10$	
Tlačna čvrstoća zidnih blokova:	$f_b = 1,1 \cdot \delta \cdot f_{ck,sr} = 12,10$	MPa
Karakteristična tlačna čvrstoća:	$f_k = K \cdot f_b^{0,65} \cdot f_m^{0,25} = 3,78$	MPa
Efektivna debljina	$t_{ef} = t = 250$	mm
Koeficijent efektivne visine	$\rho_n = 1,00$	
Efektivna visina	$h_{ef} = \rho_n \cdot h = 2950$	mm
Vitkost: (ograničenje u seizmičkim područjima)	$\lambda = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} = 11,8$	≤ 15
Moment na vrhu/dnu zida	$M_{id} = 2,3$	kNm
Tlačna sila na vrhu/dnu zida	$N_{id} = 145,0$	kN/m
Moment na srednjoj 1/5 zida	$M_{md} = 0,3$	kNm
Tlačna sila na srednjoj 1/5 zida	$N_{md} = 150,0$	kN/m
Ekscentričnost od vodoravnog djelovanja	$e_h = 15$	mm
Slučajna ekscentričnost	$e_a = \frac{h_{ef}}{450} = 7$	mm

Ekscentričnost:
$$e_i = \max \left\{ \frac{M_{id}}{N_{id}} + e_{hi} + e_a \right\} = 38,0 \quad \text{mm}$$

$$e_{mk} = e_m = \max \left\{ \frac{M_{md}}{N_{md}} + e_{hm} \pm e_a \right\} = 24,0 \quad \text{mm}$$

Koeficijent smanjenja nosivosti:
$$\Phi_{i,m} = 1 - 2 \cdot \frac{e_{i,m}}{t} = 0,69$$

Projektna vertikalna nosivost zida:
$$N_{Rd} = \frac{f_k \cdot t \cdot \Phi_{i,m}}{\gamma_M} = 260,8 \quad \text{kN/m}$$

Projektna vertikalna sila:
$$N_{Sd} = 149,9 \quad \text{kN/m}$$

Provjera nosivosti zida:
$$\frac{N_{Rd}}{N_{Sd}} = 1,73 > 1$$

d) Projektna otpornost zida na posmična djelovanja:

Početna čvrstoća:
$$f_{vk0} = 0,15 \quad \text{MPa}$$

Granična vrijednost početne čvrstoće:
$$f_{vk} = 1,20 \quad \text{MPa}$$

Projektno tlačno naprezanje:
$$\sigma_d = 0,60 \quad \text{MPa}$$

Ukupna širina traka morta:
$$g = 250 \quad \text{mm}$$

Karakteristična posmična čvrstoća: Neispunjene uspravne sljubnice

$$f_{vk} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,5 \cdot f_{vk0} + 0,4 \cdot \sigma_d \\ \max \left\{ \begin{array}{l} 0,045 \cdot f_b \\ f_{vk0} \end{array} \right\} \\ 0,7 \cdot f_{vk} \end{array} \right\} = 0,31 \quad \text{MPa}$$

Projektna posmična sila:
$$V_{Sd} = 21,2 \quad \text{kN/m}$$

Provjera nosivosti:
$$\frac{V_{Rd}}{V_{Sd}} = \frac{f_{vk} \cdot t}{V_{Sd} \cdot \gamma_M} = 1,46 > 1$$

e) Projektna otpornost zida na savijanje:

Projektni momenti savijanja:

oko vodoravne osi $M_{Sd1} = 0,5$ kNm/m

oko uspravne osi $M_{Sd2} = 1,5$ kNm/m

Upijanje vode zidne jedinice: $> 12 \%$

Karakteristične čvrstoće pri savijanju $f_{xk1} = 0,15$ MPa

$f_{xk2} = 0,45$ MPa

Omjer čvrstoća

$$\mu = \frac{f_{xk1}}{f_{xk2}} = 0,33$$

Projektno tlačno stalno djelovanje:

$$\sigma_d = 0,0 \leq 0,2 \cdot f_d = 0,30 \text{ MPa}$$

Momenti otpornosti na savijanje:

$$\text{oko vodoravne osi} \quad M_{Rd1} = \frac{(f_{xk1} + \sigma_d)}{\gamma_M} \cdot \frac{t^2}{6} = 0,6 \quad \text{kNm/m} \quad \text{zadovoljava}$$

$$\text{oko uspravne osi} \quad M_{Rd2} = \frac{f_{xk2}}{\gamma_M} \cdot \frac{t^2}{6} = 1,9 \quad \text{kNm/m} \quad \text{zadovoljava}$$

1. Građevni proizvodi

a) Beton

Razred čvrstoće		C25/30	
Čvrstoća, f_{ck}		25	[MPa]
Vlačna čvrstoća betona	$f_{ctm} = 0,3 \cdot f_{ck}^{2/3} =$	2,6	[MPa]
Modul elastičnosti	$E_{cm} = 22 \cdot \left(\frac{f_{ck} + 8}{10} \right)^{0,3} =$	31,5	[GPa]
Prostorna težina		25,0	[kN/m ³]
Koeficijent sigurnosti za beton, γ_c		1,5	

b) Armatura

Vrsta		B500 B	rebrasta
Granica razvlačenja, f_{yk}		500	[MPa]
Modul elastičnosti, E_s		200	[GPa]
Koeficijent sigurnosti za armaturu, γ_s		1,15	

c) Opečna ispuna

Prostorna težina		7,0	[kN/m ³]
------------------	--	-----	----------------------

d) Cement

Razred		N	
Utjecaj vrste cementa	$\alpha =$	0	
	$\alpha_{ds1} =$	4	
	$\alpha_{ds2} =$	0,12	

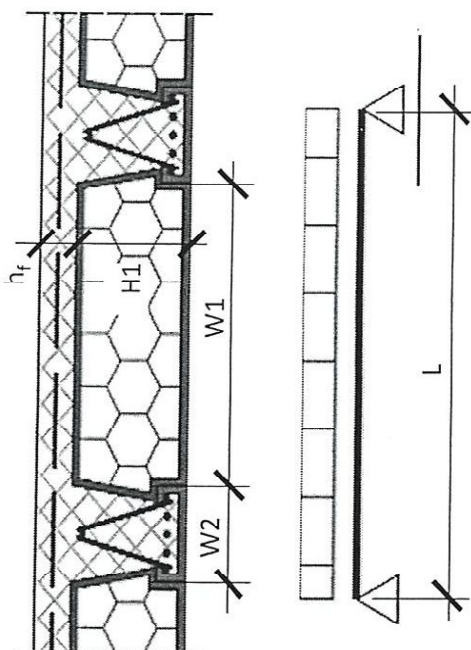
e) Uvjeti izvedbe i korištenja

Relativna vlažnost zraka okoliša	HR =	50	[%]
Vrijeme nanošenja opterećenja	$t_{0,T} =$	28	[dana]
	$t_0 = t_{0,T} \cdot \left(\frac{9}{2 + t_{0,T}^{1,2}} + 1 \right)^\alpha \geq 0,5 =$	28	[dana]
Vrijeme kada počinje sušenje betona	$t_s =$	5	[dana]
Vrijeme promatranja deformacija	70 god	$t =$	25550 [dana]

2. Izmjere

a) Poprečni presjek - zajedničke osobine svih pozicija

Stropni uložak	Visina, H1	160	[mm]
	Širina, W1	380	[mm]
Rešetkaste gredice	Visina, H2	125	[mm]
	Promjer gornjeg pojasa, Ø1	7,0	[mm]
	Promjer donjeg pojasa, Ø2	5,0	[mm]
	Promjer donjeg pojasa, Ø3	7,0	[mm]
	Korak dijagonala, Ps	120	[mm]
Gredice	Širina, W2	120	[mm]
Tlačna ploča	Debljina (≥ 50 mm), hf	40	[mm]
Zaštitni sloj armature, c		30	[mm]
Statička visina poprečnog presjeka, d		172	[mm]

