



Respect-ing

PROJEKTANTSKI URED:	RESPECT-ING d.o.o. Ulica Šandora Petőfia 59, 31000 Osijek OIB: 72061576990
INVESTITOR:	DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU Ulica Kamila Firingera 1, 31000 Osijek OIB: 61338774671
NAZIV GRAĐEVINE:	GRAĐEVINA JAVNE I DRUŠTVENE NAMJENE DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU
LOKACIJA GRAĐEVINE:	na k.č.br. 925/2; k.o. Tvrdavica-Podravlje Princa Eugena Savojskog, Podravlje
ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA:	020/2024
RAZINA RAZRADE PROJEKTA:	GLAVNI PROJEKT
STRUKOVNA ODREDNICA GLAVNOG PROJEKTA:	GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE
BROJ MAPE:	MAPA 2
OZNAKA MAPE:	020-06B/2024
MJESTO I DATUM IZRADE PROJEKTA:	Osijek, lipanj 2024.

GLAVNI PROJEKTANT:

Darko Ojvan, dipl.ing.građ.
ovlašteni inženjer građevinarstva, 574

PROJEKTANT:

Zoran Kalember, dipl.ing.građ.
ovlašteni inženjer građevinarstva, 2882

**ODGOVORNA OSOBA U
PROJEKTANTSKOM UREDU:**

Darko Ojvan



Respect-ing

iban
oib

Respect-ing d.o.o.
za inženjering u graditeljstvu
HR74 25000091102184314
72061576990

a.os

Š. Petöfia 59
31000 Osijek

t
f
e
w

+385.31.368.052
+385.31.300.211
respect-ing@respect-ing.hr
www.respect-ing.hr

PROJEKTNII URED:	Respect-ing d.o.o. za inženjering u graditeljstvu Ulica Šandora Petöfia 59, 31000 Osijek OIB: 72061576990
INVESTITOR:	DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU Ulica Kamila Firingera 1, 31000 Osijek OIB: 61338774671
NAZIV GRAĐEVINE: LOKACIJA GRAĐENJA:	GRAĐEVINA JAVNE I DRUŠTVENE NAMJENE DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU na k.č.br. 925/2; k.o. Tvrđavica-Podravlje Princa Eugena Savojskog, Podravlje
RAZINA RAZRADE PROJEKTA: VRSTA PROJEKTA:	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE
BROJ PROJEKTA I MAPE:	020-06B/2024– MAPA 2

STRANICA ZA OVJERU REVIDENTA KVALIFICIRANIM ELEKTRONIČKIM POTPISOM

Ovjera glavnog projekta od strane ovlaštenog revidenta za mehaničku otpornost i stabilnost konstrukcija

OVLAŠTENI REVIDENT:

NAZIV I MJESTO GRAĐEVINE: DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU na k.č.br. 925/2; k.o. Tvrđavica-Podravlje	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE 020-06B/2024, lipanj 2024.	INVESTITOR: DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU Ulica Kamila Firingera 1, 31000 Osijek
---	---	---



POPIS SVIH PROJEKTANATA I SURADNIKA KOJI SU SUDJELOVALI U IZRADI PROJEKTA:

Emilija Krstanović, dipl.ing.građ.
Filip Glavaš, mag.ing.aedif.
Vlado Tokić, mag.ing.aedif.
Goran Čičić, dipl.ing.arh.
Andrea Čagalj Tomac, dipl.ing.arh.
Petra Olić, mag.ing.aedif.
Dalibor Čupić, dipl.ing.građ.
Zoran Kalember, dipl.ing.građ.
Dr.sc. Sanja Tokić, mag.ing.aedif.
Matko Anić, mag.ing.aedif..
Barbara Bakai, mag.ing.arch.
Marin Pirić, mag.ing.aedif.
Maja Kuna Mandić, bacc.ing.aedif.
Dinko Kurtović, ing.građ.
Krešimir Anetić, bacc.ing.aedif.
Nikola Hrnjak, el.teh.
Petra Ojvan, mag.ing.arch.
Ivan Ojvan, arh.teh.



SADRŽAJ GLAVNOG PROJEKTA POPIS MAPA

Glavni projekt sastoji se iz sljedećih mapa :

MAPA 1 020-06A/2024 Respect-ing d.o.o. Osijek	GLAVNI PROJEKT ARHITEKTONSKI PROJEKT Projektant: ovlaštena arhitektica ANDREA ČAGALJ TOMAC, dipl.ing.arh.
MAPA 2 020-06B/2024 Respect-ing d.o.o. Osijek	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE Projektant: ovlašteni inženjer građevinarstva ZORAN KALEMBER, dipl.ing.građ.
MAPA 3 020-06C/2024 Respect-ing d.o.o. Osijek	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT VODOVODA, KANALIZACIJE I HIDRANTSKE MREŽE Projektant: ovlašteni inženjer građevinarstva DARKO OJVAN, dipl.ing.građ.
MAPA 4 020-06D/2024 Respect-ing d.o.o. Osijek	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT PROMETNIH POVRŠINA I POVRŠINSKE ODVODNJE Projektant: ovlašteni inženjer građevinarstva MATKO ANIĆ, mag.ing.aedif.
MAPA 5 020-06E/2024 Respect-ing d.o.o. Osijek	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT RACIONALNE UPORABE ENERGIJE I TOPLINSKE ZAŠTITE ZGRADE Projektant: ovlašteni inženjer građevinarstva DARKO OJVAN, dipl.ing.građ.
MAPA 6 086/24 GP Vodovod - Projektni biro d.o.o. Osijek	GLAVNI PROJEKT PROJEKT STROJARSKIH INSTALACIJA Projektant: ovlašteni inženjer strojarstva IVICA PAIĆ, dipl.ing.stroj.
MAPA 7 087/24 GP Vodovod - Projektni biro d.o.o. Osijek	GLAVNI PROJEKT STROJARSKI PROJEKT DIZALA Projektant: ovlašteni inženjer strojarstva IVICA PAIĆ, dipl.ing.stroj.
MAPA 8 CE-64/24 Consilium Electra d.o.o. Tenja	GLAVNI PROJEKT ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT Projektant: ovlašteni inženjer elektrotehnike DAMIR MILJAČKI, dipl. ing. el.
MAPA 9 TD 1268-24 SPRINKLER d.o.o. Zagreb	GLAVNI PROJEKT PROJEKT STABILNOG SUSTAVA ZA GAŠENJE POŽARA PLINOM Projektant: ovlašteni inženjer strojarstva BRANIMIR SAMAC, dipl. ing. stroj.

Popis elaborata koji su prethodili izradi glavnog projekta i poslužili kao podloga za izradu glavnog projekta:

E 1 020-06G/2024 Respect-ing d.o.o. Osijek	ELABORAT ZAŠTITE NA RADU Projektant: ovlašteni inženjer građevinarstva DARKO OJVAN, dipl.ing.građ.
E 2 020-06F/2024 Respect-ing d.o.o. Osijek	ELABORAT ZAŠTITE OD POŽARA Projektant: ovlašteni inženjer građevinarstva DARKO OJVAN, dipl.ing.građ.
E 3 GI-913/23 IDT d.o.o. Osijek	GEOTEHNIČKI IZVJEŠTAJ Projektant: ovlašteni inženjer građevinarstva mr.sc. Miroslav Blanda, dipl.ing.građ.



PROJEKTNII URED:	Respect-ing d.o.o. za inženjering u graditeljstvu Ulica Šandora Petöfia 59, 31000 Osijek OIB: 72061576990
INVESTITOR:	DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU Ulica Kamila Firingera 1, 31000 Osijek OIB: 61338774671
NAZIV GRAĐEVINE: LOKACIJA GRAĐENJA:	GRAĐEVINA JAVNE I DRUŠTVENE NAMJENE DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU na k.č.br. 925/2; k.o. Tvrdavica-Podravlje Princa Eugena Savojskog, Podravlje
RAZINA RAZRADE PROJEKTA: VRSTA PROJEKTA:	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE
BROJ PROJEKTA I MAPE:	020-06B/2024– MAPA 2

SADRŽAJ

	NASLOVNA STRANICA
	STRANICA ZA OVJERU REVIDENTA KVALIFICIRANIM ELEKTRONSKIM POTPISOM
	POPIS SVIH SURADNIKA KOJI SU SUDJELOVALI U IZRADI GLAVNOG PROJEKTA
	POPIS SVIH MAPA GLAVNOG PROJEKTA
	SADRŽAJ MAPE

1. OPĆI DIO PROJEKTA

	IZJAVA PROJEKTANTA O USKLAĐENOSTI PROJEKTA S ODREDBAMA POSEBNIH ZAKONA I DRUGIH PROPISA
--	---

2. TEHNIČKI DIO PROJEKTA

	TEHNIČKI OPIS KONSTRUKCIJE
	PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE
	PODACI O GEOTEHNIČKIM ISTRAŽNIM RADOVIMA
	PROJEKTIRANI VIJEK UPORABE GRAĐEVINE I UVJETI ZA ODRŽAVANJE
	DEFINIRANJE SUSTAVA I SVOJSTAVA BETONA ZA BETONSKU KONSTRUKCIJU
	ANALIZA ZAŠTITNIH SLOJEVA ARMIRANOBETONSKIH ELEMENATA
	POŽARNA OTPORNOST KONSTRUKCIJE
	ISKAZ PROCIJENJENIH TROŠKOVA GRAĐENJA
	PRORAČUN MEHANIČKE OTPORNOSTI I STABILNOSTI

3. GRAFIČKI PRILOZI

01		Tloris temelja	1 : 100
02		Tloris prizemlja	1 : 100
03		Nivo stropne ploče prizemlja	1 : 100
04		Tloris krovne konstrukcije	1 : 100
05		Poprečni presjeci	1 : 100
06		Uzdužni presjeci	1 : 100
07		Vanjsko stubište - dispozicija	1 : 50
08		Krovna platforma - dispozicija	1 : 50

4. STRANICA ZA OVJERU PROJEKTA OD STRANE SLUŽBENIH OSOBA



PROJEKTNII URED:	Respect-ing d.o.o. za inženjering u graditeljstvu Ulica Šandora Petöfia 59, 31000 Osijek OIB: 72061576990
INVESTITOR:	DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU Ulica Kamila Firingera 1, 31000 Osijek OIB: 61338774671
NAZIV GRAĐEVINE: LOKACIJA GRAĐENJA:	GRAĐEVINA JAVNE I DRUŠTVENE NAMJENE DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU na k.č.br. 925/2; k.o. Tvrdavica-Podravlje Princa Eugena Savojskog, Podravlje
RAZINA RAZRADE PROJEKTA: VRSTA PROJEKTA:	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE
BROJ PROJEKTA I MAPE:	020-06B/2024– MAPA 2

SADRŽAJ

1.

OPĆII DIO PROJEKTA

IZJAVA PROJEKTANTA O USKLAĐENOSTI PROJEKTA S ODREDBAMA POSEBNIH ZAKONA I DRUGIH PROPISA



SUKLADNO ZAKONU O GRADNJI (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19) DAJEM

IZJAVU PROJEKTANA O USKLAĐENOSTI GLAVNOG PROJEKTA S PROSTORNIM PLANOM I DRUGIM PROPISIMA, UVJETIMA I PRAVILIMA

MAPA 2 - GLAVNI PROJEKT - GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE – 020-06B/2024

GRAĐEVINA:	GRAĐEVINA JAVNE I DRUŠTVENE NAMJENE DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU na k.č.br. 925/2; k.o. Tvrdavica-Podravlje
INVESTITOR:	DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU Ulica Kamila Firingera 1, 31000 Osijek

Ovaj projekt je usklađen sa sljedećim dokumentima prostornog uređenja:

- ❑ **Prostorni plan uređenja Grada Osijeka** "Službeni glasnik Grada Osijeka" broj 8/05., 5/09., 17A/09. - ispr., 12/10., 12/12., 20A/18., 8A/19 - pročišćeni tekst i 24/22),

ispunjava temeljne zahtjeve za građevinu, zahtjeve propisane za energetska svojstva zgrada, te sljedeće zakone i propise:

ZAKONI

Zakon o gradnji
Zakon o prostornom uređenju
Zakon o građevnim proizvodima
Zakon o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju
Zakon o zaštiti od buke
Zakon o zaštiti od požara
Zakon o zaštiti na radu
Zakon o zaštiti okoliša
Zakon o gospodarenju otpadom

NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19
NN 153/13, 65/17, 39/19, 98/19
NN 76/13, 30/14, 130/17, 39/19, 118/20
NN 78/15, 114/18, 110/19
NN 30/09, 55/13, 153/13, 41/16, 114/18, 114/21
NN 92/10, 114/22
NN 71/14, 118/14, 94/18, 96/18
NN 80/13, 78/15, 12/18, 118/18
NN 84/21

PRAVILNICI

Pravilnik o jednostavnim i drugim građevinama i radovima
Pravilnik o osiguranju pristupačnosti građevina osobama s invaliditetom i smanjene pokretljivosti
Pravilnik o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina
Pravilnik o održavanju građevina
Pravilnik o kontroli projekata

NN 112/17, 34/18, 36/19, 98/19, 31/20
NN 78/13
NN 118/19, 65/20
NN 122/14, 98/19
NN 32/14, 72/20

NORME I PROPISI

Tehnički propis za građevinske konstrukcije
Eurokod _ Osnove projektiranja konstrukcija
Eurokod 1 _ Djelovanja na konstrukciju
Eurokod 2 _ Osnove projektiranja betonskih konstrukcija
Eurokod 3 _ Osnove projektiranja čeličnih konstrukcija
Eurokod 4 _ Osnove projektiranja spregnutih konstrukcija
Eurokod 5 _ Osnove projektiranja drvenih konstrukcija
Eurokod 6 _ Osnove projektiranja zidanih konstrukcija
Eurokod 7 _ Osnove geotehničkog projektiranja
Eurokod 8 _ Osnove projektiranja potresno otpornih građevinskih konstrukcija

NN 17/17
HRN EN 1990
HRN EN 1991
HRN EN 1992
HRN EN 1993
HRN EN 1994
HRN EN 1995
HRN EN 1996
HRN EN 1997
HRN EN 1998

U Osijeku, lipanj 2024.

PROJEKTANT:
Zoran Kalember, dipl.ing.građ.

NAZIV I MJESTO GRAĐEVINE: DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU na k.č.br. 925/2; k.o. Tvrdavica-Podravlje	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE 020-06B/2024, lipanj 2024.	INVESTITOR: DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU Ulica Kamila Firingera 1, 31000 Osijek
---	---	---



PROJEKTNII URED:	Respect-ing d.o.o. za inženjering u graditeljstvu Ulica Šandora Petőfia 59, 31000 Osijek OIB: 72061576990
INVESTITOR:	DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU Ulica Kamila Firingera 1, 31000 Osijek OIB: 61338774671
NAZIV GRAĐEVINE: LOKACIJA GRAĐENJA:	GRAĐEVINA JAVNE I DRUŠTVENE NAMJENE DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU na k.č.br. 925/2; k.o. Tvrdavica-Podravlje Princa Eugena Savojskog, Podravlje
RAZINA RAZRADE PROJEKTA: VRSTA PROJEKTA:	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE
BROJ PROJEKTA I MAPE:	020-06B/2024– MAPA 2

SADRŽAJ

2.

TEHNIČKI DIO PROJEKTA

TEHNIČKI OPIS KONSTRUKCIJE
PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE
PODACI O GEOTEHNIČKIM ISTRAŽNIM RADOVIMA
PROJEKTIRANI VIJEK UPORABE GRAĐEVINE I UVJETI ZA ODRŽAVANJE
DEFINIRANJE SUSTAVA I SVOJSTAVA BETONA ZA BETONSKU KONSTRUKCIJU
ANALIZA ZAŠTITNIH SLOJEVA ARMIRANOBETONSKIH ELEMENATA
POŽARNA OTPORNOST KONSTRUKCIJE
ISKAZ PROCIJENJENIH TROŠKOVA GRAĐENJA
PRORAČUN MEHANIČKE OTPORNOSTI I STABILNOSTI

NAZIV I MJESTO GRAĐEVINE: DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU na k.č.br. 925/2; k.o. Tvrdavica-Podravlje	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE 020-06B/2024, lipanj 2024.	INVESTITOR: DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU Ulica Kamila Firingera 1, 31000 Osijek
--	--	--



Respect-ing

iban
oib

Respect-ing d.o.o.
za inženjering u graditeljstvu
HR74 25000091102184314
72061576990

a.os

Š. Petöfia 59
31000 Osijek

t
f
e
w

+385.31.368.052
+385.31.300.211
respect-ing@respect-ing.hr
www.respect-ing.hr

PROJEKTNI URED:	Respect-ing d.o.o. za inženjering u graditeljstvu Ulica Šandora Petöfia 59, 31000 Osijek OIB: 72061576990
INVESTITOR:	DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU Ulica Kamila Firingera 1, 31000 Osijek OIB: 61338774671
NAZIV GRAĐEVINE: LOKACIJA GRAĐENJA:	GRAĐEVINA JAVNE I DRUŠTVENE NAMJENE DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU na k.č.br. 925/2; k.o. Tvrdavica-Podravlje Princa Eugena Savojskog, Podravlje
RAZINA RAZRADE PROJEKTA: VRSTA PROJEKTA:	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE
BROJ PROJEKTA I MAPE:	020-06B/2024– MAPA 2

TEHNIČKI OPIS KONSTRUKCIJE

NAZIV I MJESTO GRAĐEVINE: DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU na k.č.br. 925/2; k.o. Tvrdavica-Podravlje	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE 020-06B/2024, lipanj 2024.	INVESTITOR: DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU Ulica Kamila Firingera 1, 31000 Osijek
---	---	---



➤ OPĆENITO

Na zahtjev naručitelja, izrađen je glavni građevinski projekt nosive konstrukcije za izgradnju građevine javne i društvene namjene – Državni arhiv, smještene na građevnoj čestici k.č.br. 925/2 u k.o. Tvrdavica-Podtavlje, u ulici Princa Eugena Savojskog u Podravlju.

Građevina je katnosti 2 nadzemne etaže (P+1), jednostavnog i pravilnog tlocrtnog oblika.

Prema smještaju na građevinskoj čestici građevina je slobodnostojeća, ukupne visine 11,30m.

➤ OPIS KONSTRUKCIJE

Montažna armirano betonska konstrukcija čini glavnu nosivu konstrukciju dijela zgrade i dimenzionirana je sukladno tipu i rasponima potrebnim za ovaj tip građevine.

Monolitna armirano betonska konstrukcija primjenjena je za izvedbu temeljne konstrukcije i podne ploče.

Krovnna ploha je dvostrešna, blagog nagiba do 2° sa „sлагanim“ slojevima pokrova na donjem nosivom čeličnom trapeznom limu visine 100mm i debljine $t_N=0.88\text{mm}$. Kompletu krovnu plohu obrubljuje atika visine do 50cm.

Glavnu montažnu nosivu konstrukciju čine armirano betonski stupovi, katne grede i glavni krovni nosači na koje se oslanjaju sekundarni nosači.

Međukatnu konstrukciju čine katne grede na koje se oslanjaju tvornički predgotovljene šuplje ploče, koje se armaturom u tlačnoj ploči i monolitizacijom (zalijevanje betonom C30/37) sprežu sa gredama čineći tako krutu dijafragmu u svojoj ravni.

Temeljnu konstrukciju čine temeljne stope sa čašicama u koje se usađuju montažni stupovi.

Rasponi glavnih krovnih nosača iznose 13,50m na pravilnim razmacima od 9,0m.

Glavni krovni nosači oslanjaju se na stupove i formiraju glavne okvire nosive konstrukcije, koji se međusobno povezani krovnim olučnim gredama i sekundarnim nosačima.

Prijenos opterećenja sa krovnih ploha preuzima se preko sekundarnih i krovnih nosača na stupove.

Prijenos opterećenja međukatne ploče preuzima se preko katnih greda koje se preko kratkih konzola oslanjaju i prenose utjecaje na stupove.

Sa stupova se opterećenje putem njihovog ukliještenja sa temeljnim čašicama prenosi na temeljne stope, a zatima preko posteljice na temeljno tlo.

Za vertikalnu komunikaciju projektirano je unutarnje armirano betonsko dvokrako stubište sa teretnim dizalom smještenim u armirano betonsko vozno okno.

Zidove stubišta izvoditi debljine 25cm, a voznog okna 20,0cm, sve betonom razreda čvrstoće C30/37.

Sve zidove armirati obostrano sa armaturnim mrežama Q-257, kutna armatura 4Ø14mm i obostrane „U“ vilice Ø8/20cm. Armaturne mreže B500C, šipke B500B.

Stubišnu jezgru dilatirati od nosive armirano betonske montažne konstrukcije, kako ne bi na sebe preuzimalo horizontalne seizmičke utjecaje od građevine.

Za evakuaciju ljudi sa kata, pored unutarnjeg ab stubišta, projektirano je i vanjsko čelično jednokrako stubište.

Na krovnoj konstrukciji između osi C-D/1-2 predviđena je čelična platforma za smještaj strojarke opreme koja je uzeta u obzir prilikom proračuna elemenata krovne konstrukcije na kojima se nalazi.

Ispuna između ab montažnih stupova izvodi se kao zidana, od šuplje blok opeke 25cm i visine do međukatne konstrukcije u prizemlju, odnosno do krovnih greda na katu.

Opečni zidovi ne sudjeluju u prijenosu horizontalnog i vertikalnog opterećenja, te su proračunskom modelu dani isključivo kao linijska opterećenja.

Zidanu ispunu izvoditi nakon kompletne montaže svih nosivih elemenata konstrukcije, uz dilatacijsku vezu sa svim montažnim elementima. Ispunu je potrebno ojačati izvedbom horizontalnih serklaža (u polovini visine) i vertikalnih serklaža (na krajevima i u polovini zida).

Horizontalne serklaže izvoditi dimenzija 25x30cm i armirati sa B500B 4Ø12mm i vilicama Ø8/20cm.

Vertikalne serklaže izvoditi dimenzija 25x25cm, nakon zidanja zida ispune na „zub“ i armirati sa B500B 4Ø14mm i vilicama Ø8/15cm.

Svi nosivi okviri i konstruktivni elementi su međusobno povezani tako da formiraju prostornu nosivu cjelinu koja preuzima sva horizontalna i vertikalna djelovanja na građevinu.

U sklopu statičkog proračuna provedena je prostorna statička i dinamička analiza nosivih elemenata konstrukcije. Montažni elementi su pojedinačno izdvojeni te analizirani i dimenzionirani. Proračunske sheme, slučajevi opterećenja, statički utjecaji i potrebna armatura prikazani su u izvještaju statičkog proračuna.

NAZIV I MJESTO GRAĐEVINE: DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU na k.č.br. 925/2; k.o. Tvrdavica-Podravlje	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE 020-06B/2024, lipanj 2024.	INVESTITOR: DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU Ulica Kamila Firingera 1, 31000 Osijek
--	--	--



▪ Krovna konstrukcija sastoji se od:

- Srednji krovni nosači (KN-1) T-140, raspona 13,5m, visine 100cm, adheziono prednapeti, od betona C50/60, armaturom B500B i kablovima St1670/1860, Y1860S7
- Zablatni krovni nosači (KN-2) L-50/45-130 promjenjivog presjeka, raspona 13,5m, visine 45-130cm, adheziono prednapeti, od betona C50/60, armaturom B500B i kablovima St1670/1860, Y1860S7
- Olučne grede (OG) L-50/130, raspona 9,0m, klasično armirane, od betona C40/50, armaturom B500B
- Sekundarni nosači (SN) T-45, raspona 9,0m, adheziono prednapeti, od betona C40/50, armaturom B500B i kablovima St1670/1860, Y1860S7
- Sekundarni nosači (SN) T-50, raspona 9,0m, adheziono prednapeti, od betona C40/50, armaturom B500B i kablovima St1670/1860, Y1860S7 (nosači ispod strojarske platforme, između osi C-D/1-2.

Glavni krovni nosači se postavljaju u uške stupova. Veza se ostvaruje provlačenjem i utezanjem armaturnih trnova. Na glavne nosače se oslanjaju sekundarni nosači, čija se veza ostvaruje zaljevanjem anker trnova. Zaljevanje izvršiti sitnozrnim betonom C 30/37.

▪ Stupovi:

- Stupovi (ST) 50x50cm, klasično armirani, od betona C40/50, armaturom B500B

Stupovi se usađuju u temeljne čašice, nakon čega se vrši zapunjavanje temeljnih čašica sitnozrnim betonom C30/37. Dijelovi stupa koji ulaze u čašicu, kao i unutarnja površina čašice su ohrapavljeni (orebreni, dubine do 2cm) zbog poboljšanja prijenosa utjecaja stupa na temeljnu konstrukciju tako da je na proboj temeljne stope mjerodavna dimenzija čašice a ne stupa.

▪ Međukatna konstrukcija sastoji se od:

- Srednje grede (SGT) T-90/90+10cm, raspona 6,75m, ukupne visine 100cm, adheziono prednapete, od betona C40/50, armaturom B500B i kablovima St1570/1700,
- Rubne grede (SGL) L-70/90+10cm, raspona 6,75m, ukupne visine 100cm, adheziono prednapete, od betona C40/50, armaturom B500B i kablovima St1570/1750,
- Ukrutne grede (UG) 30x70+10cm, raspona 9,0m, ukupne visine 80cm, klasično armirane, od betona C40/50,
- Ošupljene ploče (PNP-400) 125x40+10cm, raspona 9,0m, visine 40+10cm, adheziono prednapeta, od betona C50/60, kablovima Y1670C7 i Y1860S7

Katne grede se oslanjaju na kratke konzole stubova, preko gumenih podmetača. Veza se ostvaruje zaljevanjem anker trnova. Zaljevanje izvršiti sitnozrnim betonom C30/37. Prostor između montažne grede i stuba obavezno zapuniti odgovarajućom smjesom zavisno od veličine razmaka.

Ovo je obavezno izvršiti prije početka montaže šupljih ploča, te ostaviti dovoljno vremena da beton očvrstne.

Na etažne grede oslanjaju se montažne šuplje ploče, koje sa gredama sprežu u II fazi. Između šupljih ploča na osloncima se postavlja armatura Ø12mm za sprežanje sa gredama.

Sprežanje se radi armiranjem i betoniranjem spojnica/fuga i tlačne ploče debljine 10cm.

Popunjavanje bužira u stubovima izvršiti „alteksom“ ili sličnom smjesom kojom će se postići zadovoljavajuće sprežanje armature.

Armaturu izvesti prema dostavljenim nacrtima i detaljima. Betoniranje raditi sa betonom C30/37.

▪ Temeljna konstrukcija sastoji se od:

- Temeljne stope (TS-1) 350x350x65cm, monolitne, od betona C30/37, armaturom B500B
- Temeljne stope (TS-2) 350x350x65cm, monolitne, od betona C30/37, armaturom B500B
- Temeljne stope (TS-3) 300x300x65cm, monolitne, od betona C30/37, armaturom B500B
- Temeljne stope (TS-4) 250x250x65cm, monolitne, od betona C30/37, armaturom B500B
- Vezne grede (VG) T-60/130cm, raspona do 9,00m, monolitne, od betona C30/37, armaturom B500B
- Temeljne grede (TG) T-100/130cm, monolitne, od betona C30/37, armaturom B500B
- Temeljne čašice (TČ) 115x115x100cm, montažne, od betona C30/37, armaturom B500B

Građevina se plitko temelji na armirano betonskim temeljnim stopama i trakama, dubine temeljenja do -2,0m. Kako se ne bi prekoračila diferencijalna slijeganja i ujednačili naponi na kontaktno tlo, temeljne stope su predviđene iz više različitih dimenzija. Na mjestu temeljnih stopa, nakon izvedbe tamponskog sloja potrebno je izvesti sloj podložnog betona kako bi se mogla dobiti ravnomjerna podloga.

NAZIV I MJESTO GRAĐEVINE: DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU na k.č.br. 925/2; k.o. Tvrđavica-Podravlje	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE 020-06B/2024, lipanj 2024.	INVESTITOR: DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU Ulica Kamila Firingera 1, 31000 Osijek
--	--	--



Temeljne stope i trake armiraju se građevinskim čelikom B500B, u svemu prema statičkom proračunu. Temeljne trake ispod stubišne jezgre dimenzija 60x40cm konstruktivno armirati sa armaturnim šipkama B500B, $\pm 5\emptyset 12\text{mm}$ i vilicama $\emptyset 8/20\text{cm}$. Temeljnu ploču okna dizala izvesti debljine 30cm i armirati u gornjoj i donjoj zoni sa armaturnim mrežama $\pm Q-335$.

Podna ploča izvodi se kao izdignuta iznad okolnog terena za cca 60cm, na podlozi od drobljene kamene mješavine ili šljunka debljine sloja od 80cm u uvaljanom stanju, kao monolitna, debljine min 20cm.

Podnu ploču konstruktivno armirati sa armaturnim mrežama B500B, Q-385 u donjoj zoni i Q-275 u gornjoj zoni i dilatirati je u poljima od max. 9,0x6,75m.

Slobodne rubove podne ploče ojačati sa $\pm 2\emptyset 12\text{mm}$ i „U“ sponama $\emptyset 10/20\text{cm}$.

Armaturu temeljnih traka povezati s armaturom vertikalnih serklaža i armaturom podne ploče.

Za ploču je nužno definirati geomehničke uvjete oslanjanja obzirom na očekivano uporabo opterećenje od 5,0 do 10,0 kN/m². Podna ploča se može izvesti kao mikroarmirana ili klasično armirana, razdjeljenja po poljima.

Izvedbenom dokumentacijom potrebno je detaljnije razraditi i prikazati tehnologiju izvođenja podne ploče vodeći računa o uporabnom opterećenju, slijeganju te dozvoljenim širinama pukotina od max. 0,3mm.

Prije izvedbe tamponskog sloja, posteljicu (nosivo temeljno tlo) zbiti na modul stišljivosti od 20-25 MN/m², a tamponski sloj na modul od min. 75 MN/m².

➤ PRORAČUN I OPTEREĆENJA

Statičkim proračunom obuhvaćeni su svi nosivi elementi konstrukcije.

Konstrukcija je proračunata za utjecaje stalnog opterećenja s težinama prema stvarnim dimenzijama (HRN EN 1991-1-1:2012), uporabna opterećenja (HRN EN 1991-1-1:2012), promjenjiva opterećenja od utjecaja snijega (HRN EN 1991-1-3:2012/NA:2012), vjetra (HRN EN 1991-1-4:2012/NA:2012) i potresno opterećenje (EN 1998-1:2004 i HRN EN 1998-1/2011).

Unos predviđenih djelovanja na nosive elemente, proračun i dimenzioniranje provedeni su na statičkom prostornom modelu računalnim programom Tower v8.4.

Građevina se nalazi u području s ubrzanjem tla $a_{gR}/g = 0,10$ ($T_{NCR}=475g$.) i $a_{gR}/g = 0,04$ ($T_{NCR}=95g$.).

Za opterećenje temeljnog tla od osnovnog opterećenja usvojeno je $\sigma_{n}=180,0 \text{ kN/m}^2$, dok se očekivana slijeganja za početni period pretpostavljaju do 0,02m. Za osnovno opterećenje i dodatno opterećenje (seizmički utjecaji) dopušteno opterećenje tla može se uvećati za 25% i iznosi $\sigma_{n}=225,0 \text{ kN/m}^2$.

Proračun temeljne konstrukcije izveden je na Winklerovom modelu tla (elastični oslonci) s koeficijentom reakcije tla za površinski oslonac $k_R = 5.000 \text{ kN/m}^3$ i linijski oslonac $k_R = 3.000 \text{ kN/m}^3$.

Svi elementi koji nisu obuhvaćeni statičkim proračunom tretirati će se konstruktivno.

➤ ČELIČNA KONSTRUKCIJA

Krovn platforma

Za potrebe smještaja strojarne opreme, projektirana je čelična krovna platforma smještena između osi C-D/1-2. Platforma je tlocrtnih dimenzija 5800mm x 4705mm i visine 350mm – 450mm od završne obrade krova (TPO membrana).

Konstrukciju platforme čine rubne čelične grede od hladno oblikovanih kvadratnih profila 150x100x5mm i ispunom na osnov razmaku od cca 600mm od čeličnih kvadratnih cijevi 100x80x4mm.

Platforma je oslonjena na 6 stupova od čeličnih kvadratnih cijevi 150x100x5mm koji su preko čelične anker ploče =250x200x15mm i sa po 4 sidrena vijka M16 sidreni za sekundarni nosač.

Hodna obloga predviđena je od pocinčanih rešetkastih gazišta visine 25mm.

Na platformi se smještaju tri dizalice topline ukupne težine do 2000kg.

Vanjsko stubište

Za potrebe evakuacije korisnika iz zgrade, projektirano je vanjsko, jednokrako čelično stubište sa dvije tetive od toplovaljanih čeličnih profila UPN 260, stupova i podvlaka od toplovaljanih čeličnih profila HEA 140 i gazišta od pocinčanih rešetki visine 25mm.

Temeljne stope konstruktivno armirati sa $\pm 4\emptyset 12$ i vilicama $\emptyset 8/15\text{cm}$, beton C25/30, armatura B500B.



Čelično stubište i čelična podkonstrukcija platforme izvesti će se sljedećim gradivom:

- čelik: osnovni materijal, čelik S 235
klasa izvedbe konstrukcije EXC1
- vijci: klasa 8.8 – spojna sredstva nosivih elemenata
- zavari: klasa B
- AKZ: kategorija korozivne agresivnosti – C3
mehanička priprema površine - Sa2,5

➤ IZVOĐENJE I NADZOR. ODRŽAVANJE

Izvođenje objekta provesti u skladu s *Tehničkim propisom za betonske konstrukcije (NN 139/09, 14/10, 125/10, 136/12)*, *Tehničkim propisom za zidane konstrukcije (NN 01/07)*, *Tehničkim propisom za drvene konstrukcije (NN 121/07, 58/09, 125/10, 136/12)* te normama na koje isti upućuju.

Izvedene dimenzije konstrukcije moraju biti unutar najvećih dopuštenih odstupanja (vidjeti *Program kontrole i osiguranja kakvoće*) radi izbjegavanja štetnih utjecaja na: mehaničku otpornost i stabilnost, ponašanje građevine tijekom uporabe i kompatibilnost postavljanja i izvedbe konstrukcije i njezinih nekonstrukcijskih dijelova.

Dopuštena geometrijska odstupanja uskladiti s normom HRN EN 13670-1.

Održavanje građevine podrazumijeva:

- 2 godine po završetku izvedbe građevine,
- redovite preglede u maksimalnim razmacima od 10 godina,
- izvanredne preglede nakon kakvog izvanrednog događaja ili po zahtjevu inspekcije,
- izvođenje radova kojim se betonska konstrukcija zadržava ili vraća u stanje određeno projektom građevine i u skladu s propisima.

Pregled građevine mora obuhvaćati najmanje:

- vizualni pregled (položaj i veličina pukotina),
- utvrđivanje stanja zaštitnog sloja armature,
- utvrđivanje veličine progiba glavnih nosivih elemenata konstrukcije za slučaj osnovnog djelovanja.

U slučaju zamjećivanja progiba ili pukotina veličina većih od dopuštenih, što utječe na uporabljivost građevine, potrebno je napraviti projekt sanacije na osnovu kojeg se može provesti sanacija istih.

Razred nadzora: 1.

Predviđeni vijek građevine: 50 godina

➤ POSEBNI PROJEKTANTSKI ZAHTJEVI IZVEDBE

SVE KONSTRUKTIVNE ELEMENTE KOJI NISU OBUHVAĆENI GLAVNIM PROJEKTOM, IZVESTI U SKLADU S ARHITEKTONSKIM PODLOGAMA UZ POŠTIVANJE KRITERIJA MINIMALNE ARMATURE TE PREMA KONSTRUKTORSKIM PRAVILIMA I PRAVILIMA STRUKE.

U Osijeku, lipanj 2024.

PROJEKTANT:
Zoran Kalember, dipl.ing.građ.

NAZIV I MJESTO GRAĐEVINE: DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU na k.č.br. 925/2; k.o. Tvrđavica-Podravlje	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE 020-06B/2024, lipanj 2024.	INVESTITOR: DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU Ulica Kamila Firingera 1, 31000 Osijek
--	--	--



Respect-ing

iban
oib

Respect-ing d.o.o.
za inženjering u graditeljstvu
HR74 25000091102184314
72061576990

a.os

Š. Petöfia 59
31000 Osijek

t
f
e
w

+385.31.368.052
+385.31.300.211
respect-ing@respect-ing.hr
www.respect-ing.hr

PROJEKTNII URED:	Respect-ing d.o.o. za inženjering u graditeljstvu Ulica Šandora Petöfia 59, 31000 Osijek OIB: 72061576990
INVESTITOR:	DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU Ulica Kamila Firingera 1, 31000 Osijek OIB: 61338774671
NAZIV GRAĐEVINE: LOKACIJA GRAĐENJA:	GRAĐEVINA JAVNE I DRUŠTVENE NAMJENE DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU na k.č.br. 925/2; k.o. Tvrdavica-Podravlje Princa Eugena Savojskog, Podravlje
RAZINA RAZRADE PROJEKTA: VRSTA PROJEKTA:	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE
BROJ PROJEKTA I MAPE:	020-06B/2024– MAPA 2

PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE

NAZIV I MJESTO GRAĐEVINE: DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU na k.č.br. 925/2; k.o. Tvrdavica-Podravlje	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE 020-06B/2024, lipanj 2024.	INVESTITOR: DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU Ulica Kamila Firingera 1, 31000 Osijek
---	---	---



Temeljem Zakona o gradnji (NN RH br. 153/13, 20/17, 39/19, 125/19) potrebno je priložiti program nadzora i osiguranja kvalitete za građevinske i građevinsko obrtničke radove tijekom izvedbe radova na građenju predmetne građevine. Pridržavajući se gornjih navedenih pravilnika, tehničkih propisa i normativa, u toku izvođenja potrebno je izvršiti kontrolna i tehnička ispitivanja u svemu predviđena ovim projektom:

1. PRIMJENA OPĆIH TEHNIČKIH UVJETA

Ovi tehnički uvjeti i program kontrole kvaliteta (u daljnjem tekstu Tehnički uvjeti) sadrže tehničke uvjete izvođenja radova, tehnologiju izvođenja, način ocjenjivanja kvalitete. Tehnički uvjeti vrijede za radove na konstrukciji i za radove koji se naknadno odrede na gradilištu, a koji su neophodni za potpuno dovršenje predmetne građevine. Primjena ovih Tehničkih uvjeta je obavezna. Svi sudionici u građenju (investitor, izvođač i dr.) dužni su se pridržavati odredbi navedenog zakona.

2. OPĆENITO

Ovaj građevinski projekt izrađen je u skladu s Tehničkim propisom za građevinske konstrukcije, europskim normama EN 199i, te sa ostalim važećim propisima i normama.

Sve radove trebaju obavljati za to stručno osposobljene osobe, uz stalni stručni nadzor. Prije prelaska na iduću fazu radova, nužno je odobrenje nadzornog inženjera. Za svako odstupanje od projekta, te u slučaju nepredviđenih okolnosti, potrebna je konzultacija projektanta. Izvođač je dužan u potpunosti poštivati sve mjere osiguranja i kontrole kakvoće. Svi upotrijebljeni materijali i svi izvedeni radovi trebaju udovoljavati zahtjevima važećih normi, propisa i pravila struke. Za vrijeme izvođenja radova potrebna je stalna nazočnost nadzornog inženjera.

Pri građenju obavezna je primjena svih važećih propisa, standarda i pravilnika za materijale i konstrukcije koje se koriste i primjenjuju tijekom izvedbe.

Svi građevinski proizvodi i proizvedeni građevinski materijali mogu se upotrijebiti i ugraditi u konstrukciju, ako je njihova kvaliteta dokazana u skladu s Pravilnikom o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama o sukladnosti i označavanju građevinskih proizvoda kao i pripadnih normi pojedinih građevinskih proizvoda.

NE DOPUŠTA SE UGRADNJA MATERIJALA I PROIZVODA KOJI NEMAJU VALJANU DOKUMENTACIJU.

Uz dokumentaciju koja prati isporuku proizvoda, proizvođač je dužan priložiti rezultate tekućih ispitivanja koja se odnose na isporučene količine.

Izvjешća odnosno rezultati ispitivanja moraju se priložiti u izvješćajima koji nose oznaku ovlaštene organizacije za ispitivanje uz naznaku mjesta i osoba koje su izvršile ispitivanja.

Izvjешća i rezultati ispitivanja moraju se pravovremeno dostavljati nadzornom inženjeru.

3. OSNOVNI PROGRAM KONTROLE

Osnovne aktivnosti kontrole obuhvaćaju:

- kontinuirana kontrola projektnih rješenja i stanja u izvedbi;
- sve izmjene moraju se evidentirati i usuglasiti s projektantom;
- kontinuirana kontrola postupka izvedbe, a prema tehničkoj i tehnološkoj dokumentaciji;
- kontinuirana kontrola kvalitete ugrađenih materijala i postupaka;
- za sve ugrađene materijale treba priložiti ateste;
- kontinuirana kontrola mjera i kontrola odstupanja;
- međufazno i fazno preuzimanje elemenata prije ugradnje, što se evidentira zapisnikom o preuzimanju;
- čuvanje svih dokumenata izvedbe;
- pripreme za tehnički pregled i zapisnici o završnoj kontroli.

NAZIV I MJESTO GRAĐEVINE: DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU na k.č.br. 925/2; k.o. Tvrđavica-Podravlje	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE 020-06B/2024, lipanj 2024.	INVESTITOR: DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU Ulica Kamila Firingera 1, 31000 Osijek
--	--	--



4. OBVEZE SUDIONIKA U GRADNJI

Obveze investitora

- Projektiranje, građenje i nadzor povjeriti osobama ovlaštenim za obavljanje tih djelatnosti.
- Prije gradnje ishoditi akt kojim se odobrava građenje.
- Osigurati stručni nadzor nad građenjem.
- Po završetku gradnje poduzeti potrebne radnje za obavljanje tehničkog pregleda
- Pridržavati se ostalih obaveza po navedenom zakonu.

Obveze izvođača

- Graditi u skladu sa građevnom dozvolom, i drugim dokumentima koji su njoj prethodili - posebnim suglasnostima za gradnju.
- Projektima na osnovi kojih je izdana građevna dozvola.
- Radove izvoditi na način da se zadovolje svojstva u smislu pouzdanosti, mehaničke otpornosti i stabilnosti, sigurnosti za slučaj požara, zaštite zdravlja ljudi, zaštite korisnika od povreda, zaštite od buke i vibracija, toplinske zaštite i uštede energije, zaštite od korozije, te ostala funkcionalna i zaštitna svojstva.
- Ugrađivati materijale, opremu i proizvode predviđene projektom, a čija je kvaliteta dokazana certifikatima sukladno propisima
- Osigurati dokaze o kvaliteti radova i ugrađenih proizvoda i opreme.

Obveze nadzora

Kontinuirano pratiti sve aktivnosti izvoditelja radova u svim bitnim fazama i na svim lokacijama (radionica, gradilište), naročito s aspekta ispunjenja projektnih zahtjeva u pogledu sigurnosti i kvalitete, s ciljem stjecanja uvjerenja da su ispunjeni traženi tehnički uvjeti. Kontinuirano ocjenjivati postignute rezultate sa stanovišta prihvatljivosti (paralelno sa izvođenjem radova i kontrola) te na kraju radova dostaviti pismeno izvješće u skladu s propisima.

Dokumentacija

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

- Akt kojim se odobrava građenje i dokumentaciju koja je njoj prethodila (suglasnosti).
- Uredno vođen građevinski dnevnik i građevinsku knjigu.
- Rješenje o imenovanju odgovornih osoba
- Zapisnik o iskolčenju objekta i način osiguranja stalnih točaka iskolčenja.
- Dokumentaciju o kvaliteti radova i ugrađenog materijala i opreme, (atesti, uvjerenja certifikati, jamstveni listovi i sl.)

5. OSIGURANJE KVALITETE I KONTROLNA ISPITIVANJA

O izvršenim kontrolnim ispitivanjima materijala koji se ugrađuje u građevinu mora se cijelo vrijeme građenja voditi evidencija te sačiniti izvješće o pogodnosti ugrađenih materijala sukladno projektu, ovom programu ili citiranim pravilnicima, normama i standardima.

Izvješće o pogodnosti ugrađenih materijala mora sadržavati slijedeće dijelove:

- Naziv materijala, laboratorijsku oznaku uzorka, količinu uzorka, namjenu materijala, mjesto i vrijeme (datum) uzimanja uzorka te izvršenih ispitivanja, podatke o proizvođaču i investitoru, podatke o građevini za koju se uzimaju uzorci.
- Prikaz svih rezultata, laboratorijskih; terenskih ispitivanja za koje se izdaje uvjerenje odnosno ocjena kvalitete.
- Ocjenu kvalitete i mišljenje o uporabljivosti materijala za primjenu na navedenoj građevini te rok do kojeg vrijedi izvješće.

Uzimanje uzoraka i rezultati laboratorijskih ispitivanja moraju se upisati u laboratoriju i godišnju dokumentaciju (građevinski dnevnik).

Uz dokumentaciju koja prati isporuku proizvoda ili poluproizvoda proizvođač je dužan priložiti rezultate tekućih ispitivanja koja se odnose na isporučene količine. Za materijale koji podliježu obaveznom atestiranju mora se izdati atestna dokumentacija sukladno propisima

Sva izvješća, atesti i drugi dokazi kvalitete moraju se odmah po dobivanju dostaviti i nadzornom inženjeru.

NAZIV I MJESTO GRAĐEVINE: DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU na k.č.br. 925/2; k.o. Tvrđavica-Podravlje	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE 020-06B/2024, lipanj 2024.	INVESTITOR: DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU Ulica Kamila Firingera 1, 31000 Osijek
--	--	--



6. PRIPREMNI RADOVI

Primopredaja gradilišta

Investitor predaje izvođaču radova građevinski uređeno zemljište. Prilikom primopredaje potrebno je u građevinski dnevnik upisati sve elemente važne za primopredaju (popis dokumentacije, važne točke na gradilištu, posebne uvjete koji utječu na način građenja isl.)

Osiguranje gradilišta pogonskom energijom i vodom

Izvođač radova sam je dužan osigurati pogonsku energiju i vodu za potrebe gradilišta, ako ugovorom nije dogovoreno drugačije.

Dinamika izvođenja radova

Izvođač je uz ponudu dužan priložiti „Plan dinamike izvođenja radova“ s prijedlogom roka završetka radova. Ako investitor traži određeni rok završetka radova, tada je izvođač dužan uz dinamički plan izvođenja dati način pojačanog angažiranja kapaciteta kojim će se moći zadovoljiti traženi rok. Angažiranje planiranih kapaciteta podliježe stalnoj kontroli nadzorne službe. Kod planiranja dinamike treba se pobrinuti o stvaranju uvjeta za rad u nepovoljnim vremenskim uvjetima i niskim temperaturama, jer se ti uvjeti neće priznavati kao razlog za produljenje roka, niti će se posebno obračunavati stvaranje uvjeta za rad u nepovoljnim uvjetima, njega konstrukcija i upotreba potrebnih aditiva.

Posebni uvjeti – građevinski radovi

Radove treba izvesti prema opisu projekta, a u stavkama gdje nije objašnjen način rada i posebne osobine finalnog produkta. Izvođač je dužan pridržavati se uobičajenog načina rada, uvažavajući odredbe važećih standarda, uz obvezu izvedbe kvalitetnog proizvoda.

Osim toga izvođač je obavezan pridržavati se upute projektanta u svim pitanjima koja se odnose na izbor i obradu materijala i način izvedbe pojedinih detalja, ukoliko nije već detaljno opisano troškovnikom, a naročito u slučajevima kada se zahtjeva izvedba van propisanih standarda.

Sav materijal za izgradnju mora biti kvalitetan i mora odgovarati opisu troškovnika i postojećim građevinskim propisima.

Cijene pojedinih radova moraju sadržavati sve elemente koji određuju cijenu gotovog proizvoda, a u skladu s odredbama troškovnika.

Ako izvođač sumnja u valjanost ili kvalitetu nekog propisanog materijala i drži da za takvu izvedbu ne bi mogao preuzeti odgovornost, dužan je o tome obavijestiti projektante i nadzornu službu s obrazloženjem i dokumentacijom. Konačnu odluku donosi projektant u suglasnosti s nadzornim inženjerom investitora, nakon proučenog prijedloga proizvođača.

U slučaju da opis pojedine stavke nije dovoljno jasan, mjerodavna je samo uputa i tumačenje projektanta. O tome se izvođač treba informirati već prilikom sastavljanja jedinične cijene.

7. ZEMLJANI RADOVI

Prije početka gradnje zemljište se mora očistiti od raslinja, smeća i otpadaka. To se isto odnosi na dio zemljišta na kojem je bila prethodno konstrukcija, a srušena je kako bi se sad na istom mjestu gradila nova.

Tlo na mjestu građenja potrebno je isplanirati i iskolčiti. Prilikom iskopa izvođač je dužan obavijestiti geomehničara koji mora izvršiti kontrolu svojstava tla i napraviti kontrolu statičkog proračuna. Potrebno je napraviti i kontrolu geometrije i kvalitete gradiva postojeće temeljne konstrukcije. Ako se utvrdi da geometrija odstupa od pretpostavki potrebno je napraviti dodatnu kontrolu statičkog proračuna. Sve iskope potrebno je izvesti po projektu s bočnim odsijecanjem i zaštitom bočnih strana kako ne bi došlo do urušavanja zemljišta prilikom njihova betoniranja. Sve radove kontrolu i potvrdu parametara izvođač, geomehničar i nadzorni inženjer su dužni upisati u građevinski dnevnik. Kod zatrpavanja i nasipanja prostora oko temelja do nivoa tla potrebno je nasipavati i nabijati u slojevima po 30 cm.



8. TEHNIČKI UVJETI ZA BETONSKU KONSTRUKCIJU

8.1. Općenito

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

Prije početka radova Izvođač mora dostaviti Nadzornom inženjeru na odobrenje rezultate početnih ispitivanja betona i Projekt tehnologije i izvođenja pojedinih radova koji će sadržavati sastav betona, pripremu (proizvodnju) betona, transport, ugradnju, njegu i kontrolu kvalitete betona.

Izvođač je dužan u dogovoru s Nadzornim inženjerom za svaki betonski pogon postaviti stručnu i odgovornu osobu. Ta osoba je odgovorna za kvalitetu proizvedenog i ugrađenog betona.

U slučaju proizvodnje betona na gradilištu Izvođač betonskih radova mora izraditi Priručnik osiguranja kvalitete i kontrole proizvodnje, a odnosi se na osoblje koje upravlja, izvodi i verificira radove, opremu, postupke proizvodnje i sastojke betona.

Priručnikom trebaju biti definirane odgovornosti, nadležna tijela i odnosi osoblja koje upravlja, izvodi i verificira radove. Posebno se mora istaknuti organizacijska sloboda i autoritet osoblja za minimiziranje rizika od nesukladnog betona i za identificiranje i izvještavanje o svakom problemu kvalitete betona. Izvještaje o kontroli proizvodnje treba čuvati najmanje 3 godine, ako zakonske obveze ne traže duže razdoblje.

Izvođač je dužan dokumentirati kvalitetu radova, elemenata i objekata statistički obrađenim rezultatima izvršenih ispitivanja i na drugi način, te certifikatima izdanim prema tehničkim propisima i tehničkim uvjetima ovog projekta. Geodetske kontrole i izmjere potrebne za izvođenje betonskih radova moraju biti izvedene točno i u svemu suglasne s izvedbenim nacrtima.

Oborinsku i procjednu vodu na temeljnim plohamu betoniranja Izvođač je dužan ukloniti na način kako je to propisano tehničkim uvjetima za iskop upotrebom crpki dovoljnog kapaciteta, odnosno kako to odredi Nadzorni inženjer.

Prema zahtjevima iz ovog Programa kontrole i osiguranja kvalitete beton se proizvodi kao Projektirani beton (beton sa specificiranim tehničkim svojstvima).

Za sastav projektiranog betona odgovoran je proizvođač betona.

Izvođač mora prema normi HRN EN 13670 prije početka ugradnje provjeriti da li je beton u skladu sa zahtjevima iz projekta betonske konstrukcije, te je li tijekom transporta betona došlo do promjene njegovih svojstava koja bi bila od utjecaja na tehnička svojstva betonske konstrukcije.

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

Kontrolni postupak utvrđivanja tlačne čvrstoće očvrslulog betona provodi se na uzorcima koji se uzimaju neposredno prije ugradnje betona u betonsku konstrukciju u skladu sa zahtjevima projekta betonske konstrukcije, ali ne manje od jednog uzorka za istovrsne elemente betonske konstrukcije koji se bez prekida ugrađivanja betona izvedu unutar 24 sata od betona istih iskazanih svojstava i istog proizvođača.

Ako je količina ugrađenog betona veća od 100 m³, za svakih slijedećih ugrađenih 100 m³ uzima se po jedan (1) dodatni uzorak betona.

Podaci o istovrsnim elementima betonske konstrukcije izvedenim od betona istih iskazanih svojstava i istog proizvođača evidentiraju se uz navođenje podataka iz otpremnice tog betona, a podaci o uzimanju uzoraka betona evidentiraju se uz obavezno navođenje oznake pojedinačnog elementa betonske konstrukcije i mjesta u elementu betonske konstrukcije na kojem se beton ugrađivao u trenutku uzimanja uzoraka.

Kontrolni postupak utvrđivanja tlačne čvrstoće očvrslulog betona ocjenjivanjem rezultata ispitivanja uzoraka i dokazivanje karakteristične tlačne čvrstoće betona provodi se odgovarajućom primjenom kriterija iz Dodataka B norme HRN EN 206:2014 „Ispitivanje identičnosti tlačne čvrstoće“.

Za slučaj nepotvrđivanja zahtjevanog razreda tlačne čvrstoće betona treba na dijelu konstrukcije u koji je ugrađen beton nedokazanog razreda tlačne čvrstoće provesti naknadno ispitivanje tlačne čvrstoće betona u konstrukciji prema HRN EN 12504-1, HRN EN 12504-2 i HRN EN 12504-4 te ocjenu sukladnosti prema HRN RN 13791:2007.



- Beton proizveden prema odredbama Tehničkog propisa za betonske konstrukcije i ovih tehničkih uvjeta ugrađuje se u betonsku konstrukciju prema projektu, normi HRN EN 13670-1, normama na koje ta norma upućuje.
- Izvođač mora prema normi HRN EN 13670-1 prije početka ugradnje provjeriti je li beton u skladu sa zahtjevima iz projekta betonske konstrukcije, te je li tijekom transporta betona došlo do promjene njegovih svojstava koja bi bila od utjecaja na tehnička svojstva betonske konstrukcije.
- Kontrolni postupak utvrđivanja svojstava svježeg betona provodi se na uzorcima koji se uzimaju neposredno prije ugradnje betona u betonsku konstrukciju u skladu sa zahtjevima norme HRN EN 13670-1 i projekta betonske konstrukcije, a najmanje pregledom svake otpremnice i vizualnom kontrolom konzistencije kod svake dopreme (svakog vozila) te kod opravdane sumnje ispitivanjem konzistencije istim postupkom kojim je ispitana u proizvodnji.
- Kontrolni postupak utvrđivanja tlačne čvrstoće očvrstnalog betona provodi se na uzorcima koji se uzimaju neposredno prije ugradnje betona u betonsku konstrukciju u skladu sa zahtjevima projekta betonske konstrukcije, ali ne manje od jednog uzorka za istovrsne elemente betonske konstrukcije koji se bez prekida ugrađivanja betona izvedu unutar 24 sata od betona istih iskazanih svojstava i istog proizvođača.
- Kontrolni postupak utvrđivanja tlačne čvrstoće očvrstnalog betona ugrađenog u pojedini element betonske konstrukcije u slučaju sumnje, provodi se kontrolnim postupkom na mjestu koje se određuje na temelju podataka iz točke d.2.

8.2. Materijali

Općenito

Može se upotrijebiti svaki materijal koji će ispuniti uvjete konstrukcije. Moraju zadovoljavati odgovarajuće norme za proizvod ako postoje. U obzir treba uzeti svojstva posebnih materijala. Odabrani cement, agregat i voda moraju zadovoljavati uvjete propisane u normi HRN EN 206.

Tablica 1 – Norme za sukladnost materijala

MATERIJAL	NORMA	NAPOMENA
Cement	HRN EN 197-1:2012	
Agregat	HRN EN 12620:2008 HRN EN 13055-1:2003/AC:2006	normalni i teški agregat lagani agregat
Voda	HRN EN 1008:2002	
Kemijski dodaci	HRN EN 934-2:2012	
Mineralni dodaci	HRN EN 12620:2008 HRN EN 12878:2014	tip I
	HRN EN 450 HRN EN 13263	tip II

Za proizvodnju betona mogu se upotrebljavati samo sastojci betona koji imaju propisanu deklaraciju i certifikat o sukladnosti s odgovarajućim specifikacijama. Vrste i učestalost nadzora/kontrole i ispitivanja opreme i sastojaka betona uz betonaru provode se prema HRN EN 206:2014.

Cement

Za proizvodnju betona mogu se upotrebljavati samo cementi čija su osnovna svojstva uvjetovana propisima odgovarajućih standarda, prethodno dokazana. Prethodna ispitivanja i dokaze podobnosti cementa za betonske radove obavlja Institucija ovlaštena za poslove provođenja dokaza sukladnosti kvalitete cementa. Prethodni dokaz kvalitete mora se pribaviti za svaku vrstu i klasu cementa pri čemu se pod vrstom cementa podrazumijeva cement određene oznake i određenog proizvođača. Za proizvodnju betona može se upotrijebiti samo cement koji zadovoljava zahtjeve kvalitete propisane normom HRN EN 197-1:2012 prema kojoj se kontrolira i certificira cement. Potvrdu sukladnosti izdaje ovlaštena institucija. Svojstva i uvjeti kvalitete propisani su prema HRN EN 197-1:2012: Sustav, specifikacije i kriteriji sukladnosti. Prije ugrađivanja cementa nadzorni inženjer može izvršiti kontrolno ispitivanje u laboratoriju kojeg on odabere, a izvođač je dužan staviti besplatno na raspolaganje potrebne uzorke. Od svake isporuke treba odvojiti uzorak od oko 5 kg cementa koji se čuva, za slučaj da je potrebno kompletno ispitivanje u svrhu dokazivanja kvalitete betona.



Prijevoz i skladištenje

Cement treba isporučiti na betonaru u rasutom stanju sa silos kamionima koji su hermetički zatvoreni i zaplombirani i potpuno zaštićeni od vlage. Silosi za cement u rasutom stanju moraju biti:

- opremljeni priborom za uzimanje uzoraka po cijeloj visini silosa;
- opremljeni napravama za mjerenje količine cementa u silosu izvana obojeni svijetlom bojom.

Cement se treba upotrebljavati istim redoslijedom koji je isporučen. Cement smije biti uskladišten najviše tri (3) mjeseca, ali ga svaki mjesec treba pregledati, osim specijalnih cemenata, ukoliko se ukaže potreba za njihovim primjenom, a za koje će se vrijeme uskladištenja naknadno posebno propisati.

Voda

Ako se koristi voda iz javnog vodovoda može se upotrebljavati bez potrebe dokazivanja uporabljivosti. Ako se za pripremanje betona koristi voda koja nije pitka izvođač mora prethodno dokazati uporabljivost te vode u skladu s normom HRN EN 1008:2002, najmanje jedan (1) put svaka tri (3) mjeseca (postojanje soli, sadržaj organskih tvari). Ukoliko postoji sumnja o mogućnostima promjene kvalitete vode, treba češće ponovno ispitati uporabljivost vode za beton. Voda ne smije sadržavati nikakve sastojke koji bi mogli ugroziti kvalitetu ili izgled betona ili morta. Isto vrijedi za vodu za njegovanje svježeg betona. Kontrola vode za pripremu betona provodi se u centralnoj betonari (tvornici betona), u betonari pogona za proizvodnju predgotovljenih betonskih proizvoda i u betonari na gradilištu prije prve upotrebe.

Za pripremanje nearmiranog betona, može se uporabljivost vode provjeriti ispitivanjem vremena vezivanja cementa i čvrstoće betona pri pritisku na uzorcima, koji se paralelno pripreme s predviđenom i s destiliranom vodom. Vremenska razlika između početka i kraja vezivanja cementa ne smije iznositi više od 30 minuta, a smanjenje čvrstoće betona pri pritisku ne smije biti veća od 10%.

Agregat

Tehnička svojstva agregata, ovisno o porijeklu, opće i posebne zahtjeve bitne za krajnju namjenu u betonu, moraju biti specificirana prema normi HRN EN 12620:2008, normama na koje ta norma upućuje kao i odredbama priloga D Tehničkih propisa za betonske konstrukcije (TPBK).

Razred kvalitete i sva svojstva agregata određena su prema normi HRN EN 206:2014 „Beton: Specifikacije, svojstva, proizvodnja i sukladnost“ i drugim vazećim HRN normama. Potvrđivanje sukladnosti agregata provodi se prema odredbama dodataka za norme HRN EN 12620 i odredbama posebnog propisa (Pravilnik o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama i označavanju građevinskih proizvoda). Kontrola agregata prije proizvodnje betona provodi se u centralnoj betonari (tvornici betona), u betonari pogona za predgotovljene betonske proizvode i u betonari na gradilištu prema HRN EN 206:2014. Kontrola agregata provodi se odgovarajućom primjenom nizova normi HRN EN 932, HRN EN 933, HRN EN 1097, HRN EN 1744, HRN EN 1367 i odredbi priloga D Tehničkih propisa za betonske konstrukcije (TPBK). Agregat treba biti opisan oznakom d/D, tj. donjom (d) i gornjom (D) veličinom otvora sita s kojom je veličina zrna agregata utvrđena (prema HRN EN 12620). Odobrenje za nabavku predloženog agregata daje nadzorni inženjer na temelju certifikata, početnih ispitivanja reprezentativnih uzoraka agregata i početnih ispitivanja betona.

Razred (kriterij) kvalitete agregata

Agregat za beton treba biti iz zdrave stijene, bez štetnih sastojaka, mehanički čvrst i otporan protiv utjecaja atmosferilija i otporan na smrzavanje.

Granulometrijski sastav

Ukupni sastav granulacije agregata treba odabrati zavisno od količine cementa tako, da se postigne dobra obradljivost, optimalno pakiranje i gustoća betona, a može se usvajati samo na osnovu eksperimentalnog ispitivanja betona. Treba težiti da se udio sitnih zrna 0 mm do 4 mm ograniči na neophodnu potrebnu količinu da se osigura tražena obradljivost i kompaktnost, te čvrstoća betona. Pri tome treba osigurati obradljivost i kompaktnost uz minimalno potreban utrošak cementa.

Prema odredbama TPBK granulometrijski sastav frakcije agregata d/D ispituje se prema normi HRN EN 933-1 i mora zadovoljavati razrede prema HRN EN 12620:2008.

Minimalne količine agregata

Minimalne količine agregata (gustoća = 2000 - 3000 kg/m³) moraju ispunjavati uvjete normi HRN EN 933-1.



Sadržaj sitnih čestica

Sadržaj sitnih čestica manjih od 0,063 mm treba biti ispitan prema normi HRN EN 933-1 i mora zadovoljavati razrede prema HRN EN 12620.

Kvaliteta sitnih čestica

Kvaliteta sitnih čestica, ako je njihov sadržaj veći od 3% procjenjuje se:

- određivanjem ekvivalentna pijeska (SE) prema normi HRN EN 933-8:2015;
- ispitivanjem metilenskim modrilom (MB) prema normi HRN EN 933-9 2013.

Oblik zrna

Oblik zrna krupnog agregata (SI) (prema normi HRN EN 12620), zadan je razredom indeksa oblika SI_{20} za sve betone osim za betone razreda tlačne čvrstoće C12/15 (podložni beton i beton zapuna i odvala) za koje je zadan razred SI_{10} . Ispitivanje se provodi prema HRN EN 9334.

Kriterij manipulacije

Transport i deponiranje svake frakcije mora biti posebno. Mora se onemogućiti miješanje frakcija. Manipuliranje i deponiranje pojedinih frakcija mora biti tako organizirano da se spriječi segregiranje pojedinih frakcija. Frakcije agregata moraju biti zaštićene od pretjeranog zagrijavanja insolacijom, da pri doziranju u mješalicu imaju ujednačenu temperaturu propisanu projektom betona izrađenim od strane Izvođača.

Prethodna (početna) ispitivanja agregata

Prije odluke o izboru izvorišta agregata za beton potrebno je provesti sva potrebna ispitivanja propisana TPBK (granulometrijski sastav punila, sadržaj sitnih čestica, oblik zrna krupnog agregata, otpornost na drobljenje, sadržaj sulfata topivog u kiselini sadržaj ukupnog sumpora, sadržaj klorida, gustoća zrna i upijanje vode, mineraloško petrografski sastav, otpornost na smrzavanje, a u slučaju sumnje treba ispitati i alkalno-silikatnu reakciju, prisustvo raspadnutog dikalcijevog silikata i raspadnutog željeza). Opseg i količina ispitivanja obaviti će se prema odluci nadzornog inženjera.

Kontrola ispitivanja agregata

Tekućom kontrolom granulometrijskog sastava pojedinih frakcija treba dokazati da se sastav materijala ne razlikuje od sastava ustanovljenog kad su se određivale mješavine u tolikoj mjeri da bi to moglo utjecati na kvalitetu ili čvrstoću betona.

Tablica 2 – Norme za učestalost ispitivanja agregata

SVOJSTVO	NAPOMENA	METODA	MINIMALNA UČESTALOST
Granulometrijski sastav		HRN EN 933-1 HRN EN 933-10	1x mjesečno ili 1 u 2 mjeseca
Oblik zrna krupnog agregata	Šljunak drobljeni	HRN EN 933-4	1 u 6 mjeseci, 2 u 6 mjeseci
Sadržaj sitnih čestica		HRN EN 933-1	1x mjesečno ili 1 u 2 mjeseca
Kvaliteta sitnih čestica	Ekvivalent pijeska SE – ispitivanje metilenskim modrilom	HRN EN 933-8	1x mjesečno ili 1 u 2 mjeseca
Nasipna gustoća, gustoća zrna		HRN EN 1097-3 HRN EN 1097-6	1x godišnje

Čelik za armiranje

Čelik za armiranje mora imati isprave o sukladnosti u skladu s odredbama posebnog propisa kojim se uređuje ocjenjivanje sukladnosti, isprave o sukladnosti i označavanju građevinskih proizvoda. Za armiranobetonsku konstrukciju predviđen je slijedeći čelik za armiranje:

- čelik B 500 razreda duktilnosti B - za zidove
- čelik B 500 razreda duktilnosti A - za ploče



Ispitivanje svojstava čelika za armiranje provodi se prema nizovima normi HRN EN 10080:2012, te prema nizu normi HRN EN ISO 15630 i prema normi HRN EN 10002-4:2001. Ispituju se sljedeća svojstva čelika za armiranje:

- *granica razvlačenja,*
- *vlačna čvrstoća,*
- *postotak ukupnog izduljenja kod maksimalne sile,*
- *povratno savijanje.*

Armatura izrađena od čelika za armiranje prema odredbama ugrađuje se u armiranu betonsku konstrukciju prema projektu betonske konstrukcije, normi HRN ENV 13670-1, normama na koje ta upućuje.

Rukovanje, skladištenje i zaštita armature treba biti u skladu sa zahtjevima tehničkih specifikacija koje se odnose na čelik za armiranje, projekta betonske konstrukcije te odredbama ovog Priloga.

Izvođač mora prema normi HRN ENV 13670-1 prije početka ugradnje provjeriti je li armatura u skladu sa zahtjevima iz projekta betonske konstrukcije, te je li tijekom rukovanja i skladištenja armature došlo do njezinog oštećivanja, deformacije ili druge promjene koja bi bila od utjecaja na tehnička svojstva betonske konstrukcije.

Nadzorni inženjer neposredno prije početka betoniranja mora:

- *provjeriti postoji li isprava o sukladnosti za čelik za armiranje, odnosno za armaturu i jesu li iskazana svojstva sukladna zahtjevima iz projekta betonske konstrukcije,*
- *provjeriti je li armatura izrađena, postavljena i povezana u skladu s projektom betonske konstrukcije te u skladu s Prilozima »B« te dokumentirati nalaze svih provedenih provjera zapisom u građevinski dnevnik.*

Dodaci betonu

Kontrola kemijskog i mineralnog dodatka betonu provodi se u centralnoj betonari (tvornici betona), u betonari pogona za proizvodnju predgotovljenih betonskih proizvoda i u betonari na gradilištu prema normi HRN EN 206:2014 .

Preporučuje se uzimanje uzoraka i odlaganje za svaku isporuku.

Opća prikladnost kemijskih dodataka utvrđuje se ispitivanjem prema HRN EN 934-2. Za konkretnu primjenu kemijskog dodatka izvođač mora pribaviti certifikat prije početka prethodnih ispitivanja.

Prethodna ispitivanja:

- *Prikladnost kemijskih dodataka za konkretnu primjenu mora se utvrditi tijekom prethodnih ispitivanja betona.*

Kontrolna ispitivanja.

- *Izvođač je dužan predložiti certifikat za svaku pošiljku svih dodataka nadzornom inženjeru, koji odobrava upotrebu dodataka za svaku vrstu i svaki cement posebno.*

Tablica 3 – Kontrola kemijskih i mineralnih dodataka betonu

MATERIJAL	NADZOR / ISPITIVANJE	SVRHA	MINIMALNA UČESTALOST
Kemijski dodaci	Kontrola otpremnice* i razine u posudi prije pražnjenja	Provjera je li isporuka prema narudžbi i je li ispravno označena	Svaka isporuka
	Ispitivanje radi identifikacije prema HRN EN 934-2	Radi usporedbe s podacima proizvođača	U slučaju sumnje
Mineralni dodaci	Kontrola otpremnice* prije isporuke	Provjera je li isporuka prema narudžbi i iz pravog izvora	Svaka isporuka
	Ispitivanje gubitaka žarenjem letećeg pepela	Određivanje promijene sadržaja ugljika koje mogu utjecati na aerirani beton	Svaka isporuka namijenjena aeriranom betonu kada tu informaciju nije dao izvođač
Mineralni dodaci u suspenziji	Kontrola otpremnice* prije isporuke	Provjera je li isporuka prema narudžbi i iz pravog izvora	Svaka isporuka
	Ispitivanje gustoće	Provjera ujednačenosti	Svaka isporuka i periodično tijekom proizvodnje betona
* otpremnici treba biti priložena izjava o svojstvima ili certifikat o sukladnosti prema odgovarajućoj normi ili propisanim uvjetima			



Za svaku pošiljku kemijskog dodatka izvođač mora prije uporabe, u laboratoriju gradilišta provjeriti njegovu kompatibilnost s betonom. Za konkretnu primjenu mineralnih dodataka izvođač mora pribaviti certifikat prije početka prethodnih ispitivanja. Prethodna ispitivanja:

- *Prikladnost kemijskih dodataka za konkretnu primjenu mora se utvrditi tijekom prethodnih ispitivanja betona.*

Kontrolna ispitivanja:

- *Izvođač je dužan predložiti certifikat za svaku pošiljku svih mineralnih dodataka nadzornom inženjeru, koji odobrava upotrebu dodataka za svaku vrstu i svaki cement posebno.*

8.3. Kontrola proizvodnje betona u tvornici betona

Gotovi građevni proizvodi koji se ugrađuju moraju imati popratne certifikate suglasnosti i izjave o svojstvima proizvođača i tehničke upute. Kontrola kvalitete podrazumjeva laboratorijska ispitivanja materijala, kao i ispitivanje izvedenih radova. Ispitivanje treba provoditi prema postupcima ispitivanja danim u normi HRN EN 206:2014 „Beton: Specifikacije, svojstva, proizvodnja i sukladnost“ (referencijski postupci ispitivanja), iii se mogu upotrijebiti drugi postupci ispitivanja ako su utvrđene veze ili pouzdani odnosi između rezultata tih postupaka ispitivanja i referencijskih postupaka.

Tablica 4 – Kontrola kvalitete materijala

Građevni proizvod	Beton	Armatura, čelik za armiranje i prednapinjanje	Cement	Agregat
TPBK (Prilog)	A	B	C	D
Norma specifikacija	HRN EN 206:2014	HRN 1130 1do5 HRN EN 10080:2012 HRN EN 10138-1	HRN EN 197-1 HRN EN 197-4 HRN EN 14216	HRN EN 12620 HRN EN 13055
Proizvodnja	Centralna betonara Pogon za predgotovljene elemente Betonara na gradilištu	Centralna armiračnica Armiračnica za predgot. elemente Armiračnica na gradilištu	Tvornica cementa Distribucijski centar	Pogon za proizvodnju agregata (prirodnih, industrijskih ...)
Sustav potvrđivanja	2+ (osim tlačne čvrstoće)	1+	1+	2+; u prijelaznom periodu 1+
Nacionalna specifičnost	DA	NE	NE	Prijelazni period (2 god)

Tablica 5 – Kontrola kvalitete materijala

Građevni proizvod	Dodaci betonu		Voda	Predgotovljeni betonski elementi	Proizvod za zaštitu betonske konstrukcije
TPBK (Prilog)	E		F	G	K
Norma specifikacija	HRN EN 450-1 HRN EN 13263-1 HRN EN 12260 HRN EN 12878 HRN EN U.M1.035		HRN EN 1008	HRN EN 13369	HRN EN 1504 – 1do10
Proizvodnja	Pogon za proizvodnju kemijskih dodataka Tvornice ferolegura		Sve osim pitke vode	Tvornica predgotovljenih betonskih elemenata Gradilište	
Sustav potvrđivanja	2+	Kemijski dodaci betonu i mineralni dodaci (tip I)		2+	Konstruktivska uporaba
	1+	Mineralni dodaci (tip II)		1+	Nekonstruktivska uporaba
Nacionalna specifičnost	NE		NE	NE	NE

Kontrola proizvodnje betona sastoji se od:

- kontrole ulaznih materijala i opreme,
- kontrole postupaka proizvodnje i svojstava betona,
- kontrole sukladnosti i kriterija sukladnosti.



Agregat

Za proizvodnju betona koristiti granulirani agregat 0-4, 4-8 i 8-16 mm. Kontrolu kvalitete agregata kontrolirati periodično i svakodnevno.

Cement

Proizvođač je dužan kod isporuke priložiti potrebnu dokumentaciju o certificiranosti kvalitete proizvoda (cementa) te njegovih mehaničkih, fizikalnih i kemijskih svojstava. U slučaju potrebe uzimati jedan (1) uzorak tjedno od oko 5 kg (uzimanje prema normi HRN EN 196-7) za svaki tip cementa kao arbitražni uzorak, kako bi se mogla izvršiti naknadna ispitivanja cementa. Naknadna ispitivanja (u slučaju potrebe) obavljati prema normama HRN EN 196-1, HRN EN 196-2, HRN 196-3, a sukladno normi HRN 197-1 u pogledu mehaničkih, fizikalnih i kemijskih svojstava.

Tablica 7 – Kontrola cementa

Ispitivanje / nadzor	Svrha	Provoditelj	Učestalost	Zapis	Napomena
Kontrola otpremnice i nivoa u posudi	Provjera izvora i vrste cementa	Skladišna služba	Svaka isporuka	Ovjera otpremnice	-
Uzimanje uzoraka	-	Laboratorij	Jednom tjedno po tipu cementa	Obrazac	Uzorkovati oko 5kg cementa

Dodaci

Za proizvodnju betona koristiti kemijske dodatke plastifikator/superplastifikator odgovarajućih specifikacija. Posude sa dodacima moraju biti vidljivo obilježene, te smještene u zatvorenoj prostoriji zaštićene od bilo kakvih vanjskih utjecaja koji bi mogli štetno djelovati u pogledu njegovih deklariranih karakteristika. Uz svaku isporuku dobavljač dostavlja izvještaj o ispitivanju koji se uspoređuje sa specifikacijom za određenu vrstu kemijskog dodatka. Svaka isporuka kemijskog dodatka se provjerava na efikasnost djelovanja sastava betona u kojem se koristi. Uzorkuje se uzorak od oko jedne (1) litre i čuva se do potrošnje. U slučaju sumnje uzorak se ispituje na identifikaciju po odabranom svojstvu u akreditiranom laboratoriju.

Tablica 8 – Kontrola dodataka betonu

Ispitivanje / nadzor	Svrha	Provoditelj	Učestalost	Zapis	Napomena
Kontrola otpremnice i nivoa u posudi	Provjera isporuke prema narudžbi	Skladišna služba	Svaka isporuka	Ovjera otpremnice	-
Uzimanje uzoraka	-	Laboratorij	Svaka isporuka	Obrazac	Uzorkovati oko 1 litru dodatka
Identifikacija po odabranom svojstvu	Sukladnost s deklariranim svojstvom	Akreditirani laboratorij	U slučaju sumnje	Izvještaj o ispitivanju	Prema normi HRN EN 394-2

Voda

Za proizvodnju betona koristiti vodu za piće iz gradskog vodovoda, te u tom slučaju nije potrebno provoditi potvrđivanje prikladnosti iste za proizvodnju betona.

8.4. Sastav betonskih mješavina

Proizvodnja betona smije početi na temelju recepture bazirane na temelju početnih ispitivanja materijala i betona kako je navedeno o ovom poglavlju (Tehnički uvjeti izvođenja radova i program kontrole kvalitete), s time da receptura bude odobrena od nadzornog inženjera.

Sastav mora sadržavati težinske postotke pojedinih frakcija agregata, količinu i vrstu cementa i eventualnih dodataka, konzistenciju i vodovezivni faktor, sva fizikalna svojstva gotovog betona, te dokumentaciju o izvoru i kvaliteti upotrebljenih materijala. Izvođač može započeti sa radovima tek nakon dobivanja pismenog odobrenja od nadzornog inženjera.



Odobrenje proizvodnje betona od nadzornog inženjera ne znači da je izvođač oslobođen odgovornosti za slučaj eventualnog neuspjeha u postizanju čvrstoća betona, već je dužan ukloniti nekvalitetan beton. Za izvedbu betonske konstrukcije građevine moraju se koristiti samo projektirani betoni (betoni projektiranog sastava) sa certificiranom kontrolom proizvodnje. U slučaju kada proizvođač betona ima u proizvodnom asortimanu betone normiranog zadanog sastava, mogu se koristiti kao nekonstrukcijski betoni, za razred izloženosti X0. Iz priloga potvrde tvorničke kontrole proizvodnje betonare iz koje će se dopremiti beton na gradilište, potrebno je prepoznati i odabrati sastave koji zadovoljavaju tražene projektne specifikacije.

Na osnovu definirane tražene kvalitete svježeg i očvrstnalog betona, eventualno dodatih zahtjeva nadzornog inženjera, te određenih razreda tlačnih čvrstoća i vrsta betona, izvoditelj može zatražiti isporuku betona iz betonare. Tako definirani beton mora biti proizveden, specificiran, označen i transportiran u skladu s TPBK - prilog A i HRN EN 206:2014, a proizvođač betona dužan je izvođaču radova izdati izjavu o svojstvima isporučenog betona sa zahtjevima TPBK - prilog A i HRN EN 206:2014 i tehničkim uputama.

Za proizvodnju betona, odnosno kvalitetu betona do trenutka isporuke kupcu odgovoran je proizvođač betona što potvrđuje odgovarajućom Izjavom o sukladnosti.

8.5. Isporuka svježeg betona

Informacije korisnika betona proizvođaču

Korisnik će usuglasiti s proizvođačem:

- datum isporuke;
- vrijeme i količinu.

Korisnik će informirati proizvođača o:

- posebnom transportu na gradilište;
- posebnim postupcima ugradnje;
- ograničenjima vozila isporuke, npr. tipa (agitirajuća ili neagitirajuća oprema), veličine, visine ili bruto težine.

Informacije proizvođača betona korisniku

Kada naručuje beton, korisnik će zahtijevati informacije o sastavu mješavine betona radi primjene pravilne ugradnje i zaštite svježeg betona i utvrđivanja razvoja čvrstoće betona. Te informacije mora na zahtjev korisnika dati proizvođača prije isporuke betona, ili prema tome kako odgovara korisniku.

Kad je posrijedi tvornički proizvedeni beton, informacije, kad se zatraže, mogu također biti dane i referencama proizvođačeva kataloga sastava mješavina betona, u kojima su iskazane pojedinosti o klasama čvrstoće, klasama konzistencije, težina mješavine i drugi mjerodavni podaci.

Proizvođač treba informirati korisnika o zdravstvenom riziku koji se može pojaviti tijekom rukovanja betonom.

Otpremnica za gotov (tvornički proizveden) beton

Pri isporuci betona proizvođač mora dostaviti korisniku otpremnicu za svaku transportnim sredstvom isporučenu količinu betona na kojoj su otisnute, utisnute ili upisane najmanje sljedeće informacije:

- ime tvornice betona;
- serijski broj otpremnice;
- datum i vrijeme utovara, tj. vrijeme prvog kontakta cementa i vode
- broj vozila;
- ime kupca, ime i lokacija gradilišta;
- detalji ili reference uvjeta, npr. kodni broj, redni broj;
- količina betona u m³;
- deklaracija sukladnosti s referentnim uvjetima kvalitete i EN 206-1;
- ime ili znak certifikacijskog tijela ako je relevantno;
- vrijeme kad beton stiže na gradilište;
- vrijeme početka i završetka istovara.



Ispitivanje svježeg betona

Ispitivanje svježeg betona tijekom izvođenja betonskih radova vršiti će se prema priloženom programu u tablici ispod, a ono obuhvaća:

- ispitivanje konzistencije betona prema HRN EN 12350-2: i/ili HRN EN 12350-5;
- ispitivanje sadržaja zraka u svježem betonu prema HRN EN 1235-7;
- ispitivanje temperature svježeg betona prema HRN EN 12350-1.

Ispitivanje sadržaja zraka (mikropora) provodi se za aerirane betone, a količina potrebnih mikropora ovisi o maksimalnoj frakciji agregata.

Temperatura svježeg betona ne smije biti ispod 5°C u vrijeme isporuke. Bilo koji uvjet za umjetno hlađenje ili grijanje betona treba prije otpreme usuglasiti između proizvođača i korisnika.

O svim izvršenim ispitivanjima svježeg betona izvođač vodi evidenciju, a kvaliteta ugrađenog svježeg betona mora biti u skladu sa zahtjevima norme i uvjetima iz projekta betonske konstrukcije. Ukoliko se ispitivanjima ustanovi da izmjerene veličine nisu u propisanim granicama, potrebno je odmah intervenirati, te se takav beton koji ne zadovoljava neće ugraditi.

Tablica 9 – Kontrola mikropora u betonu (HRN EN 1128:2007)

FRAKCIJA AGREGATA	KOLIČINA POTREBNIH MIKROPORA (%)
32 - 63	2 - 3
16 - 32	3 - 5
8 - 16	5 - 7
4 - 8	7 - 10

Konzistencija pri isporuci

Općenito je svako dodavanje vode ili kemijskih dodataka pri isporuci zabranjeno. U posebnim slučajevima voda ili kemijski dodaci mogu biti dodani kad je to pod odgovornošću proizvođača i primjenjuje se za dobivanje uvjetovane vrijednosti konzistencije, osiguravajući da uvjetovane granične vrijednosti nisu prekoračene i da je dodatak kemijskog dodatka uključen u projekt betona.

Količina svakog dodatka vode ili kemijskog dodatka dodana u vozilo (mikser) mora biti upisana u otpremni dokument u svim slučajevima.

Kontrola sukladnosti i kriteriji sukladnosti

Kontrola sukladnosti sastoji se od aktivnosti i odluka koje treba poduzeti u skladu s pravilima sukladnosti prilagođenim unaprijed radi provjere sukladnosti betona s propisanim uvjetima. Kontrola sukladnosti je integralni dio kontrole proizvodnje. Svojstva betona kojima se kontrolira sukladnost jesu ona koja se mjere odgovarajućim ispitivanjima prema normiranim postupcima. Stvarne vrijednosti svojstava betona u konstrukcijama mogu se razlikovati od tih utvrđenih ispitivanjima, npr. ovisno o dimenzijama konstrukcije, ugradnji, zbijanju, njegovanju i klimatskim uvjetima. Plan uzorkovanja i ispitivanja te kriteriji sukladnosti trebaju zadovoljavati postupke navedene u ovom poglavlju.

Mjesto uzimanja uzoraka za ispitivanje sukladnosti treba odabrati tako da se mjerodavna svojstva betona i sastav betona značajnije ne mijenjaju od mjesta uzorkovanja do mjesta isporuke.

Kada su ispitivanja kontrole proizvodnje ista kao i ispitivanja uvjetovana za kontrolu sukladnosti, treba ih uzeti u obzir pri vrednovanju sukladnosti. Proizvođač može koristiti i druge rezultate ispitivanja isporučenog betona u prihvaćanju sukladnosti. Sukladnost ili nesukladnost prosuđuje se prema kriterijima sukladnosti. Nesukladnost može voditi daljnjim akcijama na mjestu proizvodnje i na gradilištu.

Kontrola proizvodnje

Proizvođač je odgovoran za besprijekorno upravljanje proizvodnjom betona. Sav beton mora biti predmet kontrole proizvodnje. Kontrola proizvodnje obuhvaća sve mjere nužne za održavanje svojstava betona u sukladnosti s uvjetovanim svojstvima. To uključuje:

- izbor materijala;
- projektiranje betona;
- proizvodnju betona;
- preglede i ispitivanja;
- uporabu rezultata ispitivanja sastavnih materijala, svježeg i očvrslog betona i opreme;
- kontrolu sukladnosti.



Kontrola proizvodnje mora se odvijati prema načelima serije normi HRN EN ISO 9000.

Sustav kontrole proizvodnje treba sadržavati odgovarajuće dokumentirani postupak i upute. Taj postupak i upute treba po potrebi utvrditi uzimajući u obzir potrebe kontrole iskazane u tablicama 28 i 29 EN 206:2014. Namjeravanu učestalost ispitivanja i nadzora treba dokumentirati. Rezultate ispitivanja i kontrola treba evidentirati izvještajima.

Svi mjerodavni podaci o kontroli proizvodnje trebaju biti zapisani (sadržani u izvještajima). Izvještaje o kontroli proizvodnje treba čuvati najmanje 3 godine, ako zakonske obveze ne traže duže razdoblje.

Vrednovanje i potvrđivanje sukladnosti

Proizvođač je odgovoran za ocjenu sukladnosti betona s uvjetovanim svojstvima. U tu svrhu proizvođač mora provoditi sljedeće:

- početno ispitivanje kad je traženo
- kontrolu proizvodnje
- kontrolu sukladnosti
- Proizvođačevu kontrolu proizvodnje treba za sve belone klase iznad C 16/20 vrednovati i pregledavati ovlašteno nadzorno tijelo i zatim ovjeriti ovlašteno certifikacijsko tijelo.
- Proizvođač je odgovoran za održavanje sustava kontrole proizvodnje.

8.6. Kontrolni postupci kod ugradnje betona - izvođenje betonskih radova

Transport projektiranog betona će se vršiti automješalicama, pri čemu moraju biti zadovoljeni svi zahtjevi iz tehničkih uvjeta projekta. Transportna sredstva ne smiju izazivati segregaciju betonske smjese tijekom vožnje od mjesta proizvodnje do mjesta ugradnje.

Vrijeme transporta i drugih manipulacija sa svježim betonom mora biti u neposrednoj vezi s vremenom početka vezivanja cementa prema zahtjevima HRN EN 206:2014. S betoniranjem se može početi samo na osnovu pismene potvrde o preuzimanju podloge, armature i odobrenju betoniranja od strane nadzornog inženjera. Beton se mora ugrađivati sistemski i programirano prema određenom planu i odabranoj tehnologiji (kran-beton, pumpani beton).

Zabranjeno je korigiranje vode u svježem betonu bez prisustva tehnologa betona.

Prije betoniranja treba oplatu polijevati. Pri polijevanju oplate u tijeku betoniranja treba voditi računa da voda ne uđe u betonsku masu.

Dozvoljenu visinu slobodnog pada betona (1,0 m) treba osigurati dovoljnim brojem vertikalnih lijevaka. Nije dozvoljeno transportirati beton pomoću pervibratora.

Svaki započeti konstruktivni dio ili element mora biti izbetoniran neprekinuto u započetom opsegu, kako to predviđa program betoniranja, bez obzira na radno vrijeme, brze vremenske promjene ili isključenje pojedinih uređaja mehanizacije iz pogona.

Ugrađivanje betona u kalupe ili oplatu pri vanjskim temperaturama ispod + 5°C ili iznad + 30°C se smatra betoniranjem u posebnim uvjetima. Za betoniranje u posebnim uvjetima moraju se osigurati posebne mjere zaštite betona. Pri vanjskim temperaturama ispod + 5°C agregat mora biti otporan na mraz i ne smije sadržavati organske primjese koje usporavaju hidrataciju cementa.

Kod izbora cementa prednost imaju visokoaktivni cementi.

Kod betoniranja u posebnim uvjetima (ispod + 5°C) treba rabiti dodatke protiv smrzavanja betona.

Prije prvog smrzavanja beton mora imati najmanje 50% zahtijevane čvrstoće.

Kad se u vrlo hladnim danima skida oplata, ne smije doći do naglog hlađenja betona te se vanjske površine betona moraju zaštititi.

Cement i sastav betona koji se ugrađuju u masivne elemente moraju biti takvi da ni u kom slučaju temperatura betona ugrađenog u masu elementa ne bude iznad + 65°C. U protivnom se poduzimaju mjere za hlađenje komponenata betona ili hlađenja betona u samom elementu.

Neposredno nakon betoniranja beton će se zastićivati od:

- oborina i tekuće vode - prekrivanjem ceradama ili najlonom;
- vibracija koje mogu utjecati na promjenu unutrašnje strukture i prionjivost betona i armature, kao i drugih mehaničkih oštećenja u vrijeme vezivanja i početnog očvršćivanja;
- zaštitu od prebrzog isušivanja treba provoditi mokrim postupkom (polijevanjem, prekrivanjem filcom ili jutom isl.), a u trajanju do najmanje sedam (7) dana (ili do betoniranja narednog sloja) ili do postizanja 60% tražene čvrstoće.



8.7. Skele i oplate

Osnovni zahtjevi

Skele i oplate, uključujući njihove potpore i temelje, treba projektirati i konstruirati tako da su:

- otporne na svako djelovanje kojem su izložene tijekom izvedbe;
- dovoljno čvrste da osiguraju zadovoljenje tolerancija uvjetovanih za konstrukciju i spriječe ostećivanje konstrukcije;
- oblik, funkcioniranje, izgled i trajnost stalnih radova ne smiju biti ugroženi ni ostećeni svojstvima skela i oplate te njihovim uklanjanjem;
- skele i oplate moraju zadovoljavati mjerodavne hrvatske i europske norme kao što je EN 1065.

Može se upotrijebiti svaki materijal koji će ispuniti uvjete konstrukcije ovih tehničkih uvjeta. Moraju zadovoljavati odgovarajuće norme za proizvod ako postoje. U obzir treba uzeti svojstva posebnih materijala.

Oplatna ulja

Oplatna ulja treba odabrati i primijeniti na način da ne štete betonu, armaturi ili oplati i da ne djeluju štetno na okolinu. Nije li namjerno specificirano, oplatna ulja ne smiju štetno utjecati na valjanost površine, njezinu boju ili na posebne površinske premaze. Oplatna ulja treba primjenjivati u skladu s uputama proizvođača ili isporučitelja.

Skele

Projekt skele treba uzeti u obzir deformacije tijekom i nakon betoniranja kako bi se izbjegle štetne pukotine u mladom betonu. To se može postići ograničenjem progibanja i/ili slijeganja, odnosno kontrolom betoniranja i/ili specificiranjem betona

Oplate

Oplata treba osigurati betonu traženi oblik dok ne očvrstne.

Oplata i spojnice između elemenata trebaju biti dovoljno nepropusni da spriječe gubitak finog morta. Oplata koja apsorbira značajniju količinu vode iz betona ili omogućava evaporaciju treba odgovarajuće vlažiti da se spriječi gubitak vode iz betona, osim ako nije za to posebno i kontrolirano namijenjena. Unutarnja površina oplate mora biti čista. Ako se koristi za vidni beton, njezina obrada mora osigurati takvu površinu betona.

Posebne oplate

Pri izvedbi konstrukcije kliznom oplatom, projekt takvog sustava mora uzeti u obzir materijal oplate i osigurati kontrolu geometrije radova. Za osiguranje traženog zaštitnog sloja betona, usklađenog s tolerancijama definiranim ovim tehničkim uvjetima, treba koristiti odgovarajuće vodilice ili distancere oplate od armature.

Površinska obrada

Posebnu površinsku obradu betona, ako se traži, treba utvrditi projektnim specifikacijama. Za prihvaćanje zadane kvalitete površinske obrade mogu biti uvjetovani pokusni betonski paneli. Vrsta i kvaliteta površinske obrade ovisi o tipu oplate, betonu (agregatu, cementu, kemijskim i mineralnim dodacima) izvedbi i zaštiti tijekom izvedbe.

Oplatni ulošci i nosači

Privremeni držači oplate, šipke, cijevi i slični predmeti koji će se ubetonirati u sklop koji se izvodi i ugrađeni elementi kao npr. ploče, ankeri, i distanceri trebaju:

- biti čvrsto fiksirani tako da očuvaju projektirani položaj tijekom betoniranja,
- ne uzrokovati neprihvatljive utjecaje na konstrukciju,
- ne reagirati štetno s betonom, armaturom ili prednapetim čelikom,
- ne uzrokovati neprihvatljivi površinski izgled betona,
- ne štetiti funkcionalnosti i trajnosti konstrukcijskog elementa.

Svaki ugrađeni dio treba imati dovoljnu čvrstoću i krutost da zadrži oblik tijekom betoniranja. Ne smije sadržavati tvari koje mogu štetno djelovati na njih same, beton ili armaturu. Udubljenja ili otvore za privremene radove treba zapuniti i završno obraditi materijalom kakvoće slične okolnom betonu, osim ako ne ostaju otvoreni ili im je drugi način obrade specificiran.



Otpuštanje skela i uklanjanje oplata

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

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

Uklanjanje oplata treba izvoditi na način da se konstrukcija ne preopterete i ne ošteti. Opterećenja skela treba otpuštati postupno tako da se drugi elementi skele ne preopterete. Stabilnost skela i oplata treba održavati pri oslobađanju i uklanjanju opterećenja.

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

8.8. Armatura i ugradnja armature

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

Materijali

Čelik za armiranje betona treba zadovoljavati uvjete EN 10080 i uvjete projekta konstrukcije. Svaki proizvod treba biti jasno označen i prepoznatljiv. Sidreni i spojni elementi trebaju zadovoljavati uvjete ENV 1992-1-1, priznatih propisa navedenih u TPBK i uvjete projekta. Površina armature mora biti očišćena od slobodne hrđe i tvari koje mogu štetno djelovati na čelik, beton ili vezu između njih.

Galvanizirana armatura može se koristiti samo u betonu s cementom koji nema štetnog djelovanja na vezu s galvaniziranom armaturom.

Savijanje, rezanje, prijevoz i skladištenje

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

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

8.9. Betoniranje

Uvjeti kakvoće betona

Beton mora biti proizveden prema uvjetima iz HRN EN 206-1.

Isporuka, preuzimanje i gradilišni prijevoz svježeg betona

Nadzor i kontrolu kakvoće treba provesti na mjestu ugradnje i to najmanje u opsegu definiranom ovim tehničkim uvjetima. Među ostalim treba provjeriti otpremni dokument i parafom potvrditi izvršeni nadzor.

Kontrola prije betoniranja

Treba pripremiti planove betoniranja i nadzora kao i sve ostale mjere predviđene ovim projektom, a ako ne postoji projekt a prema složenosti izvedbe je neophodan, potrebno gaje uzraditi.

Treba po potrebi izvesti početno ispitivanje betoniranja pokusnom ugradnjom i to prije izvedbe dokumentirati. Sve pripremljene radnje treba provjeriti i dokumentirati prema ovim uvjetima prije no što ugradnja betona počne.

Ako se beton ugrađuje izravno na tlo, svježi beton treba zaštititi od miješanja s tlom i gubitka vode.



Konstruktivne elemente treba podložnim betonom od najmanje 3-5 cm odvojiti od temeljnog tla ili za odgovarajuću vrijednost povećati donji zaštitni sloj betona.

Temeljno tlo, stijena, oplata ili konstrukcijski dijelovi u dodiru s pozicijom koja se betonira trebaju imati temperaturu koja neće u uzrokovati smrzavanje betona prije no što dostigne dovoljnu otpornost na smrzavanje. Ugradnja betona na smrznuto tlo nije dopuštena ako za takve slučajeve nisu predviđene posebne mjere. Predviđa li se temperatura okoline ispod 0°C u vrijeme ugradnje betona ili u razdoblju njegovanja, treba planirati mjere zaštite betona od oštećenja smrzavanjem.

Površinska temperatura betona spojnice prije betoniranja idućeg sloja treba biti iznad 0°C. ako se predviđa visoka temperatura okoline u vrijeme betoniranja ili u razdoblju njegovanja, treba planirati mjere zaštite betona od tih negativnih djelovanja.

Ugradnja i zbijanje

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

Vibriranje, osim ako nije drugačije uvjetovano projektom, treba u pravilu izvoditi uronjenim vibratorima. Beton treba uložiti što bliže konačnom položaju u konstrukcijskom elementu. Vibriranjem se beton ne smije namjerno navlačiti kroz oplatu i armaturu.

Normala debljina sloja ne bi smjela biti veća od visine uronjenog vibratora. Vibriranje treba izvoditi sustavnim vertikalnim uranjanjem vibratora tako da se površina donjeg sloja revibrira.

Kod debljih slojeva je revibriranje površinskog sloja preporučljivo i radi izbjegavanja plastičnog slijeganja betona ispod gornjih sipki armature.

Vibriranje površinskim vibratorima treba izvoditi sustavno dok se iz betona oslobađa zarobljeni zrak. Prekomjerno površinsko vibriranje koje slabi kvalitetu površinskog sloja betona treba izbjeći. Kad se primjenjuje samo površinsko vibriranje, debljina sloja nakon vibriranja obično ne treba prelaziti 100 mm, osim ako nije prethodno eksperimentalno dokazano drugačije.

Brzina ugradnje i zbijanja betona treba biti dovoljno velika da se izbjegnu hladne spojnice i dovoljno niska da se izbjegnu pretjerana slijeganja ili preopterećenje oplata i skela. Hladna spojica se može stvarati tijekom betoniranja, ako beton ugrađenog sloja veže prije ugradnje i zbijanja narednog.

Segregaciju betona treba pri ugradnji i zbijanju svesti na najmanju mjeru.

Beton treba tijekom ugradnje i zbijanja zaštititi od insolacije, jakog vjetrova, smrzavanja, vode, kiše i snijega.

Naknadno dodavanje vode, cementa, površinskih, otvrdivača ili sličnih materijala nije dopušteno.

Njegovanje i zaštita

Beton u ranom razdoblju treba zaštititi:

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

Pogodni su sljedeći postupci njegovanja primjenjivani odvojeno ili uzastopno:

- držanje betona u oplati,
- pokrivanje površine betona paronepropusnim folijama, posebno učvršćenim i osiguranim na spojevima i na krajevima,
- pokrivanjem vlažnim materijalima i njihovom zaštitom od sušenja,
- držanjem površine betona vidljivo vlažnom prikladnim vlaženjem,
- primjenom zaštitnog premaza utvrđene uporabljivosti (potvrđene certifikatom ili tehničkim dopuštenjem).

Postupci njegovanja trebaju osigurati nisku evaporaciju vlage iz površinskog sloja betona ili držati površinu stalno vlažnom. Prirodno njegovanje je dovoljno ako su uvjeti u cijelom razdoblju potrebnog njegovanja takvi da je brzina evaporacije vlage iz betona dovoljno niska, npr. u vlažnom, kišnom ili maglovitom vremenu. Njegovanje površine betona treba bez odgode započeti odmah po završetku zbijanja i površinske obrade. Ako slobodnu površinu betona treba zaštititi od pucanja zbog plastičnog skupljanja, privremeno njegovanje treba primijeniti i prije površinske obrade.



Trajanje primijenjenog njegovanja treba biti funkcija razvoja svojstava betona u površinskom sloju ovisno o omjeru:

- čvrstoće i zrelosti betona:
- oslobođene topline i ukupne topline oslobođene u adijabatskim uvjetima.

Beton za uporabu u uvjetima izloženosti konstrukcije od X0 ili XC1 treba njegovati dok površinski sloj betona ne dosegne najmanje 50% uvjetovane tlačne čvrstoće ili pak u skladu sa tablicom F.1 dodatka F norme HRN EN 13670:2010 kako slijedi:

Tablica 10 – Najmanje razdoblje njegovanja betona za klase izloženosti betona drugačije od X0 i XC1

Površinska temperatura betona, °C	Minimalno razdoblje njege u danima		
	Razvoj čvrstoće betona ($f_{cm,2}$ / $f_{cm,28}$)		
	brz; $r > 0,50$	srednji; $0,50 > r > 0,30$	Spor; $0,30 > r > 0,15$
$T > 25$	3	5	6
$25 > T > 15$	5	9	12
$15 > T > 10$	7	13	21
$10 > T > 5^*$	9	18	30

* Omjer čvrstoće kao indikator razvoja čvrstoće je omjer srednje vrijednosti tlačne čvrstoće nakon 2 dana ($f_{cm,2}$) i srednje vrijednosti tlačne čvrstoće nakon 28 dana ($f_{cm,28}$) određen početnim ispitivanjima ili zasnovan na poznatim svojstvima betona usporedivog sastava.

U tablici koja slijedi prikazani su način njegovanja betona kod različitih uvjeta kojih se treba pridržavati.

Tablica 11 – Utjecaj štetnog djelovanja na beton

VRSTA ŠETNOG DJELOVANJA	UTJECAJ NA BETON	MJERA ZAŠTITE
Nagli gubitak vlage	Pojava pukotina na površinskom sloju Pad homogenosti i gustoće betona	Prekrivanje površine betona vlažnim pokrivačima koji se održavaju u vlažnom stanju Vlaženje i vidljivo vlažno održavanje površine betona Prskanje zaštitnim sredstvom (curing)
Padaline	Smanjenje površinske čvrstoće i njene trajnosti	Pokriivanje ceradama
Smrzavanje	Produžava se proces hidratacije Pad čvrstoće	Održavanje optimalne mikroklimе gradilišta
Visoke temperature	Pad čvrstoće Povećanje poroznosti	Održavanje optimalne mikroklimе gradilišta
Prevelike razlike vanjske i unutarnje temperature betona $Dt > 30^{\circ}\text{C}$	Pad čvrstoće Pojava pukotina	Uporaba cementa koji razvijaju nisku temperaturu hidratacije Betoniranje manjih segmenata
Vibracije	Promjena unutarnje strukture Smanjenje prionjivosti betona i armature	Održavanje optimalnih uvjeta na gradilištu

Ako se razvoj topline koristi za mjerenje razvoja svojstava betona, omjer topline i odgovarajuće čvrstoće treba prethodno utvrditi ili odobriti ovlaštena institucija.

Pobliza određenja razvoja svojstava betona mogu se temeljiti na jednom od slijedećih postupaka:

- računu zrelosti iz mjerenja temperature na dubini najviše 10 mm u betonu ispod površine,
- računu zrelosti iz mjerenja srednjih dnevnih temperatura zraka,
- temperaturi grijanja,
- drugim pogodnim postupcima.

Račun zrelosti treba se zasnivati na odgovarajućoj funkciji zrelosti, dokazanoj za tip cementa ili kombinaciju cementa i uporabljenog mineralnog dodatka. Primjena zaštitnih premaza nije dopuštena na konstrukcijskim spojnica, na površinama koje će se naknadno obrađivati ili na površinama na kojima treba osigurati vezu s drugim materijalima, osim ako se prethodno potpuno ne uklone prije te sljedeće operacije ili ako dokazano ne djeluju štetno na tu sljedeću operaciju.



Ako projektnim specifikacijama nije naglašeno dopušteno, zaštitni premazi se ne smiju koristiti ni na površinama s uvjetovanim posebnim izgledom površine.

Površinska temperatura betona ne smije pasti ispod 0°C dok površina betona ne dosegne čvrstoću dovoljnu za otpornost na smrzavanje (obično iznad 5N/mm²). Najviša temperatura betona ne smije prijeći 65°C.

Mogući negativni utjecaji visokih temperatura betona tijekom njegovanja uključuju:

- *značajno smanjenje čvrstoće;*
- *značajno povećanje poroznosti;*
- *povećanje razlike temperature betoniranog i prethodnog elementa.*

Aktivnosti poslije betoniranja

Nakon skidanja oplate nadzorni inženjer treba prema uvjetovanom razredu nadzora provesti kontrolu površine betona i potvrditi sukladnost za zahtjevima. Površinu betona treba tijekom izvedbe zaštititi od oštećivanja i remećenja površinske teksture. Potrebe ispitivanja betona na građevini (svojstvo, učestalost i kriterije sukladnosti) treba prema uvjetima izvedbe i eksploatacije građevine utvrditi projektom konstrukcije i planom kontrole kvalitete izvedbe radova.

Konstrukcijske spojnice

Spojni dijelovi bilo kojeg tipa trebaju biti neoštećeni, točno postavljeni i ispravno izvedeni tako da osiguraju učinkovito ponašanje konstrukcije.

Geometrijske tolerancije

Izvedene dimenzije konstrukcija trebaju biti unutar dopuštenih odstupanja radi izbjegavanja štetnih utjecaja na:

- mehaničku otpornost i stabilnost u privremenom i kasnijem uporabnom stanju,
- ponašanje tijekom uporabe građevine,
- kompatibilnost postavljanja i izvedbe konstrukcije i njezinih nekonstrukcijskih dijelova.

Nenamjerna mala odstupanja od referentnih vrijednosti koje nemaju značajniji utjecaj na ponašanje izvedene konstrukcije mogu se zanemariti. Date tolerancije, nominirane kao normalne tolerancije, odgovaraju projektnim pretpostavkama, EN 1992 i traženoj razini sigurnosti. Zahtjevi ovog poglavlja odnose se na ukupnu konstrukciju. Kod pojedinih dijelova svaka međukontrola tih dijelova mora poštivati uvjete konačne kontrole izvedene konstrukcije. Ako je određeno geometrijsko odstupanje pokriveno različitim zahtjevima (preduvjetovano), primjenjuje se stroži uvjet.

Očvrsnuli beton

Iz uzorka svježeg betona u skladu s HRN EN 12350-1 izrađuju se uzorci u kalupima oblika kocke, brida d = 150 mm u skladu sa HRN EN 12390-1 i HRN 1N 12390-2. Za pojedinačno ispitivanje tlačne čvrstoće izrađuje se po jedan uzorak (1 x kocka) prema HRN EN 12390-3.

Nakon izrade uzorci se drže u kalupu 24 sata na temperaturi (20±5)°C, zaštićeni od šokova, vibracija i gubitka vlage.

Nakon vađenja iz kalupa, uzorke je potrebno sve do ispitivanja njegovati:

- U vodi temperature (20±2)°C ili
- U vlažnoj kamori pri (20±2)°C i relativnoj vlažnosti zraka 95%.

Kako bi se ispitivanja očvrnulog betona mogla provesti pri normalnoj starosti betona (za ispitivanje tlačne čvrstoće normirana starost betona je t = 28 dana, dok za svojstva trajnosti betona normirana starost t > 28 dana), potrebno je voditi brigu o pravovremenoj dostavi uzoraka u laboratorij.

Ispitivanja očvrnulog betona obuhvaćaju sljedeća ispitivanja:

- *tlačna čvrstoća očvrnulog betona prema HRN EN 12390-3 u starosti 28 dana;*
- *vodonepropusnosti prema HRN EN 12390-8 u starosti > 28 dana, max. prodor vode pod tlakom 30 mm.*
- *tlačna čvrstoća očvrnulog betona prema HRN EN 12390-3;*
- *tlačna čvrstoća ispituje se na kockama brida 150 mm, uzetim neposredno prije ugradnje betona u betonsku konstrukciju u skladu sa zahtjevima projekta betonske konstrukcije.*

Učestalost uzimanja uzoraka:

- *minimalno jedan (1) uzorak za istovrsne elemente betonske konstrukcije koji se bez prekida ugrađivanja izvedu unutar 24 sata sa istim sastavom i proizvođačem betona;*
- *jedan uzorak na svakih 100m³ betona;*
- *jedan uzorak od svake isporučene kofičine betona za konstrukcijske elemente koji su značajni za sigurnost konstrukcije, a u koje se ugrađuju i manje količine betona.*

Vodonepropusnost betona prema HRN EN 12390-8

Vodonepropusnost očvrslulog betona ispituje se na kockama brida 150 mm (1 uzorak = 3 kocke) prema HRN EN 12390-8., maksimalan prodor vode 30 mm. Uzorak se uzima neposredno prije ugradnje u betonsku konstrukciju u seriji sa jednim od uzoraka za ispitivanje tlačne čvrstoće betona. Uzorci se ispituju u starosti > 28 dana.

Kontrola I kriteriji sukladnosti projektiranog betona (tlačna čvrstoća i posebna svojstva)

U skladu s TPBK, temeljem ocjene rezultata provedenih ispitivanja očvrslulog betona na uzetim uzorcima, potrebno je preko dokaza karakteristične tlačne čvrstoće betona dokazati sukladnost betona ugrađenog u konstrukciju s uvjetima projekta betonske konstrukcije.

Sukladnost za beton certificirane kvalitete proizvodnje

Smatra se da je beton ugrađen u elemente konstrukcije sukladan s uvjetima projekta ako "n" rezultata dobivenih ispitivanjem tlačne čvrstoće uzoraka betona uzetih iz definirane količine betona zadovoljava oba kriterija dolje navedene tablice

Tablica 12 – Tolerancije

Broj „n“ rezultata ispitivanja tlačne čvrstoće definirane količine betona	Kriterij 1	Kriterij 2
	Srednja vrijednost od „n“ rezultata, fcm (N/mm ²)	Svaki pojedini rezultat, fci (N/mm ²)
1	Nije primjenjiv	> fck - 4
2 – 4	> fck + 1	> fck - 4
5 - 6	> fck + 2	> fck - 4

Završna ocjena kvalitete betona u konstrukciji

Sukladnost treba ocjenjivati na osnovu rezultata ispitivanja iz definirane količine betona od najmanje tri uzorka. Smatra se da je beton ugrađen u elemente konstrukcije sukladan sa uvjetima projekta ako su zadovoljeni kriteriji iz pripadajuće tablice za početnu proizvodnju.

Tablica 13 – Kriteriji identičnosti tlačne čvrstoće

Proizvodnja	Broj „n“ rezultata ispitivanja tlačne čvrstoće u grupi	Kriterij 1	Kriterij 2
		Srednja vrijednost od „n“ rezultata, fcm (N/mm ²)	Svaki pojedini rezultat, fci (N/mm ²)
1	Nije primjenjiv	> fck + 4	> fck - 4

U slučaju nepotvrđivanja zahtjevanog razreda tlačne čvrstoće betona, treba na dijelu konstrukcije u koji je ugrađen beton nedokazanog razreda tlačne čvrstoće provesti naknadno ispitivanje tlačne čvrstoće prema normi HRN EN 12504-1 i ocjenu sukladnosti prema HRN RN 13791.

Kriterij identičnosti tlačne čvrstoće

Za ugrađeni beton potrebno je dati ocjenu u skladu sa člankom 28. Tehničkog propisa za betonske konstrukcije da betonska konstrukcija ima projektom predviđena tehnička svojstva i da je uporabljiva ako:

- su ugrađeni građevni proizvodi u betonsku konstrukciju na propisani način i imaju ispravu o sukladnosti, odnosno dokaze o uporabljivosti;
- su uvjeti građenja i druge okolnosti, koje su od utjecaja na tehnička svojstva betonske konstrukcije, bile sukladne zahtjevima iz projekta;
- betonska konstrukcija ima dokaze nosivosti i uporabljivosti utvrđene ispitivanjem pokusnim opterećenjem kada je ono propisano kao obvezno ili zahtijevano projektom.

Pri dokazivanju uporabljivosti betonske konstrukcije (dodatak J.2.4. TPBK) treba uzeti u obzir:

- zapise u građevinskom dnevniku o svojstvima i drugim podacima o građevnim proizvodima ugrađenim u betonsku konstrukciju;
- rezultate nadzornih radnji i kontrolnih postupaka koji se sukladno TPBK obavezno provode prije ugradnje građevnih proizvoda u betonsku konstrukciju;
- dokaze uporabljivosti koje je proizvođač osigurao tijekom građenja betonske konstrukcije;
- rezultate ispitivanja pokusnim opterećenjem betonske konstrukcije ako je to zahtijevano projektom;
- uvjete građenja i druge okolnosti koji se vide iz građevinskog dnevnika.



Na osnovu ocjene rezultata ispitivanja ugrađenog betona u konstrukciji dokazuje se sigurnost i trajnost konstrukcije ili se traži naknadni dokaz kvalitete betona. Završnu ocjenu daje investitor ili po njemu ovlaštena institucija.

8.10. Nadzor betonske konstrukcije

Pregledi i nadzor trebaju osigurati da se radovi završavaju u skladu s zahtjevima projektnih specifikacija i važećim propisima. Nadzor u ovom kontekstu odnosi se na verifikaciju (potvrđivanje) sukladnosti svojstava proizvoda i materijala koji će se upotrijebiti i na nadzor nad izvedbom radova.

Nadzor prije betoniranja

Prije početka betoniranja nadzor treba provjeriti:

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

Nadzor armature

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

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

9. TEHNIČKI UVJETI ZA ZIDANU KONSTRUKCIJU

Prilikom izvedbe zidarskih radova prema projektu i troškovniku izrađenog na osnovu ovog projekta, izvođač radova mora se pridržavati svih uvjeta i opisa u projektu i troškovniku kao i važećih propisa, a posebno:

- Pravilnika o tehničkim mjerama i uvjetima za izvedbu zidova zgrada (Sl. list br. 17/70),
- Posebni uvjeti za izradu, ugradnju i obradu pojedinih elemenata objekta (Sl. list br.21/90),
- Pravilnik o tehničkim normama za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima (Sl. list 52/90).

Materijali

Materijal koji se upotrebljava za zidarske radove mora biti ispravan, kvalitetan, a na zahtjev izvođač mora predočiti važeće ateste ili dati ispitati prema važećim standardima. Ispitivanje pada na teret izvođača.

Uskladištenje materijala, koji se koriste za zidanje, mora biti takvo da nije moguće oštećenje do stupnja kada nisu pogodni za korištenje. Opeka se ne smije polagati na površine koje sadrže kemijske nečistoće, klinker ili pepeo, niti na novo betonirane ploče, dok ta konstrukcija nema dovoljno nosivosti. U zimi opeku koja nije otporna na mraz potrebno je skladištiti u zatvorenim prostorima gdje temperatura nije niža od 0°C.

Cement i vapno trebaju biti zaštićeni od djelovanja vlage za vrijeme transporta i skladištenja. Veziva skladištiti odvojeno tako da ne dođe do miješanja.

Pijesak različitih tipova treba pohraniti odvojeno na tvrdj podlozi, gdje neće biti onečišćen.

Mort treba biti miješan u omjerima materijala kako je određeno projektom morta, a koji je dužan dostaviti izvođač. Navedenim projektom se mora postići projektirana marka morta. Sav pribor koji se koristi pri miješanju i transportu treba održavati čistim. Nakon što se mort izmiješa i izvađen je iz miješalice ne smije mu se dodavati nikakav materijal. Mort mora biti upotrijebljen prije nego počne vezivanje. Mort mora imati plastičnu konzistenciju određenu normama za mort. Unaprijed pripremljeni mort treba rabiti u skladu sa uputama proizvođača i prije kraja roka uporabe deklariranog od proizvođača.



Zidne elemente treba postavljati u pravilan zidni vez. Opeka mora biti čista i neoštećena. Prije nego se opeka počne postavljati u mort mora imati potrebnu vlažnost da se postigne što bolja prionjivost sa mortom. Stoga se preporuča kvašenje elemenata prije polaganja u mort. Duljinu kvašenja odrediti ovisno o konzistenciji morta, tipu opeke i preporukama pojedinih radova i propisa danih u ovom projektu. Zidanje je potrebno obustaviti ako temperatura padne ispod +5°C ili je veća od +35°C. Kod izvedbe vertikalnih serklaža opeku je potrebno ozidati tako da zid završava na "šmorc". Horizontalne serklaže na razini stropova betonirati zajedno sa stropnom konstrukcijom.

Novo izvedene zidove potrebno je zaštititi od mehaničkih oštećenja i utjecaja nevremena. Vrhovi zidova trebaju biti pokriveni vodonepropusnim presvlakama. Zidovima se ne smije dopustiti prebrzo sušenje, stoga ih je u vrućim danima potrebno vlažiti dok ne postigne odgovarajuću čvrstoću. Kvaliteta zidanja mora biti u skladu sa zahtijevanom kvalitetom zidova u ovom projektu, prema važećim propisima za zidane konstrukcije, a u nedostatku državnih normi koristiti pripadne euronorme.

10. TEHNIČKI UVJETI ZA ČELIČNU KONSTRUKCIJU

Opći uvjeti za izradu i montažu čelične konstrukcije

Čelični dio konstrukcija obrađen u ovom projektu podliježe primjeni tehničkih propisa za nosive čelične konstrukcije. U tehničkoj dokumentaciji (statički proračun i radioničko-montažna dokumentacija) predviđena je vrsta i kvaliteta materijala od kojeg konstrukciju treba izraditi. Materijal druge vrste i kvalitete ne može se upotrijebiti bez suglasnosti i odobrenja projektanta. U istoj tehničkoj dokumentaciji definiran je oblik, kvaliteta i pozicije. Za svaku promjenu potrebno je prethodno ishoditi odobrenje projektanta.

Kvaliteta čeličnih proizvoda

Kvaliteta materijala valjanih profila, cijevnih profila, pločevina i šipki koji se koriste za izradu čelične konstrukcije mora biti u skladu sa slijedećim normama:

HEA i IPE	S235J0 i S355J0	prema HRN EN 10034
VKR-profil, toplo oblikovani cijevni profil	S235J0 i S355J0	prema HRN EN 10210-2
KKR-profil, hladno oblikovani cijevni profil	S235J0 i S355J0	prema HRN EN 10219-2
Kružne cijevi, normalno	S235J0 i S355J0	prema HRN EN 10219-2
UPE-profil	S235J0 i S355J0	prema HRN EN 10279
L-profil	S235J0 i S355J0	prema HRN EN 10056-2
Zavareni profil	S235J0 i S355J0	
Ploče za detalje (normalno)	S235J0 i S355J0	prema HRN EN 10025-2
Ploče vlačno naprezane okomito na površinu	S235N-235	prema HRN EN 10164-Z35
Okrugle čelidne šipke (vlačni elementi)	S235J0 i S355J0	prema HRN EN 10060

Osnovni dokumenti za izvođenje

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

- glavnom projektu (potvrda glavnog projekta),
- izvedbenom projektu (usklađenom s glavnim projektom),
- tehnološkom projektu.

Izvođač radova izrade i montaže mora imati zakonske potvrde podobnosti.

Prije početka radova izvođač izrađuje tehnički projekt izrade i montaže. Podloga za izradu ovog projekta je revidirani glavni i izvedbeni projekt, tehnički propisi i normativi, zakon zaštite na radu i drugi važeći zakoni.

Osnovni sastav tehničkog projekta je:

- *opći dokumenti pogona,*
- *rješenje o postavljanju odgovorne osobe za izradu i montažu,*
- *opis tehnologije po kojoj se izvodi i montira čelični dio konstrukcije,*
- *tehnološki postupak zavarivanja,*
- *plan kontrole i popis svih potrebnih atesta materijala,*
- *mjere i sredstva zaštite na radu,*
- *organizacija montaže usuglašena sa ukupnom organizacijom gradilišta,*
- *terminski planovi izrade i montaže.*

Dokazi kvalitete prije početka izrade čelične konstrukcije

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

NAZIV I MJESTO GRAĐEVINE: DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU na k.č.br. 925/2; k.o. Tvrđavica-Podravlje	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE 020-06B/2024, lipanj 2024.	INVESTITOR: DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU Ulica Kamila Firingera 1, 31000 Osijek
--	--	--



Ova dokumentacija ovjerena od strane nadzornog inženjera odnosno projektanta sastavni je dio dokumenata za tehnički pregled konstrukcije. Ukoliko se materijal nabavlja tijekom rada, potrebno je ateste materijala prije početka izrade dostaviti nadzornom inženjeru na ovjeru. Svi čelični proizvodi koji se koriste trebaju biti ispitani u skladu s odgovarajućom normom. Proizvođač čeličnih proizvoda treba deklarirati svoj proizvod na temelju ispitivanja koristeći inspekcijsku potvrdu tip 3.1 prema normi HRN EN 10204.

Izvođač čelične konstrukcije treba imati pristup inspekcijskom dokumentu prema HRN EN 10204 od proizvođača za sve čelične proizvode korištene u izvedbi nosive konstrukcije i dostaviti ih na zahtjev nadzornom inženjeru ili građevinskoj inspekciji.

Dimenzije i tolerancije čeličnih proizvoda trebaju biti u skladu s važećim normama.

Površina čeličnih proizvoda

Priprema čeličnih površina prije nanošenja boje mora odgovarati stupnju C prema normi HRN EN ISO 8501-1. Površinske pogreške toplo valjanih čeličnih ploča, širokih traka i profila koje nisu u skladu sa zahtjevima norme HRN EN 10163 moraju se ispraviti da budu u skladu s prethodno navedenom normom. Analogno vrijedi i za cijevne profile koji moraju biti u skladu s normama HRN EN 10210-1 (toplo oblikovane cijevi) i HRN EN 10219-1 (hladno oblikovane cijevi).

Kontrola u toku izrade, transporta i montaže

Tijekom izrade konstrukcije u radionici i montaže izvoditelj je dužan voditi zakonom propisane dnevnik i provoditi svoju kontrolu u skladu s planom kontrole. Dužnost je nadzornog inženjera kontrolirati izvedbu u svim fazama izrade i montaže, tj. usklađenost s tehničkom dokumentacijom i važećim tehničkim normama i pravilima, ovjeravati navedene dokumente i ateste, te zapisnik o preuzimanju elemenata u radionici prije isporuke na montažu. Sve izmjene u dimenzijama ili načinu spajanja elemenata moraju biti ovjerene od projektanta konstrukcije. Izvođač je dužan napraviti projekt montaže koji obuhvaća sve relevantne podatke o načinu transporta do gradilišta, organizacije gradilišta i postupku montaže. Projekt mora sadržavati statičku provjeru skela i svih podupiranja, pridržanja i privremenih stabilizacija, sve potrebne nacрте za sve faze montaže i mora biti odobren od strane projektanta konstrukcije i nadzora.

Faze kontrole (fazni tehnički pregled) koje se provode u toku

Izvedba čelične konstrukcije ima sljedeće faze:

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

U pravilu se svaka faza mora pregledati i utvrditi da je izvedena prema tehničkoj dokumentaciji i prema važećim tehničkim propisima. Izvršenje fazne kontrole potvrđuju putem zapisnika odgovorne osobe projektanta, stručnog nadzora i izvoditelja. Dok se ne uklone nedostaci utvrđeni u nekoj fazi, u pravilu ne može započeti iduća faza.

Fazni pregledi sa zaposlenicima potpisanim od strane odgovornih imenovanih osoba su:

- kontrola dokaza kvalitete prije početka izrade konstrukcije,
- prijem čelične konstrukcije po izradi u radionici,
- prijem čelične konstrukcije po transportu na gradilište,
- geodetska kontrola montirane čelične konstrukcije,
- završni pregled čelične konstrukcije prije početka drugih radova na čeličnoj konstrukciji (pokrivanje, oblaganje, montaža instalacija ili opreme i drugo)

Prijem elemenata obavlja se na temelju radioničkih crteža i specifikacija.

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

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



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

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

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

Geometrijska odstupanja i geodetske izmjere

Sve tolerancije i geometrijska odstupanja prema *Tehničkom propisu za čelične konstrukcije (NN br. 112/08)*.

U slučaju postojanja geometrijskih odstupanja bilo elemenata, bilo sklopova koja se utvrde u radioni ili gradilištu, izvođač radova o tome trenutno izvještava nadzor i projektanta konstrukcije te u dogovoru s projektantom određuje korekture daljnjih elemenata koji se nadovezuju na postojeće.

Mjerenja u radionici

Izvođač je dužan sve veće sklopove prije konačnog spajanja u cijelinu geodetski provjeriti na ispravnost geometrije i o tome voditi protokol. Isto vrijedi i za probne montaže u krugu radionice ili na gradilištu.

Mjerenja na gradilištu

Izvođač je dužan tokom montaže vršiti stalna geodetska mjerenja točaka koje će biti dogovorene s projektantom konstrukcije i nadzorom. O svim mjerenjima vodi protokole koje odobrava nadzor.

10.02. Odabir klase izvedbe za konstrukciju

Tablica 01 – Klase posljedica

Klasa	Opis	Primjer
CC3	Velike posljedice (materijalna, društvena i ekološka)	Stadioni, koncertne dvorane za više od 5000 ljudi, građevine koje skladište opasne supstance
CC2	Srednje posljedice (materijalna, društvena i ekološka)	Poslovne zgrade, bolnice, hoteli, parirališta
CC1	Male posljedice (materijalna, društvena i ekološka)	Skladišta, hale

Tablica 02 – Kategorija uporabe

Kategorija	Kriterij
SC1	- Konstrukcije i elementi, projektirani samo na kvazi-statičke učinke (zgrade ...) - Konstrukcije i elementi sa spojevima, projektirane na seizmičke utjecaje u područjima niske seizmike i u DCL - Konstrukcije i elementi projektirani na utjecaje mostnih dizalica koji uzrokuju umor (razred S0)
SC2	- Konstrukcije i elementi, projektirani na uplive koji uzrokuju umor u skladu s HRN EN 1993 - Konstrukcije i elementi sa spojevima, projektirane na seizmičke utjecaje u područjima srednje i visoke seizmičnosti - Konstrukcije i elementi projektirani na utjecaje mostnih dizalica koji uzrokuju umor (razred S0)

Tablica 03 – Kategorija izrade

Kategorija	Kriterij
PC1	- Sastavni djelovi, izrađeni bez zavarivanja iz proizvoda od bilo koje kvalitete čelika - Zavareni sastavni djelovi, izrađeni iz proizvoda s kvalitetom čelika nižom od S355
PC2	- Zavareni sastavni djelovi, izrađeni iz proizvoda s kvalitetom čelika od S355 i većom - Sastavni djelovi, bitni za integritet konstrukcije koji su sastavljeni zavarivanjem na gradilištu - Sastavni djelovi, izrađeni vrućim oblikovanjem ili tijekom izrade toplinski obrađeni sastavni djelovi - Sastavni djelovi iz okruglih šupljih profila (CHS) u rešetkastim nosačima koji zahtijevaju ukošene krajeve profila

NAZIV I MJESTO GRAĐEVINE: DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU na k.č.br. 925/2; k.o. Tvrdavica-Podravlje	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE 020-06B/2024, lipanj 2024.	INVESTITOR: DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU Ulica Kamila Firingera 1, 31000 Osijek
---	---	---



Tablica 01 – Odabir klase izvedbe prema HRN EN 1090-2:2018

Klasa posljedica		CC1		CC2		CC3	
Kategorija uporabe		SC1	SC2	SC1	SC2	SC1	SC2
Kategorija izrade	PC1	EXC1	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3	EXC3
	PC2	EXC2	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3	EXC4

Uvažavajući gore navedene kategorije i kriterije odabiremo klasu izvedbe konstrukcije – **EXC1**.

10.03. Antikorozivna zaštita

Za sve dijelove čelične konstrukcije propisana je antikorozivna zaštita.

Tip – 1. Vruće cinčanje (HRN EN ISO 1461 i HRN EN ISO 14713)
Debljina prevlake minimalno 85 mikrona, a max 150 mikrona.
Utrošak cinka minimalno 600 grama/m²
ili

Tip – 2. Hladni premazi (HRN EN ISO 12944)
Dva temeljna premaza i dva pokrivna premaza poliuretanskom bojom ukupne debljine 150 mikrona, odnosno prema izboru proizvođača koji će dati atest prema svojem proizvodu i tehnologiji.

Na oba navedena tipa, radi konačnog izgleda, dolazi završni premaz bojom po izboru investitora.
Antikorozivna zaštita u svemu se provodi prema uvjetima u projektnoj dokumentaciji i u skladu s tehničkim propisima.

ODABIR KATEGORIJE ATMOSFERSKE KOROZIVNOSTI (ISO 12944)

Klasa	Intenzitet	Preporučeni sustavi	Primjer okoliša	
			Vanjski	Unutarnji
C1	jako niska	A	-	Grijane zgrade sa čistom atmosferom (uredi, trgovine, škole, hoteli ...)
C2	niska	B	Lagano onečišćena atmosfera, uglavnom ruralna područja	Negrijane zgrade u kojima može doći do pojave kondenzacije (spremišta, sportske dvorane ...)
C3	srednja	C	Industrijska i urbana atmosfera s prosječnom razinom onečišćenja. Priobalna područja niskog saliniteta.	Proizvodni objekti s visokom vlažnošću i određenim stupnjem onečišćenja zraka (tvornice hrane, praonice, pivovare, mljekare ...)
C4	visoka	D	Industrijska i priobalna područja srednjeg saliniteta	Kemijske tvornice, bazeni, brodogradilišta ...
C5-I	jako visoka (industrijska)	F	Industrijska područja s vrlo visokom vlažnošću i agresivnom atmosferom	Zgrade i površine sa gotovo konstantnom kondenzacijom i visokom razinom onečišćenja
C5-M	jako visoka (morski okoliš)	H	Priobalje i pučina s visokom razinom saliniteta.	Zgrade i površine sa gotovo konstantnom kondenzacijom i visokom razinom onečišćenja

Uvažavajući gore navedene kategorije i kriterije odabiremo korozivnu klasu okoliša – **C3**.

Izvođenje radova zahtjeva isti postupak kao i sama čelična konstrukcija. Čelični nosivi dio konstrukcije zgrade mora se kvalitetno zaštititi premaznim sredstvom otpornim prema djelovanju agresije u eksploataciji.



Standardni stupnjevi primarne pripreme površine metodom abrazivnog čišćenja	
Sa 3	Čišćenje mlazom abraziva do vizualno čistog čelika Prilikom pregleda bez upotrebe povećala, na površini ne smije biti vidljivog prisustva ulja, masnoća, onečišćenja, okujine, hrđe i starih premaza. Površina mora imati ujednačenu metalnu boju.
Sa 2,5	Vrlo temeljito čišćenje mlazom abraziva Prilikom pregleda bez upotrebe povećala, na površini ne smije biti vidljivog prisustva ulja, masnoća, onečišćenja, okujine, hrđe i starih premaza. Bilo koji ostaci onečišćenja smiju biti prisutni samo u vidu laganih mrlja nalik na točkice ili pruge.
Sa 2	Temeljito čišćenje mlazom abraziva Prilikom pregleda bez upotrebe povećala, na površini ne smije biti vidljivog prisustva ulja, masnoća, onečišćenja, okujine, hrđe i starih premaza. Bilo koji ostaci onečišćenja moraju dobro prijanjati ⁽¹⁾ .
Sa 1	Lagano čišćenje mlazom abraziva Prilikom pregleda bez upotrebe povećala, na površini ne smije biti vidljivog prisustva ulja, masnoća, onečišćenja, okujine, hrđe i starih premaza.
⁽¹⁾ okujina, hrđa ili premaz smatraju se slabo prijanjajućima ukoliko ih je moguće odstraniti	

Elementi nosive čelične konstrukcije radionički se štite na prethodno opjeskarenoj podlozi do čistoće **Sa 2,5** sa jednim temeljnim premazom (epoxi 60µm),

Odabrani sustav AK zaštite:

Sustav	Postupak	Tip premaza	Broj slojeva	Debljina suhog filma (mm)
A	temeljni	alkid	1	35
	završni	alkid	1	35
B	temeljni	uret. alkid	1	80
	završni	uret. alkid	1	80
C	temeljni	epoxi	1	60
	međusloj	epoxi	1	80
	završni	poliuretan	1	60
D	temeljni	epoxi	1	70
	međusloj	epoxi	1	120
	završni	poliuretan	1	50
F	temeljni	epoxi	1	60
	međusloj	epoxi	2	200
	završni	poliuretan	1	60
H	temeljni	epoxi	1	80
	međusloj	epoxi	2	160
	završni	poliuretan	1	80

Trajnost premaznih sustava prema HRN EN ISO 12944-1	
Niska (L)	2 do 5 godina
Srednja (M)	5 do 15 godina
Visoka (H)	preko 15 godina

Nakon završene montaže popravljaju se sva oštećenja temeljnog radioničkog premaza. Nakon odmašćivanja površine nanosi se drugi temeljni premaz. Debljine temeljnih premaza iznose 2x30 µm. Vremenski razmak nanošenja pojedinih slojeva može biti najviše 24 do 72 sata. Posebnu pažnju treba obratiti na vlažnost zraka i temperaturu. Antikorozivna zaštita ne smije se izvoditi na vlažnu površinu elementa, pri relativnoj vlazi zraka iznad 80%, pri temperaturi zraka ispod +5°C i iznad +40°C ili na nečisti prethodni sloj. Pri izvedbi antikorozivne zaštite treba u dnevniku rada voditi evidenciju temperature zraka i stanja površine elementa, vlažnosti zraka, vrste i jačine vjetra, stupnja pripremljenosti površine za svaki sloj premaza, debljine pojedinih slojeva premaza i prijanjanja pojedinih slojeva premaza, uzimanja kontrolnih uzoraka sastavnih materijala za kontrolu njihovih svojstava, broja pakiranja i datuma proizvodnje pojedinih materijala te potvrde sukladnosti pojedinih materijala i sustava zaštite u cjelini.



Evidenciju kao i ukupnu kontrolu nabave i primitka pojedinih materijala i izvedbe antikorozivne zaštite treba provoditi kvalificirano osoblje, s iskustvom u ovoj djelatnosti, u uskoj suradnji s institucijom ovlaštenom za ispitivanje i potvrđivanje sukladnosti materijala i radova antikorozivne zaštite metalnih konstrukcija. Ako izvođač za taj posao nema osposobljeno osoblje i odgovarajuću opremu, treba ga povjeriti ovlaštenoj instituciji. Pri prijevozu elemenata izvedeni slojevi zaštite moraju biti suhi (očvršli). Vrijeme sušenja pojedinih slojeva i nanošenja sljedećih obično utvrđuje proizvođač premazanih sredstava. Njegovih se uputa treba i inače striktno pridržavati. Primjenjuju li se osnovni i završni premazi od različitih proizvođača, treba prethodno ispitati i dokazati njihovu kompatibilnost.

11. NADZOR

Pregledi i nadzor trebaju osigurati da se radovi završavaju u skladu s ovim Tehničkim uvjetima i zahtjevima projektnih specifikacija. Nadzor u ovom kontekstu odnosi se na verifikaciju (potvrđivanje) sukladnosti svojstva proizvoda i materijala koji će se upotrijebiti i na nadzor nad izvedbom radova. Pored stručnog nadzora u pogledu izvedbe radova nužno je osigurati i tehnološki nadzor i projektantski nadzor nad građenjem. Plan nadzora treba identificirati sve nadzore, motrenja i ispitivanja za potrebne dokaze kvalitete. Glavni nadzor nad provođenjem sustava održavanja kvalitete obavlja glavni nadzorni inženjer (kontinuirano). Glavni nadzorni inženjer može imati pomoćnike - specijaliste iz područja tehnologije betona, proračuna konstrukcije, te prisutnost projektanta koji obavlja projektantski nadzor. U skladu sa zakonskim propisima vanjski nadzor može obavljati i nezavisna ovlaštena organizacija za kontrolu kvalitete. Izvođač radova mora voditi građevinski dnevnik (prema Pravilniku o vođenju građevinskog dnevnika) koji svakodnevno u vrijeme izvođenja radova ispunjava osoba izvođača, a ovjerava nadzorni inženjer kao i svu ostalu dokumentaciju kakvoće korištenih materijala i izvedenih radova. Svi radovi vode se i preuzimaju kroz građevinski dnevnik i to po fazama rada, pri čemu je nužno da za početak radova naredne faze nadzorni inženjer ocijeni kvalitetu izvedenih radova te nakon toga odobri nastavak radova.

Tablica 14 – Vrste nadzora i dokumentiranje

Proizvodnja	Klasa izvođenja 1	Klasa izvođenja 2	Klasa izvođenja 3
Vrste nadzora	Vizualni pregled i nasumična mjerenja	Vizualni pregled i sustavna i uobičajena mjerenja	Vizualni pregled. Detaljni nadzor svih radova značajnih za nosivost i trajnost konstrukcije
Provođenje nadzora	Samoprocjena	Samoprocjena. Nadzor u skladu s postupcima izvođača. Mogući dodatni zahtjevi prema projektnoj specifikaciji	Samoprocjena. Nadzor u skladu s postupcima izvođača. Mogući dodatni zahtjevi prema projektnoj dokumentaciji
Opseg	Svi radovi	Uz samoprocjenu, sustavni i uobičajeni nadzor radova	Uz samoprocjenu, sustavni i uobičajeni nadzor radova
Izvištaj	Ne zahtijeva se	Zahtijeva se	Zahtijeva se
Izvedena geometrija	Ne zahtijeva se	U skladu s izvedbenom specifikacijom	U skladu s izvedbenom specifikacijom

Projektantski nadzor

Projektantski nadzor nad izvođenjem predmetnih radova obavlja projektant osobno ili preko svojih suradnika. Taj nadzor vodi brigu da se radovi izvedu prema projektu i njegovim dopunama (ako budu postojale) i svrsishodno namjeni koja proizlazi iz projekta. Projektantski nadzor je stalnog karaktera.

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

Stručni nadzor

Potrebno je osigurati stalni stručni nadzor tijekom izvođenja radova. Nadzorni inženjer je predstavnik investitora, plaćen je od investitora i izvršava svoju odgovornost prema njemu. Nadzorni inženjer ima zadatak da kontinuirano prati radove, a za veće radove u punom radnom vremenu. On je odgovoran za tumačenje ugovornih obveza i izmjena, on uspostavlja kriterije prihvatljivosti, vodi računa da se radovi izvedu u skladu sa projektom i standardima i dobrom praksom, ocjenjuje napredovanje gradnje i određuje dinamiku plaćanja graditelju sukladno količini izvršenih radova i ugrađenom materijalu.

U slučaju kakvih većih odstupanja od projektnih postavki, zapažanja ovog nadzora su mjerodavna kod odluke o nastavku rada. Nadzorni inženjer stalno obaviještava vlasnika o toku radova i zadovoljenju roka završetka radova.

Nadzorni inženjer mora imati tehničko znanje o građevinskim materijalima i izvođenju gradnje i imati iskustvo s tim te mora zadobiti povjerenje i poštovanje vlasnika i izvoditelja.

NAZIV I MJESTO GRAĐEVINE: DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU na k.č.br. 925/2; k.o. Tvrdavica-Podravlje	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE 020-06B/2024, lipanj 2024.	INVESTITOR: DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU Ulica Kamila Firingera 1, 31000 Osijek
--	--	--



Izvešće o izvedenim radovima

Da bi se sačuvali svi podaci o izvedenom stanju, potrebno je po završenom poslu izraditi izvješće o svim izvedenim radovima. Poseban naglasak u tom izvješću treba staviti na eventualne izmjene u odnosu na predviđeno projektom.

12. MJERE U SLUČAJU NESUKLADNOSTI

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

Kad je nesukladnost potvrđena, treba istražiti sljedeće:

- utjecaj nesukladnosti na izvedbu i uporabu,
- mjere potrebne da bi se nesukladni element ili dio konstrukcije učinili prihvatljivima,
- potrebu zabrane i zamjene nepopravljivog nesukladnog elementa ili djela konstrukcije.

Veličina nesukladnosti uvjetovanih svojstava gradiva utvrđuje se naknadnim ispitivanjima istih svojstava na uzorcima iz konstrukcijskog elementa prema važećim normama. Ispitivanja se odlukom nadzornog inženjera povjeravaju odgovarajućoj ovlaštenoj instituciji. Nesukladnost tlačne čvrstoće (postignute i uvjetovane klase) betona rješava se naknadnim ispitivanjem uzoraka betona izvađenih iz dijela konstrukcije u koji je ugrađen nesukladni beton. Ispitivanja treba provesti prema HRN EN 7034 i HRN U.M1.048 i utvrditi klasu tlačne čvrstoće kojoj ugrađeni beton odgovara u vrijeme ispitivanja i približnu klasu kojoj je odgovarao pri 28-dnevnoj starosti. Prva služi za kontrolu stabilnosti i sigurnosti predmetnog konstrukcijskog dijela a druga za reguliranje ugovornih odnosa između proizvođača i kupca betona.

Ako su neispravnosti i nesukladnosti zanemarive za izvedbu i uporabu element treba preuzeti. Ako se nesukladnost može popraviti, element treba preuzeti nakon popravka. Ocjenu sukladnosti elementa nakon popravka trebaju dati nadzorni inženjer i ovlaštena institucija koja je utvrdila veličinu nesukladnosti i uvjetovala popravak. Popravak mora biti u skladu s projektnim specifikacijama i ovim Tehničkim uvjetima.

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

13. MJERE ZAŠTITE OD POŽARA

Prilikom projektiranja nosive konstrukcije objekta poštivane su propisane i u pravilima tehničke prakse usvojene mjere zaštite od požara. Mjere protupožarne zaštite prilikom korištenja građevine uređuje nadležna služba investitora, odnosno tehnolog, u skladu sa Zakonom o zaštiti od požara i vazeće tehničke regulative.

Investitor je putem službe za održavanje odgovoran za osiguranje i provedbu svih potrebnih mjera za zaštitu od požara. Služba za održavanje treba imati plan zaštite od požara kojim se propisuju mjere za sprečavanje pojave požara te protupožarna sredstva, njihova vrsta, mjesto i količina. Provedbu zaštitnih mjera provjerava stručnjak, imenovan od strane rukovoditelja službe investitora zadužene za održavanje.

Nadzor obavlja nadležna inspekcija.

14. MJERE ZAŠTITE NA RADU

Izvođač je odgovoran za osiguranje svih potrebnih mjera zaštite na radu. Mjere predviđaju odgovorajuću organizaciju rada, te opremu i radnje obvezatne po Zakonu o zaštiti na radu, prikladne vrsti radova.

Posebno se ističe nužnost osiguranja radnika kod radova na visini i onemogućavanje kretanja ljudi u zonama iznad kojih se izvodi uklanjanje postojećih zidova i stropnih konstrukcija, a vezano s time, osiguranje nepristupačnosti nezaposlenima u zonu izvođenja radova.

Nadzor obavlja nadzorni inženjer, koordinator zaštite na radu te nadležna inspekcija.

U Osijeku, lipanj 2024.

PROJEKTANT:
Zoran Kalember, dipl.ing.građ.

NAZIV I MJESTO GRAĐEVINE: DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU na k.č.br. 925/2; k.o. Tvrđavica-Podravlje	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE 020-06B/2024, lipanj 2024.	INVESTITOR: DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU Ulica Kamila Firingera 1, 31000 Osijek
--	--	--



Respect-ing

iban
oib

Respect-ing d.o.o.
za inženjering u graditeljstvu
HR74 25000091102184314
72061576990

a.os

Š. Petöfia 59
31000 Osijek

t
f
e
w

+385.31.368.052
+385.31.300.211
respect-ing@respect-ing.hr
www.respect-ing.hr

PROJEKTNII URED:	Respect-ing d.o.o. za inženjering u graditeljstvu Ulica Šandora Petöfia 59, 31000 Osijek OIB: 72061576990
INVESTITOR:	DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU Ulica Kamila Firingera 1, 31000 Osijek OIB: 61338774671
NAZIV GRAĐEVINE: LOKACIJA GRAĐENJA:	GRAĐEVINA JAVNE I DRUŠTVENE NAMJENE DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU na k.č.br. 925/2; k.o. Tvrdavica-Podravlje Princa Eugena Savojskog, Podravlje
RAZINA RAZRADE PROJEKTA: VRSTA PROJEKTA:	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE
BROJ PROJEKTA I MAPE:	020-06B/2024– MAPA 2

PODACI O GEOTEHNIČKIM ISTRAŽNIM RADOVIMA

NAZIV I MJESTO GRAĐEVINE: DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU na k.č.br. 925/2; k.o. Tvrdavica-Podravlje	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE 020-06B/2024, lipanj 2024.	INVESTITOR: DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU Ulica Kamila Firingera 1, 31000 Osijek
---	---	---



➤ OPĆENITO

Geotehničke istražne radove na predmetnoj lokaciji provela je ovlaštena tvrtka IDT d.o.o. Osijek, i za iste je načinjen Geotehnički izvještaj oznake GI-913/23 od strane ovlaštenog inženjera Ivan Kundakčić, dipl. ing.građ.

Istražni radovi provedeni su u srpnju 2023. godine.

Provedeni su slijedeći geotehnički i inženjersko-geološki istražni radovi na lokaciji:

- geotehničko istražno bušenje s kontinuiranim jezgrovanjem: 1 bušotina dubine 12,0 m i jedna bušotina dubine 8,0 m; ukupno 20,0 m bušenja;
- nadzor nad istražnim bušenjem, terenska klasifikacija tla, uzorkovanje tla iz jezgre bušotina za Laboratorijska ispitivanja, fotografiranje jezgre bušenja;
- laboratorijska ispitivanja na poremećenim i neporemećenim uzorcima tla;
- ispitivanje zbijenosti tla "in situ" pomoću standardnog penetracijskog pokusa u bušotini (SPP);
- in situ ispitivanje priručnim penetrometrom i priručnom krilnom sondom na jezgri bušenja;

Laboratorijska ispitivanja na neporemećenim i poremećenim uzorcima obavljena su u Labtech d.o.o. Osijek.

Geotehničke karakteristike tla:

Bušotina B-1

- Nasip, prah niske plastičnosti s fragmentima betona, opeke, kamena, tamno smeđe boje, registriran je do dubine -1,20 m
- Glinoviti prah, srednje plastičnosti, polučvrste konzistencije, žuto smeđe boje, registriran je do dubine -2,10 m
- Prašnasti pijesak, srednjih do sitnih frakcija zrna, slabo do srednje zbijen, žuto smeđe boje, registriran je do dubine -3,80 m
- Pijesak dobro građuiran, s primjesama praha, srednje do sitno zrnat, srednje zbijen, sivo plave boje, registriran je do dubine -10,60 m
- Glina prašinasta, srednje plastičnosti, teškognječivog konzistentnog stanja, sivo plave boje, registrirana je do dubine -12,00 m

Bušotina B-2

- Nasip, prah niske plastičnosti, s fragmentima betona, opeke, kamena, tamno smeđe boje, registriran je do dubine -1,95 m
- Prašnasti pijesak, srednjih do sitnih frakcija zrna, slabo do srednje zbijen, žuto smeđe boje, registriran je do dubine -4,20 m
- Pijesak dobro građuiran, srednje do sitno zrnat, slabo do srednje zbijen, sivo plave boje, registriran je do dubine -8,00 m

Za vrijeme izvođenja terenskih radova u bušotinama registrirana je pojava podzemne vode na -3,50 do -3,60 m mjereno od kote postojećeg terena.

Prije izvedbe temelja, a nakon iskopa temeljnih jama izvođač je dužan osigurati pregled kontaktnog tla od strane ovlaštenog geomehaničara koji upisom u građevinski dnevnik mora potvrditi da temeljno tlo zadovoljava potrebe nosivosti iz proračuna temelja danom u statičkom izračunu.

Na osnovi rezultata geotehničkih istražnih radova i geostatičkih proračuna provedenih za potrebe temeljenja premetne građevine u Podravlju (na k.č.br.: 925/2; k.o.Tvrđavica-Podravlje) može se utvrditi da je temeljno tlo geotehnički podobno za izgradnju, uz uvažavanje navoda iz geomehaničkog elaborata.

U Osijeku, lipanj 2024.

PROJEKTANT:
Zoran Kalember, dipl.ing.građ.

NAZIV I MJESTO GRAĐEVINE: DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU na k.č.br. 925/2; k.o. Tvrđavica-Podravlje	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE 020-06B/2024, lipanj 2024.	INVESTITOR: DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU Ulica Kamila Firingera 1, 31000 Osijek
--	--	--



Respect-ing

iban
oib

Respect-ing d.o.o.
za inženjering u graditeljstvu
HR74 25000091102184314
72061576990

a.os

Š. Petöfia 59
31000 Osijek

t
f
e
w

+385.31.368.052
+385.31.300.211
respect-ing@respect-ing.hr
www.respect-ing.hr

PROJEKTNII URED:	Respect-ing d.o.o. za inženjering u graditeljstvu Ulica Šandora Petöfia 59, 31000 Osijek OIB: 72061576990
INVESTITOR:	DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU Ulica Kamila Firingera 1, 31000 Osijek OIB: 61338774671
NAZIV GRAĐEVINE: LOKACIJA GRAĐENJA:	GRAĐEVINA JAVNE I DRUŠTVENE NAMJENE DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU na k.č.br. 925/2; k.o. Tvrdavica-Podravlje Princa Eugena Savojskog, Podravlje
RAZINA RAZRADE PROJEKTA: VRSTA PROJEKTA:	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE
BROJ PROJEKTA I MAPE:	020-06B/2024– MAPA 2

PROJEKTIRANI VIJEK UPORABE GRAĐEVINE I UVJETI ZA NJENO ODRŽAVANJE

NAZIV I MJESTO GRAĐEVINE: DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU na k.č.br. 925/2; k.o. Tvrdavica-Podravlje	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE 020-06B/2024, lipanj 2024.	INVESTITOR: DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU Ulica Kamila Firingera 1, 31000 Osijek
---	---	---



1. OPĆE NAPOMENE PROJEKTIRANJA KONSTRUKCIJE DA ZADOVOLJI UPORABNI VIJEK

Suglasno HRN ENV 1991-1 i važećim propisima za betonske, čelične i zidane konstrukcije ovisno o vrsti konstrukcije razlikuju se četiri razreda sa različitim proračunskim uporabnim vijekom prema tablici 1:

Tablica 1: Razredba proračunskog uporabnog vijeka (prema HRN ENV 1991-1)

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

Suglasno ovoj normi konstrukciju *građevine* treba svrstati u 3. razred, zahtijevani uporabni vijek ove građevine je **50 godina**.

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

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

- održavanje AB konstrukcije zgrade

Redoviti pregledi u svrhu održavanja betonske konstrukcije provode se ne rjeđe od 10 godina.

Pregled uključuje najmanje:

- vizualni pogled, u kojeg je uključeno utvrđivanje položaja i veličine napuklina i pukotina te drugih oštećenja bitnih za očuvanje mehaničke otpornosti i stabilnosti građevine,
- utvrđivanja stanja zaštitnog sloja armature,
- utvrđivanje veličine progiba glavnih nosivih elemenata

- održavanje zidane konstrukcije zgrade

Isti pregled za zidane zidove konstrukcije potrebno je provesti kao i za AB elemente konstrukcije navedene pod točkom a.) ovog poglavlja. Sanacije pukotina potrebno je napraviti prikladnim sustavima injektiranja i vraćanjem svojstva ziđa u projektirano stanje bez pukotina.

- čuvanje dokumentacije održavanja

Dokumentaciju pregleda te dokumentaciju o održavanju konstrukcije dužan je trajno čuvati vlasnik građevine.

Pregled konstrukcije zgrade moraju obavljati za to ovlaštene osobe. I ako se uoče da su bitna svojstva građevine narušena potrebno je konstrukciju sanirati.

U Osijeku, lipanj 2024.

PROJEKTANT:
Zoran Kalember, dipl.ing.građ.



Respect-ing

iban
oib

Respect-ing d.o.o.
za inženjering u graditeljstvu
HR74 25000091102184314
72061576990

a.os

Š. Petöfia 59
31000 Osijek

t
f
e
w

+385.31.368.052
+385.31.300.211
respect-ing@respect-ing.hr
www.respect-ing.hr

PROJEKTNII URED:	Respect-ing d.o.o. za inženjering u graditeljstvu Ulica Šandora Petöfia 59, 31000 Osijek OIB: 72061576990
INVESTITOR:	DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU Ulica Kamila Firingera 1, 31000 Osijek OIB: 61338774671
NAZIV GRAĐEVINE: LOKACIJA GRAĐENJA:	GRAĐEVINA JAVNE I DRUŠTVENE NAMJENE DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU na k.č.br. 925/2; k.o. Tvrdavica-Podravlje Princa Eugena Savojskog, Podravlje
RAZINA RAZRADE PROJEKTA: VRSTA PROJEKTA:	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE
BROJ PROJEKTA I MAPE:	020-06B/2024– MAPA 2

DEFINIRANJE SASTAVA I SVOJSTAVA BETONA ZA BETONSKU KONSTRUKCIJU

NAZIV I MJESTO GRAĐEVINE: DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU na k.č.br. 925/2; k.o. Tvrdavica-Podravlje	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE 020-06B/2024, lipanj 2024.	INVESTITOR: DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU Ulica Kamila Firingera 1, 31000 Osijek
---	---	---

**Analiza izloženosti konstrukcije**

Tablica 1: Razredi izloženosti (prema HRN EN 206-1)

RAZRED	OPIS OKOLIŠA/IZLOŽENOSTI	INFORMATIVNI PRIMJERI
• 1 – nema rizika od korozije		
X0	za beton bez armature ili ugrađenog metala. za beton s armaturom: vrlo suho	Elementi bez armature u neagresivnom okolišu (npr. nearmirani temelji koji nisu izloženi zamrzavanju i odmrzavanju, nearmirani unutarnji elementi). Beton unutar zgrada s vrlo malom vlažnošću zraka.
• 2 – korozija armature uzrokovana karbonizacijom		
XC1	Suho ili trajno vlažno	Beton unutar zgrada s vrlo malom vlažnošću zraka. Beton stalno uronjen u vodu
XC2	Vlažno, rijetko suho	Površina betona izložena dugotrajnom kontaktu s vodom. Mnogi temelji
XC3	Umjerena vlažnost	Beton unutar zgrada s umjerenom ili velikom vlažnošću zraka. Vanjski beton zaštićen od kiše
XC4	Cikličko vlažno i suho	Površine betona izložene kontaktu s vodom koje ne pripadaju razredu XC2
• 3 – korozija armature uzrokovana kloridima koji nisu iz mora		
XD1	Umjerena vlažnost	Površina betona izložena kloridima iz zraka
XD2	Vlažno, rijetko suho	Bazeni za plivanje. Elementi betona izloženi industr. vodama koje sadrže kloride
XD3	Cikličko vlažno i suho	Djelovi mostova izloženi prskanju vode koja sadrži kloride. Pločnici (kolničke konstrukcije), ploče javnih garaža
• 4 – korozija armature uzrokovana kloridima koji iz morske vode		
XS1	Izloženo solima iz zraka, ali ne u dodiru s morskom vodom	Konstrukcije u blizini obale ili na njoj. Vanjski elementi u blizini obale.
XS2	Uronjeno	Stalno uronjeni u lukama
XS3	U zonama plime i prskanja vodom	Djelovi pomorskih konstrukcija. Zidovi lukobrana i molova
• 5 – korozija armature uzrokovana zamrzavanjem i odmrzavanjem		
XF1	Umjereno zasićenje vodom, bez sredstava za odleđivanje	Vertikalne površine betona izložene kiši i smrzavanju. Vanjski elementi
XF2	Umjereno zasićenje vodom, sa sredstvom za odleđivanje	Vertikalne površine betona na cestovnim konstrukcijama izložene zamrzavanju i sredstvima za odleđivanje
XF3	Jako zasićenje vodom, bez sredstava za odleđivanje	Horizontalne površine betona izložene kiši i zamrzavanju
XF4	Jako zasićenje vodom, sa sredstvom za odleđivanje	Ceste i kolnici mostova izloženi sredstvima za odmrzavanje. Betonske površine izložene prskanju vode koja sadrži sredstva za odleđivanje i izložene zamrzavanju. Područja plime i oseke kod pomorskih konstrukcija izloženih zamrzavanju
• 6 – kemijska korozija		
Odnosi se na kemijsko djelovanje iz prirodnog tla i podzemne vode. Klasifikacija morske vode ovisi o zemljopisnoj lokaciji pa treba primijeniti razredbu koja vrijedi na mjestu uporabe betona. U normi je dana posebna specifikacija kemijske agresije prirodnog tla i podzemne vode. Ako se radi o djelovanjima izvan te specifikacije, drugim agresivnim kemikalijama, kemijski onečišćenoj podzemnoj vodi, velikoj brzini vode u kombinaciji sa specificiranim kemikalijama, može biti potrebna posebna studija za utvrđivanje odgovarajuće izloženosti.		
XA1	Slabo kemijski agresivni okoliš	Prirodno tlo i podzemna voda. Spremnici u postrojenjima za obradu voda iz kanalizacije, umjetnih gnojiva isl.
XA2	Umjereno kemijski agresivni okoliš	Prirodno tlo i podzemna voda. Betonski elementi u dodiru s morskom vodom, elementi u agresivnom tlu
XA3	Jako kemijski agresivni okoliš	Prirodno tlo i podzemna voda. Kemijski agresivne vode u postrojenjima za tretiranje otpadnih voda, spremnici za silažu i korita za hranjenje životinja, rashladni tornjevi s dimnjacima za odvođenje dimnih plinova
• 7 – beton izložen habanju		
XM1	Umjereno habanje	Elementi industrijskih konstrukcija izloženih prometu vozila s pneumatskim gumama na kotačima
XM2	Znatno habanje	Elementi industrijskih konstrukcija izloženih prometu viličara s pneumatskim ili tvrdim gumama na kotačima
XM3	Ekstremno habanje	Elementi industrijskih konstrukcija izloženih prometu viličara s pneumatskim gumama ili čeličnim kotačima, hidrauličke konstrukcije u vrtložnim vodama (bazeni za destilaciju isl.), površine izložene prometu gusjeničara

Sukladno ovoj tablici konstrukcija zgrade treba se svrstati u razred izloženosti XC1 i XC2.

Ostale korozije se mogu zanemariti.



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

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

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

Preporučene granične vrijednosti sastava i svojstva betona

Tablica 2: Preporučene granične vrijednosti sastava i svojstva betona (prema HRN EN 206-1)

RAZREDI IZLOŽENOSTI				PREPORUČENE GRANIČNE VRIJEDNOSTI		
Oznaka razreda	Djelovanja			Max. v/c	Min. cement (kg/m ³)	Razred čvrstoće
X0		Nema rizika		Nema zahtjeva	Nema zahtjeva	C 12/15
XC	1	Karbonatizacija (H ₂ O, CO ₂)	Suho ili u vodi	0,65	260	C 20/25
	2		Vlaga (stalna)	0,60	280	C 25/30
	3		Umjerena vlaga	0,55	280	C 30/37
	4		Vlaženje / sušenje	0,50	300	C 30/37
XD	1	Kloridi koji nisu iz mora (H ₂ O, Cl)	Umjerena vlaga	0,55	300	C 30/37
	2		Vlaga (stalna)	0,55	300	C 30/37
	3		Vlaženje / sušenje	0,45	320	C 35/45
	4		Bez dodira s vodom	0,50	300	C 30/37
XS	1	Kloridi iz mora (H ₂ O, Cl)	U vodi	0,45	320	C 35/45
	2		Plima / oseka	0,45	340	C 35/45
	3		Umjerena zasićenost vodom	0,55	300	C 30/37
	4		Umjerena zasićenost vodom + sol	0,55	300	C 25/30
XF ¹⁾	1	Smrzavanje - odmrzavanje / + sol	Visoka zasićenost vodom	0,50	320	C 30/37
	2 ²		Visoka zasićenost vodom + sol	0,45	340	C 30/37
	3 ²					
	4 ²					
XA	1	Kemijsko djelovanje	Neznatno škodljiv	0,55	300	C 30/37
	2 ³		Umjereno škodljiv	0,50	320	C 30/37
	3 ³		Vrlo škodljiv	0,45	360	C 35/45
	4					
XM	1	Habanje (abrazija)	Umjereno habanje			C 30/37
	2		Znatno habanje			C 30/37
	3		Ekstremno habanje			C 35/45
	4					

Potrebno je primijeniti agregat prema EN 12620:2000 s dovoljnom otpornošću na smrzavanje.

Preporučljiva količina zraka od minimalno 4,0%. Kada beton nije aeriran, ponašanje betona treba ispitivati prema prikladnoj metodi u usporedbi s betonom kojemu je otpornost na smrzavanje za odgovarajući razred izloženosti dokazana. Primijeniti sulfatootporni cement.

Kada SO₄ vodi ka razredu izloženosti XA2 i XA3, ispravno je upotrijebiti sulfatootporni cement.

Kada je cement razvrstan prema sulfatnoj otpornosti, umjereno ili visoko sulfatootporni cement treba biti u razredu izloženosti XA2 (i u XA1 kad je primjenjiv), a visoko sulfatootporni cement treba upotrijebiti u razredu izloženosti XA3.

Usvojeni sastav i svojstva betona

Tablica 2: Usvojen sastav i svojstva betona

Vrsta elemenata konstrukcije	Debljina zaštitnog sloja	Maksimalan sadržaj kloridnih iona	Max v/c	Min cementa (kg/m ³)	Razred čvrstoće
Nearmirani i slabo armirani	3,5	0,2% na masu cementa	-	-	16/20
AB elementi konstrukcije	3,5	0,4% na masu cementa	0,60	280	30/37



Obzirom na djelovanja koja utječu na trajnost, EC 2 se uglavnom bavi s četiri glavna mehanizma degradacije armiranog betona:

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

Prvi mehanizam degradacije u prvom redu napada i oštećuje armaturu, što ima za posljedicu raspucavanje i odlamanje betona.

Preostala tri mehanizma degradacije izravno razaraju beton. Svi navedeni mehanizmi degradacije zahtijevaju prisutnost vode.

Kako je voda neophodna za proces hidratacije, uvijek je prisutna u određenoj količini. Brzina napredovanja degradacije smanjuje se što je beton više suh.

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

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

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

Očito je da se trajnosti zasniva prvenstveno na odabiru odgovarajuće mješavine betona uz definirane zahtjeve na čvrstoću betona i debljinu zaštitnog sloja armature, ovisno o uvjetima okoliša u kojima se betonska konstrukcija nalazi.

U Osijeku, lipanj 2024.

PROJEKTANT:
Zoran Kalember, dipl.ing.građ.

NAZIV I MJESTO GRAĐEVINE: DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU na k.č.br. 925/2; k.o. Tvrđavica-Podravlje	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE 020-06B/2024, lipanj 2024.	INVESTITOR: DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU Ulica Kamila Firingera 1, 31000 Osijek
---	---	---



Respect-ing

iban
oib

Respect-ing d.o.o.
za inženjering u graditeljstvu
HR74 25000091102184314
72061576990

a.os

Š. Petöfia 59
31000 Osijek

t
f
e
w

+385.31.368.052
+385.31.300.211
respect-ing@respect-ing.hr
www.respect-ing.hr

PROJEKTNI URED:	Respect-ing d.o.o. za inženjering u graditeljstvu Ulica Šandora Petöfia 59, 31000 Osijek OIB: 72061576990
INVESTITOR:	DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU Ulica Kamila Firingera 1, 31000 Osijek OIB: 61338774671
NAZIV GRAĐEVINE: LOKACIJA GRAĐENJA:	GRAĐEVINA JAVNE I DRUŠTVENE NAMJENE DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU na k.č.br. 925/2; k.o. Tvrdavica-Podravlje Princa Eugena Savojskog, Podravlje
RAZINA RAZRADE PROJEKTA: VRSTA PROJEKTA:	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE
BROJ PROJEKTA I MAPE:	020-06B/2024– MAPA 2

ANALIZA ZAŠTITNIH SLOJEVA ARMIRANOBETONSKIH ELEMENATA

NAZIV I MJESTO GRAĐEVINE: DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU na k.č.br. 925/2; k.o. Tvrdavica-Podravlje	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE 020-06B/2024, lipanj 2024.	INVESTITOR: DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU Ulica Kamila Firingera 1, 31000 Osijek
---	---	---



Određivanje minimalnog zaštitnog sloja provodi se prema normi HRN EN 1992-1-1:2013: Eurokod 2 - Projektiranje betonskih konstrukcija - Dio 1-1: Opća pravila i pravila za zgrade (EN 1992-1-1:2004/AC:2012).

Pretpostavljena klasa konstrukcija prema HRN EN 1992-1-1:2013 je S4. Na temelju toga i razreda izloženosti te razreda betona, iz slijedećih tablica očitavaju se minimalne debljine zaštitnog sloja $c_{min,dur}$.

Nazivni zaštitni sloj, c_{nom} , definiran je kao najmanji zaštitni sloj c_{min} povećan za odstupanje u projektu, D_{cdev} .

$$c_{nom} = c_{min} + D_{cdev}$$

Najmanji zaštitni sloj, c_{min} , može se definirati slijedećom formulom:

$$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + D_{cdev,y} - D_{cdev,st} - D_{cdev,add}; 10\text{mm}),$$

gdje je:

$c_{min,b}$ - najmanji zaštitni sloj zbog zahtjeva prijanjanja,

$c_{min,dur}$ - najmanji zaštitni sloj zbog uvjeta okoliša,

$D_{cdev,y}$ - dodatni element sigurnosti, može biti veći od nule, ali HRN EN1992-1-1:2013 preporučuje vrijednost $D_{cdev,y} = 0$,

$D_{cdev,st}$ - smanjenje najmanjega zaštitnog sloja pri uporabi nehrđajućeg čelika, preporučena vrijednost iznosi $D_{cdev,st} = 0$,

$D_{cdev,add}$ - smanjenje najmanjega zaštitnog sloja pri uporabi dodatne zaštite, preporučena vrijednost iznosi $D_{cdev,add} = 0$.

Tablica 1: Preporučena razredba konstrukcija

RAZRED KONSTRUKCIJE							
Kriterij	Razred izloženosti prema tablici 17.						
	X0	XC1	XC2 / XC3	XC4	XD1	XD2 / XS1	XD3 / XS2 / XS3
Proračunski uporabni vijek 100 godina	Povećati razred za 2	Povećati razred za 2	Povećati razred za 2	Povećati razred za 2	Povećati razred za 2	Povećati razred za 2	Povećati razred za 2
Razred čvrstoće ^{1) 2)}	> C30/37 Smanjiti razred za 1	> C30/37 Smanjiti razred za 1	> C35/45 Smanjiti razred za 1	> C40/50 Smanjiti razred za 1	> C30/37 Smanjiti razred za 1	> C40/50 Smanjiti razred za 1	> C45/55 Smanjiti razred za 1
Element pločaste geometrije (proces gradnje nema utjecaj na položaj armature)	Smanjiti razred za 1	Smanjiti razred za 1	Smanjiti razred za 1	Smanjiti razred za 1	Smanjiti razred za 1	Smanjiti razred za 1	Smanjiti razred za 1
Osigurana posebna kontrola kvalitete proizvodnje betona	Smanjiti razred za 1	Smanjiti razred za 1	Smanjiti razred za 1	Smanjiti razred za 1	Smanjiti razred za 1	Smanjiti razred za 1	Smanjiti razred za 1
1) razred čvrstoće i omjer vode i cementa međusobno su povezani. Smije se razmotriti poseban sastav (vrsta cementa, vodocementni omjer, fina punila) s namjerom postignuća male propusnosti.							
2) ograničenje se smije smanjiti za jedan razred čvrstoće ako je uvučenog zraka više od 4%.							

Tablica 2: Vrijednost najmanjeg zaštitnog sloja $c_{min,dur}$ u odnosu na trajnost armature u skladu s normama HRN 1130

C _{min,dur} (mm) U OVISNOSTI O RAZREDU KONSTRUKCIJE I RAZREDU IZLOŽENOSTI							
Razred konstrukcije	Razred izloženosti prema tablici 17.						
	X0	XC1	XC2 / XC3	XC4	XD1	XD2 / XS1	XD3 / XS2 / XS3
S1	10	10	10	15	20	25	30
S2	10	10	15	20	25	30	35
S3	10	10	20	25	30	35	40
S4	10	15	25	30	35	40	45
S5	15	20	30	35	40	45	50
S6	20	25	35	40	45	50	55

Da bi se proračunao nazivni zaštitni sloj, c_{min} , u proračunu treba najmanjem zaštitnom sloju dodati odstupanje od $D_{cdev} = 10\text{mm}$. Zaštitni sloj betona s obrađenom površinom ili vidljivim agregatom treba također povećati kako bi se u obzir uzela neravna površina. Tada treba zaštitni sloj povećati za najmanje 5 mm. $D_{cdev} = 10\text{mm}$ radi odstupanja kod izvedbe. Za beton koji se ugrađuje na neravnu podlogu treba nazivni zaštitni sloj povećati i dopustiti veće otklone u proračunu. Povećanje treba biti u skladu s razlikama zbog neravnina, ali najmanji zaštitni sloj treba biti najmanje $k_1 = 40\text{ mm}$ za beton koji se nanosi na pripremljeno temeljno tlo (uključujući i betonsku podlogu) i $k_2 = 75\text{ mm}$ za beton lijevan izravno na tlo. Ako su dijelovi konstrukcije nedostupni, zaštitni sloj povećati za 20 mm.

U Osijeku, lipanj 2024.

PROJEKTANT:
Zoran Kalember, dipl.ing.grad.



Respect-ing

iban
oib

Respect-ing d.o.o.
za inženjering u graditeljstvu
HR74 25000091102184314
72061576990

a.os

Š. Petöfia 59
31000 Osijek

t
f
e
w

+385.31.368.052
+385.31.300.211
respect-ing@respect-ing.hr
www.respect-ing.hr

PROJEKTNII URED:	Respect-ing d.o.o. za inženjering u graditeljstvu Ulica Šandora Petöfia 59, 31000 Osijek OIB: 72061576990
INVESTITOR:	DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU Ulica Kamila Firingera 1, 31000 Osijek OIB: 61338774671
NAZIV GRAĐEVINE: LOKACIJA GRAĐENJA:	GRAĐEVINA JAVNE I DRUŠTVENE NAMJENE DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU na k.č.br. 925/2; k.o. Tvrđavica-Podravlje Princa Eugena Savojskog, Podravlje
RAZINA RAZRADE PROJEKTA: VRSTA PROJEKTA:	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE
BROJ PROJEKTA I MAPE:	020-06B/2024– MAPA 2

POŽARNA OTPORNOST ARMIRANOBETONSKE KONSTRUKCIJE

NAZIV I MJESTO GRAĐEVINE: DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU na k.č.br. 925/2; k.o. Tvrđavica-Podravlje	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE 020-06B/2024, lipanj 2024.	INVESTITOR: DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU Ulica Kamila Firingera 1, 31000 Osijek
---	---	---



Požarna otpornost zidova – puni nosivi zidovi

Normirana požarna otpornost	NAJMANJE DIMENZIJE (mm)			
	Debljina zida / razmak, a, od osi šipke armature do lica zida			
	$\mu_{fi} = 0,35$		$\mu_{fi} = 0,70$	
	zid izložen s jedne strane	zid izložen s obje strane	zid izložen s jedne strane	zid izložen s obje strane
REI 30	100/10*	120/10*	120/10*	120/10*
REI 60	110/10*	120/10*	130/10*	140/10*
REI 90	120/20*	140/10*	140/25	170/25
REI 120	150/25*	160/25*	160/35	220/35
REI 180	180/40	200/45	210/50	270/55
REI 240	230/55	250/55	270/60	350/60

* Mjerodavan je zaštitni sloj zahtjevan prema normi HRN EN 1992-1-1.

Požarna otpornost ravnih ploča nosivih u jednom smjeru

Normirana požarna otpornost	NAJMANJE DIMENZIJE (mm)	
	Debljina ploče, hs	Razmak, a**
REI 30	150	10*
REI 60	180	15*
REI 90	200	25
REI 120	200	35
REI 180	200	45
REI 240	200	50

* Mjerodavan je zaštitni sloj zahtjevan prema normi HRN EN 1992-1-1.
** Razmak „a“ označava udaljenost od osi šipke do bližeg lica betona.

Požarna otpornost punih ravnih ploča nosivih dva smjera

Normirana požarna otpornost	Debljina ploče, hs (mm)	NAJMANJE DIMENZIJE (mm)		
		Ploče nosive u jednom smjeru	Razmak a	
			Ploče nosive u dva smjera	
			$Ly / Lx < 1,50$	$1,50 < Ly/Lx < 2,00$
REI 30	60	10*	10*	10*
REI 60	80	20	10*	15*
REI 90	100	30	15	20
REI 120	120	40	20	25
REI 180	150	55	30	40
REI 240	175	65	40	50

lx i ly su rasponi ploča koje nose u dva smjera pod pravim kutovima, pri čemu je ly dulji raspon.
Razmak „a“ u stupcima 4 i 5 odnosi se na ploče oslonjene na sva četiri ruba. Inače ih treba obraditi kao ploče koje nose u jednom smjeru.
* Mjerodavan je zaštitni sloj zahtjevan prema normi HRN EN 1992-1-1.

Požarna otpornost stupova pravokutnog ili kružnog presjeka

Normirana požarna otpornost	NAJMANJE DIMENZIJE (mm)			
	Širina stupova bmin / razmak „a“ od osi šipke armature do lica stupa			
	Stup izložen na više od jedne strane			Stup izložen na jednoj strani
	$\mu_{fi} = 0,20$	$\mu_{fi} = 0,50$	$\mu_{fi} = 0,70$	$\mu_{fi} = 0,70$
REI 30	200/25	200/25	200/32 300/27	155/25
REI 60	200/25	200/36 300/31	250/46 350/40	155/25
REI 90	200/31 300/25	300/45 400/38	350/53 450/40*	155/25
REI 120	250/40 350/35	350/45* 450/40*	350/57* 450/51	175/35
REI 180	350/45*	350/63*	450/70	230/55
REI 240	350/61*	450/75*	-	295/70

* Najmanje 8 šipki.



Požarna otpornost prostih greda

Normirana požarna otpornost	NAJMANJE DIMENZIJE (mm)						
	Moguće kombinacije bmin i a, gdje je bmin širina grede, dok je a prosječni razmak od osi šipki do lica grede	Debljina hrpta bw					
		Razred WA			Razred WB		
REI 30	bmin = 80 a = 25	120	160	200	80	80	80
REI 60	bmin = 120 a = 40	20	15*	15*	100	80	100
REI 90	bmin = 150 a = 55	160	200	300	110	100	100
REI 120	bmin = 200 a = 65	35	30	25	130	120	120
REI 180	bmin = 240 a = 80	300	400	600	150	150	140
REI 240	bmin = 280 a = 90	70	65	60	170	170	160

asd = a + 10 mm; asd je razmak od bočnih strana grede do osi kutnih šipki (ili natega ili žice) greda sa samo jednim slojem armature. Za prednapete grede treba uzeti u obzir povećanje osnovnog razmaka za 10 mm za prednapete šipke, što odgovara za $0_{cr} = 400^{\circ}\text{C}$ i za 15 mm za prednapete žice i užad, što odgovara za $0_{cr} = 350^{\circ}\text{C}$. Ako je vrijednost $b > b_{min}$ i ako je ujedno vrijednost b veća od vrijednosti danih u stupcu 4, ne zahtijeva se povećanje asd.

* Mjerodavan je zaštitni sloj zahtjevan prema normi HRN EN 1992-1-1.

Požarna otpornost kontinuiranih greda

Normirana požarna otpornost	NAJMANJE DIMENZIJE (mm)						
	Moguće kombinacije bmin i a, gdje je bmin širina grede, dok je a prosječni razmak od osi šipki do lica grede	Debljina hrpta bw					
		Razred WA			Razred WB		
REI 30	bmin = 80 a = 15*	160	12*		80	80	80
REI 60	bmin = 120 a = 25	200	12*		100	80	100
REI 90	bmin = 150 a = 35	250	25		110	100	100
REI 120	bmin = 200 a = 45	300	450	500	130	120	120
REI 180	bmin = 240 a = 60	400	550	600	150	150	140
REI 240	bmin = 240 a = 60 bmin = 280 a = 75	500	650	700	170	170	160

asd = a + 10 mm; asd je razmak od bočnih strana grede do osi kutnih šipki (ili natega ili žice) greda sa samo jednim slojem armature. Za prednapete grede treba uzeti u obzir povećanje osnovnog razmaka za 10 mm za prednapete šipke, što odgovara za $0_{cr} = 400^{\circ}\text{C}$ i za 15 mm za prednapete žice i užad, što odgovara za $0_{cr} = 350^{\circ}\text{C}$. Ako je vrijednost $b > b_{min}$ i ako je ujedno vrijednost b veća od vrijednosti danih u stupcu 4, ne zahtijeva se povećanje asd.

* Mjerodavan je zaštitni sloj zahtjevan prema normi HRN EN 1992-1-1.

Uvažavajući gore navedene minimalne vrijednosti za proračun konstrukcije usvojene su slijedeće geometrije poprečnih presjeka nosivih elemenata za normiranu požarnu otpornost REI 90:

- armirano betonski stupovi 50x50cm a = 5,0cm
- armirano betonske grede a = 4,0cm
- armirano betonske ploče d = 20cm a = 4,0cm
- armirano betonski zidovi d = 25cm, a = 4,0cm
- armirano betonska temeljna konstrukcija d = 65cm, a = 5,0cm

U Osijeku, lipanj 2024.

PROJEKTANT:
Zoran Kalember, dipl.ing.građ.

NAZIV I MJESTO GRAĐEVINE: DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU na k.č.br. 925/2; k.o. Tvrdavica-Podravlje	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE 020-06B/2024, lipanj 2024.	INVESTITOR: DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU Ulica Kamila Firingera 1, 31000 Osijek
--	--	--



PROJEKTNII URED:	Respect-ing d.o.o. za inženjering u graditeljstvu Ulica Šandora Petöfia 59, 31000 Osijek OIB: 72061576990
INVESTITOR:	DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU Ulica Kamila Firingera 1, 31000 Osijek OIB: 61338774671
NAZIV GRAĐEVINE: LOKACIJA GRAĐENJA:	GRAĐEVINA JAVNE I DRUŠTVENE NAMJENE DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU na k.č.br. 925/2; k.o. Tvrđavica-Podravlje Princa Eugena Savojskog, Podravlje
RAZINA RAZRADE PROJEKTA: VRSTA PROJEKTA:	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE
BROJ PROJEKTA I MAPE:	020-06B/2024– MAPA 2

ISKAZ PROCIJENJENIH TROŠKOVA GRADNJE

Ukupno procijenjeni troškovi građenja za građevinske radove (nosiva konstrukcija) iznose:

▪ Montažna konstrukcija	450.000,00	EUR
▪ Monolitna konstrukcija	250.000,00	EUR
▪ Zidana konstrukcija	100.000,00	EUR
▪ Ukupno:	800.000,00	EUR
▪ PDV (25%)	200.000,00	EUR
▪ UKUPNO:	1.000.00,00	EUR

U Osijeku, lipanj 2024.

PROJEKTANT:
Zoran Kalember, dipl.ing.građ.

NAZIV I MJESTO GRAĐEVINE: DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU na k.č.br. 925/2; k.o. Tvrđavica-Podravlje	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE 020-06B/2024, lipanj 2024.	INVESTITOR: DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU Ulica Kamila Firingera 1, 31000 Osijek
---	---	---



Respect-ing

iban
oib

Respect-ing d.o.o.
za inženjering u graditeljstvu
HR74 25000091102184314
72061576990

a.os

Š. Petöfia 59
31000 Osijek

t
f
e
w

+385.31.368.052
+385.31.300.211
respect-ing@respect-ing.hr
www.respect-ing.hr

PROJEKTNII URED:	Respect-ing d.o.o. za inženjering u graditeljstvu Ulica Šandora Petöfia 59, 31000 Osijek OIB: 72061576990
INVESTITOR:	DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU Ulica Kamila Firingera 1, 31000 Osijek OIB: 61338774671
NAZIV GRAĐEVINE: LOKACIJA GRAĐENJA:	GRAĐEVINA JAVNE I DRUŠTVENE NAMJENE DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU na k.č.br. 925/2; k.o. Tvrdavica-Podravlje Princa Eugena Savojskog, Podravlje
RAZINA RAZRADE PROJEKTA: VRSTA PROJEKTA:	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE
BROJ PROJEKTA I MAPE:	020-06B/2024– MAPA 2

PRORAČUN MEHANIČKE OTPORNOSTI I STABILNOSTI

NAZIV I MJESTO GRAĐEVINE: DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU na k.č.br. 925/2; k.o. Tvrdavica-Podravlje	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE 020-06B/2024, lipanj 2024.	INVESTITOR: DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU Ulica Kamila Firingera 1, 31000 Osijek
---	---	---



Respect-ing

iban
oib

Respect-ing d.o.o.
za inženjering u graditeljstvu
HR74 25000091102184314
72061576990

a.os
Ilirska 27
31000 Osijek

t +385.31.368.052
f +385.31.300.211
e respect-ing@respect-ing.hr
w www.respect-ing.hr

ANALIZA OPTEREĆENJA

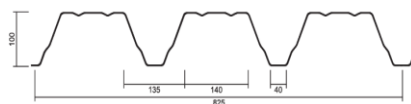
EUROCODE

ODABIR NOSIVOGR TRAPEZNOG LIMA (SLAGANI KROV)

- opterećenje lima od slojeva krova

$$q_u = 1,35 \cdot DL2 + 1,5 \cdot SN1 = 3,74 \text{ kN/m}^2$$

- odabrani trapezni lim **M 100/275**



- debljina lima, $t_N = 0,88 \text{ mm}$

- raspon, $L = 3,10 \text{ m}$ (dva i više polja)

- pozitivna orijentacija

- dopušteni progib, $L/300$

- tablica opterećenja sukladno EN 1993-1-3

Static system: 2-field

Bearing widths [mm]:

40/160/40

tN [mm]	g [kN/m²]	L _{plastic} [m]	perm.f	Permissible distributed load q (kN/m²) with a span L (m):											
				2.50	2.75	3.00	3.25	3.50	3.75	4.00	4.25	4.50	4.75	5.00	
0,75	0,09	6,89	free	4,36	3,97	3,64	3,29	2,85	2,49	2,18	1,94	1,73	1,55	1,40	
			L/150	4,36	3,97	3,64	3,29	2,85	2,49	2,18	1,94	1,73	1,55	1,40	
			L/200	4,36	3,97	3,64	3,29	2,85	2,49	2,18	1,94	1,73	1,55	1,40	
			L/300	4,36	3,97	3,64	3,29	2,85	2,49	2,18	1,94	1,73	1,55	1,40	
0,88	0,11	8,17	free	6,12	5,56	4,86	4,19	3,61	3,15	2,77	2,45	2,19	1,96	1,77	
			L/150	6,12	5,56	4,86	4,19	3,61	3,15	2,77	2,45	2,19	1,96	1,77	
			L/200	6,12	5,56	4,86	4,19	3,61	3,15	2,77	2,45	2,19	1,96	1,77	
			L/300	6,12	5,56	4,86	4,19	3,61	3,15	2,77	2,45	2,19	1,96	1,75	
1,00	0,12	8,54	free	7,97	6,86	5,76	4,91	4,24	3,69	3,24	2,87	2,56	2,30	2,08	
			L/150	7,97	6,86	5,76	4,91	4,24	3,69	3,24	2,87	2,56	2,30	2,08	
			L/200	7,97	6,86	5,76	4,91	4,24	3,69	3,24	2,87	2,56	2,30	2,08	
			L/300	7,97	6,86	5,76	4,91	4,24	3,69	3,24	2,87	2,56	2,30	2,00	
1,13	0,14	8,91	free	9,74	8,05	6,77	5,77	4,97	4,33	3,81	3,37	3,01	2,70	2,44	
			L/150	9,74	8,05	6,77	5,77	4,97	4,33	3,81	3,37	3,01	2,70	2,44	
			L/200	9,74	8,05	6,77	5,77	4,97	4,33	3,81	3,37	3,01	2,70	2,44	
			L/300	9,74	8,05	6,77	5,77	4,97	4,33	3,81	3,37	3,01	2,65	2,27	

Za razmak sekundarnih nosača 3,10m i progib $L/300$, dopušteno opterećenje krovnog lima iznosi $q_{\max} = 4,60 \text{ kN/m}^2$ (zadovoljava!)

Tablice sadrže sve parcijalne faktore sigurnosti, tako da se dopuštena opterećenja (iz tablice) mogu usporediti s karakterističnim učincima.

1. STALNA OPTEREĆENJA

1.1. Stalno opterećenje konstruktivnih elemenata - vt

- vlastita težina konstruktivnih elemenata (nosiva konstrukcija) generira se računalnim programom na temelju stvarnih dimenzija i zapreminskih težina

1.2. Stalno opterećenje nekonstruktivnih elemenata - g

- slojevi i debljine nekonstruktivnih elemenata preuzeti su iz Arhitektonskog projekta (Mapa 1)

- težine slojeva određuju se sukladno normi HRN EN 1991-1-1:2012; Eurocod 1: Djelovanje na konstrukcije - Dio 1-1: Opća djelovanja - Obujamske težine, vlastita težina i uporabna opterećenja za zgrade

OPTEREĆENJE NA KROV			
OPIS SLOJEVA	DEBLJINA (cm)	TEŽINA (kN/m ³)	OPTEREĆENJE
- fotonaponska elektrana + balasti			0,60 kN/m ²
- hidroizolacija - TPO membrana 1,5mm	0,15	18,00	0,05 kN/m ²
- termoizolacija - MW	20,00	2,00	0,40 kN/m ²
- PE folija	0,15	14,00	0,03 kN/m ²
- čelični, profilirani trapezni lim M100, $t_N = 0,85 \text{ mm}$	--	--	0,12 kN/m ²
- oprema, instalacije ...	--	--	0,25 kN/m ²
- podgled	--	--	0,25 kN/m ²
- ukupno			1,70 kN/m ²

OPTEREĆENJE NA PREDNAPETE STROPNE PLOČE			
OPIS SLOJEVA	DEBLJINA (cm)	TEŽINA (kN/m ³)	OPTEREĆENJE
- industrijski pod	--	--	0,15 kN/m ²
- tlačna ploča	10,00	25,00	2,50 kN/m ²
- prednapeta, šuplja AB ploča 400 ($g_{PL} = 480 \text{ kg/m}^2$)	40,00	12,00	računski kN/m ²
- toplinska izolacija - MW	5,00	2,00	0,10 kN/m ²
- težina regala, oprema, instalacije	--	--	2,00 kN/m ²
- podgled - GK stropna obloga	--	--	0,25 kN/m ²
- ukupno			5,00 kN/m ²



Respect-ing

iban
oib

Respect-ing d.o.o.
za inženjering u graditeljstvu
HR74 25000091102184314
72061576990

a.os
Ilirska 27
31000 Osijek

t +385.31.368.052
f +385.31.300.211
e respect-ing@respect-ing.hr
w www.respect-ing.hr

OPTEREĆENJE NA MONOLITNE STROPNE PLOČE			
OPIS SLOJEVA	DEBLJINA (cm)	TEŽINA (kN/m ³)	OPTEREĆENJE
- keramičke pločice	1,50	25,00	0,40 kN/m ²
- arm. cementni estrih	8,00	22,00	1,75 kN/m ²
- monolitna AB ploča	20,00	25,00	računski kN/m ²
- toplinska izolacija - MW	5,00	2,00	0,10 kN/m ²
- oprema, instalacije	--	--	0,20 kN/m ²
- podgled - GK stropna obloga	--	--	0,25 kN/m ²
- ukupno			2,70 kN/m ²

1.2.3. LINIJSKA OPTEREĆENJA OD NEKONSTRUKTIVNIH ELEMENATA				
OPIS	DEBLJINA (cm)	VISINA (cm)	TEŽINA (kN/m ³)	OPTEREĆENJE
- vanjski i unutarnji zid - blok opeka (prizemlje)	0,25	3,85	16,00	15,40 kN/m
- vanjski i unutarnji zid - blok opeka (kat)	0,25	4,75	16,00	19,00 kN/m
- pregradni zid - blok opeka	0,12	3,85	14,00	6,47 kN/m
- ograda stubišta, balkona ...	-	-	-	1,00 kN/m



2. PROMJENJIVA OPTEREĆENJA

2.1. Uporabna opterećenja

- uporabna opterećenja definirana su sukladno normi HRN EN 1991-1-1:2012; Eurocod 1: Djelovanje na konstrukcije - Dio 1-1: Opća djelovanja - Obujamske težine, vlastita težina i uporabna opterećenja za zgrade prema kategoriji namjene prostora

2.1.1. Opterećenje pokretnih regala

- visina regala	$h_r =$	320,00 cm	
- broj polica	$n_p =$	8,00	
- dubina polica	$b_p =$	40,00 cm	
- max. dopušteno opterećenje polica	$g_{max} =$	75,00 kg/m	
- ukupno opterećenje regala arhivom	$q = n_p \cdot g_{max} =$	600,00 kg/m	
		1500,00 kg/m ²	= 15,00 kN/m ²

2.1.2. Opterećenje arhivskih ladičara

- dužina ladičara	$l =$	140,00 cm	
- širina ladičara	$b =$	95,00 cm	
- broj polica	$n_p =$	10,00	
- max. dopušteno opterećenje polica	$g_{max} =$	20,00 kg	
- ukupno opterećenje ladičara	$q = n_p \cdot g_{max} =$	200,00 kg	
		150,38 kg/m ²	= 1,50 kN/m ²

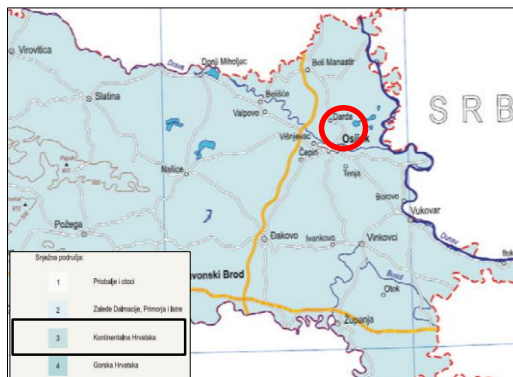
OSTALA KORISNA OPTEREĆENJA

OSTALA KORISNA OPTEREĆENJA	OPTEREĆENJE
- opterećenje radnog prostora ...	3,00 kN/m ²
- opterećenje od pregradnih zidova 10cm	(dano kao stalno opterećenje po m1 zida) - kN/m ²
- opterećenje za hodnike, stubišta	3,00 kN/m ²
- opterećenje za konzole	4,00 kN/m ²
- opterećenje strojarne opreme na katu	5,00 kN/m ²

2.2. Opterećenje od snijega

- opterećenje od snijega definirano je sukladno normi HRN EN 1991-1-3:2012/NA:2012; Eurocod 1: Djelovanje na konstrukcije - Dio 1-3: Opća djelovanja - Opterećenje snijegom

- lokacija građevine	Osijek
- područje djelovanja snijega	III
- nadmorska visina	90 m.n.m.
- nagib krovne plohe	0,00 °
- koeficijent oblika - μ_1	0,80
- koeficijent izloženosti - $C_{(e)}$	1,00
- toplinski koeficijent - $C_{(t)}$	1,00



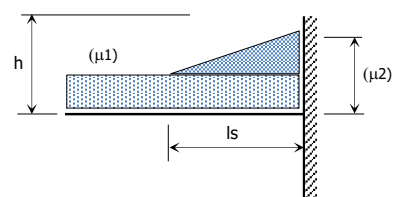
- karakteristično opterećenje snijegom na tlu
 $s_k = 1,20 \text{ kN/m}^2$

- karakteristična vrijednost opterećenja snijegom
 $s = \mu_1 \cdot C_{(e)} \cdot C_{(t)} \cdot s_k = 0,96 \text{ kN/m}^2$

Opterećenje snijegom od horizontalnog zapuha vjetrom na atiku

- visina atike	$h =$	0,50 m	
- gustoća snijega	$\gamma =$	2,00 kN/m ³	
- koeficijent oblika	$\mu_1 =$	0,80	
- koeficijent oblika	$\mu_2 = \gamma \cdot h / s_k =$	0,83	uvjet $0,8 < \mu_2 < 2,0$
- dužina zapuha	$l_s = 2 \cdot h =$	1,00 m	uvjet $5,0 < l_s < 15 \text{ (m)}$

- opterećenje snijegom uz atiku
 $s_a = \mu_2 \cdot s_k = 1,00 \text{ kN/m}^2$





Respect-ing

iban
oib

Respect-ing d.o.o.
za inženjering u graditeljstvu
HR74 25000091102184314
72061576990

a.os Ilirska 27
31000 Osijek

t +385.31.368.052
f +385.31.300.211
e respect-ing@respect-ing.hr
w www.respect-ing.hr

2.3. Opterećenje od vjetra

- opterećenje od vjetra definirano je sukladno normi HRN EN 1991-1-4:2012/NA:2012; Eurocod 1: Djelovanje na konstrukcije - Dio 1-4: Opća djelovanja - Djelovanja vjetrom

- lokacija građevine	Osijek
- područje djelovanja vjetra	I
- kategorija terena	III
- normalna vegetacija, šume, predgrađa	
- visina konstrukcije iznad tla ($h=z_e$)	11,300 m
- osnovna brzina vjetra (V_b)	20,000 m/s
- gustoća zraka (ρ)	1,250 kg/m ³
- duljina hrapavosti (z_0)	0,300
- tlak pri osnovnoj brzini vjetra (q_b)	0,250 kN/m ²
- faktor terena (k_r)	0,215
- faktor hrapavosti ($C_r(z)$)	0,782
- srednja brzina vjetra ($V_m(z)$)	15,632 m/s
- standardna devijacija turbulencije (σ_v)	4,308
- intenzitet turbulencije ($I_v(z)$)	0,276
- koeficijent oblika [$C_{e(z)}$]	1,789



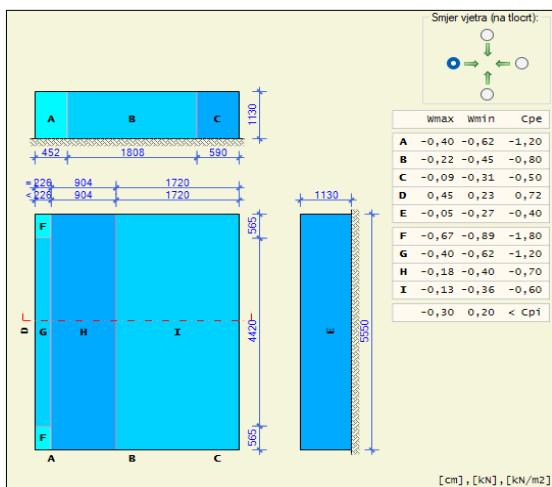
- tlak vjetra pri vršnoj brzini $q_p(z) = 0,447 \text{ kN/m}^2$

- tlak vjetra na vanjske površine $W_e = C_{e(z)} * q_b * C_{pe} = q_p(z) * C_{pe} \text{ (kN/m}^2\text{)}$

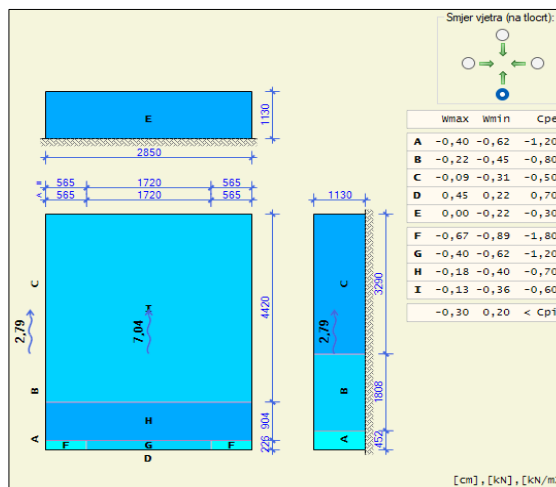
- tlak vjetra na unutarnje površine $W_i = C_{e(z)} * q_b * C_{pi} = q_p(z) * C_{pi} \text{ (kN/m}^2\text{)}$

- koeficijenti unutarnjeg tlaka $C_{pi} = +0,2 / -0,3$

Tlak vjetra na zidove i krov za smjer vjetra $\Theta=0^\circ$



Tlak vjetra na zidove i krov za smjer vjetra $\Theta=90^\circ$





3. IZVANREDNA DJELOVANJA

3.1. Potresna djelovanja

- potresno djelovanje definirano je sukladno normi HRN EN 1998-1:2011 i HRN EN 1998-1:2011/NA:2011; Eurocod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija - Dio 1: Opća pravila, potresna djelovanja i pravila za zgrade
- predmetna građevina se proračunava na horizontalno potresno djelovanje, koje se opisuje dvjema okomitim komponentama S_x i S_y koje djeluju neovisno, u dvije međusobno okomite ravnine, a prikazane su istim spektrom odziva.
- potresno opterećenje određuje se poredbenom vrijednosti max. 'vršnog ubrzanja tla (ag_R), koje odgovara povratnom periodu od 475 godina za granično stanje nosivosti te povratnom periodu potresa od 95 godina za granično stanje uporabljivosti.
- računsko ubrzanje tla ovisi o stupnju potresnog rizika i određuje se putem odgovarajućih seizmoloških ispitivanja ili prema usvojenim vrijednostima za potresna područja državnog teritorija prema seizmološkoj karti Hrvatske

- vršno ubrzanje tla:

- TNCR=475 godina

$ag_R = 0,11 \text{ g}$

- TNCR=95 godina

$ag_R = 0,04 \text{ g}$

- razred duktilnosti - medium ductility DC "M"

- faktor važnosti zgrade II $g_l = 1,00$

2. Obične zgrade koje ne pripadaju drugim kategorijama

- kategorija tem. tla C (EN 1998-1-1)

3. Duboke naslage zbijenog ili srednje zbijenog pijeska, šljunka ili tvrde gline

S	T _B (sec)	T _C (sec)	T _D (sec)
1,15	0,20	0,60	2,00

- faktor ponašanja

- računski spektar odgovora je elastičan spektar reduciran s faktorom ponašanja konstrukcije "q" koji se dobiva prema izrazu:

$$\rightarrow q = q_0 \cdot k_w \leq 1,5$$

- faktor ponašanja q odražava duktilnost konstrukcije, odnosno njenu sposobnost da prihvaća reducirane seizmičke sile bez krhkih lomova u postelastičnom području deformiranja. Sadrži u sebi podatak o vrsti elementa, vrsti gradiva i duktilnosti.