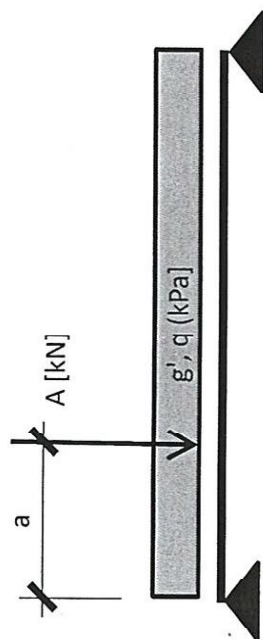


b) Izmjere ovisne o poziciji

POZ	L0 m	i kom	bw mm	beff mm	h0 mm	y _{NA(I)} mm	S(I) mm ³	I(I) mm ⁴	W(I) mm ³	y _{NA(II)} mm	S(II) mm ³	I(II) mm ⁴
POZ 101	3,75	3	340	740	90,6	96	5,2E+04	3,9E+08	5,1E+06	72	6,8E+04	2,5E+08
			0	0	0,0	0	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0	0,0E+00	0,0E+00
			0	0	0,0	0	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0	0,0E+00	0,0E+00
			0	0	0,0	0	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0	0,0E+00	0,0E+00
			0	0	0,0	0	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0	0,0E+00	0,0E+00
			0	0	0,0	0	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0	0,0E+00	0,0E+00
			0	0	0,0	0	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0	0,0E+00	0,0E+00
			0	0	0,0	0	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0	0,0E+00	0,0E+00
			0	0	0,0	0	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0	0,0E+00	0,0E+00
			0	0	0,0	0	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0	0,0E+00	0,0E+00
			0	0	0,0	0	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0	0,0E+00	0,0E+00

L0 = svijetli raspon i = količina gredica u hrptu/rebru
 I = neraspucani betona II = raspucani beton

3. Analiza djelovanja i statički utjecaji



a) Koeficijenti sigurnosti za djelovanja

Stalna djelovanja, yG

Promjenjiva djelovanja, γQ

b) Koeficient kombinacije

GSU - nazovistalna, ψ_2

c) Kombinacije

KGS:

$$\gamma_G \cdot G + \gamma_Q \cdot Q$$

GSM (nazovistalna):

$$G + \psi_2 \cdot Q$$
[illegible]

4. Proračun

a1) KGS - Savijanje

POZ	μEd	$\epsilon s1$ ‰	$\epsilon c2$ ‰	$\xi \leq \xi_{lim}$	ζ	$As1, req$ mm^2	$\emptyset_{dod}$ mm	n_{dod} kom	$As1, prov$ mm^2	As, min mm^2	As, max mm^2
POZ 101	0,046	20,0	-1,9	0,086	0,968	233	8	3	683	77	964
	0,000	20,0	0,0	0,000	1,000	0			0	0	0
	0,000	20,0	0,0	0,000	1,000	0			0	0	0
	0,000	20,0	0,0	0,000	1,000	0			0	0	0
	0,000	20,0	0,0	0,000	1,000	0			0	0	0
	0,000	20,0	0,0	0,000	1,000	0			0	0	0
	0,000	20,0	0,0	0,000	1,000	0			0	0	0
	0,000	20,0	0,0	0,000	1,000	0			0	0	0
	0,000	20,0	0,0	0,000	1,000	0			0	0	0
	0,000	20,0	0,0	0,000	1,000	0			0	0	0
lim	0,251	4,3	-3,5	0,448	0,814	0			0	0	0

req = potrebna armatura prov = izabrana armatura

a2) KGS - Posmik

POZ	VEd, KGS kNm	ρl	$VRdc$ kN	VRd kN	$Asw / s [mm^2/m]$	
					Req	Prov
POZ 101	17,2	0,012	43,2	177,2	0	981
	0,0	0,000	0,0	0,0	0	0
	0,0	0,000	0,0	0,0	0	0
	0,0	0,000	0,0	0,0	0	0
	0,0	0,000	0,0	0,0	0	0
	0,0	0,000	0,0	0,0	0	0
	0,0	0,000	0,0	0,0	0	0
	0,0	0,000	0,0	0,0	0	0
	0,0	0,000	0,0	0,0	0	0
	0,0	0,000	0,0	0,0	0	0
	0,0	0,000	0,0	0,0	0	0
	0,0	0,000	0,0	0,0	0	0
	0,0	0,000	0,0	0,0	0	0
	0,0	0,000	0,0	0,0	0	0
	0,0	0,000	0,0	0,0	0	0

Min. posmična armatura može se izostaviti ako je omogućena poprečna raspodjela opterećenja [EN 1992-1-1:2004 6.2.1. (4)].

koja mora biti na svjetlom razmaku $st < 10 \times h = 10 \times (H1+hf)$.

PODNE PLOČE

1. PODNA PLOČA U SKLADIŠTU

Podna ploča u skladištu biti će izvedena od asfalta

2. PODNA PLOČA U PAKIRNICI, POZ 101

Podna ploča u pakirnici biti će izvedena od armiranog betona, debljine 15 cm, beton C25/30, XC2, armirana armaturon Q-335 (B500B) u sredini.

3. PODNA PLOČA ISPOD PROSTORA ZA RADNIKE I ALATNICE, POZ 102

Podna ploča ispod prostora za radnike i alatnice ujedno će biti izvedena i kao temeljan ab ploča koja nosi zidove i strop. Ploča će biti izvedena od betona C25/30, XC2, armirana armaturon Q-335 (B500B) u sredini, debljina ploče 30 cm.

OPTEREĆENJE:

- OD ZIDA $2,95 \text{ m} * 4,00 \text{ kN}$	11,80 kN/m
- OD STROPA $3,40 \text{ kN/m}^2 * 2,50 \text{ m/2}$	4,25 kN/m
	<u>gk=16,05 kN/m</u>
	qk=5,00 kN/m

- OD ZIDA $2,95 \text{ m} * 4,00 \text{ kN}$	11,80 kN/m
--	------------

- OD PREGRADNI ZID $2,95 \text{ m} * 2,50 \text{ kN}$	7,38 kN/m
---	-----------

- OD PLOČICE $0,02 \text{ m} * 22,00 \text{ kN/m}^3$	0,44 kN/m ²
- OD ESTRIHA $0,05 \text{ m} * 22 \text{ kN/m}^3$	1,10 kN/m ²
	<u>gk=1,54 kN/m²</u>

-KORISNO OPTEREĆENJE PODNE PLOČE	qk=3,00 kN/m ²
----------------------------------	---------------------------

opterećenje od ploče je uzeto automatski iz softwara

USVOJENA ARMATURNNA MREŽA Q-335 (B500B)

PODNA PLOČA ISPOD PROSTORIJA ZA RADNIKE (TEMELJNA PLOČA) POZ 002

Datoteka: temeljna ploča.twp
Datum proračuna: 2.3.2018

Način proračuna: 2D model (Zp, Xr, Yr)