- faktor ponašanja q i osnovne vrijednosti faktora q_0 i k_w proračunate su računalnim programom

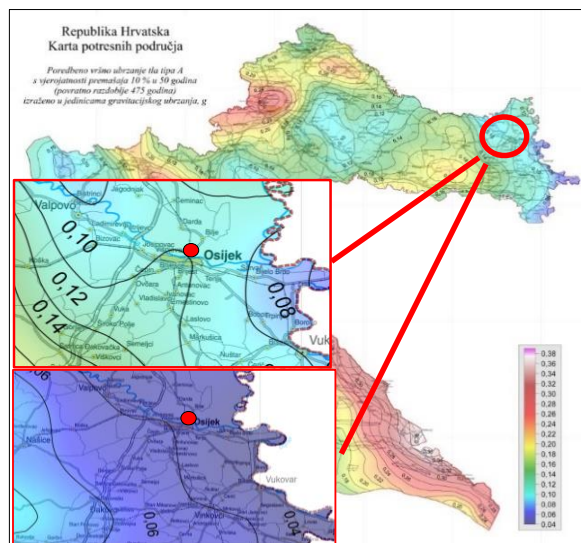
- Gore navedeni podaci koristiti će se kod multimodalne analize i proračuna konstrukcije na djelovanje potresa.
- Potresno opterećenje je automatski generirano na temelju sudjelujućih masa iz opterećenja vlastitom težinom (1,0xG), dodatnog dodatnog stalnog opterećenja (1,0xG) i uporabnog opterećenja (0,5xQ).

- Kombinacija modalnih masa odziva je načinjena primjenom pravila kvadratnog korijena iz sume kvadrata (engl. Square root of the sum of the squares – SRSS). U obzir su uzeti odzivi svih oblika vibracije koji znatno doprinose ukupnom odzivu, što je zadovoljeno ako se pokaže:

- da je zbroj svih (efektivnih modalnih) masa za oblike vibracije koji se razmatraju jednak 90% ukupne mase zgrade

- da su u obzir uzeti svi oblici vibracija s (efektivnim modalnim) masama većim od 5% ukupne mase

- Za uzetih prvih 20 modova aktivirano je više od 90% mase konstrukcije u oba smjera (x i y) čime je zadovoljen kriterij po Eurocodu za korištenje višemodalne spektralne analize.



3.2. Požarna djelovanja

- požarno djelovanje definirano je sukladno normi HRN EN 1991-1-2:2012 i HRN EN 1991-1-2:2012/NA:2012; Eurocod 1: Djelovanja na konstrukcije - Dio 1-2: Opća djelovanja - djelovanja na konstrukcije izložene požaru

- Prema prikazu mjera zaštite od požara konstrukcijski nosivi elementi trebaju biti minimalne klase vatrootpornosti REI 90, tj. trebaju imati požarnu otpornost od 90 min.

- Požarna otpornost armirano betonske konstrukcije postignuta je odabirom odgovarajućih zaštitnih slojeva.

- Čelične elemente nosive konstrukcije potrebno je vatrootporno zaštititi odgovarajućim protupožarnim premazima koji osiguravaju traženu požarnu otpornost navedenu u Prikazu mjera zaštite od požara.

- Izvođač mora dokazati traženu požarnu otpornost primjenjenog načina zaštite čeličnih elemenata.

**4. DJELOVANJE TEMPERATURE NA NOSIVU KONSTRUKCIJU**

- djelovanje i utjecaj temperaturnih promjena definira se prema normi HRN EN 1991-1-5:2012; Eurocod 1: Djelovanja na konstrukcije
Dio 1-5: Opća djelovanja - Toplinska djelovanja

- Obzirom da je građevina topliski izolirana u proračunu nosive armirano betonske konstrukcije temperatura se neće uzimati u obzir.
- Toplinska djelovanja potrebno je uzeti u obzir kod projektiranja fasada koje nisu predmet ovog projekta.

5. OSNOVNI SLUČAJEVI OPTEREĆENJA

1°	DL1	- stalna opterećenja - vlastita težina konstrukcije
2°	DL2	- stalna opterećenja - opterećenje od nekonstruktivnih elemenata
3°	LL1	- promjenjiva opterećenja - uporabno
4°	SN1	- promjenjiva opterećenja - snijeg
5°	WIND Y +	- promjenjiva opterećenja - vjetar (max) za $\Theta=0^\circ$
6°	WIND Y -	- promjenjiva opterećenja - vjetar (min) za $\Theta=0^\circ$
7°	WIND X +	- promjenjiva opterećenja - vjetar (max) za $\Theta=90^\circ$
8°	WIND X -	- promjenjiva opterećenja - vjetar (max) za $\Theta=90^\circ$

6. KOMBINACIJE DJELOVANJA

Za provjeru graničnog stanja nosivosti koriste se slijedeće kombinacije:

- za linearnu statičku provjeru graničnog stanja nosivosti koristi se kombinacija GSN

$$\Sigma_i(\gamma_G \cdot G_{k,i}) + \gamma_Q \cdot Q_{k,1} + \Sigma_{i>1}(\gamma_Q \cdot \phi_{0,1} \cdot Q_{k,i})$$
- za linearnu dinamičku provjeru graničnog stanja nosivosti koristi se kombinacija SEI

$$\Sigma_i(G_i) + \Sigma_i(\phi_{2,1} \cdot Q_{k,i}) + \gamma_i \cdot A_{Ed} \quad (\gamma_i - \text{koeficijent važnosti; } A_{Ed} - \text{potresna sila})$$

Za provjeru graničnog stanja naprezanja koriste se slijedeće kombinacije:

- za provjeru širina pukotina i progiba koristi se karakteristična (rijetka) kombinacija GSU

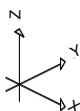
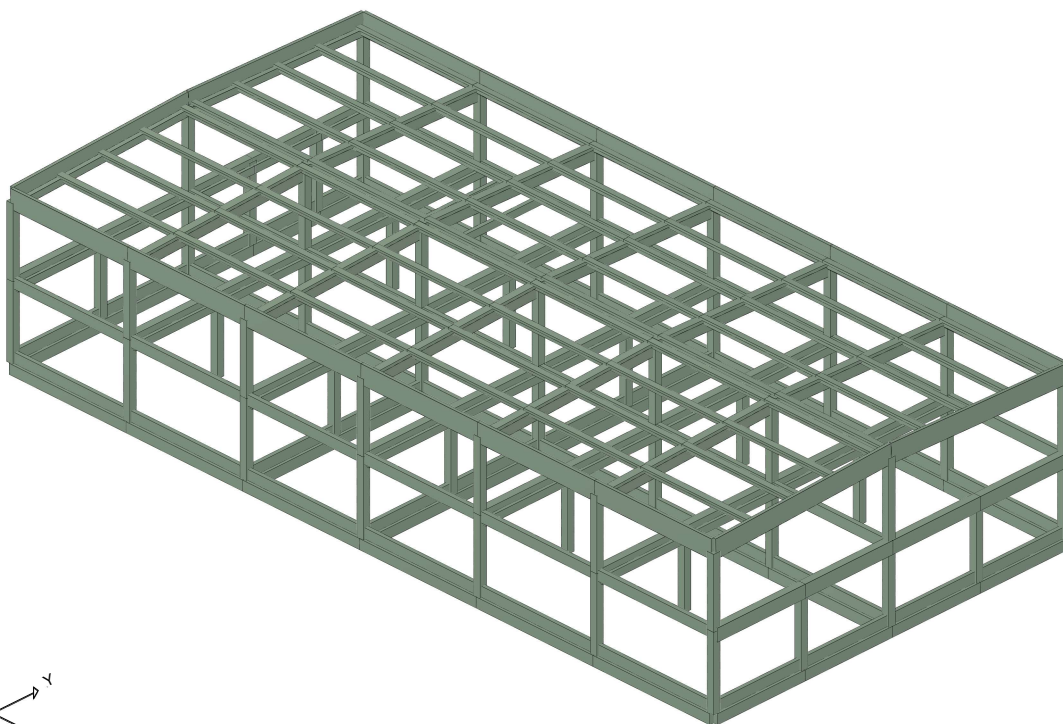
$$\Sigma_i(G_{k,i}) + Q_{k,1} + \Sigma_{i>1}(\phi_{0,1} \cdot Q_{k,i})$$



Ulazni podaci - Konstrukcija

3D MODEL

Statički proračun



Izometrija

Schema nivoa

Naziv	z [m]	h [m]
nivo sljemena	10.60	0.50
nivo vijenca	10.10	4.90
nivo stropne ploče	5.20	4.40

Naziv	z [m]	h [m]
nivo podne ploče	0.80	0.80
kota vrha čašice	0.00	

Tabela materijala

No	Naziv materijala	E[kN/m ²]	μ	γ [kN/m ³]	α [1/C]	Em[kN/m ²]	μ m
1	C 50/60	3.700e+7	0.20	12.00	1.000e-5	3.700e+7	0.20
2	C 25/30	3.100e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.100e+7	0.20
3	C 40/50	3.500e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.500e+7	0.20
4	C 50/60	3.700e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.700e+7	0.20
5	C 30/37	3.300e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.300e+7	0.20

Setovi linijskih ležajeva

Set	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	Tlo [m]
1	1.000e+10	3.000e+3	1.000e+10		0.600

Setovi ploča

No	d[m]	e[m]	Materijal	Tip proračuna	Ortotropija	E2[kN/m ²]	G[kN/m ²]	α
<1>	0.400	0.200	1	Tanka ploča	Anizotropna	0.000e+0	0.000e+0	0.00
<2>	0.200	0.100	2	Tanka ploča	Izotropna			

Setovi točkastih ležajeva

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

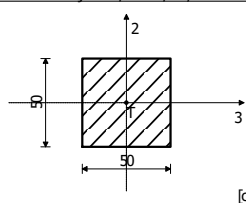


Ulazni podaci - Konstrukcija

Setovi greda

Set: 1 Presjek: b/d=50/50, Fiktivna ekscentričnost, PN Stup

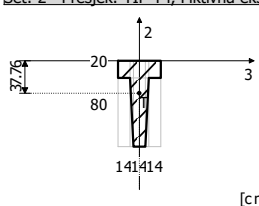
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
3 - C 40/50	2.500e-1	2.083e-1	2.083e-1	8.802e-3	5.208e-3	5.208e-3



[cm]

Set: 2 Presjek: TIP T4, Fiktivna ekscentričnost, PN Krovna greda

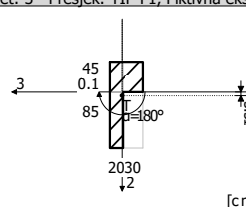
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
4 - C 50/60	2.440e-1	2.033e-1	2.033e-1	3.123e-2	2.491e-3	2.094e-2



[cm]

Set: 3 Presjek: TIP Γ1, Fiktivna ekscentričnost, PN Krovna greda

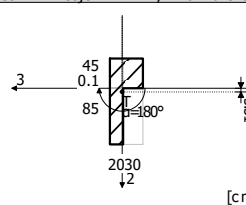
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
4 - C 50/60	3.953e-1	3.295e-1	3.295e-1	3.837e-2	7.438e-3	5.507e-2



[cm]

Set: 4 Presjek: TIP Γ1, Fiktivna ekscentričnost, PN Olučna greda L

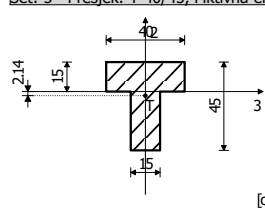
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
3 - C 40/50	3.953e-1	3.295e-1	3.295e-1	3.837e-2	7.438e-3	5.507e-2



[cm]

Set: 5 Presjek: T 40/45, Fiktivna ekscentričnost, PN Rožnica

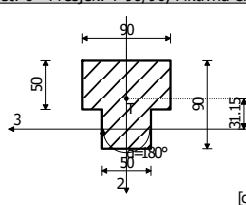
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
3 - C 40/50	1.050e-1	6.906e-2	9.138e-2	7.875e-4	8.844e-4	1.752e-3



[cm]

Set: 6 Presjek: T 90/90, Fiktivna ekscentričnost, PN Stropna greda T

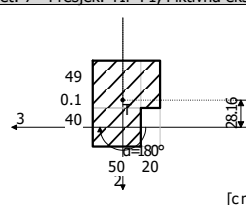
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
3 - C 40/50	6.500e-1	5.332e-1	5.906e-1	5.417e-2	3.454e-2	4.008e-2



[cm]

Set: 7 Presjek: TIP Γ1, Fiktivna ekscentričnost, PN Stropna greda L

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
3 - C 40/50	5.436e-1	4.530e-1	4.530e-1	6.279e-2	1.945e-2	3.466e-2

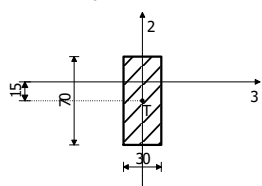


[cm]



Ulazni podaci - Konstrukcija

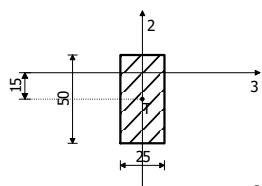
Set: 8 Presjek: b/d=30/70, Fiktivna ekscentričnost, PN Ukrotna greda



[cm]

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
3 - C 40/50	2.100e-1	1.750e-1	1.750e-1	4.604e-3	1.575e-3	8.575e-3

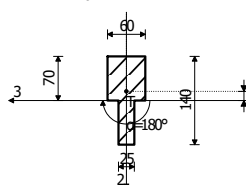
Set: 9 Presjek: b/d=25/50, Fiktivna ekscentričnost, AB Stropna greda



[cm]

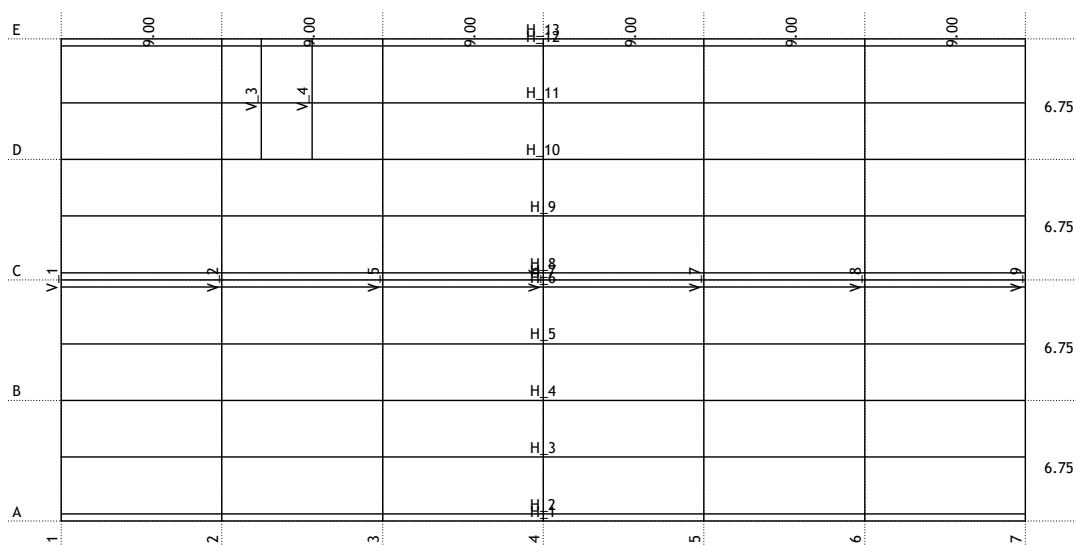
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
5 - C 30/37	1.250e-1	1.042e-1	1.042e-1	1.788e-3	6.510e-4	2.604e-3

Set: 10 Presjek: T 60/140, Fiktivna ekscentričnost, AB Vezna gred



[cm]

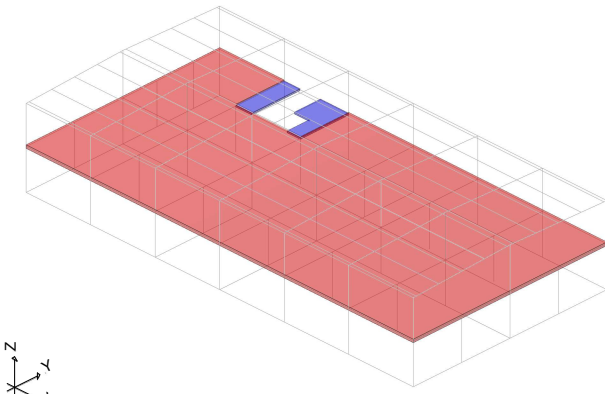
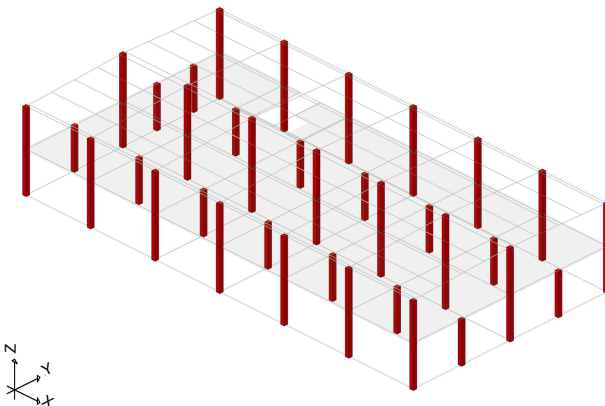
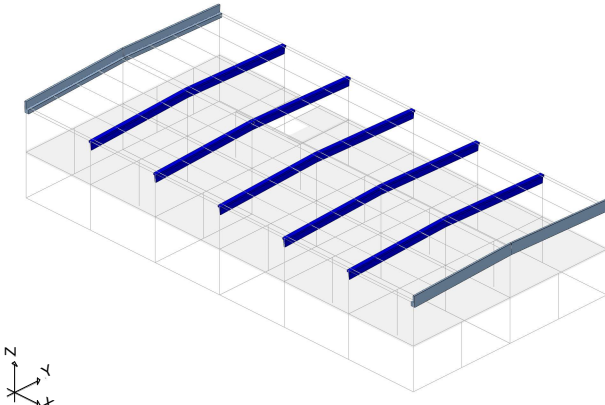
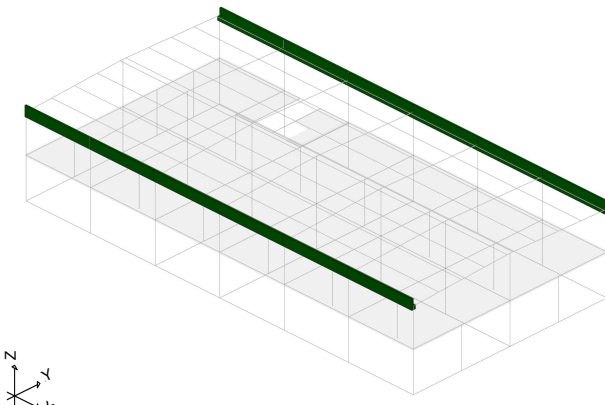
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
5 - C 30/37	5.950e-1	4.491e-1	5.397e-1	7.225e-2	1.351e-2	8.483e-2



Dispozicija okvira



Ulazni podaci - Konstrukcija

Setovi numeričkih podataka Ploča / Zid (1,2) 	Ploča / Zid <table><tr><td>1. d = 0.40 m (MK-1 _ ploča)</td><td></td></tr><tr><td>2. d = 0.20 m (MK-2 _ ploča)</td><td></td></tr></table>	1. d = 0.40 m (MK-1 _ ploča)		2. d = 0.20 m (MK-2 _ ploča)	
1. d = 0.40 m (MK-1 _ ploča)					
2. d = 0.20 m (MK-2 _ ploča)					
Setovi numeričkih podataka Greda (1) 	Greda <table><tr><td>1. b/d=50/50 (PN Stup)</td><td></td></tr></table>	1. b/d=50/50 (PN Stup)			
1. b/d=50/50 (PN Stup)					
Setovi numeričkih podataka Greda (2,3) 	Greda <table><tr><td>2. TIP T4 (PN Krovna greda)</td><td></td></tr><tr><td>3. TIP Γ1 (PN Krovna greda)</td><td></td></tr></table>	2. TIP T4 (PN Krovna greda)		3. TIP Γ1 (PN Krovna greda)	
2. TIP T4 (PN Krovna greda)					
3. TIP Γ1 (PN Krovna greda)					
Setovi numeričkih podataka Greda (4) 	Greda <table><tr><td>4. TIP Γ1 (PN Olučna greda L)</td><td></td></tr></table>	4. TIP Γ1 (PN Olučna greda L)			
4. TIP Γ1 (PN Olučna greda L)					



Respect-ing

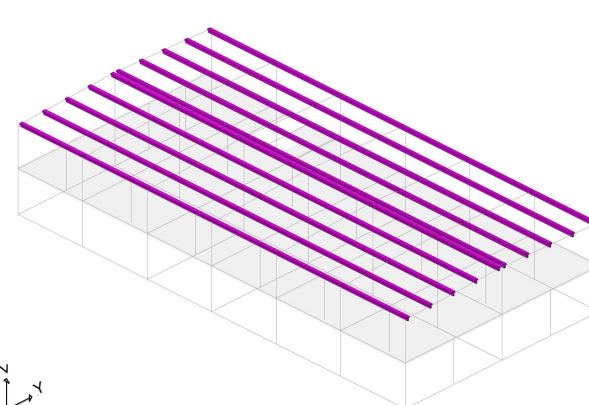
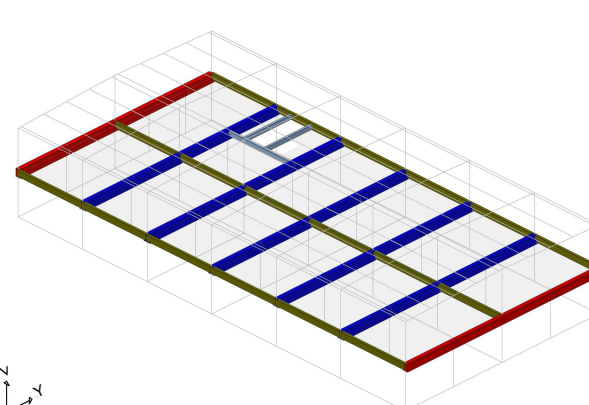
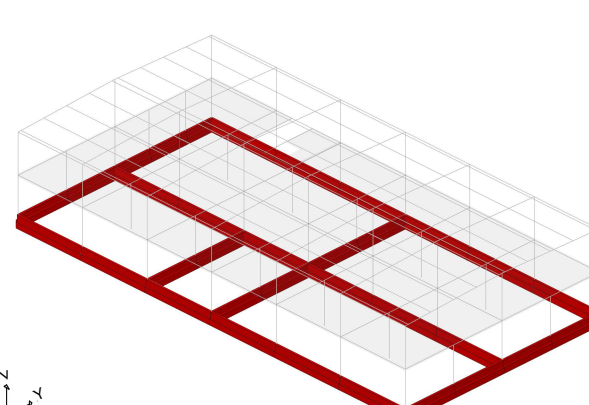
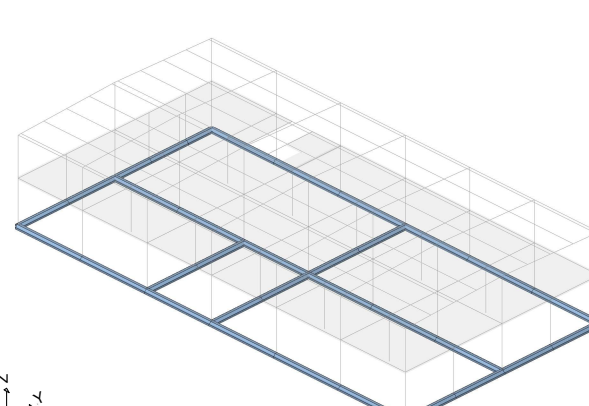
Respect-ing d.o.o.
za inženjering u graditeljstvu
HR74 25000091102184314
72061576990

3.05

Ilirska 27
31000 Osijek

t +385.31.368.052
f +385.31.300.211
e respect-ing@respect-ing.hr
w www.respect-ing.hr

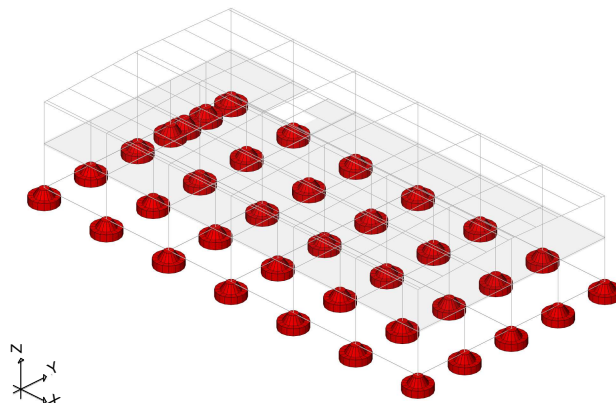
Ulazni podaci - Konstrukcija

Setovi numeričkih podataka Greda (5)  3D model showing a grid structure with 5 purple beams (Greda 5) highlighted. A coordinate system (X, Y, Z) is visible.	Greda 5. T 40/45 (PN Rožnica) 
Setovi numeričkih podataka Greda (6-9)  3D model showing a grid structure with 4 colored beams (Greda 6-9) highlighted: blue (6), red (7), green (8), and light blue (9). A coordinate system (X, Y, Z) is visible.	Greda 6. T 90/90 (PN Stropna greda T)  7. TIP Γ1 (PN Stropna greda L)  8. b/d=30/70 (PN Ukrutna greda)  9. b/d=25/50 (AB Stropna greda) 
Setovi numeričkih podataka Greda (10)  3D model showing a grid structure with 1 red beam (Greda 10) highlighted. A coordinate system (X, Y, Z) is visible.	Greda 10. T 60/140 (AB Vezna gred) 
Setovi numeričkih podataka Linijski ležaj (1)  3D model showing a grid structure with 1 blue beam (Linijski ležaj 1) highlighted. A coordinate system (X, Y, Z) is visible.	Linijski ležaj 1. R1 R2 R3 Tlo 

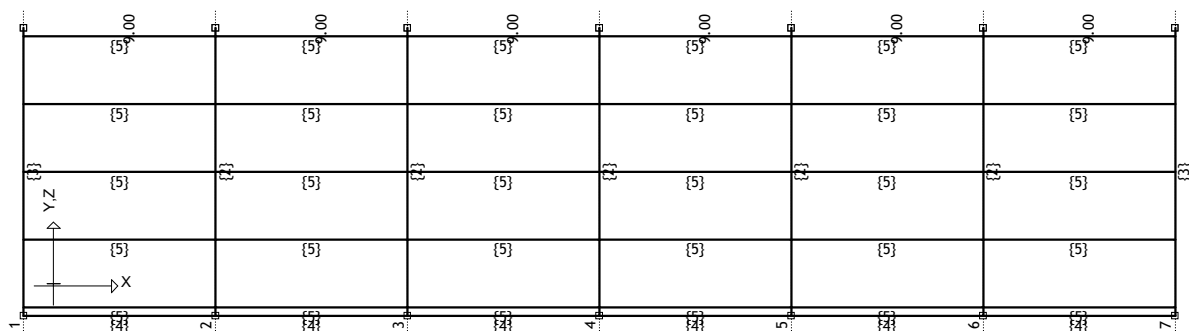


Ulazni podaci - Konstrukcija

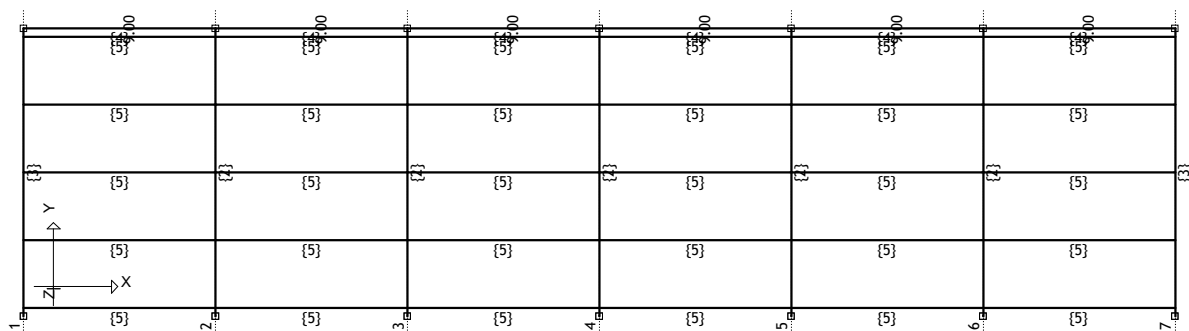
Točkasti ležaj
1. R1 R2 R3 M1 M2



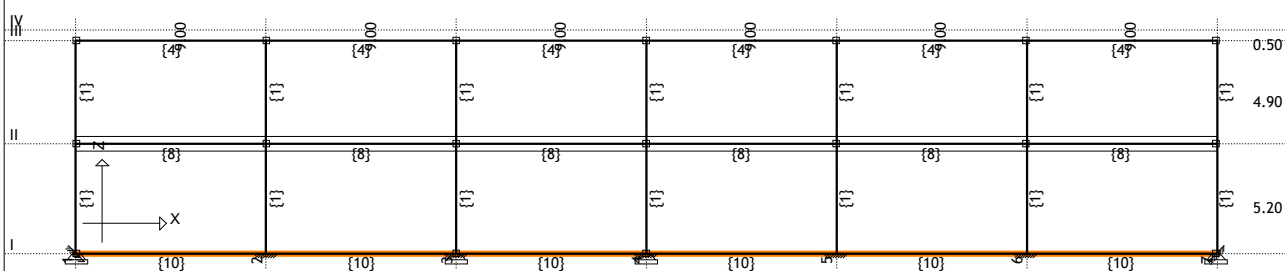
Setovi numeričkih podataka
Točkasti ležaj (1)



Pogled: Ploha L



Pogled: Ploha D



Okvir: H_1



Respect-ing

iban
oib

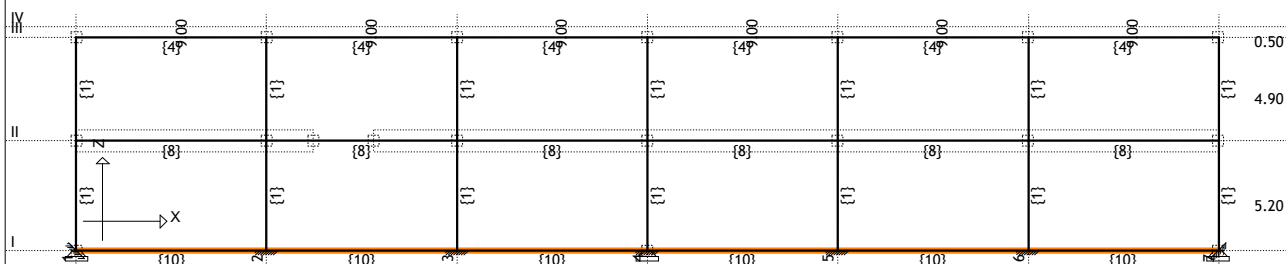
Respect-ing d.o.o.
za inženjering u graditeljstvu
HR74 25000091102184314
72061576990

a.os

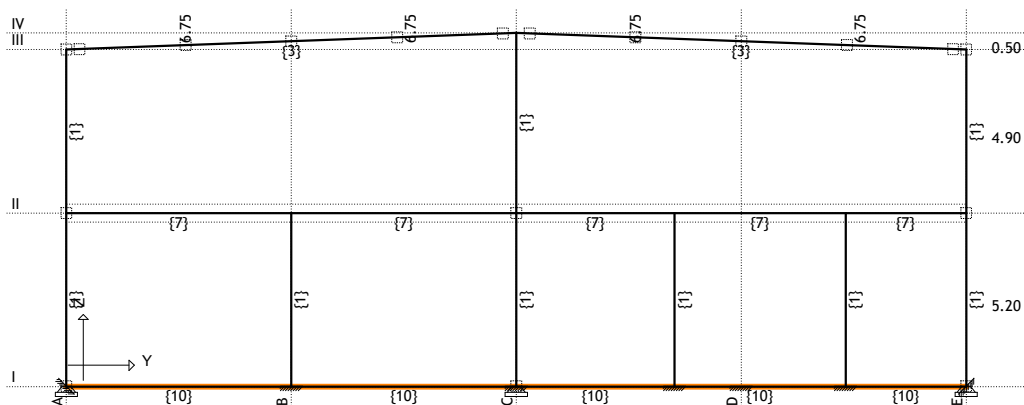
Ilirska 27
31000 Osijek

t +385.31.368.052
f +385.31.300.211
e respect-ing@respect-ing.hr
w www.respect-ing.hr

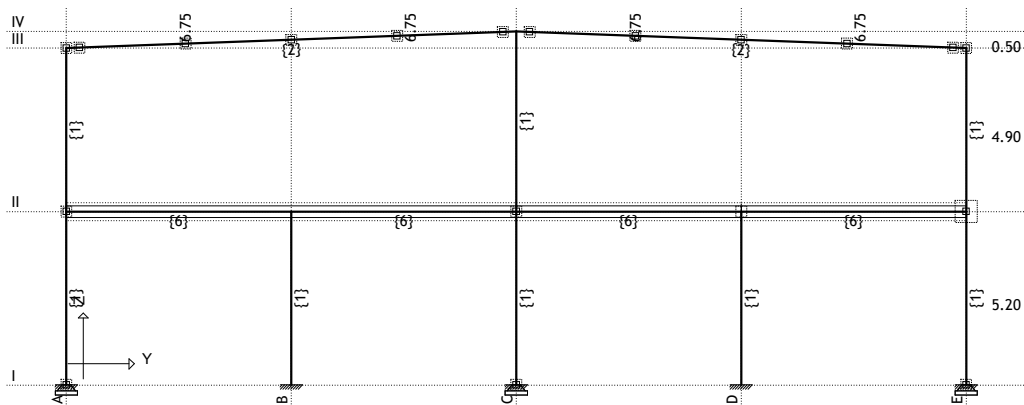
Ulazni podaci - Konstrukcija



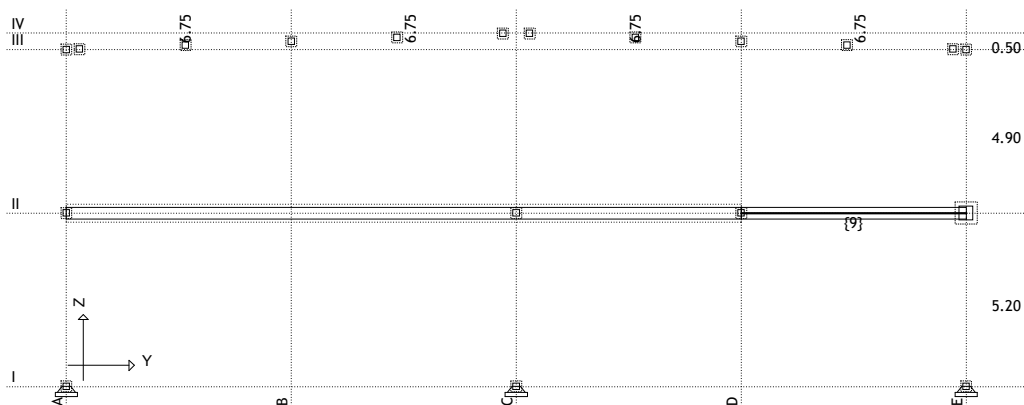
Okvir: H_13



Okvir: V_1



Okvir: V_2



Okvir: V_3



Respect-ing

iban
oib

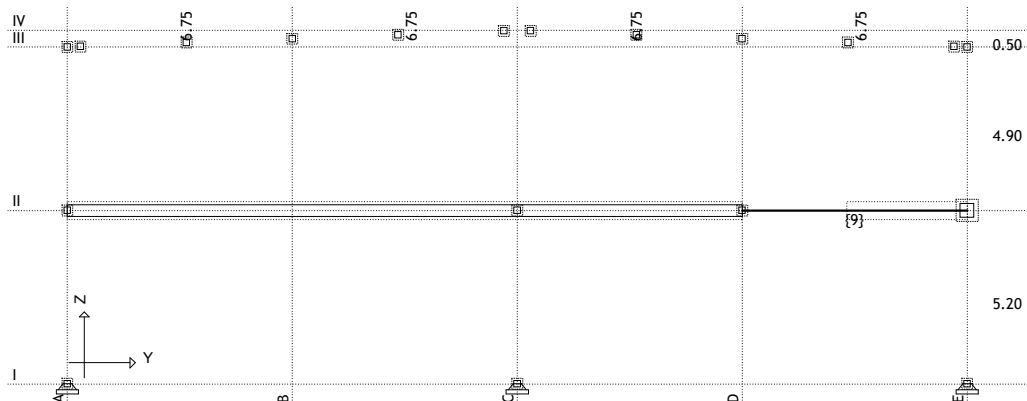
Respect-ing d.o.o.
za inženjering u graditeljstvu
HR74 25000091102184314
72061576990

3.05

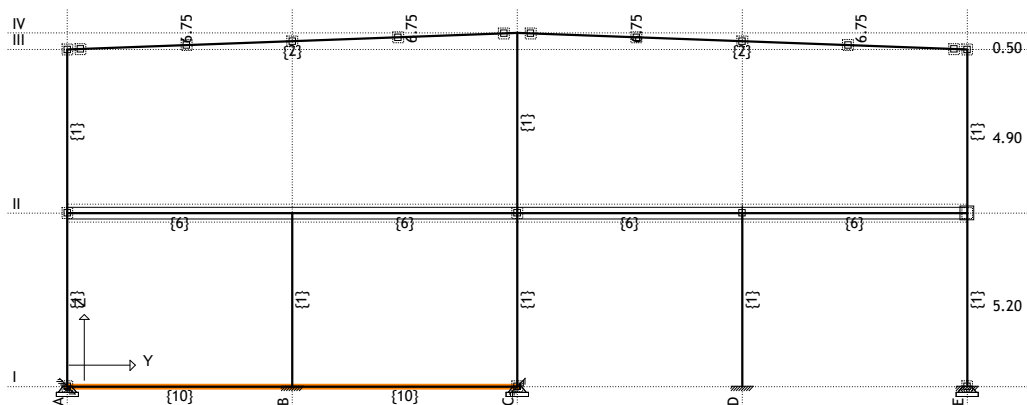
Ilirska 27
31000 Osijek

t +385.31.368.052
f +385.31.300.211
e respect-ing@respect-ing.hr
w www.respect-ing.hr

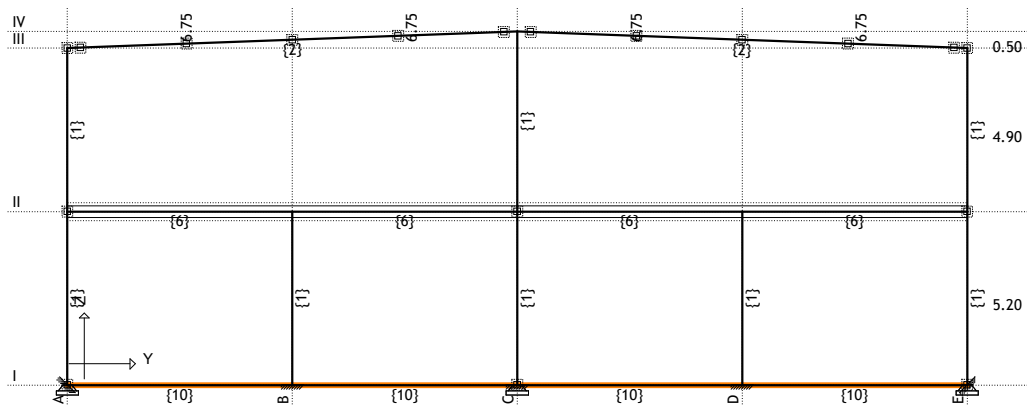
Ulazni podaci - Konstrukcija



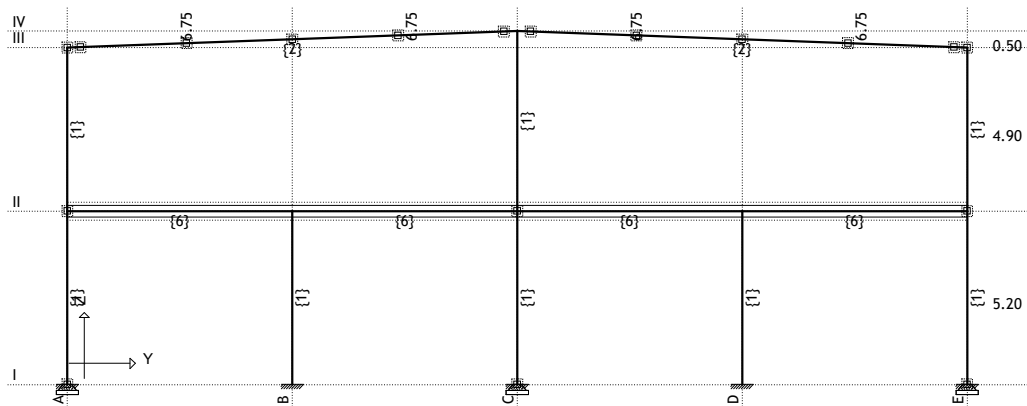
Okvir: V_4



Okvir: V_5



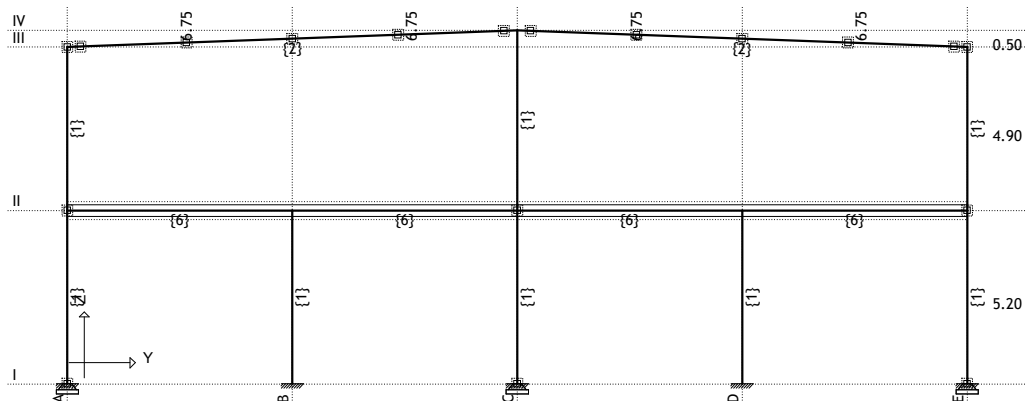
Okvir: V_6



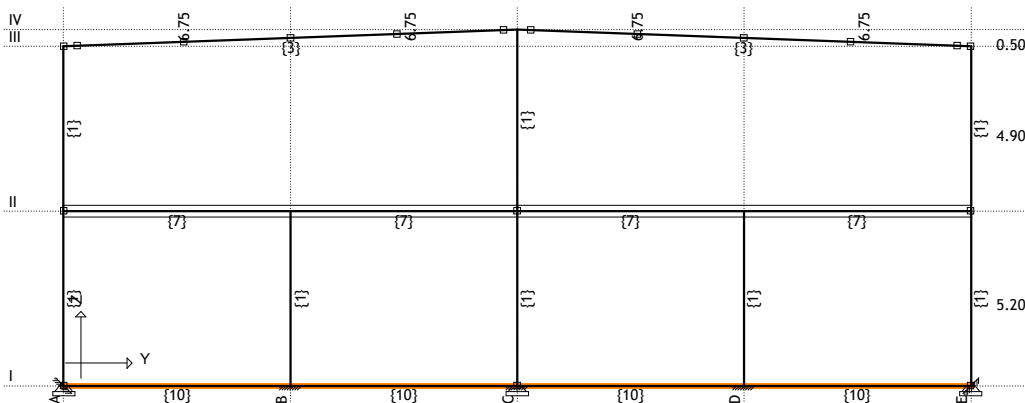
Okvir: V_7



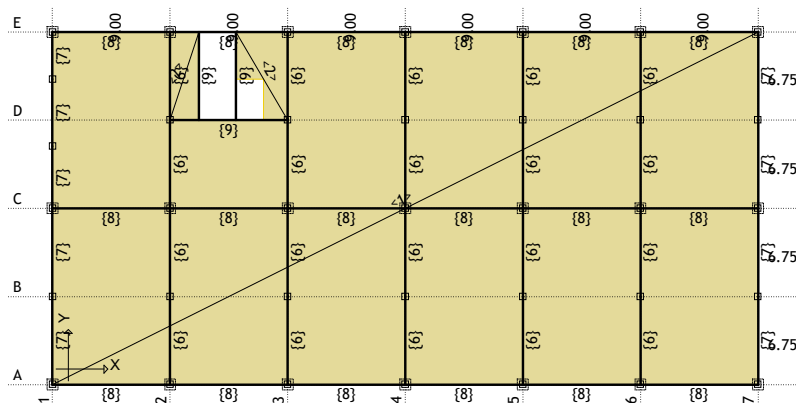
Ulazni podaci - Konstrukcija



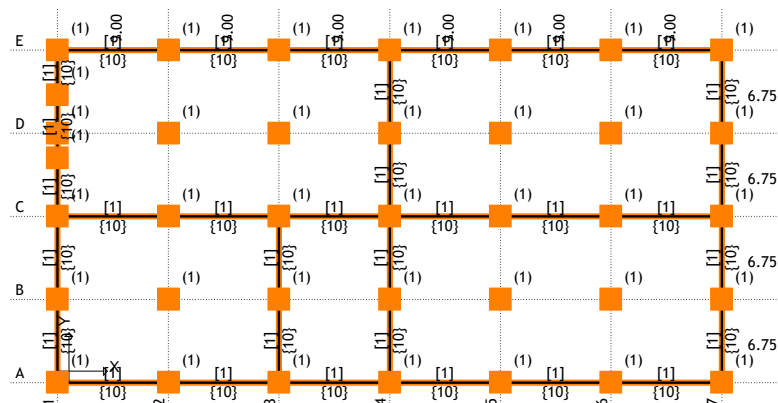
Okvir: V_8



Okvir: V_9



Nivo: nivo stropne ploče [5.20 m]



Nivo: kota vrha čašice [0.00 m]



Ulazni podaci - Opterećenje

Lista slučajeva opterećenja

LC	Naziv
1	DL1 (g)
2	DL2
3	LL1
4	SN1
5	WIND Y+
6	WIND Y-
7	WIND X+
8	WIND X-
9	SEI X
10	SEI Y
11	sei x
12	sei y
13	Komb.: $1.35xI + 1.35xII + 1.05xIII + 1.5xIV + 0.9xVIII$
14	Komb.: $1.35xI + 1.35xII + 1.05xIII + 1.5xIV + 0.9xVII$
15	Komb.: $1.35xI + 1.35xII + 1.05xIII + 1.5xIV + 0.9xVI$
16	Komb.: $1.35xI + 1.35xII + 1.05xIII + 1.5xIV + 0.9xV$
17	Komb.: $1.35xI + 1.35xII + 1.05xIII + 0.75xIV + 1.5xVIII$
18	Komb.: $1.35xI + 1.35xII + 1.05xIII + 0.75xIV + 1.5xVII$
19	Komb.: $1.35xI + 1.35xII + 1.05xIII + 0.75xIV + 1.5xVI$
20	Komb.: $1.35xI + 1.35xII + 1.05xIII + 0.75xIV + 1.5xV$
21	Komb.: $1.35xI + 1.35xII + 1.5xIII + 0.75xIV + 0.9xVIII$
22	Komb.: $1.35xI + 1.35xII + 1.5xIII + 0.75xIV + 0.9xVII$
23	Komb.: $1.35xI + 1.35xII + 1.5xIII + 0.75xIV + 0.9xVI$
24	Komb.: $1.35xI + 1.35xII + 1.5xIII + 0.75xIV + 0.9xV$
25	Komb.: $I + 1.35xII + 1.05xIII + 1.5xIV + 0.9xVIII$
26	Komb.: $I + 1.35xII + 1.05xIII + 1.5xIV + 0.9xVII$
27	Komb.: $I + 1.35xII + 1.05xIII + 1.5xIV + 0.9xVI$
28	Komb.: $I + 1.35xII + 1.05xIII + 1.5xIV + 0.9xV$
29	Komb.: $1.35xI + II + 1.05xIII + 1.5xIV + 0.9xVIII$
30	Komb.: $1.35xI + II + 1.05xIII + 1.5xIV + 0.9xVII$
31	Komb.: $1.35xI + II + 1.05xIII + 1.5xIV + 0.9xVI$
32	Komb.: $1.35xI + II + 1.05xIII + 1.5xIV + 0.9xV$
33	Komb.: $I + 1.35xII + 1.05xIII + 0.75xIV + 1.5xVIII$
34	Komb.: $I + 1.35xII + 1.05xIII + 0.75xIV + 1.5xVII$
35	Komb.: $I + 1.35xII + 1.05xIII + 0.75xIV + 1.5xVI$
36	Komb.: $I + 1.35xII + 1.05xIII + 0.75xIV + 1.5xV$
37	Komb.: $1.35xI + II + 1.05xIII + 0.75xIV + 1.5xVIII$
38	Komb.: $1.35xI + II + 1.05xIII + 0.75xIV + 1.5xVII$
39	Komb.: $1.35xI + II + 1.05xIII + 0.75xIV + 1.5xVI$
40	Komb.: $1.35xI + II + 1.05xIII + 0.75xIV + 1.5xV$
41	Komb.: $I + 1.35xII + 1.5xIII + 0.75xIV + 0.9xVIII$
42	Komb.: $I + 1.35xII + 1.5xIII + 0.75xIV + 0.9xVII$
43	Komb.: $I + 1.35xII + 1.5xIII + 0.75xIV + 0.9xVI$
44	Komb.: $I + 1.35xII + 1.5xIII + 0.75xIV + 0.9xV$
45	Komb.: $1.35xI + II + 1.5xIII + 0.75xIV + 0.9xVIII$
46	Komb.: $1.35xI + II + 1.5xIII + 0.75xIV + 0.9xVII$
47	Komb.: $1.35xI + II + 1.5xIII + 0.75xIV + 0.9xVI$
48	Komb.: $1.35xI + II + 1.5xIII + 0.75xIV + 0.9xV$
49	Komb.: $I + II + 1.05xIII + 1.5xIV + 0.9xVIII$
50	Komb.: $I + II + 1.05xIII + 1.5xIV + 0.9xVII$
51	Komb.: $I + II + 1.05xIII + 1.5xIV + 0.9xVI$
52	Komb.: $I + II + 1.05xIII + 1.5xIV + 0.9xV$
53	Komb.: $I + II + 1.05xIII + 0.75xIV + 1.5xVIII$
54	Komb.: $I + II + 1.05xIII + 0.75xIV + 1.5xVII$
55	Komb.: $I + II + 1.05xIII + 0.75xIV + 1.5xVI$
56	Komb.: $I + II + 1.05xIII + 0.75xIV + 1.5xV$
57	Komb.: $1.35xI + 1.35xII + 1.05xIII + 1.5xVIII$
58	Komb.: $1.35xI + 1.35xII + 1.05xIII + 1.5xVII$
59	Komb.: $1.35xI + 1.35xII + 1.05xIII + 1.5xVI$
60	Komb.: $1.35xI + 1.35xII + 1.05xIII + 1.5xV$
61	Komb.: $1.35xI + 1.35xII + 1.05xIII + 1.5xIV$
62	Komb.: $I + II + 1.5xIII + 0.75xIV + 0.9xVIII$
63	Komb.: $I + II + 1.5xIII + 0.75xIV + 0.9xVII$
64	Komb.: $I + II + 1.5xIII + 0.75xIV + 0.9xVI$
65	Komb.: $I + II + 1.5xIII + 0.75xIV + 0.9xV$
66	Komb.: $1.35xI + 1.35xII + 1.5xIV + 0.9xVIII$
67	Komb.: $1.35xI + 1.35xII + 1.5xIV + 0.9xVII$
68	Komb.: $1.35xI + 1.35xII + 1.5xIV + 0.9xVI$
69	Komb.: $1.35xI + 1.35xII + 1.5xIV + 0.9xV$
70	Komb.: $1.35xI + 1.35xII + 1.5xIII + 0.9xVIII$
71	Komb.: $1.35xI + 1.35xII + 1.5xIII + 0.9xVII$
72	Komb.: $1.35xI + 1.35xII + 1.5xIII + 0.9xVI$
73	Komb.: $1.35xI + 1.35xII + 1.5xIII + 0.9xV$
74	Komb.: $1.35xI + 1.35xII + 0.75xIV + 1.5xVIII$
75	Komb.: $1.35xI + 1.35xII + 0.75xIV + 1.5xVII$
76	Komb.: $1.35xI + 1.35xII + 0.75xIV + 1.5xVI$
77	Komb.: $1.35xI + 1.35xII + 0.75xIV + 1.5xV$
78	Komb.: $1.35xI + 1.35xII + 1.5xIII + 0.75xIV$
79	Komb.: $I + 1.35xII + 1.05xIII + 1.5xVIII$
80	Komb.: $I + 1.35xII + 1.05xIII + 1.5xVII$
81	Komb.: $I + 1.35xII + 1.05xIII + 1.5xVI$
82	Komb.: $I + 1.35xII + 1.05xIII + 1.5xV$
83	Komb.: $I + 1.35xII + 1.05xIII + 1.5xIV$
84	Komb.: $1.35xI + II + 1.05xIII + 1.5xVIII$

LC	Naziv
85	Komb.: $1.35xI + II + 1.05xIII + 1.5xVII$
86	Komb.: $1.35xI + II + 1.05xIII + 1.5xVI$
87	Komb.: $1.35xI + II + 1.05xIII + 1.5xV$
88	Komb.: $1.35xI + II + 1.05xIII + 1.5xIV$
89	Komb.: $I + 1.35xII + 1.5xIV + 0.9xVIII$
90	Komb.: $I + 1.35xII + 1.5xIV + 0.9xVII$
91	Komb.: $I + 1.35xII + 1.5xIV + 0.9xVI$
92	Komb.: $I + 1.35xII + 1.5xIV + 0.9xV$
93	Komb.: $I + 1.35xII + 1.5xIII + 0.9xVIII$
94	Komb.: $I + 1.35xII + 1.5xIII + 0.9xVII$
95	Komb.: $I + 1.35xII + 1.5xIII + 0.9xVI$
96	Komb.: $I + 1.35xII + 1.5xIII + 0.9xV$
97	Komb.: $1.35xI + II + 1.5xIV + 0.9xVIII$
98	Komb.: $1.35xI + II + 1.5xIV + 0.9xVII$
99	Komb.: $1.35xI + II + 1.5xIV + 0.9xVI$
100	Komb.: $1.35xI + II + 1.5xIV + 0.9xV$
101	Komb.: $1.35xI + II + 1.5xIII + 0.9xVIII$
102	Komb.: $1.35xI + II + 1.5xIII + 0.9xVII$
103	Komb.: $1.35xI + II + 1.5xIII + 0.9xVI$
104	Komb.: $1.35xI + II + 1.5xIII + 0.9xV$
105	Komb.: $I + 1.35xII + 0.75xIV + 1.5xVIII$
106	Komb.: $I + 1.35xII + 0.75xIV + 1.5xVII$
107	Komb.: $I + 1.35xII + 0.75xIV + 1.5xVI$
108	Komb.: $I + 1.35xII + 0.75xIV + 1.5xV$
109	Komb.: $I + 1.35xII + 1.5xIII + 0.75xIV$
110	Komb.: $1.35xI + II + 0.75xIV + 1.5xVIII$
111	Komb.: $1.35xI + II + 0.75xIV + 1.5xVII$
112	Komb.: $1.35xI + II + 0.75xIV + 1.5xVI$
113	Komb.: $1.35xI + II + 0.75xIV + 1.5xV$
114	Komb.: $1.35xI + II + 1.5xIII + 0.75xIV$
115	Komb.: $I + II + 1.05xIII + 1.5xVIII$
116	Komb.: $I + II + 1.05xIII + 1.5xVII$
117	Komb.: $I + II + 1.05xIII + 1.5xVI$
118	Komb.: $I + II + 1.05xIII + 1.5xV$
119	Komb.: $I + II + 1.05xIII + 1.5xIV$
120	Komb.: $I + II + 1.5xIV + 0.9xVIII$
121	Komb.: $I + II + 1.5xIV + 0.9xVII$
122	Komb.: $I + II + 1.5xIV + 0.9xVI$
123	Komb.: $I + II + 1.5xIV + 0.9xV$
124	Komb.: $I + II + 1.5xIII + 0.9xVIII$
125	Komb.: $I + II + 1.5xIII + 0.9xVII$
126	Komb.: $I + II + 1.5xIII + 0.9xVI$
127	Komb.: $I + II + 1.5xIII + 0.9xV$
128	Komb.: $I + II + 0.75xIV + 1.5xVIII$
129	Komb.: $I + II + 0.75xIV + 1.5xVII$
130	Komb.: $I + II + 0.75xIV + 1.5xVI$
131	Komb.: $I + II + 0.75xIV + 1.5xV$
132	Komb.: $I + II + 1.5xIII + 0.75xIV$
133	Komb.: $1.35xI + 1.35xII + 1.5xVIII$
134	Komb.: $1.35xI + 1.35xII + 1.5xVII$
135	Komb.: $1.35xI + 1.35xII + 1.5xVI$
136	Komb.: $1.35xI + 1.35xII + 1.5xV$
137	Komb.: $1.35xI + 1.35xII + 1.5xIV$
138	Komb.: $1.35xI + 1.35xII + 1.5xIII$
139	Komb.: $I + 1.35xII + 1.5xVIII$
140	Komb.: $I + 1.35xII + 1.5xVII$
141	Komb.: $I + 1.35xII + 1.5xVI$
142	Komb.: $I + 1.35xII + 1.5xV$
143	Komb.: $I + 1.35xII + 1.5xIV$
144	Komb.: $I + 1.35xII + 1.5xIII$
145	Komb.: $1.35xI + II + 1.5xVIII$
146	Komb.: $1.35xI + II + 1.5xVII$
147	Komb.: $1.35xI + II + 1.5xVI$
148	Komb.: $1.35xI + II + 1.5xV$
149	Komb.: $1.35xI + II + 1.5xIV$
150	Komb.: $1.35xI + II + 1.5xIII$
151	Komb.: $I + II + 1.5xVIII$
152	Komb.: $I + II + 1.5xVII$
153	Komb.: $I + II + 1.5xVI$
154	Komb.: $I + II + 1.5xV$
155	Komb.: $I + II + 1.5xIV$
156	Komb.: $I + II + 1.5xIII$
157	Komb.: $I + II + 0.3xIII - 1xIX$
158	Komb.: $I + II + 0.3xIII - 1xX$
159	Komb.: $I + II + 0.3xIII + X$
160	Komb.: $I + II + 0.3xIII + IX$
161	Komb.: $I + II - 1xIX$
162	Komb.: $I + II - 1xX$
163	Komb.: $I + II + X$
164	Komb.: $I + II + IX$
165	Komb.: $1.35xI + 1.35xII$
166	Komb.: $I + 1.35xII$
167	Komb.: $1.35xI + II$
168	Komb.: $I + II$

Lista anvelopskih slučajeva opterećenja

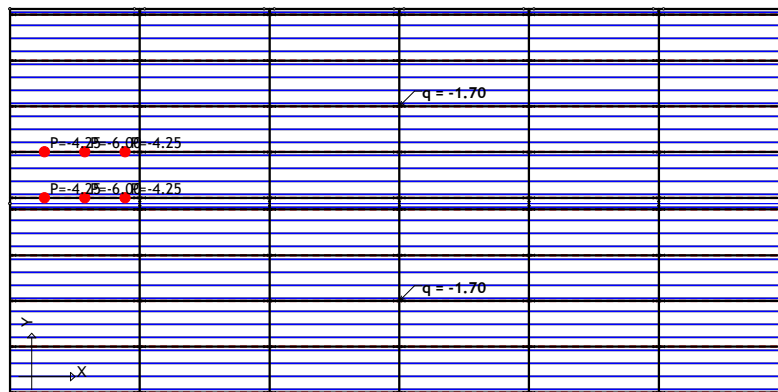
LC	Naziv
169	[ULS POTRES] 9,10,157-164

LC	Naziv
170	[ULS] 13-156,165-168



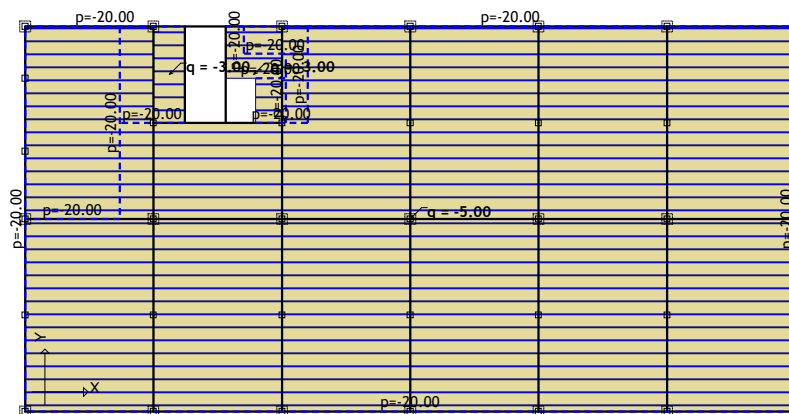
Ulazni podaci - Opterećenje

Opt. 2: DL2



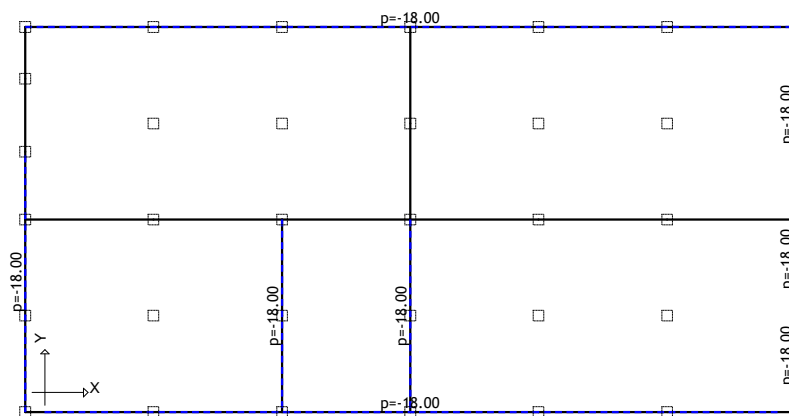
Pogled: Ploha L+Ploha D

Opt. 2: DL2

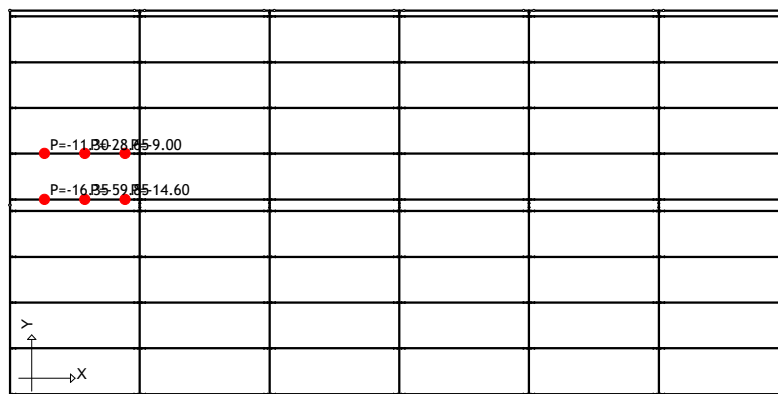


Nivo: nivo stropne ploče [5.20 m]

Opt. 2: DL2



Nivo: kota vrha čašice [0.00 m]

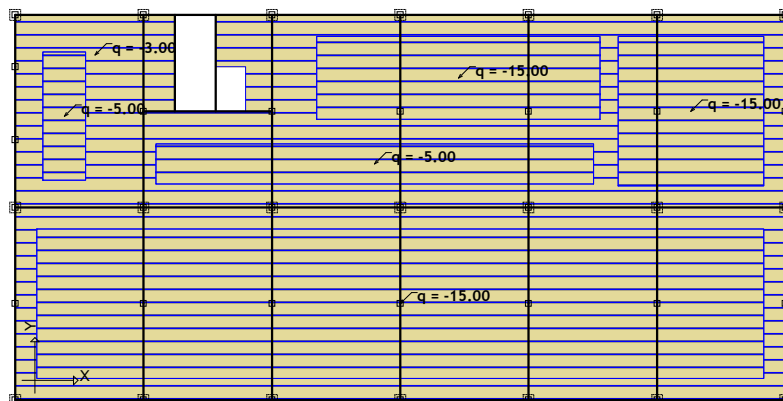


Pogled: Ploha L+Ploha D



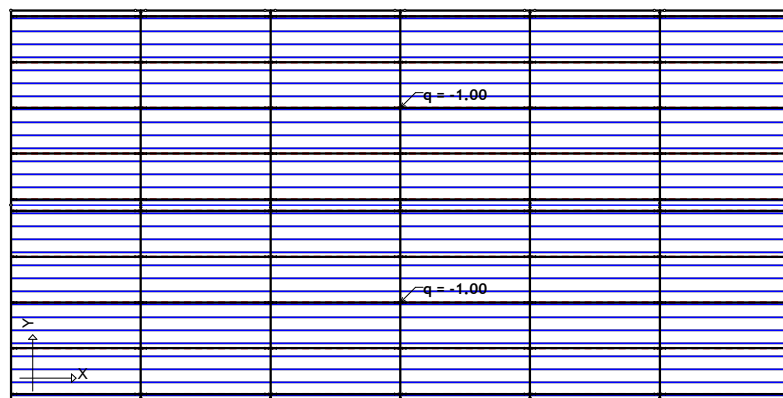
Ulazni podaci - Opterećenje

Opt. 3: LL1



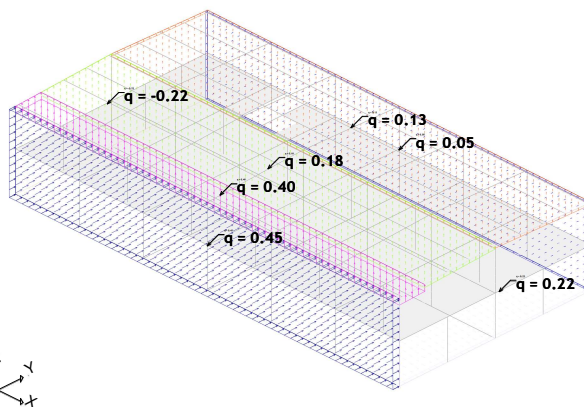
Nivo: nivo stropne ploče [5.20 m]

Opt. 4: SN1



Pogled: Ploha L+Ploha D

Opt. 5: WIND Y+



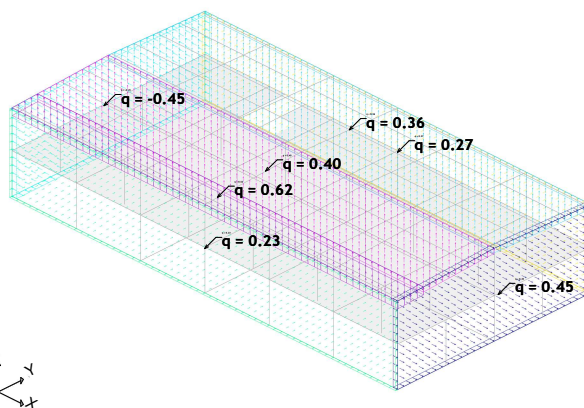
Površinsko opterećenje

5. $p=0.40 \text{ kN/m}^2$	
9. $p=0.45 \text{ kN/m}^2$	
13. $p=0.13 \text{ kN/m}^2$	
14. $p=0.18 \text{ kN/m}^2$	
15. $p=0.05 \text{ kN/m}^2$	
16. $p=0.22 \text{ kN/m}^2$	
19. $p=-0.22 \text{ kN/m}^2$	

Setovi numeričkih podataka

Površinsko opterećenje (5,9,13-16,19)

Opt. 6: WIND Y -



Površinsko opterećenje

5. $p=0.40 \text{ kN/m}^2$	
8. $p=-0.45 \text{ kN/m}^2$	
9. $p=0.45 \text{ kN/m}^2$	
10. $p=0.27 \text{ kN/m}^2$	
11. $p=0.62 \text{ kN/m}^2$	
12. $p=0.36 \text{ kN/m}^2$	
18. $p=0.23 \text{ kN/m}^2$	

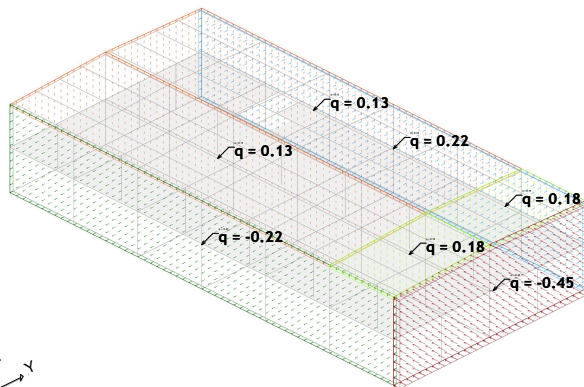
Setovi numeričkih podataka

Površinsko opterećenje (5,8-12,18)



Ulazni podaci - Opterećenje

Opt. 7: WIND X+



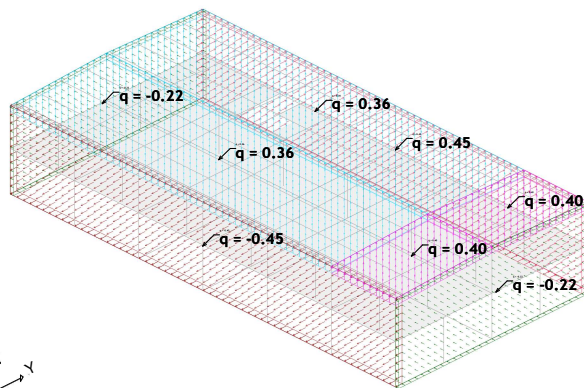
Površinsko opterećenje

4.	$p = -0.22 \text{ kN/m}^2$	
13.	$p = 0.13 \text{ kN/m}^2$	
14.	$p = 0.18 \text{ kN/m}^2$	
17.	$p = -0.45 \text{ kN/m}^2$	
21.	$p = 0.22 \text{ kN/m}^2$	

Setovi numeričkih podataka

Površinsko opterećenje (4,13,14,17,21)

Opt. 8: WIND X -



Površinsko opterećenje

4.	$p = -0.22 \text{ kN/m}^2$	
5.	$p = 0.40 \text{ kN/m}^2$	
12.	$p = 0.36 \text{ kN/m}^2$	
17.	$p = -0.45 \text{ kN/m}^2$	
20.	$p = 0.45 \text{ kN/m}^2$	

Setovi numeričkih podataka

Površinsko opterećenje (4,5,12,17,20)



Modalna analiza

Napredne opcije seizmičkog proračuna

Ploče - redukcija krutosti na savijanje:	0.500
Stupovi - redukcija krutosti na savijanje:	0.500
Spriječeno osciliranje u Z pravcu	

Faktori opterećenja za proračun masa

No	Naziv	Koeficijent
1	DL1 (g)	1.00
2	DL2	1.00
3	LL1	0.50
4	SN1	0.00
5	WIND Y+	0.00
6	WIND Y -	0.00
7	WIND X+	0.00
8	WIND X -	0.00

Raspored masa po visini objekta

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]	Masa [T]	T/m ²
nivo sljemena	10.60	26.37	13.55	290.11	
nivo vijenca	10.10	27.00	13.50	398.69	
nivo stropne ploče	5.20	27.17	13.27	3028.98	2.11
nivo podne ploče	0.80	0.00	0.00	0.00	
kota vrha čašice	0.00	26.73	12.85	768.09	
Ukupno:	5.09	27.03	13.23	4485.87	

Položaj centara krutosti po visini objekta (približna me...

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]
nivo sljemena	10.60	27.00	13.50
nivo vijenca	10.10	27.00	13.50
nivo stropne ploče	5.20	26.53	13.64
nivo podne ploče	0.80	26.25	13.72
kota vrha čašice	0.00	26.25	13.72

Ekscentricitet po visini objekta (približna metoda)

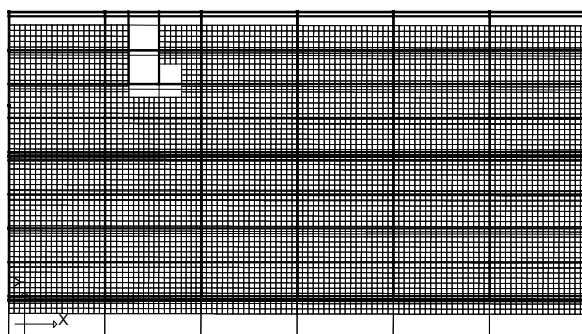
Nivo	Z [m]	eox [m]	eoy [m]
nivo sljemena	10.60	0.63	0.05
nivo vijenca	10.10	0.00	0.00
nivo stropne ploče	5.20	0.64	0.37
nivo podne ploče	0.80	26.25	13.72
kota vrha čašice	0.00	0.48	0.87

Periodi osciliranja konstru...

No	T [s]	f [Hz]
1	1.2856	0.7779
2	1.1062	0.9040
3	1.0643	0.9396
4	0.6446	1.5513
5	0.6279	1.5927

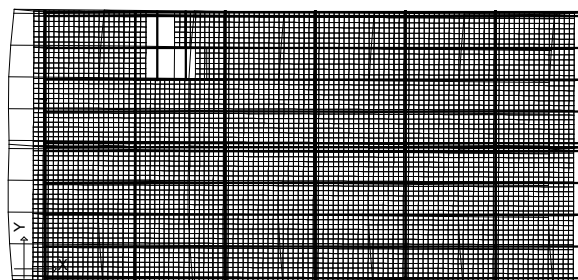
No	T [s]	f [Hz]
6	0.5574	1.7942
7	0.5394	1.8539
8	0.4522	2.2113
9	0.4406	2.2695
10	0.3988	2.5073

No	T [s]	f [Hz]
11	0.3700	2.7025
12	0.3556	2.8122
13	0.3103	3.2226
14	0.2281	4.3846
15	0.1728	5.7876



Izometrija (Top)

Forma osciliranja: 1/15 [T=1.2856sec / f=0.78Hz]



Izometrija (Top)

Forma osciliranja: 2/15 [T=1.1062sec / f=0.90Hz]



Seizmički proračun

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

Razred tla:	C
Razred važnosti:	II ($\gamma=1.0$)
Odnos $a_g/R/g$:	0.110
Koeficijent prigušenja	0.05

Faktori pravca potresa:

Slučaj opterećenja	Kut α [°]	k _a	k _{a+90°}	k _z	Faktor P _i
SEI X	0	1.000	0.000	0.000	2.000
SEI Y	90	1.000	0.000	0.000	2.000
sei x	0	1.000	0.000	0.000	2.000
sei y	90	1.000	0.000	0.000	2.000

Tip spektra

Slučaj opterećenja	S	T _b	T _c	T _d	avg/a _q
SEI X	1.150	0.200	0.600	2.000	1.000
SEI Y	1.150	0.200	0.600	2.000	1.000
sei x	1.500	0.100	0.250	1.200	1.000
sei y	1.500	0.100	0.250	1.200	1.000

Raspored seizmičkih sila po visini objekta - SEI X

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]
nivo sljemena	10.60	0.00	0.15	0.00	509.46	-1.50	-0.00	1.85	1.27	0.00
nivo vijenca	10.10	0.00	0.15	-0.00	443.48	-0.56	-0.00	1.55	0.40	-0.00
nivo stropne ploče	5.20	0.00	0.46	0.00	1420.5	1.46	0.05	2.95	-1.68	-0.02
nivo podne ploče	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
kota vrha čašice	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00
Σ		0.00	0.76	0.00	2373.5	-0.60	0.04	6.35	-0.01	-0.02

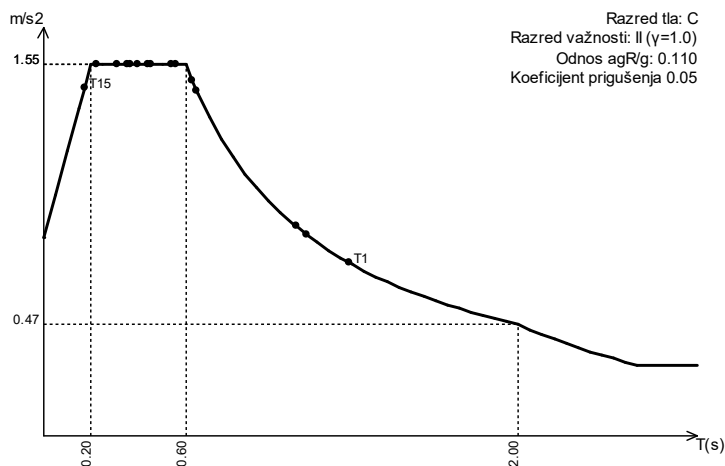
Nivo	Z [m]	Ton 4			Ton 5			Ton 6		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
nivo sljemena	10.60	-389.04	1.08	0.00	-0.00	-0.60	-0.00	-0.29	-0.49	-0.00
nivo vijenca	10.10	-252.63	0.47	0.00	-0.00	-0.58	-0.00	-0.19	0.02	-0.00
nivo stropne ploče	5.20	1920.5	-5.41	0.00	0.01	3.46	-0.00	1.59	2.12	0.01
nivo podne ploče	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
kota vrha čašice	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00
Σ		1278.8	-3.87	0.01	0.00	2.28	-0.00	1.11	1.65	0.01

Nivo	Z [m]	Ton 7			Ton 8			Ton 9		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
nivo sljemena	10.60	-0.00	0.16	0.00	-0.02	-0.03	-0.00	-0.00	0.00	0.00
nivo vijenca	10.10	-0.00	0.08	-0.00	0.03	0.02	0.00	0.00	-0.00	-0.00
nivo stropne ploče	5.20	0.01	-0.70	-0.00	0.06	0.10	0.00	-0.00	0.00	-0.00
nivo podne ploče	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
kota vrha čašice	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σ		0.01	-0.46	-0.00	0.07	0.09	0.00	0.00	0.00	-0.00

Nivo	Z [m]	Ton 10			Ton 11			Ton 12		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
nivo sljemena	10.60	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00
nivo vijenca	10.10	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00
nivo stropne ploče	5.20	0.00	-0.02	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00
nivo podne ploče	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
kota vrha čašice	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00
Σ		0.00	-0.01	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00

Nivo	Z [m]	Ton 13			Ton 14			Ton 15		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
nivo sljemena	10.60	19.05	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.23	0.00	0.00
nivo vijenca	10.10	-23.87	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.65	-0.00	0.00
nivo stropne ploče	5.20	6.88	0.01	-0.02	-0.00	0.00	-0.00	0.52	0.00	0.00
nivo podne ploče	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
kota vrha čašice	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σ		2.06	0.00	-0.02	0.00	0.00	-0.00	0.10	0.00	0.00

Projektni spektar - SEI X

S=1.15, T_b=0.20, T_c=0.60, T_d=2.00



Seizmički proračun

Raspored seizmičkih sila po visini objekta - SEI Y

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]
nivo sljemena	10.60	0.03	419.40	0.01	-0.13	0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00
nivo vijenca	10.10	0.02	404.65	-0.00	-0.11	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00
nivo stropne ploče	5.20	0.71	1237.6	0.07	-0.36	-0.00	-0.00	-0.01	0.00	0.00
nivo podne ploče	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
kota vrha čašice	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00
Σ=		0.76	2061.7	0.07	-0.60	0.00	-0.00	-0.01	0.00	0.00

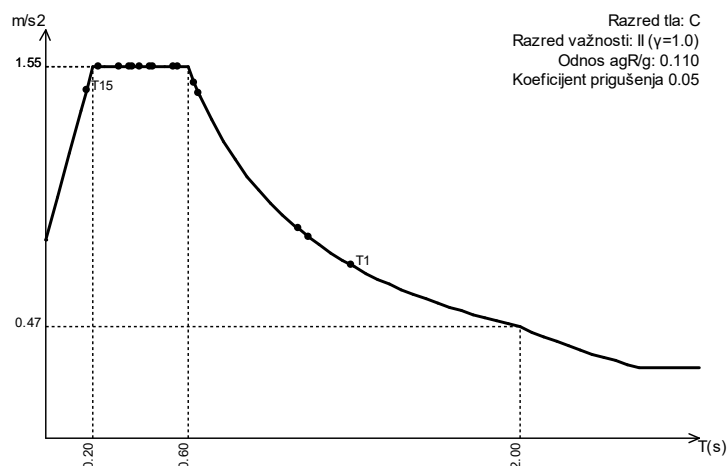
Nivo	Z [m]	Ton 4			Ton 5			Ton 6		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
nivo sljemena	10.60	1.18	-0.00	-0.00	-0.70	-329.53	-0.01	-0.43	-0.73	-0.00
nivo vijenca	10.10	0.77	-0.00	-0.00	-0.47	-323.01	-0.00	-0.28	0.03	-0.00
nivo stropne ploče	5.20	-5.82	0.02	-0.00	3.45	1912.1	-0.05	2.37	3.16	0.02
nivo podne ploče	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
kota vrha čašice	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00
Σ=		-3.87	0.01	-0.00	2.28	1259.6	-0.06	1.65	2.46	0.02

Nivo	Z [m]	Ton 7			Ton 8			Ton 9		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
nivo sljemena	10.60	0.09	-8.65	-0.00	-0.02	-0.03	-0.00	-0.00	0.01	0.00
nivo vijenca	10.10	0.11	-4.34	0.00	0.03	0.02	0.00	0.01	-0.02	-0.00
nivo stropne ploče	5.20	-0.66	37.37	0.12	0.08	0.12	0.00	-0.00	0.02	-0.00
nivo podne ploče	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
kota vrha čašice	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σ=		-0.46	24.38	0.12	0.09	0.11	0.00	0.00	0.01	-0.00

Nivo	Z [m]	Ton 10			Ton 11			Ton 12		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
nivo sljemena	10.60	-0.00	-0.78	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.09	0.00
nivo vijenca	10.10	0.00	-0.21	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.03	0.00
nivo stropne ploče	5.20	-0.01	2.82	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.35	-0.00
nivo podne ploče	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
kota vrha čašice	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00
Σ=		-0.01	1.82	-0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.22	-0.00

Nivo	Z [m]	Ton 13			Ton 14			Ton 15		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
nivo sljemena	10.60	0.03	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
nivo vijenca	10.10	-0.04	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00
nivo stropne ploče	5.20	0.01	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00
nivo podne ploče	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
kota vrha čašice	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σ=		0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00

Projektni spektar - SEI Y



S=1.15, $T_b=0.20$, $T_c=0.60$, $T_d=2.00$

Raspored seizmičkih sila po visini objekta - sei x

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]
nivo sljemena	10.60	0.00	0.08	0.00	276.88	-0.82	-0.00	1.00	0.69	0.00
nivo vijenca	10.10	0.00	0.08	-0.00	241.02	-0.30	-0.00	0.84	0.22	-0.00
nivo stropne ploče	5.20	0.00	0.23	0.00	772.02	0.80	0.03	1.60	-0.92	-0.01
nivo podne ploče	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
kota vrha čašice	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00
Σ=		0.00	0.39	0.00	1289.9	-0.33	0.02	3.45	-0.01	-0.01

Nivo	Z [m]	Ton 4			Ton 5			Ton 6		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
nivo sljemena	10.60	-211.43	0.58	0.00	-0.00	-0.32	-0.00	-0.17	-0.29	-0.00
nivo vijenca	10.10	-137.30	0.25	0.00	-0.00	-0.32	-0.00	-0.11	0.01	-0.00
nivo stropne ploče	5.20	1043.7	-2.94	0.00	0.00	1.88	-0.00	0.93	1.24	0.01
nivo podne ploče	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
kota vrha čašice	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00
Σ=		694.99	-2.10	0.00	0.00	1.24	-0.00	0.65	0.97	0.01



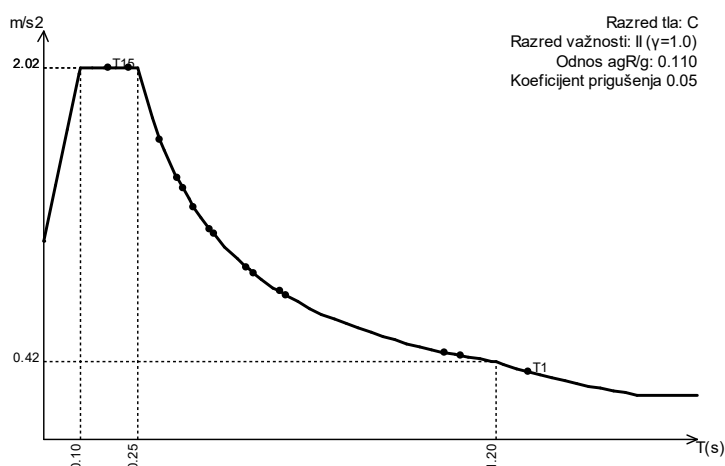
Seizmički proračun

Nivo	Z [m]	Ton 7			Ton 8			Ton 9		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
nivo sljemena	10.60	-0.00	0.10	0.00	-0.01	-0.02	-0.00	-0.00	0.00	0.00
nivo vijenca	10.10	-0.00	0.05	-0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	-0.00	-0.00
nivo stropne ploče	5.20	0.01	-0.42	-0.00	0.04	0.07	0.00	-0.00	0.00	-0.00
nivo podne ploče	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
kota vrha čašice	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σ=		0.01	-0.28	-0.00	0.05	0.06	0.00	0.00	0.00	-0.00

Nivo	Z [m]	Ton 10			Ton 11			Ton 12		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
nivo sljemena	10.60	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00
nivo vijenca	10.10	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00
nivo stropne ploče	5.20	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00
nivo podne ploče	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
kota vrha čašice	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00
Σ=		0.00	-0.01	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00

Nivo	Z [m]	Ton 13			Ton 14			Ton 15		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
nivo sljemena	10.60	20.02	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.32	0.00	0.00
nivo vijenca	10.10	-25.08	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.91	-0.00	0.00
nivo stropne ploče	5.20	7.23	0.01	-0.02	-0.00	0.00	-0.00	0.72	0.00	0.00
nivo podne ploče	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
kota vrha čašice	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σ=		2.17	0.00	-0.02	0.00	0.00	-0.00	0.13	0.00	0.00

Projektni spektar - sei x

S=1.50, $T_b=0.10$, $T_c=0.25$, $T_d=1.20$

Raspored seizmičkih sila po visini objekta - sei y

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]
nivo sljemena	10.60	0.01	212.77	0.00	-0.07	0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00
nivo vijenca	10.10	0.01	205.28	-0.00	-0.06	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00
nivo stropne ploče	5.20	0.36	627.84	0.04	-0.19	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00
nivo podne ploče	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
kota vrha čašice	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00
Σ=		0.39	1045.9	0.04	-0.33	0.00	-0.00	-0.01	0.00	0.00

Nivo	Z [m]	Ton 4			Ton 5			Ton 6		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
nivo sljemena	10.60	0.64	-0.00	-0.00	-0.38	-179.09	-0.01	-0.25	-0.43	-0.00
nivo vijenca	10.10	0.42	-0.00	-0.00	-0.26	-175.55	-0.00	-0.17	0.02	-0.00
nivo stropne ploče	5.20	-3.16	0.01	-0.00	1.87	1039.2	-0.03	1.39	1.85	0.01
nivo podne ploče	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
kota vrha čašice	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00
Σ=		-2.10	0.01	-0.00	1.24	684.57	-0.03	0.97	1.44	0.01

Nivo	Z [m]	Ton 7			Ton 8			Ton 9		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
nivo sljemena	10.60	0.05	-5.23	-0.00	-0.02	-0.02	-0.00	-0.00	0.00	0.00
nivo vijenca	10.10	0.07	-2.63	0.00	0.02	0.02	0.00	0.01	-0.01	-0.00
nivo stropne ploče	5.20	-0.40	22.59	0.07	0.06	0.09	0.00	-0.00	0.02	-0.00
nivo podne ploče	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
kota vrha čašice	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σ=		-0.28	14.74	0.07	0.06	0.08	0.00	0.00	0.01	-0.00

Nivo	Z [m]	Ton 10			Ton 11			Ton 12		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
nivo sljemena	10.60	-0.00	-0.64	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.08	0.00
nivo vijenca	10.10	0.00	-0.18	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.03	0.00
nivo stropne ploče	5.20	-0.01	2.30	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.32	-0.00
nivo podne ploče	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
kota vrha čašice	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00
Σ=		-0.01	1.49	-0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.20	-0.00

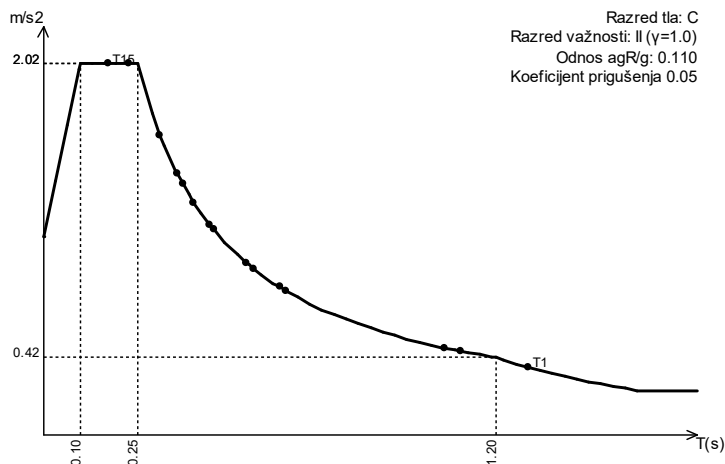
Nivo	Z [m]	Ton 13			Ton 14			Ton 15		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
nivo sljemena	10.60	0.04	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
nivo vijenca	10.10	-0.05	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00
nivo stropne ploče	5.20	0.01	0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00



Seizmički proračun

nivo podne ploče	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
kota vrha čašice	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	$\Sigma=$	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Projektni spektar - sei y

S=1.50, $T_b=0.10$, $T_c=0.25$, $T_d=1.20$

Faktori participacije - Relativno učešće

Ton \ Naziv	1. SEI X	2. SEI Y	3. sei x	4. sei y
1	0.000	0.615	0.000	0.598
2	0.648	0.000	0.648	0.000
3	0.002	0.000	0.002	0.000
4	0.349	0.000	0.349	0.000
5	0.000	0.376	0.000	0.392
6	0.000	0.001	0.000	0.001
7	0.000	0.007	0.000	0.008
8	0.000	0.000	0.000	0.000
9	0.000	0.000	0.000	0.000
10	0.000	0.001	0.000	0.001
11	0.000	0.000	0.000	0.000
12	0.000	0.000	0.000	0.000
13	0.001	0.000	0.001	0.000
14	0.000	0.000	0.000	0.000
15	0.000	0.000	0.000	0.000

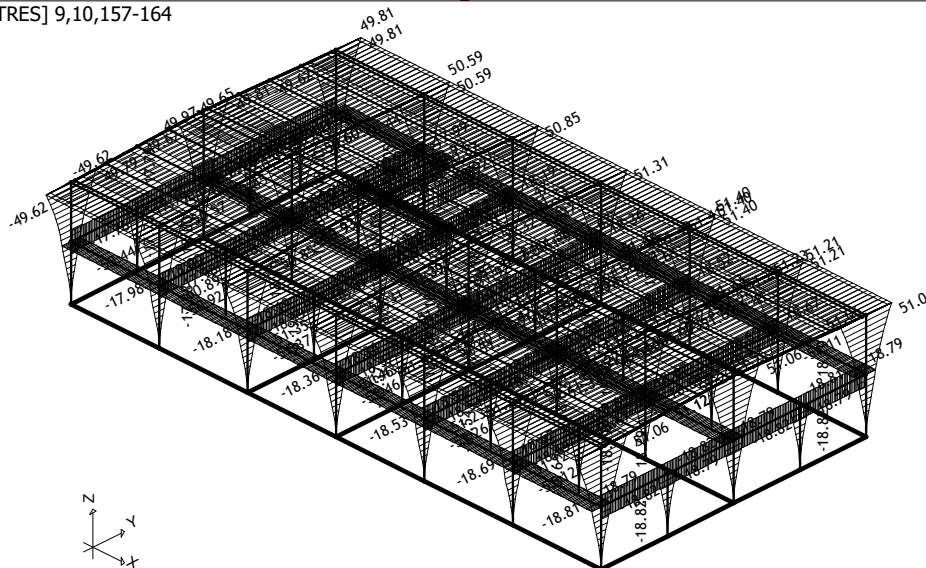
Faktori participacije - Sudjelujuće...

Ton	U [$\alpha=0^\circ$]	U [$\alpha=90^\circ$]	U [$\alpha=0^\circ$]	U [$\alpha=90^\circ$]
U obzir se uzima samo masa iznad kote temelja				
Kota temelja: 0.00 m				
Ukupna masa iznad temelja: 3717.78 T				
Ukupna masa cijelog objekta: 4485.87 T				
1	0.00	76.63	0.00	76.63
2	75.92	0.00	75.92	0.00
3	0.20	0.00	0.20	0.00
4	23.83	0.00	23.83	0.00
5	0.00	22.86	0.00	22.86
6	0.02	0.04	0.02	0.04

Ton	U [$\alpha=0^\circ$]	U [$\alpha=90^\circ$]	U [$\alpha=0^\circ$]	U [$\alpha=90^\circ$]
7	0.00	0.42	0.00	0.42
8	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.03	0.00	0.03
11	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.04	0.00	0.04	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.00	0.00
ΣU (%)	100.00	100.00	100.00	100.00

Statički proračun

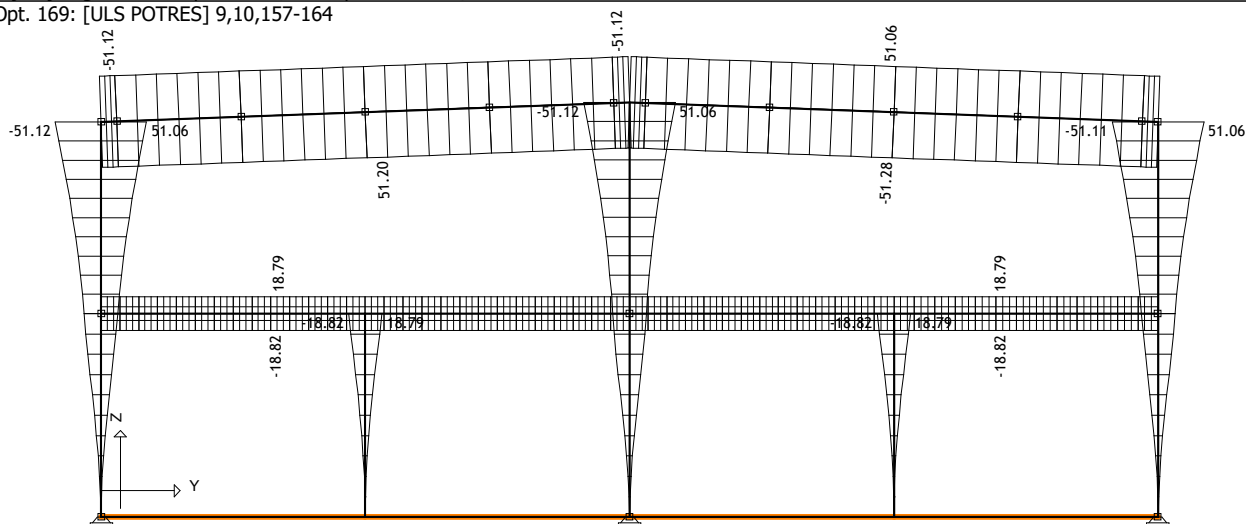
Opt. 169: [ULS POTRES] 9,10,157-164



Izometrija

Utjecaji u gredi: $\max Y_p = 51.92$ / $\min Y_p = -52.01$ m / 1000

Opt. 169: [ULS POTRES] 9,10,157-164



Okvir: V 9

Utjecaji u gredi: $\max Y_p = 51.20$ / $\min Y_p = -51.28$ m / 1000

- PRAVAC X OSI

$$d_e = (46,85 - 16,21) = 30,65 \text{ mm}$$

$$dr = qd \times de = 2,0 \times 30,65 = 61,30\text{mm}$$

$$61,30\text{mm} / 2,50 \leq 0.005 \times 5400\text{mm}$$

24,52mm ≤ 27,0mm UVJET ZADOVOLJEN

- PRAVAC Y OSI

$$de = (51,28 - 18,82) = 32,46 \text{ mm}$$

$$ds = qd \times de = 2,0 \times 32,46 = 64,92\text{mm}$$

$$64,92\text{mm} / 2,50 \leq 0.005 \times 5400\text{mm}$$

25,96mm ≤ 27,0mm UVJET ZADOVOLJEN

- KONTROLA HORIZONTALNOG POMAKA KONSTRUKCIJE

$D_{\max} = 51,28\text{mm}$ (pravac osi Y)

$$dr = de(\max) \times qd = 51,28 \times 2,0 = 102,56 \text{ mm}$$

$$102,56 / 2,5 \leq 0,01 \times 5400\text{mm}$$

41,03mm <= 54,0mm UVJET ZADOVOLJEN

Svi pomaci zadovoljavaju. Građevina ima dostatnu krutost.