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

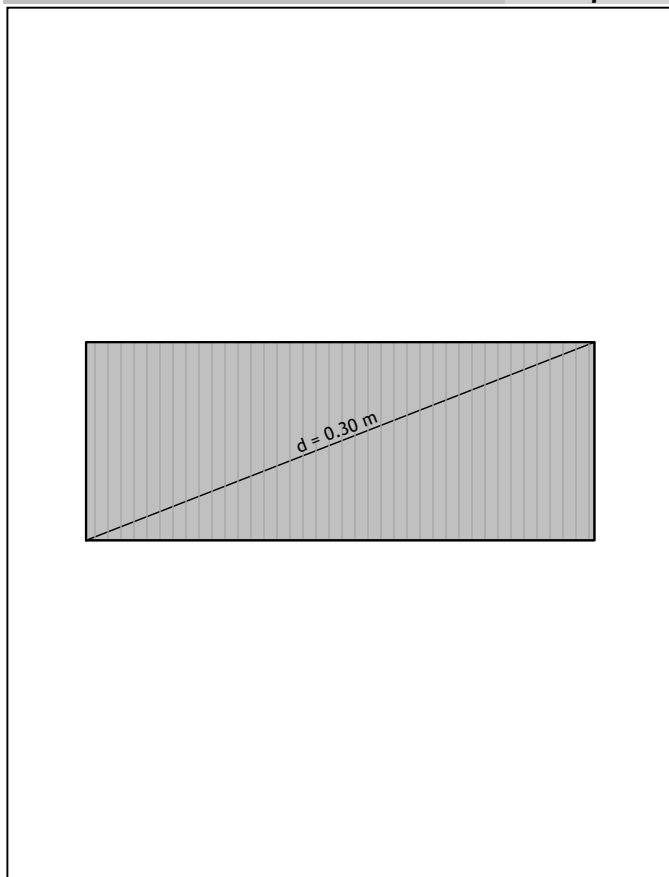
Veličina modela

Broj čvorova: 55
Broj pločastih elemenata: 40
Broj grednih elemenata: 0
Broj graničnih elemenata: 480
Broj osnovnih slučajeva opterećenja: 2
Broj kombinacija opterećenja: 6

Jedinice mjera

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

Ulazni podaci - Konstrukcija



Koordinate čvorova

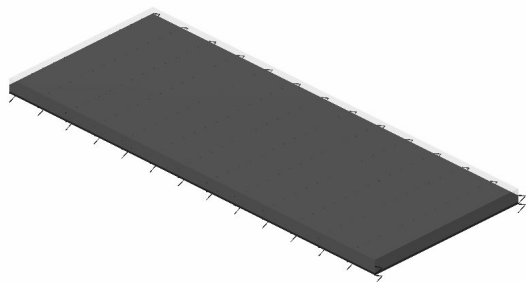
No	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.0000	1.0000	0.0000
3	1.0200	0.0000	0.0000
4	0.0000	2.0000	0.0000
5	1.0200	1.0000	0.0000
6	2.0400	0.0000	0.0000
7	0.0000	3.0000	0.0000
8	1.0200	2.0000	0.0000
9	2.0400	1.0000	0.0000
10	3.0600	0.0000	0.0000
11	0.0000	4.0000	0.0000
12	1.0200	3.0000	0.0000
13	2.0400	2.0000	0.0000
14	3.0600	1.0000	0.0000
15	4.0800	0.0000	0.0000
16	1.0200	4.0000	0.0000
17	2.0400	3.0000	0.0000
18	3.0600	2.0000	0.0000
19	4.0800	1.0000	0.0000
20	5.1000	0.0000	0.0000

21	2.0400	4.0000	0.0000
22	3.0600	3.0000	0.0000
23	4.0800	2.0000	0.0000
24	5.1000	1.0000	0.0000
25	6.1200	0.0000	0.0000
26	3.0600	4.0000	0.0000
27	4.0800	3.0000	0.0000
28	5.1000	2.0000	0.0000
29	6.1200	1.0000	0.0000
30	7.1400	0.0000	0.0000
31	4.0800	4.0000	0.0000
32	5.1000	3.0000	0.0000
33	6.1200	2.0000	0.0000
34	7.1400	1.0000	0.0000
35	8.1600	0.0000	0.0000
36	5.1000	4.0000	0.0000
37	6.1200	3.0000	0.0000
38	7.1400	2.0000	0.0000
39	8.1600	1.0000	0.0000
40	9.1800	0.0000	0.0000

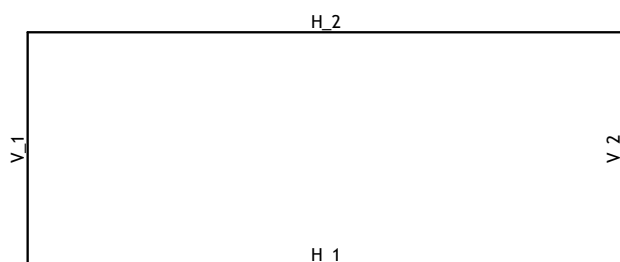
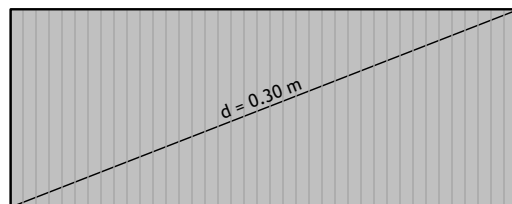
41	6.1200	4.0000	0.0000
42	7.1400	3.0000	0.0000
43	8.1600	2.0000	0.0000
44	9.1800	1.0000	0.0000
45	10.200	0.0000	0.0000
46	7.1400	4.0000	0.0000
47	8.1600	3.0000	0.0000
48	9.1800	2.0000	0.0000
49	10.200	1.0000	0.0000
50	8.1600	4.0000	0.0000
51	9.1800	3.0000	0.0000
52	10.200	2.0000	0.0000
53	9.1800	4.0000	0.0000
54	10.200	3.0000	0.0000
55	10.200	4.0000	0.0000

Tabela materijala

No	Naziv materijala	E[kN/m ²]	μ	γ[kN/m ³]	αt[1/C]	Em[kN/m ²]	μm
1	Beton C 25/30	3.150e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.150e+7	0.20



Izometrija



Dispozicija okvira



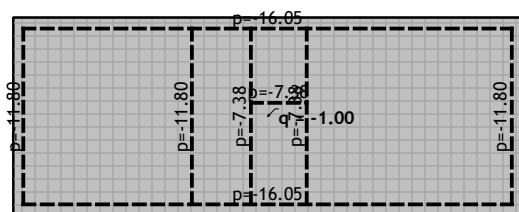
Ulazni podaci - Opterećenje

Lista slučajeva opterećenja

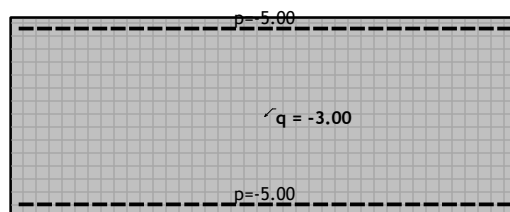
No	Naziv	pX [kN]	pY [kN]	pZ [kN]
1	stalno	0.00	0.00	-541.67
2	korisno	0.00	0.00	-220.40
3	Komb.: I	0.00	0.00	-541.67
4	Komb.: I+II	0.00	0.00	-762.07

5	Komb.: 1.35xI+1.5xII	0.00	0.00	-1061.86
6	Komb.: I+1.5xII	0.00	0.00	-872.27
7	Komb.: 1.35xI	0.00	0.00	-731.26
8	Komb.: I	0.00	0.00	-541.67

Opt. 1: stalno



Opt. 2: korisno



Modalna analiza

Napredne opcije seizmičkog proračuna:

Spriječeno osciliranje u Z pravcu

Faktori opterećenja za proračun masa

No	Naziv	Koeficijent
1	stalno	1.00
2	korisno	0.00

Raspored masa po visini objekta

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]	Masa [T]	T/m2
	0.00	5.01	2.00	55.24	1.35
Ukupno:	0.00	5.01	2.00	55.24	

Periodi osciliranja konstrukcije

No	T [s]	f [Hz]
1	0.2956	3.3832
2	0.2404	4.1592
3	0.2304	4.3405

Statički proračun

Rezne sile u pločama - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 1-8

Oznaka	LC	Mx [kNm/m]	My [kNm/m]
43	7	-11.784	-15.289
43	5	-11.027	-20.547
47	7	-10.861	-10.493
39	7	-10.800	-10.497
38	7	-10.668	-15.269
50	7	-10.366	-0.108
35	7	-10.274	-0.111
47	5	-9.817	-14.006
42	7	-9.769	-10.410
39	5	-9.756	-14.010

38	5	-9.749	-20.614
43	5	-11.027	-20.547
13	5	-7.683	-20.010
18	5	-2.706	-19.777
33	5	-3.104	-19.517
23	5	1.338	-18.883
8	5	-6.275	-18.822
48	5	-7.220	-18.807
28	5	1.555	-18.486
4	5	0.451	-18.025

Deformacija ploča L.K.S. - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 1-8

Oznaka	LC	u3 [mm]
11	5	-27.280
1	5	-27.092
16	5	-27.083
7	5	-26.993

21	5	-26.912
2	5	-26.899
3	5	-26.893
4	5	-26.843

26	5	-26.777
12	5	-26.776

Deformacija ploča GLO - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 1-8

Oznaka	LC	Zp [mm]
11	5	-27.280
1	5	-27.092
16	5	-27.083
7	5	-26.993

21	5	-26.912
2	5	-26.899
3	5	-26.893
4	5	-26.843

26	5	-26.777
12	5	-26.776

Utjecaji u površinskim ležajevima - Ekstremne vrijednosti - Opterećenje: 1-8

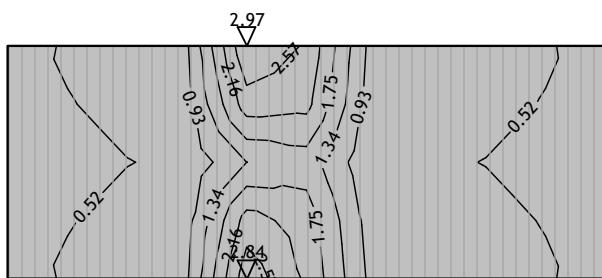
Oznaka	LC	σ_{tla} [kN/m ²]	s.tla [mm]
11	5	27.280	-27.280
1	5	27.092	-27.092
16	5	27.083	-27.083
7	5	26.993	-26.993
21	5	26.912	-26.912
2	5	26.899	-26.899
3	5	26.893	-26.893
4	5	26.843	-26.843
26	5	26.777	-26.777
12	5	26.776	-26.776
11	5	27.280	-27.280
1	5	27.092	-27.092
16	5	27.083	-27.083
7	5	26.993	-26.993
21	5	26.912	-26.912
2	5	26.899	-26.899
3	5	26.893	-26.893
4	5	26.843	-26.843
26	5	26.777	-26.777
12	5	26.776	-26.776

Deformacija čvorova: max. |Zp|

Čvor	LC	Xp [mm]	Yp [mm]	Zp [mm]
11	5	0.000	0.000	-27.280
1	5	0.000	0.000	-27.092
16	5	0.000	0.000	-27.083
7	5	0.000	0.000	-26.993
21	5	0.000	0.000	-26.912

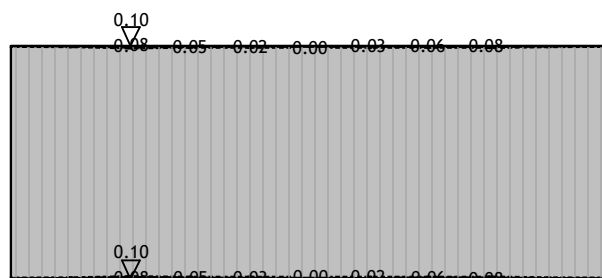
2	5	0.000	0.000	-26.899
3	5	0.000	0.000	-26.893
4	5	0.000	0.000	-26.843
26	5	0.000	0.000	-26.777
12	5	0.000	0.000	-26.776

Opt. 9: [Anv] 1-8



Utjecaji u ploči: max M_x = 2.97 / min M_x = 0.12 kNm/m

Opt. 9: [Anv] 1-8



Utjecaji u ploči: max M_y = 0.10 / min M_y = 0.00 kNm/m

Opt. 9: [Anv] 1-8

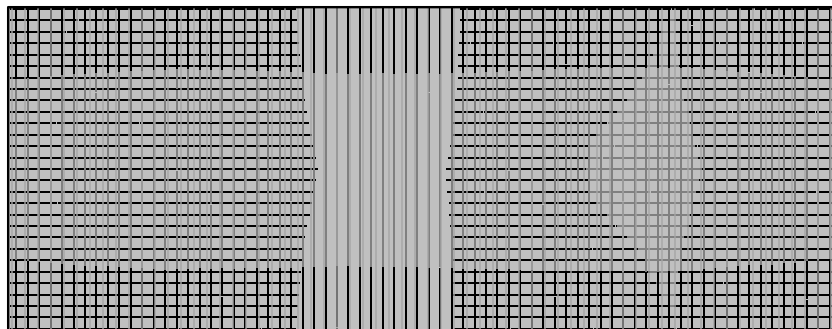


Utjecaji u pov. ležaju: max σ_{tla} = 27.28 / min σ_{tla} = 5.23 ...

Dimenzioniranje (beton)

Odabrana armatura
 EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 35, S500H, a=2.00 cm

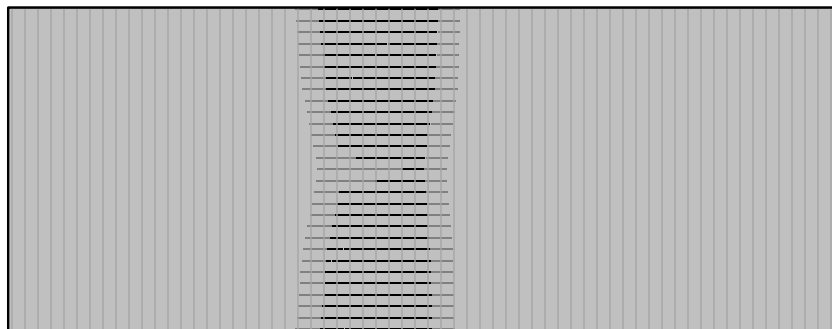
Aa - g.zona [cm ² /m]
-1.72
-0.86
0.00



Aa - g.zona

Odabrana armatura
 EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 35, S500H, a=2.00 cm

Aa - d.zona [cm ² /m]
0.00
0.13
0.25



Aa - d.zona

Statički proračuni su napravljeni uz pomoć programa Tower 7.0, vlastita težina betonskih elemenata uzeta je programski.

- ukoliko se ispitivanjem tla ustanovi manja nosivost - temelje je potrebno dopunski preračunati.
- nakon iskopa temeljnih jama obavezan pregled istih od strane stručne osobe sa upisom u gređ. dnevnik.
- tijekom izvođenja obavezan stručni nadzor.

IZRADIO:

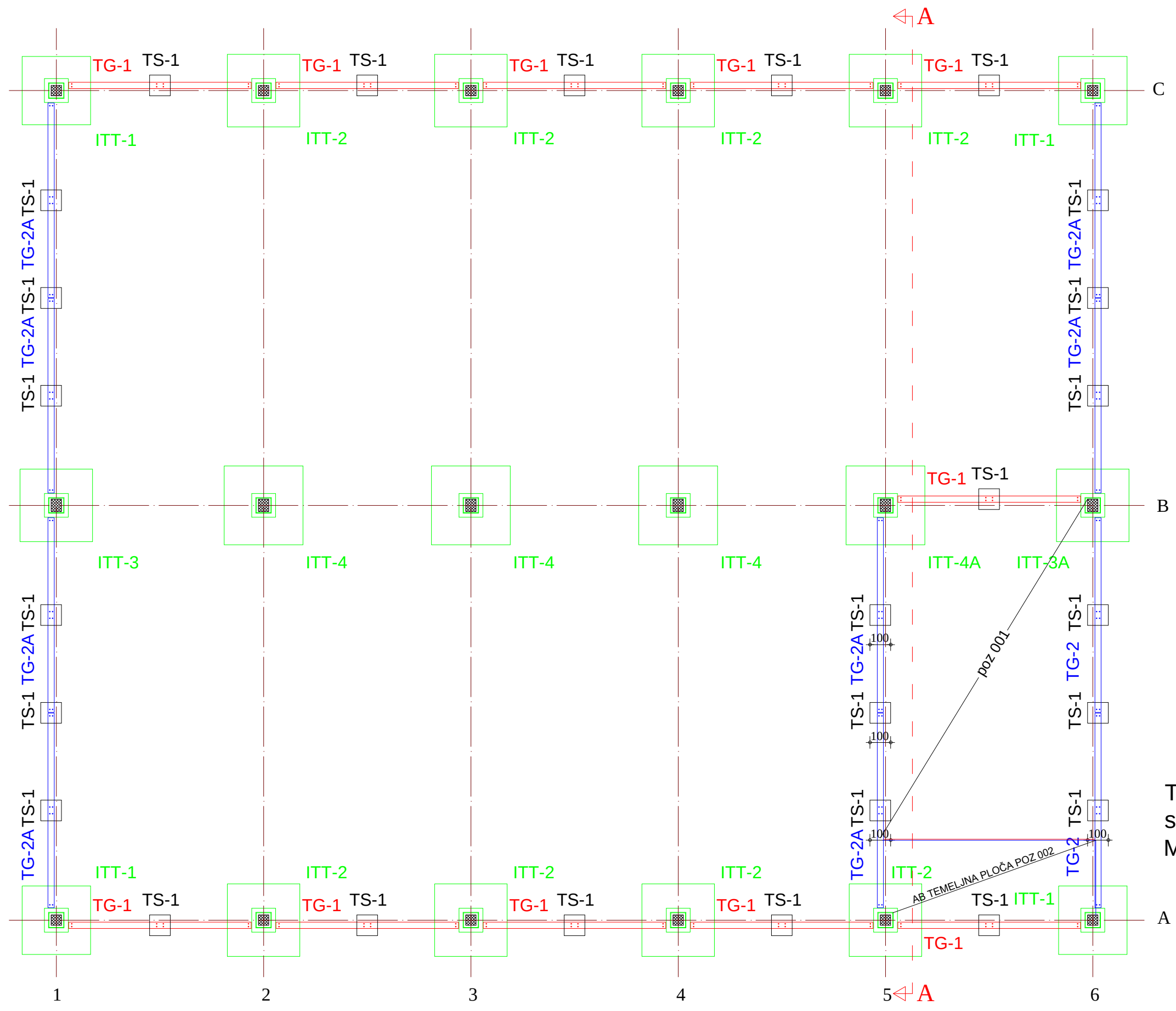
ŽUPANJA, ožujak 2018.

Građevina: Skladište peleta sa pakirnicom i prostorom za radnike ,
otvoreno skladište trupaca sa manipulativnim površinama
Vrsta projekta: Glavni projekt – Proračun mehaničke otpornosti i stabilnosti
Investitor: Šišarka d.o.o. Županja, Ulica 131. brigade 12, Županja
Mjesto građenja: Županja, Ulica 131. brigade, k.č. 2235/2, k.o. Županja