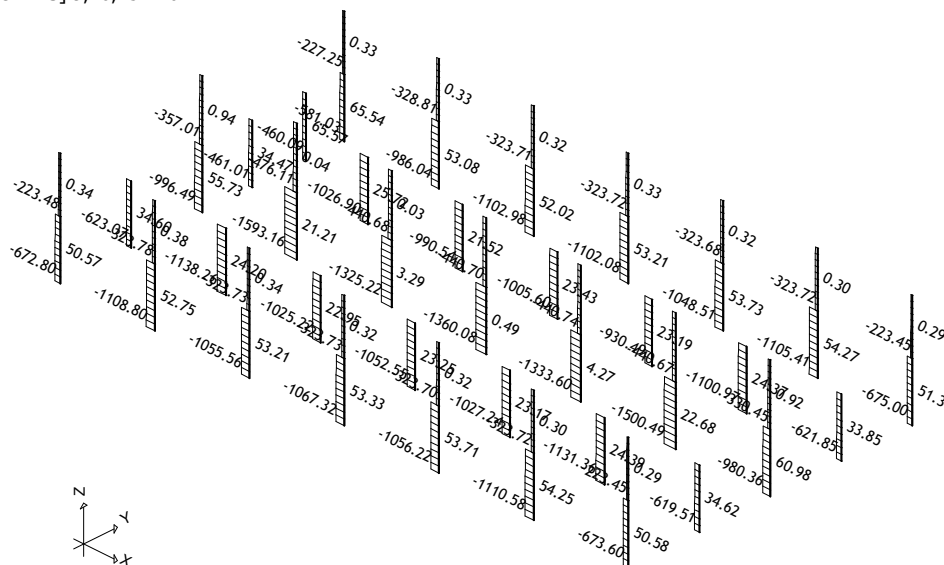


Statički proračun

DIMENSIONIRANJE STUPOVA

Kontrola nosivosti i duktilnosti stupova

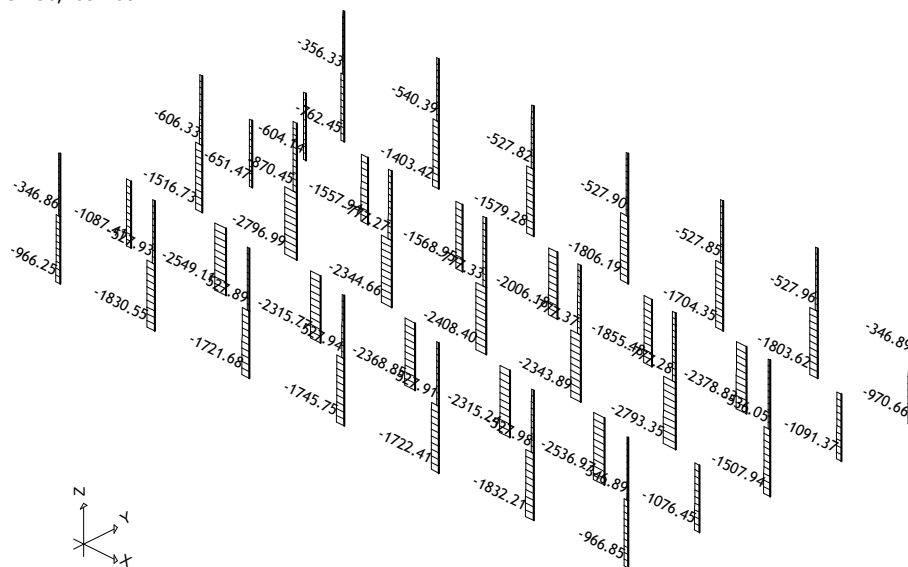
Opt. 169: [ULS POTRES] 9,10,157-164



Grupa: ST

Utjecaji u gredi: max N1= 84.54 / min N1= -1593.16 kN

Opt. 170: [ULS] 13-156,165-168



Grupa: ST

Utjecaji u gredi: max N1= 29.30 / min N1= -2796.99 kN

prema HRN EN 1998:

$N_{crd} = 0,65 \cdot a \cdot b \cdot f_{cd} = 0,65 \cdot 50 \cdot 50 \cdot 2 = 3250 \text{ kN}$ - svi stupovi zadovoljavaju

prema HRN EN 1992:

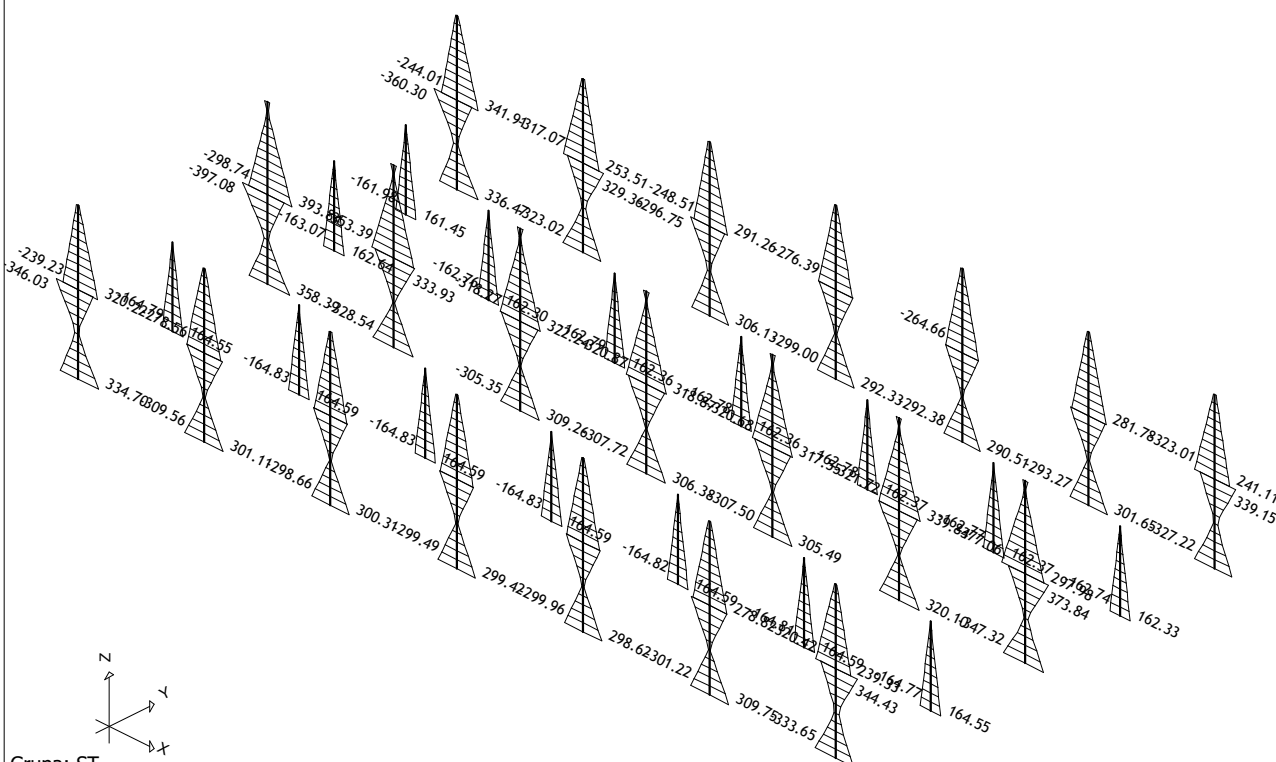
$N_{crd} = 0,85 \cdot a \cdot b \cdot f_{cd} = 0,85 \cdot 50 \cdot 50 \cdot 2 = 4250 \text{ kN}$ - svi stupovi zadovoljavaju



Statički proračun

Unutarnje sile u stupovima za potresnu kombinaciju

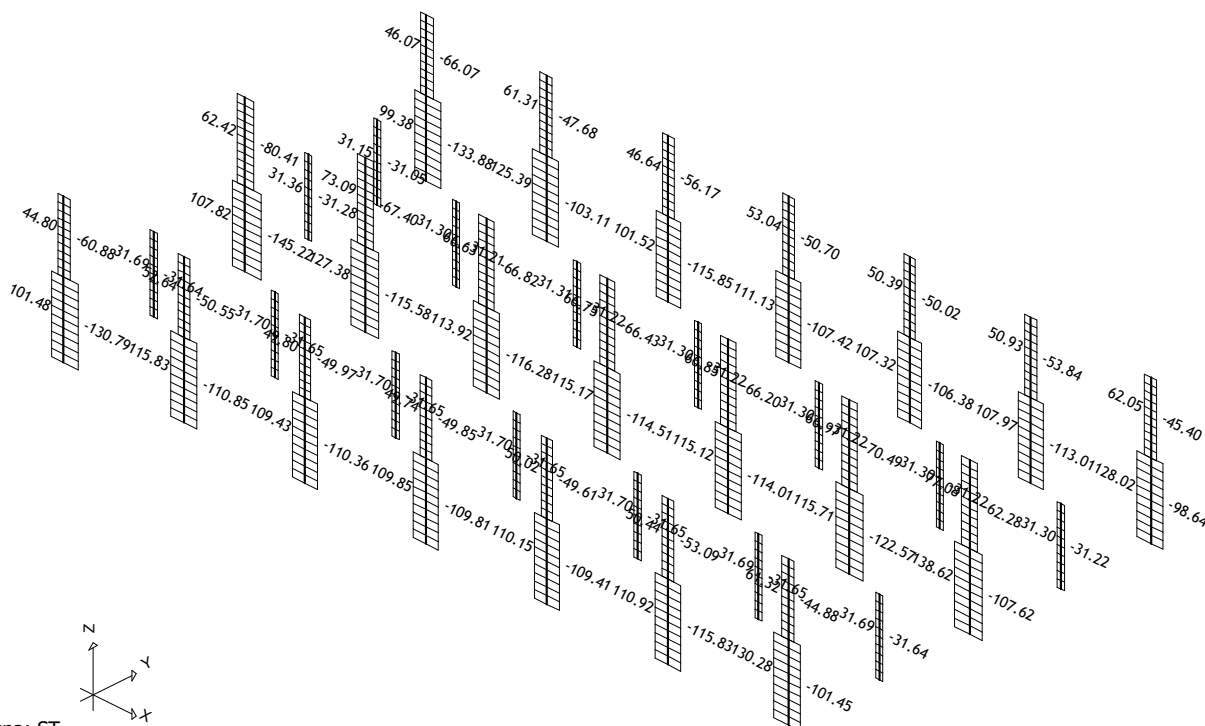
Opt. 169: [ULS POTRES] 9,10,157-164



Grupa: ST

Utjecaji u gredi: max M3= 890.10 / min M3= -397.08 kNm

Opt. 169: [ULS POTRES] 9,10,157-164



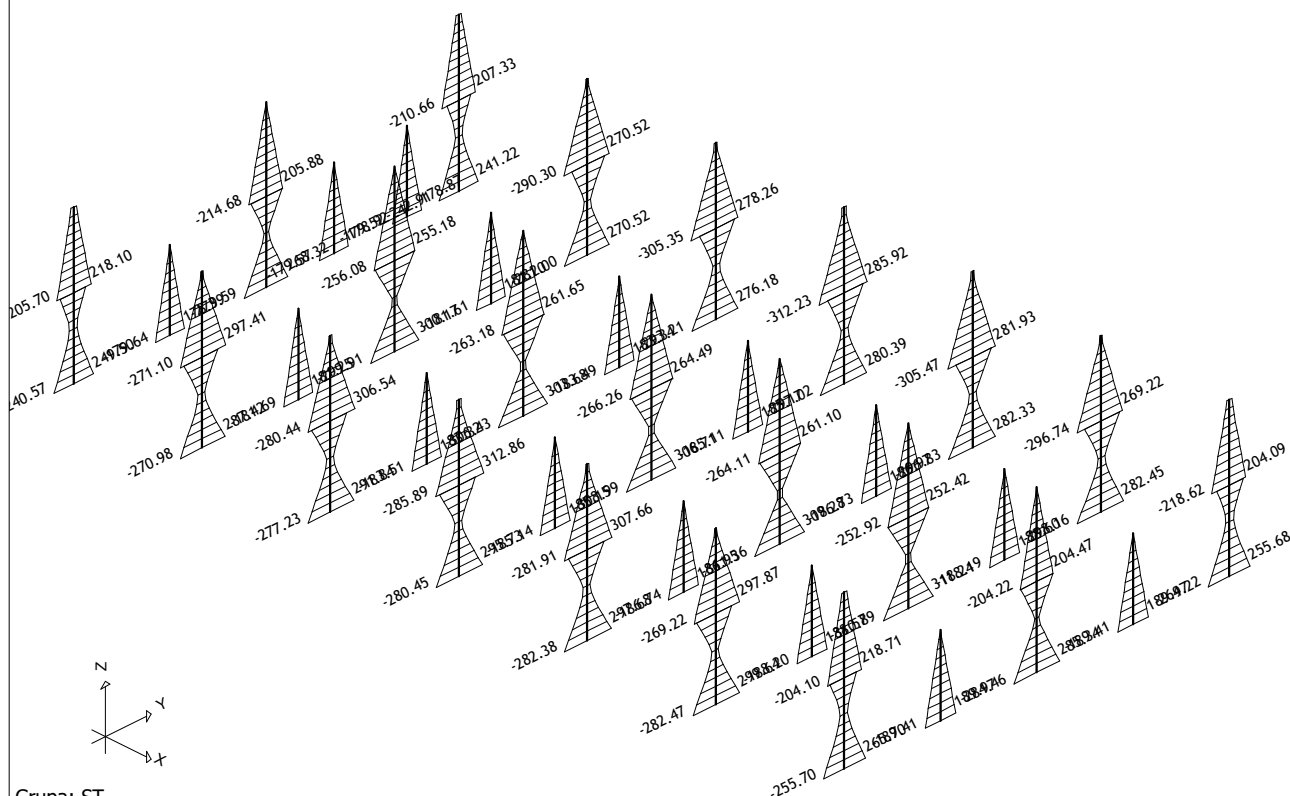
Grupa: ST

Utjecaji u gredi: max T2= 1019.47 / min T2= -1050.63 kNm



Statički proračun

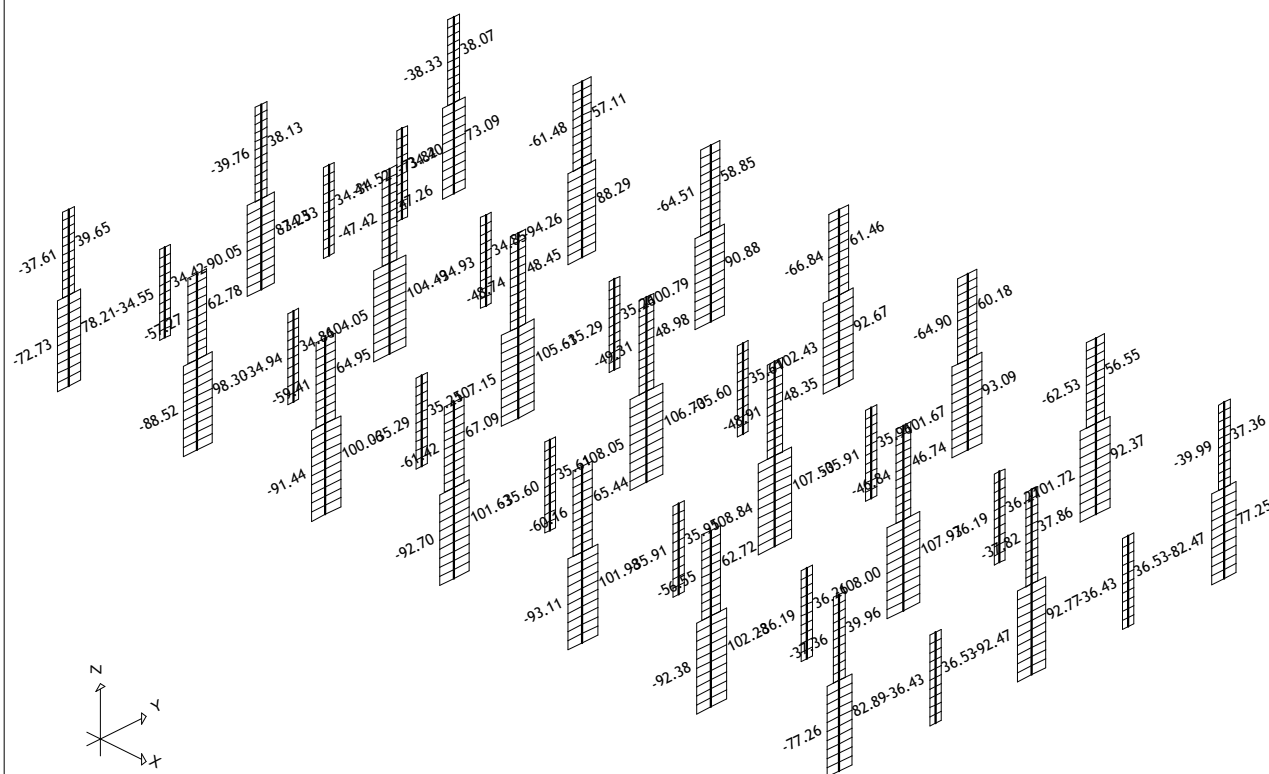
Opt. 169: [ULS POTRES] 9,10,157-164



Grupa: ST

Utjecaji u gredi: max M2= 312.86 / min M2= -312.23 kNm

Opt. 169: [ULS POTRES] 9,10,157-164



Grupa: ST

Utjecaji u gredi: max T3= 107.97 / min T3= -108.84 kN



Respect-ing

Respect-ing d.o.o.
za inženjering u graditeljstvu
HR74 25000091102184314
72061576990

iban
oib

3.05

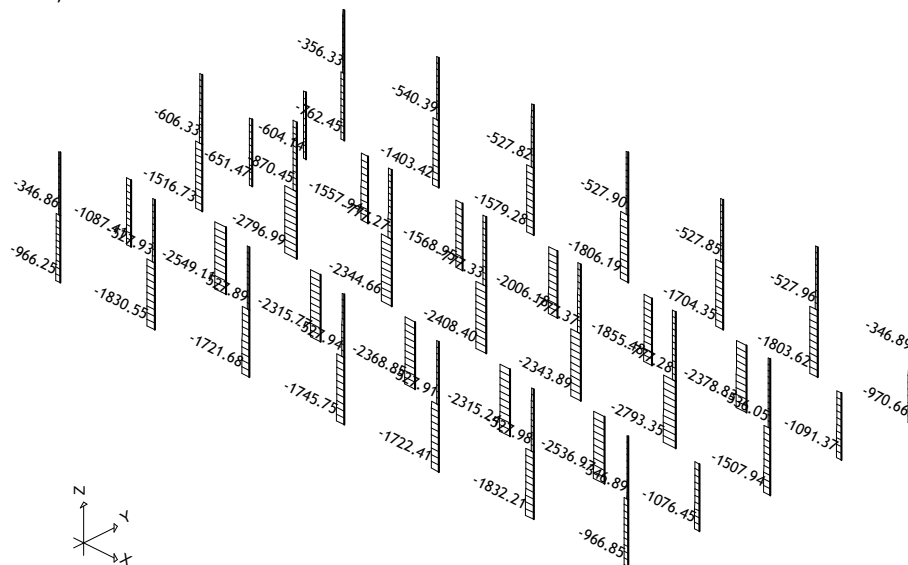
Ilirska 27
31000 Osijek

t +385.31.368.052
f +385.31.300.211
e respect-ing@respect-ing.hr
w www.respect-ing.hr

Statički proračun

Unutarnje sile u stupovima za proračunsku kombinaciju

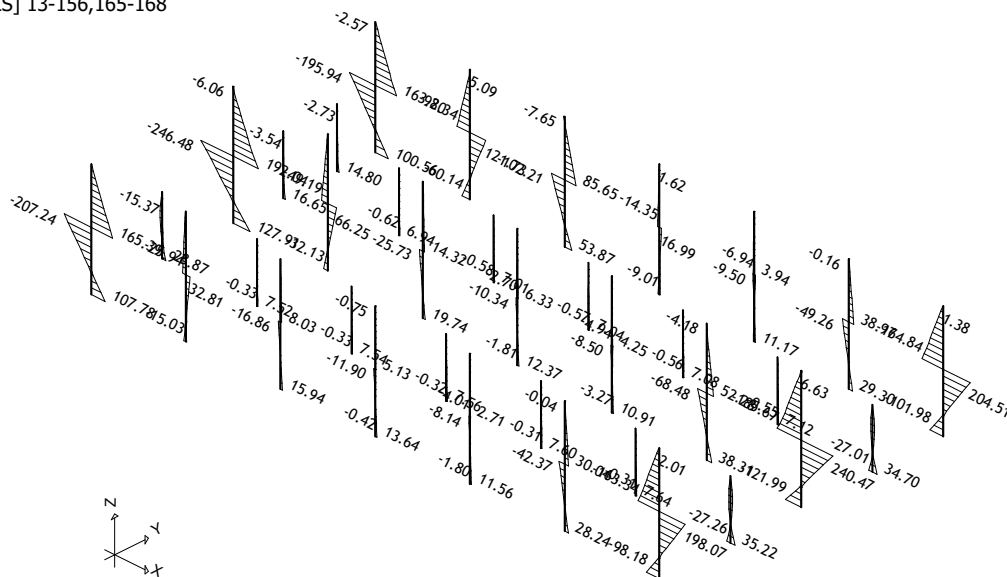
Opt. 170: [ULS] 13-156,165-168



Grupa: ST

Utjecaji u gredi: max N1= 29.30 / min N1= -2796.99 kN

Opt. 170: [ULS] 13-156,165-168



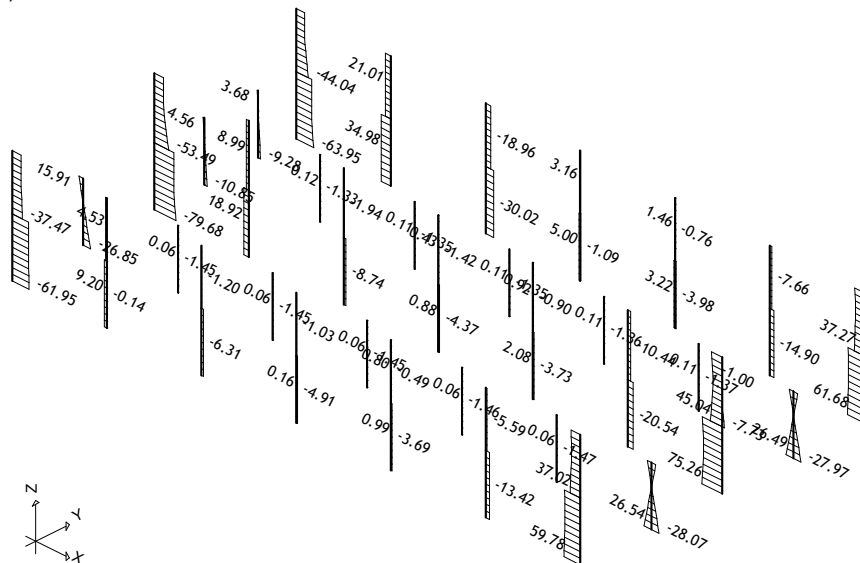
Grupa: ST

Utjecaji u gredi: max M3= 1611.67 / min M3= -246.48 kNm



Statički proračun

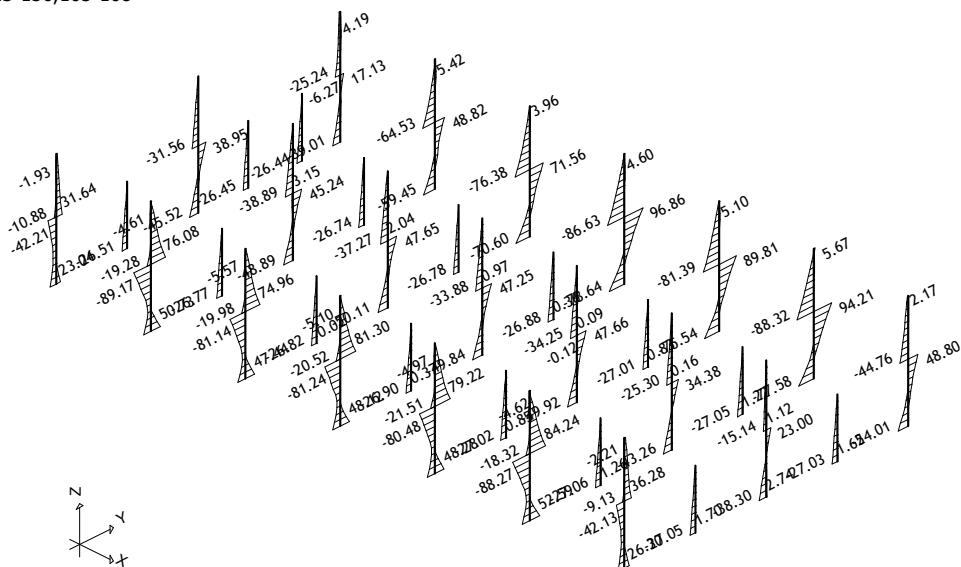
Opt. 170: [ULS] 13-156,165-168



Grupa: ST

Utjecaji u gredi: max T2= 771.30 / min T2= -740.31 kN

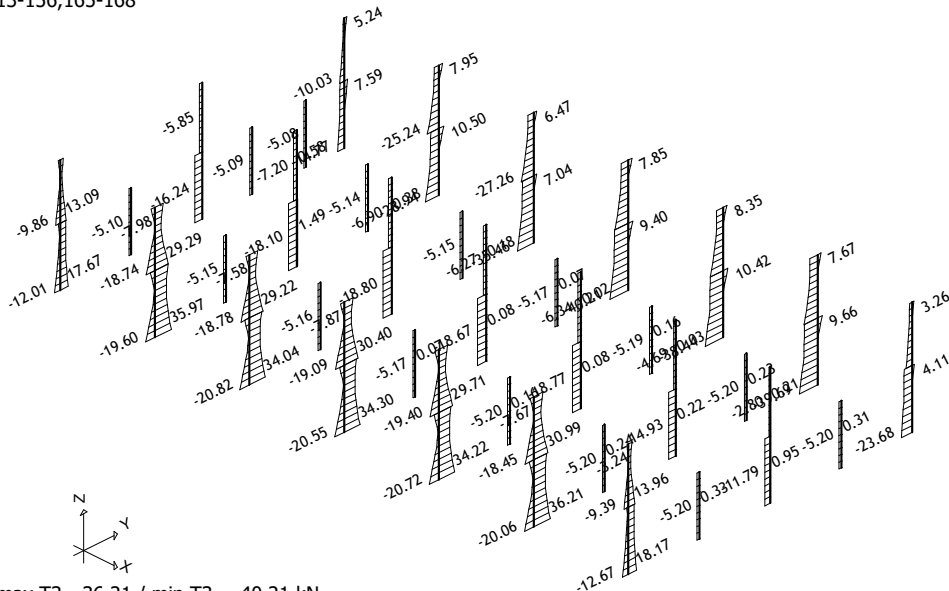
Opt. 170: [ULS] 13-156,165-168



Grupa: ST

Utjecaji u gredi: max M2= 96.86 / min M2= -89.17 kNm

Opt. 170: [ULS] 13-156,165-168



Grupa: ST

Utjecaji u gredi: max T3= 36.21 / min T3= -40.21 kN



Respect-ing

iban
oib

Respect-ing d.o.o.
za inženjering u graditeljstvu
HR74 25000091102184314
72061576990

a.o.s

Ilirska 27
31000 Osijek

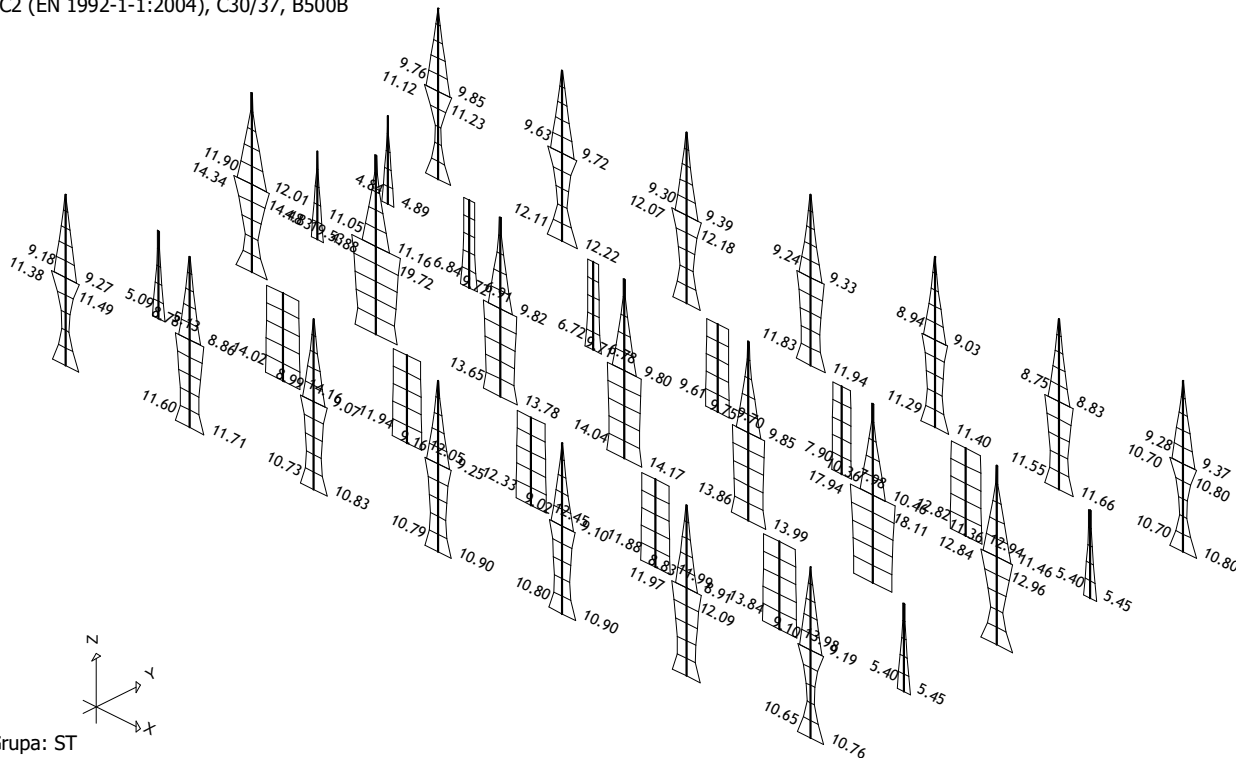
t +385.31.368.052
f +385.31.300.211
e respect-ing@respect-ing.hr
w www.respect-ing.hr

Statički proračun

Proračun potrebne armature u stupovima

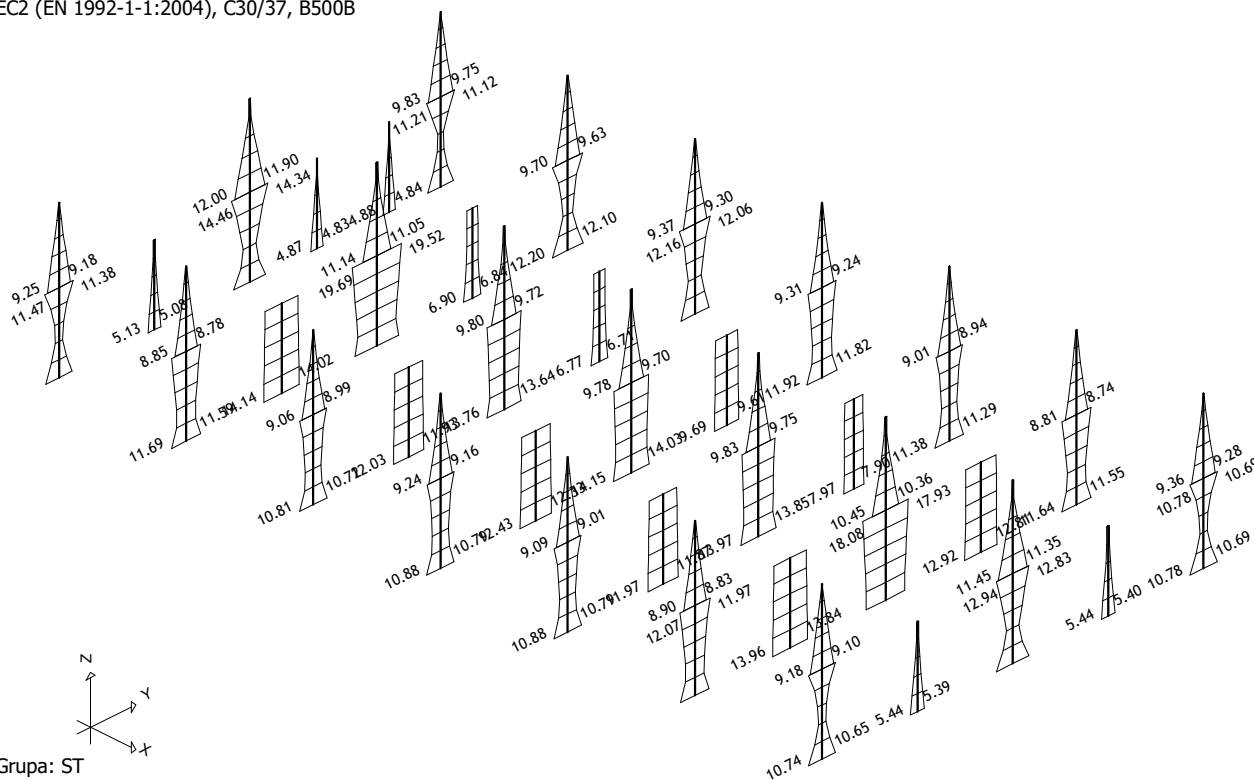
POTREBNA UZDUŽNA ARMATURA STUPOVA

Mjerodavno opterećenje: Kompletna shema
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C30/37, B500B



Grupa: ST
Armatura u gredama: Aa2/Aa1

Mjerodavno opterećenje: Kompletna shema
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C30/37, B500B



Grupa: ST
Armatura u gredama: Aa3/Aa4



Respect-ing

iban
oib

Respect-ing d.o.o.
za inženjering u graditeljstvu
HR74 25000091102184314
72061576990

a.os

Ilirska 27
31000 Osijek

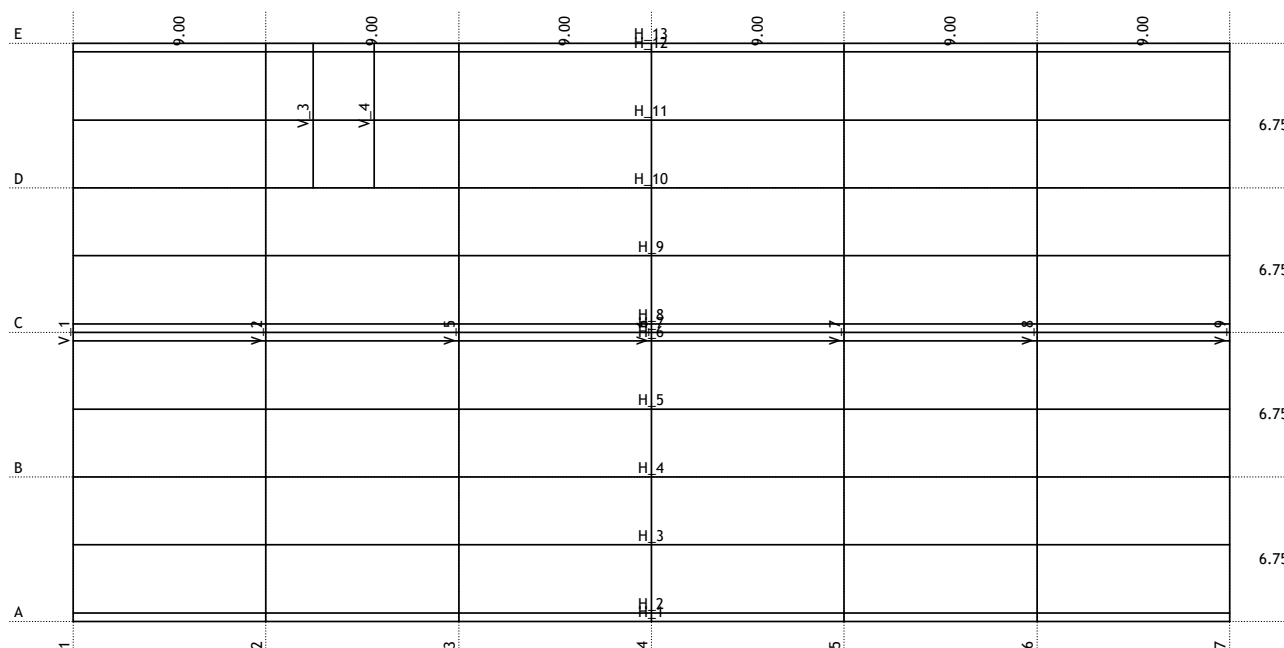
t
f
e
w

+385.31.368.052
+385.31.300.211
respect-ing@respect-ing.hr
www.respect-ing.hr

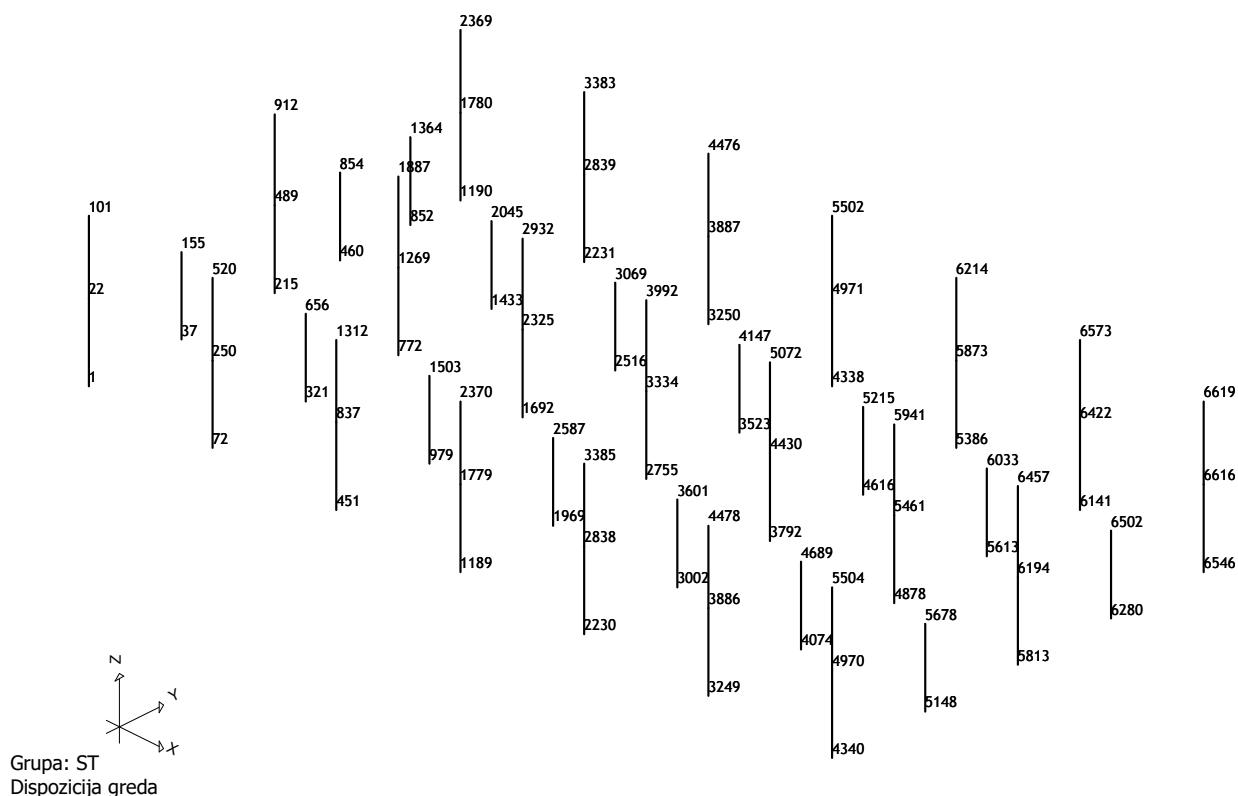
Dimenzioniranje (beton)

DIMENSIONIRANJE STUPOVA

- prikaz po okvirima



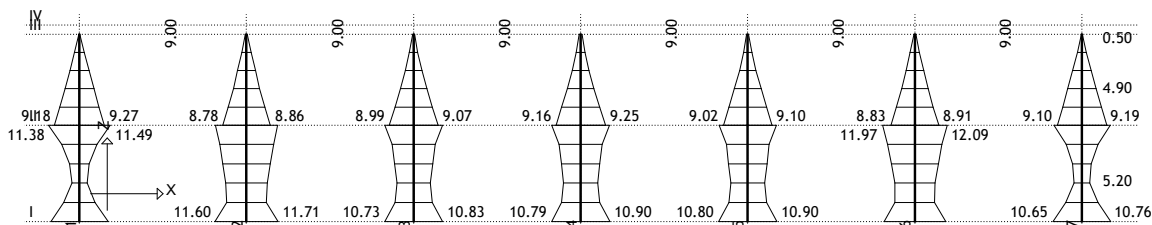
Dispozicija okvira





Dimenzioniranje (beton)

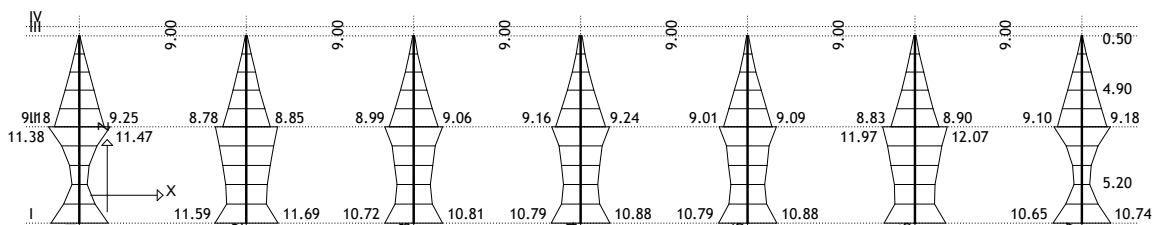
Mjerodavno opterećenje: Kompletna shema
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C30/37, B500B



Okvir: H_1 - Grupa: ST

Armatura u gredama: $\max Aa2/Aa1 = 11.97 / 12.09 \text{ cm}^2$

Mjerodavno opterećenje: Kompletna shema
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C30/37, B500B

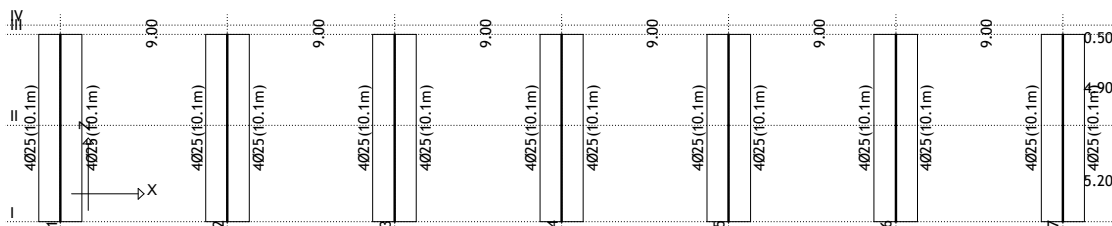


Okvir: H_1 - Grupa: ST

Armatura u gredama: $\max Aa3/Aa4 = 12.07 / 11.97 \text{ cm}^2$

Odabrana armatura

EC2 (EN 1992-1-1:2004), C30/37, B500B

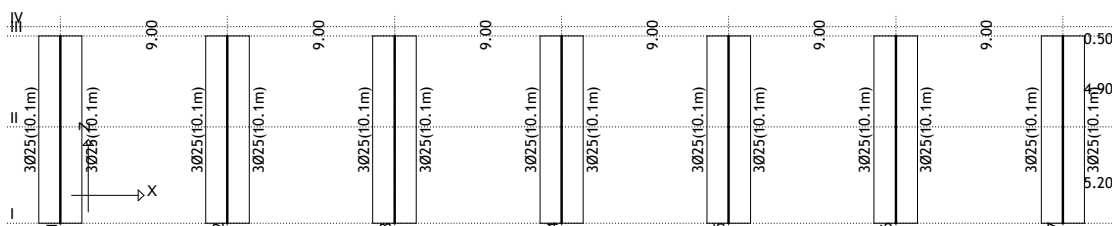


Okvir: H_1 - Grupa: ST

Armatura u gredama (odabrana): $Aa2/Aa1$

Odabrana armatura

EC2 (EN 1992-1-1:2004), C30/37, B500B



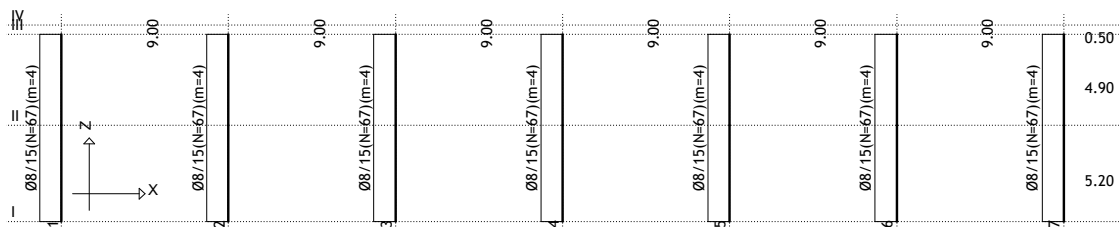
Okvir: H_1 - Grupa: ST

Armatura u gredama (odabrana): $Aa3/Aa4$



Dimenzioniranje (beton)

Odabrana armatura
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C30/37, B500B



Okrvir: H_1 - Grupa: ST
Armatura u gredama (odabrana): Asw

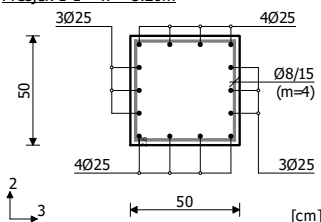
Greda 837-451

EC2 (EN 1992-1-1:2004)
C30/37 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$) [SP]
B500B
Kompletna shema opterećenja
 $l_{i,2} = 10.40$ m ($\lambda_2 = 72.05$)
 $l_{i,3} = 10.40$ m ($\lambda_3 = 72.05$)
Pomična konstrukcija

Mjerodavna kombinacija za savijanje:
 $1.00xI + 1.00xII + 0.30xIII - 1.00xIX$
 $N_{1ed} = -1004.64$ kN
 $M_{2ed} = 10.83$ kNm
 $M_{3ed} = -297.01$ kNm
Uvećanje momenta savijanja uslijed izvijanja
 $\Delta e_2 = 2.6 < e_0 > + 13.1 < e_{II} > = 15.7$ cm
 $|\Delta M_2| = 158.21$ kNm
 $\Delta e_3 = 2.6 < e_0 > + 12.6 < e_{II} > = 15.2$ cm
 $|\Delta M_3| = 153.13$ kNm

$As_1 = 10.83$ cm²
 $As_2 = 10.73$ cm²
 $As_3 = 10.81$ cm²
 $As_4 = 10.72$ cm²
 $Asw = 0.00$ cm²/m (m=2)
[Odabrano $Asw = \frac{0.8}{15}(m=4) = 6.70$ cm²/m]
Postotak armiranja: 2.75%

Presjek 1-1 x = 5.20m



Mjerodavna kombinacija za torziju:
 $1.00xI + 1.00xII + 0.30xIII - 1.00xX$
 $M_{1ed} = -0.32$ kNm

Mjerodavna kombinacija za posmik:
 $1.00xI + 1.00xII - 1.00xIX$
 $V_{2ed} = -110.03$ kN
 $V_{3ed} = 4.16$ kN
 $M_{1ed} = -0.31$ kNm

$V_{rd,max,2} = 1069.20$ kN
 $V_{rd,max,3} = 1069.20$ kN
 $eb/ea = -3.500/4.174$ ‰

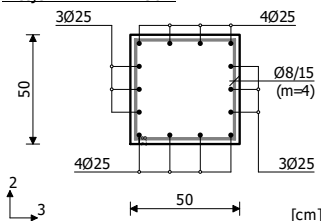
Greda 1312-837

EC2 (EN 1992-1-1:2004)
C30/37 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$) [SP]
B500B
Kompletna shema opterećenja
 $l_{i,2} = 9.80$ m ($\lambda_2 = 67.90$)
 $l_{i,3} = 9.80$ m ($\lambda_3 = 67.90$)
Pomična konstrukcija

Mjerodavna kombinacija za savijanje:
 $1.00xI + 1.00xII + 0.30xIII + 1.00xX$
 $N_{1ed} = -323.05$ kN
 $M_{2ed} = 306.54$ kNm
 $M_{3ed} = 4.35$ kNm
Uvećanje momenta savijanja uslijed izvijanja
 $\Delta e_2 = 2.4 < e_0 > + 11.3 < e_{II} > = 13.8$ cm
 $|\Delta M_2| = 44.54$ kNm
 $\Delta e_3 = 2.4 < e_0 > + 11.8 < e_{II} > = 14.2$ cm
 $|\Delta M_3| = 45.94$ kNm

$As_1 = 8.73 + 0.35^* = 9.07$ cm²
 $As_2 = 8.64 + 0.35^* = 8.99$ cm²
 $As_3 = 8.71 + 0.35^* = 9.06$ cm²
 $As_4 = 8.64 + 0.35^* = 8.99$ cm²
 $Asw = 0.00$ cm²/m (m=2)
[Odabrano $Asw = \frac{0.8}{15}(m=4) = 6.70$ cm²/m]
Postotak armiranja: 2.75%
*) - dodatna uzdužna armatura za prihvata torzije.

Presjek 2-2 x = 4.90m



Mjerodavna kombinacija za torziju:
 $1.00xI + 1.00xII + 0.30xIII - 1.00xIX$
 $M_{1ed} = -10.59$ kNm

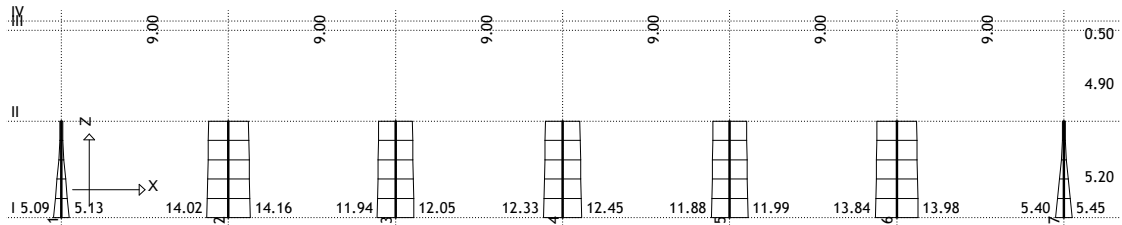
Mjerodavna kombinacija za posmik:
 $1.00xI + 1.00xII + 0.30xIII - 1.00xIX$
 $V_{2ed} = -49.97$ kN
 $V_{3ed} = 3.95$ kN
 $M_{1ed} = -10.59$ kNm

$V_{rd,max,2} = 1069.20$ kN
 $V_{rd,max,3} = 1069.20$ kN
 $eb/ea = -3.500/8.273$ ‰

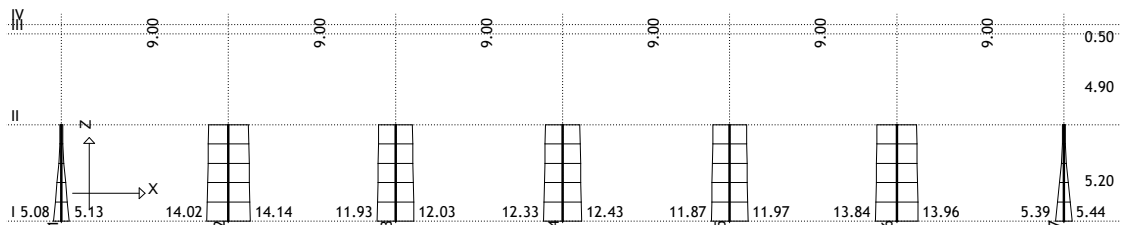


Dimenzioniranje (beton)

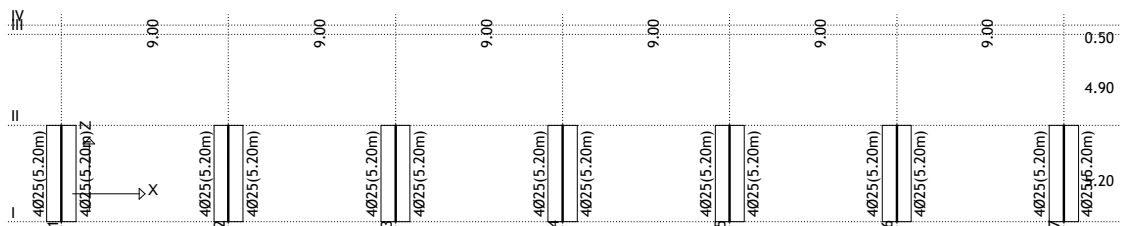
Mjerodavno opterećenje: Kompletna shema
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C30/37, B500B



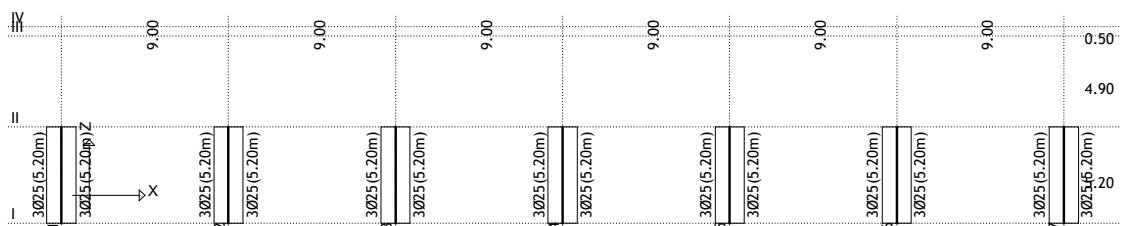
Okvir: H_4 - Grupa: ST
Armatura u gredama: $\max Aa2/Aa1 = 14.02 / 14.16 \text{ cm}^2$
Mjerodavno opterećenje: Kompletna shema
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C30/37, B500B



Okvir: H_4 - Grupa: ST
Armatura u gredama: $\max Aa3/Aa4 = 14.14 / 14.02 \text{ cm}^2$
Odabrana armatura
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C30/37, B500B



Okvir: H_4 - Grupa: ST
Armatura u gredama (odabrana): $Aa2/Aa1$
Odabrana armatura
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C30/37, B500B



Okvir: H_4 - Grupa: ST
Armatura u gredama (odabrana): $Aa3/Aa4$

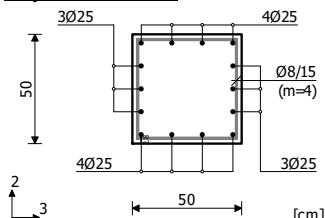


Dimenzioniranje (beton)

Greda 656-321

EC2 (EN 1992-1-1:2004)
C30/37 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$) [SP]
B500B
Kompletna shema opterećenja
 $l_{i,2} = 10.40$ m ($\lambda_2 = 72.05$)
 $l_{i,3} = 10.40$ m ($\lambda_3 = 72.05$)
Pomična konstrukcija

Presjek 1-1 $x = 5.20$ m



Mjerodavna kombinacija za savijanje:
 $1.35xI + 1.35xII + 1.50xIII + 0.90xVI$
 $N_{1ed} = -2547.74$ kN
 $M_{2ed} = -16.55$ kNm
 $M_{3ed} = 1.21$ kNm
Uvećanje momenta savijanja uslijed izvijanja
 $\Delta e_2 = 2.6 < e_0 > + 11.5 < e_{II} > = 14.1$ cm
 $|\Delta M_2| = 359.11$ kNm
 $\Delta e_3 = 2.6 < e_0 > + 11.5 < e_{II} > = 14.1$ cm
 $|\Delta M_3| = 359.05$ kNm

$As_1 = 14.16$ cm²
 $As_2 = 14.02$ cm²
 $As_3 = 14.14$ cm²
 $As_4 = 14.02$ cm²
 $As_w = 0.00$ cm²/m (m=2)
[Odabrano $As_w = \text{Ø}8/15(m=4) = 6.70$ cm²/m]
Postotak armiranja: 2.75%

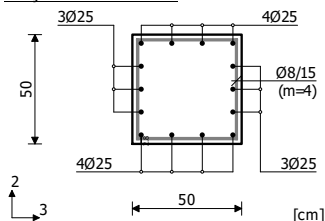
Mjerodavna kombinacija za posmik:
 $1.00xI + 1.00xII + 0.30xIII - 1.00xX$
 $V_{2ed} = -0.31$ kN
 $V_{3ed} = -34.94$ kN
 $M_{1ed} = 0.00$ kNm

$V_{rd,max,2} = 1069.20$ kN
 $V_{rd,max,3} = 1069.20$ kN
 $\epsilon_b/\epsilon_a = -3.500/2.062$ ‰

Greda 1503-979

EC2 (EN 1992-1-1:2004)
C30/37 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$) [SP]
B500B
Kompletna shema opterećenja
 $l_{i,2} = 10.40$ m ($\lambda_2 = 72.05$)
 $l_{i,3} = 10.40$ m ($\lambda_3 = 72.05$)
Pomična konstrukcija

Presjek 2-2 $x = 5.20$ m



Mjerodavna kombinacija za savijanje:
 $1.35xI + 1.35xII + 1.50xIII + 0.75xIV + 0.90xVI$
 $N_{1ed} = -2315.51$ kN
 $M_{2ed} = -16.24$ kNm
 $M_{3ed} = 1.20$ kNm
Uvećanje momenta savijanja uslijed izvijanja
 $\Delta e_2 = 2.6 < e_0 > + 11.9 < e_{II} > = 14.5$ cm
 $|\Delta M_2| = 336.49$ kNm
 $\Delta e_3 = 2.6 < e_0 > + 11.9 < e_{II} > = 14.5$ cm
 $|\Delta M_3| = 336.58$ kNm

$\epsilon_b/\epsilon_a = -3.500/2.204$ ‰
 $As_1 = 12.05$ cm²
 $As_2 = 11.94$ cm²
 $As_3 = 12.03$ cm²
 $As_4 = 11.93$ cm²
 $As_w = 0.00$ cm²/m (m=2)
[Odabrano $As_w = \text{Ø}8/15(m=4) = 6.70$ cm²/m]
Postotak armiranja: 2.75%

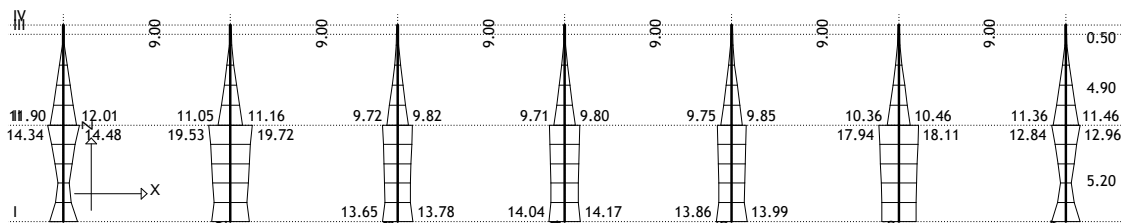
Mjerodavna kombinacija za torziju:
 $1.00xI + 1.00xII + 0.30xIII - 1.00xIX$
 $M_{1ed} = -0.34$ kNm

Mjerodavna kombinacija za posmik:
 $1.00xI + 1.00xII + 0.30xIII - 1.00xX$
 $V_{2ed} = -0.31$ kN
 $V_{3ed} = -35.29$ kN
 $M_{1ed} = -0.31$ kNm

$V_{rd,max,2} = 1069.20$ kN
 $V_{rd,max,3} = 1069.20$ kN

Dimenzioniranje (beton)

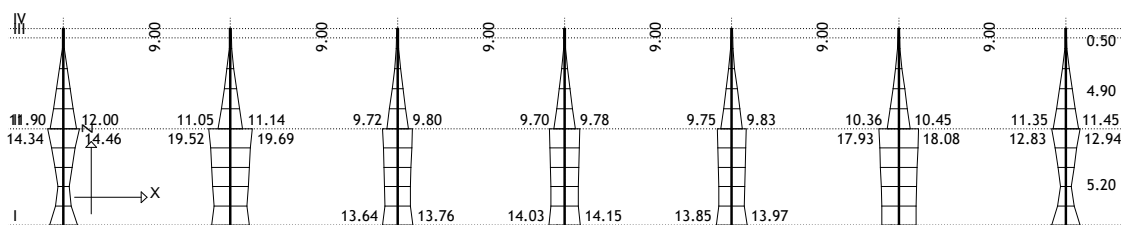
Mjerodavno opterećenje: Kompletna shema EC2 (EN 1992-1-1:2004), C30/37, B500B



Okvir: H_7 - Grupa: ST

Armatura u gredama: $\max A_{a2}/A_{a1} = 19.53 / 19.72 \text{ cm}^2$

Mjerodavno opterećenje: Kompletna shema EC2 (EN 1992-1-1:2004), C30/37, B500B

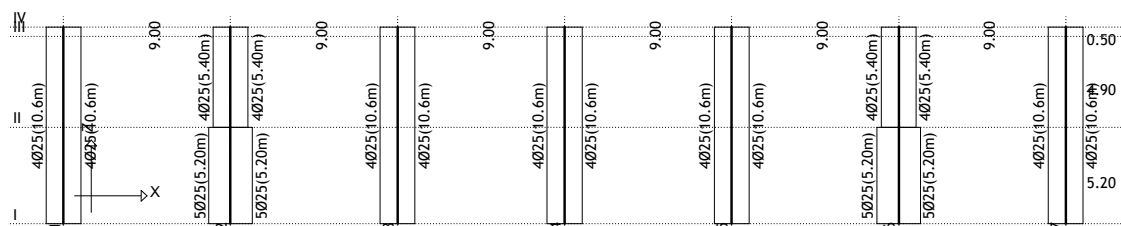


Okvir: H_7 - Grupa: ST

Armatura u gredama: max Aa3/Aa4= 19.69 / 19.52 cm²

Armatura u gredu
Odabrana armatura

EC2 (EN 1992-1-1:2004), C30/37, B500B

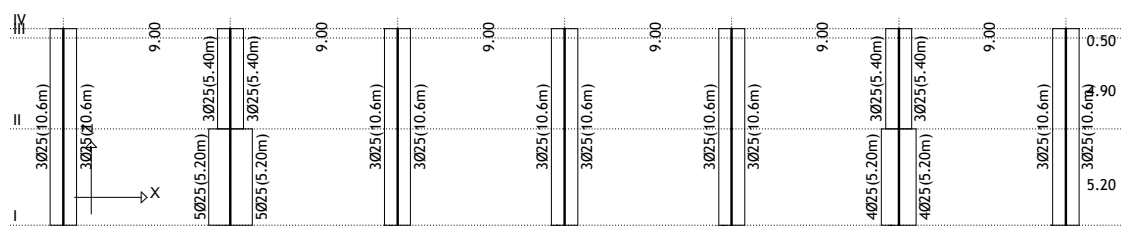


Okvir: H_7 - Grupa: ST

Armatura u gredama (odabrana): Aa2/Aa1

Odabrana armatura

EC2 (EN 1992-1-1:2004), C30/37, B500B



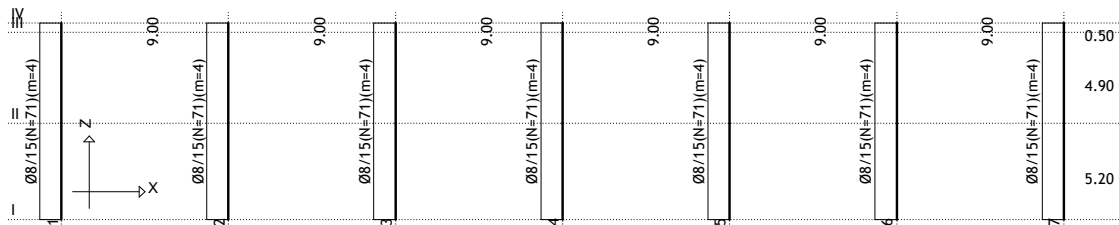
Okvir: H_7 - Grupa: ST

Armatura u gredama (odabrana): Aa3/Aa4



Dimenzioniranje (beton)

Odabrana armatura
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C30/37, B500B



Okvir: H_7 - Grupa: ST
Armatura u gredama (odabrana): Asw

Greda 1887-1269

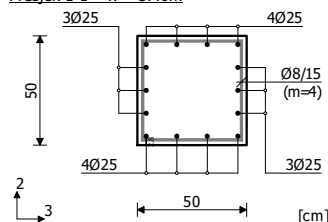
EC2 (EN 1992-1-1:2004)
C30/37 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$) [SP]
B500B
Kompletna shema opterećenja
 $l_{i,2} = 10.80$ m ($\lambda_2 = 74.82$)
 $l_{i,3} = 10.80$ m ($\lambda_3 = 74.82$)
Pomična konstrukcija

Mjerodavna kombinacija za savijanje:
 $1.00xI + 1.00xII + 0.30xIII - 1.00xIX$
 $N_{1ed} = -476.09$ kN
 $M_{2ed} = -10.56$ kNm
 $M_{3ed} = -353.39$ kNm
Uvećanje momenta savijanja uslijed izvijanja
 $\Delta e_2 = 2.7 < e_0 > + 13.6 < e_{II} > = 16.3$ cm
 $|\Delta M_2| = 77.82$ kNm
 $\Delta e_3 = 2.7 < e_0 > + 13.6 < e_{II} > = 16.3$ cm
 $|\Delta M_3| = 77.77$ kNm

$As_1 = 11.14 + 0.03 = 11.16$ cm²
 $As_2 = 11.03 + 0.03 = 11.05$ cm²
 $As_3 = 11.12 + 0.03 = 11.14$ cm²
 $As_4 = 11.02 + 0.03 = 11.05$ cm²
 $Asw = 0.00$ cm²/m (m=2)
[Odabrano $Asw = 0.00$ (m=4) = 6.70 cm²/m]

Postotak armiranja: 2.75%
*) - dodatna uslužna armatura za prihvati torzije.

Presjek 1-1 x = 5.40m



Mjerodavna kombinacija za torziju:
 $1.00xI + 1.00xII + 0.30xIII - 1.00xIX$
 $M_{1ed} = -0.77$ kNm

Mjerodavna kombinacija za posmik:
 $1.00xI + 1.00xII + 0.30xIII + 1.00xIX$
 $V_{2ed} = 73.09$ kN
 $V_{3ed} = 0.84$ kN
 $M_{1ed} = 0.29$ kNm

$V_{rd,max,2} = 1069.20$ kN
 $V_{rd,max,3} = 1069.20$ kN
 $eb/ea = -3.500/6.199$ ‰

Greda 1269-772

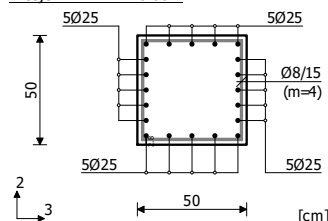
EC2 (EN 1992-1-1:2004)
C30/37 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$) [SP]
B500B
Kompletna shema opterećenja
 $l_{i,2} = 10.40$ m ($\lambda_2 = 72.05$)
 $l_{i,3} = 10.40$ m ($\lambda_3 = 72.05$)
Pomična konstrukcija

Mjerodavna kombinacija za savijanje:
 $1.35xI + 1.35xII + 1.50xIII + 0.75xIV + 0.90xV$
 $N_{1ed} = -2735.05$ kN
 $M_{2ed} = 40.60$ kNm
 $M_{3ed} = 65.57$ kNm
Uvećanje momenta savijanja uslijed izvijanja
 $\Delta e_2 = 2.6 < e_0 > + 11.3 < e_{II} > = 13.9$ cm
 $|\Delta M_2| = 379.14$ kNm
 $\Delta e_3 = 2.6 < e_0 > + 11.6 < e_{II} > = 14.2$ cm
 $|\Delta M_3| = 388.07$ kNm

$As_1 = 19.72$ cm²
 $As_2 = 19.53$ cm²
 $As_3 = 19.69$ cm²
 $As_4 = 19.52$ cm²
 $Asw = 0.00$ cm²/m (m=2)
[Odabrano $Asw = 0.00$ (m=4) = 6.70 cm²/m]

Postotak armiranja: 3.93%

Presjek 1-1 x = 0.00m



Mjerodavna kombinacija za torziju:
 $1.00xI + 1.00xII + 0.30xIII - 1.00xIX$
 $M_{1ed} = -0.37$ kNm

Mjerodavna kombinacija za posmik:
 $1.00xI + 1.00xII + 0.30xIII + 1.00xIX$
 $V_{2ed} = 127.38$ kN
 $V_{3ed} = 2.22$ kN
 $M_{1ed} = 0.31$ kNm

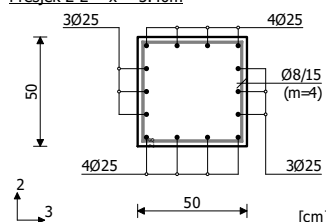
$V_{rd,max,2} = 1069.20$ kN
 $V_{rd,max,3} = 1069.20$ kN
 $eb/ea = -3.500/2.047$ ‰

Greda 3992-3334

EC2 (EN 1992-1-1:2004)
C30/37 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$) [SP]
B500B
Kompletna shema opterećenja

$l_{i,2} = 10.80$ m ($\lambda_2 = 74.82$)
 $l_{i,3} = 10.80$ m ($\lambda_3 = 74.82$)
Pomična konstrukcija

Presjek 2-2 x = 5.40m



Mjerodavna kombinacija za savijanje:
 $1.00xI + 1.00xII + 0.30xIII - 1.00xIX$
 $N_{1ed} = -440.56$ kN
 $M_{2ed} = -2.76$ kNm
 $M_{3ed} = -320.52$ kNm
Uvećanje momenta savijanja uslijed izvijanja
 $\Delta e_2 = 2.7 < e_0 > + 13.7 < e_{II} > = 16.4$ cm
 $|\Delta M_2| = 72.12$ kNm
 $\Delta e_3 = 2.7 < e_0 > + 13.6 < e_{II} > = 16.3$ cm
 $|\Delta M_3| = 71.95$ kNm

Mjerodavna kombinacija za torziju:
 $1.00xI + 1.00xII + 0.30xIII - 1.00xIX$
 $M_{1ed} = -0.33$ kNm

Mjerodavna kombinacija za posmik:
 $1.00xI + 1.00xII + 1.00xIX$
 $V_{2ed} = 66.75$ kN
 $V_{3ed} = 0.18$ kN
 $M_{1ed} = 0.29$ kNm

$V_{rd,max,2} = 1069.20$ kN
 $V_{rd,max,3} = 1069.20$ kN



Dimenzioniranje (beton)

$eb/ea = -3.500/6.771 \text{ ‰}$

As1 = 9.80 cm²
As2 = 9.71 cm²
As3 = 9.78 cm²
As4 = 9.70 cm²
Asw = 0.00 cm²/m (m=2)
[Odabrano Asw = 08/15(m=4) = 6.70 cm²/m]

Postotak armiranja: 2.75%

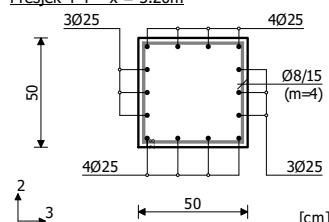
Greda 3334-2755

EC2 (EN 1992-1-1:2004)
C30/37 ($\gamma_c = 1.50$, $\gamma_s = 1.15$) [SP]
B500B
Kompletna shema opterećenja
 $l_{i,2} = 10.40 \text{ m}$ ($\lambda_2 = 72.05$)
 $l_{i,3} = 10.40 \text{ m}$ ($\lambda_3 = 72.05$)
Pomična konstrukcija

Mjerodavna kombinacija za savijanje:
 $1.00xI + 1.00xII + 0.30xIII - 1.00xX$
N1ed = -1359.64 kN
M2ed = -308.99 kNm
M3ed = -1.31 kNm
Uvećanje momenta savijanja uslijed izvijanja
 $\Delta e_2 = 2.6 < e_0 > + 12.6 < e_{II} > = 15.2 \text{ cm}$
 $|\Delta M_2| = 207.27 \text{ kNm}$
 $\Delta e_3 = 2.6 < e_0 > + 13.3 < e_{II} > = 15.9 \text{ cm}$
 $|\Delta M_3| = 216.00 \text{ kNm}$

As1 = 14.17 cm²
As2 = 14.04 cm²
As3 = 14.15 cm²
As4 = 14.03 cm²
Asw = 0.00 cm²/m (m=2)
[Odabrano Asw = 08/15(m=4) = 6.70 cm²/m]
Postotak armiranja: 2.75%

Presjek 4-4 x = 5.20m



Mjerodavna kombinacija za torziju:
 $1.00xI + 1.00xII + 0.30xIII - 1.00xIX$
M1ed = -0.37 kNm

Mjerodavna kombinacija za posmik:
 $1.00xI + 1.00xII + 1.00xIX$
V2ed = 115.17 kN
V3ed = 0.12 kN
M1ed = 0.32 kNm

Vrd,max,2 = 1069.20 kN
Vrd,max,3 = 1069.20 kN
 $eb/ea = -3.500/3.314 \text{ ‰}$

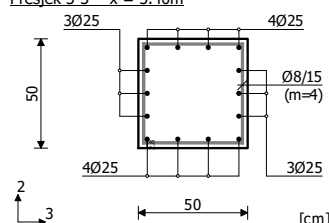
Greda 5941-5461

EC2 (EN 1992-1-1:2004)
C30/37 ($\gamma_c = 1.50$, $\gamma_s = 1.15$) [SP]
B500B
Kompletna shema opterećenja
 $l_{i,2} = 10.80 \text{ m}$ ($\lambda_2 = 74.82$)
 $l_{i,3} = 10.80 \text{ m}$ ($\lambda_3 = 74.82$)
Pomična konstrukcija

Mjerodavna kombinacija za savijanje:
 $1.00xI + 1.00xII + 0.30xIII - 1.00xIX$
N1ed = -440.51 kN
M2ed = 6.32 kNm
M3ed = 339.84 kNm
Uvećanje momenta savijanja uslijed izvijanja
 $\Delta e_2 = 2.7 < e_0 > + 13.6 < e_{II} > = 16.3 \text{ cm}$
 $|\Delta M_2| = 71.97 \text{ kNm}$
 $\Delta e_3 = 2.7 < e_0 > + 13.6 < e_{II} > = 16.3 \text{ cm}$
 $|\Delta M_3| = 71.95 \text{ kNm}$

As1 = 10.46 cm²
As2 = 10.36 cm²
As3 = 10.45 cm²
As4 = 10.36 cm²
Asw = 0.00 cm²/m (m=2)
[Odabrano Asw = 08/15(m=4) = 6.70 cm²/m]
Postotak armiranja: 2.75%

Presjek 3-3 x = 5.40m



Mjerodavna kombinacija za torziju:
 $1.00xI + 1.00xII - 1.00xX$
M1ed = -0.43 kNm

Mjerodavna kombinacija za posmik:
 $1.00xI + 1.00xII + 1.00xIX$
V2ed = 64.74 kN
V3ed = 1.30 kN
M1ed = 0.30 kNm

Vrd,max,2 = 1069.20 kN
Vrd,max,3 = 1069.20 kN
 $eb/ea = -3.500/6.559 \text{ ‰}$

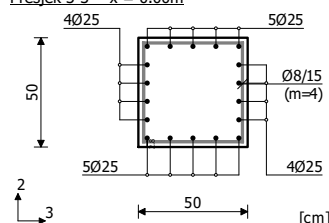
Greda 5461-4878

EC2 (EN 1992-1-1:2004)
C30/37 ($\gamma_c = 1.50$, $\gamma_s = 1.15$) [SP]
B500B
Kompletna shema opterećenja
 $l_{i,2} = 10.40 \text{ m}$ ($\lambda_2 = 72.05$)
 $l_{i,3} = 10.40 \text{ m}$ ($\lambda_3 = 72.05$)
Pomična konstrukcija

Mjerodavna kombinacija za savijanje:
 $1.35xI + 1.35xII + 1.50xIII + 0.75xIV + 0.90xVII$
N1ed = -2733.96 kN
M2ed = 5.13 kNm
M3ed = -68.34 kNm
Uvećanje momenta savijanja uslijed izvijanja
 $\Delta e_2 = 2.6 < e_0 > + 11.2 < e_{II} > = 13.8 \text{ cm}$
 $|\Delta M_2| = 377.93 \text{ kNm}$
 $\Delta e_3 = 2.6 < e_0 > + 11.3 < e_{II} > = 13.9 \text{ cm}$
 $|\Delta M_3| = 380.50 \text{ kNm}$

$eb/ea = -3.500/2.023 \text{ ‰}$
As1 = 18.11 cm²
As2 = 17.94 cm²
As3 = 18.08 cm²
As4 = 17.93 cm²
Asw = 0.00 cm²/m (m=2)
[Odabrano Asw = 08/15(m=4) = 6.70 cm²/m]
Postotak armiranja: 3.53%

Presjek 3-3 x = 0.00m



Mjerodavna kombinacija za torziju:
 $1.00xI + 1.00xII + 0.30xIII - 1.00xIX$
M1ed = -0.36 kNm

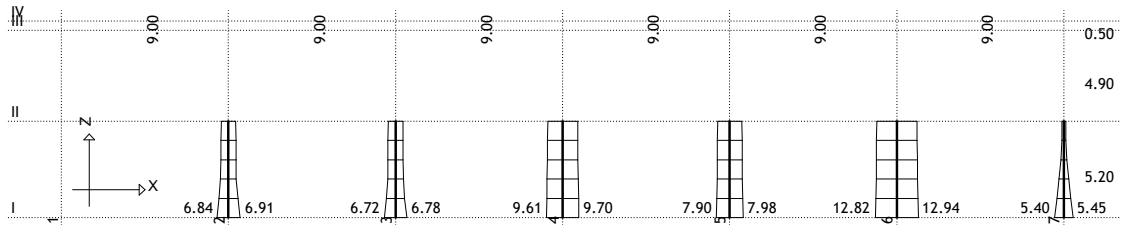
Mjerodavna kombinacija za posmik:
 $1.00xI + 1.00xII + 0.30xIII - 1.00xIX$
V2ed = -122.57 kN
V3ed = -3.05 kN
M1ed = -0.36 kNm

Vrd,max,2 = 1069.20 kN
Vrd,max,3 = 1069.20 kN



Dimenzioniranje (beton)

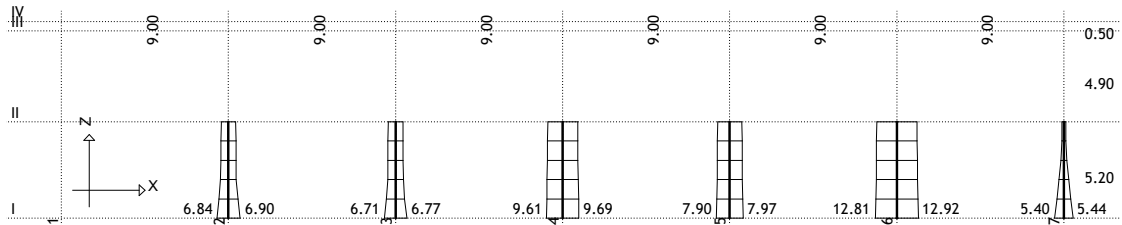
Mjerodavno opterećenje: Kompletna shema
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C30/37, B500B



Okvir: H_10 - Grupa: ST

Armatura u gredama: max $A_{a2}/A_{a1} = 12.82 / 12.94 \text{ cm}^2$

Mjerodavno opterećenje: Kompletna shema
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C30/37, B500B

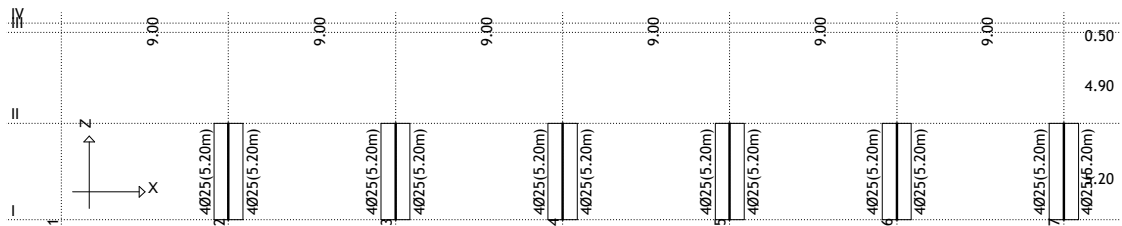


Okvir: H_10 - Grupa: ST

Armatura u gredama: max $A_{a3}/A_{a4} = 12.92 / 12.81 \text{ cm}^2$

Odabrana armatura

EC2 (EN 1992-1-1:2004), C30/37, B500B

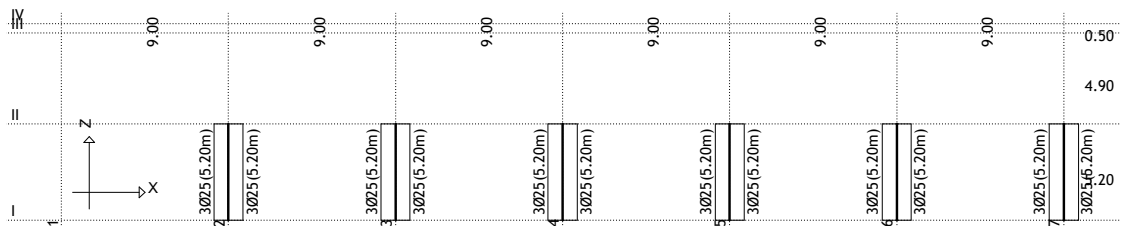


Okvir: H_10 - Grupa: ST

Armatura u gredama (odabrana): A_{a2}/A_{a1}

Odabrana armatura

EC2 (EN 1992-1-1:2004), C30/37, B500B



Okvir: H_10 - Grupa: ST

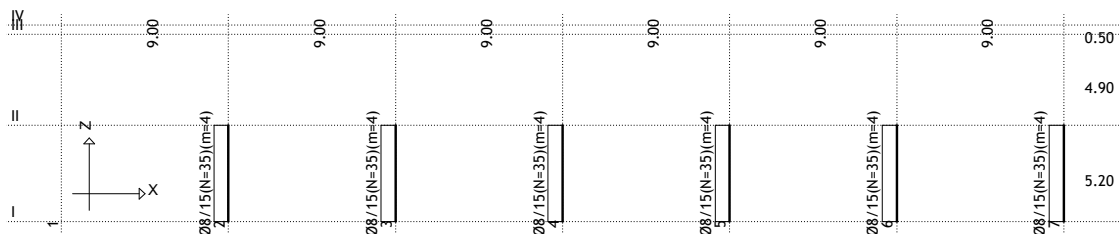
Armatura u gredama (odabrana): A_{a3}/A_{a4}



Dimenzioniranje (beton)

Odabrana armatura

EC2 (EN 1992-1-1:2004), C30/37, B500B



Okvir: H_10 - Grupa: ST

Armatura u gredama (odabrana): Asw

Greda 6033-5613

EC2 (EN 1992-1-1:2004)

C30/37 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$) [SP]

B500B

Kompletna shema opterećenja

li,2 = 10.40 m ($\lambda_2 = 72.05$)li,3 = 10.40 m ($\lambda_3 = 72.05$)

Pomična konstrukcija

Mjerodavna kombinacija za savijanje:

1.35xI+1.35xII+1.50xIII+0.75xIV

+0.90xV

N1ed = -2376.72 kN

M2ed = -14.53 kNm

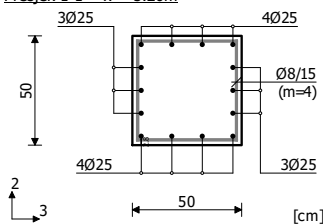
M3ed = 0.45 kNm

Uvećanje momenta savijanja uslijed izvijanja

 $\Delta e_2 = 2.6 < e_0 > + 11.9 < e_{II} > = 14.5$ cm $|\Delta M_2| = 344.02$ kNm $\Delta e_3 = 2.6 < e_0 > + 12.2 < e_{II} > = 14.8$ cm $|\Delta M_3| = 352.44$ kNmAs1 = 12.94 cm²As2 = 12.82 cm²As3 = 12.92 cm²As4 = 12.81 cm²Asw = 0.00 cm²/m (m=2)[Odabrano Asw = Ø8/15(m=4) = 6.70 cm²/m]

Postotak armiranja: 2.75%

Presjek 1-1 x = 5.20m



Mjerodavna kombinacija za posmik:

1.00xI+1.00xII+0.30xIII+1.00xX

V2ed = 0.35 kN

V3ed = 36.27 kN

M1ed = 0.00 kNm

Vrd,max,2 = 1069.20 kN

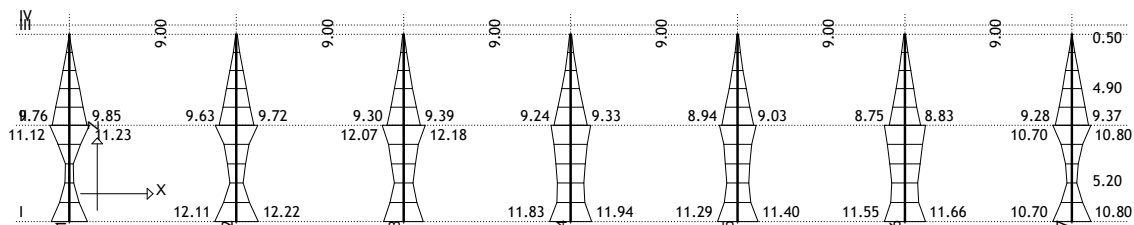
Vrd,max,3 = 1069.20 kN

 $\epsilon_b/\epsilon_a = -3.500/2.170$ ‰



Dimenzioniranje (beton)

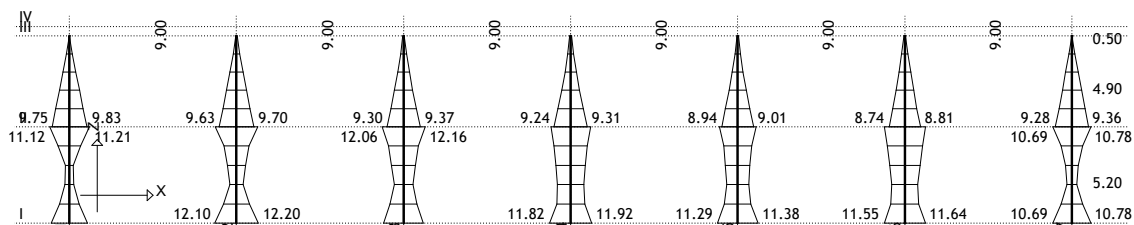
Mjerodavno opterećenje: Kompletna shema
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C30/37, B500B



Okvir: H_13 - Grupa: ST

Armatura u gredama: $\max Aa2/Aa1 = 12.11 / 12.22 \text{ cm}^2$

Mjerodavno opterećenje: Kompletna shema
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C30/37, B500B

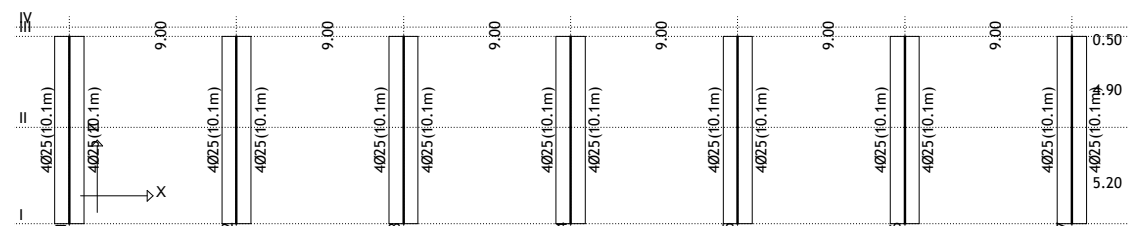


Okvir: H_13 - Grupa: ST

Armatura u gredama: $\max Aa3/Aa4 = 12.20 / 12.10 \text{ cm}^2$

Odabrana armatura

EC2 (EN 1992-1-1:2004), C30/37, B500B

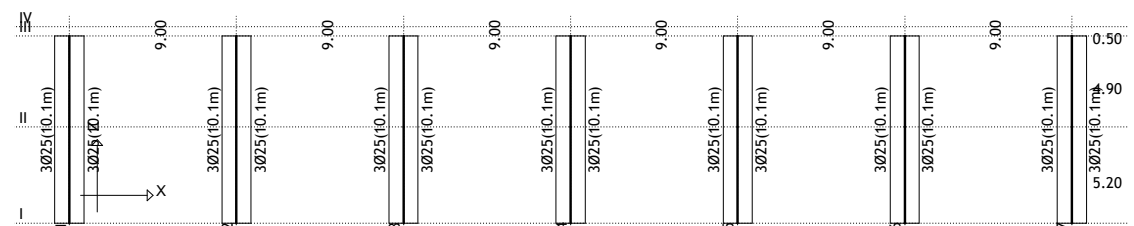


Okvir: H_13 - Grupa: ST

Armatura u gredama (odabrana): $Aa2/Aa1$

Odabrana armatura

EC2 (EN 1992-1-1:2004), C30/37, B500B



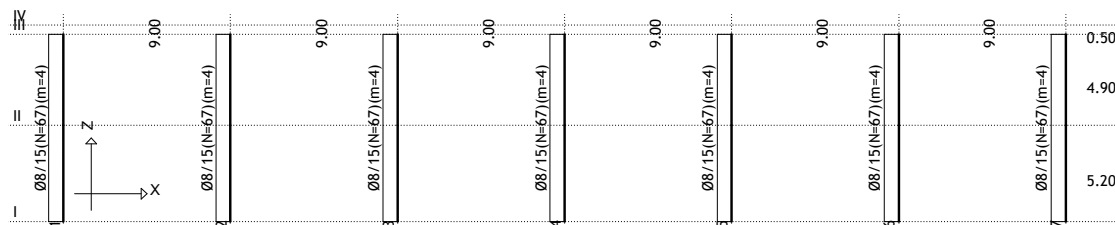
Okvir: H_13 - Grupa: ST

Armatura u gredama (odabrana): $Aa3/Aa4$



Dimenzioniranje (beton)

Odabrana armatura
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C30/37, B500B



Okvir: H_13 - Grupa: ST
Armatura u gredama (odabrana): Asw

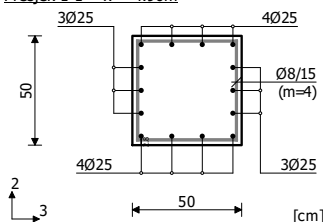
Greda 2369-1780

EC2 (EN 1992-1-1:2004)
C30/37 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$) [SP]
B500B
Kompletna shema opterećenja
 $l_{i,2} = 9.80$ m ($\lambda_2 = 67.90$)
 $l_{i,3} = 9.80$ m ($\lambda_3 = 67.90$)
Pomična konstrukcija

Mjerodavna kombinacija za savijanje:
 $1.00xI + 1.00xII + 0.30xIII + 1.00xIX$
 $N_{1ed} = -226.89$ kN
 $M_{2ed} = 5.56$ kNm
 $M_{3ed} = 341.91$ kNm
Uvećanje momenta savijanja uslijed izvijanja
 $\Delta e_2 = 2.4 < e_0 > + 12.3 < e_{II} > = 14.8$ cm
 $|\Delta M_2| = 33.51$ kNm
 $\Delta e_3 = 2.4 < e_0 > + 11.6 < e_{II} > = 14.1$ cm
 $|\Delta M_3| = 31.89$ kNm

$As_1 = 9.85$ cm²
 $As_2 = 9.76$ cm²
 $As_3 = 9.83$ cm²
 $As_4 = 9.75$ cm²
 $Asw = 0.00$ cm²/m (m=2)
[Odabrano $Asw = 0.08/15(m=4) = 6.70$ cm²/m]
Postotak armiranja: 2.75%

Presjek 1-1 x = 4.90m



Mjerodavna kombinacija za torziju:
 $1.00xI + 1.00xII - 1.00xIX$
 $M_{1ed} = -0.74$ kNm

Mjerodavna kombinacija za posmik:
 $1.00xI + 1.00xII + 0.30xIII - 1.00xIX$
 $V_{2ed} = -66.07$ kN
 $V_{3ed} = -2.54$ kN
 $M_{1ed} = -0.70$ kNm

$V_{rd,max,2} = 1069.20$ kN
 $V_{rd,max,3} = 1069.20$ kN
 $eb/ea = -3.500/8.870$ %

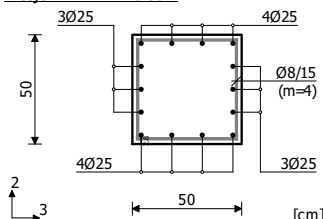
Greda 1780-1190

EC2 (EN 1992-1-1:2004)
C30/37 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$) [SP]
B500B
Kompletna shema opterećenja
 $l_{i,2} = 10.40$ m ($\lambda_2 = 72.05$)
 $l_{i,3} = 10.40$ m ($\lambda_3 = 72.05$)
Pomična konstrukcija

Mjerodavna kombinacija za savijanje:
 $1.00xI + 1.00xII + 0.30xIII - 1.00xIX$
 $N_{1ed} = -528.60$ kN
 $M_{2ed} = -4.07$ kNm
 $M_{3ed} = -360.30$ kNm
Uvećanje momenta savijanja uslijed izvijanja
 $\Delta e_2 = 2.6 < e_0 > + 12.7 < e_{II} > = 15.3$ cm
 $|\Delta M_2| = 80.85$ kNm
 $\Delta e_3 = 2.6 < e_0 > + 12.7 < e_{II} > = 15.3$ cm
 $|\Delta M_3| = 81.12$ kNm

$As_1 = 11.23$ cm²
 $As_2 = 11.12$ cm²
 $As_3 = 11.21$ cm²
 $As_4 = 11.12$ cm²
 $Asw = 0.00$ cm²/m (m=2)
[Odabrano $Asw = 0.08/15(m=4) = 6.70$ cm²/m]
Postotak armiranja: 2.75%

Presjek 1-1 x = 0.00m



Mjerodavna kombinacija za torziju:
 $1.00xI + 1.00xII + 0.30xIII - 1.00xIX$
 $M_{1ed} = -0.60$ kNm

Mjerodavna kombinacija za posmik:
 $1.00xI + 1.00xII + 0.30xIII - 1.00xIX$
 $V_{2ed} = -133.88$ kN
 $V_{3ed} = -3.52$ kN
 $M_{1ed} = -0.60$ kNm

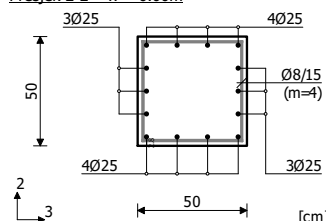
$V_{rd,max,2} = 1069.20$ kN
 $V_{rd,max,3} = 1069.20$ kN
 $eb/ea = -3.500/6.067$ %

Greda 3887-3250

EC2 (EN 1992-1-1:2004)
C30/37 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$) [SP]
B500B
Kompletna shema opterećenja

$l_{i,2} = 10.40$ m ($\lambda_2 = 72.05$)
 $l_{i,3} = 10.40$ m ($\lambda_3 = 72.05$)
Pomična konstrukcija

Presjek 2-2 x = 0.00m



Mjerodavna kombinacija za savijanje:
 $1.00xI + 1.00xII + 0.30xIII - 1.00xIX$
 $N_{1ed} = -1052.71$ kN
 $M_{2ed} = 31.35$ kNm
 $M_{3ed} = -296.75$ kNm
Uvećanje momenta savijanja uslijed izvijanja
 $\Delta e_2 = 2.6 < e_0 > + 13.3 < e_{II} > = 15.9$ cm
 $|\Delta M_2| = 167.25$ kNm
 $\Delta e_3 = 2.6 < e_0 > + 12.7 < e_{II} > = 15.3$ cm
 $|\Delta M_3| = 160.94$ kNm

Mjerodavna kombinacija za torziju:
 $1.00xI + 1.00xII + 0.30xIII - 1.00xIX$
 $M_{1ed} = -0.53$ kNm

Mjerodavna kombinacija za posmik:
 $1.00xI + 1.00xII + 0.30xIII - 1.00xIX$
 $V_{2ed} = -115.85$ kN
 $V_{3ed} = -11.21$ kN
 $M_{1ed} = -0.53$ kNm

$V_{rd,max,2} = 1069.20$ kN
 $V_{rd,max,3} = 1069.20$ kN



Dimenzioniranje (beton)

 $eb/ea = -3.500/3.827 \text{ ‰}$

$As_1 = 12.18 \text{ cm}^2$
 $As_2 = 12.07 \text{ cm}^2$
 $As_3 = 12.16 \text{ cm}^2$
 $As_4 = 12.06 \text{ cm}^2$
 $Asw = 0.00 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (m=2)$
[Odabrano $Asw = 0.08/15(m=4) = 6.70 \text{ cm}^2/\text{m}$]

Postotak armiranja: 2.75%

Greda 4476-3887

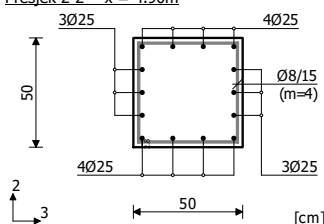
EC2 (EN 1992-1-1:2004)
 C30/37 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$) [SP]
 B500B
 Kompletan shema opterećenja
 $l_{j,2} = 9.80 \text{ m}$ ($\lambda_2 = 67.90$)
 $l_{j,3} = 9.80 \text{ m}$ ($\lambda_3 = 67.90$)
 Pomična konstrukcija

Mjerodavna kombinacija za savijanje:
 $1.00xI + 1.00xII + 0.30xIII - 1.00xX$
 $N_{1ed} = -323.71 \text{ kN}$
 $M_{2ed} = -305.35 \text{ kNm}$
 $M_{3ed} = 40.21 \text{ kNm}$
 Uvećanje momenta savijanja uslijed izvijanja
 $\Delta e_2 = 2.4 < e_0 > + 11.3 < e_{II} > = 13.8 \text{ cm}$
 $|\Delta M_2| = 44.65 \text{ kNm}$
 $\Delta e_3 = 2.4 < e_0 > + 12.6 < e_{II} > = 15.1 \text{ cm}$
 $|\Delta M_3| = 48.74 \text{ kNm}$

$As_1 = 9.03 + 0.36' = 9.39 \text{ cm}^2$
 $As_2 = 8.94 + 0.36' = 9.30 \text{ cm}^2$
 $As_3 = 9.02 + 0.36' = 9.37 \text{ cm}^2$
 $As_4 = 8.94 + 0.36' = 9.30 \text{ cm}^2$
 $Asw = 0.00 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (m=2)$
[Odabrano $Asw = 0.08/15(m=4) = 6.70 \text{ cm}^2/\text{m}$]

 Postotak armiranja: 2.75%
' - dodatna uzdužna armatura za prihvatanje torzije.