TD 602/17
ZOP 602/17

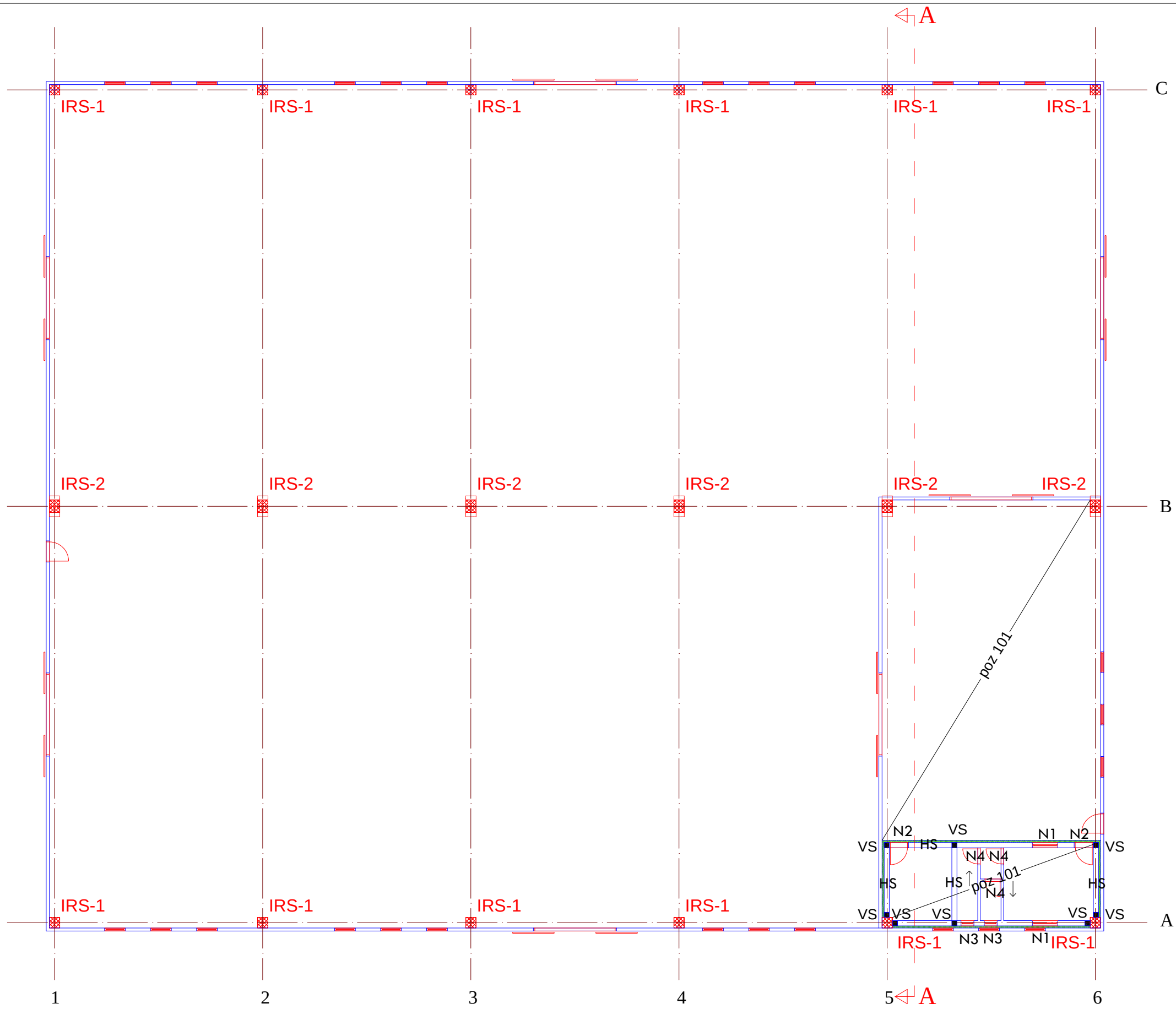
str. 202

PLANOVI POZICIJA



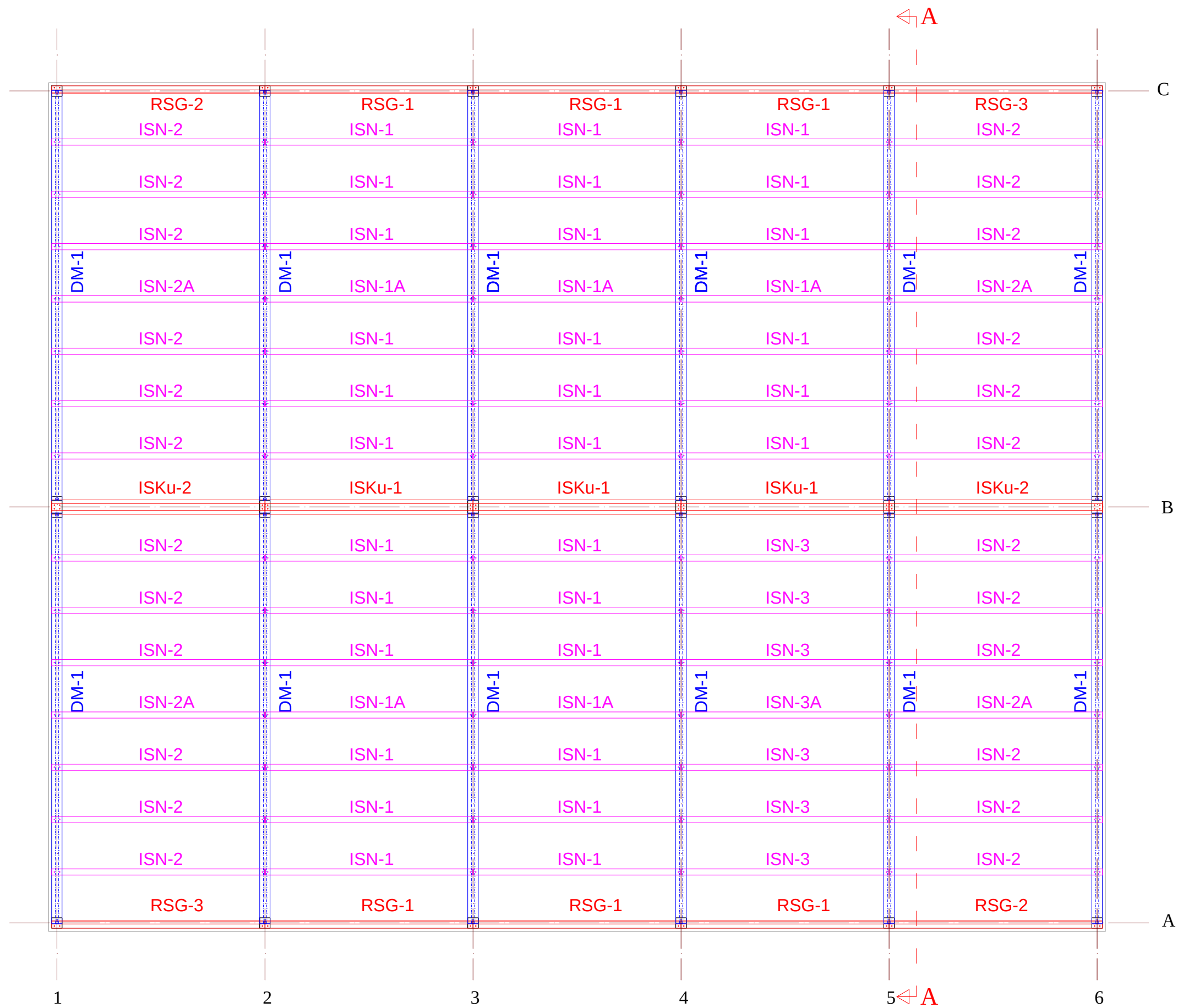
TLOCRT TEMELJA
shema pozicija
MJ 1:200

DOM NA KVADRAT d.o.o. Županja Osječka 52, Županja		Gl. projektant:	Igor Hladek dipl ing građ	Projektant:	
		Projektant:	Igor Hladek dipl ing građ		
		Investitor:	ŠIŠARKA d.o.o. Županja Ulica 131. brigade 12		
		Građevina:	Skladište peleta s pakirnicom i prostorom za radnike		
TD:	602/17	Lokacija:	Ulica 131. brigade bb, Županja, k.č. 2235/2, k.o. Županja	Redni broj:	
Z.O.P.:	602/17	Naziv projekta:	GLAVNI PROJEKT		
Br. revizije:	0	Vrsta projekta:	SHEMA POZICIJA		
Datum:	ožujak 2018	Sadržaj:	Tlocrt temelja		
Mjerilo:	1:200				1



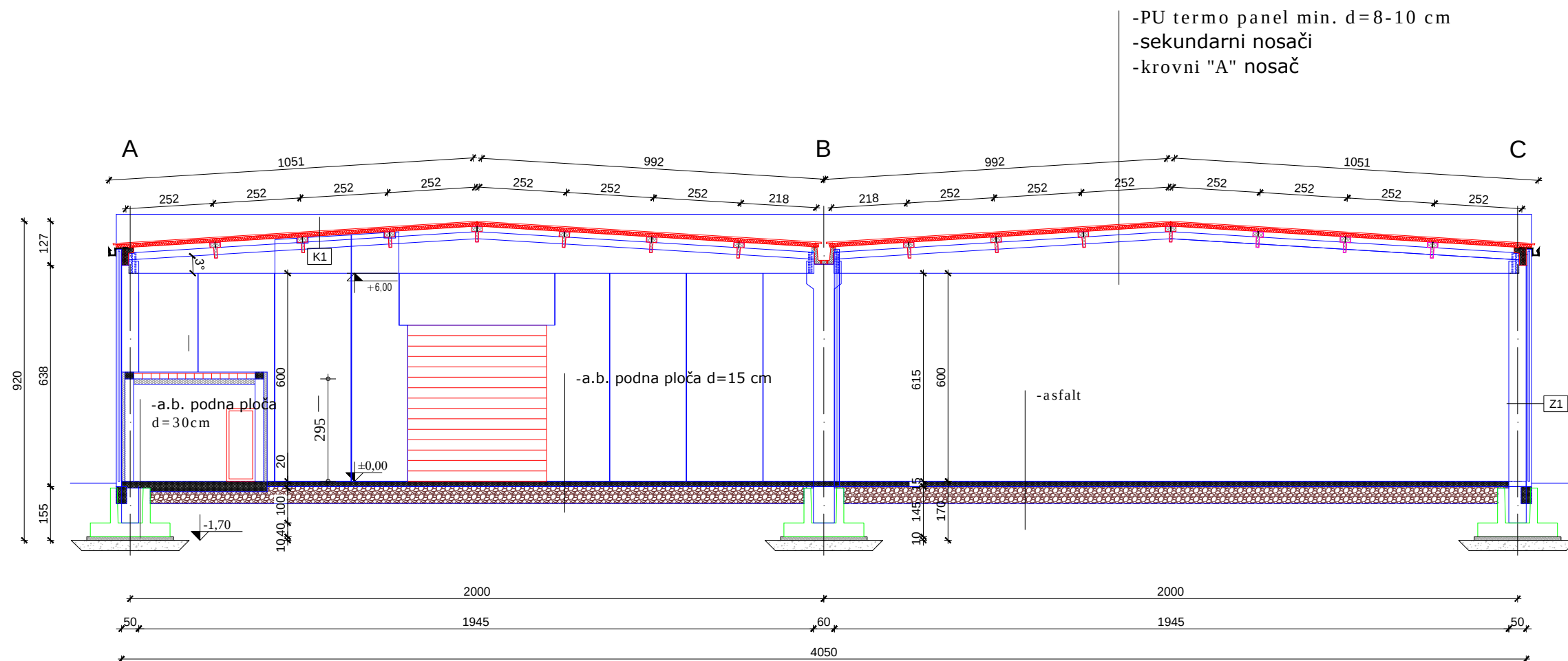
TLOCRT PRIZEMLJA
shema pozicija
MJ 1:200

DOM NA KVADRAT d.o.o. Županja Osječka 52 , Županja		Gl. projektant:	Igor Hladek dipl ing građ		Projektant:	
		Projektant:	Igor Hladek dipl ing građ			
		Investitor:	ŠIŠARKA d.o.o. Županja Ulica 131. brigade 12			
TD:	602/17	Građevina:	Skladište peleta s pakirnicom i prostorom za radnike			
Z.O.P.:	602/17	Lokacija:	Ulica 131. brigade bb, Županja, k.č. 2235/2, k.o. Županja			
Br. revizije:	0	Naziv projekta:	GLAVNI PROJEKT			
Datum:	ožujak 2018	Vrsta projekta:	SHEMA POZICIJA			
Mjerilo:	1:200	Sadržaj:	Tlocrt prizemlja		Redni broj:	2