Presjek 2-2 x = 4.90m



Mjerodavna kombinacija za torziju:
 $1.00xI + 1.00xII + 1.00xIX$
 $M_{1ed} = 10.87 \text{ kNm}$

Mjerodavna kombinacija za posmik:
 $1.00xI + 1.00xII - 1.00xIX$
 $V_{2ed} = -54.61 \text{ kN}$
 $V_{3ed} = -6.63 \text{ kN}$
 $M_{1ed} = -10.82 \text{ kNm}$

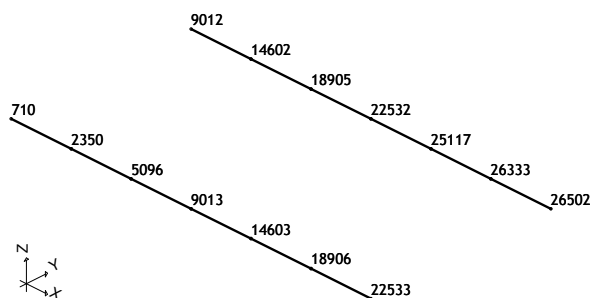
$V_{rd,max,2} = 1069.20 \text{ kN}$
 $V_{rd,max,3} = 1069.20 \text{ kN}$
 $eb/ea = -3.500/7.033 \text{ ‰}$

NAPOMENA ZA SVE STUPOVE:

- stupove armirati prema statičkom proračunu,
- vilice su na razmaku 7,5cm u čašici i 100cm iznad čašice, 100cm pri vrhu stupova te 100cm iznad i ispod nivoa međukatne ploče,
- sve stupove u zoni čašica i samu unutrašnjost čašica izvesti nazubljene,
- prostor između čašice i stupa zapuniti posebnim mortom koji ima ograničeno skupljanje i visoku čvrstoću
- armaturu stupa na dnu saviti za minimalno 40cm

Dimenzioniranje (beton)

OLUČNE GREDE

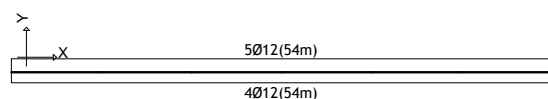
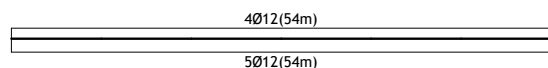


Grupa: OG

Dispozicija greda

Dispozicija grede
Odabrana armatura

EC2 (EN 1992-1-1:2004), C40/50, B500B

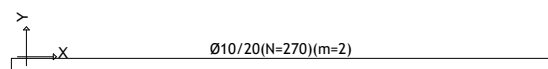
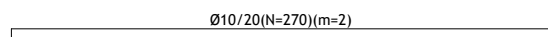


Nivo: nivo vijenca [10.10 m] - Grupa: OG

Armatura u gredama (odabrana): Aa3/Aa4

Odabrana armatura

EC2 (EN 1992-1-1:2004), C40/50, B500B



Nivo: nivo vijenca [10.10 m] - Grupa: OG

Armatura u gredama (odabrana): Asw

Greda 5096-9013

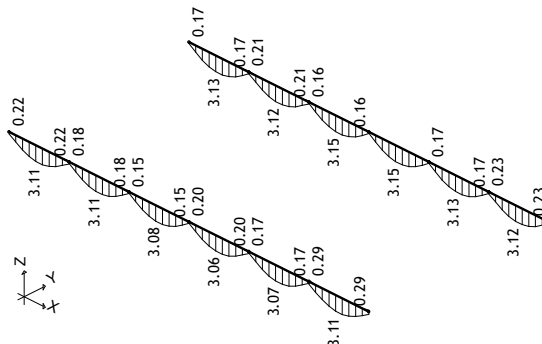
EC2 (EN 1992-1-1:2004)

C40/50 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$) [SP]

B500B

Kompletna shema opterečenia

Mjerodavno opterećenje: Kompletna shema EC2 (EN 1992-1-1:2004), C40/50, B500B

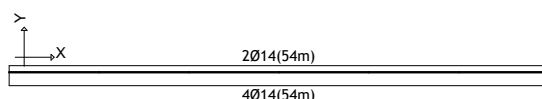
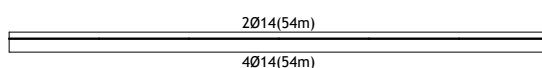


Grupa: OG

Armatura u gredama: Aa2/Aa1

Armatura a gredinilor	
Odabrana armatura	

EC2 (EN 1992-1-1:2004), C40/50, B500B



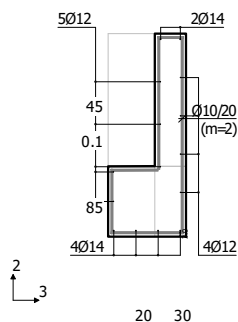
Nivo: nivo vijenca [10.10 m] - Grupa: OG

Armatura u gredama (odabrana): Aa2/Aa1



Dimenzioniranje (beton)

Presjek 1-1 x = 0.00m



[cm]

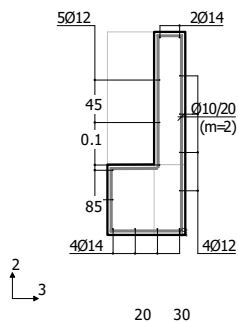
Mjerodavna kombinacija za savijanje:
1.00xI+1.00xII+0.30xIII+1.00xIX
N1ed = 16.61 kN
M2ed = 0.00 kNm
M3ed = 0.00 kNm

Mjerodavna kombinacija za torziju:
1.00xI+1.00xII+1.00xIX
M1ed = 0.91 kNm

Mjerodavna kombinacija za posmik:
1.35xI+1.35xII
V2ed = -60.04 kN
V3ed = 0.00 kN
M1ed = 0.03 kNm

Vrd,max,2 = 3813.26 kN
Vrd,max,3 = 3619.49 kN
eb/ea = 0.496/20.000 ‰
As1 = 0.25 cm²
As2 = 0.15 cm²
As3 = 0.00 cm²
As4 = 0.00 cm²
Asw = 0.00 cm²/m (m=2)
[Odabrano Asw = Ø10/20(m=2) = 3.93 cm²/m]
Postotak armiranja: 0.49%

Presjek 2-2 x = 4.00m



[cm]

Mjerodavna kombinacija za savijanje:
1.35xI+1.35xII+1.05xIII+0.75xIV
+1.50xVI
N1ed = 5.15 kN
M2ed = 0.00 kNm
M3ed = 133.43 kNm

Mjerodavna kombinacija za torziju:
1.00xI+1.00xII+1.00xIX
M1ed = 0.91 kNm

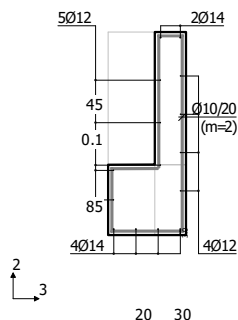
Mjerodavna kombinacija za posmik:
1.00xI+1.00xII+1.00xIX
V2ed = -4.94 kN
V3ed = 0.00 kN
M1ed = 0.91 kNm

Vrd,max,2 = 3813.26 kN
Vrd,max,3 = 3619.49 kN
eb/ea = -2.469/20.000 ‰
As1 = 3.08 cm²
As2 = 0.00 cm²
As3 = 0.00 cm²
As4 = 0.00 cm²
Asw = 0.00 cm²/m (m=2)
[Odabrano Asw = Ø10/20(m=2) = 3.93 cm²/m]
Postotak armiranja: 0.49%

Greda 22532-18905

EC2 (EN 1992-1-1:2004)
C40/50 (γC = 1.50, γS = 1.15) [SP]
B500B
Kompletna shema opterećenja

Presjek 3-3 x = 0.00m



[cm]

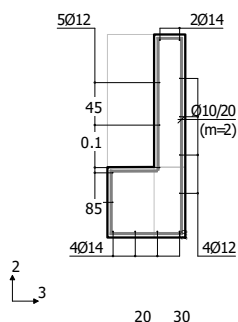
Mjerodavna kombinacija za savijanje:
1.00xI+1.00xII+1.00xIX
N1ed = 18.59 kN
M2ed = 0.00 kNm
M3ed = 0.00 kNm

Mjerodavna kombinacija za torziju:
1.00xI+1.00xII+1.00xIX
M1ed = 0.97 kNm

Mjerodavna kombinacija za posmik:
1.35xI+1.35xII
V2ed = -60.04 kN
V3ed = 0.00 kN
M1ed = 0.08 kNm

Vrd,max,2 = 3813.26 kN
Vrd,max,3 = 3619.49 kN
eb/ea = 0.496/20.000 ‰
As1 = 0.28 cm²
As2 = 0.16 cm²
As3 = 0.00 cm²
As4 = 0.00 cm²
Asw = 0.00 cm²/m (m=2)
[Odabrano Asw = Ø10/20(m=2) = 3.93 cm²/m]
Postotak armiranja: 0.49%

Presjek 4-4 x = 4.00m



[cm]

Mjerodavna kombinacija za savijanje:
1.35xI+1.35xII+0.75xIV+1.50xVI
N1ed = 9.32 kN
M2ed = 0.00 kNm
M3ed = 133.43 kNm

Mjerodavna kombinacija za torziju:
1.00xI+1.00xII+1.00xIX
M1ed = 0.97 kNm

Mjerodavna kombinacija za posmik:
1.00xI+1.00xII+1.00xIX
V2ed = -4.94 kN
V3ed = 0.00 kN
M1ed = 0.97 kNm

Vrd,max,2 = 3813.26 kN
Vrd,max,3 = 3619.49 kN
eb/ea = -2.460/20.000 ‰
As1 = 3.15 cm²
As2 = 0.00 cm²
As3 = 0.00 cm²
As4 = 0.00 cm²
Asw = 0.00 cm²/m (m=2)
[Odabrano Asw = Ø10/20(m=2) = 3.93 cm²/m]
Postotak armiranja: 0.49%



Respect-ing

iban
oib

Respect-ing d.o.o.
za inženjering u graditeljstvu
HR74 25000091102184314
72061576990

3.05

Ilirska 27
31000 Osijek

t

+385.31.368.052

f

+385.31.300.211

e

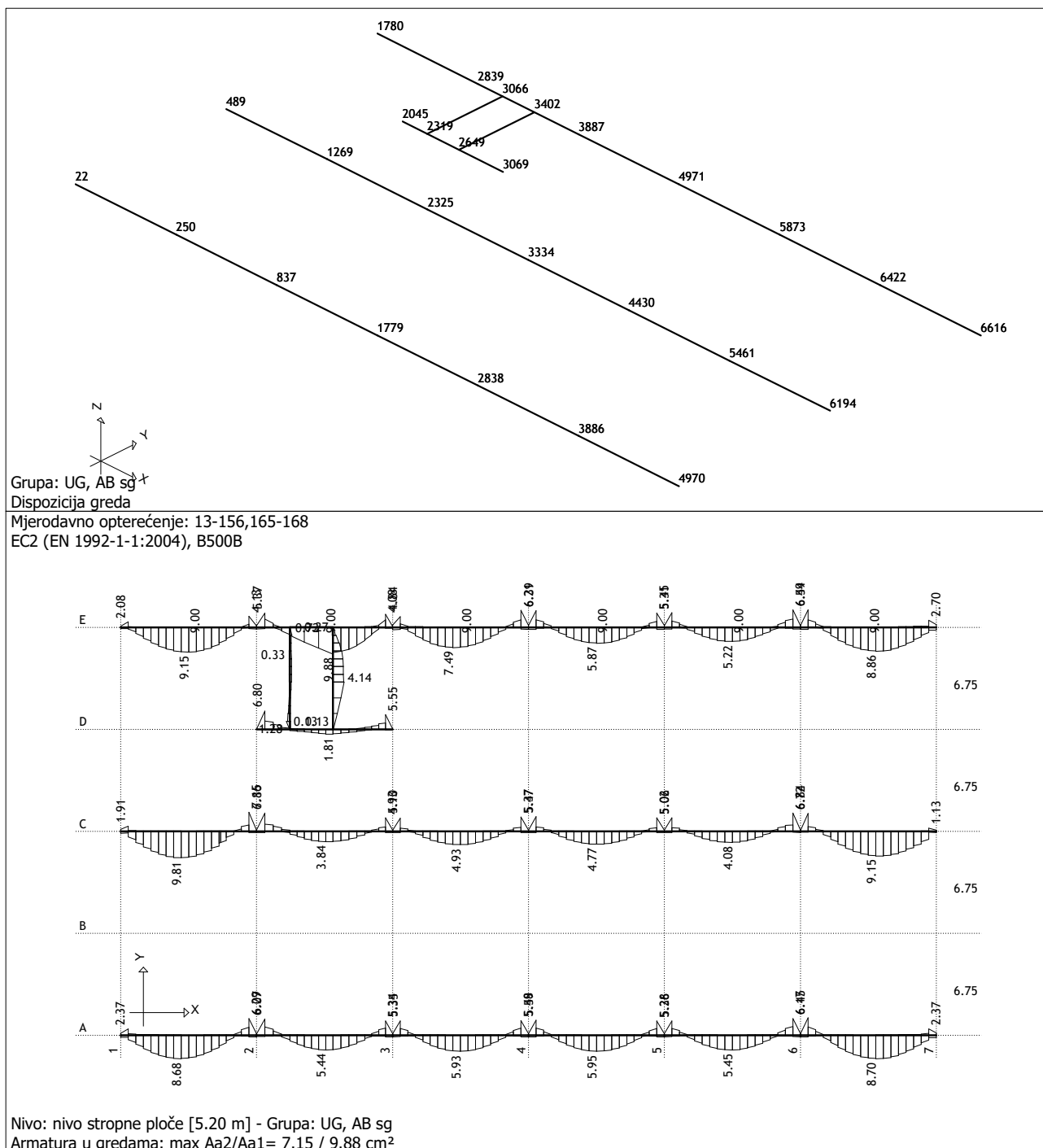
respect-ing@respect-ing.hr

w

www.respect-ing.hr

Dimenzioniranje (beton)

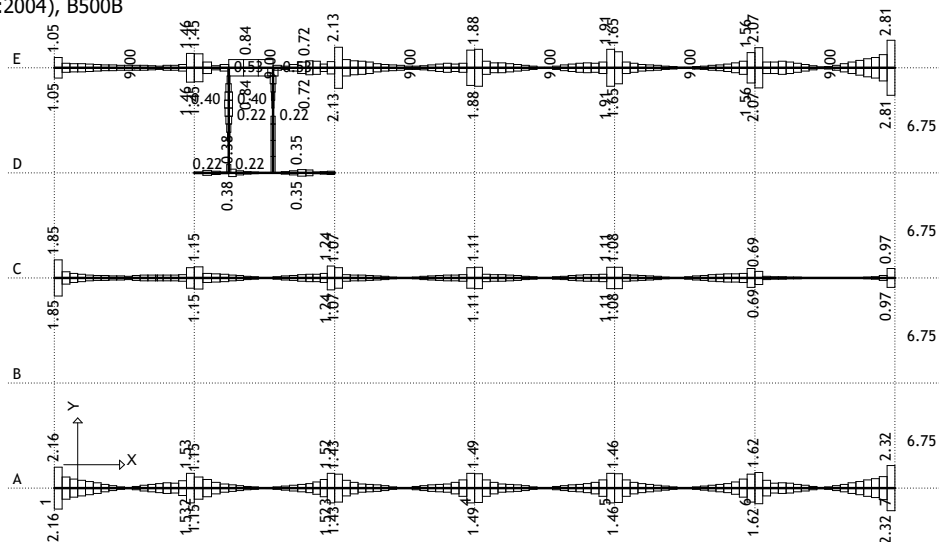
DIMENZIONIRANJE UKRUTNIH GREDA





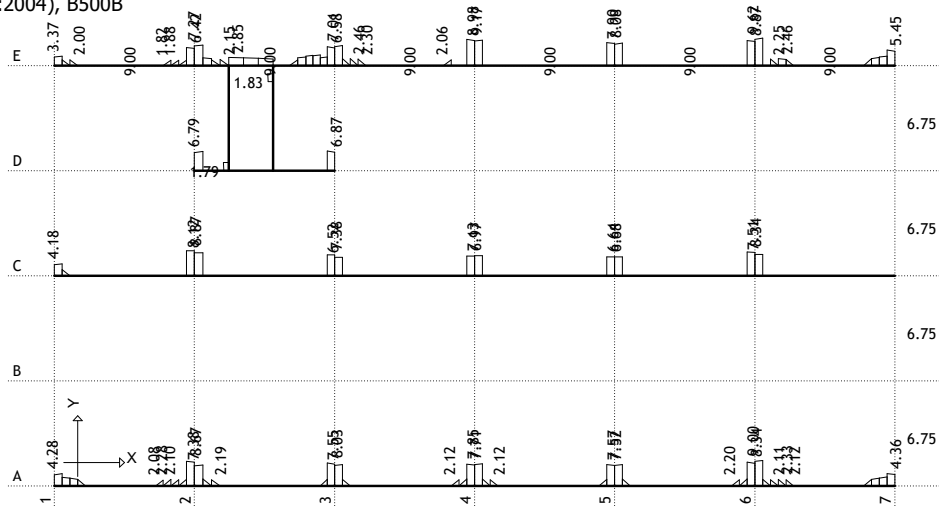
Dimenzioniranje (beton)

Mjerodavno opterećenje: 13-156,165-168
EC2 (EN 1992-1-1:2004), B500B



Nivo: nivo stropne ploče [5.20 m] - Grupa: UG, AB sg
Armatura u gredama: max $A_{a3}/A_{a4} = 2.81 / 2.81 \text{ cm}^2$

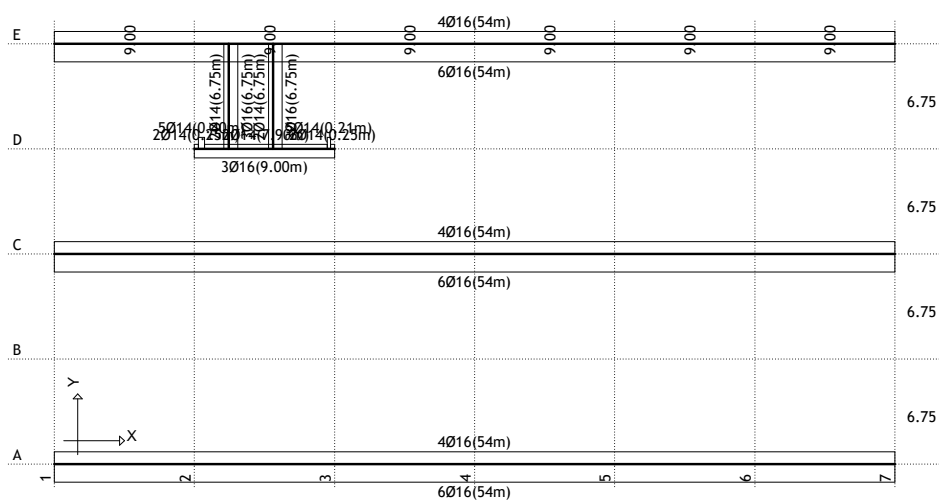
Mjerodavno opterećenje: 13-156,165-168
EC2 (EN 1992-1-1:2004), B500B



Nivo: nivo stropne ploče [5.20 m] - Grupa: UG, AB sg
Armatura u gredama: max $A_{sw} = 9.62 \text{ cm}^2$

Odabrana armatura

EC2 (EN 1992-1-1:2004), B500B

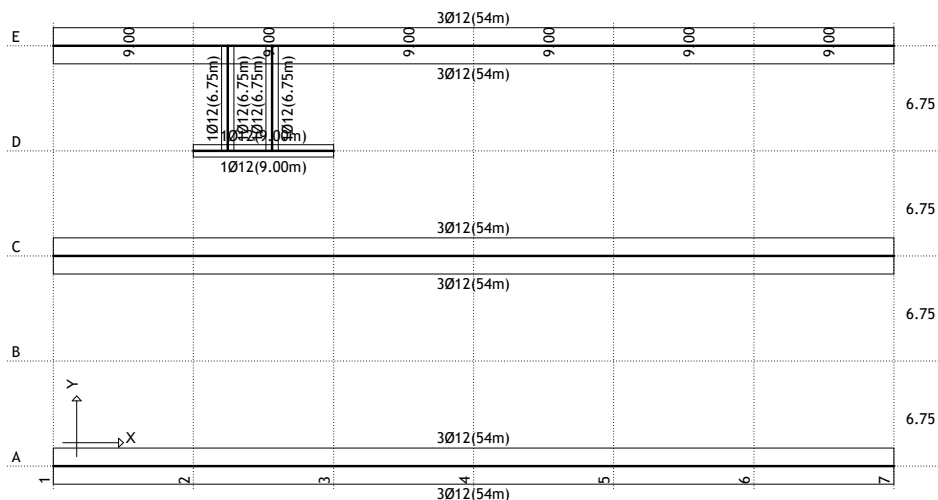


Nivo: nivo stropne ploče [5.20 m] - Grupa: UG, AB sg
Armatura u gredama (odabrana): A_{a2}/A_{a1}



Dimenzioniranje (beton)

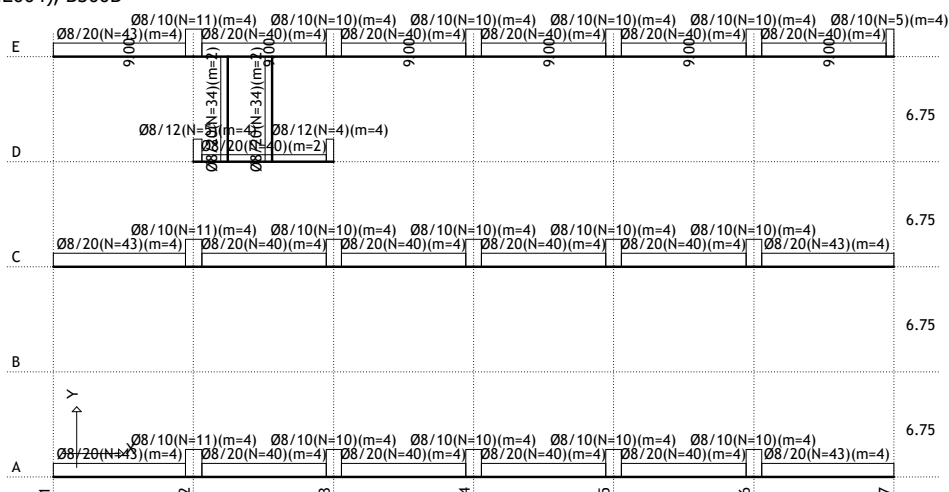
Odabrana armatura
EC2 (EN 1992-1-1:2004), B500B



Nivo: nivo stropne ploče [5.20 m] - Grupa: UG, AB sg

Armatura u gredama (odabrana): Aa3/Aa4

Odabrana armatura
EC2 (EN 1992-1-1:2004), B500B



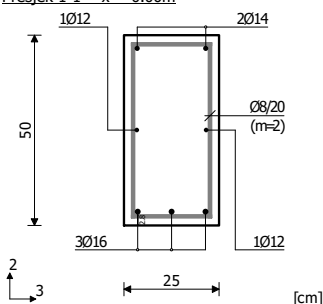
Nivo: nivo stropne ploče [5.20 m] - Grupa: UG, AB sg

Armatura u gredama (odabrana): Asw

Greda 3402-2649

EC2 (EN 1992-1-1:2004)
C30/37 ($\gamma_c = 1.50$, $\gamma_s = 1.15$) [SP]
B500B
Dimenzioniranje grupe slučajeva
opterećenja: 13-156,165-168 (ULS)

Presjek 1-1 x = 0.00m



Mjerodavna kombinacija za savijanje:
 $1.35xI + 1.35xII + 1.50xIII + 0.75xIV$
 $+ 0.90xVII$
N1ed = 0.39 kN
M2ed = 0.00 kNm
M3ed = 0.00 kNm

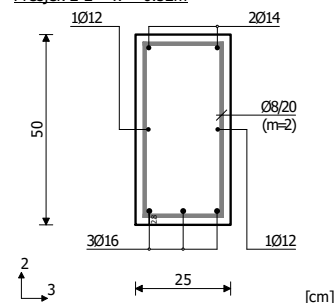
Mjerodavna kombinacija za torziju:
 $1.35xI + 1.35xII + 1.05xIII + 0.75xIV$
 $+ 1.50xVI$
M1ed = 8.04 kNm

Mjerodavna kombinacija za posmik:
 $1.35xI + 1.35xII + 1.50xIII + 0.75xIV$
 $+ 0.90xVII$
V2ed = -22.92 kN
V3ed = 0.09 kN
M1ed = 7.80 kNm

Vrd,max,2 = 534.60 kN
Vrd,max,3 = 534.60 kN
 $\epsilon_b/\epsilon_a = 9.224/20.000 \%$
 $As1 = 0.00 + 0.27' = 0.27 \text{ cm}^2$
 $As2 = 0.00 + 0.27' = 0.27 \text{ cm}^2$
 $As3 = 0.00 + 0.53' = 0.53 \text{ cm}^2$
 $As4 = 0.00 + 0.53' = 0.53 \text{ cm}^2$
 $Asw = 0.00 \text{ cm}^2/\text{m}$
(Odabrano Asw = Ø8/20(m=2) = 2.51 cm²/m)

Postotak armiranja: 0.91%
' - dodatna uzdužna armatura za prihvrat torzije.

Presjek 2-2 x = 0.52m



Mjerodavna kombinacija za savijanje:
 $1.35xI + 1.35xII + 1.50xIII + 0.75xIV$
 $+ 0.90xVII$
N1ed = 0.98 kN
M2ed = 0.00 kNm
M3ed = 18.99 kNm

Mjerodavna kombinacija za torziju:
 $1.35xI + 1.35xII + 1.05xIII + 0.75xIV$
 $+ 1.50xVI$
M1ed = 4.29 kNm



Dimenzioniranje (beton)

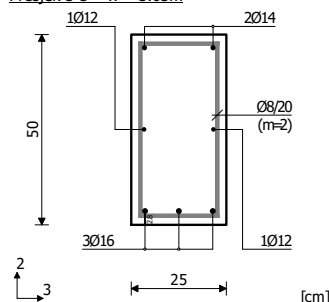
Mjerodavna kombinacija za posmik:
1.35xI+1.35xII+1.50xIII+0.75xIV
+0.90xVI

V_{2ed} = -39.70 kN
V_{3ed} = -0.00 kN
M_{1ed} = 4.27 kNm

V_{rd,max,2} = 534.60 kN
V_{rd,max,3} = 534.60 kN
e_b/e_a = -0.973/20.000 ‰
As₁ = 1.00 + 0.14° = 1.14 cm²
As₂ = 0.00 + 0.14° = 0.14 cm²
As₃ = 0.00 + 0.28° = 0.28 cm²
As₄ = 0.00 + 0.28° = 0.28 cm²
As_w = 1.83 cm²/m (m=2)
[Odabrano As_w = Ø8/20(m=2) = 2.51 cm²/m]

Postotak armiranja: 0.91%

Presjek 3-3 x = 3.63m



Mjerodavna kombinacija za savijanje:

1.35xI+1.35xII+1.50xIII+0.90xVIII
N_{1ed} = 1.70 kN
M_{2ed} = 0.00 kNm
M_{3ed} = 75.41 kNm

Mjerodavna kombinacija za torziju:

1.35xI+1.35xII+1.50xIII+0.75xIV
+1.50xVI
M_{1ed} = -3.09 kNm

Mjerodavna kombinacija za posmik:

1.35xI+1.35xII+1.50xIII+0.75xIV
+0.90xVI
V_{2ed} = 17.31 kN
V_{3ed} = -0.00 kN
M_{1ed} = -3.06 kNm

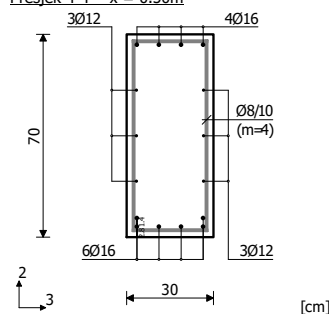
V_{rd,max,2} = 534.60 kN
V_{rd,max,3} = 534.60 kN
e_b/e_a = -2.400/20.000 ‰
As₁ = 4.04 + 0.10° = 4.14 cm²
As₂ = 0.00 + 0.10° = 0.10 cm²
As₃ = 0.00 + 0.20° = 0.20 cm²
As₄ = 0.00 + 0.20° = 0.20 cm²
As_w = 0.00 cm²/m (m=2)
[Odabrano As_w = Ø8/20(m=2) = 2.51 cm²/m]

Postotak armiranja: 0.91%

Greda 2839-1780

EC2 (EN 1992-1-1:2004)
C40/50 (γ_C = 1.50, γ_S = 1.15) [SP]
B500B
Dimenzioniranje grupe slučajeva
opterećenja: 13-156,165-168 (ULS)

Presjek 4-4 x = 0.50m



Mjerodavna kombinacija za savijanje:

1.35xI+1.35xII+1.50xIII+0.75xIV
+0.90xVI
N_{1ed} = -2.43 kN
M_{2ed} = 0.00 kNm
M_{3ed} = -102.05 kNm

Mjerodavna kombinacija za torziju:

1.35xI+1.35xII+1.50xIII+1.50xVI
M_{1ed} = -23.75 kNm

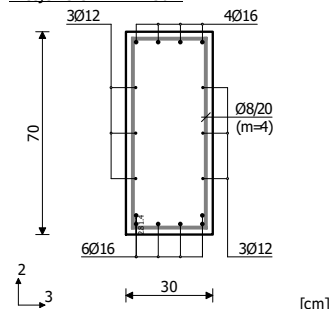
Mjerodavna kombinacija za posmik:

1.35xI+1.35xII+1.50xIII+1.50xVI
V_{2ed} = 210.07 kN
V_{3ed} = -0.29 kN
M_{1ed} = -23.75 kNm

V_{rd,max,2} = 1197.50 kN
V_{rd,max,3} = 1100.74 kN
e_b/e_a = -1.277/20.000 ‰
As₁ = 0.00 + 0.52° = 0.52 cm²
As₂ = 3.61 + 0.52° = 4.13 cm²
As₃ = 0.00 + 1.46° = 1.46 cm²
As₄ = 0.00 + 1.46° = 1.46 cm²
As_w = 6.42 cm²/m (m=2)
[Odabrano As_w = Ø8/10(m=4) = 10.05 cm²/m]

Postotak armiranja: 1.28%
*) - dodatna uzdužna armatura za prihvati torzije.

Presjek 5-5 x = 4.50m



Mjerodavna kombinacija za savijanje:

1.35xI+1.35xII+1.50xIII+0.90xVI
N_{1ed} = -2.63 kN
M_{2ed} = 0.02 kNm
M_{3ed} = 250.42 kNm

Mjerodavna kombinacija za torziju:

1.35xI+1.35xII+1.50xIII+0.90xVI
M_{1ed} = 4.36 kNm

Mjerodavna kombinacija za posmik:

1.35xI+1.35xII+1.50xIII+0.75xIV
+0.90xV
V_{2ed} = -4.80 kN
V_{3ed} = -0.20 kN
M_{1ed} = 4.35 kNm

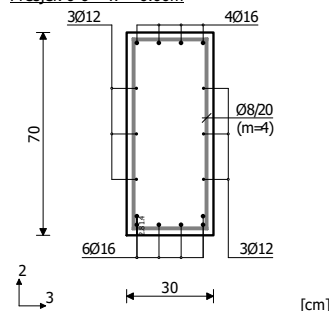
V_{rd,max,2} = 1197.50 kN
V_{rd,max,3} = 1100.74 kN
e_b/e_a = -2.341/20.000 ‰
As₁ = 9.06 + 0.10° = 9.15 cm²
As₂ = 0.00 + 0.10° = 0.10 cm²
As₃ = 0.00 + 0.27° = 0.27 cm²
As₄ = 0.00 + 0.27° = 0.27 cm²
As_w = 0.00 cm²/m (m=2)
[Odabrano As_w = Ø8/20(m=4) = 5.03 cm²/m]

Postotak armiranja: 1.28%

Greda 4970-3886

EC2 (EN 1992-1-1:2004)
C40/50 (γ_C = 1.50, γ_S = 1.15) [SP]
B500B
Dimenzioniranje grupe slučajeva
opterećenja: 13-156,165-168 (ULS)

Presjek 6-6 x = 0.00m



Mjerodavna kombinacija za savijanje:

1.00xI+1.00xII+1.50xVI
N_{1ed} = 2.68 kN
M_{2ed} = -0.06 kNm
M_{3ed} = 0.00 kNm

Mjerodavna kombinacija za torziju:

1.35xI+1.35xII+1.50xIII+0.90xVIII
M_{1ed} = 37.68 kNm

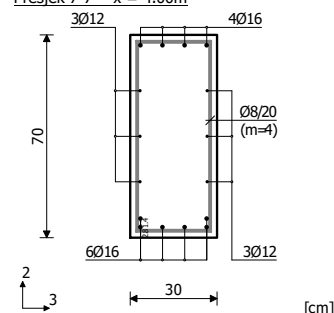
Mjerodavna kombinacija za posmik:

1.35xI+1.35xII+1.50xIII
V_{2ed} = 17.76 kN
V_{3ed} = -1.22 kN
M_{1ed} = 37.23 kNm

V_{rd,max,2} = 1197.50 kN
V_{rd,max,3} = 1100.74 kN
e_b/e_a = -0.060/20.000 ‰
As₁ = 0.04 + 0.82° = 0.86 cm²
As₂ = 0.04 + 0.82° = 0.86 cm²
As₃ = 0.00 + 2.32° = 2.32 cm²
As₄ = 0.00 + 2.32° = 2.32 cm²
As_w = 4.03 cm²/m (m=2)
[Odabrano As_w = Ø8/20(m=4) = 5.03 cm²/m]

Postotak armiranja: 1.28%
*) - dodatna uzdužna armatura za prihvati torzije.

Presjek 7-7 x = 4.00m



Mjerodavna kombinacija za savijanje:

1.35xI+1.35xII+1.50xIII+0.90xVIII
N_{1ed} = -8.77 kN
M_{2ed} = -0.09 kNm
M_{3ed} = 240.00 kNm

Mjerodavna kombinacija za torziju:

1.35xI+1.00xII+1.50xIII+0.90xVIII
M_{1ed} = 4.13 kNm

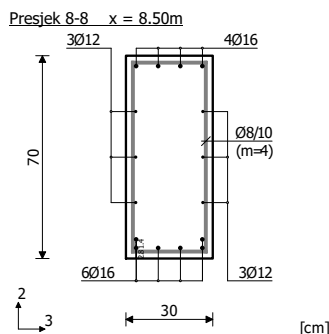
Mjerodavna kombinacija za posmik:

1.35xI+1.00xII+1.50xIII+0.90xVIII
V_{2ed} = 3.70 kN
V_{3ed} = -0.39 kN
M_{1ed} = 4.13 kNm



Dimenzioniranje (beton)

Vrd,max,2 = 1197.50 kN
Vrd,max,3 = 1100.74 kN
eb/ea = -2.280/20.000 ‰
As1 = 8.61 + 0.09 = 8.70 cm²
As2 = 0.00 + 0.09 = 0.09 cm²
As3 = 0.00 + 0.25 = 0.25 cm²
As4 = 0.00 + 0.25 = 0.25 cm²
Asw = 0.00 cm²/m (m=2)
[Odabrano Asw = 08/20(m=4) = 5.03 cm²/m]
Postotak armiranja: 1.28%



Mjerodavna kombinacija za savijanje:
1.35xI+1.35xII+1.50xIII+0.75xIV
+0.90xVIII
N1ed = -5.41 kN
M2ed = -0.00 kNm
M3ed = -165.43 kNm

Mjerodavna kombinacija za torziju:
1.35xI+1.00xII+1.50xIII+0.90xVIII
M1ed = -26.38 kNm

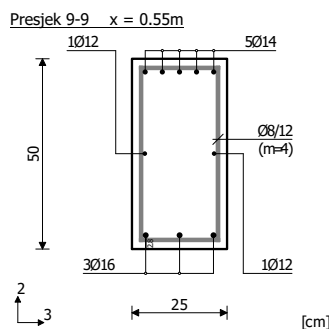
Mjerodavna kombinacija za posmik:
1.35xI+1.35xII+1.50xIII+0.90xVIII
V2ed = -339.66 kN
V3ed = -0.34 kN
M1ed = -24.43 kNm

Vrd,max,2 = 1197.50 kN
Vrd,max,3 = 1100.74 kN
eb/ea = -1.739/20.000 ‰
As1 = 0.00 + 0.58 = 0.58 cm²
As2 = 5.88 + 0.58 = 6.45 cm²
As3 = 0.00 + 1.62 = 1.62 cm²
As4 = 0.00 + 1.62 = 1.62 cm²
Asw = 9.00 cm²/m (m=2)
[Odabrano Asw = 08/10(m=4) = 10.05 cm²/m]

Postotak armiranja: 1.28%

Greda 2045-3069

EC2 (EN 1992-1-1:2004)
C30/37 (γC = 1.50, γS = 1.15) [SP]
B500B
Dimenzioniranje grupe slučajeva
opterećenja: 13-156,165-168 (ULS)



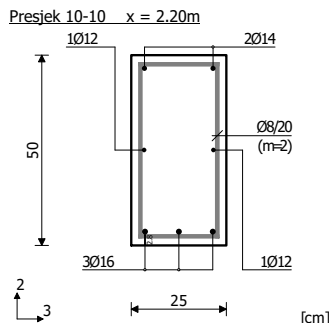
Mjerodavna kombinacija za savijanje:
1.35xI+1.35xII+1.50xIII+0.75xIV
N1ed = -0.42 kN
M2ed = 0.00 kNm
M3ed = -123.58 kNm

Mjerodavna kombinacija za torziju:
1.35xI+1.35xII
M1ed = -1.14 kNm

Mjerodavna kombinacija za posmik:
1.35xI+1.35xII+1.50xIII+0.75xIV
V2ed = 233.28 kN
V3ed = -0.02 kN
M1ed = -0.99 kNm

Vrd,max,2 = 534.60 kN
Vrd,max,3 = 534.60 kN
eb/ea = -3.500/18.192 ‰
As1 = 0.00 + 0.04 = 0.04 cm²
As2 = 6.77 + 0.04 = 6.80 cm²
As3 = 0.00 + 0.08 = 0.08 cm²
As4 = 0.00 + 0.08 = 0.08 cm²
Asw = 6.79 cm²/m (m=2)
[Odabrano Asw = 08/12(m=4) = 8.38 cm²/m]

Postotak armiranja: 1.28%
*) - dodatna uzdužna armatura za prihvat torzije.



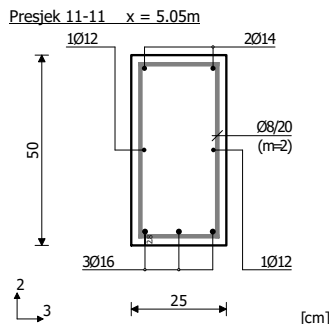
Mjerodavna kombinacija za savijanje:
1.35xI+1.00xII+0.75xIV+1.50xVI
N1ed = 2.99 kN
M2ed = 0.00 kNm
M3ed = 4.58 kNm

Mjerodavna kombinacija za torziju:
1.35xI+1.35xII+1.50xIII+0.75xIV
M1ed = 5.80 kNm

Mjerodavna kombinacija za posmik:
1.35xI+1.35xII+1.50xIII+0.75xIV
V2ed = -6.64 kN
V3ed = -0.15 kN
M1ed = 5.80 kNm

Vrd,max,2 = 534.60 kN
Vrd,max,3 = 534.60 kN
eb/ea = -0.463/20.000 ‰
As1 = 0.27 + 0.19 = 0.46 cm²
As2 = 0.06 + 0.19 = 0.25 cm²
As3 = 0.00 + 0.38 = 0.38 cm²
As4 = 0.00 + 0.38 = 0.38 cm²
Asw = 0.00 cm²/m (m=2)
[Odabrano Asw = 08/20(m=2) = 2.51 cm²/m]

Postotak armiranja: 0.91%



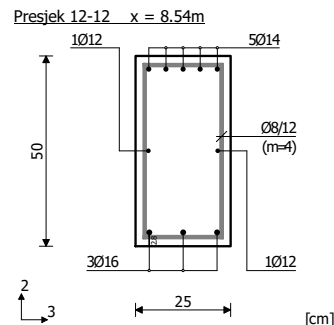
Mjerodavna kombinacija za savijanje:
1.35xI+1.35xII+0.75xIV+1.50xVI
N1ed = 1.53 kN
M2ed = 0.00 kNm
M3ed = 33.85 kNm

Mjerodavna kombinacija za torziju:
1.00xI+1.35xII+1.50xVIII
M1ed = -0.69 kNm

Mjerodavna kombinacija za posmik:
1.00xI+1.35xII+1.50xVIII
V2ed = -3.22 kN
V3ed = -0.49 kN
M1ed = -0.69 kNm

Vrd,max,2 = 534.60 kN
Vrd,max,3 = 534.60 kN
eb/ea = -1.372/20.000 ‰
As1 = 1.79 + 0.02 = 1.81 cm²
As2 = 0.00 + 0.02 = 0.02 cm²
As3 = 0.00 + 0.05 = 0.05 cm²
As4 = 0.00 + 0.05 = 0.05 cm²
Asw = 0.00 cm²/m (m=2)
[Odabrano Asw = 08/20(m=2) = 2.51 cm²/m]

Postotak armiranja: 0.91%



Mjerodavna kombinacija za savijanje:
1.35xI+1.35xII+1.50xIII+0.75xIV
+0.90xVI
N1ed = 0.07 kN
M2ed = 0.00 kNm
M3ed = -100.94 kNm

Mjerodavna kombinacija za torziju:
1.00xI+1.35xII+1.50xIII+0.75xIV
M1ed = -2.75 kNm

Mjerodavna kombinacija za posmik:
1.35xI+1.35xII+1.50xIII+0.75xIV
V2ed = -225.84 kN
V3ed = 0.04 kN
M1ed = -2.75 kNm

Vrd,max,2 = 534.60 kN
Vrd,max,3 = 534.60 kN
eb/ea = -3.100/20.000 ‰
As1 = 0.00 + 0.09 = 0.09 cm²
As2 = 5.46 + 0.09 = 5.55 cm²
As3 = 0.00 + 0.18 = 0.18 cm²
As4 = 0.00 + 0.18 = 0.18 cm²
Asw = 6.87 cm²/m (m=2)
[Odabrano Asw = 08/12(m=4) = 8.38 cm²/m]

Postotak armiranja: 1.28%

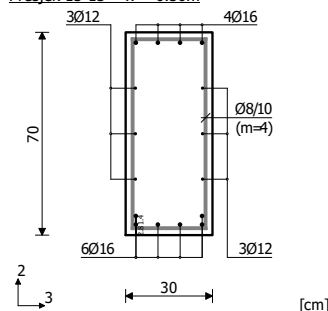


Dimenzioniranje (beton)

Greda 1269-489

EC2 (EN 1992-1-1:2004)
C40/50 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$) [SP]
B500B
Dimenzioniranje grupe slučajeva
opterećenja: 13-156,165-168 (ULS)

Presjek 13-13 x = 0.50m



Mjerodavna kombinacija za savijanje:
 $1.35xI + 1.35xII + 1.50xIII + 0.90xVI$
N1ed = -1.97 kN
M2ed = 0.01 kNm
M3ed = -188.73 kNm

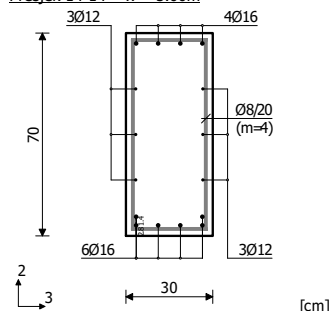
Mjerodavna kombinacija za torziju:
 $1.35xI + 1.00xII + 1.05xIII + 0.75xIV + 1.50xVI$
M1ed = -17.09 kNm

Mjerodavna kombinacija za posmik:
 $1.35xI + 1.35xII + 1.50xIII + 0.90xVI$
V2ed = 379.23 kN
V3ed = -0.03 kN
M1ed = -15.43 kNm

Vrd,max,2 = 1197.50 kN
Vrd,max,3 = 1100.74 kN
 $eb/ea = -1.895/20.000 \text{ ‰}$
 $As1 = 0.00 + 0.37' = 0.37 \text{ cm}^2$
 $As2 = 6.78 + 0.37' = 7.15 \text{ cm}^2$
 $As3 = 0.00 + 1.05' = 1.05 \text{ cm}^2$
 $As4 = 0.00 + 1.05' = 1.05 \text{ cm}^2$
Asw = 8.87 cm²/m (m=2)
[Odabrano Asw = Ø8/10(m=4) = 10.05 cm²/m]

Postotak armiranja: 1.28%
) - dodatna uzdužna armatura za prihvrat torzije.

Presjek 14-14 x = 5.00m



Mjerodavna kombinacija za savijanje:
 $1.35xI + 1.35xII + 1.50xIII + 0.90xVI$
N1ed = -1.91 kN
M2ed = 0.07 kNm
M3ed = 267.86 kNm

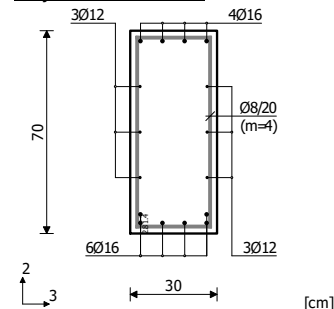
Mjerodavna kombinacija za torziju:
 $1.35xI + 1.35xII + 1.50xIV$
M1ed = -3.64 kNm

Mjerodavna kombinacija za posmik:
 $1.35xI + 1.35xII + 1.50xIV$
V2ed = -4.42 kN
V3ed = 0.05 kN
M1ed = -3.64 kNm

Vrd,max,2 = 1197.50 kN
Vrd,max,3 = 1100.74 kN
 $eb/ea = -2.470/20.000 \text{ ‰}$
 $As1 = 9.73 + 0.08' = 9.81 \text{ cm}^2$
 $As2 = 0.00 + 0.08' = 0.08 \text{ cm}^2$
 $As3 = 0.00 + 0.22' = 0.22 \text{ cm}^2$
 $As4 = 0.00 + 0.22' = 0.22 \text{ cm}^2$
Asw = 0.00 cm²/m (m=2)
[Odabrano Asw = Ø8/20(m=4) = 5.03 cm²/m]

Postotak armiranja: 1.28%

Presjek 15-15 x = 8.50m



Mjerodavna kombinacija za savijanje:
 $1.35xI + 1.35xII + 1.50xVI$
N1ed = 6.87 kN
M2ed = 0.11 kNm
M3ed = -33.09 kNm

Mjerodavna kombinacija za torziju:
 $1.35xI + 1.35xII + 1.05xIII + 0.75xIV + 1.50xVI$
M1ed = 30.14 kNm

Mjerodavna kombinacija za posmik:
 $1.35xI + 1.35xII + 1.05xIII + 0.75xIV + 1.50xVI$
V2ed = -61.49 kN
V3ed = -0.43 kN
M1ed = 30.14 kNm

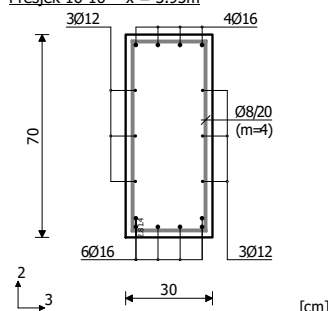
Vrd,max,2 = 1197.50 kN
Vrd,max,3 = 1100.74 kN
 $eb/ea = -0.660/20.000 \text{ ‰}$
 $As1 = 0.00 + 0.66' = 0.66 \text{ cm}^2$
 $As2 = 1.25 + 0.66' = 1.91 \text{ cm}^2$
 $As3 = 0.00 + 1.85' = 1.85 \text{ cm}^2$
 $As4 = 0.00 + 1.85' = 1.85 \text{ cm}^2$
Asw = 4.18 cm²/m (m=2)
[Odabrano Asw = Ø8/20(m=4) = 5.03 cm²/m]

Postotak armiranja: 1.28%

Greda 3887-2839

EC2 (EN 1992-1-1:2004)
C40/50 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$) [SP]
B500B
Dimenzioniranje grupe slučajeva
opterećenja: 13-156,165-168 (ULS)

Presjek 16-16 x = 3.95m



Mjerodavna kombinacija za savijanje:
 $1.35xI + 1.35xII + 1.50xIII + 0.90xVI$
N1ed = 6.88 kN
M2ed = -0.15 kNm
M3ed = 261.39 kNm

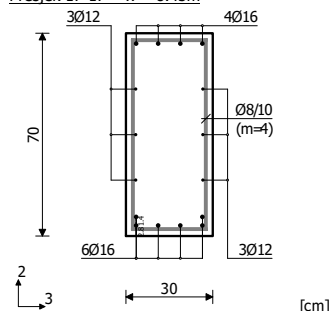
Mjerodavna kombinacija za torziju:
 $1.35xI + 1.35xII + 1.50xIII + 0.90xVI$
M1ed = 13.61 kNm

Mjerodavna kombinacija za posmik:
 $1.35xI + 1.35xII + 1.05xIII + 0.75xIV + 1.50xVII$
V2ed = 56.08 kN
V3ed = -0.10 kN
M1ed = 12.96 kNm

Vrd,max,2 = 1197.50 kN
Vrd,max,3 = 1100.74 kN
 $eb/ea = -2.401/20.000 \text{ ‰}$
 $As1 = 9.58 + 0.30' = 9.88 \text{ cm}^2$
 $As2 = 0.00 + 0.30' = 0.30 \text{ cm}^2$
 $As3 = 0.00 + 0.84' = 0.84 \text{ cm}^2$
 $As4 = 0.00 + 0.84' = 0.84 \text{ cm}^2$
Asw = 2.37 cm²/m (m=2)
[Odabrano Asw = Ø8/20(m=4) = 5.03 cm²/m]

Postotak armiranja: 1.28%
) - dodatna uzdužna armatura za prihvrat torzije.

Presjek 17-17 x = 8.45m



Mjerodavna kombinacija za savijanje:
 $1.35xI + 1.35xII + 1.50xIII + 0.90xVI$
N1ed = 6.21 kN
M2ed = -0.03 kNm
M3ed = -133.74 kNm

Mjerodavna kombinacija za torziju:
 $1.35xI + 1.35xII + 1.05xIII + 1.50xIV + 0.90xVII$
M1ed = -23.58 kNm

Mjerodavna kombinacija za posmik:
 $1.35xI + 1.35xII + 1.50xIII + 0.75xIV + 0.90xVII$
V2ed = -255.37 kN
V3ed = 0.67 kN
M1ed = -23.49 kNm

Vrd,max,2 = 1197.50 kN
Vrd,max,3 = 1100.74 kN
 $eb/ea = -1.489/20.000 \text{ ‰}$
 $As1 = 0.00 + 0.51' = 0.51 \text{ cm}^2$
 $As2 = 4.85 + 0.51' = 5.37 \text{ cm}^2$
 $As3 = 0.00 + 1.45' = 1.45 \text{ cm}^2$
 $As4 = 0.00 + 1.45' = 1.45 \text{ cm}^2$
Asw = 7.27 cm²/m (m=2)
[Odabrano Asw = Ø8/10(m=4) = 10.05 cm²/m]

Postotak armiranja: 1.28%



Respect-ing

iban
oib

Respect-ing d.o.o.
za inženjering u graditeljstvu
HR74 25000091102184314
72061576990

a.os

Ilirska 27
31000 Osijek

t

+385.31.368.052

f

+385.31.300.211

e

respect-ing@respect-ing.hr

w

www.respect-ing.hr

Dimenzioniranje (beton)

DIMENSIONIRANJE VEZNIH GREDA

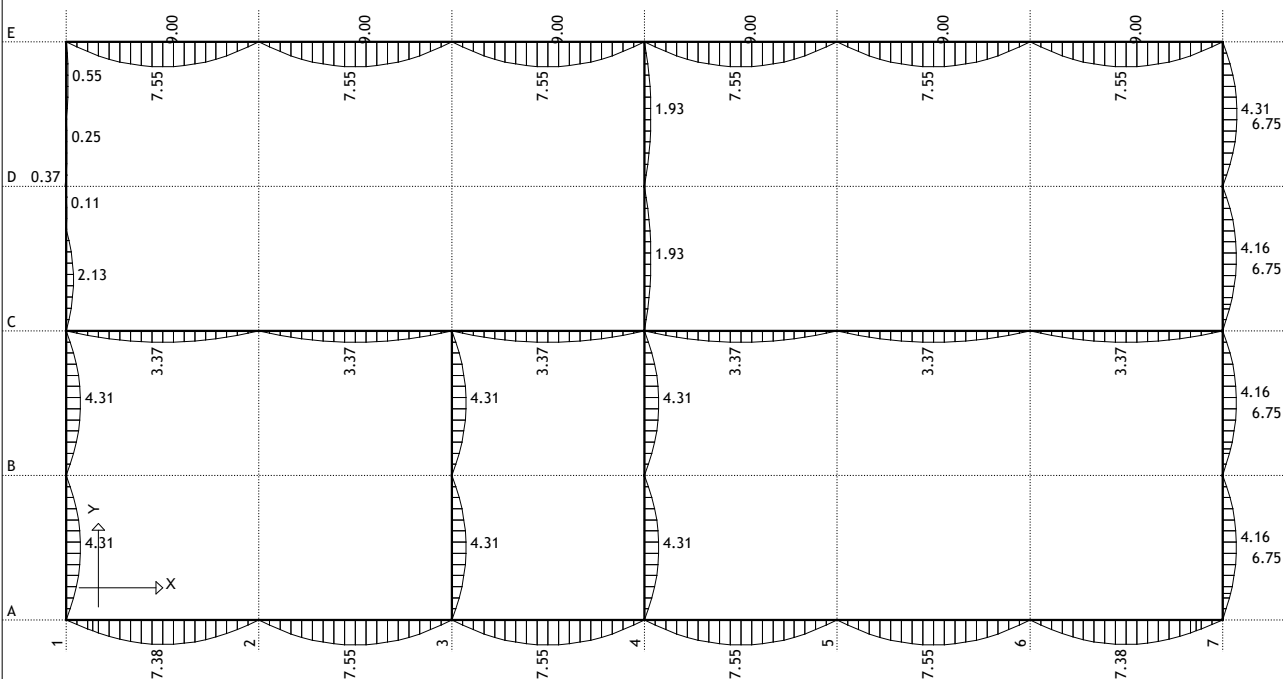


Nivo: kota vrha čašice [0.00 m]

Dispozicija greda

Mjerodavno opterećenje: 13-156,165-168

EC2 (EN 1992-1-1:2004), C30/37, B500B



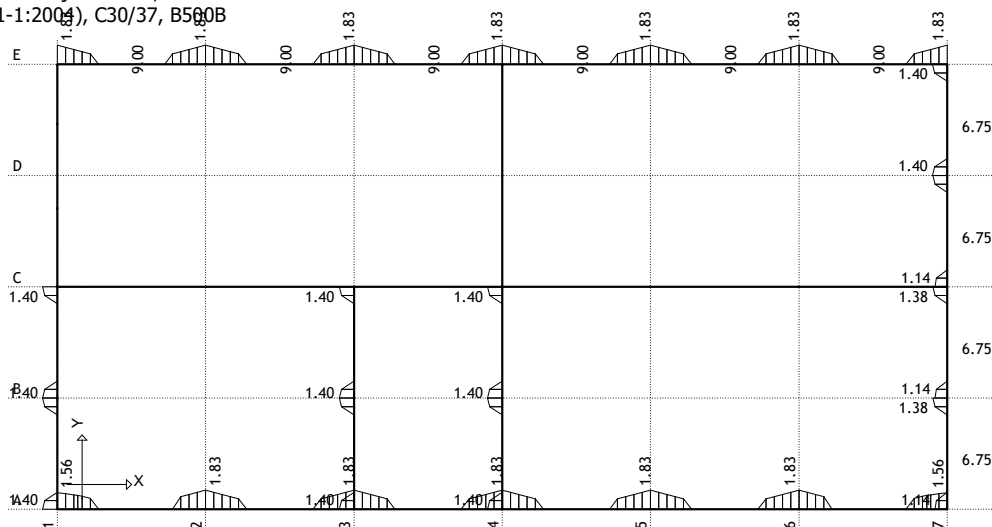
Nivo: kota vrha čašice [0.00 m] - Grupa: VG

Armatura u gredama: max $A_{a2}/A_{a1} = 0.37 / 7.55 \text{ cm}^2$



Dimenzioniranje (beton)

Mjerodavno opterećenje: 13-156,165-168
EC2 (EN 1992-1-1:2004), C30/37, B500B

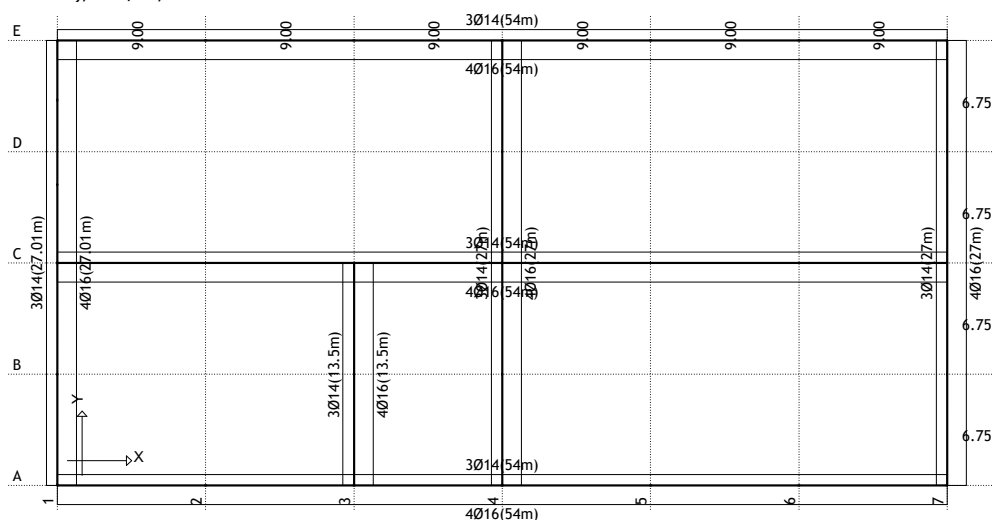


Nivo: kota vrha čašice [0.00 m] - Grupa: VG

Armatura u gredama: max $A_{sw} = 1.83 \text{ cm}^2$

Odabrana armatura

EC2 (EN 1992-1-1:2004), C30/37, B500B

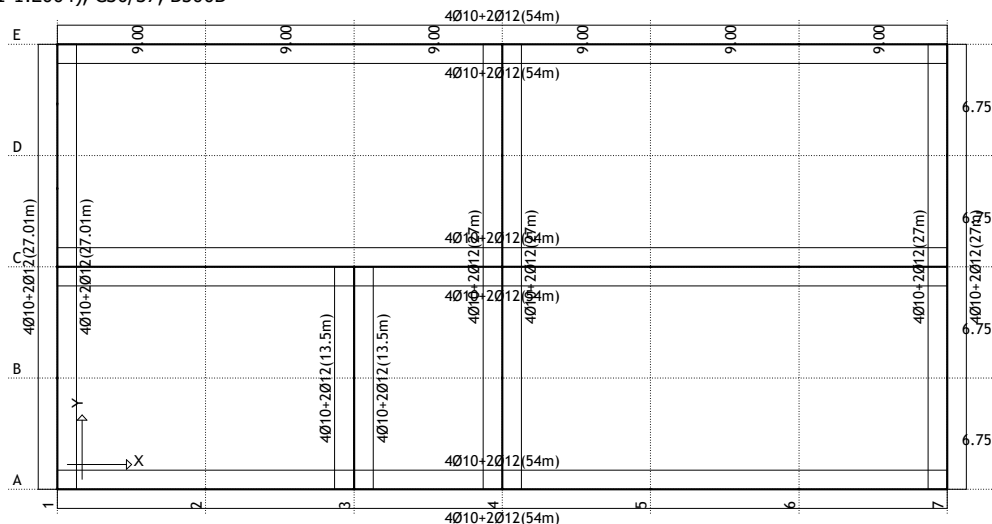


Nivo: kota vrha čašice [0.00 m] - Grupa: VG

Armatura u gredama (odabrana): Aa2/Aa1

Odabrana armatura

EC2 (EN 1992-1-1:2004), C30/37, B500B



Nivo: kota vrha čašice [0.00 m] - Grupa: VG

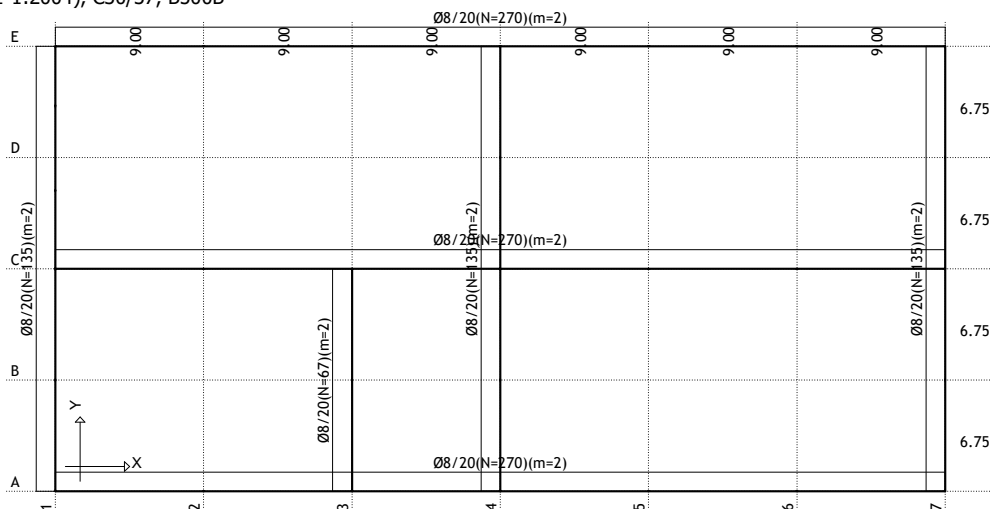
Armatura u gredama (odabrana): Aa3/Aa4



Dimenzioniranje (beton)

Odabrana armatura

EC2 (EN 1992-1-1:2004), C30/37, B500B



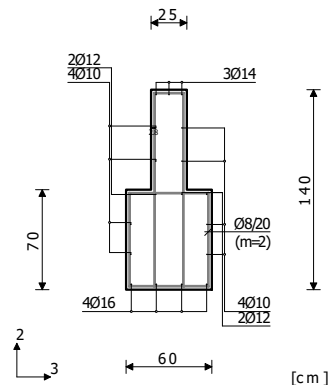
Nivo: kota vrha čašice [0.00 m] - Grupa: VG

Armatura u gredama (odabrana): Asw

Greda 451-72

EC2 (EN 1992-1-1:2004)
C30/37 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$) [SP]
B500B
Dimenzioniranje grupe slučajeva
opterećenja: 13-156,165-168 (ULS)

Presjek 1-1 $x = 4.50m$



Mjerodavna kombinacija za savijanje:

1.35xI+1.35xII
N1ed = 0.00 kN
M2ed = 0.00 kNm
M3ed = 430.30 kNm

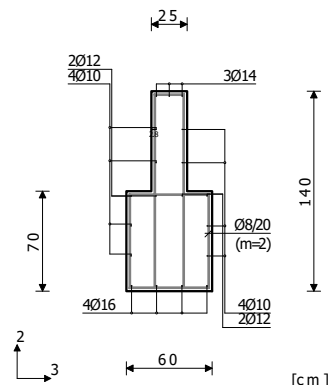
Mjerodavna kombinacija za posmik:

1.35xI+1.35xII
V2ed = -0.58 kN
V3ed = 0.00 kN
M1ed = 0.00 kNm

Vrd,max,2 = 1603.80 kN
Vrd,max,3 = 1829.52 kN
eb/ea = -1.719/20.000 ‰
As1 = 7.55 cm²
As2 = 0.00 cm²
As3 = 0.00 cm²
As4 = 0.00 cm²
Asw = 0.00 cm²/m (m=2)
[Odabrano Asw = Ø8/20(m=2) = 2.51 cm²/m]

Postotak armiranja: 0.39%

Presjek 2-2 $x = 9.00m$



Mjerodavna kombinacija za savijanje:

1.35xI+1.00xII+1.50xIII+0.90xVII
N1ed = -0.01 kN
M2ed = -0.03 kNm
M3ed = 0.00 kNm

Mjerodavna kombinacija za posmik:

1.35xI+1.35xII
V2ed = 193.08 kN
V3ed = -0.03 kN
M1ed = 0.00 kNm

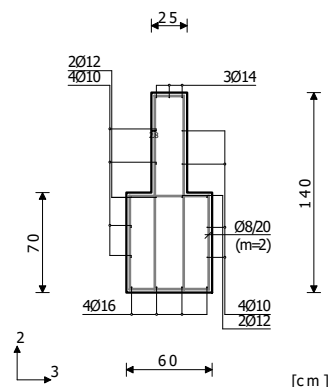
Vrd,max,2 = 1603.80 kN
Vrd,max,3 = 1829.52 kN
eb/ea = -0.188/20.000 ‰
As1 = 0.00 cm²
As2 = 0.00 cm²
As3 = 0.00 cm²
As4 = 0.00 cm²
Asw = 1.83 cm²/m (m=2)
[Odabrano Asw = Ø8/20(m=2) = 2.51 cm²/m]

Postotak armiranja: 0.39%

Greda 2231-3250

EC2 (EN 1992-1-1:2004)
C30/37 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$) [SP]
B500B
Dimenzioniranje grupe slučajeva
opterećenja: 13-156,165-168 (ULS)

Presjek 3-3 $x = 0.00m$



Mjerodavna kombinacija za savijanje:

1.35xI+1.00xII+1.50xVI
N1ed = -0.06 kN
M2ed = -0.04 kNm
M3ed = 0.00 kNm

Mjerodavna kombinacija za posmik:

1.35xI+1.35xII
V2ed = -193.08 kN
V3ed = -0.00 kN
M1ed = 0.00 kNm

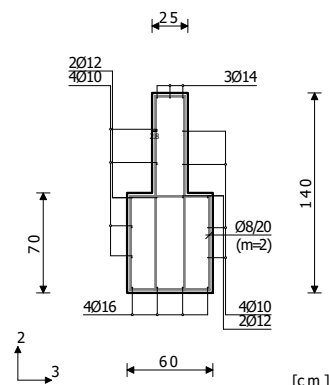
Vrd,max,2 = 1603.80 kN
Vrd,max,3 = 1829.52 kN
eb/ea = -0.037/20.000 ‰
As1 = 0.00 cm²
As2 = 0.00 cm²
As3 = 0.00 cm²
As4 = 0.00 cm²
Asw = 1.83 cm²/m (m=2)
[Odabrano Asw = Ø8/20(m=2) = 2.51 cm²/m]

Postotak armiranja: 0.39%



Dimenzioniranje (beton)

Presjek 4-4 x = 4.50m



Mjerodavna kombinacija za savijanje:

$$\begin{aligned} 1.35xI+1.35xII \\ N_{1ed} &= 0.00 \text{ kN} \\ M_{2ed} &= 0.00 \text{ kNm} \\ M_{3ed} &= 430.30 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Mjerodavna kombinacija za posmik:

$$\begin{aligned} 1.35xI+1.35xII \\ V_{2ed} &= 0.58 \text{ kN} \\ V_{3ed} &= 0.00 \text{ kN} \\ M_{1ed} &= 0.00 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{rd,max,2} &= 1603.80 \text{ kN} \\ V_{rd,max,3} &= 1829.52 \text{ kN} \\ \epsilon_b/\epsilon_a &= -1.719/20.000 \text{ ‰} \\ A_{s1} &= 7.55 \text{ cm}^2 \\ A_{s2} &= 0.00 \text{ cm}^2 \\ A_{s3} &= 0.00 \text{ cm}^2 \\ A_{s4} &= 0.00 \text{ cm}^2 \\ A_{sw} &= 0.00 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (m=2) \end{aligned}$$

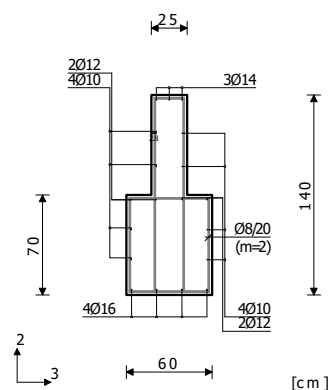
$$[\text{Odabrano } A_{sw} = \text{Ø8/20}(m=2) = 2.51 \text{ cm}^2/\text{m}]$$

Postotak armiranja: 0.39%

Greda 1692-772

EC2 (EN 1992-1-1:2004)
C30/37 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$) [SP]
B500B
Dimenzioniranje grupe slučajeva
opterećenja: 13-156,165-168 (ULS)

Presjek 5-5 x = 4.50m



Mjerodavna kombinacija za savijanje:

$$\begin{aligned} 1.35xI+1.00xII \\ N_{1ed} &= 0.00 \text{ kN} \\ M_{2ed} &= 0.00 \text{ kNm} \\ M_{3ed} &= 194.70 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Mjerodavna kombinacija za posmik:

$$\begin{aligned} 1.35xI+1.00xII \\ V_{2ed} &= 0.26 \text{ kN} \\ V_{3ed} &= 0.00 \text{ kN} \\ M_{1ed} &= 0.00 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{rd,max,2} &= 1603.80 \text{ kN} \\ V_{rd,max,3} &= 1829.52 \text{ kN} \\ \epsilon_b/\epsilon_a &= -1.053/20.000 \text{ ‰} \\ A_{s1} &= 3.37 \text{ cm}^2 \\ A_{s2} &= 0.00 \text{ cm}^2 \\ A_{s3} &= 0.00 \text{ cm}^2 \\ A_{s4} &= 0.00 \text{ cm}^2 \\ A_{sw} &= 0.00 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (m=2) \end{aligned}$$

$$[\text{Odabrano } A_{sw} = \text{Ø8/20}(m=2) = 2.51 \text{ cm}^2/\text{m}]$$

Postotak armiranja: 0.39%

Greda 6280-5813

EC2 (EN 1992-1-1:2004)
C30/37 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$) [SP]
B500B
Dimenzioniranje grupe slučajeva
opterećenja: 13-156,165-168 (ULS)

$$\begin{aligned} A_{s1} &= 0.00 \text{ cm}^2 \\ A_{s2} &= 0.00 \text{ cm}^2 \\ A_{s3} &= 0.00 \text{ cm}^2 \\ A_{s4} &= 0.00 \text{ cm}^2 \\ A_{sw} &= 1.38 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (m=2) \end{aligned}$$

$$[\text{Odabrano } A_{sw} = \text{Ø8/20}(m=2) = 2.51 \text{ cm}^2/\text{m}]$$

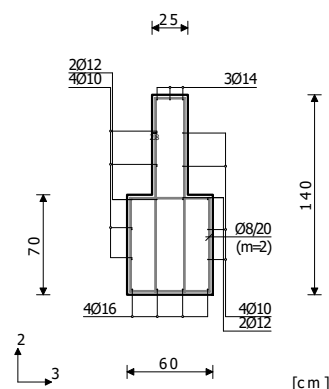
Postotak armiranja: 0.39%

$$\begin{aligned} A_{s1} &= 4.16 \text{ cm}^2 \\ A_{s2} &= 0.00 \text{ cm}^2 \\ A_{s3} &= 0.00 \text{ cm}^2 \\ A_{s4} &= 0.00 \text{ cm}^2 \\ A_{sw} &= 0.00 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (m=2) \end{aligned}$$

$$[\text{Odabrano } A_{sw} = \text{Ø8/20}(m=2) = 2.51 \text{ cm}^2/\text{m}]$$

Postotak armiranja: 0.39%

Presjek 6-6 x = 0.00m



Mjerodavna kombinacija za savijanje:

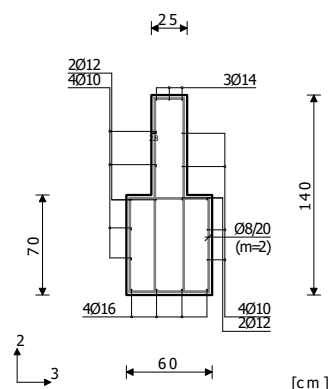
$$\begin{aligned} 1.35xI+1.00xII+1.50xIII+0.90xV \\ N_{1ed} &= 0.01 \text{ kN} \\ M_{2ed} &= 0.02 \text{ kNm} \\ M_{3ed} &= 0.00 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Mjerodavna kombinacija za posmik:

$$\begin{aligned} 1.35xI+1.35xII \\ V_{2ed} &= -145.36 \text{ kN} \\ V_{3ed} &= -0.01 \text{ kN} \\ M_{1ed} &= 0.00 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{rd,max,2} &= 1603.80 \text{ kN} \\ V_{rd,max,3} &= 1829.52 \text{ kN} \\ \epsilon_b/\epsilon_a &= -0.151/20.000 \text{ ‰} \end{aligned}$$

Presjek 7-7 x = 3.12m



Mjerodavna kombinacija za savijanje:

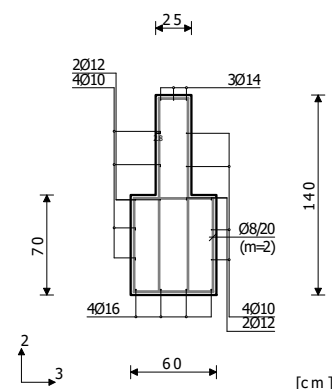
$$\begin{aligned} 1.35xI+1.35xII \\ N_{1ed} &= 0.00 \text{ kN} \\ M_{2ed} &= 0.00 \text{ kNm} \\ M_{3ed} &= 239.05 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Mjerodavna kombinacija za posmik:

$$\begin{aligned} 1.35xI+1.35xII \\ V_{2ed} &= -8.33 \text{ kN} \\ V_{3ed} &= 0.00 \text{ kN} \\ M_{1ed} &= 0.00 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{rd,max,2} &= 1603.80 \text{ kN} \\ V_{rd,max,3} &= 1829.52 \text{ kN} \\ \epsilon_b/\epsilon_a &= -1.189/20.000 \text{ ‰} \end{aligned}$$

Presjek 8-8 x = 6.75m



Mjerodavna kombinacija za savijanje:

$$\begin{aligned} 1.35xI+1.35xII+1.50xIII \\ N_{1ed} &= 0.00 \text{ kN} \\ M_{2ed} &= -0.03 \text{ kNm} \\ M_{3ed} &= 0.00 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Mjerodavna kombinacija za posmik:

$$\begin{aligned} 1.35xI+1.35xII \\ V_{2ed} &= 120.62 \text{ kN} \\ V_{3ed} &= -0.03 \text{ kN} \\ M_{1ed} &= 0.00 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{rd,max,2} &= 1603.80 \text{ kN} \\ V_{rd,max,3} &= 1829.52 \text{ kN} \\ \epsilon_b/\epsilon_a &= -0.174/20.000 \text{ ‰} \end{aligned}$$



Respect-ing

iban
oib

Respect-ing d.o.o.
za inženjering u graditeljstvu
HR74 25000091102184314
72061576990

a.os

Ilirska 27
31000 Osijek

t
f
e
w

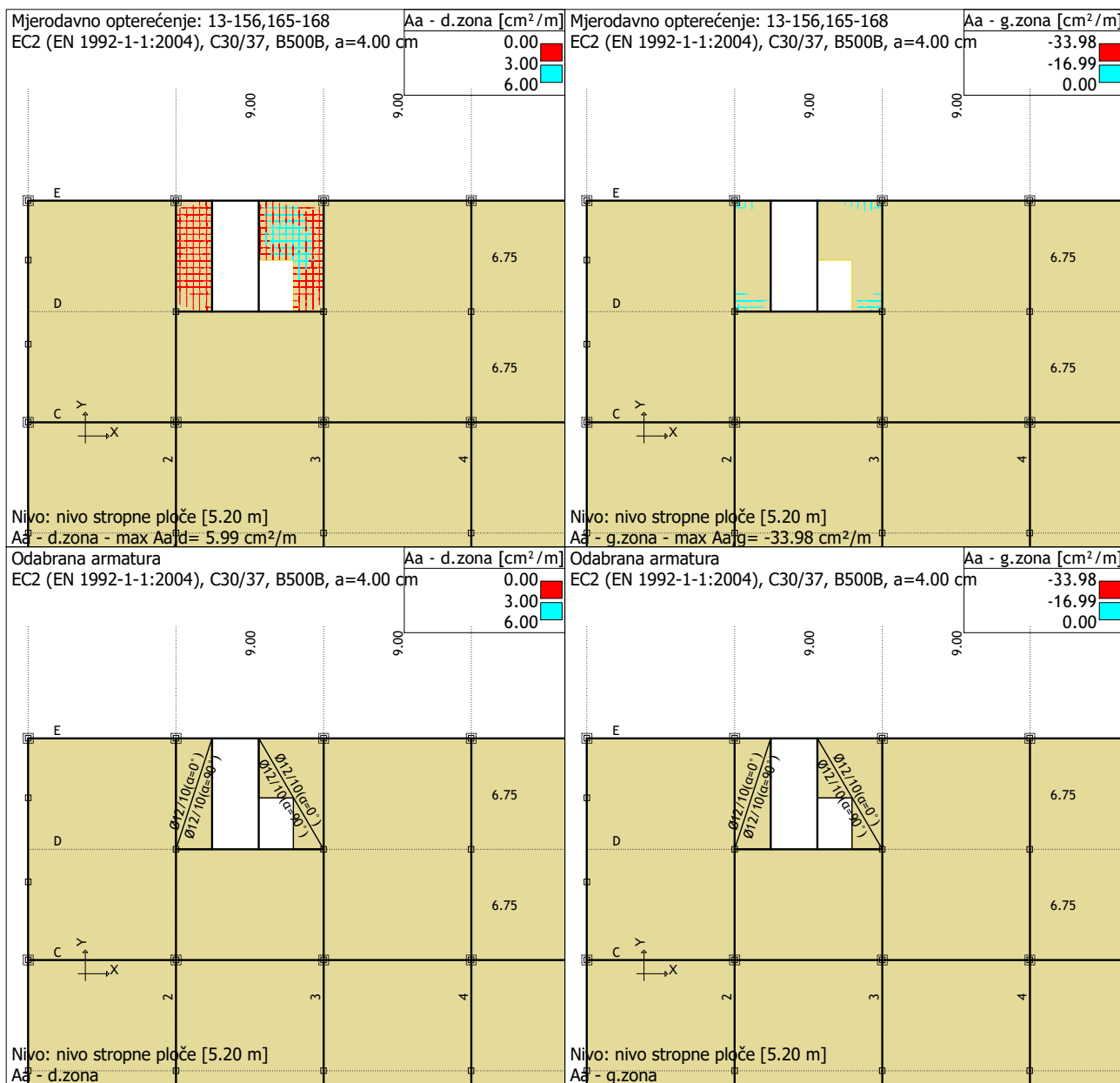
+385.31.368.052
+385.31.300.211
respect-ing@respect-ing.hr
www.respect-ing.hr

Dimenzioniranje (beton)

As1 = 0.00 cm²
As2 = 0.00 cm²
As3 = 0.00 cm²
As4 = 0.00 cm²
Asw = 1.14 cm²/m (m=2)
[Odabrano Asw = 08/20(m=2) = 2.51 cm²/m]

Postotak armiranja: 0.39%

DIMENZIONIRANJE MONOLITNE AB PLOČE



Nivo: nivo stropne ploče [5.20 m]
EC2 (EN 1992-1-1:2004)
d_{pl}=20.0 cm
C30/37 (γ_C = 1.50, γ_S = 1.15) [SP]
Gornja zona: B500B (a=4.0 cm)
Donja zona: B500B (a=4.0 cm)
Dimenzioniranje grupe slučajeva
opterećenja: 13-156,165-168 (ULS)

Točka 1
X=18.00 m; Y=20.25 m; Z=5.20 m
Pravac 1: (α=0°)
Mjerodavna kombinacija:
1.35xI+1.35xII+1.50xIII+0.75xIV
+0.90xVII
Med = -173.11 kNm
Ned = 0.00 kN
eb/ε_a = -3.500/3.042 ‰
Ag1 = 32.01 cm²/m
Ad1 = 0.16 cm²/m

Pravac 2: (α=90°)
Mjerodavna kombinacija:
1.35xI+1.35xII+1.50xIII+0.75xIV
Med = -40.94 kNm
Ned = 0.00 kN
eb/ε_a = -2.563/20.000 ‰
Ag2 = 6.15 cm²/m
Ad2 = 0.00 cm²/m



Dimenzioniranje (beton)

Točka 2

$X=18.00$ m; $Y=27.00$ m; $Z=5.20$ m
Pravac 1: ($\alpha=0^\circ$)

Mjerodavna kombinacija:
 $1.35xI+1.35xII+1.05xIII+1.50xVI$
Med = 3.01 kNm
Ned = 0.00 kN
 $\epsilon b/\epsilon a = -0.517/20.000$ ‰
Ag1 = 0.00 cm²/m
Ad1 = 0.44 cm²/m

Pravac 2: ($\alpha=90^\circ$)

Mjerodavna kombinacija:
 $1.35xI+1.35xII+1.05xIII+1.50xVI$
Med = -69.33 kNm
Ned = 0.00 kN
 $\epsilon b/\epsilon a = -3.500/15.797$ ‰
Ag2 = 10.77 cm²/m
Ad2 = 0.05 cm²/m

Točka 3

$X=15.63$ m; $Y=23.38$ m; $Z=5.20$ m
Pravac 1: ($\alpha=0^\circ$)

Mjerodavna kombinacija:
 $1.35xI+1.35xII+1.50xIII+0.75xIV$
Med = 39.93 kNm
Ned = 0.00 kN
 $\epsilon b/\epsilon a = -2.509/20.000$ ‰
Ag1 = 0.00 cm²/m
Ad1 = 5.99 cm²/m

Pravac 2: ($\alpha=90^\circ$)

Mjerodavna kombinacija:
 $1.35xI+1.35xII+1.50xIII$
Med = 6.95 kNm
Ned = 0.00 kN
 $\epsilon b/\epsilon a = -0.816/20.000$ ‰
Ag2 = 0.00 cm²/m
Ad2 = 1.01 cm²/m

Točka 4

$X=16.15$ m; $Y=22.85$ m; $Z=5.20$ m
Pravac 1: ($\alpha=0^\circ$)

Mjerodavna kombinacija:
 $1.35xI+1.35xII+1.50xIII$
Med = 6.66 kNm
Ned = 0.00 kN
 $\epsilon b/\epsilon a = -0.797/20.000$ ‰
Ag1 = 0.00 cm²/m
Ad1 = 0.97 cm²/m

Pravac 2: ($\alpha=90^\circ$)

Mjerodavna kombinacija:
 $1.35xI+1.35xII+1.50xIII$
Med = 28.47 kNm
Ned = 0.00 kN
 $\epsilon b/\epsilon a = -1.932/20.000$ ‰
Ag2 = 0.00 cm²/m
Ad2 = 4.23 cm²/m

EC2 (EN 1992-1-1:2004)

$d,pl=20.0$ cm
C30/37 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$) [SP]
Gornja zona: B500B ($a=4.0$ cm)
Donja zona: B500B ($a=4.0$ cm)
Dimenzioniranje grupe slučajeva
opterećenja: 13-156,165-168 (ULS)

Točka 5

$X=9.00$ m; $Y=20.25$ m; $Z=5.20$ m

Pravac 1: ($\alpha=0^\circ$)

Mjerodavna kombinacija:
 $1.35xI+1.35xII+1.50xIII+0.75xIV$
Med = -180.54 kNm
Ned = 0.00 kN
 $\epsilon b/\epsilon a = -3.500/2.665$ ‰
Ag1 = 33.98 cm²/m
Ad1 = 0.17 cm²/m

Pravac 2: ($\alpha=90^\circ$)

Mjerodavna kombinacija:
 $1.35xI+1.35xII+1.50xIII+0.75xIV$
Med = -41.76 kNm
Ned = 0.00 kN
 $\epsilon b/\epsilon a = -2.606/20.000$ ‰
Ag2 = 6.28 cm²/m
Ad2 = 0.00 cm²/m

Točka 6

$X=9.00$ m; $Y=27.00$ m; $Z=5.20$ m

Pravac 1: ($\alpha=0^\circ$)

Mjerodavna kombinacija:
 $1.35xI+1.35xII+1.50xIII+0.90xV$
Med = 1.33 kNm
Ned = 0.00 kN
 $\epsilon b/\epsilon a = -0.336/20.000$ ‰
Ag1 = 0.00 cm²/m
Ad1 = 0.19 cm²/m

Pravac 2: ($\alpha=90^\circ$)

Mjerodavna kombinacija:
 $1.35xI+1.35xII+1.05xIII+1.50xVI$
Med = -62.42 kNm
Ned = 0.00 kN
 $\epsilon b/\epsilon a = -3.500/18.098$ ‰
Ag2 = 9.61 cm²/m
Ad2 = 0.00 cm²/m

Točka 7

$X=11.20$ m; $Y=27.00$ m; $Z=5.20$ m

Pravac 1: ($\alpha=0^\circ$)

Mjerodavna kombinacija:
 $1.35xI+1.35xII+1.50xIII$
Med = 21.59 kNm
Ned = 0.00 kN
 $\epsilon b/\epsilon a = -1.601/20.000$ ‰
Ag1 = 0.00 cm²/m
Ad1 = 3.19 cm²/m

Pravac 2: ($\alpha=90^\circ$)

Mjerodavna kombinacija:
 $1.00xI+1.35xII+1.50xIV$
Med = 12.52 kNm
Ned = 0.00 kN
 $\epsilon b/\epsilon a = -1.143/20.000$ ‰
Ag2 = 0.00 cm²/m
Ad2 = 1.83 cm²/m

Točka 8

$X=9.00$ m; $Y=26.48$ m; $Z=5.20$ m

Pravac 1: ($\alpha=0^\circ$)

Mjerodavna kombinacija:
 $1.00xI+1.35xII+1.05xIII+1.50xVI$
Med = -1.99 kNm
Ned = 0.00 kN
 $\epsilon b/\epsilon a = -0.415/20.000$ ‰
Ag1 = 0.29 cm²/m
Ad1 = 0.00 cm²/m

Pravac 2: ($\alpha=90^\circ$)

Mjerodavna kombinacija:
 $1.35xI+1.35xII+1.05xIII+1.50xVI$
Med = 13.94 kNm
Ned = 0.00 kN
 $\epsilon b/\epsilon a = -1.219/20.000$ ‰
Ag2 = 0.00 cm²/m
Ad2 = 2.04 cm²/m

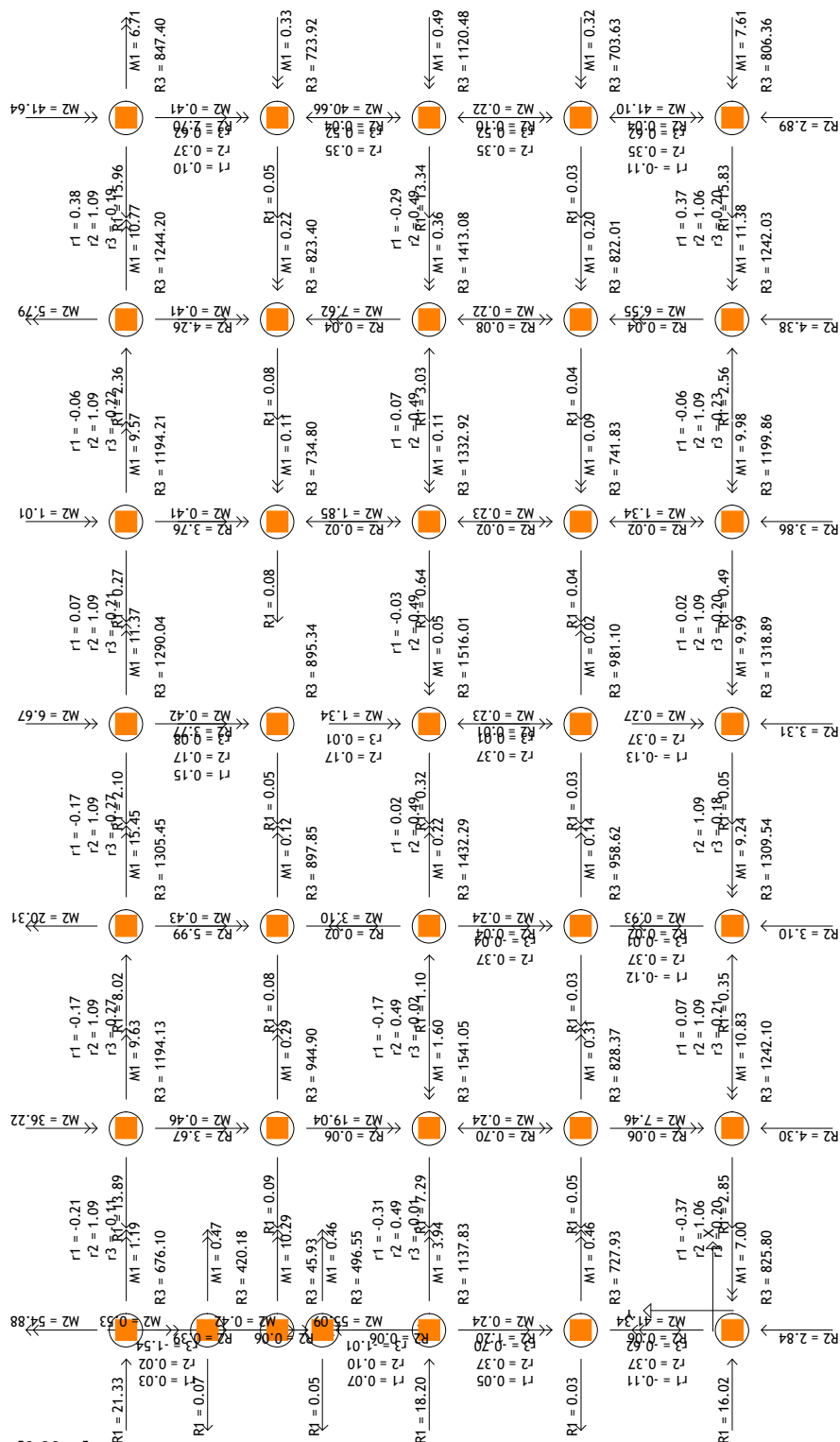


Temeljne čašice

UNUTARNJE SILE U STUPOVIMA ZA PRORAČUN TEMELJNIH ČAŠICA

- mjerodavni utjecaji na dnu stupa (vrh temeljne čašice)

Opt. 168: I+II

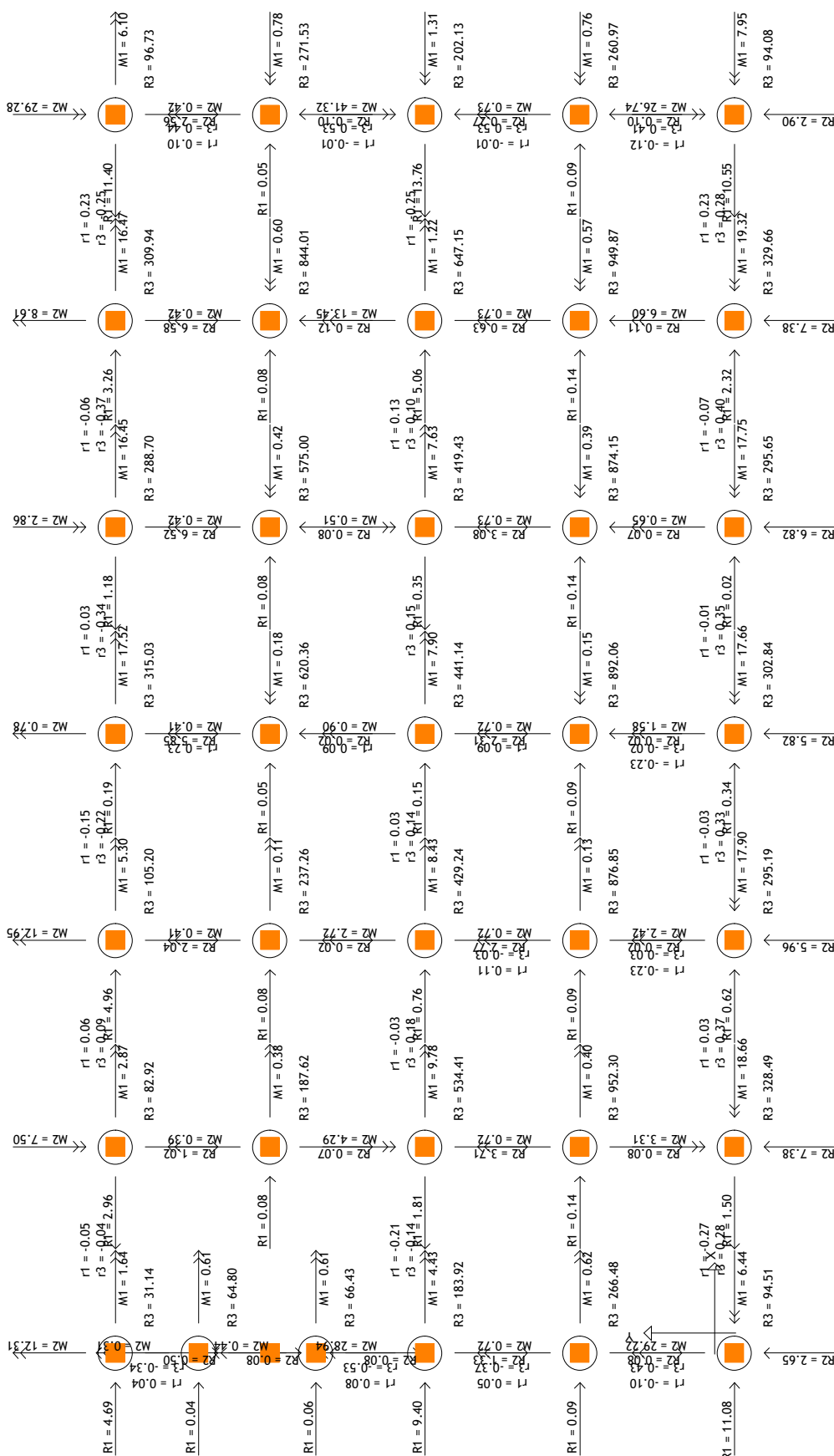


Nivo: kota vrha čašice [0.00 m]
Reakcije ležajeva



Temeljne čašice

Opt. 3: LL1

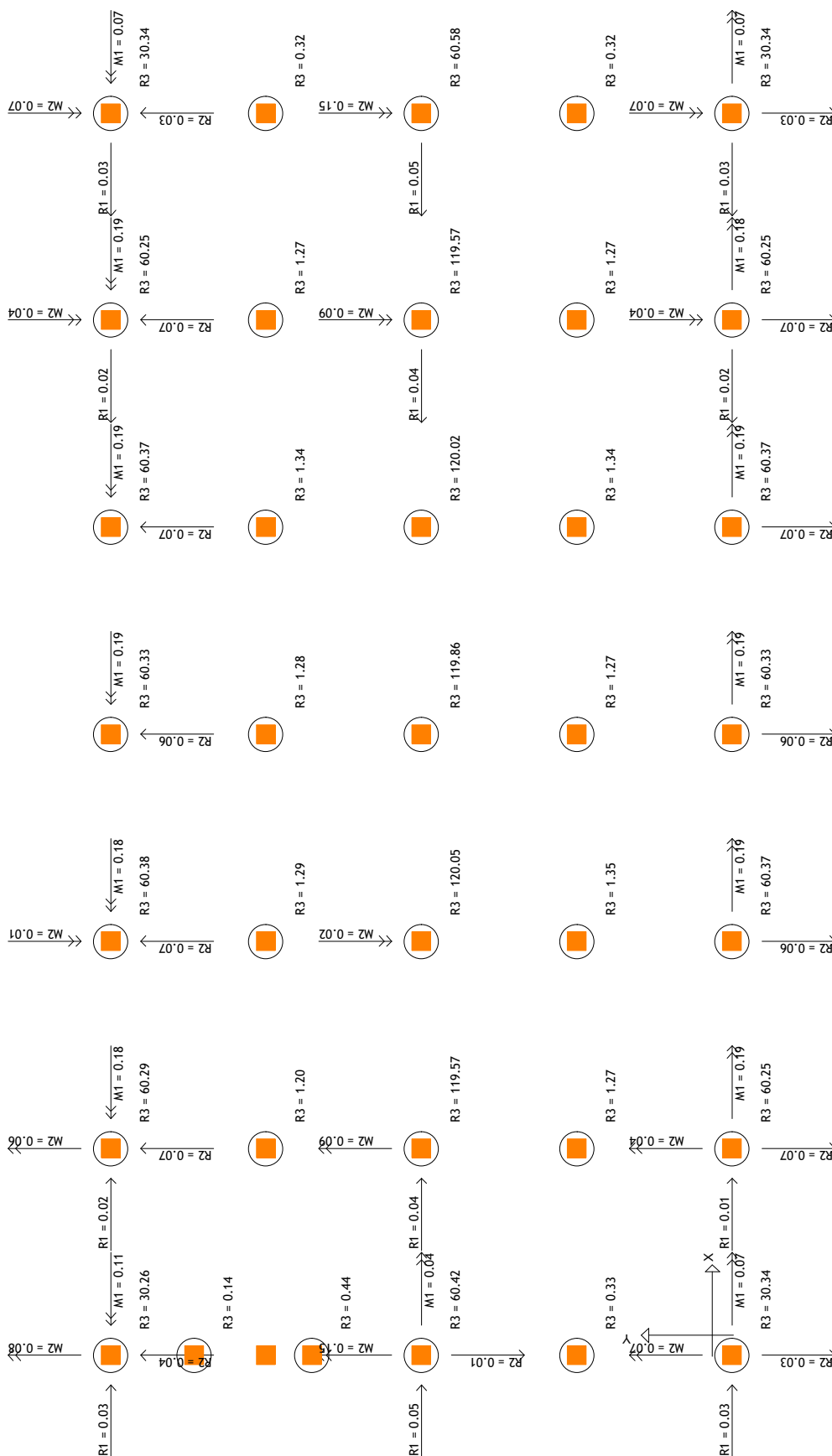


Nivo: kota vrha čašice [0.00 m]
Reakcije ležajeva



Temeljne čašice

Opt. 4: SN1

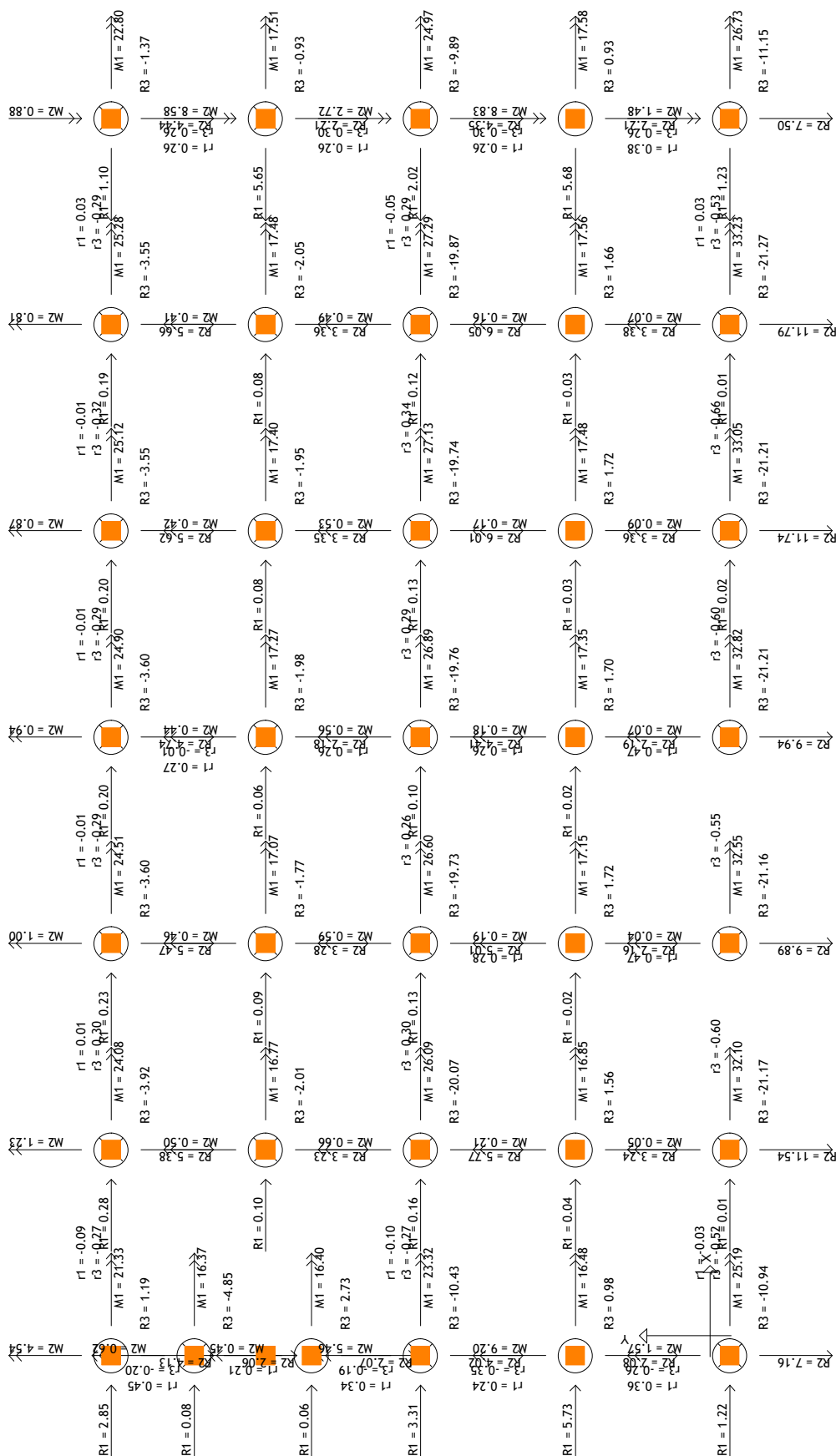


Nivo: kota vrha čašice [0.00 m]
Reakcije ležajeva



Temeljne čašice

Opt. 5: WIND Y+

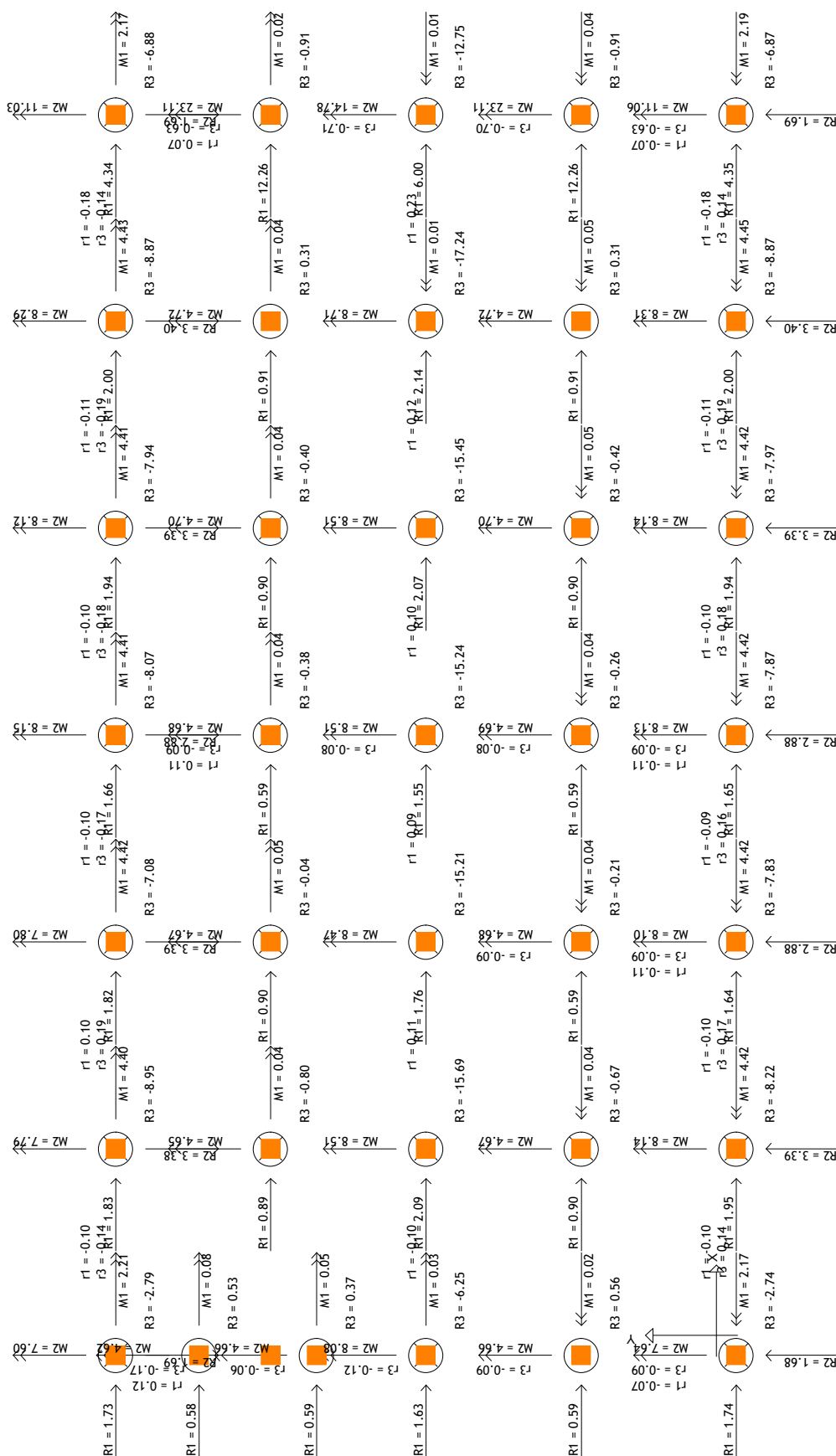


Nivo: kota vrha čašice [0.00 m]
Reakcije ležajeva



Temeljne čašice

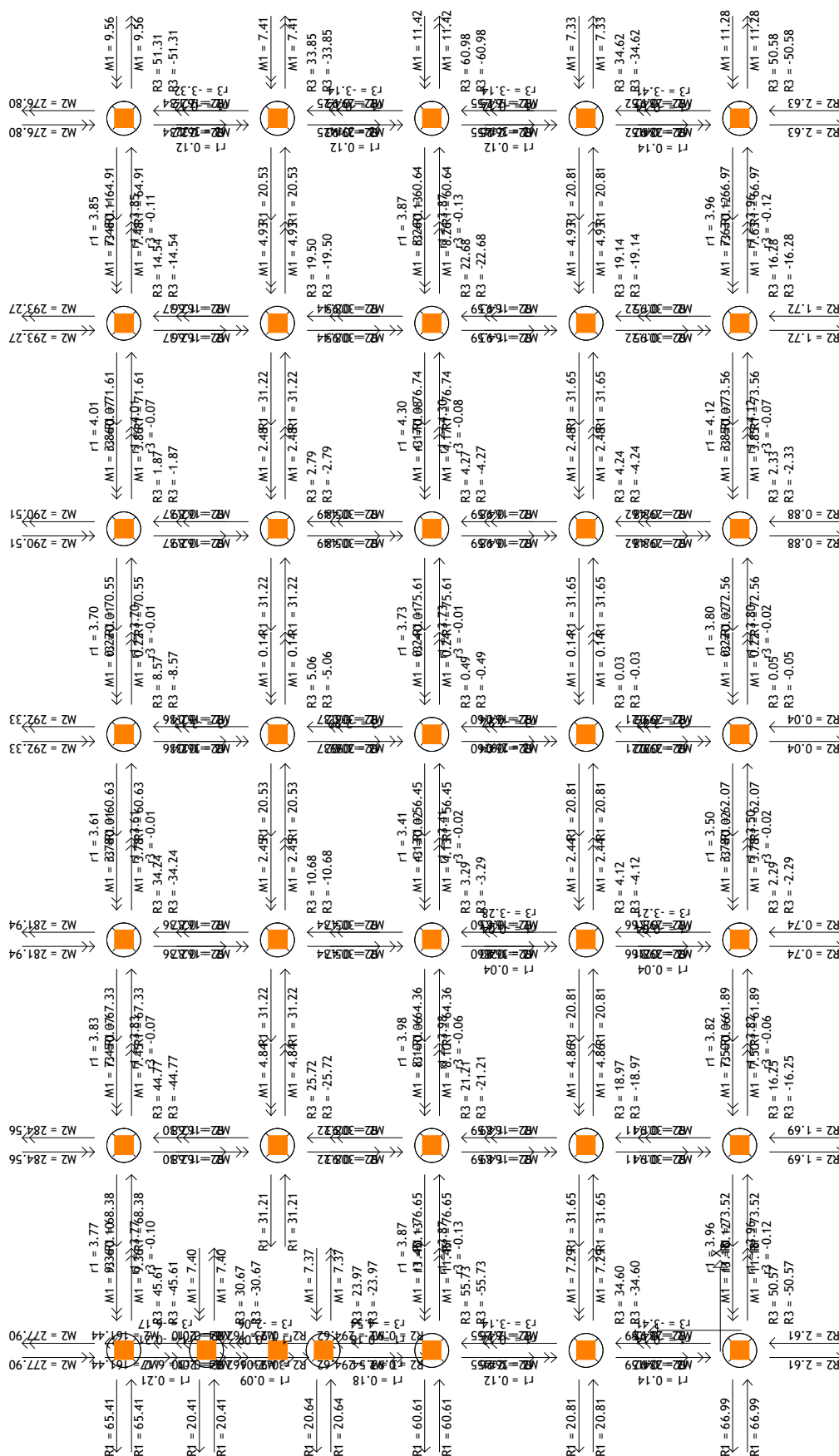
Opt. 7: WIND X+



Nivo: kota vrha čašice [0.00 m]
Reakcije ležajeva

Temeljne čašice

Opt. 9: SEI X



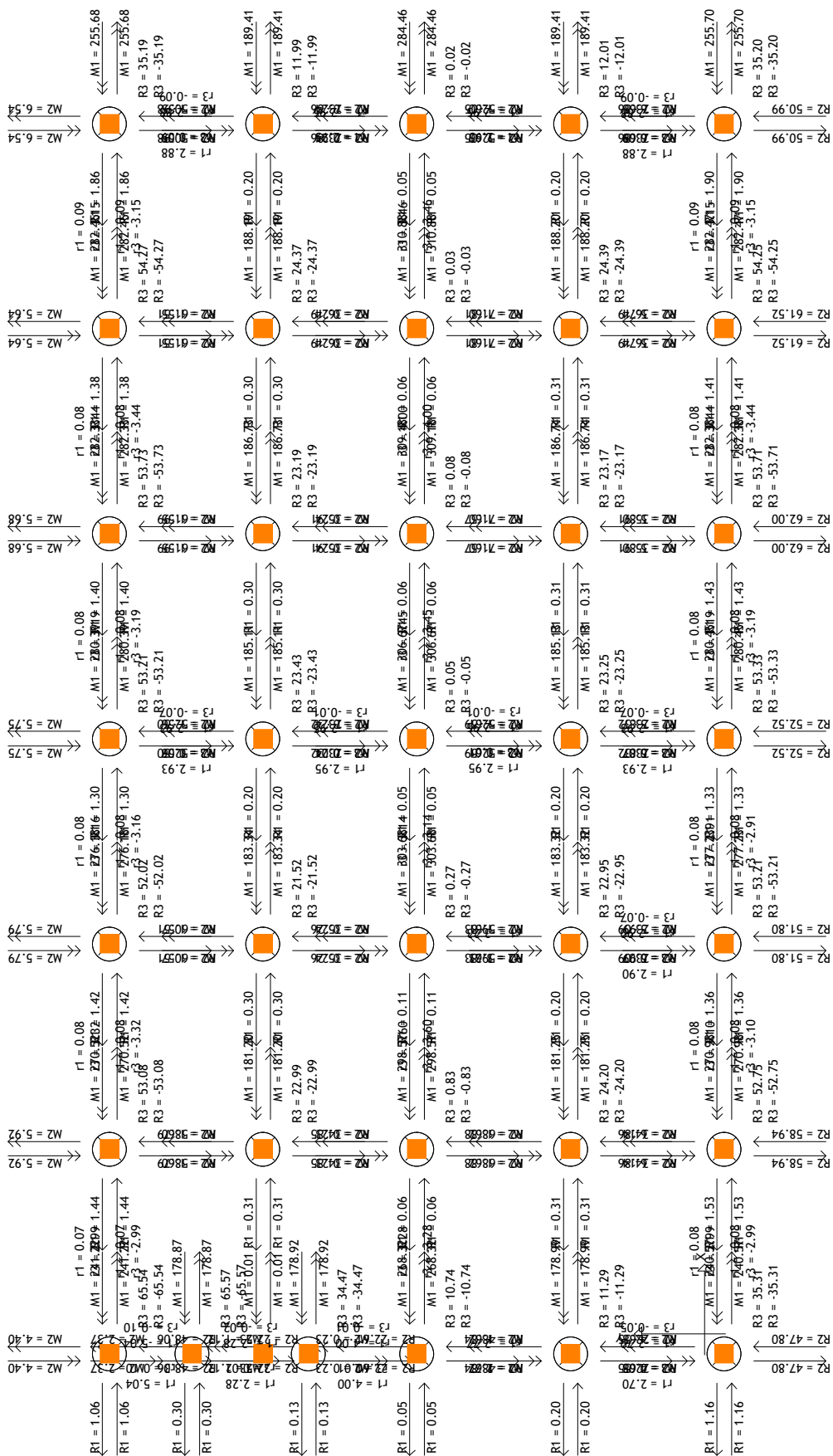
Nivo: kota vrha čašice [0.00 m]

Reakcije ležajeva



Temeljne čašice

Opt. 10: SEI Y



Nivo: kota vrha čašice [0.00 m]
Reakcije ležajeva

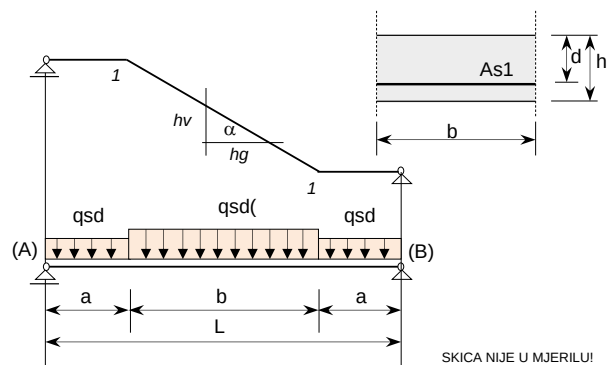


ARMIRANO BETONSKI STUBIŠNI KRAK

1. MATERIJAL

Razred betona:	C 25/30	
Karakter. tlačna čvrstoća	$f_{ck} =$	2,50 kN/cm ²
Računska tlačna čvrstoća	$f_{cd} =$	1,67 kN/cm ²
Karakter. posmična čvrstoća	$\tau_{Rd} =$	0,026 kN/cm ²
Građevinski čelik:	B500B	
Karakter. granica popuštanja	$f_{yk} =$	50,00 kN/cm ²
Računska granica popuštanja	$f_{yd} =$	43,48 kN/cm ²

EUROCODE



2. GEOMETRIJA PRESJEKA

Širina presjeka:	$b =$	100,00 cm
Visina presjeka:	$h =$	24,00 cm
Statička visina presjeka:	$d =$	21,50 cm
Dimenzije stuba:	$hg =$	33,00 cm
	$hv =$	17,00 cm
Nagib kraka:	$\cos \alpha =$	0,891
	$\alpha =$	27,00 °
Statički rasponi:	$a =$	1,45 m
	$b =$	4,00 m
	$L =$	6,90 m

3. ANALIZA OPTEREĆENJA

3.1. Stalno opterećenje - krak

- težina ploče		6,73 kN/m
- težina stuba		2,04 kN/m
- obloga stuba	2,0 cm	0,73 kN/m
- podgled - žbuka	1,0 cm	0,20 kN/m
	$g_k =$	9,70 kN/m

3.2. Stalno opterećenje - podest

- težina ploče		6,00 kN/m
- obloga	2,0 cm	0,48 kN/m
- arm.cem. estrih	3,0 cm	0,60 kN/m
- podgled - žbuka	1,0 cm	0,18 kN/m
	$g_p =$	7,26 kN/m
	$\Delta g =$	2,44 kN/m

3.3. Korisno opterećenje

- stambeno, uredi ...	$p =$	3,00 kN/m
-----------------------	-------	-----------

4. STATIČKI UTJECAJI

$R_{Ag} =$	29,93 kN	$R_{Bg} =$	29,93 kN	$M_g =$	55,18 kN
$R_{Ap} =$	10,35 kN	$R_{Bp} =$	10,35 kN	$M_p =$	17,85 kN

5. DIMENZIONIRANJE - (prema GSN)

Računski moment savijanja	$M_{sd} =$	101,27 kNcm
Bezdim. koeficijent savijanja	$\mu_{sd} =$	0,131
Bezdim. koeficijent graničnog momenta	$\mu_{Rd,lim} =$	0,316
UVJET: ($\mu_{sd} < \mu_{Rd,lim}$)	- nije potrebna tlačna armatura!	
očitano iz tablica:		
Koef. kraka unutarnjih sila	$\zeta =$	0,914
Koef. visine tlačne zone	$\xi =$	0,206
Deformacija vlačne armature	$\epsilon_{s1} =$	13,5 ‰
Deformacija betona	$\epsilon_{c2} =$	-3,5 ‰

Potrebna armatura:

Površina vlačne armature	$A_{s1} =$	11,85 cm ²
--------------------------	------------	-----------------------

Minimalna armatura (0,15%)	$A_{s1} =$	3,60 cm ²
----------------------------	------------	----------------------

Odabrana armatura (donja zona):

B500B	Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø18	Ø20	Ø22
e [cm]			12				
A_{s1} [cm ²]	12,83						

Usvojena armatura (razdjelna):

Asr Ø10mm / 20 cm	$Asr =$	3,95 cm ²
UVJET: $Asr > 20\% * A_{s1}$	ZADOVOLJAVA!	



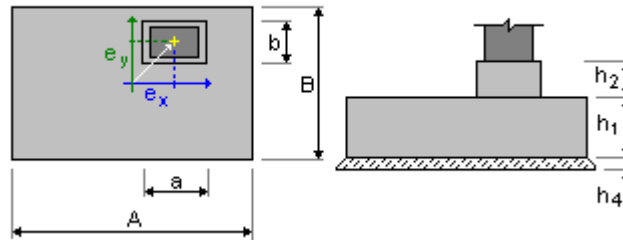
Spread footing: TS-1 _ 350x350 Number: 7

1.1 Basic data

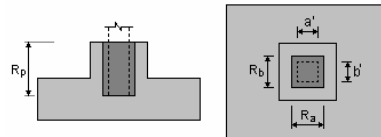
1.1.1 Assumptions

- Geotechnic calculations according to : EN 1997-1:2004/A1:2013
- Concrete calculations according to : EN 1992-1-1:2004/A1:2014
- Shape selection : without limits

1.1.2 Geometry:



A	= 3,50 (m)	a	= 1,15 (m)
B	= 3,50 (m)	b	= 1,15 (m)
h1	= 0,65 (m)	ex	= 0,00 (m)
h2	= 1,00 (m)	ey	= 0,00 (m)
h4	= 0,05 (m)		



a'	= 50,0 (cm)
b'	= 50,0 (cm)
Ra	= 70,0 (cm)
Rb	= 70,0 (cm)
Rp	= 100,0 (cm)
cnom1	= 6,0 (cm)
cnom2	= 6,0 (cm)
Cover deviations: Cdev = 1,0(cm), Cdur = 0,0(cm)	

1.1.3 Materials

- Concrete : C30/37; Characteristic strength = 30,00 MPa
Unit weight = 2501,36 (kG/m3)
Rectangular stress distribution [3.1.7(3)]
- Longitudinal reinforcement : type B500B Characteristic strength = 500,00 MPa
Ductility class: B
Horizontal branch of the stress-strain diagram
- Transversal reinforcement : type B500B Characteristic strength = 500,00 MPa
- Additional reinforcement: : type B500B Characteristic strength = 500,00 MPa



Respect-ing

1.1.4 Loads:

Foundation loads:

Case	Nature	Group	N (kN)	Fx (kN)	Fy (kN)	Mx (kN*m)	My (kN*m)	
DL1	dead load(Structural)	1	1413,08	0,00	0,00	0,00	0,00	
LL1	live load(Category B)	1	647,15	0,00	0,00	0,00	0,00	
SNOW1	snow(Snow H<1000 m above sea level)			1	119,57	0,00	0,00	0,00
0,00								
SEI1	seismic	1	0,00	0,00	115,71	308,44	0,00	
SEI2	seismic	1	0,00	107,84	0,00	0,00	310,85	

Backfill loads:

Case	Nature	Q1 (kN/m2)
------	--------	---------------

1.1.5 Combination list

1/	ULS A1 : 1.35DL1+1.50LL1+0.75SNOW1
2/	ULS A1 : 1.35DL1+1.50LL1
3/	ULS A1 : 1.35DL1
4/	ULS A1 : 1.00DL1+1.50LL1+0.75SNOW1
5/	ULS A1 : 1.00DL1+1.50LL1
6/	ULS A1 : 1.00DL1
7/	ULS A1 : 1.35DL1+1.05LL1+1.50SNOW1
8/	ULS A1 : 1.35DL1+1.50SNOW1
9/	ULS A1 : 1.00DL1+1.05LL1+1.50SNOW1
10/	ULS A1 : 1.00DL1+1.50SNOW1
11/	ULS A2 : 1.00DL1+1.30LL1+0.91SNOW1
12/	ULS A2 : 1.00DL1+1.30LL1
13/	ULS A2 : 1.00DL1
14/	ULS A2 : 1.00DL1+0.91LL1+1.30SNOW1
15/	ULS A2 : 1.00DL1+1.30SNOW1
16/	SLS : 1.00DL1+1.00LL1
17/	SLS : 1.00DL1
18/	SLS : 1.00DL1+1.00SNOW1
19/	SLS : 1.00DL1+1.00LL1+1.00SNOW1
20/*	ULS : 1.35DL1+1.50LL1+0.75SNOW1
21/*	ULS : 1.35DL1+1.50LL1
22/*	ULS : 1.35DL1
23/*	ULS : 1.00DL1+1.50LL1+0.75SNOW1
24/*	ULS : 1.00DL1+1.50LL1
25/*	ULS : 1.00DL1
26/*	ULS : 1.35DL1+1.05LL1+1.50SNOW1
27/*	ULS : 1.35DL1+1.50SNOW1
28/*	ULS : 1.00DL1+1.05LL1+1.50SNOW1
29/*	ULS : 1.00DL1+1.50SNOW1
30/*	SLS : 1.00DL1+1.00LL1+0.50SNOW1
31/*	SLS : 1.00DL1+1.00LL1
32/*	SLS : 1.00DL1
33/*	SLS : 1.00DL1+0.70LL1+1.00SNOW1
34/*	SLS : 1.00DL1+1.00SNOW1
35/*	SLS : 1.00DL1+0.50LL1
36/*	SLS : 1.00DL1+0.30LL1+0.20SNOW1
37/*	SLS : 1.00DL1+0.20SNOW1
38/*	SLS : 1.00DL1+0.30LL1
39/*	ALS : 1.00DL1+0.30LL1+1.00SEI1
40/*	ALS : 1.00DL1+0.30LL1+1.00SEI2
41/*	ALS : 1.00DL1
42/*	ALS : 1.00DL1+1.00SEI1
43/*	ALS : 1.00DL1+1.00SEI2
44/*	ALS : 1.00DL1+0.30LL1-1.00SEI1
45/*	ALS : 1.00DL1+0.30LL1-1.00SEI2
46/*	ALS : 1.00DL1-1.00SEI1
47/*	ALS : 1.00DL1-1.00SEI2
48/*	ALS : 1.00DL1+0.30LL1



Respect-ing

1.2 Geotechnical design

1.2.1 Assumptions

- Cohesion reduction coefficient: 0,00
 - Sliding with soil pressure considered: for X and Y directions
 - Conditions without drainage
 - Design approach: 1
A1 + M1 + R1
- $\gamma_{\phi'} = 1,00$
 $\gamma_{c'} = 1,00$
 $\gamma_{cu} = 1,00$
 $\gamma_{qu} = 1,00$
 $\gamma_{\gamma} = 1,00$
 $\gamma_{R,v} = 1,00$
 $\gamma_{R,h} = 1,00$
A2 + M2 + R1
- $\gamma_{\phi'} = 1,25$
 $\gamma_{c'} = 1,25$
 $\gamma_{cu} = 1,40$
 $\gamma_{qu} = 1,40$
 $\gamma_{\gamma} = 1,00$
 $\gamma_{R,v} = 1,00$
 $\gamma_{R,h} = 1,00$

1.2.2 Soil:

Soil level:	N_1	= 0,00 (m)
Column pier level:	N_a	= 0,00 (m)
Minimum reference level:	N_f	= -0,50 (m)

well graded gravels

- Soil level: 0.00 (m)
- Unit weight: 2243.38 (kG/m³)
- Unit weight of solid: 2702.25 (kG/m³)
- Internal friction angle: 42.0 (Deg)
- Cohesion: 0.00 (MPa)

1.2.3 Limit states

Stress calculations

Soil type under foundation: not layered
Design combination **ULS A1 : 1.35DL1+1.50LL1+0.75SNOW1**
Load factors: **1.35** * Foundation weight
1.35 * Soil weight
Calculation results: On the foundation level
Weight of foundation and soil over it: Gr = 632,02 (kN)
Design load:



Respect-ing

$$N_r = 3600,08 \text{ (kN)} \quad M_x = -0,00 \text{ (kN*m)} \quad M_y = 0,00 \text{ (kN*m)}$$

Allowable stress calculation method: Semi-empirical - stress limit

Load eccentricity:

$$|e_B| = 0,00 \text{ (m)} \quad |e_L| = 0,00 \text{ (m)}$$

Equivalent foundation dimensions:

$$B' = B - 2|e_B| = 3,50 \text{ (m)}$$

$$L' = L - 2|e_L| = 3,50 \text{ (m)}$$

$$q_u = 0,30 \text{ (MPa)}$$

$$p_{le}^* = 0,26 \text{ (MPa)}$$

$$D_e = D_{min} - d = 1,65 \text{ (m)}$$

$$k_p = 1,00$$

$$q'_0 = 0,04 \text{ (MPa)}$$

$$q_u = k_p * (p_{le}^*) + q'_0 = 0,30 \text{ (MPa)}$$

$$\text{Stress in soil:} \quad q_{ref} = 0,29 \text{ (MPa)}$$

$$\text{Safety factor: } q_{lim} / q_{ref} = 1,021 > 1$$

Uplift

Uplift in ULS

Design combination

Load factors:

Contact area:

ULS A1 : 1.00DL1

1.00 * Foundation weight

1.00 * Soil weight

$$s = 0,00$$

$$s_{lim} = 0,17$$

Sliding

Design combination

Load factors:

Weight of foundation and soil over it: $G_r = 468,17 \text{ (kN)}$

Design load:

$$N_r = 1881,25 \text{ (kN)} \quad M_x = -0,00 \text{ (kN*m)} \quad M_y = 0,00 \text{ (kN*m)}$$

Equivalent foundation dimensions: $A_{\perp} = 3,50 \text{ (m)}$ $B_{\perp} = 3,50 \text{ (m)}$

Sliding area: $12,25 \text{ (m}^2\text{)}$

Foundation/soil friction coefficient: $\tan(\delta_d) = 0,00$

Cohesion: $c_u = 0,00 \text{ (MPa)}$

Soil pressure considered:

$$H_x = 0,00 \text{ (kN)} \quad H_y = 0,00 \text{ (kN)}$$

$$P_{px} = 0,00 \text{ (kN)} \quad P_{py} = 0,00 \text{ (kN)}$$

$$P_{ax} = 0,00 \text{ (kN)} \quad P_{ay} = 0,00 \text{ (kN)}$$

Sliding force value $H_d = 0,00 \text{ (kN)}$

Value of force preventing foundation sliding:

$$\text{- On the foundation level: } R_d = 0,00 \text{ (kN)}$$

Stability for sliding: ∞

Average settlement



Respect-ing

Soil type under foundation: not layered

Design combination **SLS : 1.00DL1+1.00LL1+1.00SNOW1**

Load factors: **1.00** * Foundation weight

1.00 * Soil weight

Weight of foundation and soil over it: $G_r = 468,17$ (kN)

Average stress caused by design load: $q = 0,22$ (MPa)

Thickness of the actively settling soil: $z = 7,00$ (m)

Stress on the level z :

- Additional: $\sigma_{zd} = 0,02$ (MPa)

- Caused by soil weight: $\sigma_{z\gamma} = 0,19$ (MPa)

Settlement:

- Original $s' = 0,2$ (cm)

- Secondary $s'' = 0,0$ (cm)

- TOTAL $S = 0,2$ (cm) < $S_{adm} = 5,0$ (cm)

Safety factor: $22.15 > 1$

Settlement difference

Design combination **SLS : 1.00DL1+1.00LL1+1.00SNOW1**

Load factors: **1.00** * Foundation weight

1.00 * Soil weight

Settlement difference: $S = 0,0$ (cm) < $S_{adm} = 5,0$ (cm)

Safety factor: ∞

Rotation

About OX axis

Design combination **ULS A1 : 1.00DL1**

Load factors: **1.00** * Foundation weight

1.00 * Soil weight

Weight of foundation and soil over it: $G_r = 468,17$ (kN)

Design load:

$N_r = 1881,25$ (kN) $M_x = -0,00$ (kN*m) $M_y = 0,00$ (kN*m)

Stability moment: $M_{stab} = 3292,18$ (kN*m)

Rotation moment: $M_{renv} = 0,00$ (kN*m)

Stability for rotation: ∞

About OY axis

Design combination **ULS A1 : 1.00DL1**

Load factors: **1.00** * Foundation weight

1.00 * Soil weight

Weight of foundation and soil over it: $G_r = 468,17$ (kN)

Design load:

$N_r = 1881,25$ (kN) $M_x = -0,00$ (kN*m) $M_y = 0,00$ (kN*m)

Stability moment: $M_{stab} = 3292,18$ (kN*m)

Rotation moment: $M_{renv} = 0,00$ (kN*m)

Stability for rotation: ∞

1.3 RC design

1.3.1 Assumptions



Respect-ing

- Exposure : XC2
- Structure class : S3
- Coefficient of friction for pocket foundations [10.9.6.3] : 0.30

1.3.2 Analysis of punching and shear

Punching

Design combination	ULS : 1.35DL1+1.50LL1+0.75SNOW1		
Load factors:	1.35 * Foundation weight		
	1.35 * Soil weight		
Design load:			
Nr = 3600,08 (kN)	Mx = -0,00 (kN*m)	My = 0,00 (kN*m)	
Length of critical circumference:	5,64 (m)		
Punching force:	2373,29 (kN)		
Section effective height	heff = 0,58 (m)		
Reinforcement ratio:	$\rho = 0.20 \%$		
Shear stress:	0,72 (MPa)		
Admissible shear stress:	0,77 (MPa)		
Safety factor:	1.058 > 1		

1.3.3 Required reinforcement

Spread footing:

bottom:

$$\text{ULS : 1.35DL1+1.50LL1+0.75SNOW1}$$
$$My = 771,94 \text{ (kN*m)} \quad A_{sx} = 11,86 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

$$\text{ULS : 1.35DL1+1.50LL1+0.75SNOW1}$$
$$Mx = 771,94 \text{ (kN*m)} \quad A_{sy} = 11,86 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

$$A_{s \text{ min}} = 11,86 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

top:

$$A'_{sx} = 0,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$
$$A'_{sy} = 0,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

$$A_{s \text{ min}} = 0,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

Column pier:

Analysis of pockets with smooth surfaces [10.9.6.3]

Longitudinal reinforcement

$$Asx(mF_{1x}, mF_{2x}) = 2,49 \text{ (cm}^2\text{)}$$
$$Asy(mF_{1x}, mF_{2x}) = 1,14 \text{ (cm}^2\text{)}$$
$$Asx(\text{from bending analysis}) = 4,96 \text{ (cm}^2\text{)}$$
$$Asy(\text{from bending analysis}) = 8,27 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$Asx = 4,96 \text{ (cm}^2\text{)}$$
$$Asy = 8,27 \text{ (cm}^2\text{)}$$



Respect-ing

$$\begin{aligned}
 A_{\min.} &= 26,45 \text{ (cm}^2\text{)} \\
 A &= 2 * (A_{sx} + A_{sy}) \\
 A &= 26,45 \text{ (cm}^2\text{)}
 \end{aligned}$$

Transversal reinforcement

$$A_{sv} = A_{sv}(F_{1x}, F_{1y}) + A_{sv}(F_{2x}, F_{2y}) = 4,15 \text{ (cm}^2\text{)} + 4,15 \text{ (cm}^2\text{)} = 8,29 \text{ (cm}^2\text{)}$$

1.3.4 Provided reinforcement

Spread footing:

Bottom:

Along X axis:

$$21 \text{ B500B } 16 \quad l = 3,38 \text{ (m)} \quad e = 1 * -1,59 + 20 * 0,16$$

Along Y axis:

$$21 \text{ B500B } 16 \quad l = 3,38 \text{ (m)} \quad e = 1 * -1,59 + 20 * 0,16$$

Pier

Longitudinal reinforcement

Along X axis:

$$4 \text{ B500B } 12 \quad l = 6,94 \text{ (m)} \quad e = 1 * -0,47 + 3 * 0,31$$

Along Y axis:

$$3 \text{ B500B } 12 \quad l = 7,04 \text{ (m)} \quad e = 1 * -0,47 + 2 * 0,47$$

Transversal reinforcement

$$12 \text{ B500B } 12 \quad l = 2,44 \text{ (m)} \quad e = 1 * 0,68 + 2 * 0,24 + 1 * 0,18 + 2 * 0,11$$

$$12 \text{ B500B } 12 \quad l = 2,44 \text{ (m)} \quad e = 1 * 0,68 + 2 * 0,24 + 1 * 0,18 + 2 * 0,11$$

2 Material survey:

- Concrete volume = 61,57 (m3)
- Formwork = 118,93 (m2)
- Steel B500B
 - Total weight = 2237,73 (kG)
 - Density = 36,35 (kG/m3)
 - Average diameter = 14,3 (mm)
 - Survey according to diameters:

Diameter	Length (m)	Number of identical elements:
12	2,44	168
12	6,94	28
12	7,04	21
16	3,38	294



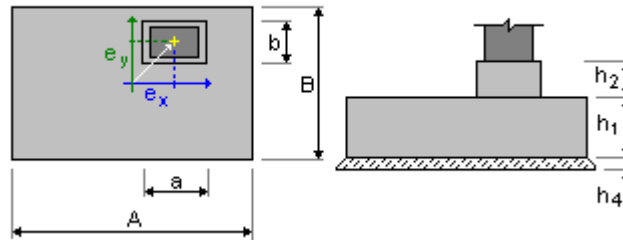
Spread footing: TS-2 _ 350x350 Number: 8

1.1 Basic data

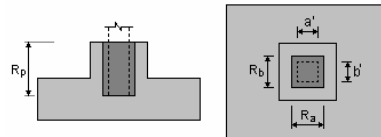
1.1.1 Assumptions

- Geotechnic calculations according to : EN 1997-1:2004/A1:2013
- Concrete calculations according to : EN 1992-1-1:2004/A1:2014
- Shape selection : without limits

1.1.2 Geometry:



A	= 3,50 (m)	a	= 1,15 (m)
B	= 3,50 (m)	b	= 1,15 (m)
h1	= 0,65 (m)	ex	= 0,00 (m)
h2	= 1,00 (m)	ey	= 0,00 (m)
h4	= 0,05 (m)		



a'	= 50,0 (cm)
b'	= 50,0 (cm)
Ra	= 70,0 (cm)
Rb	= 70,0 (cm)
Rp	= 100,0 (cm)
cnom1	= 6,0 (cm)
cnom2	= 6,0 (cm)
Cover deviations: Cdev = 1,0(cm), Cdur = 0,0(cm)	

1.1.3 Materials

- Concrete : C30/37; Characteristic strength = 30,00 MPa
Unit weight = 2501,36 (kg/m³)
Rectangular stress distribution [3.1.7(3)]
- Longitudinal reinforcement : type B500B Characteristic strength = 500,00 MPa
Ductility class: B
Horizontal branch of the stress-strain diagram
- Transversal reinforcement : type B500B Characteristic strength = 500,00 MPa
- Additional reinforcement: : type B500B Characteristic strength = 500,00 MPa



Respect-ing

1.1.4 Loads:

Foundation loads:

Case	Nature	Group	N (kN)	Fx (kN)	Fy (kN)	Mx (kN*m)	My (kN*m)
DL1	dead load(Structural)	1	822,01	0,00	0,00	0,00	0,00
LL1	live load(Category B)	1	949,87	0,00	0,00	0,00	0,00
SEI1	seismic	1	0,00	0,00	31,65	164,59	0,00
SEI2	seismic	1	0,00	36,19	0,00	0,00	188,20

Backfill loads:

Case	Nature	Q1 (kN/m2)
------	--------	---------------

1.1.5 Combination list

1/	ULS A1 : 1.35DL1+1.50LL1
2/	ULS A1 : 1.35DL1
3/	ULS A1 : 1.00DL1+1.50LL1
4/	ULS A1 : 1.00DL1
5/	ULS A2 : 1.00DL1+1.30LL1
6/	ULS A2 : 1.00DL1
7/	SLS : 1.00DL1+1.00LL1
8/	SLS : 1.00DL1
9/*	ULS : 1.35DL1+1.50LL1
10/*	ULS : 1.35DL1
11/*	ULS : 1.00DL1+1.50LL1
12/*	ULS : 1.00DL1
13/*	SLS : 1.00DL1+1.00LL1
14/*	SLS : 1.00DL1
15/*	SLS : 1.00DL1+0.50LL1
16/*	SLS : 1.00DL1+0.30LL1
17/*	ALS : 1.00DL1+0.30LL1+1.00SEI1
18/*	ALS : 1.00DL1+0.30LL1+1.00SEI2
19/*	ALS : 1.00DL1
20/*	ALS : 1.00DL1+1.00SEI1
21/*	ALS : 1.00DL1+1.00SEI2
22/*	ALS : 1.00DL1+0.30LL1-1.00SEI1
23/*	ALS : 1.00DL1+0.30LL1-1.00SEI2
24/*	ALS : 1.00DL1-1.00SEI1
25/*	ALS : 1.00DL1-1.00SEI2
26/*	ALS : 1.00DL1+0.30LL1

1.2 Geotechnical design

1.2.1 Assumptions

- Cohesion reduction coefficient: 0,00
- Sliding with soil pressure considered: for X and Y directions
- Design approach: 1
A1 + M1 + R1

$$\gamma_{\phi'} = 1,00$$

$$\gamma_{c'} = 1,00$$

$$\gamma_{cu} = 1,00$$

$$\gamma_{qu} = 1,00$$

$$\gamma_{\gamma} = 1,00$$

$$\gamma_{R,v} = 1,00$$

$$\gamma_{R,h} = 1,00$$



Respect-ing

A2 + M2 + R1

$\gamma_{\phi'}$ = 1,25

$\gamma_{c'}$ = 1,25

γ_{cu} = 1,40

γ_{qu} = 1,40

γ_{γ} = 1,00

$\gamma_{R,v}$ = 1,00

$\gamma_{R,h}$ = 1,00

1.2.2 Soil:

Soil level:	N_1	= 0,00 (m)
Column pier level:	N_a	= 0,00 (m)
Minimum reference level:	N_f	= -0,50 (m)

well graded gravels

- Soil level: 0.00 (m)
- Unit weight: 2243.38 (kG/m³)
- Unit weight of solid: 2702.25 (kG/m³)
- Internal friction angle: 42.0 (Deg)
- Cohesion: 0.00 (MPa)

1.2.3 Limit states

Stress calculations

Soil type under foundation: not layered

Design combination **ULS A1 : 1.35DL1+1.50LL1**

Load factors: **1.35** * Foundation weight

1.35 * Soil weight

Calculation results: On the foundation level

Weight of foundation and soil over it: Gr = 632,02 (kN)

Design load:

Nr = 3166,54 (kN) Mx = -0,00 (kN*m) My = 0,00 (kN*m)

Allowable stress calculation method: Semi-empirical - stress limit

Load eccentricity:

$|e_B| = 0,00$ (m) $|e_L| = 0,00$ (m)

Equivalent foundation dimensions:

$B' = B - 2|e_B| = 3,50$ (m)

$L' = L - 2|e_L| = 3,50$ (m)

$q_u = 0.30$ (MPa)

$p_{le*} = 0,26$ (MPa)

$D_e = D_{min} - d = 1,65$ (m)

$k_p = 1,00$

$q'_0 = 0,04$ (MPa)



Respect-ing

$$q_u = k_p * (p_{le}^*) + q'_{o} = 0,30 \text{ (MPa)}$$

Stress in soil: $q_{ref} = 0.26 \text{ (MPa)}$

Safety factor: $q_{lim} / q_{ref} = 1.161 > 1$

Uplift

Uplift in ULS

Design combination

Load factors:

Contact area:

ULS A1 : 1.00DL1

1.00 * Foundation weight

1.00 * Soil weight

s = 0,00

s_{lim} = 0,17

Sliding

Design combination

Load factors:

ULS A1 : 1.00DL1

1.00 * Foundation weight

1.00 * Soil weight

Weight of foundation and soil over it: Gr = 468,17 (kN)

Design load:

Nr = 1290,18 (kN) Mx = -0,00 (kN*m) My = 0,00 (kN*m)

Equivalent foundation dimensions: A_u = 3,50 (m) B_u = 3,50 (m)

Sliding area: 12,25 (m²)

Foundation/soil friction coefficient: tan(δd) = 0,00

Cohesion: c_u = 0.00 (MPa)

Soil pressure considered:

Hx = 0,00 (kN) Hy = 0,00 (kN)

Ppx = 0,00 (kN) Ppy = 0,00 (kN)

Pax = 0,00 (kN) Pay = 0,00 (kN)

Sliding force value Hd = 0,00 (kN)

Value of force preventing foundation sliding:

- On the foundation level: Rd = 0,00 (kN)

Stability for sliding: ∞

Average settlement

Soil type under foundation: not layered

Design combination

Load factors:

SLS : 1.00DL1+1.00LL1

1.00 * Foundation weight

1.00 * Soil weight

Weight of foundation and soil over it: Gr = 468,17 (kN)

Average stress caused by design load: q = 0,18 (MPa)

Thickness of the actively settling soil: z = 5,25 (m)

Stress on the level z:

- Additional: σ_{zd} = 0,03 (MPa)

- Caused by soil weight: σ_{zγ} = 0,15 (MPa)

Settlement:

- Original s' = 0,2 (cm)

- Secondary s'' = 0,0 (cm)

- TOTAL S = 0,2 (cm) < S_{adm} = 5,0 (cm)

Safety factor: 29.74 > 1

Settlement difference



Respect-ing

Design combination
Load factors:
SLS : 1.00DL1
1.00 * Foundation weight
1.00 * Soil weight
Settlement difference:
Safety factor: ∞
 $S = 0,0 \text{ (cm)} < S_{adm} = 5,0 \text{ (cm)}$

Rotation

About OX axis
Design combination
Load factors:
ULS A1 : 1.00DL1
1.00 * Foundation weight
1.00 * Soil weight
Weight of foundation and soil over it: $Gr = 468,17 \text{ (kN)}$
Design load:
 $Nr = 1290,18 \text{ (kN)}$ $Mx = -0,00 \text{ (kN*m)}$ $My = 0,00 \text{ (kN*m)}$
Stability moment: $M_{stab} = 2257,81 \text{ (kN*m)}$
Rotation moment: $M_{renv} = 0,00 \text{ (kN*m)}$
Stability for rotation: ∞

About OY axis
Design combination:
Load factors:
ULS A1 : 1.00DL1
1.00 * Foundation weight
1.00 * Soil weight
Weight of foundation and soil over it: $Gr = 468,17 \text{ (kN)}$
Design load:
 $Nr = 1290,18 \text{ (kN)}$ $Mx = -0,00 \text{ (kN*m)}$ $My = 0,00 \text{ (kN*m)}$
Stability moment: $M_{stab} = 2257,81 \text{ (kN*m)}$
Rotation moment: $M_{renv} = 0,00 \text{ (kN*m)}$
Stability for rotation: ∞

1.3 RC design

1.3.1 Assumptions

- Exposure : XC2
- Structure class : S3
- Coefficient of friction for pocket foundations [10.9.6.3] : 0.30

1.3.2 Analysis of punching and shear

Punching

Design combination
Load factors:
ULS : 1.35DL1+1.50LL1
1.35 * Foundation weight
1.35 * Soil weight
Design load:
 $Nr = 3166,54 \text{ (kN)}$ $Mx = -0,00 \text{ (kN*m)}$ $My = 0,00 \text{ (kN*m)}$
Length of critical circumference: 5,64 (m)
Punching force: 2026,62 (kN)
Section effective height $heff = 0,58 \text{ (m)}$



Respect-ing

Reinforcement ratio:	$\rho = 0.20 \%$
Shear stress:	0,62 (MPa)
Admissible shear stress:	0,77 (MPa)
Safety factor:	1.238 > 1

1.3.3 Required reinforcement

Spread footing:

bottom:

ULS : 1.35DL1+1.50LL1

$$M_y = 659,49 \text{ (kN*m)} \quad A_{sx} = 11,86 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

ULS : 1.35DL1+1.50LL1

$$M_x = 659,49 \text{ (kN*m)} \quad A_{sy} = 11,86 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

$$A_{s \text{ min}} = 11,86 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

top:

$$A'_{sx} = 0,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

$$A'_{sy} = 0,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

$$A_{s \text{ min}} = 0,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

Column pier:

Analysis of pockets with smooth surfaces [10.9.6.3]

Longitudinal reinforcement

$$Asx(mF_{1x}, mF_{2x}) = 1,33 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$Asy(mF_{1x}, mF_{2x}) = 0,79 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$Asx(\text{from bending analysis}) = 4,96 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$Asy(\text{from bending analysis}) = 8,27 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$Asx = 4,96 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$Asy = 8,27 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$A_{\text{min.}} = 26,45 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$A = 2 * (Asx + Asy)$$

$$A = 26,45 \text{ (cm}^2\text{)}$$

Transversal reinforcement

$$Asv = Asv(F_{1x}, F_{1y}) + Asv(F_{2x}, F_{2y}) = 2,22 \text{ (cm}^2\text{)} + 2,22 \text{ (cm}^2\text{)} = 4,44 \text{ (cm}^2\text{)}$$

1.3.4 Provided reinforcement

Spread footing:

Bottom:

Along X axis:

$$21 \text{ B500B } 16 \quad l = 3,38 \text{ (m)} \quad e = 1* -1,59 + 20*0,16$$

Along Y axis:

$$21 \text{ B500B } 16 \quad l = 3,38 \text{ (m)} \quad e = 1* -1,59 + 20*0,16$$



Respect-ing

Pier

Longitudinal reinforcement

Along X axis:

4 B500B 12 $l = 6,94 \text{ (m)}$ $e = 1 \cdot -0,47 + 3 \cdot 0,31$

Along Y axis:

3 B500B 12 $l = 7,04 \text{ (m)}$ $e = 1 \cdot -0,47 + 2 \cdot 0,47$

Transversal reinforcement

12 B500B 12 $l = 2,44 \text{ (m)}$ $e = 1 \cdot 0,68 + 2 \cdot 0,24 + 1 \cdot 0,18 + 2 \cdot 0,11$

12 B500B 12 $l = 2,44 \text{ (m)}$ $e = 1 \cdot 0,68 + 2 \cdot 0,24 + 1 \cdot 0,18 + 2 \cdot 0,11$

2 Material survey:

- Concrete volume = 70,36 (m3)
- Formwork = 135,92 (m2)
- Steel B500B
 - Total weight = 2557,41 (kG)
 - Density = 36,35 (kG/m3)
 - Average diameter = 14,3 (mm)
 - Survey according to diameters:

Diameter	Length (m)	Number of identical elements:
12	2,44	192
12	6,94	32
12	7,04	24
16	3,38	336



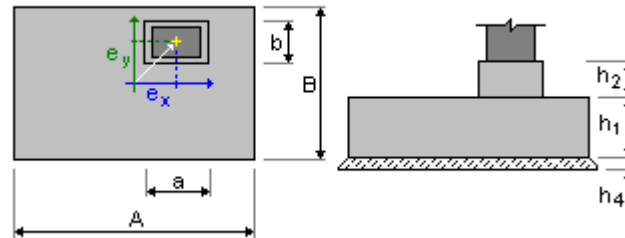
Spread footing: TS-3 _ 300x300 Number: 18

1.1 Basic data

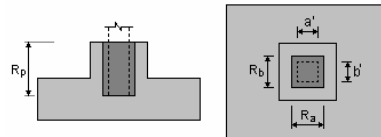
1.1.1 Assumptions

- Geotechnic calculations according to : EN 1997-1:2004/A1:2013
- Concrete calculations according to : EN 1992-1-1:2004/A1:2014
- Shape selection : without limits

1.1.2 Geometry:



A	= 3,00 (m)	a	= 1,15 (m)
B	= 3,00 (m)	b	= 1,15 (m)
h1	= 0,65 (m)	ex	= 0,00 (m)
h2	= 1,00 (m)	ey	= 0,00 (m)
h4	= 0,05 (m)		



a'	= 50,0 (cm)
b'	= 50,0 (cm)
Ra	= 70,0 (cm)
Rb	= 70,0 (cm)
Rp	= 100,0 (cm)
cnom1	= 6,0 (cm)
cnom2	= 6,0 (cm)
Cover deviations: Cdev = 1,0(cm), Cdur = 0,0(cm)	

1.1.3 Materials

- Concrete : C30/37; Characteristic strength = 30,00 MPa
Unit weight = 2501,36 (kG/m3)
Rectangular stress distribution [3.1.7(3)]
- Longitudinal reinforcement : type B500B Characteristic strength = 500,00 MPa
Ductility class: B
Horizontal branch of the stress-strain diagram
- Transversal reinforcement : type B500B Characteristic strength = 500,00 MPa
- Additional reinforcement: : type B500B Characteristic strength = 500,00 MPa



Respect-ing

1.1.4 Loads:

Foundation loads:

Case	Nature	Group	N (kN)	Fx (kN)	Fy (kN)	Mx (kN*m)	My (kN*m)	
DL1	dead load(Structural)	1	1242,03	0,00	0,00	0,00	0,00	
LL1	live load(Category B)	1	329,66	0,00	0,00	0,00	0,00	
SNOW1	snow(Snow H<1000 m above sea level)			1	60,25	0,00	0,00	0,00
0,00								
SEI1	seismic	1	110,92	0,00	0,00	301,22	0,00	
SEI2	seismic	1	92,38	0,00	0,00	282,47	0,00	

Backfill loads:

Case	Nature	Q1 (kN/m2)
------	--------	---------------

1.1.5 Combination list

1/	ULS A1 : 1.35DL1+1.50LL1+0.75SNOW1
2/	ULS A1 : 1.35DL1+1.50LL1
3/	ULS A1 : 1.35DL1
4/	ULS A1 : 1.00DL1+1.50LL1+0.75SNOW1
5/	ULS A1 : 1.00DL1+1.50LL1
6/	ULS A1 : 1.00DL1
7/	ULS A1 : 1.35DL1+1.05LL1+1.50SNOW1
8/	ULS A1 : 1.35DL1+1.50SNOW1
9/	ULS A1 : 1.00DL1+1.05LL1+1.50SNOW1
10/	ULS A1 : 1.00DL1+1.50SNOW1
11/	ULS A2 : 1.00DL1+1.30LL1+0.91SNOW1
12/	ULS A2 : 1.00DL1+1.30LL1
13/	ULS A2 : 1.00DL1
14/	ULS A2 : 1.00DL1+0.91LL1+1.30SNOW1
15/	ULS A2 : 1.00DL1+1.30SNOW1
16/	SLS : 1.00DL1+1.00LL1
17/	SLS : 1.00DL1
18/	SLS : 1.00DL1+1.00SNOW1
19/	SLS : 1.00DL1+1.00LL1+1.00SNOW1
20/*	ULS : 1.35DL1+1.50LL1+0.75SNOW1
21/*	ULS : 1.35DL1+1.50LL1
22/*	ULS : 1.35DL1
23/*	ULS : 1.00DL1+1.50LL1+0.75SNOW1
24/*	ULS : 1.00DL1+1.50LL1
25/*	ULS : 1.00DL1
26/*	ULS : 1.35DL1+1.05LL1+1.50SNOW1
27/*	ULS : 1.35DL1+1.50SNOW1
28/*	ULS : 1.00DL1+1.05LL1+1.50SNOW1
29/*	ULS : 1.00DL1+1.50SNOW1
30/*	SLS : 1.00DL1+1.00LL1+0.50SNOW1
31/*	SLS : 1.00DL1+1.00LL1
32/*	SLS : 1.00DL1
33/*	SLS : 1.00DL1+0.70LL1+1.00SNOW1
34/*	SLS : 1.00DL1+1.00SNOW1
35/*	SLS : 1.00DL1+0.50LL1
36/*	SLS : 1.00DL1+0.30LL1+0.20SNOW1
37/*	SLS : 1.00DL1+0.20SNOW1
38/*	SLS : 1.00DL1+0.30LL1
39/*	ALS : 1.00DL1+0.30LL1+1.00SEI1
40/*	ALS : 1.00DL1+0.30LL1+1.00SEI2
41/*	ALS : 1.00DL1
42/*	ALS : 1.00DL1+1.00SEI1
43/*	ALS : 1.00DL1+1.00SEI2
44/*	ALS : 1.00DL1+0.30LL1-1.00SEI1
45/*	ALS : 1.00DL1+0.30LL1-1.00SEI2
46/*	ALS : 1.00DL1-1.00SEI1
47/*	ALS : 1.00DL1-1.00SEI2
48/*	ALS : 1.00DL1+0.30LL1



Respect-ing

1.2 Geotechnical design

1.2.1 Assumptions

- Cohesion reduction coefficient: 0,00
 - Smooth precast foundation 6.5.3(10)
 - Sliding with soil pressure considered: for X and Y directions
 - Design approach: 1
A1 + M1 + R1
- $\gamma_{\phi'} = 1,00$
 $\gamma_{c'} = 1,00$
 $\gamma_{cu} = 1,00$
 $\gamma_{qu} = 1,00$
 $\gamma_{\gamma} = 1,00$
 $\gamma_{R,v} = 1,00$
 $\gamma_{R,h} = 1,00$
A2 + M2 + R1
- $\gamma_{\phi'} = 1,25$
 $\gamma_{c'} = 1,25$
 $\gamma_{cu} = 1,40$
 $\gamma_{qu} = 1,40$
 $\gamma_{\gamma} = 1,00$
 $\gamma_{R,v} = 1,00$
 $\gamma_{R,h} = 1,00$

1.2.2 Soil:

Soil level:	N_1	= 0,00 (m)
Column pier level:	N_a	= 0,00 (m)
Minimum reference level:	N_f	= -0,50 (m)

well graded gravels

- Soil level: 0.00 (m)
- Unit weight: 2243.38 (kG/m³)
- Unit weight of solid: 2702.25 (kG/m³)
- Internal friction angle: 42.0 (Deg)
- Cohesion: 0.00 (MPa)

1.2.3 Limit states

Stress calculations

Soil type under foundation: not layered
Design combination **ULS A1 : 1.35DL1+1.50LL1+0.75SNOW1**
Load factors: **1.35** * Foundation weight
1.35 * Soil weight
Calculation results: On the foundation level



Respect-ing

Weight of foundation and soil over it: $G_r = 465,54$ (kN)

Design load:

$$N_r = 2681,96 \text{ (kN)} \quad M_x = -0,00 \text{ (kN*m)} \quad M_y = 0,00 \text{ (kN*m)}$$

Allowable stress calculation method: Semi-empirical - stress limit

Load eccentricity:

$$|e_B| = 0,00 \text{ (m)} \quad |e_L| = 0,00 \text{ (m)}$$

Equivalent foundation dimensions:

$$B' = B - 2|e_B| = 3,00 \text{ (m)}$$

$$L' = L - 2|e_L| = 3,00 \text{ (m)}$$

$$q_u = 0,30 \text{ (MPa)}$$

$$p_{le}^* = 0,26 \text{ (MPa)}$$

$$D_e = D_{min} - d = 1,65 \text{ (m)}$$

$$k_p = 1,00$$

$$q'_{o} = 0,04 \text{ (MPa)}$$

$$q_u = k_p * (p_{le}^*) + q'_{o} = 0,30 \text{ (MPa)}$$

$$\text{Stress in soil: } q_{ref} = 0,30 \text{ (MPa)}$$

$$\text{Safety factor: } q_{lim} / q_{ref} = 1,007 > 1$$

Uplift

Uplift in ULS

Design combination

Load factors:

Contact area:

ULS A1 : 1.00DL1

1.00 * Foundation weight

1.00 * Soil weight

$$s = 0,00$$

$$s_{lim} = 0,17$$

Sliding

Design combination

Load factors:

ULS A1 : 1.00DL1

1.00 * Foundation weight

1.00 * Soil weight

Weight of foundation and soil over it: $G_r = 344,85$ (kN)

Design load:

$$N_r = 1586,88 \text{ (kN)} \quad M_x = -0,00 \text{ (kN*m)} \quad M_y = 0,00 \text{ (kN*m)}$$

Equivalent foundation dimensions: $A_{\perp} = 3,00$ (m) $B_{\perp} = 3,00$ (m)

Sliding area: $9,00$ (m²)

Foundation/soil friction coefficient: $\tan(\delta_d) = 0,00$

Cohesion: $c_u = 0,00$ (MPa)

Soil pressure considered:

$$H_x = 0,00 \text{ (kN)} \quad H_y = 0,00 \text{ (kN)}$$

$$P_{px} = 0,00 \text{ (kN)} \quad P_{py} = 0,00 \text{ (kN)}$$

$$P_{ax} = 0,00 \text{ (kN)} \quad P_{ay} = 0,00 \text{ (kN)}$$

Sliding force value $H_d = 0,00$ (kN)

Value of force preventing foundation sliding:

$$\text{- On the foundation level: } R_d = 0,00 \text{ (kN)}$$

Stability for sliding: ∞



Respect-ing

Average settlement

Soil type under foundation: not layered

Design combination **SLS : 1.00DL1+1.00LL1+1.00SNOW1**

Load factors: **1.00** * Foundation weight

1.00 * Soil weight

Weight of foundation and soil over it: $G_r = 344,85$ (kN)

Average stress caused by design load: $q = 0,22$ (MPa)

Thickness of the actively settling soil: $z = 6,00$ (m)

Stress on the level z :

- Additional: $\sigma_{zd} = 0,02$ (MPa)

- Caused by soil weight: $\sigma_{z\gamma} = 0,17$ (MPa)

Settlement:

- Original $s' = 0,2$ (cm)

- Secondary $s'' = 0,0$ (cm)

- TOTAL $S = 0,2$ (cm) < $S_{adm} = 5,0$ (cm)

Safety factor: $25.35 > 1$

Settlement difference

Design combination **SLS : 1.00DL1+1.00LL1+1.00SNOW1**

Load factors: **1.00** * Foundation weight

1.00 * Soil weight

Settlement difference: $S = 0,0$ (cm) < $S_{adm} = 5,0$ (cm)

Safety factor: ∞

Rotation

About OX axis

Design combination **ULS A1 : 1.00DL1**

Load factors: **1.00** * Foundation weight

1.00 * Soil weight

Weight of foundation and soil over it: $G_r = 344,85$ (kN)

Design load:

$N_r = 1586,88$ (kN) $M_x = -0,00$ (kN*m) $M_y = 0,00$ (kN*m)

Stability moment: $M_{stab} = 2380,31$ (kN*m)

Rotation moment: $M_{renv} = 0,00$ (kN*m)

Stability for rotation: ∞

About OY axis

Design combination **ULS A1 : 1.00DL1**

Load factors: **1.00** * Foundation weight

1.00 * Soil weight

Weight of foundation and soil over it: $G_r = 344,85$ (kN)

Design load:

$N_r = 1586,88$ (kN) $M_x = -0,00$ (kN*m) $M_y = 0,00$ (kN*m)

Stability moment: $M_{stab} = 2380,31$ (kN*m)

Rotation moment: $M_{renv} = 0,00$ (kN*m)

Stability for rotation: ∞

1.3 RC design



Respect-ing

1.3.1 Assumptions

- Exposure : XC2
- Structure class : S3
- Coefficient of friction for pocket foundations [10.9.6.3] : 0.30

1.3.2 Analysis of punching and shear

Punching

Design combination	ULS : 1.35DL1+1.50LL1+0.75SNOW1		
Load factors:	1.35 * Foundation weight		
	1.35 * Soil weight		
Design load:			
Nr = 2681,96 (kN)	Mx = -0,00 (kN*m)	My = 0,00 (kN*m)	
Length of critical circumference:	4,92 (m)		
Punching force:	1761,64 (kN)		
Section effective height	heff = 0,58 (m)		
Reinforcement ratio:	$\rho = 0.20 \%$		
Shear stress:	0,62 (MPa)		
Admissible shear stress:	0,96 (MPa)		
Safety factor:	1.551 > 1		

1.3.3 Required reinforcement

Spread footing:

bottom:

$$\text{ULS : 1.35DL1+1.50LL1+0.75SNOW1}$$

$$My = 446,73 \text{ (kN*m)} \quad A_{sx} = 11,86 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

$$\text{ULS : 1.35DL1+1.50LL1+0.75SNOW1}$$

$$Mx = 446,73 \text{ (kN*m)} \quad A_{sy} = 11,86 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

$$A_{s \text{ min}} = 11,86 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

top:

$$A'_{sx} = 0,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

$$A'_{sy} = 0,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

$$A_{s \text{ min}} = 0,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

Column pier:

Analysis of pockets with smooth surfaces [10.9.6.3]

Longitudinal reinforcement

$$Asx(mF_{1x}, mF_{2x}) = 0,00 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$Asy(mF_{1x}, mF_{2x}) = 1,79 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$Asx(\text{from bending analysis}) = 4,96 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$Asy(\text{from bending analysis}) = 8,27 \text{ (cm}^2\text{)}$$



Respect-ing

$$\begin{aligned} A_{sx} &= 4,96 \text{ (cm}^2\text{)} \\ A_{sy} &= 8,27 \text{ (cm}^2\text{)} \\ A_{\min.} &= 26,45 \text{ (cm}^2\text{)} \\ A &= 2 * (A_{sx} + A_{sy}) \\ A &= 26,45 \text{ (cm}^2\text{)} \end{aligned}$$

Transversal reinforcement

$$A_{sv} = A_{sv}(F_{1x}, F_{1y}) + A_{sv}(F_{2x}, F_{2y}) = 2,98 \text{ (cm}^2\text{)} + 2,98 \text{ (cm}^2\text{)} = 5,96 \text{ (cm}^2\text{)}$$

1.3.4 Provided reinforcement

Spread footing:

Bottom:

Along X axis:

$$18 \text{ B500B } 16 \quad l = 2,88 \text{ (m)} \quad e = 1 * -1,35 + 17 * 0,16$$

Along Y axis:

$$18 \text{ B500B } 16 \quad l = 2,88 \text{ (m)} \quad e = 1 * -1,35 + 17 * 0,16$$

Pier

Longitudinal reinforcement

Along X axis:

$$4 \text{ B500B } 12 \quad l = 6,94 \text{ (m)} \quad e = 1 * -0,47 + 3 * 0,31$$

Along Y axis:

$$3 \text{ B500B } 12 \quad l = 7,04 \text{ (m)} \quad e = 1 * -0,47 + 2 * 0,47$$

Transversal reinforcement

$$12 \text{ B500B } 12 \quad l = 2,44 \text{ (m)} \quad e = 1 * 0,68 + 2 * 0,24 + 1 * 0,18 + 2 * 0,11$$

$$12 \text{ B500B } 12 \quad l = 2,44 \text{ (m)} \quad e = 1 * 0,68 + 2 * 0,24 + 1 * 0,18 + 2 * 0,11$$

2 Material survey:

- Concrete volume = 120,29 (m³)
- Formwork = 282,42 (m²)
- Steel B500B
 - Total weight = 4666,27 (kG)
 - Density = 38,79 (kG/m³)
 - Average diameter = 14,0 (mm)
 - Survey according to diameters:

Diameter	Length (m)	Number of identical elements:
12	2,44	432
12	6,94	72
12	7,04	54
16	2,88	648



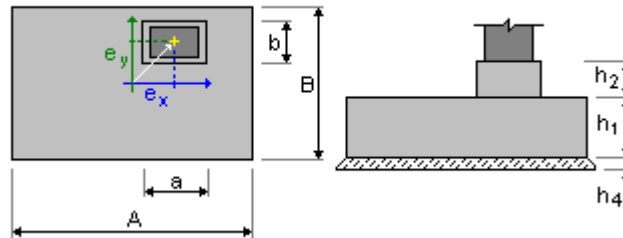
Spread footing: TS-4 _ 250x250 Number: 3

1.1 Basic data

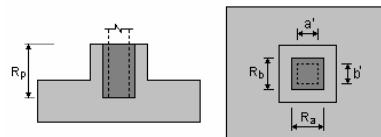
1.1.1 Assumptions

- Geotechnic calculations according to : EN 1997-1:2004/A1:2013
- Concrete calculations according to : EN 1992-1-1:2004/A1:2014
- Shape selection : without limits

1.1.2 Geometry:



A	= 2,00 (m)	a	= 1,15 (m)
B	= 2,00 (m)	b	= 1,15 (m)
h1	= 0,65 (m)	ex	= 0,00 (m)
h2	= 1,00 (m)	ey	= 0,00 (m)
h4	= 0,05 (m)		



a'	= 50,0 (cm)
b'	= 50,0 (cm)
Ra	= 70,0 (cm)
Rb	= 70,0 (cm)
Rp	= 100,0 (cm)
cnom1	= 6,0 (cm)
cnom2	= 6,0 (cm)
Cover deviations: Cdev = 1,0(cm), Cdur = 0,0(cm)	

1.1.3 Materials

- Concrete : C30/37; Characteristic strength = 30,00 MPa
Unit weight = 2501,36 (kG/m3)
Rectangular stress distribution [3.1.7(3)]
- Longitudinal reinforcement : type B500B Characteristic strength = 500,00 MPa
Ductility class: B
Horizontal branch of the stress-strain diagram
- Transversal reinforcement : type B500B Characteristic strength = 500,00 MPa
- Additional reinforcement: : type B500B Characteristic strength = 500,00 MPa



Respect-ing

1.1.4 Loads:

Foundation loads:

Case	Nature	Group	N (kN)	Fx (kN)	Fy (kN)	Mx (kN*m)	My (kN*m)
DL1	dead load(Structural)	1	676,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LL1	live load(Category B)	1	31,14	0,00	0,00	0,00	0,00
SEI1	seismic	1	0,00	0,00	99,38	277,90	0,00
SEI2	seismic	1	0,00	73,09	0,00	0,00	241,22

Backfill loads:

Case	Nature	Q1 (kN/m2)
------	--------	---------------

1.1.5 Combination list

1/	ULS A1 : 1.35DL1+1.50LL1
2/	ULS A1 : 1.35DL1
3/	ULS A1 : 1.00DL1+1.50LL1
4/	ULS A1 : 1.00DL1
5/	ULS A2 : 1.00DL1+1.30LL1
6/	ULS A2 : 1.00DL1
7/	SLS : 1.00DL1+1.00LL1
8/	SLS : 1.00DL1
9/*	ULS : 1.35DL1+1.50LL1
10/*	ULS : 1.35DL1
11/*	ULS : 1.00DL1+1.50LL1
12/*	ULS : 1.00DL1
13/*	SLS : 1.00DL1+1.00LL1
14/*	SLS : 1.00DL1
15/*	SLS : 1.00DL1+0.50LL1
16/*	SLS : 1.00DL1+0.30LL1
17/*	ALS : 1.00DL1+0.30LL1+1.00SEI1
18/*	ALS : 1.00DL1+0.30LL1+1.00SEI2
19/*	ALS : 1.00DL1
20/*	ALS : 1.00DL1+1.00SEI1
21/*	ALS : 1.00DL1+1.00SEI2
22/*	ALS : 1.00DL1+0.30LL1-1.00SEI1
23/*	ALS : 1.00DL1+0.30LL1-1.00SEI2
24/*	ALS : 1.00DL1-1.00SEI1
25/*	ALS : 1.00DL1-1.00SEI2
26/*	ALS : 1.00DL1+0.30LL1

1.2 Geotechnical design

1.2.1 Assumptions

- Cohesion reduction coefficient: 0,00
- Smooth precast foundation 6.5.3(10)
- Sliding with soil pressure considered: for X and Y directions
- Design approach: 1
A1 + M1 + R1

$$\gamma_{\phi'} = 1,00$$

$$\gamma_{c'} = 1,00$$

$$\gamma_{cu} = 1,00$$

$$\gamma_{qu} = 1,00$$

$$\gamma_{\gamma} = 1,00$$

$$\gamma_{R,v} = 1,00$$



Respect-ing

$\gamma_{R,h} = 1,00$
A2 + M2 + R1
 $\gamma_{\phi'} = 1,25$
 $\gamma_{c'} = 1,25$
 $\gamma_{cu} = 1,40$
 $\gamma_{qu} = 1,40$
 $\gamma_{\gamma} = 1,00$
 $\gamma_{R,v} = 1,00$
 $\gamma_{R,h} = 1,00$

1.2.2 Soil:

Soil level:	N_1	= 0,00 (m)
Column pier level:	N_a	= 0,00 (m)
Minimum reference level:	N_f	= -0,50 (m)

well graded gravels

- Soil level: 0.00 (m)
- Unit weight: 2243.38 (kG/m³)
- Unit weight of solid: 2702.25 (kG/m³)
- Internal friction angle: 42.0 (Deg)
- Cohesion: 0.00 (MPa)

1.2.3 Limit states

Stress calculations

Soil type under foundation: not layered
Design combination **ULS A1 : 1.35DL1+1.50LL1**
Load factors: **1.35** * Foundation weight
1.35 * Soil weight
Calculation results: On the foundation level
Weight of foundation and soil over it: Gr = 209,42 (kN)
Design load:
 $N_r = 1168,73$ (kN) $M_x = -0,00$ (kN*m) $M_y = 0,00$ (kN*m)

Allowable stress calculation method: Semi-empirical - stress limit

Load eccentricity:
 $|e_B| = 0,00$ (m) $|e_L| = 0,00$ (m)
Equivalent foundation dimensions:
 $B' = B - 2|e_B| = 2,00$ (m)
 $L' = L - 2|e_L| = 2,00$ (m)

$q_u = 0.30$ (MPa)

$p_{le}^* = 0,26$ (MPa)
 $D_e = D_{min} - d = 1,65$ (m)
 $k_p = 1,00$
 $q'_{0} = 0,04$ (MPa)



Respect-ing

$$q_u = k_p \cdot (p_{le}^*) + q'_{o} = 0,30 \text{ (MPa)}$$

Stress in soil: $q_{ref} = 0.29 \text{ (MPa)}$

$$\text{Safety factor: } q_{lim} / q_{ref} = 1.027 > 1$$

Uplift

Uplift in ULS

Design combination

ULS A1 : 1.00DL1

Load factors:

1.00 * Foundation weight

1.00 * Soil weight

Contact area:

$$s = 0,00$$

$$s_{lim} = 0,17$$

Sliding

Design combination

ULS A1 : 1.00DL1

Load factors:

1.00 * Foundation weight

1.00 * Soil weight

Weight of foundation and soil over it: $Gr = 155,12 \text{ (kN)}$

Design load:

$$Nr = 831,12 \text{ (kN)} \quad M_x = -0,00 \text{ (kN*m)} \quad M_y = 0,00 \text{ (kN*m)}$$

Equivalent foundation dimensions: $A_{-} = 2,00 \text{ (m)}$ $B_{-} = 2,00 \text{ (m)}$

Sliding area: $4,00 \text{ (m}^2\text{)}$

Foundation/soil friction coefficient: $\tan(\delta_d) = 0,00$

Cohesion: $c_u = 0.00 \text{ (MPa)}$

Soil pressure considered:

$$H_x = 0,00 \text{ (kN)} \quad H_y = 0,00 \text{ (kN)}$$

$$P_{px} = 0,00 \text{ (kN)} \quad P_{py} = 0,00 \text{ (kN)}$$

$$P_{ax} = 0,00 \text{ (kN)} \quad P_{ay} = 0,00 \text{ (kN)}$$

Sliding force value $H_d = 0,00 \text{ (kN)}$

Value of force preventing foundation sliding:

$$\text{- On the foundation level: } R_d = 0,00 \text{ (kN)}$$

Stability for sliding: ∞

Average settlement

Soil type under foundation: not layered

Design combination

SLS : 1.00DL1+1.00LL1

Load factors:

1.00 * Foundation weight

1.00 * Soil weight

Weight of foundation and soil over it: $Gr = 155,12 \text{ (kN)}$

Average stress caused by design load: $q = 0,22 \text{ (MPa)}$

Thickness of the actively settling soil: $z = 4,00 \text{ (m)}$

Stress on the level z:

$$\text{- Additional: } \sigma_{zd} = 0,02 \text{ (MPa)}$$

$$\text{- Caused by soil weight: } \sigma_{z\gamma} = 0,12 \text{ (MPa)}$$

Settlement:

$$\text{- Original } s' = 0,1 \text{ (cm)}$$

$$\text{- Secondary } s'' = 0,0 \text{ (cm)}$$

$$\text{- TOTAL } S = 0,1 \text{ (cm)} < S_{adm} = 5,0 \text{ (cm)}$$

$$\text{Safety factor: } 38.89 > 1$$



Respect-ing

Settlement difference

Design combination	SLS : 1.00DL1
Load factors:	1.00 * Foundation weight 1.00 * Soil weight
Settlement difference:	$S = 0,0 \text{ (cm)} < S_{adm} = 5,0 \text{ (cm)}$
Safety factor:	∞

Rotation

About OX axis

Design combination	ULS A1 : 1.00DL1
Load factors:	1.00 * Foundation weight 1.00 * Soil weight
Weight of foundation and soil over it:	$Gr = 155,12 \text{ (kN)}$
Design load:	
	$Nr = 831,12 \text{ (kN)} \quad Mx = -0,00 \text{ (kN*m)} \quad My = 0,00 \text{ (kN*m)}$
Stability moment:	$M_{stab} = 831,12 \text{ (kN*m)}$
Rotation moment:	$M_{renv} = 0,00 \text{ (kN*m)}$
Stability for rotation:	∞

About OY axis

Design combination:	ULS A1 : 1.00DL1
Load factors:	1.00 * Foundation weight 1.00 * Soil weight
Weight of foundation and soil over it:	$Gr = 155,12 \text{ (kN)}$
Design load:	
	$Nr = 831,12 \text{ (kN)} \quad Mx = -0,00 \text{ (kN*m)} \quad My = 0,00 \text{ (kN*m)}$
Stability moment:	$M_{stab} = 831,12 \text{ (kN*m)}$
Rotation moment:	$M_{renv} = 0,00 \text{ (kN*m)}$
Stability for rotation:	∞

1.3 RC design

1.3.1 Assumptions

- Exposure : XC2
- Structure class : S3
- Coefficient of friction for pocket foundations [10.9.6.3] : 0.30

1.3.2 Analysis of punching and shear

Punching

Design combination	ULS : 1.35DL1+1.50LL1
Load factors:	1.35 * Foundation weight 1.35 * Soil weight
Design load:	
	$Nr = 1168,73 \text{ (kN)} \quad Mx = -0,00 \text{ (kN*m)} \quad My = 0,00 \text{ (kN*m)}$
Length of critical circumference:	$4,19 \text{ (m)}$
Punching force:	$642,23 \text{ (kN)}$



Respect-ing

Section effective height	$h_{eff} = 0,58 \text{ (m)}$
Reinforcement ratio:	$\rho = 0.19 \%$
Shear stress:	$0,26 \text{ (MPa)}$
Admissible shear stress:	$1,28 \text{ (MPa)}$
Safety factor:	$4.831 > 1$

1.3.3 Required reinforcement

Spread footing:

bottom:

ALS : 1.00DL1+0.30LL1-1.00SEI2

$$M_y = 142,25 \text{ (kN*m)} \quad A_{sx} = 10,95 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

ULS : 1.35DL1+1.50LL1

$$M_x = 86,90 \text{ (kN*m)} \quad A_{sy} = 10,95 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

$$A_{s \text{ min}} = 10,95 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

top:

ALS : 1.00DL1+1.00SEI2

$$M_y = -10,51 \text{ (kN*m)} \quad A'_{sx} = 8,75 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

$$A'_{sy} = 0,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

$$A_{s \text{ min}} = 8,75 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

Column pier:

Analysis of pockets with smooth surfaces [10.9.6.3]

Longitudinal reinforcement

$$A_{sx}(mF_{1x}, mF_{2x}) = 1,87 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$A_{sy}(mF_{1x}, mF_{2x}) = 1,06 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$A_{sx}(\text{from bending analysis}) = 4,96 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$A_{sy}(\text{from bending analysis}) = 8,27 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$A_{sx} = 4,96 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$A_{sy} = 8,27 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$A_{\text{min.}} = 26,45 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$A = 2 * (A_{sx} + A_{sy})$$

$$A = 26,45 \text{ (cm}^2\text{)}$$

Transversal reinforcement

$$A_{sv} = A_{sv}(F_{1x}, F_{1y}) + A_{sv}(F_{2x}, F_{2y}) = 3,11 \text{ (cm}^2\text{)} + 3,11 \text{ (cm}^2\text{)} = 6,22 \text{ (cm}^2\text{)}$$

1.3.4 Provided reinforcement

Spread footing:

Bottom:



Respect-ing

Along X axis:

15 B500B 14 $l = 1,88 \text{ (m)}$ $e = 1 \cdot -0,83 + 14 \cdot 0,12$

Along Y axis:

15 B500B 14 $l = 1,88 \text{ (m)}$ $e = 1 \cdot -0,83 + 14 \cdot 0,12$

Top:

Along X axis:

23 B500B 10 $l = 1,88 \text{ (m)}$ $e = 1 \cdot -0,88 + 22 \cdot 0,08$

Along Y axis:

8 B500B 10 $l = 1,88 \text{ (m)}$ $e = 1 \cdot -0,87 + 7 \cdot 0,25$

Pier

Longitudinal reinforcement

Along X axis:

4 B500B 12 $l = 6,96 \text{ (m)}$ $e = 1 \cdot -0,47 + 3 \cdot 0,31$

Along Y axis:

3 B500B 12 $l = 7,06 \text{ (m)}$ $e = 1 \cdot -0,47 + 2 \cdot 0,47$

Transversal reinforcement

12 B500B 12 $l = 2,44 \text{ (m)}$ $e = 1 \cdot 0,68 + 2 \cdot 0,24 + 1 \cdot 0,18 + 2 \cdot 0,11$

12 B500B 12 $l = 2,44 \text{ (m)}$ $e = 1 \cdot 0,68 + 2 \cdot 0,24 + 1 \cdot 0,18 + 2 \cdot 0,11$

2 Material survey:

- Concrete volume = 6,87 (m3)
- Formwork = 26,18 (m2)
- Steel B500B
 - Total weight = 399,52 (kG)
 - Density = 58,20 (kG/m3)
 - Average diameter = 12,0 (mm)
 - Survey according to diameters:

Diameter	Length (m)	Number of identical elements:
10	1,88	62
12	2,44	48
12	6,96	8
12	7,06	6
14	1,88	60



SEKUNDARNI NOSAČ: SN-1

ANALIZA OPTEREĆENJA (sudjelujuća širina $e=3,15\text{m}$)

- | | | | |
|---|--------------------------------------|-----------|-----------|
| - | <u>DL1 – stalno opterećenje</u> | | |
| | • vlastita težina nosača | | računski |
| | • slojevi krova | 1,70x3,15 | 5,40 kN/m |
| - | <u>SN1 – promjenjivo opterećenje</u> | | |
| | • snijeg | 1,00x3,15 | 3,15 kN/m |

1. MATERIJALI I GEOMETRIJA:

1.1 BETON: C40/50

Karakteristična tlačna čvrstoća	: $f_{ck} = 40 \text{ MPa}$
Prosječna vlačna čvrstoća	: $f_{ctm} = 3.5 \text{ MPa}$
Elastični modul	: $E_{cm} = 33500 \text{ MPa}$

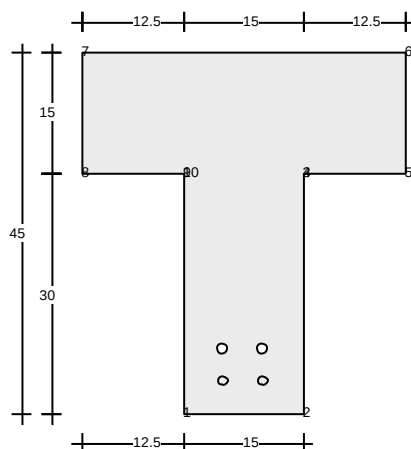
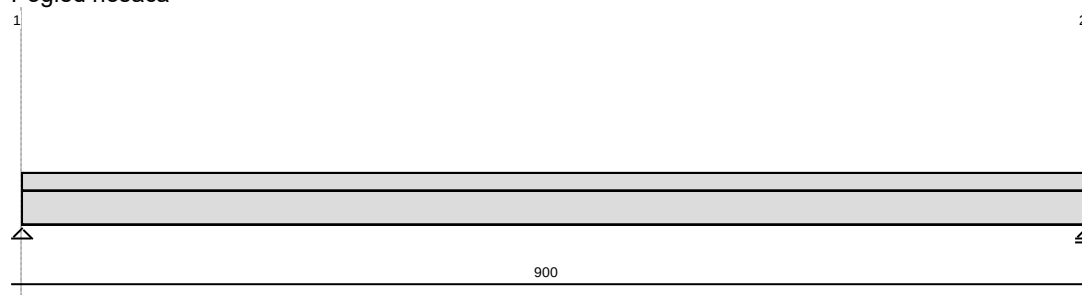
1.2 ČELIK ZA ARMIRANJE: S400/500

Karakteristična vlačna čvrstoća	: $f_{yk} = 400 \text{ MPa}$
Elastični modul	: $E_s = 200000 \text{ MPa}$

1.3 ČELIK ZA PREDNAPREZANJE: Y 1570/1770

Napon na granici elastičnosti	: $f_{p0.1k} = 1570 \text{ MPa}$
Karakteristična vlačna čvrstoća	: $f_{pk} = 1770 \text{ MPa}$
Elastični modul	: $E_p = 200000 \text{ MPa}$
Relaksacija	: razred 2

Pogled nosača



Presjeci nosača



Ukupna dužina nosača $L = 9$ m, nadvis lijevo: 0 m, desno: 0 m
Volumen nosača $V = 0.945$ m³, težina $G = V \cdot 25$ kN/m³ = 23.63 kN

1.4 Minimalni broj elemenata za prednapinjanje

- najmanje jedno uže sa sedam ili više žica (promjer žice ≥ 4 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

$d_g = 16$ mm - beton 0-16 mm, $\phi_k = 15$ mm

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

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

1.6 Zaštitni slojevi za meku armaturu

a) u zavisnosti od okoline - XC1 Suho ili trajno mokro / S4

$c_{min,dur} = 15$ mm

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

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

Šipke: $c_{l,min,b} = \phi_l = 14$ mm

Nominalni zaštitni slojevi

$c_{nom} = c_{min,dur} + \Delta c = 15 + 10 = 25$ mm

$c_{l,nom} = c_{nom} + \phi_w = 25 + 8 = 33$ mm

1.7 Zaštitni slojevi za zateznu armaturu

a) u zavisnosti od okoline - XC1 Suho ili trajno mokro / S4

$c_{p,min,dur} = 25$ mm

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

Užadi: $c_{p,min,b} = 2 \cdot \phi_k = 30$ mm

Nominalni zaštitni slojevi

$c_{p,nom} = c_{p,min,b} + \Delta c = 30 + 10 = 40$ 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	15	1.4	17.5	8	0	900	3	15	1.4	20	12	100	800
2	15	1.4	22.5	8	0	900							



1.9 Karakteristike presjeka

$$\alpha_e = E_s / E_c = 200000 / 33500 = 5.97$$

		A [m ²]	I [m ⁴]	z [m]
1/1	beton A _c	0.105	0.0018	0.279
1/2	neto A _{c,net}	0.1047	0.0017	0.279
1/3	ideal A _{ci}	0.1064	0.0018	0.276

2. OPTEREĆENJA (kN, kN/m, kNm, cm)

Stalno opterećenje - G

- g₁ : Q=2.63 kN/m'
- : Q=5.4 kN/m'

Korisno opterećenje - Q

- snijeg : Q=3.15 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 - Q _i			
- Promjenjivo	: 0.7	: 0.2	: 0

3. GUBITAK PREDNAPINJANJA

3.1 Početni pad napona

Početna relaksacija čelika

Unos zatezne sile u beton nakon 200 sata. $\sigma_{0,max} = 1350$ MPa

Relaksacijski razred 2

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

$$\mu = \sigma_p / f_{pk} = 1350 / 1770 = 0.76$$

$$\Delta\sigma_{pr,200} = 1350 \cdot 0.0128 = 17.29 \text{ MPa}$$

Elastično skupljanje betona

$$\Delta\sigma_{el} = \sigma_{c0} \times \alpha / (1 + \alpha\mu) = 9.39 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c0} = 0.6 / 0.105, \mu = 100 \times 4.2 / 1050$$

$$\sigma_{pm0} = 1323.32 \text{ MPa} \leq 1323.32 < 1327.5$$

3.2 Pad napona zbog vremenskih gubitaka - t=∞

$$\varepsilon_{cs}(t, to) \cdot E_p + 0.8 \cdot \Delta\sigma_{pr} + \alpha \cdot \varphi(t, to) \cdot (\sigma_{cg} + \sigma_{cp0})$$



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

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): N (32.5 R, 42.5 N)

Izračun u presjeku na L= 459 cm

Karakteristična srednja debljina presjeka: $d_{eff} = 2 \cdot A_c / u = 2 \cdot 105000 / 1700 = 124 \text{ mm}$

$$\varphi(t, t_0) = \varphi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0) \cdot \beta_e(t, t_0) = 2.01$$

$$\varphi_{RH} = 1.69, \beta(f_{cm}) = 2.42, \beta(t_0) = 0.49, \beta_e(t, t_0) = 1$$

$$\varepsilon_{cs} = \beta_{ds}(t, t_s) \cdot k_h \cdot \varepsilon_{cd,0} + \varepsilon_{ca} = 0.5\text{‰}$$

$$\beta_{ds}(t, t_s) = 1, k_h = 1, \varepsilon_{cd,0} = 0.43, \varepsilon_{ca} = 0.07, \beta_{RH} = 1.36$$

Puzanje $\varphi = 2.01$, skupljanje $\varepsilon = 0.5\text{‰}$

Relaksacijski razred 2

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

$$\mu = \sigma_p / f_{pk} = 1323.32 / 1770 = 0.75$$

$$\Delta\sigma_{pr,oo} = 1323.32 \cdot 0.0482 = 63.78 \text{ MPa}$$

Naponi zbog stalnog opterećenja

$$\sigma_{cg} = -M_s / I_{c_{net}} \cdot z_p = -8130.4 / 173737.4 \cdot 10 \cdot 27.9 = -13.06 \text{ MPa}$$

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

$$N_{p0} \sigma_{pm0} \cdot A_p = 1323.32 \cdot 4.2 \cdot 10^{-4} = 0.56 \text{ MN}$$

$$M_{p0} = N_{p0} \cdot z_p = 0.56 \cdot 27.9 = 15.52 \text{ MNcm}$$

$$\sigma_{cp0} = (0.56 / 1045.8 + 15.5 / 173737.4 \cdot 27.9) \cdot 10^4 = 30.27 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_{p,c+s+r} = \frac{0.0005 \cdot 200000 + 0.8 \cdot 63.78 + 5.97 \cdot 2.01 \cdot 17.201}{1 + 5.97 \cdot 4.2 / 1070.875 \cdot (1 + 1070.875 / 182201.69 \cdot 27.496^2) \cdot (1 + 0.8 \cdot 2.01)}$$

$$\Delta\sigma_{p,c+s+r} = 357.44 / 1.332 = 268.27 \text{ MPa}$$

$$\text{Konačan napon u } t=\infty \sigma_{pmoo} = \sigma_{pm0} - \Delta\sigma_{p,c+s+r} = 1055.05 \text{ MPa}$$

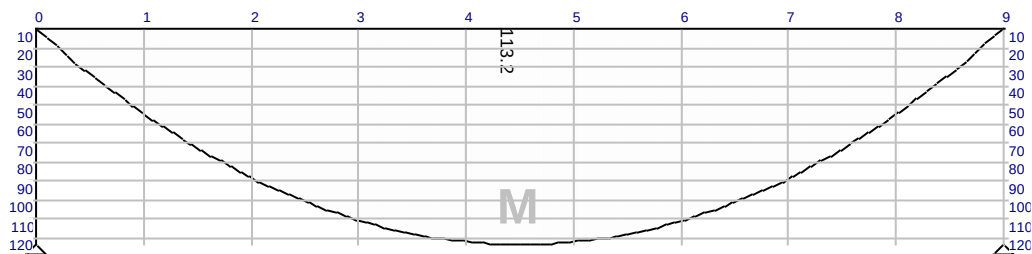
4. UNUTARNJE STATIČKE KOLIČINE

4.1 Granično stanje upotrebljivosti

Rijetka kombinacija - $|M_{max}| = 113.2 \text{ kNm}$, $L = 450 \text{ cm}$
Dominantno korisno opterećenje: Promjenjivo

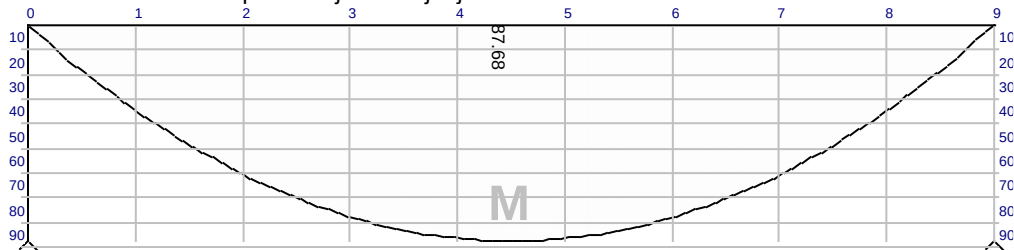


Respect-ing



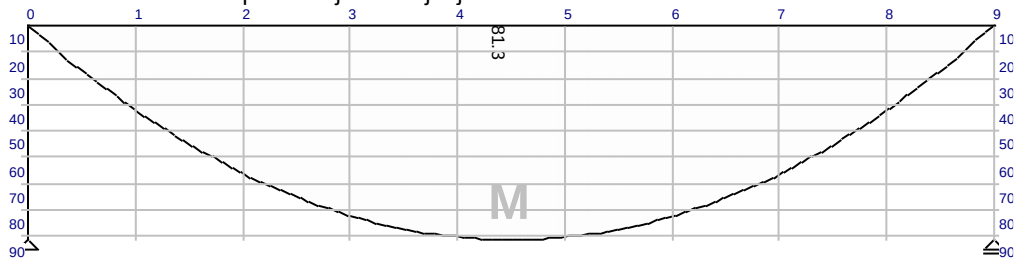
Česta kombinacija - $|M_{\max}|=87.68 \text{ kNm}$, $L=450 \text{ cm}$

Dominantno korisno opterećenje: Promjenjivo



Prividno stalna - $|M_{\max}|=81.3 \text{ kNm}$, $L=450 \text{ cm}$

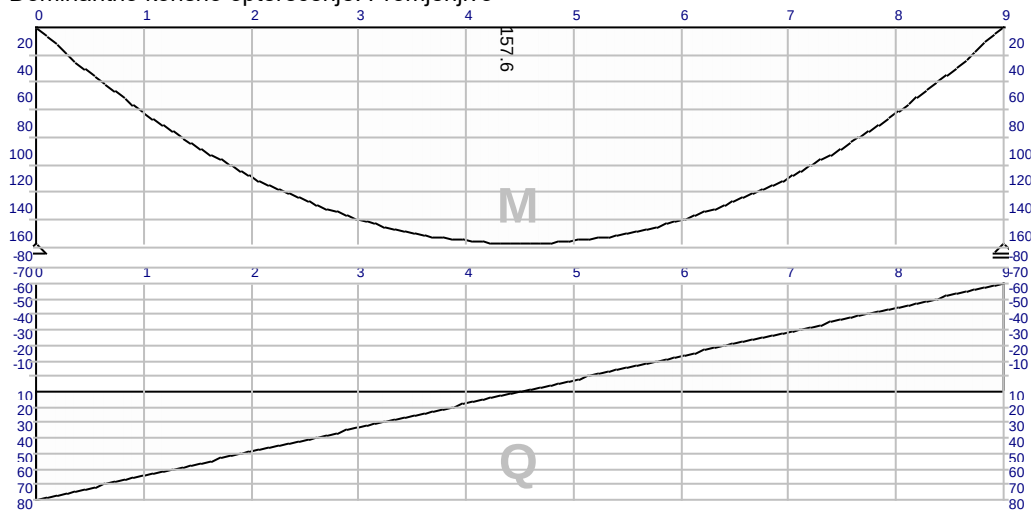
Dominantno korisno opterećenje: Promjenjivo



4.2 Granično stanje nosivosti - reducirane Q

$|M_{\max}|=157.6 \text{ kNm}$, $L=450 \text{ cm}$, $|Q_{\max}|=70.04 \text{ kN}$, $L=900 \text{ cm}$

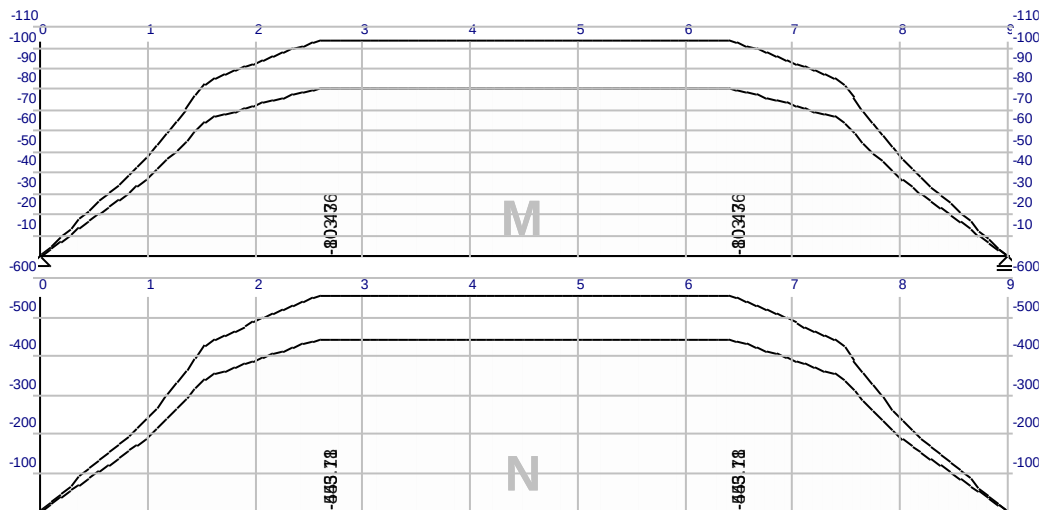
Dominantno korisno opterećenje: Promjenjivo



Utjecaji zbog prednapinjanja

Početno stanje - $t=0$ - $|M_{\max}|=103.37 \text{ kNm}$, $L=261 \text{ cm}$, $|N_{\max}|=555.79 \text{ kN}$, $L=639 \text{ cm}$

Konačno stanje - $t=\infty$ - $|M_{\max}|=80.48 \text{ kNm}$, $L=639 \text{ cm}$, $|N_{\max}|=443.12 \text{ kN}$, $L=639 \text{ cm}$



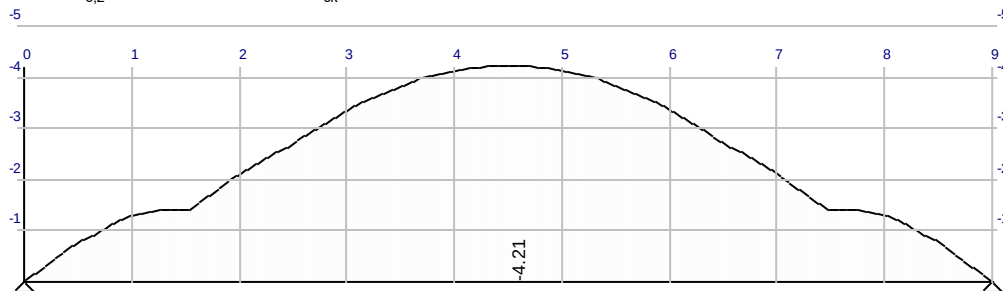
5. KONTROLA ZA GRANIČNO STANJE UPOTREBLJIVOSTI

5.1 Prividno stalni utjecaji - naponi u betonu

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

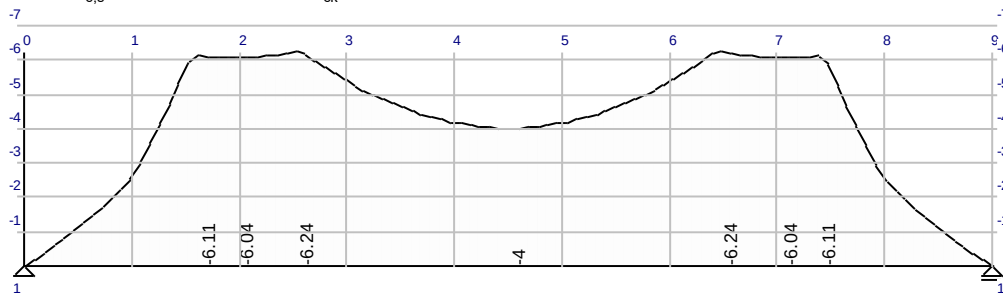
Naponi na gornjem rubu - L=450 cm

tlak - $\sigma_{c,z} = 4.22 \text{ MPa} < 0.45 \cdot f_{ck} = 0.45 \cdot 40 = 18 \text{ MPa}$



Naponi na donjem rubu - L=252 cm

tlak - $\sigma_{c,s} = 6.25 \text{ MPa} < 0.45 \cdot f_{ck} = 0.45 \cdot 40 = 18 \text{ MPa}$



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:

$$\sigma_{pm1} = \sigma_{pm0} - 0.3 \cdot \Delta\sigma_{p,c+s+r} = 1323.32 - 0.3 \cdot 268.27 = 1242.84 \text{ MPa}$$

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

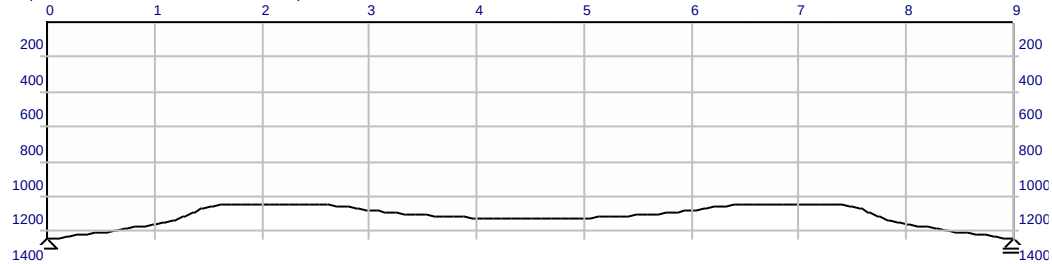
$$M_s = M_{Sd,red} + M_{p,oo} - N_{p,oo} \cdot (z_u - d_1)$$



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

Maksimalni napon u čeliku - $L=900$ cm

$$\sigma_p = 1242.84 \text{ MPa} < 0.75 \cdot f_{pk} = 0.75 \cdot 1770 = 1327.5 \text{ MPa}$$

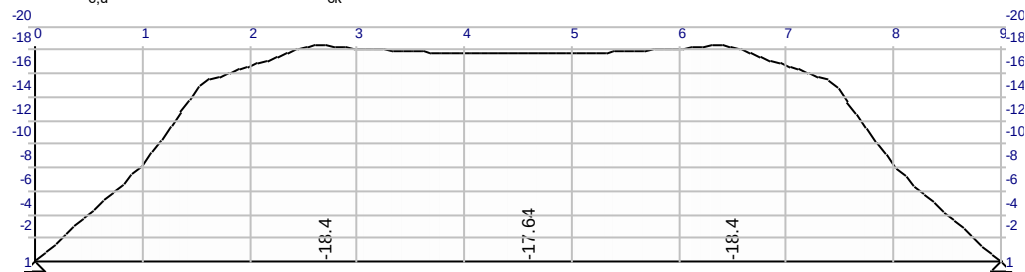


5.3 Vlastita težina i prednapinjanje $t=0$ - naponi u betonu

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

Naponi na donjem rubu - $L=261$ cm

$$\text{tlak} - \sigma_{c,u} = 18.41 \text{ MPa} < 0.6 \cdot f_{ck} = 0.6 \cdot 40 = 24 \text{ MPa}$$



6. PUKOTINE

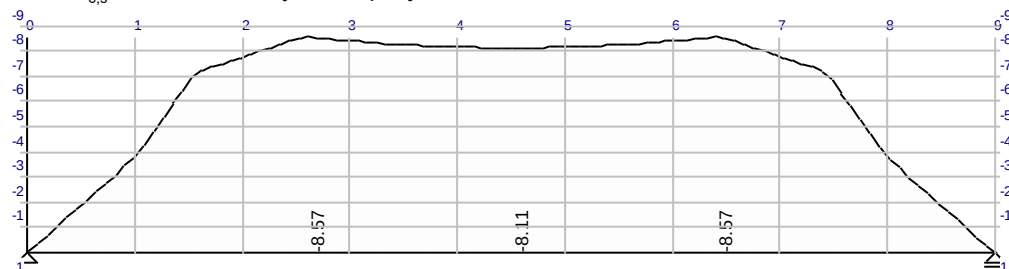
6.1 Minimalna površina armature - EC2 uvjet 7.3.2(4)

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 - $L=261$ cm

$$\text{tlak} - \sigma_{c,s} = 8.58 \text{ MPa} - \text{uvjet JE ispunjen}$$

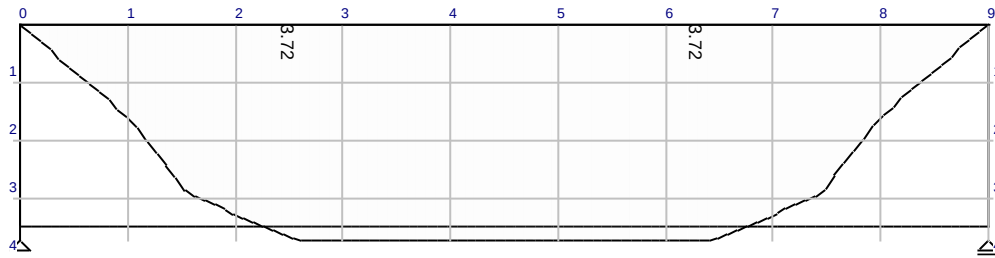


2. uvjet: napon u težištu betona zbog prednapinjanja

$$|\sigma_c| = |0.9 \cdot P_{m,t} / A_{ci}| \geq h \cdot f_{ct,eff} (\sigma_{cs}^*) \quad h \geq 1, \quad f_{ct,eff} = 3.5 \text{ MPa}$$

Napon u težištu - $L=261$ cm

$$|\sigma_c| = 3.72 \text{ MPa} > 3.5 \text{ MPa}, \quad |\sigma_c| / \sigma_{cs}^* = 3.72 / 3.5 = 1.06 - \text{uvjet JE ispunjen}$$



6.2 Kontrola pukotina bez neposrednog izračuna - EC2 7.3.3

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 - težište $A_p + A_s$ od gornjeg ruba, $r_{sup}=1,1$

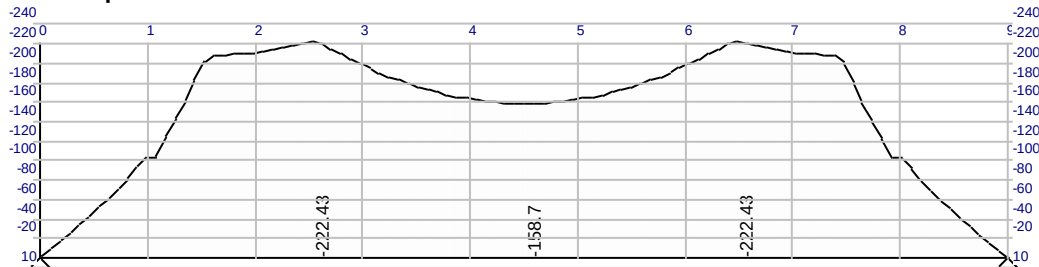
U gornjem dijelu presjeka nema armature!