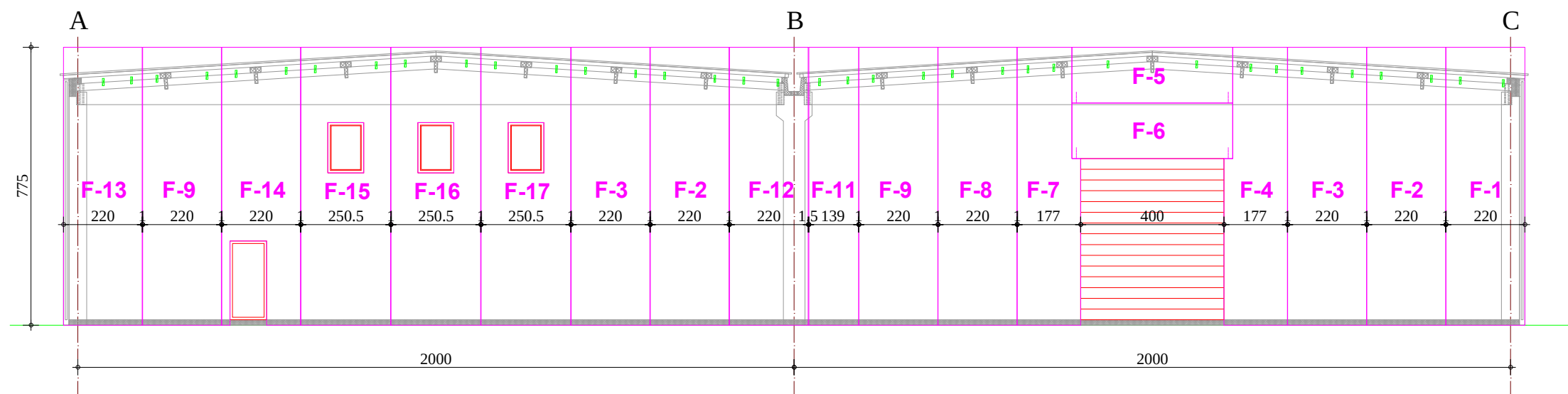
TLOCRT KROVIŠTA
shema pozicija
MJ 1:200

DOM NA KVADRAT d.o.o. Županja Osječka 52 , Županja		Gl. projektant:	Igor Hladek dipl ing građ		Projektant:	
		Projektant:	Igor Hladek dipl ing građ			
		Investitor:	ŠIŠARKA d.o.o. Županja Ulica 131. brigade 12			
TD:	602/17	Građevina:	Skladište peleta s pakirnicom i prostorom za radnike			
Z.O.P.:	602/17	Lokacija:	Ulica 131. brigade bb, Županja, k.č. 2235/2, k.o. Županja			
Br. revizije:	0	Naziv projekta:	GLAVNI PROJEKT			
Datum:	ožujak 2018	Vrsta projekta:	SHEMA POZICIJA			
Mjerilo:	1:200	Sadržaj:	Tlocrt krovišta			
					Redni broj:	3

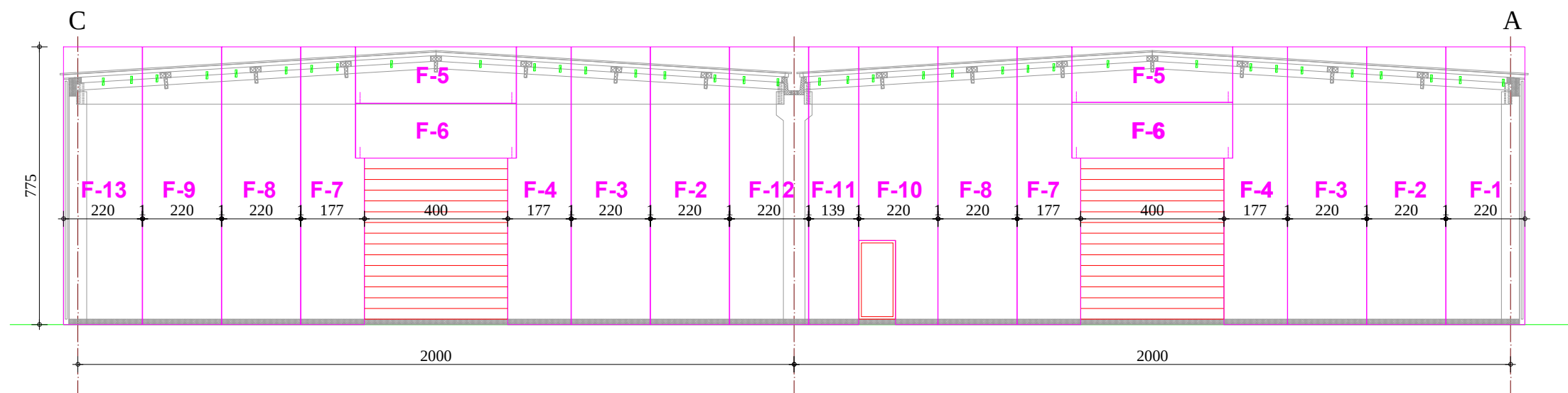


PRESJEK A-A
MJ 1:150

DOM NA KVADRAT d.o.o. Županja Osječka 52 , Županja		Gl. projektant:	Igor Hladek dipl ing građ	Projektant:	
		Projektant:	Igor Hladek dipl ing građ		
		Investitor:	ŠIŠARKA d.o.o. Županja Ulica 131. brigade 12		
TD:	602/17	Građevina:	Skladište peleta s pakirnicom i prostorom za radnike		
Z.O.P.:	602/17	Lokacija:	Ulica 131. brigade bb, Županja, k.č. 2235/2, k.o. Županja	Redni broj:	
Br. revizije:	0	Naziv projekta:	GLAVNI PROJEKT		
Datum:	ožujak 2018	Vrsta projekta:	SHEMA POZICIJA		
Mjerilo:	1:150	Sadržaj:	Presjek A-A		4