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 - težište $A_p + A_s$ od donjeg ruba, $r_{inf}=0,9$

- nema pukotina



7. DUŽINA UVOĐENJA OSNE SILE - l_{bpd}

$$l_{bpd} = l_{pt2} + \alpha_2 \cdot \phi \cdot (\sigma_{pd} - \sigma_{pmoo}) / f_{bpd} = 104.4 \cdot \phi$$

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

$$f_{bpd} = \eta_{p2} \eta_1 f_{ctd}, \quad f_{bpt} = \eta_{p1} \eta_1 f_{ctd}, \quad f_{ctd} = 1.63 \text{ MPa}$$

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

$$\sigma_{pm0} = 1323.32, \quad \sigma_{pmoo} = 1055.05, \quad \sigma_{pd} = 1385.22 \text{ [MPa]}$$

Kontrola napona betona $f_{ctd} < f_{ctk,0.05} = 2.45 \text{ MPa}$
(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 $f_{ctk,0.05}$

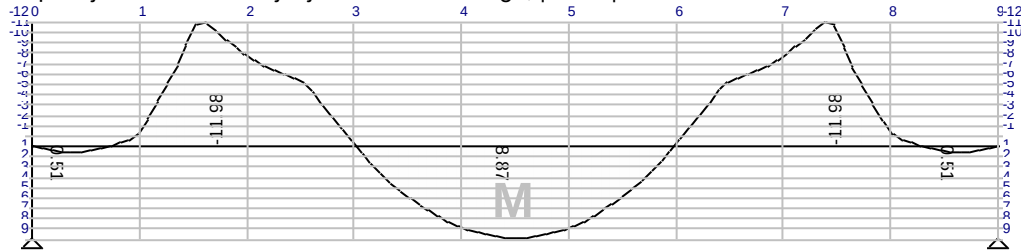
8. KONTROLA PROGIBA

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

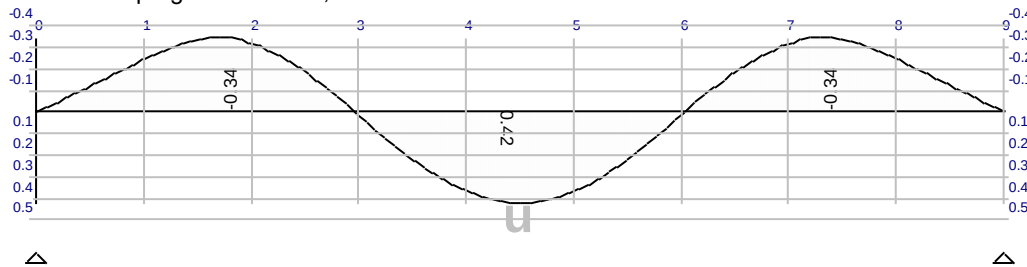


Izračun pomoću elastičnih uteza, $I_c = I_{ci}$, $E_{c,eff} = E_{cm}/(1+\phi_{oo}) = 33500/(1+2.01) = 11129.57 \text{ MPa}$
 Prednapinjanje: $r_{inf} = 0,9$

Pripadajući momenti savijanja za elastične utege, $|M_{max}| = 11.99 \text{ kNm}$



Maksimalni progib = 0.42 mm, $L=459 \text{ cm}$



9. KONTROLA ZA GRANIČNO STANJE NOSIVOSTI

Beton: C40/50

$$f_{cd} = f_{ck} \cdot \alpha / \gamma_c = 40 \cdot 1 / 1.5$$

Čelik za prednaprezanje: Y 1570/1770

$$f_{pd} = 0.9 \cdot f_{pk} / \gamma_s = 0.9 \cdot 1770 / 1.15$$

$$\epsilon_{pm} = \sigma_{pm} / E_p = 1055.05 / 200000$$

$$\Delta \epsilon_p = \epsilon_{p0.1k} - r_{inf} \cdot \epsilon_{pm} = 7.85 - 0.9 \cdot 5.28$$

$$\text{Faktor povećanja utjecaja } N_{M_{poo}} = f_{pd} / f_{pmoo} = 1385.22 / 1055.05 = 1.31$$

Armatura: S400/500

$$f_{yd} = \text{Min}(f_{yk}, E_s \cdot \epsilon_s) / \gamma_s = \text{Min}(400, 200 \cdot 4.27) / 1.15$$

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

$$f_{ck} = 40 \text{ MPa}$$

$$= 26.67 \text{ MPa}$$

$$f_{pk} = 1770 \text{ MPa}$$

$$= 1385.22 \text{ MPa}$$

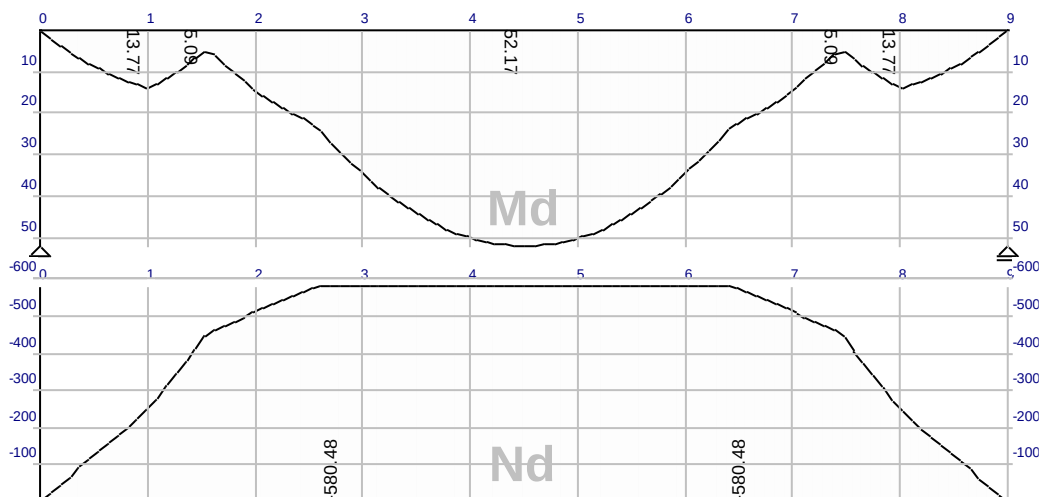
$$= 5.28 \text{ ‰}$$

$$= 3.1 \text{ ‰}$$

$$f_{yk} = 400 \text{ MPa}$$

$$= 347.83 \text{ MPa}$$

9.1 Dimenzioniranje za konačno stanje $t=\infty$



Vlačna armatura nije potrebna.



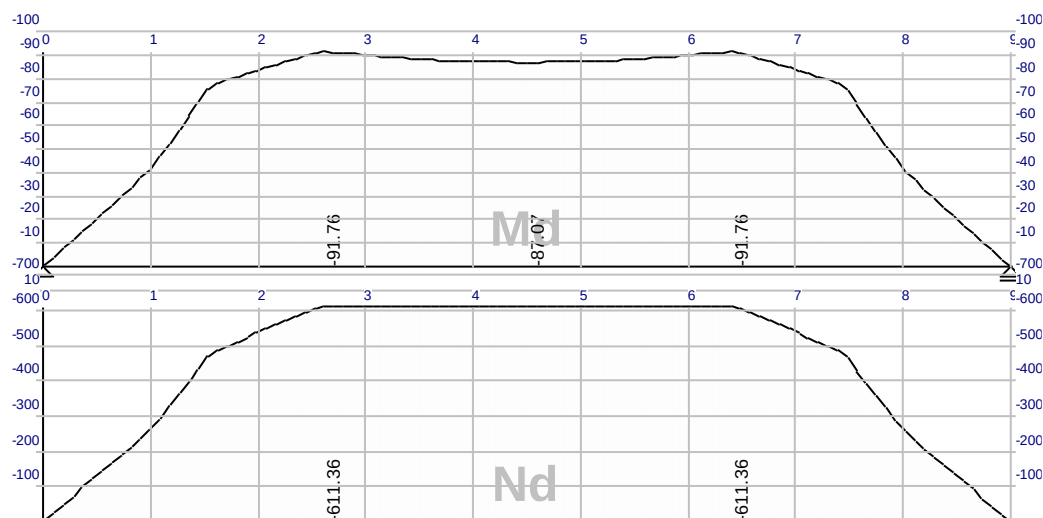
Respect-ing

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

$$\gamma_G = 1, \gamma_p = 1, r_{sup} = 1,1, f_{yd} = 347.83 \text{ MPa}$$

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

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



Vlačna armatura nije potrebna.

9.3 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	17.5	4	0	900	2	14	1.54	22.5	4	0	900

10. KONTROLA POSMIKA - EC2(6.2)

10.1 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°

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

$$f_{ck} = 40 \text{ MPa - C40/50}$$

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

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

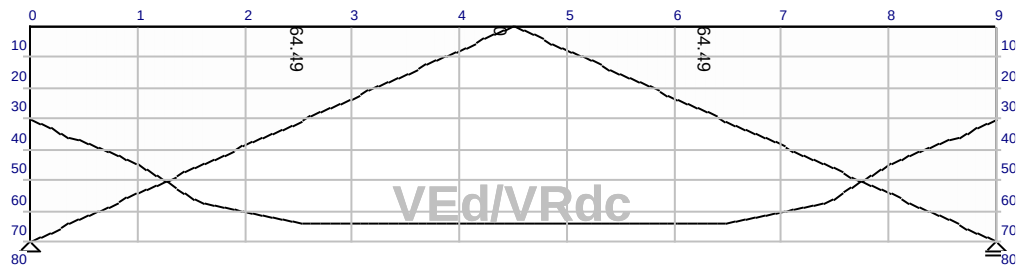
$$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c < 0.2 f_{cd}$$

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

$$\text{Maksimalna } V_{Rd,c} = 64.49 \text{ kN, } L=261 \text{ cm}$$



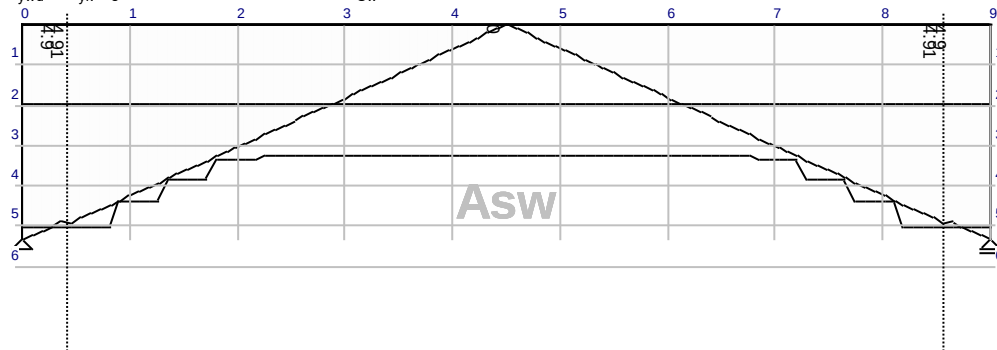
Respect-ing



Maksimalna $V_{Ed} = 70.04$ kN, $L=900$ cm

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

$$f_{ywd} = f_{yk} / \gamma_s = 347.83 \text{ MPa, max } A_{sw} = 5.33 \text{ cm}^2/\text{m} (m=1)$$



Minimalna $A_{sw} = 1.95 \text{ cm}^2/\text{m}$, pri ----- $A_{swL} = 4.9$, $A_{swD} = 4.9$

IZABRANE VILICE ($m=2$):

cm ² /m	ϕ [mm]	s[cm]	od[cm]	do[cm]
5.03	8	20	0	81
4.37	8	23	90	126
3.87	8	26	135	171
3.35	8	30	180	216
3.27	8	30.8	225	675
3.35	8	30	684	720
3.87	8	26	729	765
4.37	8	23	774	810
5.03	8	20	819	900

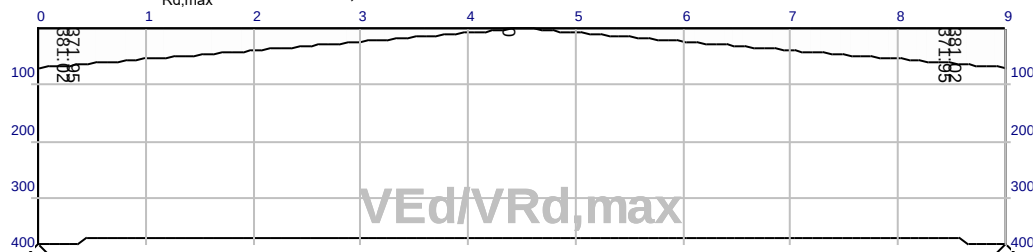
10.2 Kontrola tlačnih dijagonala u betonu - maksimalna nosivost

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

$$v = 0.6 \cdot (1 - f_{ck} / 250) = 0.6 \cdot (1 - 40 / 250) = 0.504$$

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

Maksimalna $V_{Rd,max} = 381.02$ kN, $L=900$ cm



Maksimalni razmak između vilica $s_{max} = 20$ cm, EC2 9.2.2 (6)

11. SIDRENJE ARMATURE



11.1 Granični naponi za dobru prijemljivost:

A - za glatke šipke: $f_{db} = f_{ck}^{1/2} \cdot 0.36 / \gamma_c = 1.52 \text{ MPa}$

B - šipke visoke prijemljivosti: $f_{db} = f_{ctk0.05} \cdot 2.25 / \gamma_c = 3.67 \text{ MPa}$

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

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

	A	B
dobro: $l_b = \phi \cdot$	57.21	23.69
loše: $l_b = \phi \cdot$	81.73	33.85

11.3 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



SEKUNDARNI NOSAČ: SN-2

ANALIZA OPTEREĆENJA (sudjelujuća širina $e=3,15\text{m}$)

- <u>DL1 – stalno opterećenje</u>		
• vlastita težina nosača		računski
• slojevi krova	$(1,70-0,60)\times 3,15$	3,50 kN/m
• od platforme	$e = 2,4/5,2/8,0 \text{ m}$	4,05 / 5,55 / 4,05 kN
- <u>SN1 – promjenjivo opterećenje</u>		
• od opreme	$e = 2,4/5,2/8,0 \text{ m}$	9,60 / 23,35 / 9,60 kN

1. MATERIJALI I GEOMETRIJA:

1.1 BETON: C40/50

Karakteristična tlačna čvrstoća	: $f_{ck} = 40 \text{ MPa}$
Prosječna vlačna čvrstoća	: $f_{ctm} = 3.5 \text{ MPa}$
Elastični modul	: $E_{cm} = 33500 \text{ MPa}$

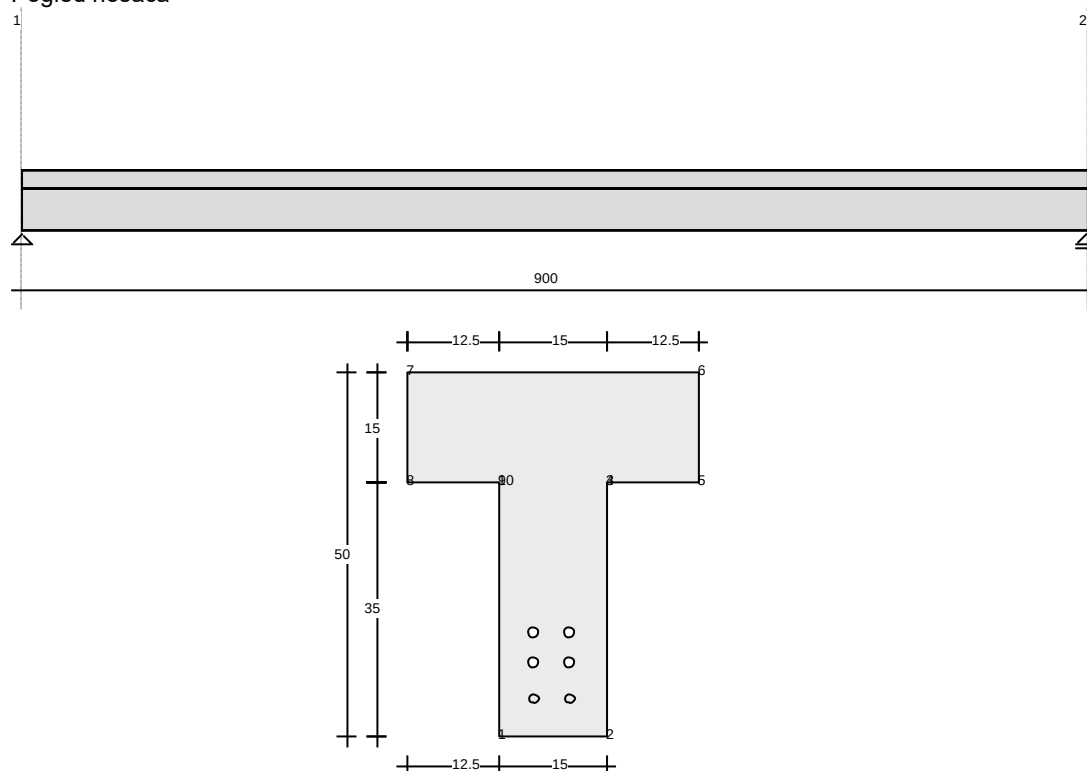
1.2 ČELIK ZA ARMIRANJE: S400/500

Karakteristična vlačna čvrstoća	: $f_{yk} = 400 \text{ MPa}$
Elastični modul	: $E_s = 200000 \text{ MPa}$

1.3 ČELIK ZA PREDNAPREZANJE: Y 1570/1770

Napon na granici elastičnosti	: $f_{p0.1k} = 1570 \text{ MPa}$
Karakteristična vlačna čvrstoća	: $f_{pk} = 1770 \text{ MPa}$
Elastični modul	: $E_p = 200000 \text{ MPa}$
Relaksacija	: razred 2

Pogled nosača





Presjeci nosača

Ukupna dužina nosača $L = 9$ m, nadvis lijevo: 0 m, desno: 0 m
Volumen nosača $V = 1.012$ m³, težina $G = V \cdot 25$ kN/m³ = 25.3 kN

1.4 Minimalni broj elemenata za prednapinjanje

- najmanje jedno uže sa sedam ili više žica (promjer žice ≥ 4 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

$d_g = 16$ mm - beton 0-16 mm, $\phi_k = 15$ mm

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

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

1.6 Zaštitni slojevi za meku armaturu

a) u zavisnosti od okoline - XC1 Suho ili trajno mokro / S4

$c_{min,dur} = 15$ mm

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

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

Šipke: $c_{l,min,b} = \phi_l = 16$ mm

Nominalni zaštitni slojevi

$c_{nom} = c_{min,dur} + \Delta c = 15 + 10 = 25$ mm

$c_{l,nom} = c_{nom} + \phi_w = 25 + 8 = 33$ mm

1.7 Zaštitni slojevi za zateznu armaturu

a) u zavisnosti od okoline - XC1 Suho ili trajno mokro / S4

$c_{p,min,dur} = 25$ mm

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

Užadi: $c_{p,min,b} = 2 \cdot \phi_k = 30$ mm

Nominalni zaštitni slojevi

$c_{p,nom} = c_{p,min,b} + \Delta c = 30 + 10 = 40$ 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	15	1.4	17.5	10	0	900	3	15	1.4	17.5	14	0	900
2	15	1.4	22.5	10	0	900	4	15	1.4	22.5	14	0	900



1.9 Karakteristike presjeka

$$\alpha_e = E_s / E_c = 200000 / 33500 = 5.97$$

		A [m ²]	I [m ⁴]	z [m]
1/1	beton A_c	0.1125	0.0024	0.308
1/2	neto $A_{c,net}$	0.1119	0.0024	0.309
1/3	ideal A_{ci}	0.1153	0.0025	0.304

2. OPTEREĆENJA (kN, kN/m, kNm, cm)

Stalno opterećenje - G

- g1	: Q=2.63 kN/m'
-	: Q=3.5 kN/m'
- platforma	: F=4.05 kN, x=240 cm
- platforma	: F=5.55 kN, x=520 cm
- platforma	: F=4.05 kN, x=800 cm

Korisno opterećenje - Q

- oprema	: F=9.6 kN, x=240 cm
- oprema	: F=23.35 kN, x=520 cm
- oprema	: F=9.6 kN, x=800 cm

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			
- Promjenjivo	: 0.7	: 0.2	: 0

3. GUBITAK PREDNAPINJANJA

3.1 Početni pad napona

Početna relaksacija čelika

Unos zatezne sile u beton nakon 200 sata. $\sigma_{0,max} = 1350$ MPa

Relaksacijski razred 2

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

$$\mu = \sigma_p / f_{pk} = 1350 / 1770 = 0.76$$

$$\Delta\sigma_{pr,200} = 1350 \cdot 0.0128 = 17.29 \text{ MPa}$$

Elastično skupljanje betona

$$\Delta\sigma_{el} = \sigma_{c0} \times \alpha / (1 + \alpha\mu) = 9.97 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c0} = 0.7 / 0.1125, \mu = 100 \times 5.6 / 1125$$

$$\sigma_{pm0} = 1322.74 \text{ MPa} \leq 1322.74 < 1327.5$$



3.2 Pad napona zbog vremenskih gubitaka - $t=\infty$

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

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): N (32.5 R, 42.5 N)

Izračun u presjeku na L= 486 cm

Karakteristična srednja debljina presjeka: $d_{eff} = 2 \cdot A_c/u = 2 \cdot 112500/1800 = 125$ mm

$$\varphi(t,t_0) = \varphi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0) \cdot \beta_c(t,t_0) = 2$$

$$\varphi_{RH} = 1.69, \beta(f_{cm}) = 2.42, \beta(t_0) = 0.49, \beta_c(t,t_0) = 1$$

$$\varepsilon_{cs} = \beta_{ds}(t,t_s) \cdot k_h \cdot \varepsilon_{cd,0} + \varepsilon_{ca} = 0.5\text{‰}$$

$$\beta_{ds}(t,t_s) = 1, k_h = 1, \varepsilon_{cd,0} = 0.43, \varepsilon_{ca} = 0.07, \beta_{RH} = 1.36$$

Puzanje $\varphi = 2$, skupljanje $\varepsilon = 0.5\text{‰}$

Relaksacijski razred 2

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

$$\mu = \sigma_p / f_{pk} = 1322.74 / 1770 = 0.75$$

$$\Delta\sigma_{pr,\infty} = 1322.74 \cdot 0.0481 = 63.66 \text{ MPa}$$

Naponi zbog stalnog opterećenja

$$\sigma_{cg} = -M_s / I_{c_{net}} \cdot z_p = -7973.5/237857.5 \cdot 10 \cdot 30.9 = -10.36 \text{ MPa}$$

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

$$N_{p0} \sigma_{pm0} \cdot A_p = 1322.74 \cdot 5.6 \cdot 10^{-4} = 0.74 \text{ MN}$$

$$M_{p0} = N_{p0} \cdot z_p = 0.74 \cdot 30.9 = 22.91 \text{ MNcm}$$

$$\sigma_{cp0} = (0.74 / 1119.4 + 22.9 / 237857.5 \cdot 30.9) \cdot 10^4 = 36.4 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_{p,c+s+r} = \frac{0.0005 \cdot 200000 + 0.8 \cdot 63.66 + 5.97 \cdot 2 \cdot 26.037}{1 + 5.97 \cdot 5.6 / 1152.833 \cdot (1 + 1152.833 / 249477.559 \cdot 30.379^2) \cdot (1 + 0.8 \cdot 2)}$$

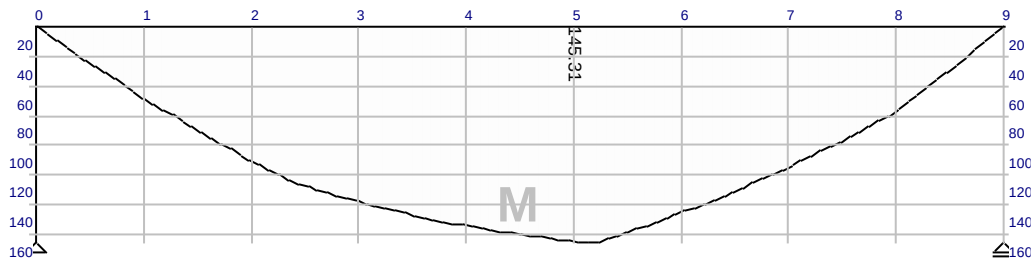
$$\Delta\sigma_{p,c+s+r} = 461.816 / 1.397 = 330.59 \text{ MPa}$$

$$\text{Konačan napon u } t=\infty \sigma_{pm\infty} = \sigma_{pm0} - \Delta\sigma_{p,c+s+r} = 992.15 \text{ MPa}$$

4. UNUTARNJE STATIČKE KOLIČINE

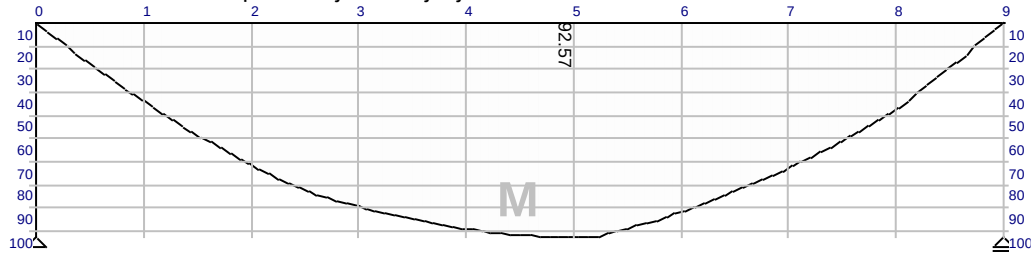
4.1 Granično stanje upotrebljivosti

Rijetka kombinacija - $|M_{max}| = 145.31 \text{ kNm}$, $L = 513 \text{ cm}$
Dominantno korisno opterećenje: Promjenjivo



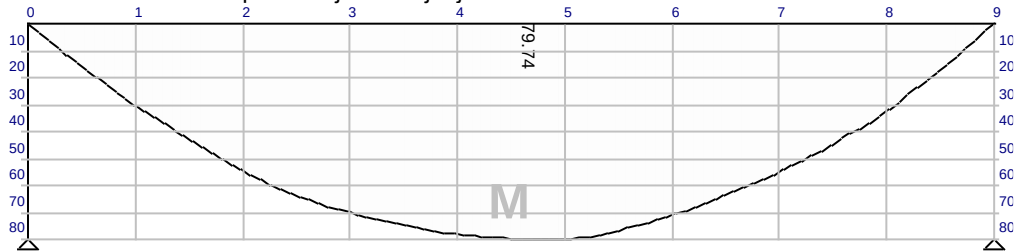
Česta kombinacija - $|M_{\max}|=92.57 \text{ kNm}$, $L=504 \text{ cm}$

Dominantno korisno opterećenje: Promjenjivo



Prividno stalna - $|M_{\max}|=79.74 \text{ kNm}$, $L=477 \text{ cm}$

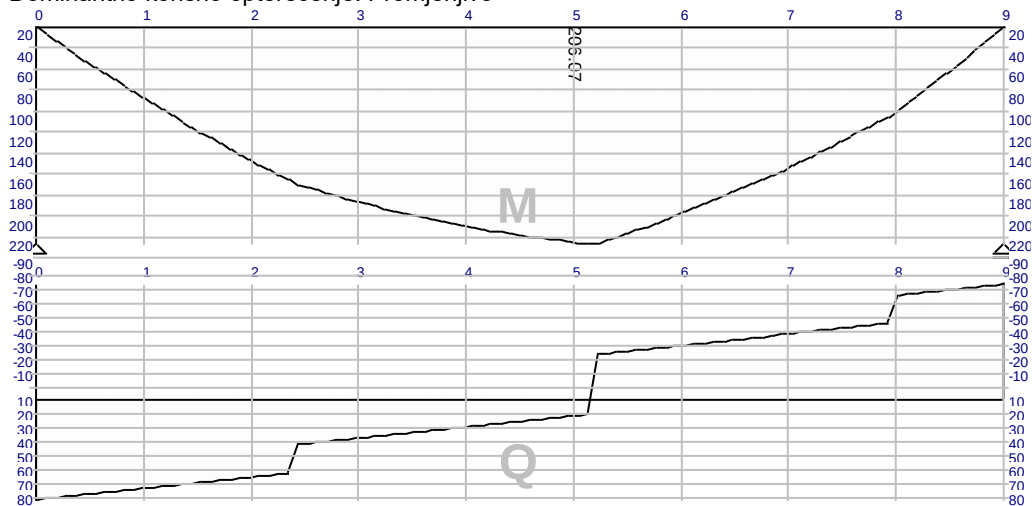
Dominantno korisno opterećenje: Promjenjivo



4.2 Granično stanje nosivosti - reducirane Q

$|M_{\max}|=206.07 \text{ kNm}$, $L=513 \text{ cm}$, $|Q_{\max}|=84.76 \text{ kN}$, $L=900 \text{ cm}$

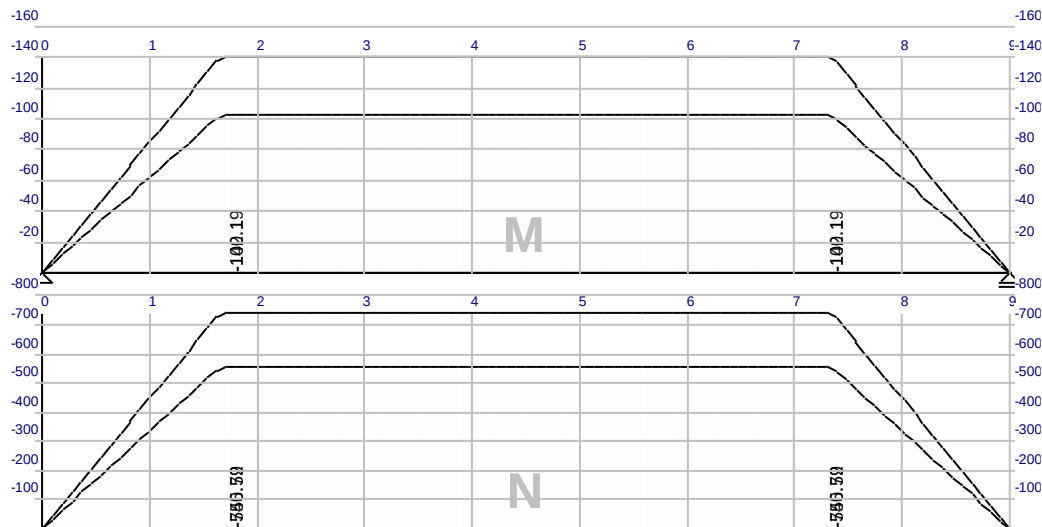
Dominantno korisno opterećenje: Promjenjivo



Utjecaji zbog prednapinjanja

Početno stanje - $t=0$ - $|M_{\max}|=140.2 \text{ kNm}$, $L=729 \text{ cm}$, $|N_{\max}|=740.73 \text{ kN}$, $L=729 \text{ cm}$

Konačno stanje - $t=\infty$ - $|M_{\max}|=102.11 \text{ kNm}$, $L=729 \text{ cm}$, $|N_{\max}|=555.6 \text{ kN}$, $L=729 \text{ cm}$



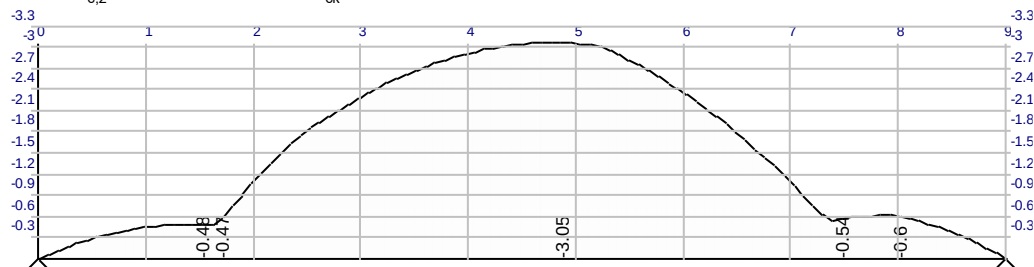
5. KONTROLA ZA GRANIČNO STANJE UPOTREBLJIVOSTI

5.1 Pravidno stalni utjecaji - naponi u betonu

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

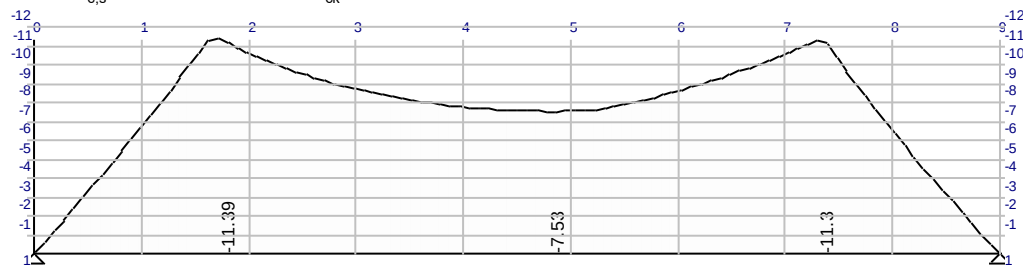
Naponi na gornjem rubu - L=477 cm

$$\text{tlak} - \sigma_{c,z} = 3.06 \text{ MPa} < 0.45 \cdot f_{ck} = 0.45 \cdot 40 = 18 \text{ MPa}$$



Naponi na donjem rubu - L=171 cm

$$\text{tlak} - \sigma_{c,s} = 11.4 \text{ MPa} < 0.45 \cdot f_{ck} = 0.45 \cdot 40 = 18 \text{ MPa}$$



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:

$$\sigma_{pm1} = \sigma_{pm0} - 0.3 \cdot \Delta\sigma_{p,c+s+r} = 1322.74 - 0.3 \cdot 330.59 = 1223.56 \text{ MPa}$$

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

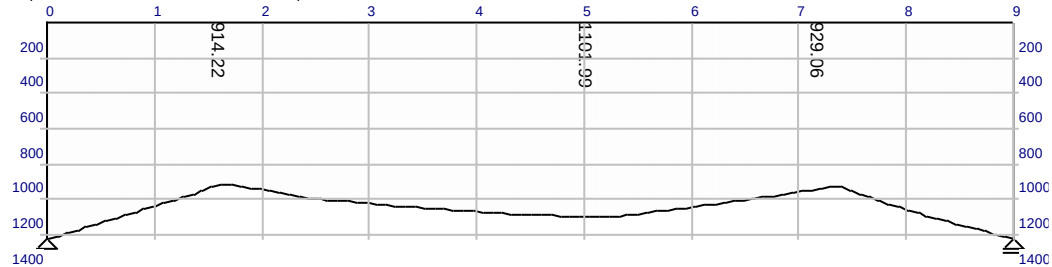
$$M_s = M_{Sd,red} + M_{p,oo} - N_{p,oo} \cdot (z_u - d_1)$$



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

Maksimalni napon u čeliku - $L=0$ cm

$$\sigma_p = 1223.56 \text{ MPa} < 0.75 \cdot f_{pk} = 0.75 \cdot 1770 = 1327.5 \text{ MPa}$$

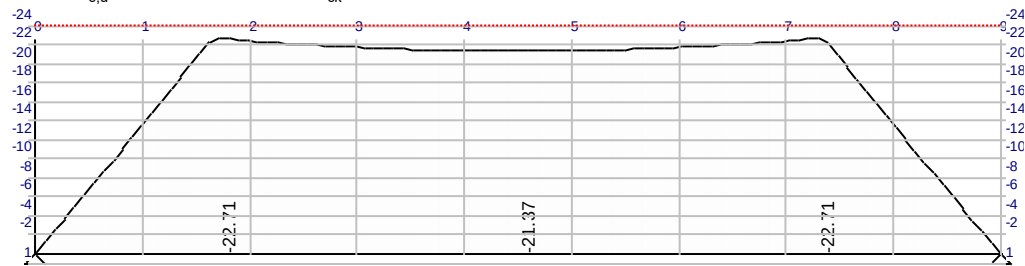


5.3 Vlastita težina i prednapinjanje $t=0$ - naponi u betonu

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

Naponi na donjem rubu - $L=171$ cm

$$\text{tlak} - \sigma_{c,u} = 22.72 \text{ MPa} < 0.6 \cdot f_{ck} = 0.6 \cdot 40 = 24 \text{ MPa}$$



6. PUKOTINE

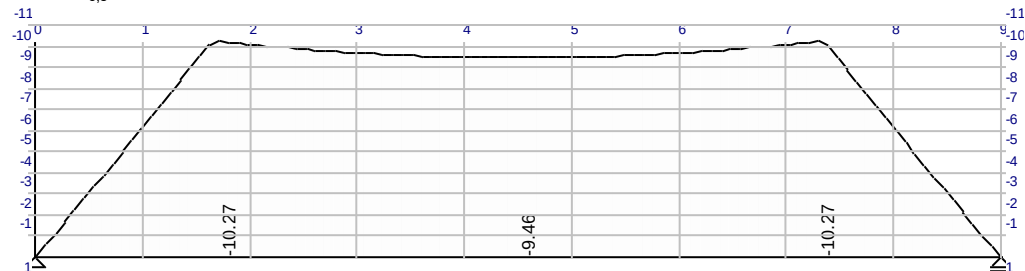
6.1 Minimalna površina armature - EC2 uvjet 7.3.2(4)

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 - $L=171$ cm

$$\text{tlak} - \sigma_{c,s} = 10.28 \text{ MPa} - \text{uvjet JE ispunjen}$$

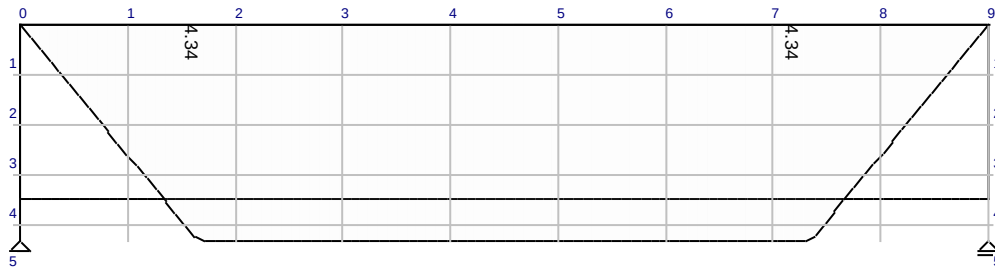


2. uvjet: napon u težištu betona zbog prednapinjanja

$$|\sigma_c| = |0.9 \cdot P_{m,t} / A_{ci}| \geq h \cdot f_{ct,eff} (\sigma'_{cs}) \quad h \geq 1, \quad f_{ct,eff} = 3.5 \text{ MPa}$$

Napon u težištu - $L=171$ cm

$$|\sigma_c| = 4.34 \text{ MPa} > 3.5 \text{ MPa}, \quad |\sigma_c| / \sigma'_{cs} = 4.34 / 3.5 = 1.24 - \text{uvjet JE ispunjen}$$



6.2 Kontrola pukotina bez neposrednog izračuna - EC2 7.3.3

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 $t=0$

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

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

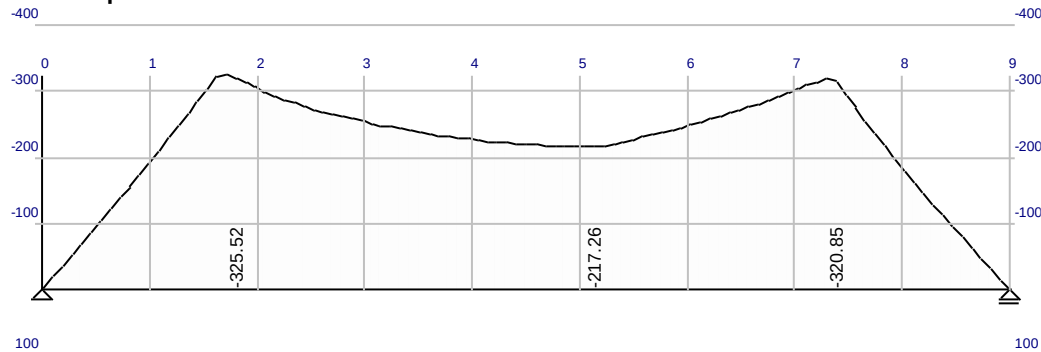
U gornjem dijelu presjeka nema armature!

Čelik - donji rub presjeka za $t=\infty$

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

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

- nema pukotina



7. DUŽINA UVOĐENJA OSNE SILE - l_{bpd}

$$l_{bpd} = l_{pt2} + \alpha_2 \cdot \phi \cdot (\sigma_{pd} - \sigma_{pmoo}) / f_{bpd} = 110.5 \cdot \phi$$

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

$$f_{bpd} = \eta_{p2} \eta_1 f_{ctd}, \quad f_{bpt} = \eta_{p1} \eta_1 f_{ctd}, \quad f_{ctd}=1.63 \text{ MPa}$$

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

$$\sigma_{pm0} = 1322.74, \quad \sigma_{pmoo} = 992.15, \quad \sigma_{pd} = 1385.22 \text{ [MPa]}$$

Kontrola napona betona $f_{ctd} < f_{ctk,0.05} = 2.45 \text{ MPa}$

(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 $f_{ctk,0.05}$



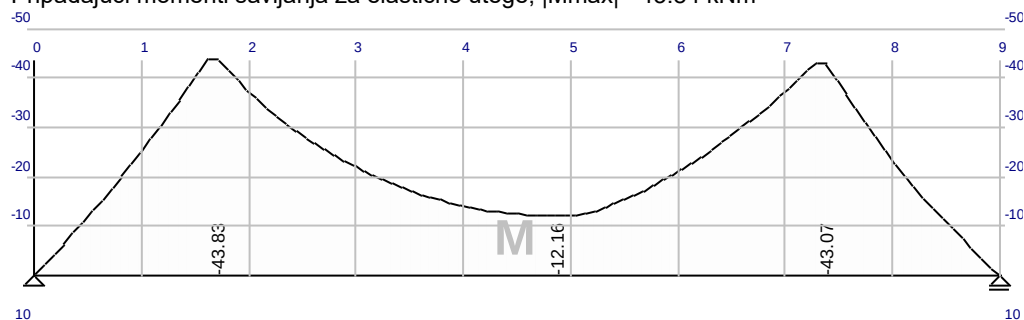
8. KONTROLA PROGIBA

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

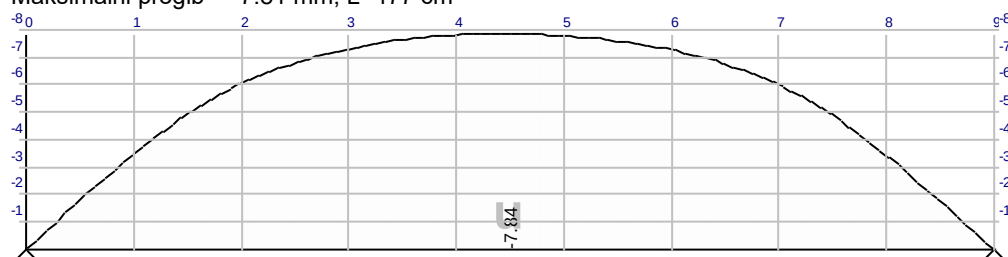
Izračun pomoću elastičnih uteza, $I_c = I_{ci}$, $E_{c,eff} = E_{cm}/(1+\phi_{oo}) = 33500/(1+2) = 11166.67 \text{ MPa}$

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

Pripadajući momenti savijanja za elastične utege, $|M_{max}| = 43.84 \text{ kNm}$



Maksimalni progib = -7.81 mm, $L=477 \text{ cm}$



9. KONTROLA ZA GRANIČNO STANJE NOSIVOSTI

Beton: C40/50

$f_{ck} = 40 \text{ MPa}$

$f_{cd} = f_{ck} \cdot \alpha / \gamma_c = 40 \cdot 1 / 1.5$

$= 26.67 \text{ MPa}$

Čelik za prednaprezanje: Y 1570/1770

$f_{pk} = 1770 \text{ MPa}$

$f_{pd} = 0.9 \cdot f_{pk} / \gamma_s = 0.9 \cdot 1770 / 1.15$

$= 1385.22 \text{ MPa}$

$\epsilon_{pm} = \sigma_{pm} / E_p = 992.15 / 200000$

$= 4.96 \text{ ‰}$

$\Delta \epsilon_p = \epsilon_{p0.1k} - r_{inf} \cdot \epsilon_{pm} = 7.85 - 0.9 \cdot 4.96$

$= 3.39 \text{ ‰}$

Faktor povećanja utjecaja $N_{M_{poo}} = f_{pd} / f_{pmoo} = 1385.22 / 992.15 = 1.4$

Armatura: S400/500

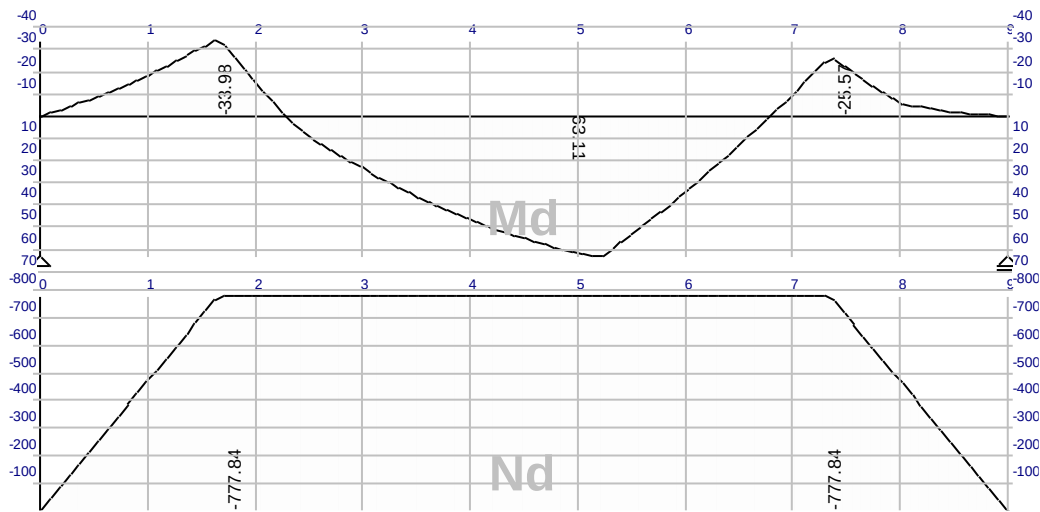
$f_{yk} = 400 \text{ MPa}$

$f_{yd} = \text{Min}(f_{yk}, E_s \cdot \epsilon_s) / \gamma_s = \text{Min}(400, 200 \cdot 5.02) / 1.15$

$= 347.83 \text{ MPa}$

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

9.1 Dimenzioniranje za konačno stanje $t=\infty$



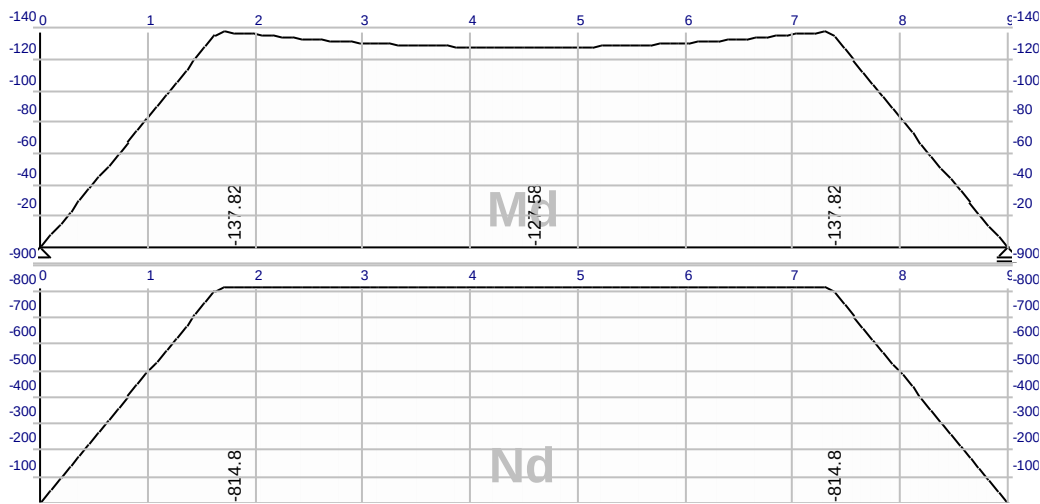
Vlačna armatura nije potrebna.

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

$$\gamma_G = 1, \gamma_p = 1, r_{sup} = 1,1, f_{yd} = 347.83 \text{ MPa}$$

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

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



Vlačna armatura nije potrebna.

9.3 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	16	2.01	17.5	5	0	900	2	16	2.01	22.5	5	0	900

10. KONTROLA POSMIKA - EC2(6.2)

10.1 Dimenzioniranje vertikalne posmične armature

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

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



Respect-ing

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

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

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

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

$$f_{ck} = 40 \text{ MPa} - \text{C40/50}$$

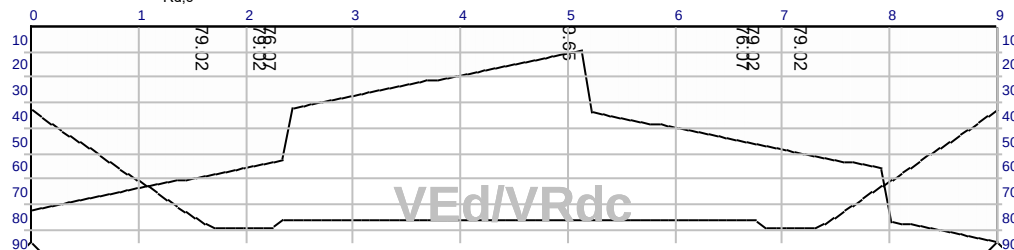
$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2.0$$

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

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

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

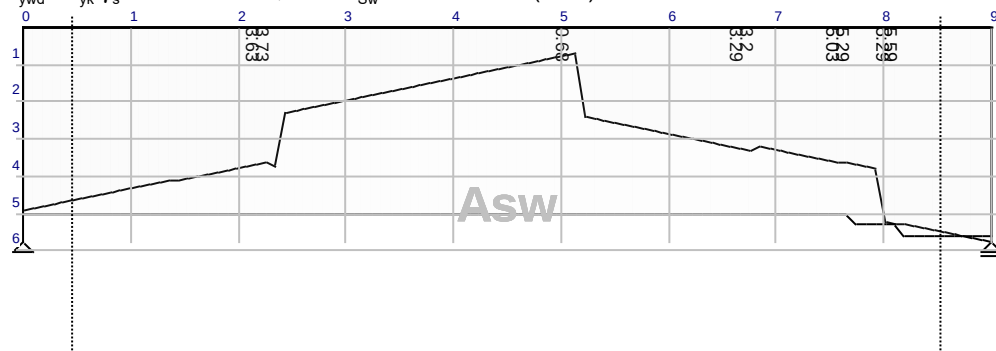
Maksimalna $V_{Rd,c} = 79.02 \text{ kN}$, $L=171 \text{ cm}$



Maksimalna $V_{Ed} = 84.76 \text{ kN}$, $L=900 \text{ cm}$

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

$$f_{ywd} = f_{yk} / \gamma_s = 347.83 \text{ MPa}, \text{ max } A_{sw} = 5.76 \text{ cm}^2/\text{m} (m=1)$$



Minimalna $A_{sw} = 1.95 \text{ cm}^2/\text{m}$, pri ----- $A_{swL} = 4.6$, $A_{swD} = 5.47$

IZABRANE VILICE ($m=2$):

cm^2/m	$\phi [\text{mm}]$	$s [\text{cm}]$	$od [\text{cm}]$	$do [\text{cm}]$
5.03	8	20	0	765
5.29	8	19	774	810
5.59	8	18	819	900

10.2 Kontrola tlačnih dijagonala u betonu - maksimalna nosivost

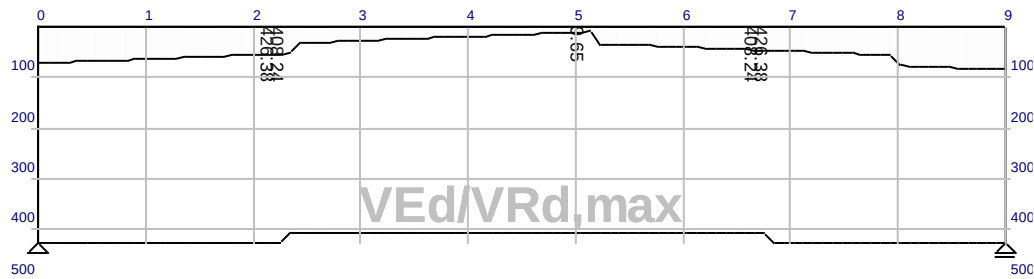
$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot 0.9 \cdot d \cdot v_1 \cdot f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$$

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

$$= 0.6 \cdot (1 - 40 / 250) = 0.504$$

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

Maksimalna $V_{Rd,max} = 426.38 \text{ kN}$, $L=900 \text{ cm}$



Maksimalni razmak između vilica $s_{max} = 20 \text{ cm}$, EC2 9.2.2 (6)

11. SIDRENJE ARMATURE

11.1 Granični naponi za dobru prijemljivost:

A - za glatke šipke: $f_{db} = f_{ck}^{1/2} \cdot 0.36 / \gamma_c = 1.52 \text{ MPa}$

B - šipke visoke prijemljivosti: $f_{db} = f_{ctk0.05} \cdot 2.25 / \gamma_c = 3.67 \text{ MPa}$

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

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

	A	B
dobro: $l_b = \phi \cdot$	57.21	23.69
loše: $l_b = \phi \cdot$	81.73	33.85

11.3 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



SEKUNDARNI NOSAČ: SN-3

ANALIZA OPTEREĆENJA (sudjelujuća širina $e=2,02\text{m}$)

- <u>DL1 – stalno opterećenje</u>		
• vlastita težina nosača		računski
• slojevi krova	$(1,70-0,60) \times 2,02$	2,25 kN/m
• od platforme	$e = 2,4/5,2/8,0 \text{ m}$	4,05 / 5,55 / 4,05 kN
- <u>SN1 – promjenjivo opterećenje</u>		
• od opreme	$e = 2,4/5,2/8,0 \text{ m}$	12,85 / 43,95 / 12,85 kN

1. MATERIJALI I GEOMETRIJA:

1.1 BETON: C40/50

Karakteristična tlačna čvrstoća	: $f_{ck} = 40 \text{ MPa}$
Prosječna vlačna čvrstoća	: $f_{ctm} = 3.5 \text{ MPa}$
Elastični modul	: $E_{cm} = 33500 \text{ MPa}$

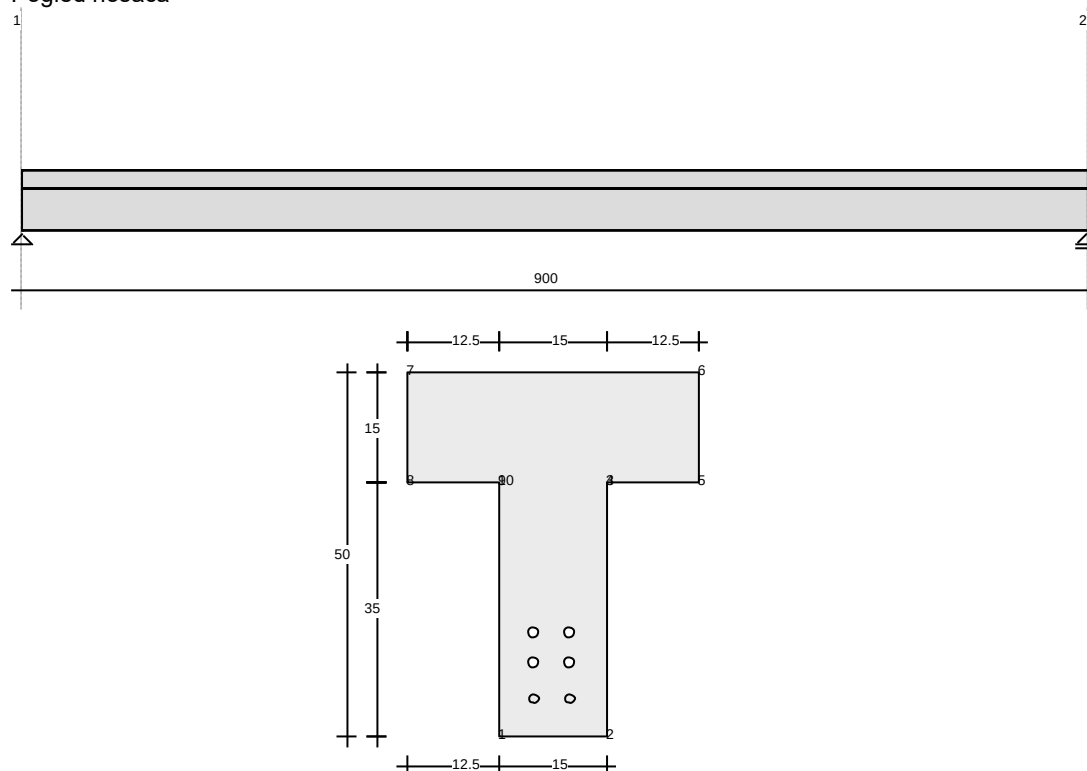
1.2 ČELIK ZA ARMIRANJE: S400/500

Karakteristična vlačna čvrstoća	: $f_{yk} = 400 \text{ MPa}$
Elastični modul	: $E_s = 200000 \text{ MPa}$

1.3 ČELIK ZA PREDNAPREZANJE: Y 1570/1770

Napon na granici elastičnosti	: $f_{p0.1k} = 1570 \text{ MPa}$
Karakteristična vlačna čvrstoća	: $f_{pk} = 1770 \text{ MPa}$
Elastični modul	: $E_p = 200000 \text{ MPa}$
Relaksacija	: razred 2

Pogled nosača





Presjeci nosača

Ukupna dužina nosača $L = 9$ m, nadvis lijevo: 0 m, desno: 0 m
Volumen nosača $V = 1.012$ m³, težina $G = V \cdot 25$ kN/m³ = 25.3 kN

1.4 Minimalni broj elemenata za prednapinjanje

- najmanje jedno uže sa sedam ili više žica (promjer žice ≥ 4 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

$d_g = 16$ mm - beton 0-16 mm, $\phi_k = 15$ mm

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

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

1.6 Zaštitni slojevi za meku armaturu

a) u zavisnosti od okoline - XC1 Suho ili trajno mokro / S4

$c_{min,dur} = 15$ mm

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

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

Šipke: $c_{l,min,b} = \phi_l = 16$ mm

Nominalni zaštitni slojevi

$c_{nom} = c_{min,dur} + \Delta c = 15 + 10 = 25$ mm

$c_{l,nom} = c_{nom} + \phi_w = 25 + 8 = 33$ mm

1.7 Zaštitni slojevi za zateznu armaturu

a) u zavisnosti od okoline - XC1 Suho ili trajno mokro / S4

$c_{p,min,dur} = 25$ mm

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

Užadi: $c_{p,min,b} = 2 \cdot \phi_k = 30$ mm

Nominalni zaštitni slojevi

$c_{p,nom} = c_{p,min,b} + \Delta c = 30 + 10 = 40$ 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	15	1.4	17.5	10	0	900	3	15	1.4	17.5	14	0	900
2	15	1.4	22.5	10	0	900	4	15	1.4	22.5	14	0	900



1.9 Karakteristike presjeka

$$\alpha_e = E_s / E_c = 200000 / 33500 = 5.97$$

		A [m ²]	I [m ⁴]	z [m]
1/1	beton A_c	0.1125	0.0024	0.308
1/2	neto $A_{c,net}$	0.1119	0.0024	0.309
1/3	ideal A_{ci}	0.1153	0.0025	0.304

2. OPTEREĆENJA (kN, kN/m, kNm, cm)

Stalno opterećenje - G

- g1	: Q=2.63 kN/m'
-	: Q=2.25 kN/m'
- platforma	: F=4.05 kN, x=240 cm
- platforma	: F=5.55 kN, x=520 cm
- platforma	: F=4.05 kN, x=800 cm

Korisno opterećenje - Q

- oprema	: F=12.85 kN, x=240 cm
- oprema	: F=43.95 kN, x=520 cm
- oprema	: F=12.85 kN, x=800 cm

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			
- Promjenjivo	: 0.7	: 0.2	: 0

3. GUBITAK PREDNAPINJANJA

3.1 Početni pad napona

Početna relaksacija čelika

Unos zatezne sile u beton nakon 200 sata. $\sigma_{0,max} = 1350$ MPa

Relaksacijski razred 2

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

$$\mu = \sigma_p / f_{pk} = 1350 / 1770 = 0.76$$

$$\Delta\sigma_{pr,200} = 1350 \cdot 0.0128 = 17.29 \text{ MPa}$$

Elastično skupljanje betona

$$\Delta\sigma_{el} = \sigma_{c0} \times \alpha / (1 + \alpha\mu) = 9.97 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c0} = 0.7 / 0.1125, \mu = 100 \times 5.6 / 1125$$

$$\sigma_{pm0} = 1322.74 \text{ MPa} \quad <== 1322.74 < 1327.5$$



3.2 Pad napona zbog vremenskih gubitaka - $t=\infty$

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

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): N (32.5 R, 42.5 N)

Izračun u presjeku na $L = 486$ cm

Karakteristična srednja debljina presjeka: $d_{eff} = 2 \cdot A_c/u = 2 \cdot 112500/1800 = 125$ mm

$$\varphi(t,t_0) = \varphi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0) \cdot \beta_c(t,t_0) = 2$$

$$\varphi_{RH} = 1.69, \beta(f_{cm}) = 2.42, \beta(t_0) = 0.49, \beta_c(t,t_0) = 1$$

$$\varepsilon_{cs} = \beta_{ds}(t,t_s) \cdot k_h \cdot \varepsilon_{cd,0} + \varepsilon_{ca} = 0.5\text{‰}$$

$$\beta_{ds}(t,t_s) = 1, k_h = 1, \varepsilon_{cd,0} = 0.43, \varepsilon_{ca} = 0.07, \beta_{RH} = 1.36$$

Puzanje $\varphi = 2$, skupljanje $\varepsilon = 0.5\text{‰}$

Relaksacijski razred 2

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

$$\mu = \sigma_p / f_{pk} = 1322.74 / 1770 = 0.75$$

$$\Delta\sigma_{pr,\infty} = 1322.74 \cdot 0.0481 = 63.66 \text{ MPa}$$

Naponi zbog stalnog opterećenja

$$\sigma_{cg} = -M_s / I_{c_{net}} \cdot z_p = -7973.5/237857.5 \cdot 10 \cdot 30.9 = -10.36 \text{ MPa}$$

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

$$N_{p0} \sigma_{pm0} \cdot A_p = 1322.74 \cdot 5.6 \cdot 10^{-4} = 0.74 \text{ MN}$$

$$M_{p0} = N_{p0} \cdot z_p = 0.74 \cdot 30.9 = 22.91 \text{ MNcm}$$

$$\sigma_{cp0} = (0.74 / 1119.4 + 22.9 / 237857.5 \cdot 30.9) \cdot 10^4 = 36.4 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_{p,c+s+r} = \frac{0.0005 \cdot 200000 + 0.8 \cdot 63.66 + 5.97 \cdot 2 \cdot 26.037}{1 + 5.97 \cdot 5.6 / 1152.833 \cdot (1 + 1152.833 / 249477.559 \cdot 30.379^2) \cdot (1 + 0.8 \cdot 2)}$$

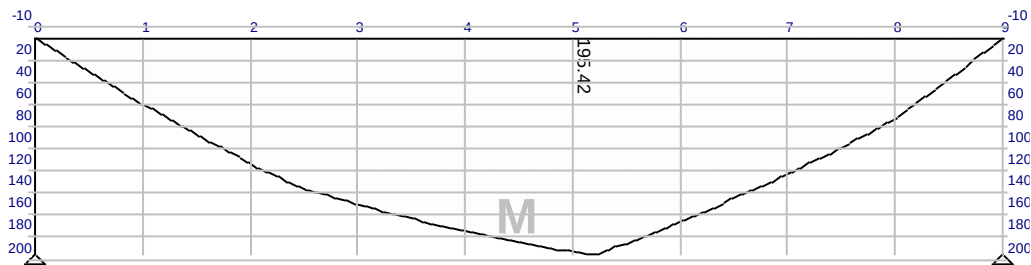
$$\Delta\sigma_{p,c+s+r} = 461.816 / 1.397 = 330.59 \text{ MPa}$$

$$\text{Konačan napon u } t=\infty \sigma_{pm\infty} = \sigma_{pm0} - \Delta\sigma_{p,c+s+r} = 992.15 \text{ MPa}$$

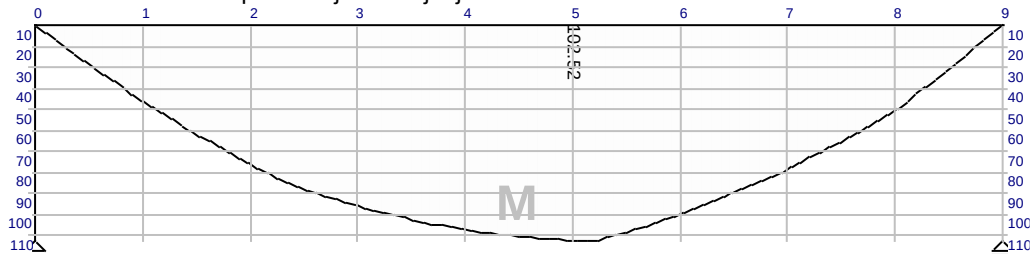
4. UNUTARNJE STATIČKE KOLIČINE

4.1 Granično stanje upotrebljivosti

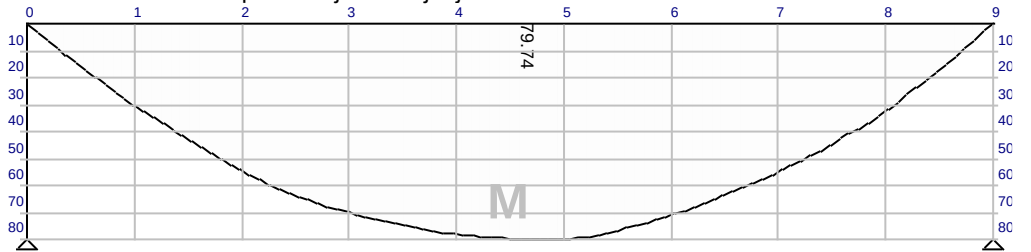
Rijetka kombinacija - $|M_{max}| = 195.42$ kNm, $L = 522$ cm
Dominantno korisno opterećenje: Promjenjivo



Česta kombinacija - $|M_{\max}|=102.52 \text{ kNm}$, $L=513 \text{ cm}$
Dominantno korisno opterećenje: Promjenjivo

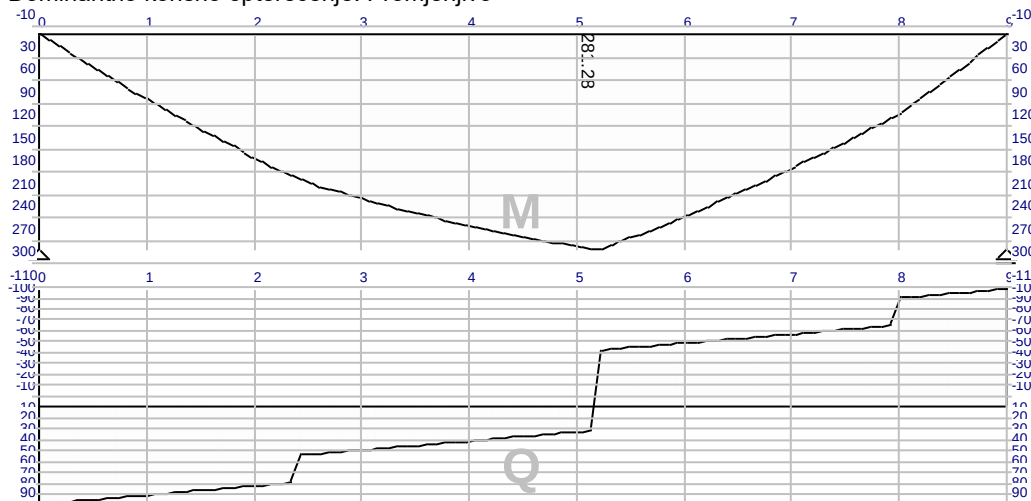


Prividno stalna - $|M_{\max}|=79.74 \text{ kNm}$, $L=477 \text{ cm}$
Dominantno korisno opterećenje: Promjenjivo



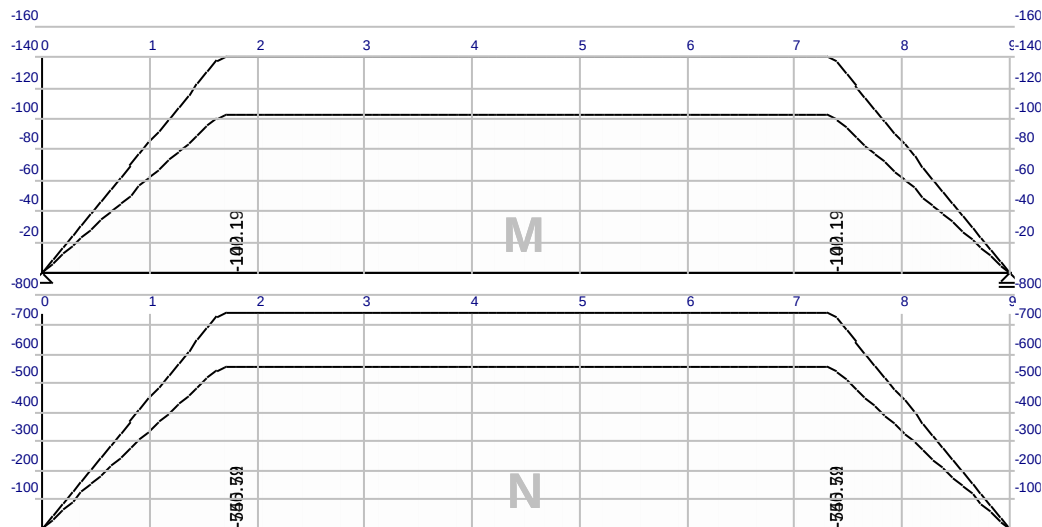
4.2 Granično stanje nosivosti - reducirane Q

$|M_{\max}|=281.28 \text{ kNm}$, $L=522 \text{ cm}$, $|Q_{\max}|=108.25 \text{ kN}$, $L=900 \text{ cm}$
Dominantno korisno opterećenje: Promjenjivo



Utjecaji zbog prednapinjanja

Početno stanje - $t=0$ - $|M_{\max}|=140.2 \text{ kNm}$, $L=729 \text{ cm}$, $|N_{\max}|=740.73 \text{ kN}$, $L=729 \text{ cm}$
Konačno stanje - $t=\infty$ - $|M_{\max}|=102.11 \text{ kNm}$, $L=729 \text{ cm}$, $|N_{\max}|=555.6 \text{ kN}$, $L=729 \text{ cm}$



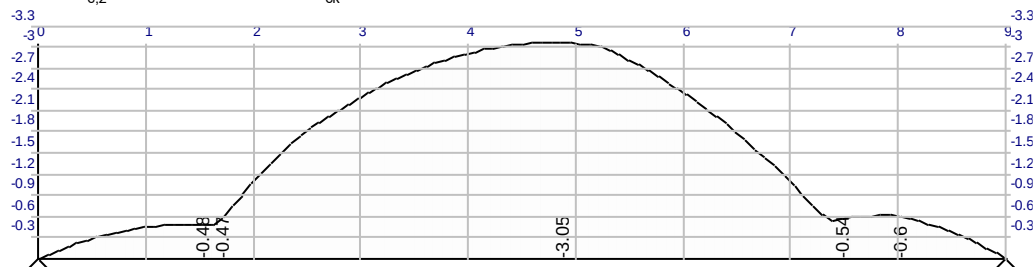
5. KONTROLA ZA GRANIČNO STANJE UPOTREBLJIVOSTI

5.1 Pravidno stalni utjecaji - naponi u betonu

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

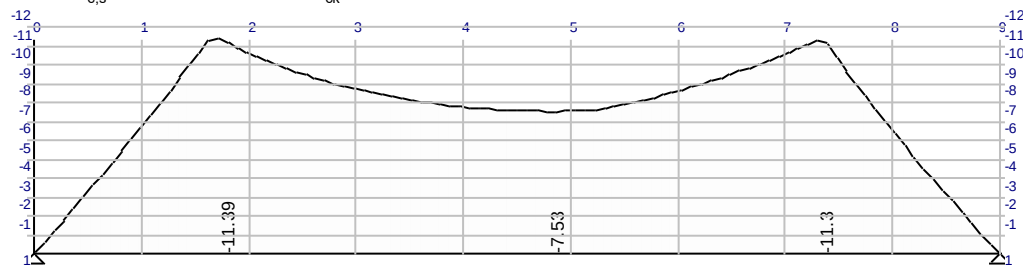
Naponi na gornjem rubu - L=477 cm

$$\text{tlak} - \sigma_{c,z} = 3.06 \text{ MPa} < 0.45 \cdot f_{ck} = 0.45 \cdot 40 = 18 \text{ MPa}$$



Naponi na donjem rubu - L=171 cm

$$\text{tlak} - \sigma_{c,s} = 11.4 \text{ MPa} < 0.45 \cdot f_{ck} = 0.45 \cdot 40 = 18 \text{ MPa}$$



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:

$$\sigma_{pm1} = \sigma_{pm0} - 0.3 \cdot \Delta\sigma_{p,c+s+r} = 1322.74 - 0.3 \cdot 330.59 = 1223.56 \text{ MPa}$$

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

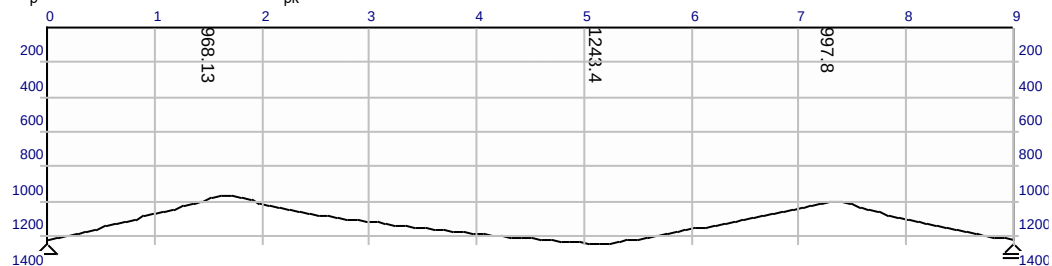
$$M_s = M_{Sd,red} + M_{p,oo} - N_{p,oo} \cdot (z_u - d_1)$$



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

Maksimalni napon u čeliku - $L=522$ cm

$$\sigma_p = 1243.4 \text{ MPa} < 0.75 \cdot f_{pk} = 0.75 \cdot 1770 = 1327.5 \text{ MPa}$$

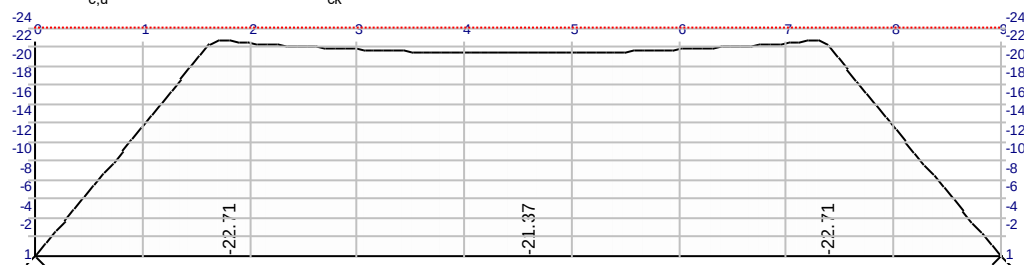


5.3 Vlastita težina i prednapinjanje $t=0$ - naponi u betonu

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

Naponi na donjem rubu - $L=171$ cm

$$\text{tlak} - \sigma_{c,u} = 22.72 \text{ MPa} < 0.6 \cdot f_{ck} = 0.6 \cdot 40 = 24 \text{ MPa}$$



6. PUKOTINE

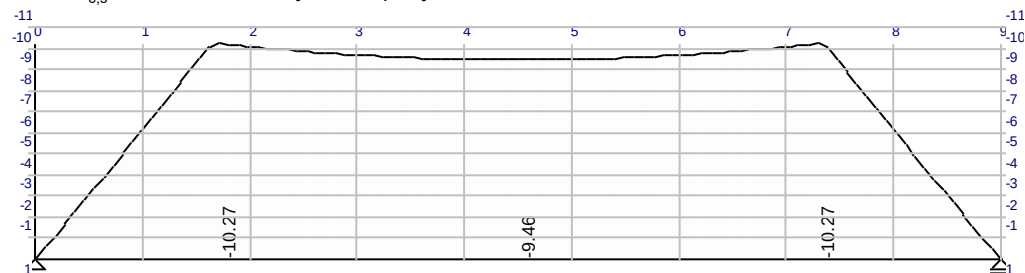
6.1 Minimalna površina armature - EC2 uvjet 7.3.2(4)

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 - $L=171$ cm

$$\text{tlak} - \sigma_{c,s} = 10.28 \text{ MPa} - \text{uvjet JE ispunjen}$$

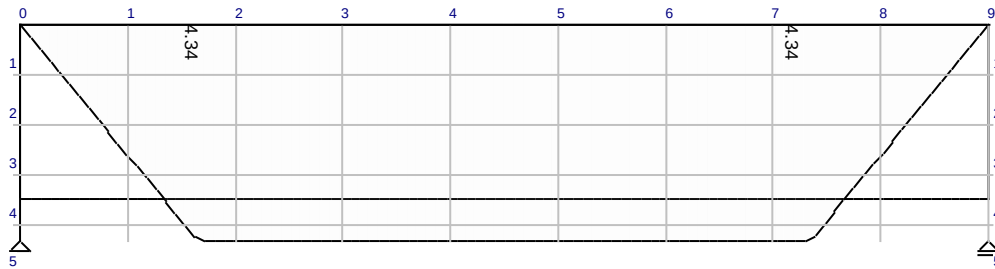


2. uvjet: napon u težištu betona zbog prednapinjanja

$$|\sigma_c| = |0.9 \cdot P_{m,t} / A_{ci}| \geq h \cdot f_{ct,eff} (\sigma'_{cs}) \quad h \geq 1, \quad f_{ct,eff} = 3.5 \text{ MPa}$$

Napon u težištu - $L=171$ cm

$$|\sigma_c| = 4.34 \text{ MPa} > 3.5 \text{ MPa}, \quad |\sigma_c| / \sigma'_{cs} = 4.34 / 3.5 = 1.24 - \text{uvjet JE ispunjen}$$



6.2 Kontrola pukotina bez neposrednog izračuna - EC2 7.3.3

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 $t=0$

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

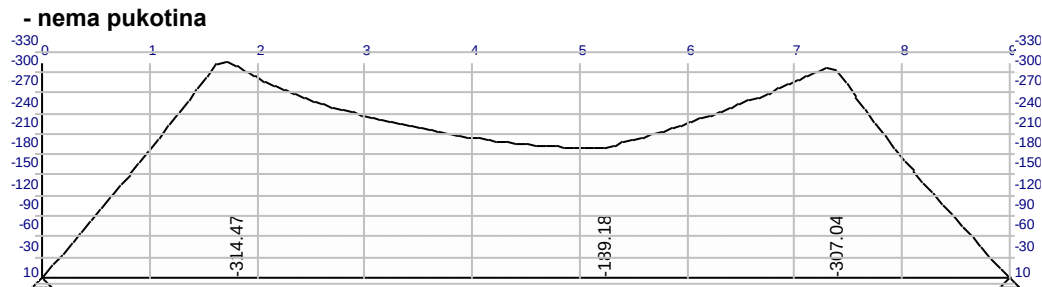
$$z = 0.9 \cdot d, \quad d = h - d_1, \quad d_1 - \text{težište } A_p + A_s \text{ od gornjeg ruba, } r_{sup}=1,1$$

U gornjem dijelu presjeka nema armature!

Čelik - donji rub presjeka za $t=\infty$

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

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



7. DUŽINA UVOĐENJA OSNE SILE - l_{bpd}

$$l_{bpd} = l_{pt2} + \alpha_2 \cdot \phi \cdot (\sigma_{pd} - \sigma_{pmoo}) / f_{bpd} = 110.5 \cdot \phi$$

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

$$f_{bpd} = \eta_{p2} \eta_1 f_{ctd}, \quad f_{bpt} = \eta_{p1} \eta_1 f_{ctd}, \quad f_{ctd} = 1.63 \text{ MPa}$$

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

$$\sigma_{pm0} = 1322.74, \quad \sigma_{pmoo} = 992.15, \quad \sigma_{pd} = 1385.22 \text{ [MPa]}$$

Kontrola napona betona $f_{ctd} < f_{ctk 0,05} = 2,45 \text{ MPa}$

(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

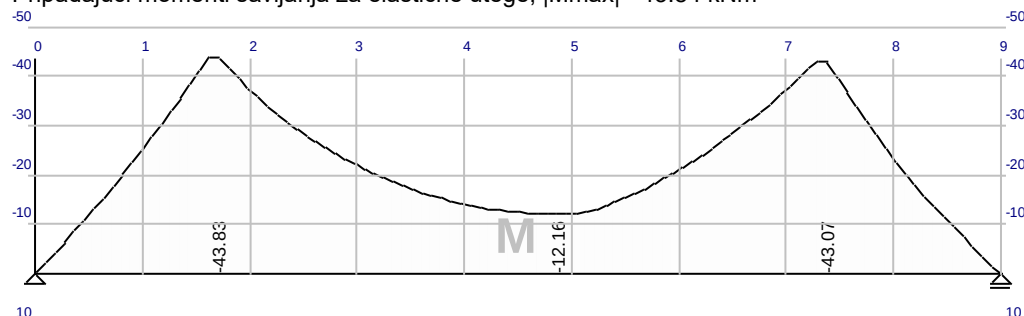
Nosač se tretira kao nepuknut, uvažava se prividno stalno opterećenje.



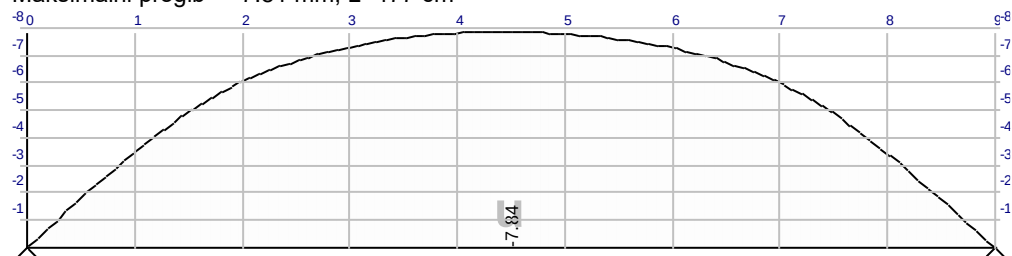
Izračun pomoću elastičnih utega, $I_c = I_{ci}$, $E_{c,eff} = E_{cm}/(1+\phi_{\infty}) = 33500/(1+2) = 11166.67 \text{ MPa}$

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

Pripadajući momenti savijanja za elastične utage, $|M_{max}| = 43.84 \text{ kNm}$



Maksimalni progib = -7.81 mm, $L=477 \text{ cm}$



9. KONTROLA ZA GRANIČNO STANJE NOSIVOSTI

Beton: C40/50

$f_{ck} = 40 \text{ MPa}$

$f_{cd} = f_{ck} \cdot \alpha / \gamma_c = 40 \cdot 1 / 1.5$

$= 26.67 \text{ MPa}$

Čelik za prednaprezanje: Y 1570/1770

$f_{pk} = 1770 \text{ MPa}$

$f_{pd} = 0.9 \cdot f_{pk} / \gamma_s = 0.9 \cdot 1770 / 1.15$

$= 1385.22 \text{ MPa}$

$\epsilon_{pm} = \sigma_{pm} / E_p = 992.15 / 200000$

$= 4.96 \text{ ‰}$

$\Delta \epsilon_p = \epsilon_{p0.1k} - r_{inf} \cdot \epsilon_{pm} = 7.85 - 0.9 \cdot 4.96$

$= 3.39 \text{ ‰}$

Faktor povećanja utjecaja $N_{M_{poo}} = f_{pd} / f_{pmoo} = 1385.22 / 992.15$

$= 1.4$

Armatura: S400/500

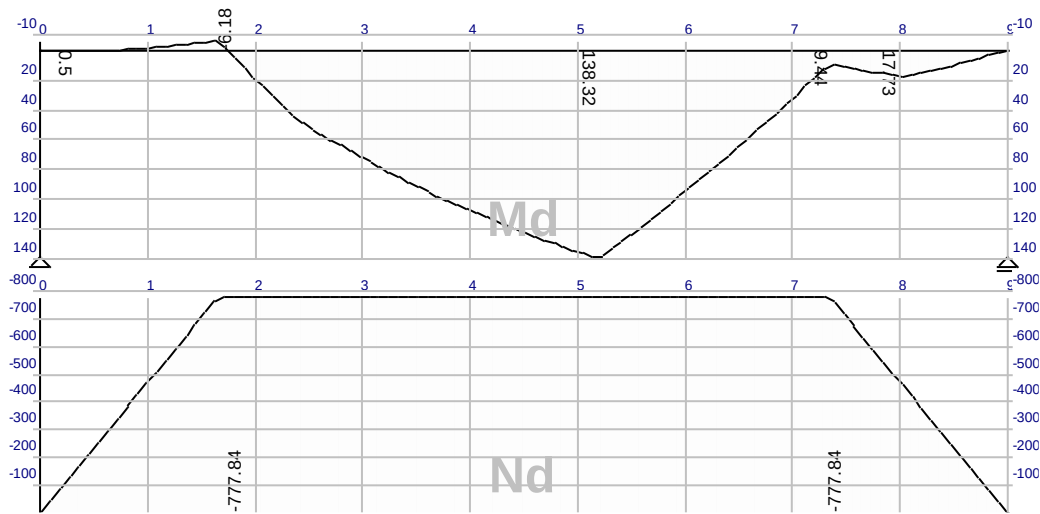
$f_{yk} = 400 \text{ MPa}$

$f_{yd} = \text{Min}(f_{yk}, E_s \cdot \epsilon_s) / \gamma_s = \text{Min}(400, 200 \cdot 5.02) / 1.15$

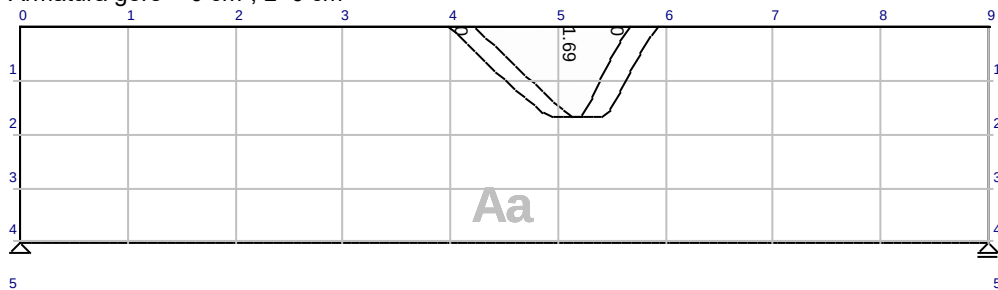
$= 347.83 \text{ MPa}$

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

9.1 Dimenzioniranje za konačno stanje $t=\infty$



Armatura gore = 0 cm², L=0 cm



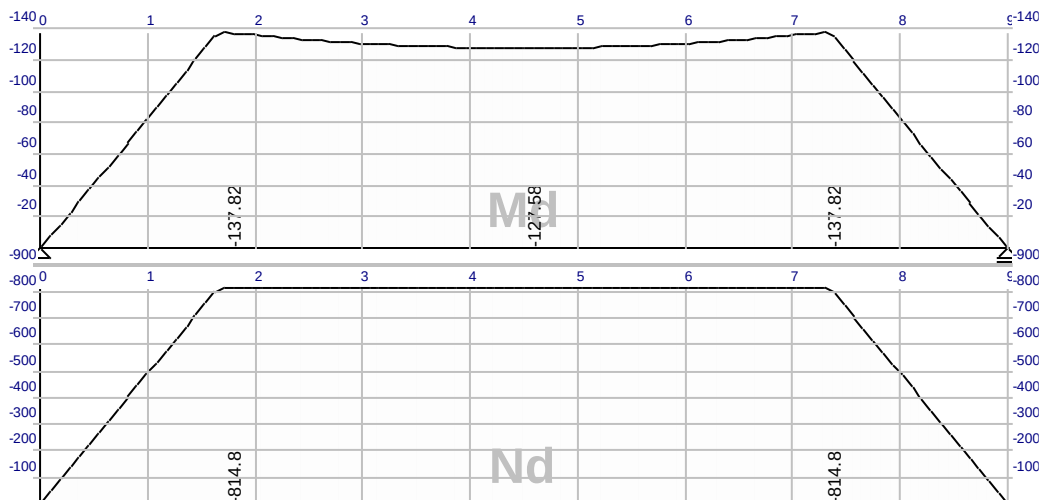
Armatura dole = 1.69 cm², L=522 cm

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

$\gamma_G = 1$, $\gamma_p = 1$, $r_{sup} = 1,1$, $f_{yd} = 347.83$ 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.