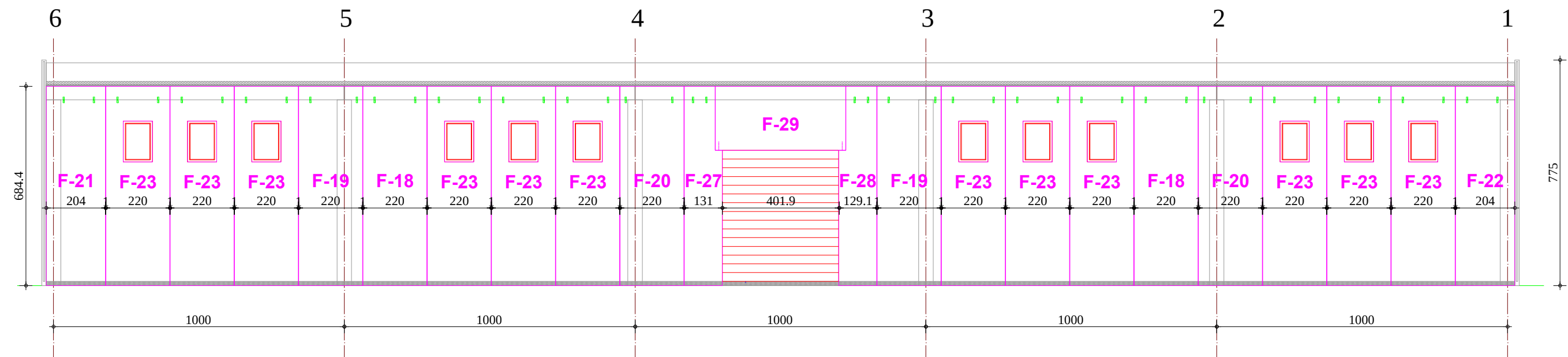
ISTOČNO PROČELJE
MJ 1:150



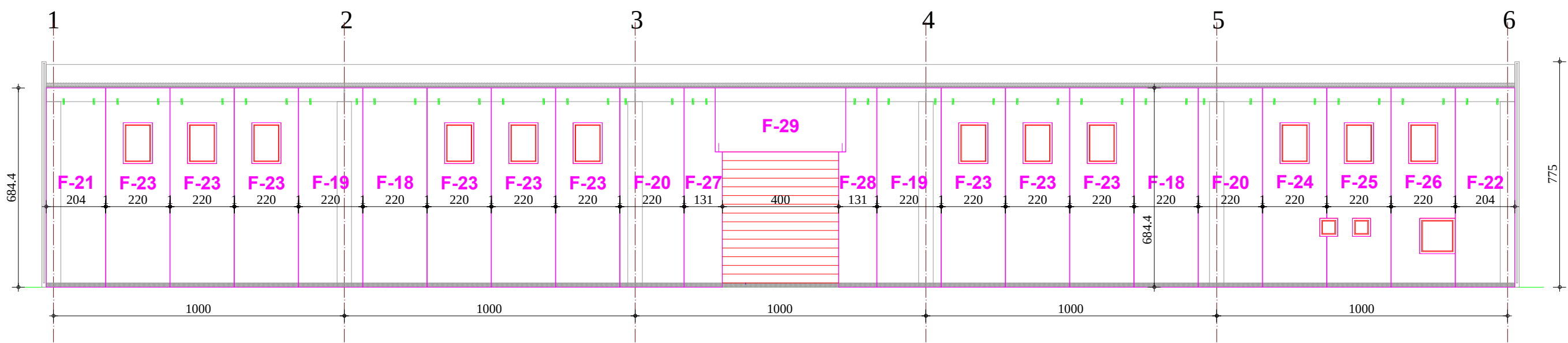
ZAPADNO PROČELJE
MJ 1:150

DOM NA KVADRAT d.o.o. Županja Osječka 52, Županja		Gl. projektant:	Igor Hladek dipl ing građ	Projektant:	
		Projektant:	Igor Hladek dipl ing građ		
		Investitor:	ŠIŠARKA d.o.o. Županja Ulica 131. brigade 12		
		Građevina:	Skladište peleta s pakirnicom i prostorom za radnike		
TD:	602/17	Lokacija:	Ulica 131. brigade bb, Županja, k.č. 2235/2, k.o. Županja	Redni broj:	
Z.O.P.:	602/17	Naziv projekta:	GLAVNI PROJEKT		
Br. revizije:	0	Vrsta projekta:	SHEMA POZICIJA		
Datum:	ožujak 2018	Sadržaj:	Pročelja		
Mjerilo:	1:150				5

SJEVERNO PROČELJE
MJ 1:150

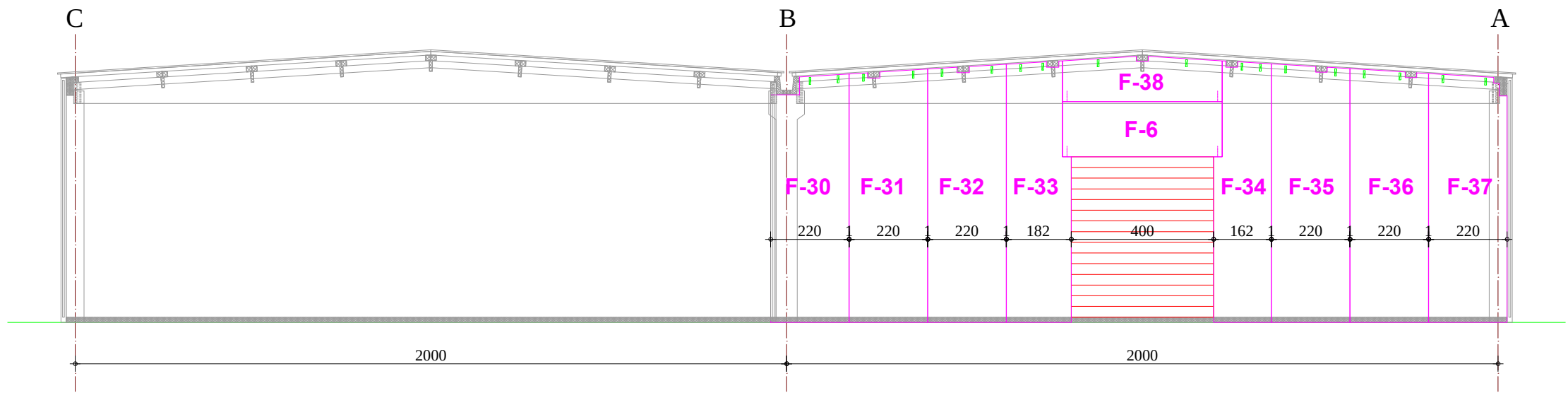


JUŽNO PROČELJE
MJ 1:150

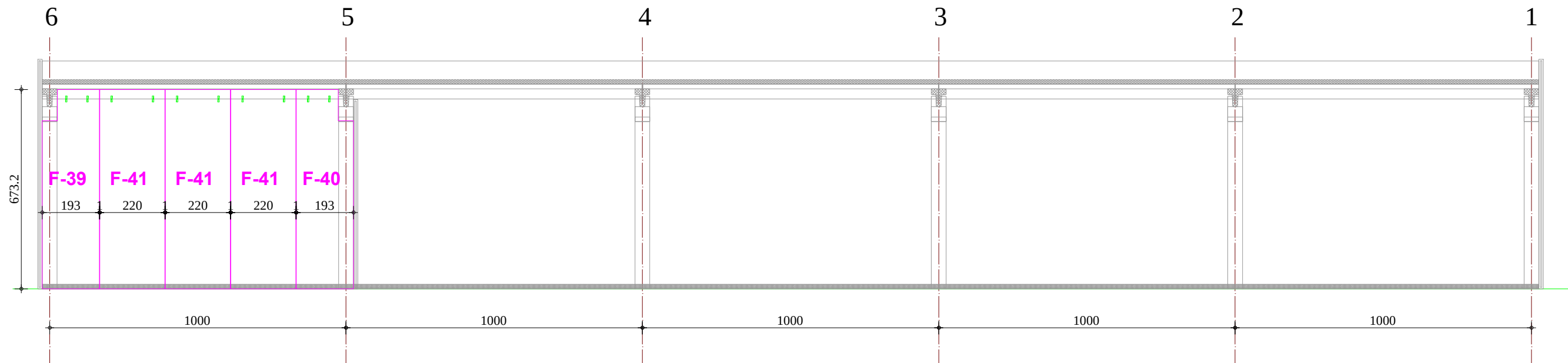


DOM NA KVADRAT d.o.o. Županja Osječka 52, Županja		Gl. projektant:	Igor Hladek dipl ing građ	Projektant:	
		Projektant:	Igor Hladek dipl ing građ		
		Investitor:	ŠIŠARKA d.o.o. Županja Ulica 131. brigade 12		
TD:	602/17	Građevina:	Skladište peleta s pakirnicom i prostorom za radnike		
Z.O.P.:	602/17	Lokacija:	Ulica 131. brigade bb, Županja, k.č. 2235/2, k.o. Županja	Redni broj:	
Br. revizije:	0	Naziv projekta:	GLAVNI PROJEKT		
Datum:	ožujak 2018	Vrsta projekta:	SHEMA POZICIJA		
Mjerilo:	1:150	Sadržaj:	Pročelja	6	

OS 5
MJ 1:150



OS B
MJ 1:150



DOM NA KVADRAT d.o.o. Županja Osječka 52, Županja		Gl. projektant:	Igor Hladek dipl ing građ	Projektant: Redni broj: 7	
		Projektant:	Igor Hladek dipl ing građ		
		Investitor:	ŠIŠARKA d.o.o. Županja Ulica 131. brigade 12		
TD:	602/17	Građevina:	Skladište peleta s pakirnicom i prostorom za radnike		
Z.O.P.:	602/17	Lokacija:	Ulica 131. brigade bb, Županja, k.č. 2235/2, k.o. Županja		
Br. revizije:	0	Naziv projekta:	GLAVNI PROJEKT		
Datum:	ožujak 2018	Vrsta projekta:	SHEMA POZICIJA		
Mjerilo:	1:150	Sadržaj:	Presjek u osi 5 i B		