9.3 Podaci za izabranu armaturu

Nr.	f[mm]	cm2	x[cm]	y[cm]	Start	End	Nr.	f[mm]	cm2	x[cm]	y[cm]	Start	End
-----	-------	-----	-------	-------	-------	-----	-----	-------	-----	-------	-------	-------	-----



1 16 2.01 17.5 5 0 900 2 16 2.01 22.5 5 0 900

10. KONTROLA POSMIKA - EC2(6.2)

10.1 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°

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

$f_{ck} = 40 \text{ MPa} - \text{C40/50}$

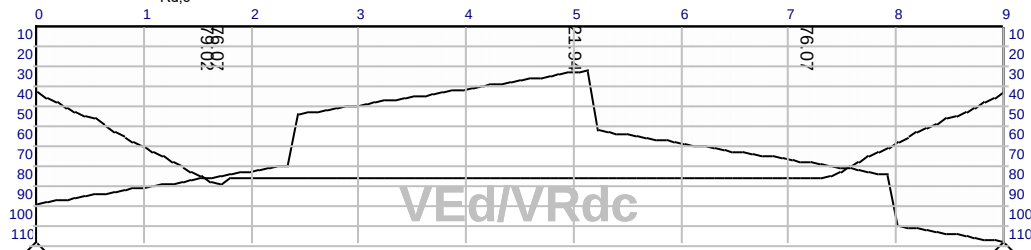
$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2.0$

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

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

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

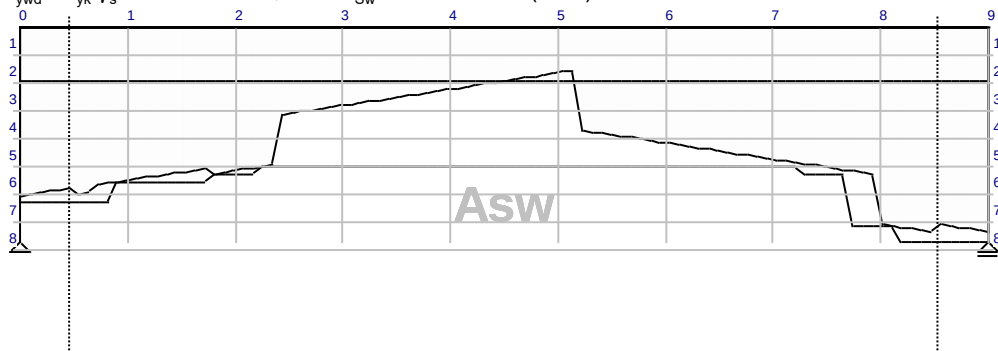
Maksimalna $V_{Rd,c} = 79.02 \text{ kN}$, $L=171 \text{ cm}$



Maksimalna $V_{Ed} = 108.25 \text{ kN}$, $L=900 \text{ cm}$

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

$f_{ywd} = f_{yk} / \gamma_s = 347.83 \text{ MPa}$, $\max A_{sw} = 7.37 \text{ cm}^2/\text{m}$ ($m=1$)



Minimalna $A_{sw} = 1.95 \text{ cm}^2/\text{m}$, pri ----- $A_{swL} = 5.96$, $A_{swD} = 7.31$

IZABRANE VILICE ($m=2$):

cm^2/m	$\phi [\text{mm}]$	$s [\text{cm}]$	$od [\text{cm}]$	$do [\text{cm}]$
6.28	8	16	0	81
5.59	8	18	90	171
5.29	8	19	180	216
5.03	8	20	225	720
5.29	8	19	729	765
7.18	8	14	774	810
7.73	8	13	819	900



10.2 Kontrola tlačnih dijagonala u betonu - maksimalna nosivost

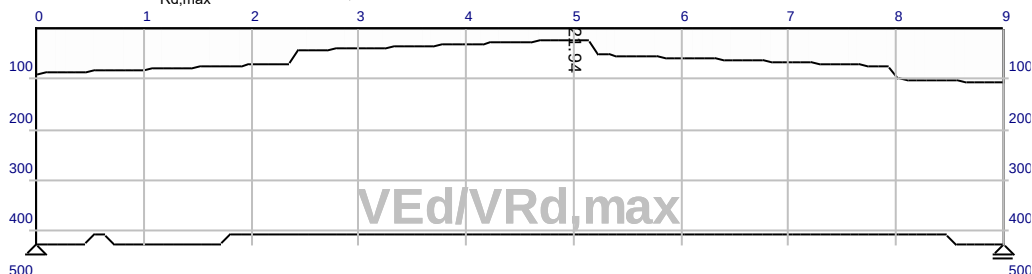
$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot 0.9 \cdot d \cdot v_1 \cdot f_{cd} / (\cot\theta + \tan\theta)$$

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

$$= 0.6 \cdot (1 - 40 / 250) = 0.504$$

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

Maksimalna $V_{Rd,max} = 426.38 \text{ kN}$, $L=900 \text{ cm}$



Maksimalni razmak između vilica $s_{max} = 20 \text{ cm}$, EC2 9.2.2 (6)

11. SIDRENJE ARMATURE

11.1 Granični naponi za dobru prijemljivost:

A - za glatke šipke: $f_{db} = f_{ck}^{1/2} \cdot 0.36 / \gamma_c = 1.52 \text{ MPa}$

B - šipke visoke prijemljivosti: $f_{db} = f_{ctk0.05} \cdot 2.25 / \gamma_c = 3.67 \text{ MPa}$

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

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

	A	B
dobro: $l_b = \phi \cdot$	57.21	23.69
loše: $l_b = \phi \cdot$	81.73	33.85

11.3 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



KROVNI NOSAČ: KN-1

ANALIZA OPTEREĆENJA (sudjelujuća širina $e=9,0\text{m}$)

- <u>DL1 – stalno opterećenje</u>	• vlastita težina nosača		računski
	• slojevi krova	1,70x9,00	15,30 kN/m
	• sekundarni nosači	2,63x9,00/3,15	7,51 kN/m
- <u>SN1 – promjenjivo opterećenje</u>	• snijeg	1,00x9,00	9,00 kN/m

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	: $E_{cm} = 33500 \text{ MPa}$

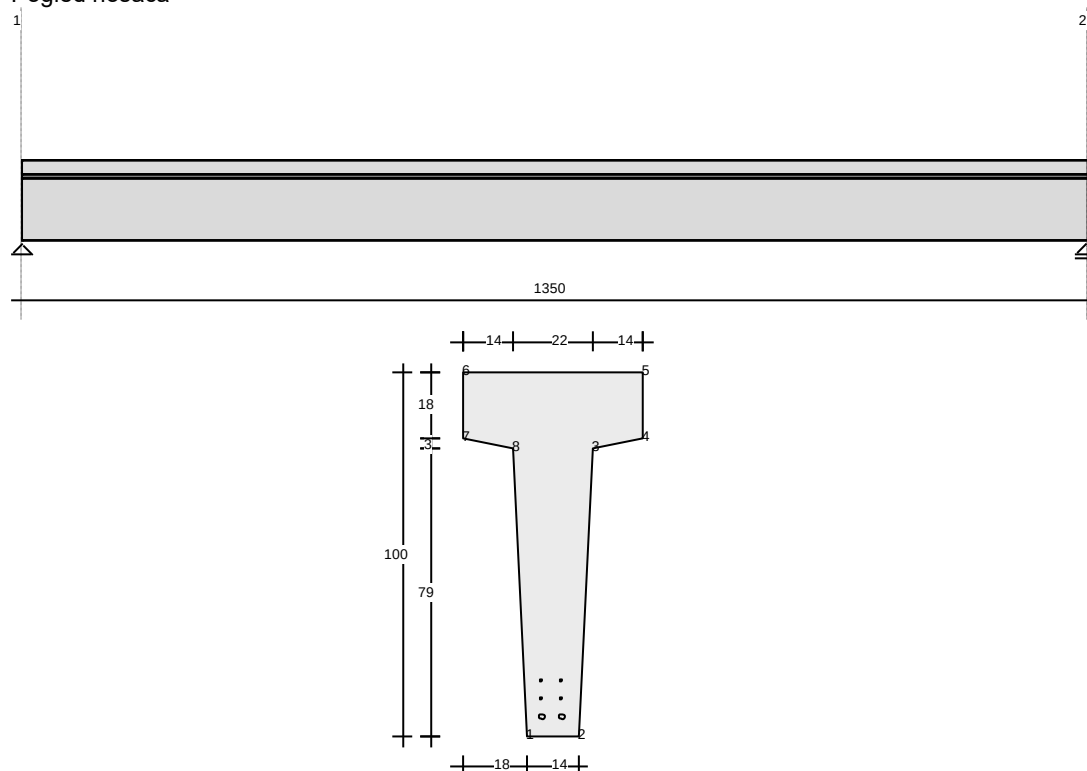
1.2 ČELIK ZA ARMIRANJE: S400/500

Karakteristična vlačna čvrstoća	: $f_{yk} = 400 \text{ MPa}$
Elastični modul	: $E_s = 200000 \text{ MPa}$

1.3 ČELIK ZA PREDNAPREZANJE: St 1570/1770

Napon na granici elastičnosti	: $f_{p0.1k} = 1570 \text{ MPa}$
Karakteristična vlačna čvrstoća	: $f_{pk} = 1770 \text{ MPa}$
Elastični modul	: $E_p = 200000 \text{ MPa}$
Relaksacija	: razred 2

Pogled nosača





Presjeci nosača

Ukupna dužina nosača $L = 13.5$ m, nadvis lijevo: 0 m, desno: 0 m
Volumen nosača $V = 3.28$ m³, težina $G = V \cdot 25$ kN/m³ = 82 kN

1.4 Minimalni broj elemenata za prednapinjanje

- najmanje jedno uže sa sedam ili više žica (promjer žice ≥ 4 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

$d_g = 16$ mm - beton 0-16 mm, $\phi_k = 15$ mm

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

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

1.6 Zaštitni slojevi za meku armaturu

a) u zavisnosti od okoline - X0 Vrlo suho / S4

$c_{min,dur} = 10$ mm

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

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

Šipke: $c_{l,min,b} = \phi_l = 20$ mm

Nominalni zaštitni slojevi

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

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

1.7 Zaštitni slojevi za zateznu armaturu

a) u zavisnosti od okoline - X0 Vrlo suho / S4

$c_{p,min,dur} = 10$ mm

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

Užadi: $c_{p,min,b} = 2 \cdot \phi_k = 30$ mm

Nominalni zaštitni slojevi

$c_{p,nom} = c_{p,min,b} + \Delta c = 30 + 10 = 40$ 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	15	1.4	22.5	10	0	1350	5	15	1.4	22.5	20	200	1150
2	15	1.4	27.5	10	0	1350	6	15	1.4	27.5	20	200	1150
3	15	1.4	22.5	15	0	1350	7	15	1.4	22.5	25	300	1050



4 15 1.4 27.5 15 0 1350 8 15 1.4 27.5 25 300 1050

1.9 Karakteristike presjeka

$$\alpha_e = E_s / E_c = 200000 / 33500 = 5.97$$

		A [m ²]	I [m ⁴]	z [m]
1/1	beton A _c	0.243	0.0209	0.621
1/2	neto A _{c,net}	0.2424	0.0208	0.622
1/3	ideal A _{ci}	0.2458	0.0216	0.616

2. OPTEREĆENJA (kN, kN/m, kNm, cm)

Stalno opterećenje - G

- g1 : Q=6.08 kN/m'
- : Q=19.05 kN/m'

Korisno opterećenje - Q

- snijeg : Q=9 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			
- Promjenjivo	: 0.6	: 0.2	: 0

3. GUBITAK PREDNAPINJANJA

3.1 Početni pad napona

Početna relaksacija čelika

Unos zatezne sile u beton nakon 200 sata. $\sigma_{0,max} = 1350$ MPa

Relaksacijski razred 2

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

$$\mu = \sigma_p / f_{pk} = 1350 / 1770 = 0.76$$

$$\Delta\sigma_{pr,200} = 1350 \cdot 0.0128 = 17.29 \text{ MPa}$$

Elastično skupljanje betona

$$\Delta\sigma_{el} = \sigma_{c0} \times \alpha / (1 + \alpha\mu) = 9.77 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c0} = 1.5 / 0.243, \mu = 100 \times 11.2 / 2430$$

$$\sigma_{pm0} = 1322.94 \text{ MPa} \leq 1322.94 < 1327.5$$



3.2 Pad napona zbog vremenskih gubitaka - $t=\infty$

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

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): N (32.5 R, 42.5 N)

Izračun u presjeku na $L = 689$ cm

Karakteristična srednja debljina presjeka: $d_{eff} = 2 \cdot A_c/u = 2 \cdot 243000/2868.4 = 169$ mm

$$\varphi(t,t_0) = \varphi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0) \cdot \beta_c(t,t_0) = 1.59$$

$$\varphi_{RH} = 1.48, \beta(f_{cm}) = 2.21, \beta(t_0) = 0.49, \beta_c(t,t_0) = 1$$

$$\varepsilon_{cs} = \beta_{ds}(t,t_s) \cdot k_h \cdot \varepsilon_{cd,0} + \varepsilon_{ca} = 0.42\text{‰}$$

$$\beta_{ds}(t,t_s) = 1, k_h = 0.85, \varepsilon_{cd,0} = 0.38, \varepsilon_{ca} = 0.1, \beta_{RH} = 1.36$$

Puzanje $\varphi = 1.59$, skupljanje $\varepsilon = 0.42\text{‰}$

Relaksacijski razred 2

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

$$\mu = \sigma_p / f_{pk} = 1322.94 / 1770 = 0.75$$

$$\Delta\sigma_{pr,\infty} = 1322.94 \cdot 0.0482 = 63.71 \text{ MPa}$$

Naponi zbog stalnog opterećenja

$$\sigma_{cg} = -M_s / I_{c_{net}} \cdot z_p = -57249.3/2068907.9 \cdot 10 \cdot 62.3 = -17.24 \text{ MPa}$$

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

$$N_{p0} \sigma_{pm0} \cdot A_p = 1322.94 \cdot 11.2 \cdot 10^{-4} = 1.48 \text{ MN}$$

$$M_{p0} = N_{p0} \cdot z_p = 1.48 \cdot 62.3 = 92.34 \text{ MNcm}$$

$$\sigma_{cp0} = (1.48 / 2418.8 + 92.3 / 2068907.9 \cdot 62.3) \cdot 10^4 = 33.94 \text{ MPa}$$

$$0.00042 \cdot 200000 + 0.8 \cdot 63.71 + 5.97 \cdot 1.59 \cdot 16.698$$

$$\Delta\sigma_{p,c+s+r} = \frac{0.00042 \cdot 200000 + 0.8 \cdot 63.71 + 5.97 \cdot 1.59 \cdot 16.698}{1 + 5.97 \cdot 11.2/2485.666 \cdot (1 + 2485.666/2199535.113 \cdot 61.118^2) \cdot (1 + 0.8 \cdot 1.59)}$$

$$\Delta\sigma_{p,c+s+r} = 293.465 / 1.319 = 222.47 \text{ MPa}$$

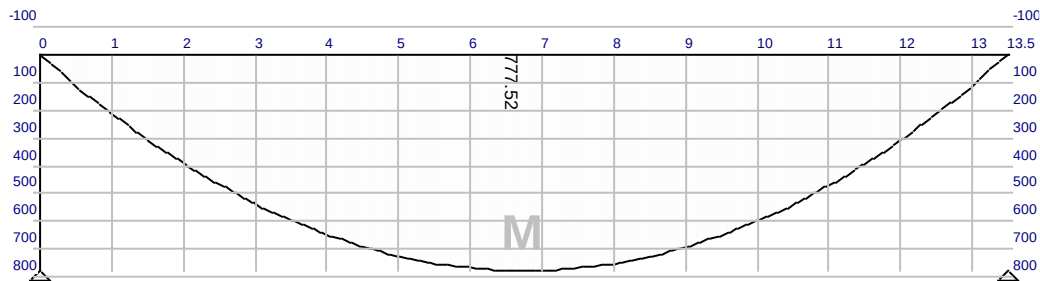
$$\text{Konačan napon u } t=\infty \sigma_{pm\infty} = \sigma_{pm0} - \Delta\sigma_{p,c+s+r} = 1100.47 \text{ MPa}$$

4. UNUTARNJE STATIČKE KOLIČINE

4.1 Granično stanje upotrebljivosti

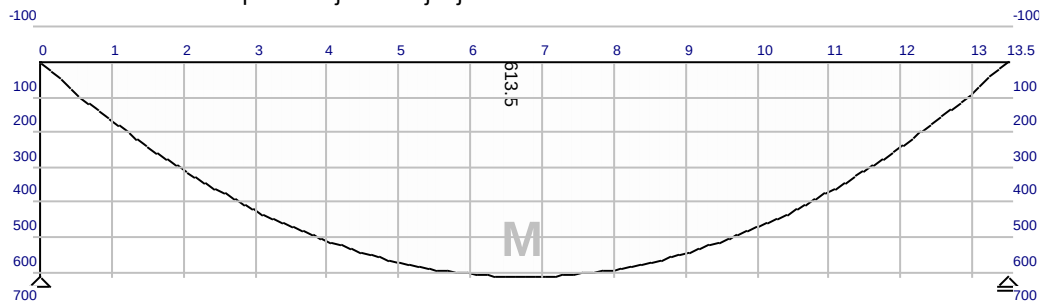
Rijetka kombinacija - $|M_{max}| = 777.52 \text{ kNm}$, $L = 675 \text{ cm}$

Dominantno korisno opterećenje: Promjenjivo



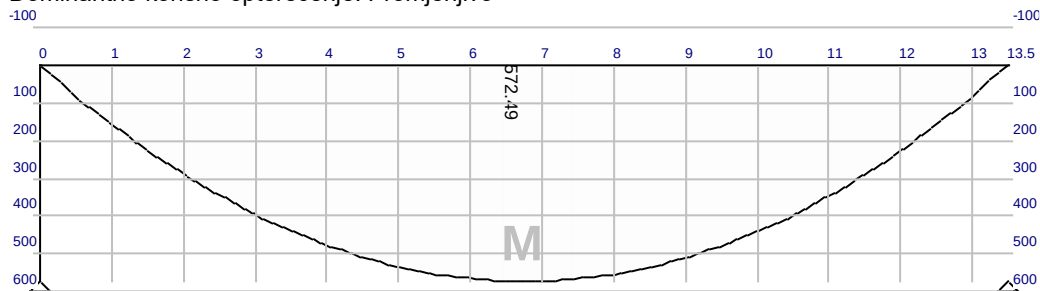
Česta kombinacija - $|M_{\max}|=613.5 \text{ kNm}$, $L=675 \text{ cm}$

Dominantno korisno opterećenje: Promjenjivo



Prividno stalna - $|M_{\max}|=572.49 \text{ kNm}$, $L=675 \text{ cm}$

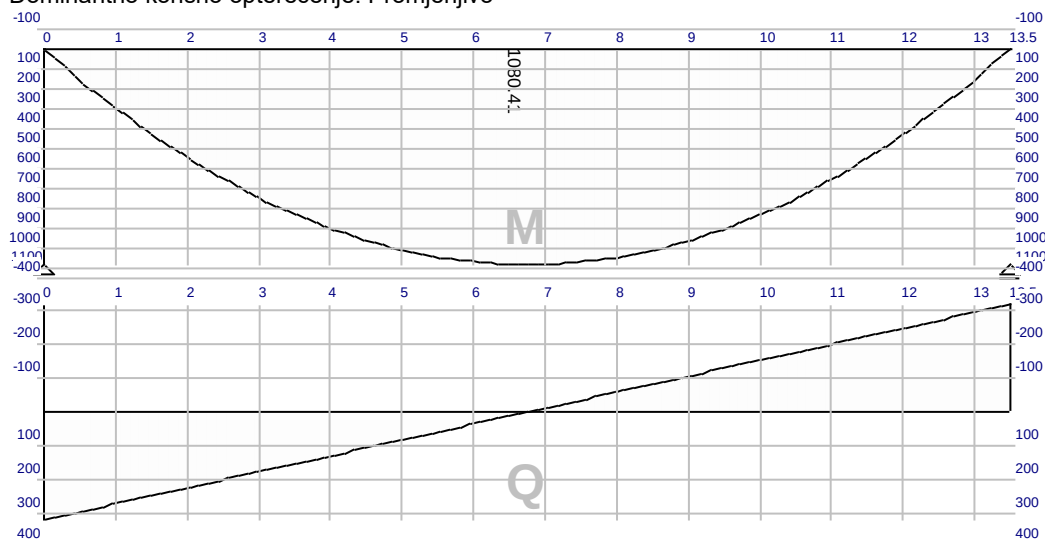
Dominantno korisno opterećenje: Promjenjivo



4.2 Granično stanje nosivosti

$|M_{\max}|=1080.41 \text{ kNm}$, $L=675 \text{ cm}$, $|Q_{\max}|=320.12 \text{ kN}$, $L=1350 \text{ cm}$

Dominantno korisno opterećenje: Promjenjivo

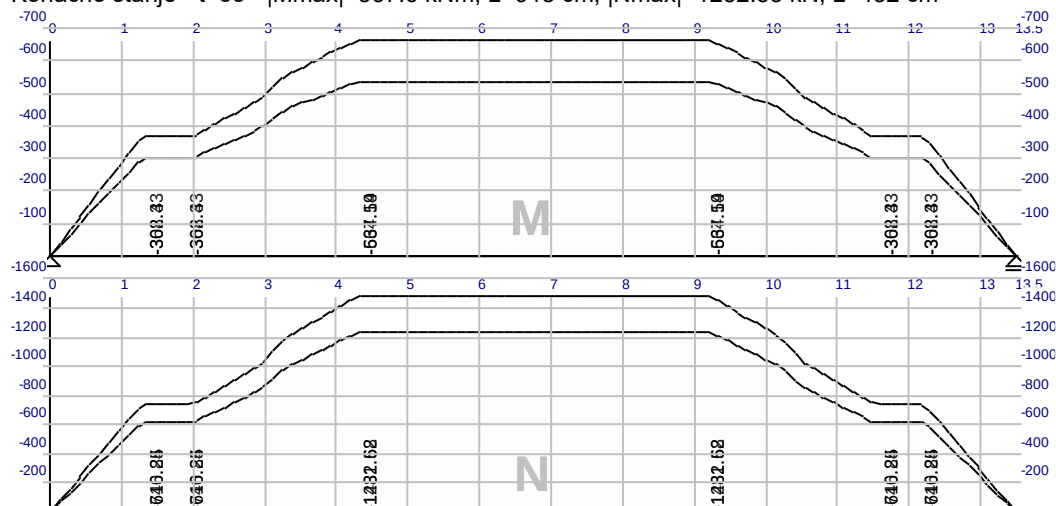




Utjecaji zbog prednapinjanja

Početno stanje - $t=0$ - $|M_{max}|=664.15 \text{ kNm}$, $L=918 \text{ cm}$, $|N_{max}|=1481.69 \text{ kN}$, $L=918 \text{ cm}$

Konačno stanje - $t=\infty$ - $|M_{max}|=537.6 \text{ kNm}$, $L=918 \text{ cm}$, $|N_{max}|=1232.53 \text{ kN}$, $L=432 \text{ cm}$



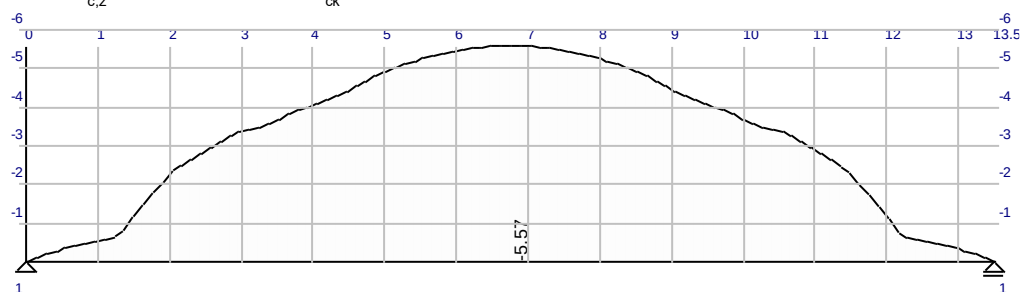
5. KONTROLA ZA GRANIČNO STANJE UPOTREBLJIVOSTI

5.1 Prividno stalni utjecaji - naponi u betonu

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

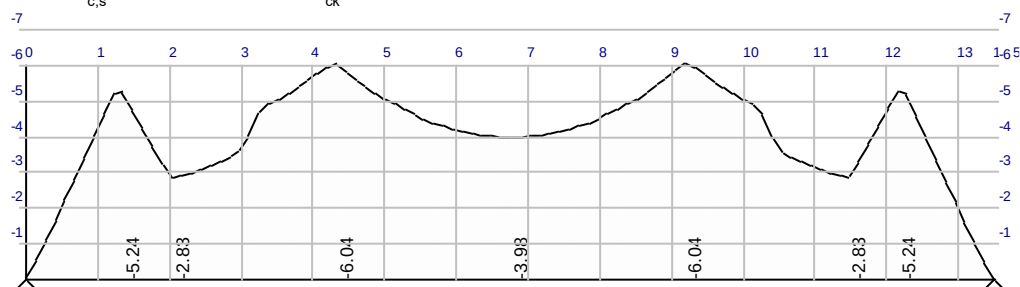
Naponi na gornjem rubu - $L=675 \text{ cm}$

tlak - $\sigma_{c,z} = 5.58 \text{ MPa} < 0.45 \cdot f_{ck} = 0.45 \cdot 50 = 22.5 \text{ MPa}$



Naponi na donjem rubu - $L=432 \text{ cm}$

tlak - $\sigma_{c,s} = 6.05 \text{ MPa} < 0.45 \cdot f_{ck} = 0.45 \cdot 50 = 22.5 \text{ MPa}$



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:

$$\sigma_{pm1} = \sigma_{pm0} - 0.3 \cdot \Delta\sigma_{p,c+s+r} = 1322.94 - 0.3 \cdot 222.47 = 1256.2 \text{ MPa}$$



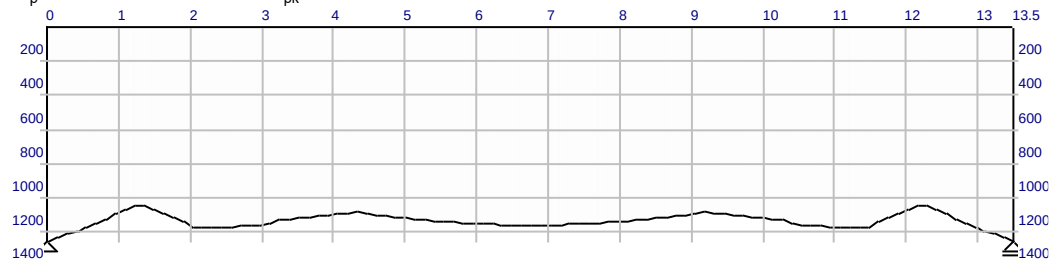
$$\Delta\sigma_p \approx (M_s/z - P_{m,t}) / (A_p + A_s)$$

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

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

Maksimalni napon u čeliku - $L=0$ cm

$$\sigma_p = 1256.2 \text{ MPa} < 0.75 \cdot f_{pk} = 0.75 \cdot 1770 = 1327.5 \text{ MPa}$$

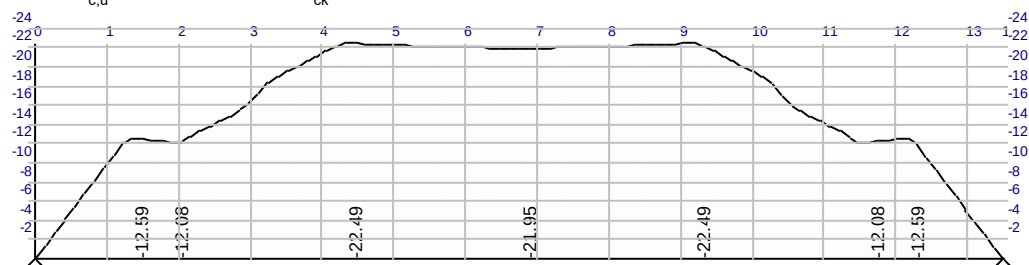


5.3 Vlastita težina i prednapinjanje $t=0$ - naponi u betonu

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

Naponi na donjem rubu - $L=432$ cm

$$\text{tlak} - \sigma_{c,u} = 22.5 \text{ MPa} < 0.6 \cdot f_{ck} = 0.6 \cdot 50 = 30 \text{ MPa}$$



6. PUKOTINE

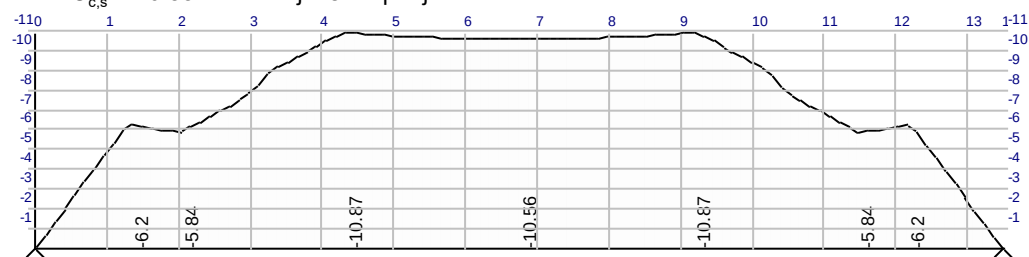
6.1 Minimalna površina armature - EC2 uvjet 7.3.2(4)

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 - $L=432$ cm

$$\text{tlak} - \sigma_{c,s} = 10.88 \text{ MPa} - \text{uvjet JE ispunjen}$$



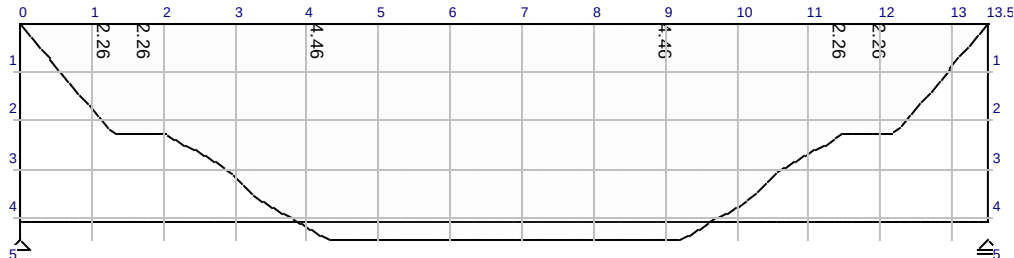
2. uvjet: napon u težištu betona zbog prednapinjanja

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

Napon u težištu - $L=432$ cm



$|\sigma_c| = 4.46 \text{ MPa} > 4.1 \text{ MPa}$, $|\sigma_c| / \sigma_{cs}^* = 4.46 / 4.1 = 1.09$ - uvjet JE ispunjen



6.2 Kontrola pukotina bez neposrednog izračuna - EC2 7.3.3

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 - težište $A_p + A_s$ od gornjeg ruba, $r_{sup}=1,1$

U gornjem dijelu presjeka nema armature!

Čelik - donji rub presjeka za $t=\infty$

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

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

U donjem dijelu presjeka nema armature!

7. DUŽINA UVOĐENJA OSNE SILE - l_{bpd}

$$l_{bpd} = l_{pt2} + \alpha_2 \cdot \phi \cdot (\sigma_{pd} - \sigma_{pmoo}) / f_{bpd} = 85.3 \cdot \phi$$

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

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

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

$$\sigma_{pm0} = 1322.94, \quad \sigma_{pmoo} = 1100.47, \quad \sigma_{pd} = 1385.22 \text{ [MPa]}$$

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 $f_{ctk,0.05}$

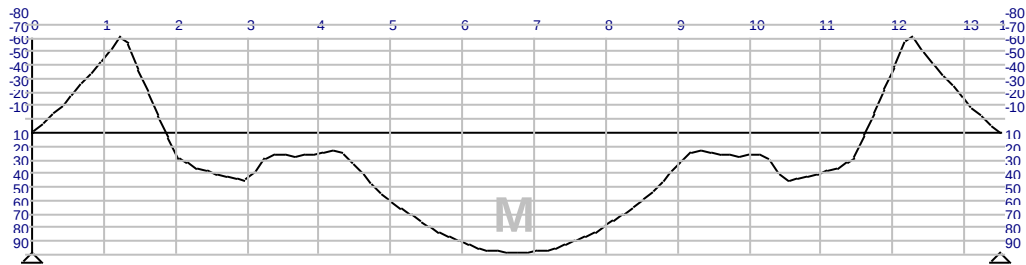
8. KONTROLA PROGIBA

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

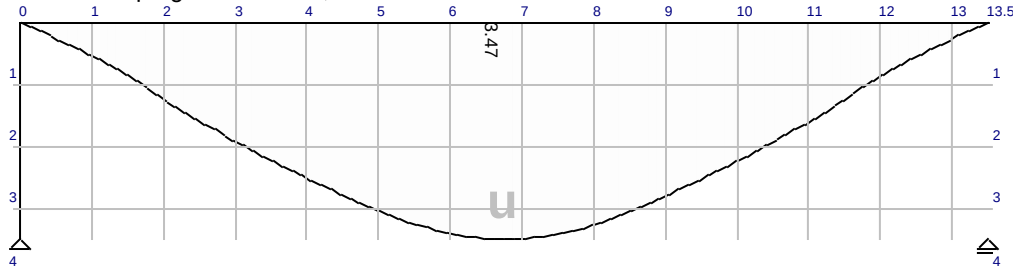
Izračun pomoću elastičnih utege, $I_c = I_{ci}$, $E_{c,eff} = E_{cm} / (1 + \phi_{oo}) = 33500 / (1 + 1.59) = 12934.36 \text{ MPa}$

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

Pripadajući momenti savijanja za elastične utege, $|M_{max}| = 88.65 \text{ kNm}$



Maksimalni progib = 3.47 mm, L=662 cm



9. KONTROLA ZA GRANIČNO STANJE NOSIVOSTI

Beton: C50/60

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

$$f_{cd} = f_{ck} \cdot \alpha / \gamma_c = 50 \cdot 0.85 / 1.5$$

$= 28.33 \text{ MPa}$

Čelik za prednaprezanje: St 1570/1770

$f_{pk} = 1770 \text{ MPa}$

$$f_{pd} = 0.9 \cdot f_{pk} / \gamma_s = 0.9 \cdot 1770 / 1.15$$

$= 1385.22 \text{ MPa}$

$$\varepsilon_{pm} = \sigma_{pm} / E_p = 1100.47 / 200000$$

$= 5.5 \text{ ‰}$

$$\Delta \varepsilon_p = \varepsilon_{p0.1k} - r_{inf} \cdot \varepsilon_{pm} = 7.85 - 0.9 \cdot 5.5$$

$= 2.9 \text{ ‰}$

$$\text{Faktor povećanja utjecaja } N_{M_{poo}} = f_{pd} / f_{pmoo} = 1385.22 / 1100.47 = 1.26$$

Armatura: S400/500

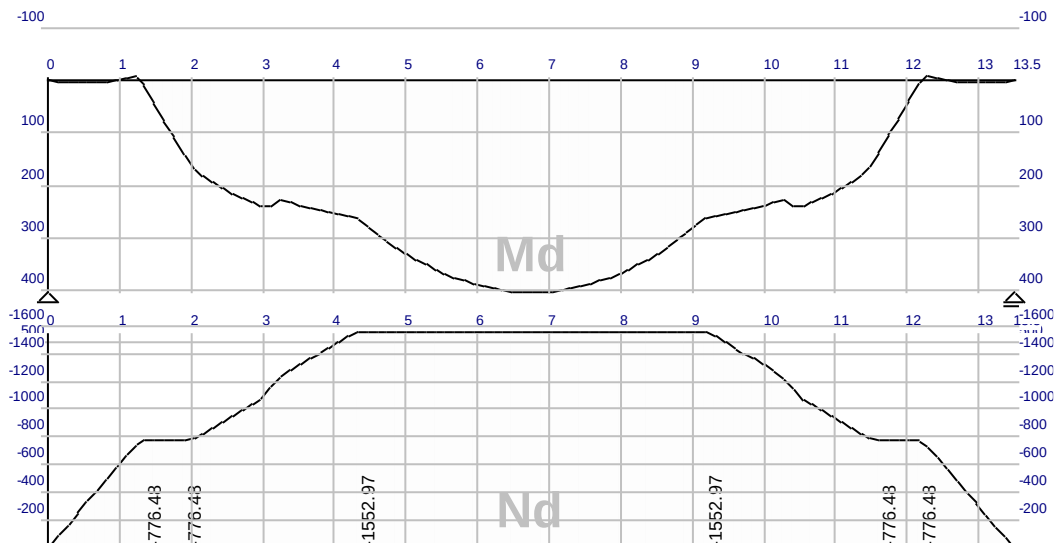
$f_{yk} = 400 \text{ MPa}$

$$f_{yd} = \text{Min}(f_{yk}, E_s \cdot \varepsilon_s) / \gamma_s = \text{Min}(400, 200 \cdot 4.02) / 1.15$$

$= 347.83 \text{ MPa}$

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

9.1 Dimenzioniranje za konačno stanje $t=\infty$



Vlačna armatura nije potrebna.

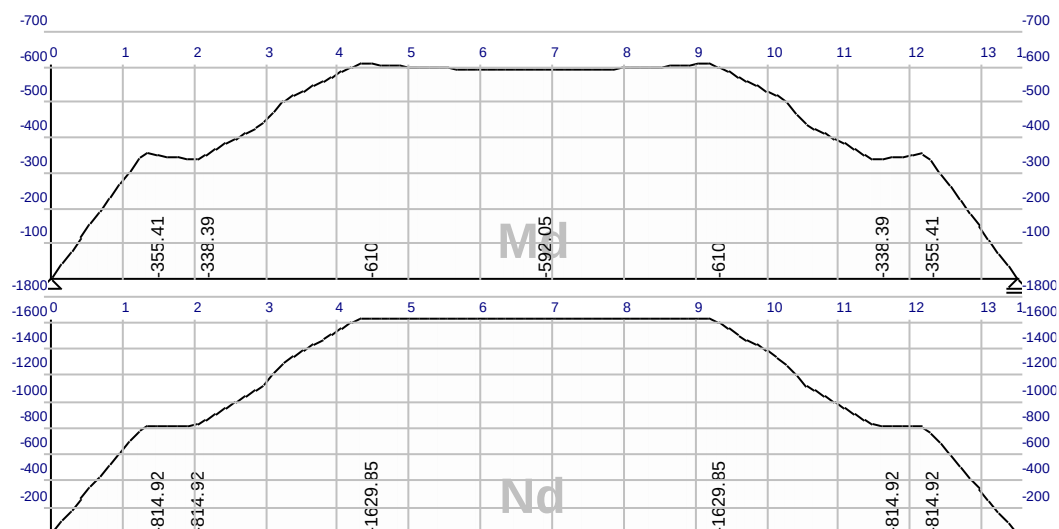


9.2 Kontrola za početno stanje - vlastita težina + P u t=0

$$\gamma_G = 1, \gamma_p = 1, r_{sup} = 1,1, f_{yd} = 347.83 \text{ MPa}$$

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

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



Vlačna armatura nije potrebna.

9.3 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	20	3.14	22.5	5	0	1350	2	20	3.14	27.5	5	0	1350

10. KONTROLA POSMIKA - EC2(6.2)

10.1 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°

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

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

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

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

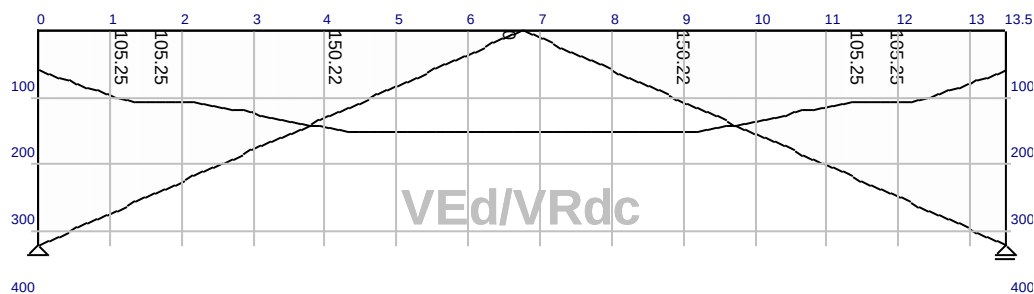
$$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c < 0.2 f_{cd}$$

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

$$\text{Maksimalna } V_{Rd,c} = 150.22 \text{ kN, } L=432 \text{ cm}$$



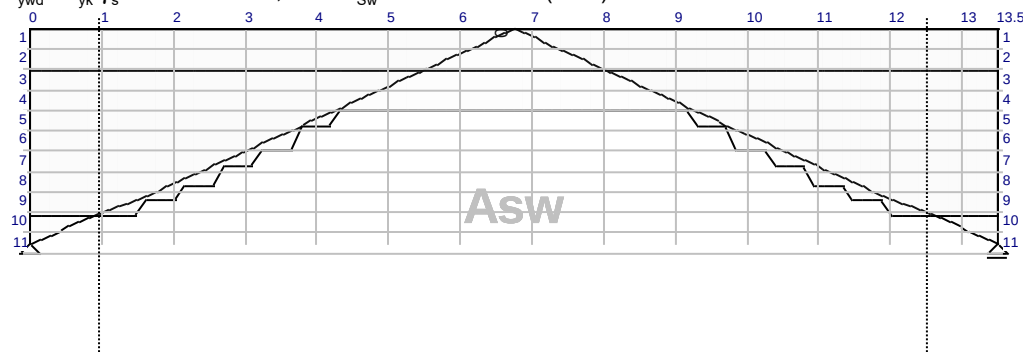
Respect-ing



Maksimalna $V_{Ed} = 320.12 \text{ kN}$, $L=1350 \text{ cm}$

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

$$f_{ywd} = f_{yk} / \gamma_s = 347.83 \text{ MPa}, \text{ max } A_{sw} = 10.54 \text{ cm}^2/\text{m} (m=1)$$



Minimalna $A_{sw} = 2 \text{ cm}^2/\text{m}$, pri ----- $A_{swL} = 8.89$, $A_{swD} = 8.89$

IZABRANE VILICE ($m=2$):

cm^2/m	$\phi[\text{mm}]$	$s[\text{cm}]$	$od[\text{cm}]$	$do[\text{cm}]$
9.14	8	11	0	148
8.38	8	12	162	202
7.73	8	13	216	256
6.7	8	15	270	310
5.91	8	17	324	364
4.79	8	21	378	418
4.02	8	25	432	918
4.79	8	21	931	972
5.91	8	17	985	1026
6.7	8	15	1039	1080
7.73	8	13	1093	1134
8.38	8	12	1147	1188
9.14	8	11	1201	1350

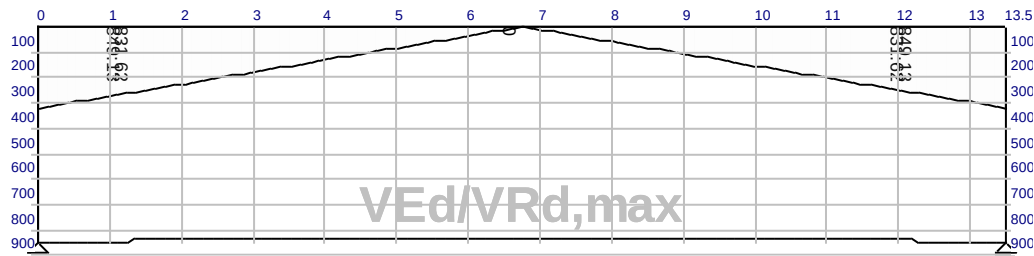
10.2 Kontrola tlačnih dijagonala u betonu - maksimalna nosivost

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

$$v = 0.6 \cdot (1 - f_{ck} / 250) = 0.6 \cdot (1 - 50 / 250) = 0.48$$

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

Maksimalna $V_{Rd,max} = 849.13 \text{ kN}$, $L=1350 \text{ cm}$



Maksimalni razmak između vilica $s_{\max} = 20 \text{ cm}$, EC2 9.2.2 (6)

11. SIDRENJE ARMATURE

11.1 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**

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

	A	B
dobro: $l_b = \phi \cdot$	51.15	20.22
loše: $l_b = \phi \cdot$	73.07	28.89

11.3 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



KROVNI NOSAČ: KN-2

ANALIZA OPTEREĆENJA (sudjelujuća širina $e=4,50\text{m}$)

- <u>DL1 – stalno opterećenje</u>		
• vlastita težina nosača		računski
• slojevi krova	1,70x4,50	7,65 kN/m
• sekundarni nosači	2,63x4,5/3,15	3,75 kN/m
- <u>SN1 – promjenjivo opterećenje</u>		
• snijeg	1,00x4,50	4,50 kN/m

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	: $E_{cm} = 33500 \text{ MPa}$

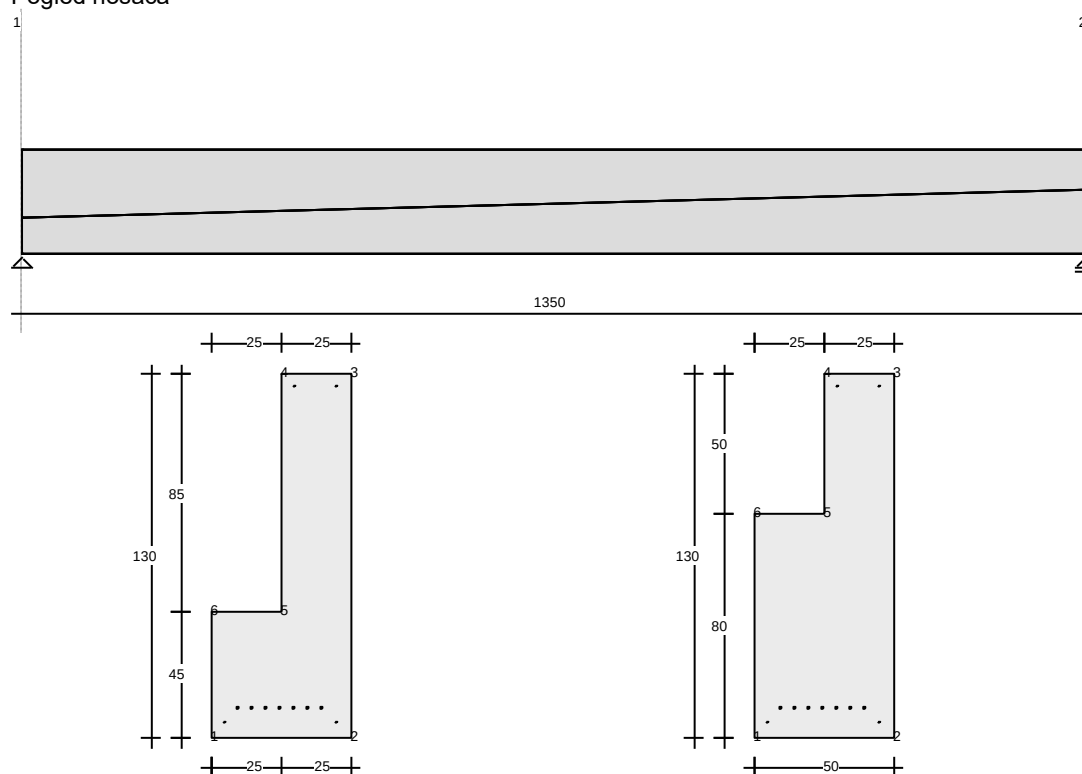
1.2 ČELIK ZA ARMIRANJE: S400/500

Karakteristična vlačna čvrstoća	: $f_{yk} = 400 \text{ MPa}$
Elastični modul	: $E_s = 200000 \text{ MPa}$

1.3 ČELIK ZA PREDNAPREZANJE: St 1570/1770

Napon na granici elastičnosti	: $f_{p0.1k} = 1570 \text{ MPa}$
Karakteristična vlačna čvrstoća	: $f_{pk} = 1770 \text{ MPa}$
Elastični modul	: $E_p = 200000 \text{ MPa}$
Relaksacija	: razred 2

Pogled nosača



Presjeci nosača



Ukupna dužina nosača $L = 13.5$ m, nadvis lijevo: 0 m, desno: 0 m
Volumen nosača $V = 6.497$ m³, težina $G = V \cdot 25$ kN/m³ = 162.43 kN

1.4 Minimalni broj elemenata za prednapinjanje

- najmanje jedno uže sa sedam ili više žica (promjer žice ≥ 4 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

$d_g = 16$ mm - beton 0-16 mm, $\phi_k = 15$ mm

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

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

1.6 Zaštitni slojevi za meku armaturu

a) u zavisnosti od okoline - XC1 Suho ili trajno mokro / S4

$c_{min,dur} = 15$ mm

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

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

Šipke: $c_{l,min,b} = \phi_l = 20$ mm

Nominalni zaštitni slojevi

$c_{nom} = c_{min,dur} + \Delta c = 15 + 10 = 25$ mm

$c_{l,nom} = c_{nom} + \phi_w = 25 + 8 = 33$ mm

1.7 Zaštitni slojevi za zateznu armaturu

a) u zavisnosti od okoline - XC1 Suho ili trajno mokro / S4

$c_{p,min,dur} = 25$ mm

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

Užadi: $c_{p,min,b} = 2 \cdot \phi_k = 30$ mm

Nominalni zaštitni slojevi

$c_{p,nom} = c_{p,min,b} + \Delta c = 30 + 10 = 40$ 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	15	1.4	20	10	0	1350	12	15	1.4	15	15	250	1100
2	15	1.4	30	10	0	1350	13	15	1.4	25	15	250	1100
3	15	1.4	25	10	0	1350	14	15	1.4	35	15	250	1100
4	15	1.4	35	10	0	1350	15	15	1.4	10	20	350	1000



5	15	1.4	15	10	0	1350	16	15	1.4	25	20	350	1000
6	15	1.4	10	10	0	1350	17	15	1.4	40	20	350	1000
7	15	1.4	40	10	0	1350	18	15	1.4	15	20	350	1000
8	15	1.4	10	15	150	1200	19	15	1.4	20	20	350	1000
9	15	1.4	20	15	150	1200	20	15	1.4	30	20	350	1000
10	15	1.4	30	15	150	1200	21	15	1.4	35	20	350	1000
11	15	1.4	40	15	150	1200							

1.9 Karakteristike presjeka

$$\alpha_e = E_s / E_c = 200000 / 33500 = 5.97$$

		A [m ²]	I [m ⁴]	z [m]
1/1	beton A _c	0.4375	0.0628	0.541
1/2	neto A _{c,net}	0.4365	0.0626	0.542
1/3	ideal A _{ci}	0.4424	0.0637	0.536
2/1	beton A _c	0.525	0.0642	0.555
2/2	neto A _{c,net}	0.524	0.064	0.556
2/3	ideal A _{ci}	0.5299	0.0652	0.551

2. OPTEREĆENJA (kN, kN/m, kNm, cm)

Stalno opterećenje - G

- g1 : q1=10.63, x1=0, q2=13.13, x2=1350
- : Q=11.4 kN/m'

Korisno opterećenje - Q

- snijeg : Q=4.5 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			
- Promjenjivo	: 0.6	: 0.2	: 0

3. GUBITAK PREDNAPINJANJA

3.1 Početni pad napona

Početna relaksacija čelika

Unos zatezne sile u beton nakon 200 sata. $\sigma_{0,max} = 1350$ MPa

Relaksacijski razred 2

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

$$\mu = \sigma_p / f_{pk} = 1350 / 1770 = 0.76$$

$$\Delta\sigma_{pr,200} = 1350 \cdot 0.0128 = 17.29 \text{ MPa}$$



Elastično skupljanje betona

$$\Delta\sigma_{el} = \sigma_{c0} \times \alpha / (1 + \alpha\mu) = 10.56 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c0} = 3.9 / 0.46025, \mu = 100 \times 29.4 / 4602.5$$

$$\sigma_{pm0} = 1322.15 \text{ MPa} \quad <= 1322.15 < 1327.5$$

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): N (32.5 R, 42.5 N)

Izračun u presjeku na L= 702 cm

Karakteristična srednja debljina presjeka: $d_{eff} = 2 \cdot A_c / u = 2 \cdot 482125 / 3600 = 268 \text{ mm}$

$$\varphi(t, t_0) = \varphi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0) \cdot \beta_c(t, t_0) = 1.5$$

$$\varphi_{RH} = 1.4, \beta(f_{cm}) = 2.21, \beta(t_0) = 0.49, \beta_c(t, t_0) = 1$$

$$\varepsilon_{cs} = \beta_{ds}(t, t_s) \cdot k_h \cdot \varepsilon_{cd,0} + \varepsilon_{ca} = 0.38\text{‰}$$

$$\beta_{ds}(t, t_s) = 1, k_h = 0.75, \varepsilon_{cd,0} = 0.38, \varepsilon_{ca} = 0.1, \beta_{RH} = 1.36$$

Puzanje $\varphi = 1.5$, skupljanje $\varepsilon = 0.38\text{‰}$

Relaksacijski razred 2

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

$$\mu = \sigma_p / f_{pk} = 1322.15 / 1770 = 0.75$$

$$\Delta\sigma_{pr,oo} = 1322.15 \cdot 0.0481 = 63.54 \text{ MPa}$$

Naponi zbog stalnog opterećenja

$$\sigma_{cg} = -M_s / I_{c_{net}} \cdot z_p = -53032.5 / 6243443.3 \cdot 10 \cdot 54.3 = -4.6 \text{ MPa}$$

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

$$N_{p0} \sigma_{pm0} \cdot A_p = 1322.15 \cdot 29.4 \cdot 10^{-4} = 3.89 \text{ MN}$$

$$M_{p0} = N_{p0} \cdot z_p = 3.89 \cdot 54.3 = 211.06 \text{ MNcm}$$

$$\sigma_{cp0} = (3.89 / 4791.9 + 211.1 / 6243443.3 \cdot 54.3) \cdot 10^4 = 26.47 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_{p,c+s+r} = \frac{0.00038 \cdot 200000 + 0.8 \cdot 63.54 + 5.97 \cdot 1.5 \cdot 21.855}{1 + 5.97 \cdot 29.4 / 4967.372 \cdot (1 + 4967.372 / 6504648.462 \cdot 52.909^2) \cdot (1 + 0.8 \cdot 1.5)}$$

$$\Delta\sigma_{p,c+s+r} = 322.547 / 1.244 = 259,3 \text{ MPa}$$

$$\text{Konačan napon u } t=\infty \sigma_{pmoo} = \sigma_{pm0} - \Delta\sigma_{p,c+s+r} = 1062.85 \text{ MPa}$$

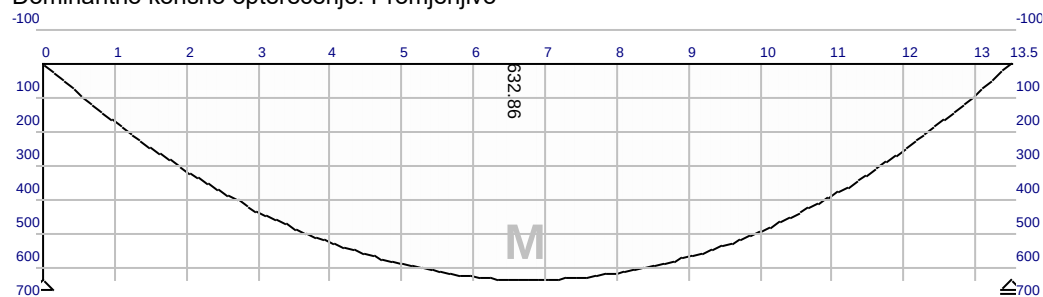


4. UNUTARNJE STATIČKE KOLIČINE

4.1 Granično stanje upotrebljivosti

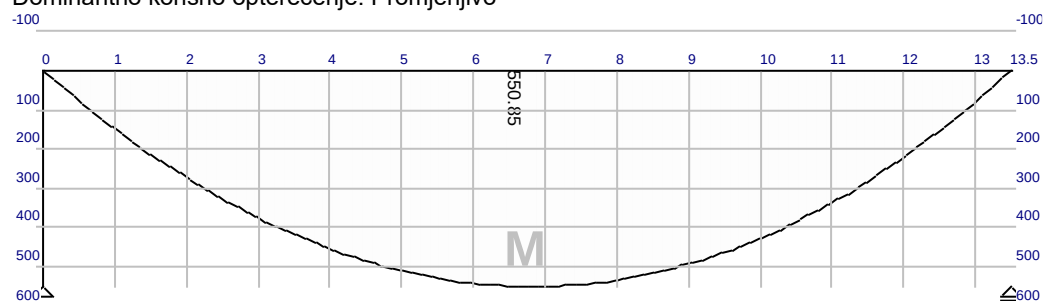
Rijetka kombinacija - $|M_{\max}|=632.86 \text{ kNm}$, $L=675 \text{ cm}$

Dominantno korisno opterećenje: Promjenjivo



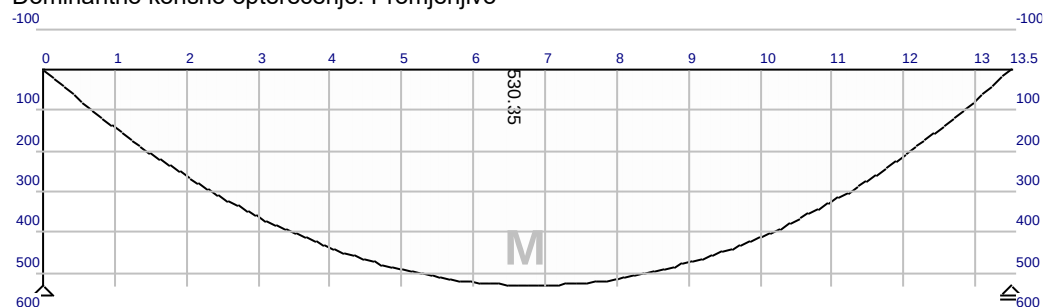
Česta kombinacija - $|M_{\max}|=550.85 \text{ kNm}$, $L=675 \text{ cm}$

Dominantno korisno opterećenje: Promjenjivo



Prividno stalna - $|M_{\max}|=530.35 \text{ kNm}$, $L=675 \text{ cm}$

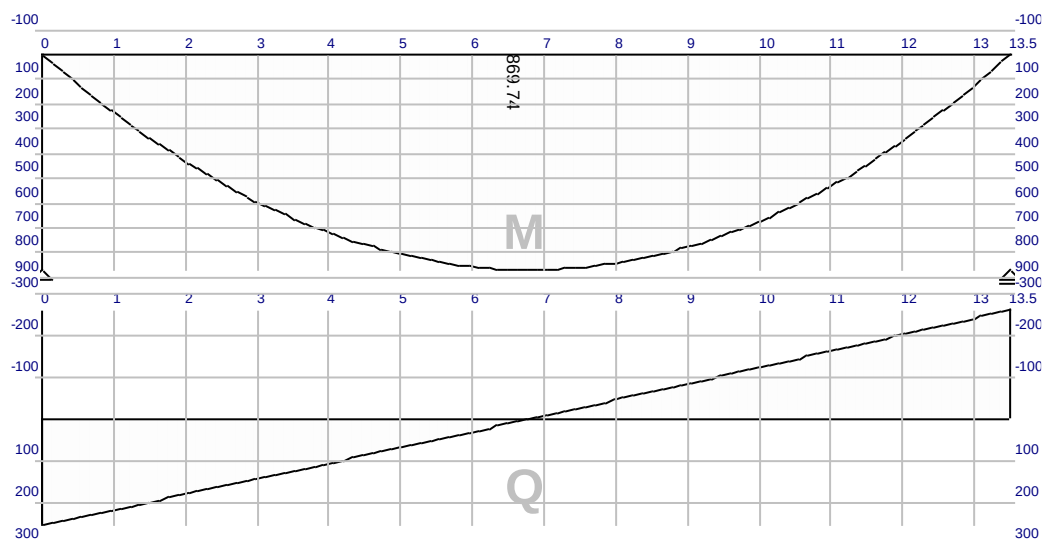
Dominantno korisno opterećenje: Promjenjivo



4.2 Granično stanje nosivosti - reducirane Q

$|M_{\max}|=869.74 \text{ kNm}$, $L=675 \text{ cm}$, $|Q_{\max}|=261.5 \text{ kN}$, $L=1350 \text{ cm}$

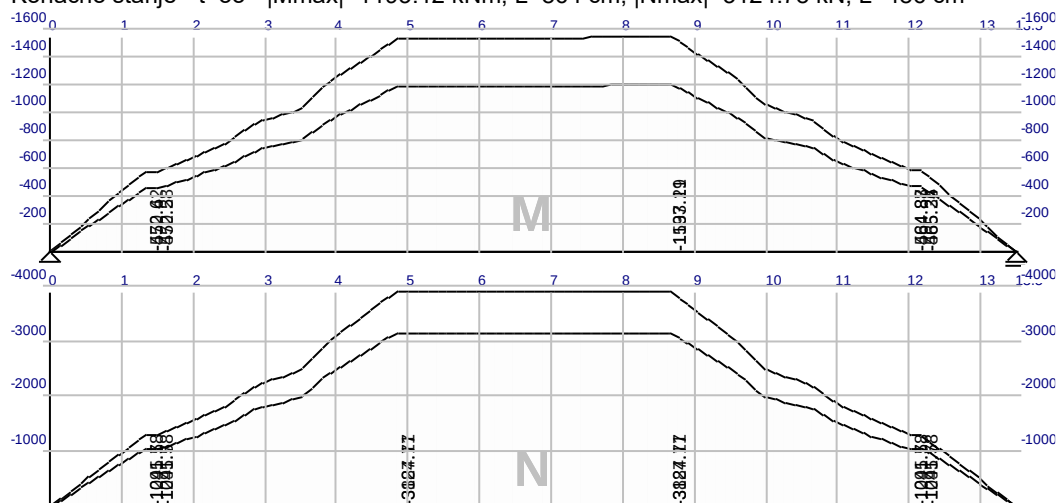
Dominantno korisno opterećenje: Promjenjivo



Utjecaji zbog prednapinjanja

Početno stanje - $t=0$ - $|M_{max}|=1537.3 \text{ kNm}$, $L=864 \text{ cm}$, $|N_{max}|=3887.12 \text{ kN}$, $L=864 \text{ cm}$

Konačno stanje - $t=\infty$ - $|M_{max}|=1193.12 \text{ kNm}$, $L=864 \text{ cm}$, $|N_{max}|=3124.78 \text{ kN}$, $L=486 \text{ cm}$



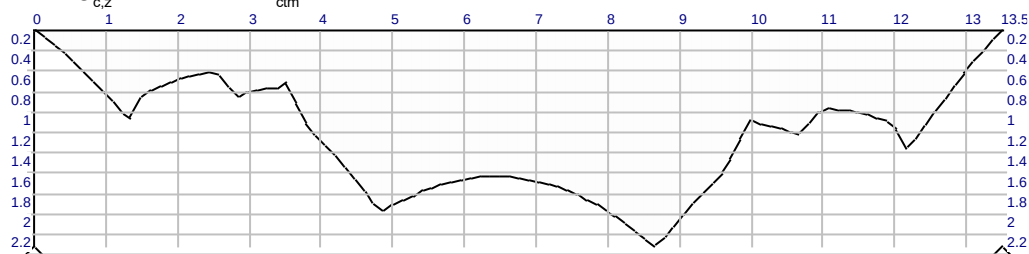
5. KONTROLA ZA GRANIČNO STANJE UPOTREBLJIVOSTI

5.1 Prividno stalni utjecaji - naponi u betonu

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

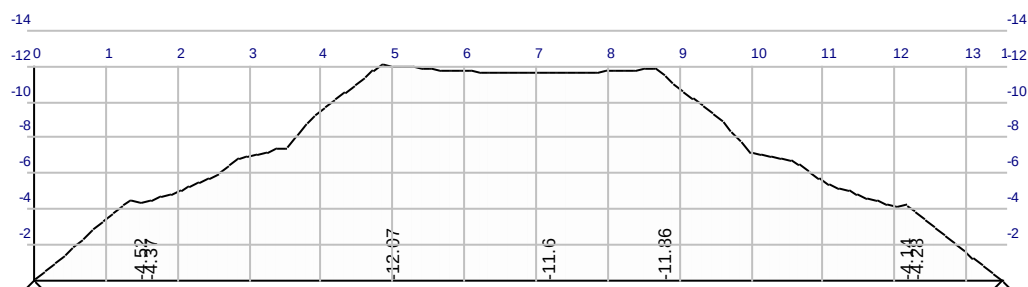
Naponi na gornjem rubu - $L=864 \text{ cm}$

vlak - $\sigma_{c,z} = 2.12 \text{ MPa} < f_{cm} = 4.1 \text{ MPa}$



Naponi na donjem rubu - $L=486 \text{ cm}$

tlak - $\sigma_{c,s} = 12.08 \text{ MPa} < 0.45 \cdot f_{ck} = 0.45 \cdot 50 = 22.5 \text{ MPa}$



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:

$$\sigma_{pm1} = \sigma_{pm0} - 0.3 \cdot \Delta\sigma_{p,c+s+r} = 1322.15 - 0.3 \cdot 259.3 = 1244.36 \text{ MPa}$$

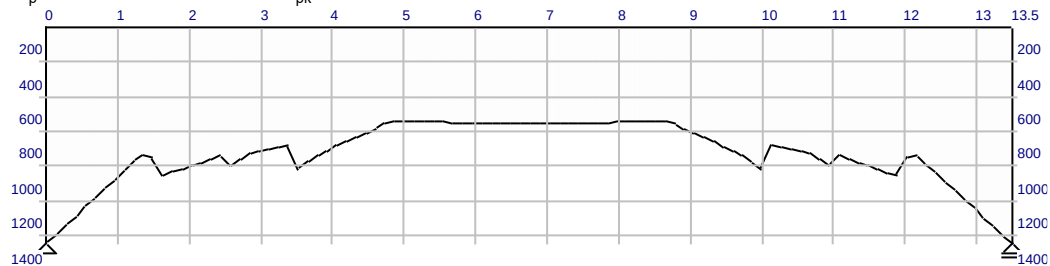
$$\Delta\sigma_p \approx (M_s/z - P_{m,t}) / (A_p + A_s)$$

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

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

Maksimalni napon u čeliku - L=0 cm

$$\sigma_p = 1244.36 \text{ MPa} < 0.75 \cdot f_{pk} = 0.75 \cdot 1770 = 1327.5 \text{ MPa}$$

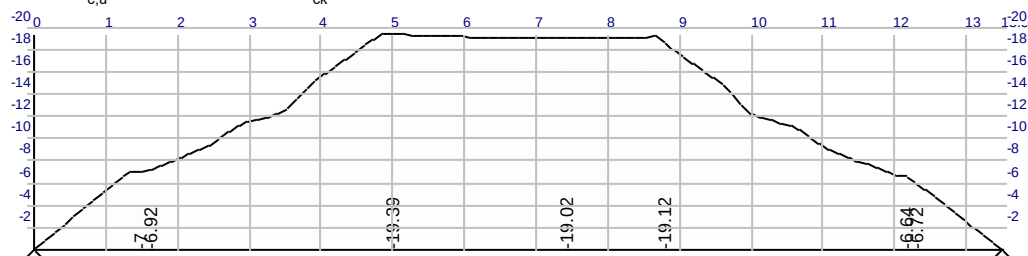


5.3 Vlastita težina i prednapinjanje t=0 - naponi u betonu

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

Naponi na donjem rubu - L=486 cm

$$\text{tlak} - \sigma_{c,u} = 19.4 \text{ MPa} < 0.6 \cdot f_{ck} = 0.6 \cdot 50 = 30 \text{ MPa}$$



6. PUKOTINE

6.1 Minimalna površina armature - EC2 uvjet 7.3.2(4)

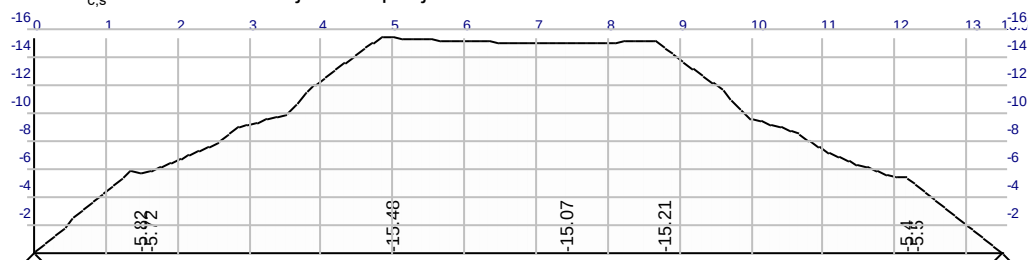
1. uvjet: rijetka kombinacija opterećenja - naponi u betonu na donjem rubu

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



Naponi na donjem rubu - L=486 cm

tlak - $\sigma_{c,s} = 15.49$ MPa - uvjet JE ispunjen

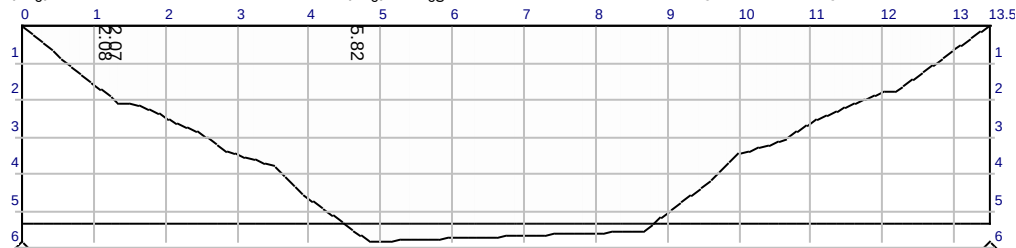


2. uvjet: napon u težištu betona zbog prednapinjanja

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

Napon u težištu - L=486 cm

$|\sigma_{cl}| = 5.82 \text{ MPa} > 5.33 \text{ MPa}$, $|\sigma_{cl}| / \sigma'_{cs} = 5.82 / 5.33 = 1.09$ - uvjet JE ispunjen



6.2 Kontrola pukotina bez neposrednog izračuna - EC2 7.3.3

Korigiran max.promjer armature: $\phi_s = \phi'_s \cdot f_{ct,eff} / 2.9 \cdot k_c \cdot h_{cl} / 2d_1$

Česta kombinacija - naponi u čeliku

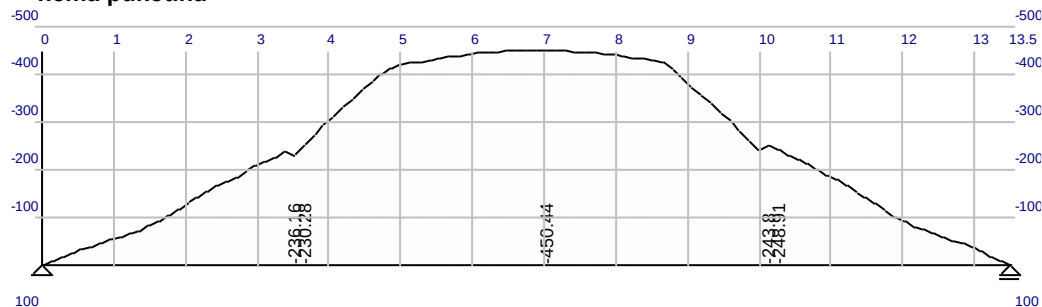
$$\sigma_s = 1 / (A_p + A_s) \cdot (M_s / z - r \cdot P_{m,t})$$

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 - težište $A_p + A_s$ od gornjeg ruba, $r_{sup} = 1,1$

- nema pukotina



Čelik - donji rub presjeka za t=00

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

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

U donjem dijelu presjeka nema armature!



7. DUŽINA UVOĐENJA OSNE SILE - l_{bpd}

$$l_{bpd} = l_{pt2} + \alpha_2 \cdot \phi \cdot (\sigma_{pd} - \sigma_{pmoo}) / f_{bpd} = 88.4 \cdot \phi$$

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

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

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

$$\sigma_{pm0} = 1322.15, \quad \sigma_{pmoo} = 1062.85, \quad \sigma_{pd} = 1385.22 \text{ [MPa]}$$

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 $f_{ctk 0,05}$

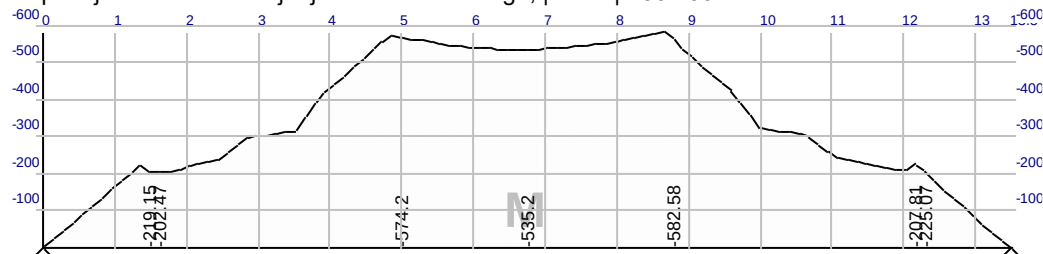
8. KONTROLA PROGIBA

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

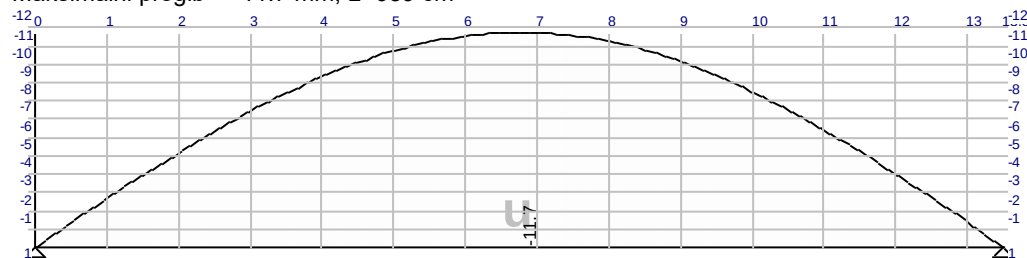
Izračun pomoću elastičnih utege, $I_c = I_{ci}$, $E_{c,eff} = E_{cm} / (1 + \phi_{oo}) = 33500 / (1 + 1.5) = 13400 \text{ MPa}$

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

Pripadajući momenti savijanja za elastične utege, $|M_{max}| = 582.59 \text{ kNm}$



Maksimalni progib = -11.7 mm, $L=689 \text{ cm}$



9. KONTROLA ZA GRANIČNO STANJE NOSIVOSTI

Beton: C50/60

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

Čelik za prednaprezanje: St 1570/1770

$$f_{pd} = 0.9 \cdot f_{pk} / \gamma_s = 0.9 \cdot 1770 / 1.15$$

$$\epsilon_{pm} = \sigma_{pm} / E_p = 1062.85 / 200000$$

$$\Delta \epsilon_p = \epsilon_{p0.1k} - r_{inf} \cdot \epsilon_{pm} = 7.85 - 0.9 \cdot 5.31$$

$$\text{Faktor povećanja utjecaja } N_M_{poo} = f_{pd} / f_{pmoo} = 1385.22 / 1062.85 = 1.3$$

Armatura: S400/500

$$f_{yd} = \text{Min}(f_{yk}, E_s \cdot \epsilon_s) / \gamma_s = \text{Min}(400, 200 \cdot 3.76) / 1.15$$

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

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

$$= 33.33 \text{ MPa}$$

$$f_{pk} = 1770 \text{ MPa}$$

$$= 1385.22 \text{ MPa}$$

$$= 5.31 \text{ ‰}$$

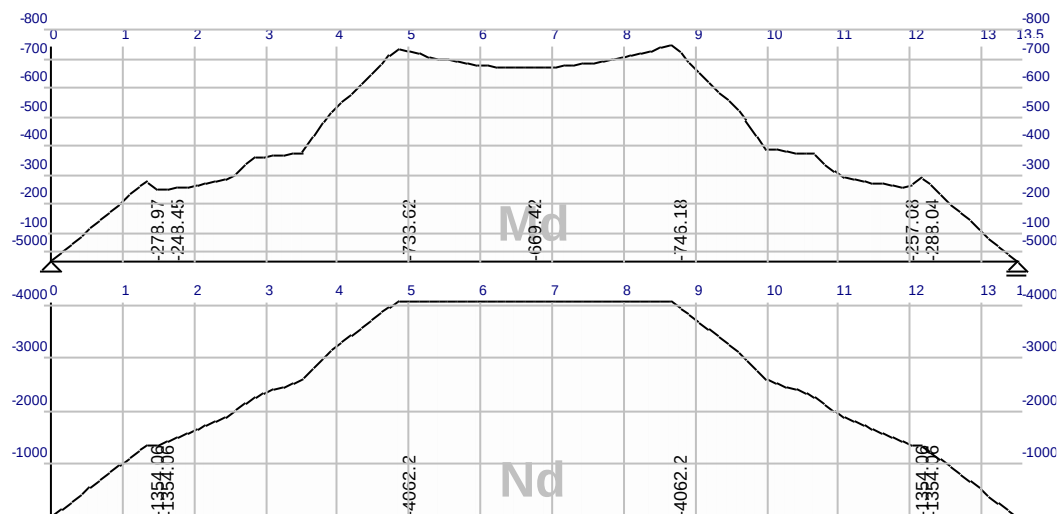
$$= 3.07 \text{ ‰}$$

$$f_{yk} = 400 \text{ MPa}$$

$$= 347.83 \text{ MPa}$$



9.1 Dimenzioniranje za konačno stanje $t=0$



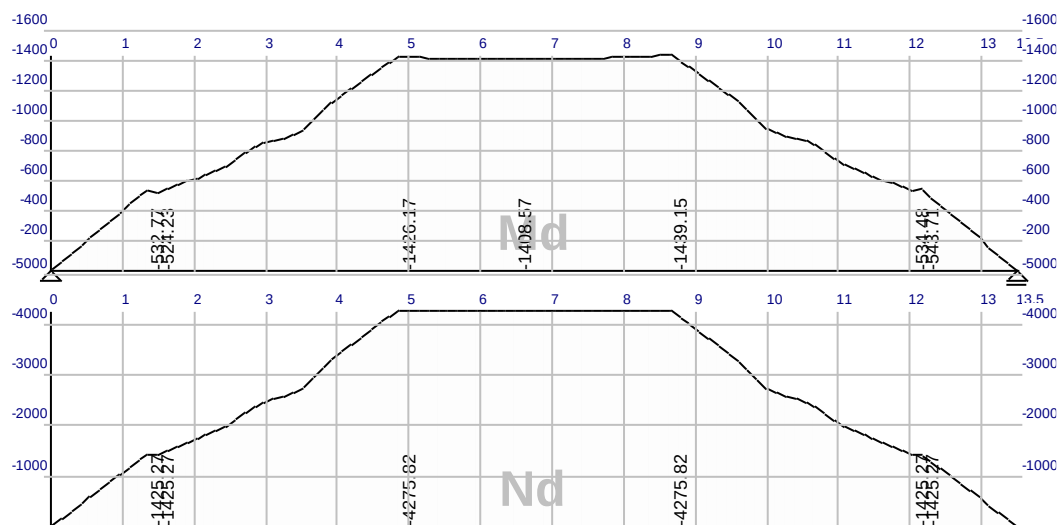
Vlačna armatura nije potrebna.

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

$$\gamma_G = 1, \gamma_p = 1, r_{sup} = 1.1, f_{yd} = 347.83 \text{ MPa}$$

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

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



Vlačna armatura nije potrebna.

9.3 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	20	3.14	5	5	0	1350	3	20	3.14	30	125	0	1350
2	20	3.14	45	5	0	1350	4	20	3.14	45	125	0	1350



10. KONTROLA POSMIKA - EC2(6.2)

10.1 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°

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

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

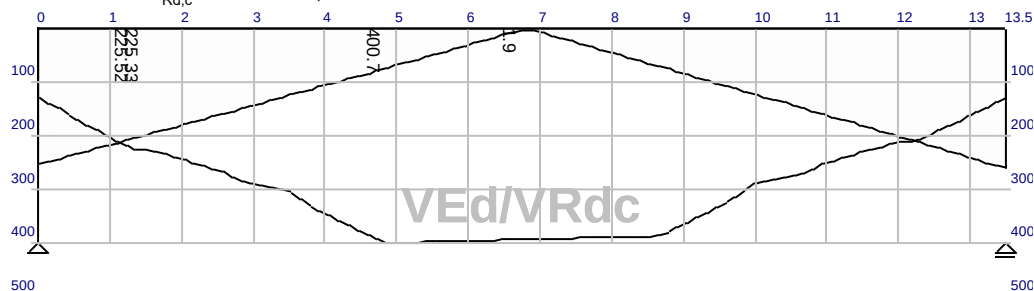
$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2.0$$

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

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

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

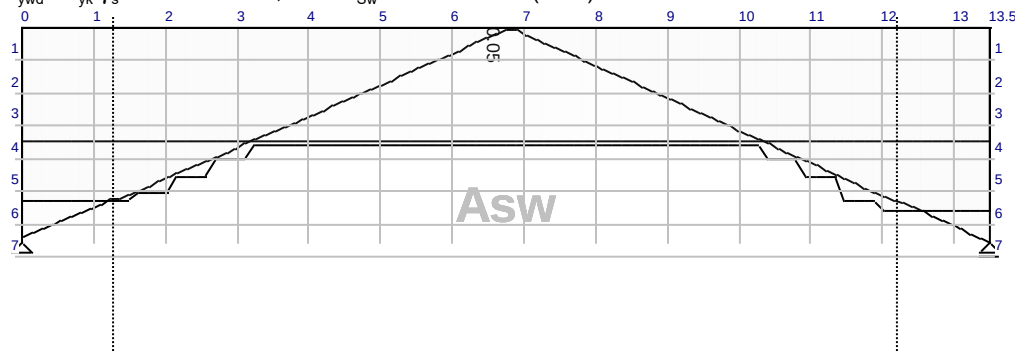
Maksimalna $V_{Rd,c} = 400.7 \text{ kN}$, $L=486 \text{ cm}$



Maksimalna $V_{Ed} = 261.5 \text{ kN}$, $L=1350 \text{ cm}$

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

$$f_{ywd} = f_{yk} / \gamma_s = 347.83 \text{ MPa}, \text{ max } A_{sw} = 6.58 \text{ cm}^2/m \text{ (m=1)}$$



Minimalna $A_{sw} = 3.5 \text{ cm}^2/m$, pri ----- $A_{swL} = 5.24$, $A_{swD} = 5.33$

IZABRANE VILICE (m=2):

cm ² /m	φ[mm]	s[cm]	od[cm]	do[cm]
5.29	8	19	0	148
5.03	8	20	162	202
4.57	8	22	216	256
4.02	8	25	270	310
3.59	8	28	324	1026
4.02	8	25	1039	1080
4.57	8	22	1093	1134
5.29	8	19	1147	1188
5.59	8	18	1201	1350



10.2 Kontrola tlačnih dijagonala u betonu - maksimalna nosivost

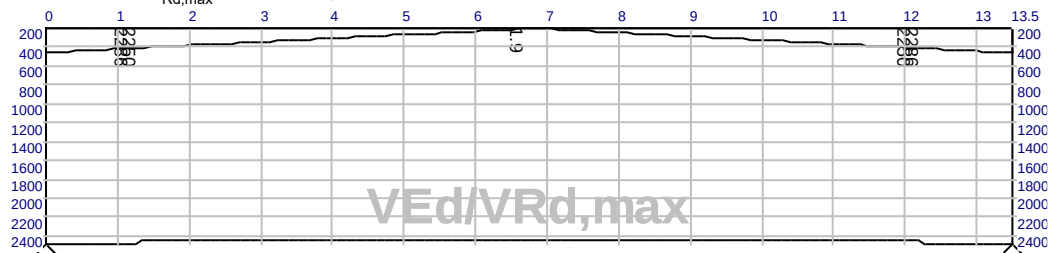
$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot 0.9 \cdot d \cdot v_1 \cdot f_{cd} / (\cot\theta + \tan\theta)$$

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

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

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

Maksimalna $V_{Rd,max} = 2286 \text{ kN}$, $L=0 \text{ cm}$



Maksimalni razmak između vilica $s_{max} = 20 \text{ cm}$, EC2 9.2.2 (6)

11. SIDRENJE ARMATURE

11.1 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**

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

	A	B
dobro: $l_b = \phi \cdot$	51.15	20.22
loše: $l_b = \phi \cdot$	73.07	28.89

11.3 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,

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

$\alpha_a = 1$ - 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



ŠUPLJE PREDNAPETE PLOČE: PNP 400

ANALIZA OPTEREĆENJA

- DL1 – stalno opterećenje
 - vlastita težina nosača
 - slojevi poda

računski
5,00 kN/m
- LL1 – promjenjivo opterećenje
 - korisno

15,00 kN/m

1. MATERIJALI I GEOMETRIJA:

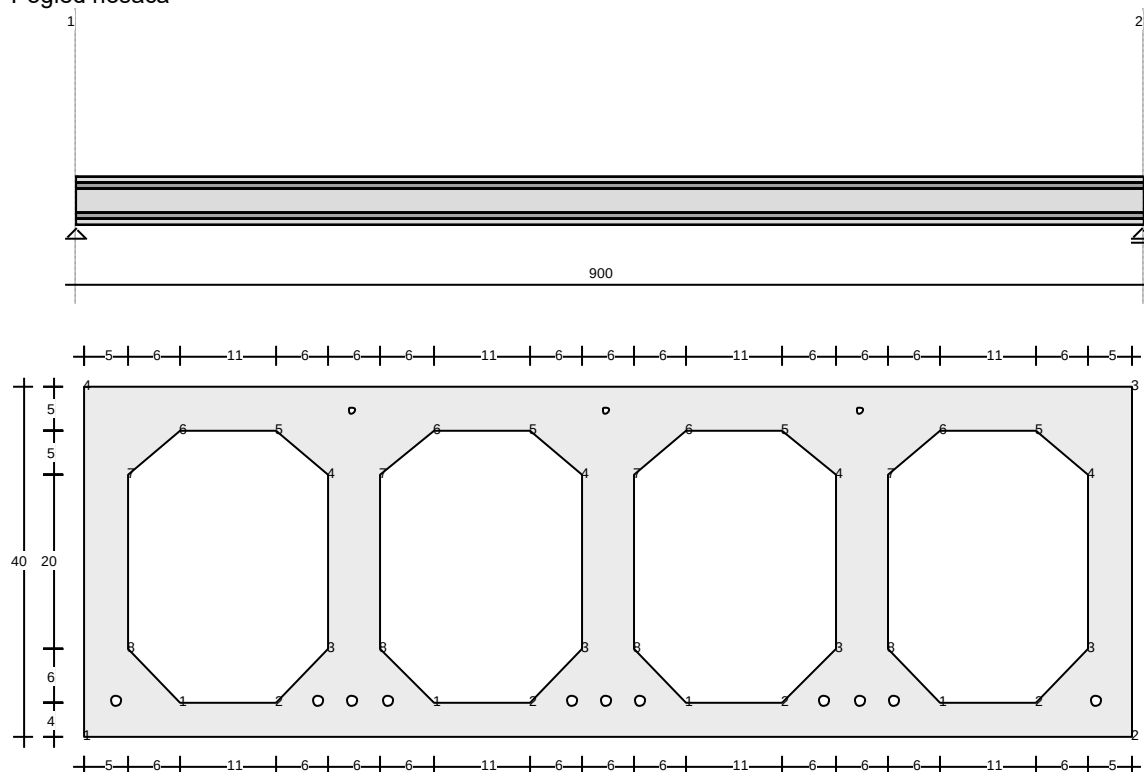
1.1 BETON: C50/60

Karakteristična tlačna čvrstoća : $f_{ck} = 50 \text{ MPa}$
Prosječna vlačna čvrstoća : $f_{ctm} = 4.1 \text{ MPa}$
Elastični modul : $E_{cm} = 33500 \text{ MPa}$

1.2 ČELIK ZA PREDNAPREZANJE: St 1570/1770

Napon na granici elastičnosti : $f_{p0.1k} = 1500 \text{ MPa}$
Karakteristična vlačna čvrstoća : $f_{pk} = 1770 \text{ MPa}$
Elastični modul : $E_p = 200000 \text{ MPa}$
Relaksacija : razred 2

Pogled nosača



Presjeci nosača

Ukupna dužina nosača $L = 9 \text{ m}$, nadvis lijevo: 0 m , desno: 0 m
Volumen nosača $V = 1.991 \text{ m}^3$, težina $G = V \cdot 25 \text{ kN/m}^3 = 49.78 \text{ kN}$



1.3 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

1.4 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 $\geq 20\text{ mm}$

1.5 Zaštitni slojevi za zateznu armaturu

a) u zavisnosti od okoline - X0 Vrlo suho / S4

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

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

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

1.6 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	9	0.5	31	37	0	900	8	12	0.9	56	4	0	900
2	9	0.5	60	37	0	900	9	12	0.9	60	4	0	900
3	9	0.5	89	37	0	900	10	12	0.9	64	4	0	900
4	12	0.9	4	4	0	900	11	12	0.9	85	4	0	900
5	12	0.9	27	4	0	900	12	12	0.9	89	4	0	900
6	12	0.9	31	4	0	900	13	12	0.9	93	4	0	900
7	12	0.9	35	4	0	900	14	12	0.9	116	4	0	900

1.7 Karakteristike presjeka

$\alpha_e = E_s / E_c = 200000 / 33500 = 5.97$

		A [m ²]	I [m ⁴]	z [m]
1/1	beton A_c	0.2212	0.0046	0.205
1/2	neto $A_{c,net}$	0.2201	0.0046	0.205
1/3	ideal A_{ci}	0.2269	0.0047	0.202

2. OPTEREĆENJA (kN, kN/m, kNm, cm)

Stalno opterećenje - G

- g_1 : $Q=5.53\text{ kN/m'}$
- : $Q=5\text{ kN/m'}$

Korisno opterećenje - Q

- korisno : $Q=15\text{ kN/m'}$



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 - Q_i			
- Promjenljivo	: 0.7	: 0.7	: 0.6

3. GUBITAK PREDNAPINJANJA

3.1 Početni pad napona

Početna relaksacija čelika

Unos zatezne sile u beton nakon 200 sata. $\sigma_{0,max} = 1350 \text{ MPa}$

Relaksacijski razred 2

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

$$\mu = \sigma_p / f_{pk} = 1350 / 1770 = 0.76$$

$$\Delta\sigma_{pr,200} = 1350 \cdot 0.0128 = 17.29 \text{ MPa}$$

Elastično skupljanje betona

$$\Delta\sigma_{el} = \sigma_{c0} \times \alpha / (1 + \alpha\mu) = 10.06 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c0} = 1.5 / 0.2212, \mu = 100 \times 11.4 / 2212$$

$$\sigma_{pm0} = 1275 \text{ MPa} \quad <== 1322.65 > 1275$$

3.2 Pad napona zbog vremenskih gubitaka - $t=\infty$

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

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): N (32.5 R, 42.5 N)

Izračun u presjeku na L= 459 cm

Karakteristična srednja debljina presjeka: $d_{eff} = 2 \cdot A_c/u = 2 \cdot 221200/6983.6 = 63 \text{ mm}$

$$\varphi(t,t_0) = \varphi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0) \cdot \beta_c(t,t_0) = 1.83$$

$$\varphi_{RH} = 1.7, \beta(f_{cm}) = 2.21, \beta(t_0) = 0.49, \beta_c(t,t_0) = 1$$

$$\varepsilon_{cs} = \beta_{ds}(t,t_s) \cdot k_h \cdot \varepsilon_{cd,0} + \varepsilon_{ca} = 0.48\text{‰}$$



$$\beta_{ds}(t, t_s)=1, k_h=1, \varepsilon_{cd,0}=0.38, \varepsilon_{ca}=0.1, \beta_{RH}=1.36$$

Puzanje $\varphi = 1.83$, skupljanje $\varepsilon = 0.48\text{‰}$

Relaksacijski razred 2

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

$$\mu = \sigma_p / f_{pk} = 1275 / 1770 = 0.72$$

$$\Delta\sigma_{pr,oo} = 1275 \cdot 0.0427 = 54.44 \text{ MPa}$$

Naponi zbog stalnog opterećenja

$$\sigma_{cg} = -M_s / I_{c_{net}} \cdot z_p = -10661.6 / 458767.1 \cdot 10 \cdot 20.5 = -4.76 \text{ MPa}$$

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

$$N_{p0} \sigma_{pm0} \cdot A_p = 1275 \cdot 11.4 \cdot 10^{-4} = 1.45 \text{ MN}$$

$$M_{p0} = N_{p0} \cdot z_p = 1.45 \cdot 20.5 = 29.82 \text{ MNcm}$$

$$\sigma_{cp0} = (1.45 / 2200.6 + 29.8 / 458767.1 \cdot 20.5) \cdot 10^4 = 19.94 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_{p,c+s+r} = \frac{0.00048 \cdot 200000 + 0.8 \cdot 54.44 + 5.97 \cdot 1.83 \cdot 15.176}{1 + 5.97 \cdot 11.4 / 2268.66 \cdot (1 + 2268.66 / 468547.923 \cdot 20.154^2) \cdot (1 + 0.8 \cdot 1.83)}$$

$$\Delta\sigma_{p,c+s+r} = 305.355 / 1.219 = 250.44 \text{ MPa}$$

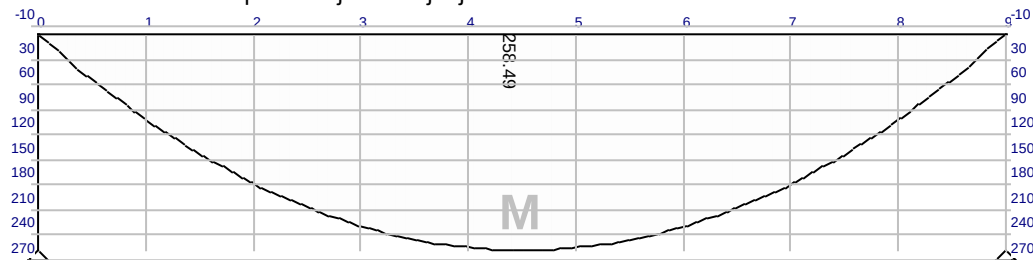
$$\text{Konačan napon u } t=\infty \sigma_{pm\infty} = \sigma_{pm0} - \Delta\sigma_{p,c+s+r} = 1024.56 \text{ MPa}$$

4. UNUTARNJE STATIČKE KOLIČINE

4.1 Granično stanje upotrebljivosti

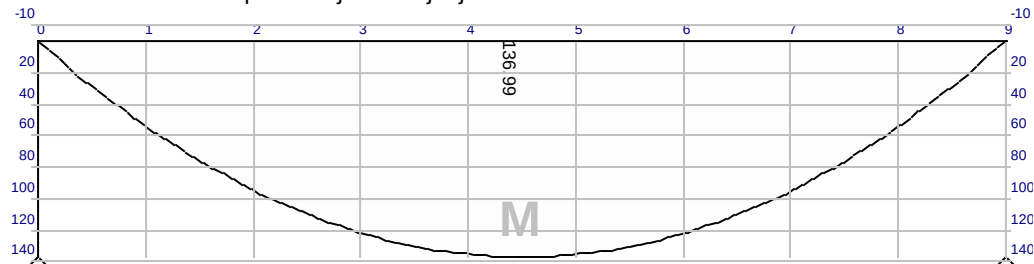
Rijetka kombinacija - $|M_{max}|=258.49 \text{ kNm}$, $L=450 \text{ cm}$

Dominantno korisno opterećenje: Promjenjivo



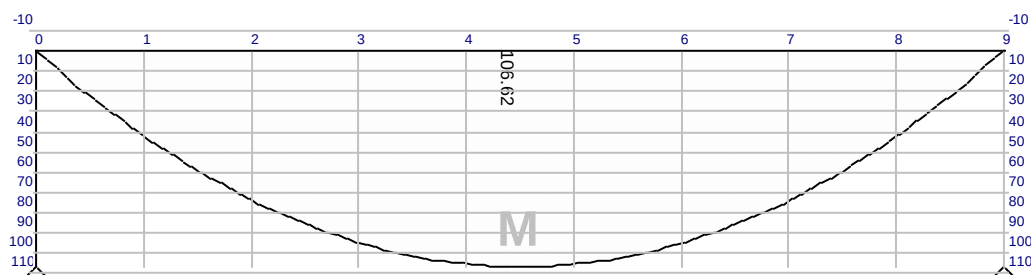
Česta kombinacija - $|M_{max}|=136.99 \text{ kNm}$, $L=450 \text{ cm}$

Dominantno korisno opterećenje: Promjenjivo



Prividno stalna - $|M_{max}|=106.62 \text{ kNm}$, $L=450 \text{ cm}$

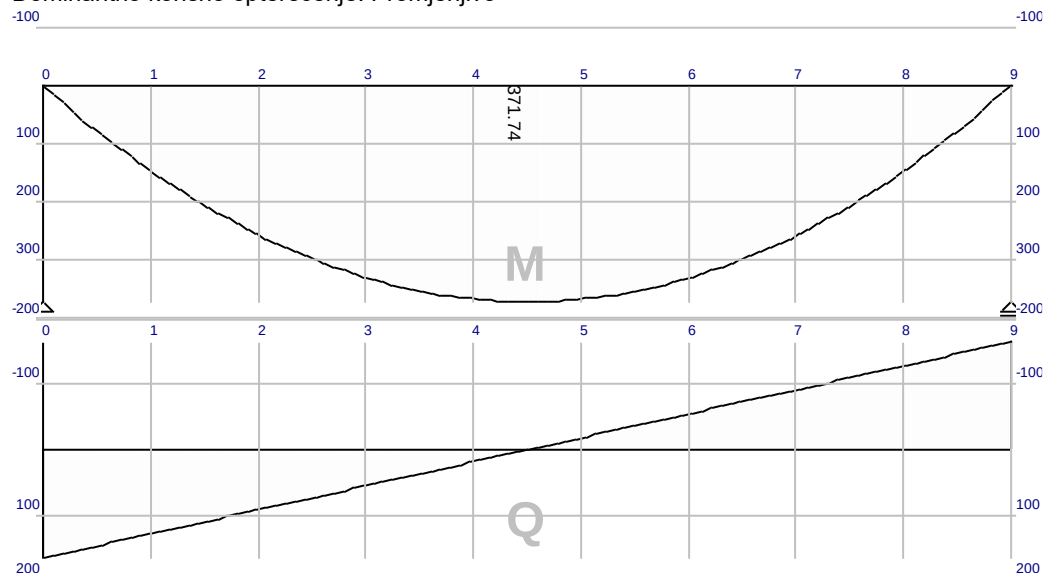
Dominantno korisno opterećenje: Promjenjivo



4.2 Granično stanje nosivosti - reducirane Q

$|M_{max}|=371.74 \text{ kNm}$, $L=450 \text{ cm}$, $|Q_{max}|=165.22 \text{ kN}$, $L=0 \text{ cm}$

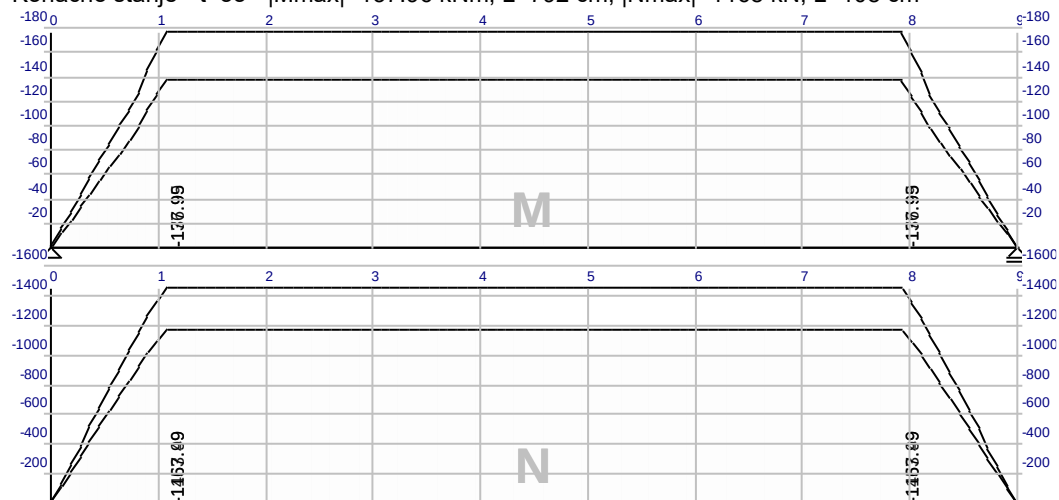
Dominantno korisno opterećenje: Promjenjivo



Utjecaji zbog prednapinjanja

Početno stanje - $t=0$ - $|M_{max}|=177 \text{ kNm}$, $L=108 \text{ cm}$, $|N_{max}|=1453.5 \text{ kN}$, $L=108 \text{ cm}$

Konačno stanje - $t=\infty$ - $|M_{max}|=137.96 \text{ kNm}$, $L=792 \text{ cm}$, $|N_{max}|=1168 \text{ kN}$, $L=108 \text{ cm}$



5. KONTROLA ZA GRANIČNO STANJE UPOTREBLJIVOSTI

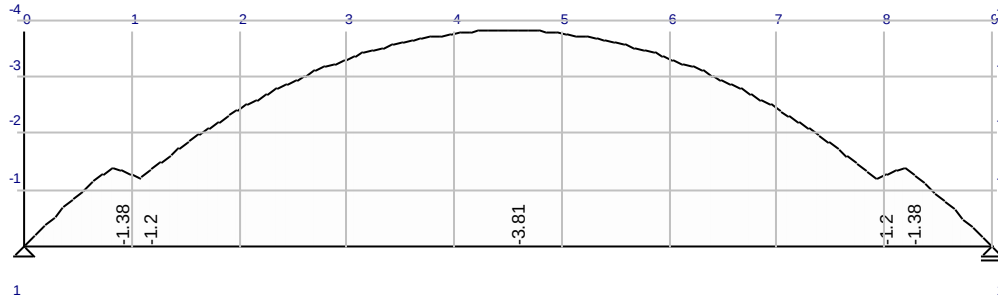
5.1 Prividno stalni utjecaji - naponi u betonu



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

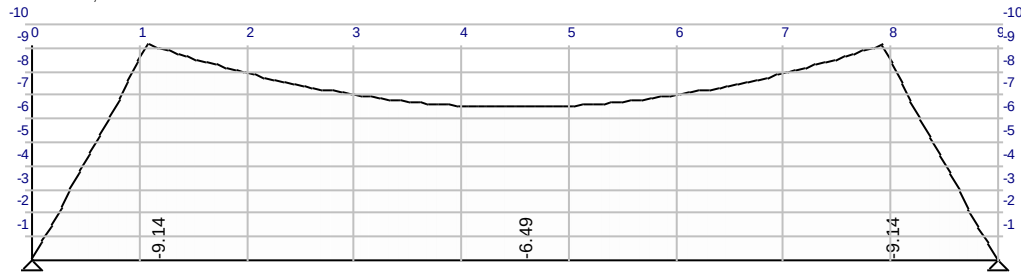
Naponi na gornjem rubu - L=450 cm

$$\text{tlak} - \sigma_{c,z} = 3.82 \text{ MPa} < 0.45 \cdot f_{ck} = 0.45 \cdot 50 = 22.5 \text{ MPa}$$



Naponi na donjem rubu - L=108 cm

$$\text{tlak} - \sigma_{c,s} = 9.15 \text{ MPa} < 0.45 \cdot f_{ck} = 0.45 \cdot 50 = 22.5 \text{ MPa}$$



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:

$$\sigma_{pm1} = \sigma_{pm0} - 0.3 \cdot \Delta\sigma_{p,c+s+r} = 1275 - 0.3 \cdot 250.44 = 1199.87 \text{ MPa}$$

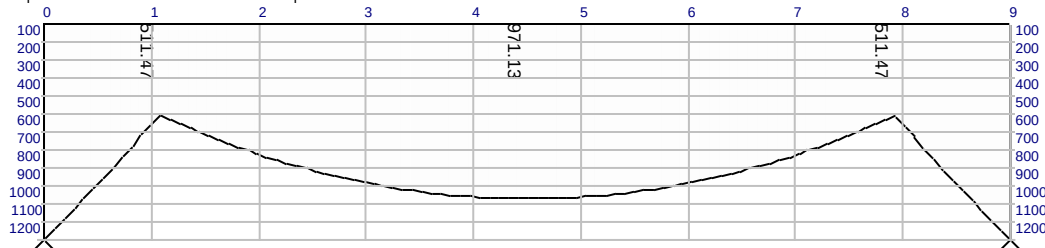
$$\Delta\sigma_p \approx (M_s/z - P_{m,t}) / (A_p + A_s)$$

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

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

Maksimalni napon u čeliku - L=0 cm

$$\sigma_p = 1199.87 \text{ MPa} < 0.75 \cdot f_{pk} = 0.75 \cdot 1770 = 1327.5 \text{ MPa}$$

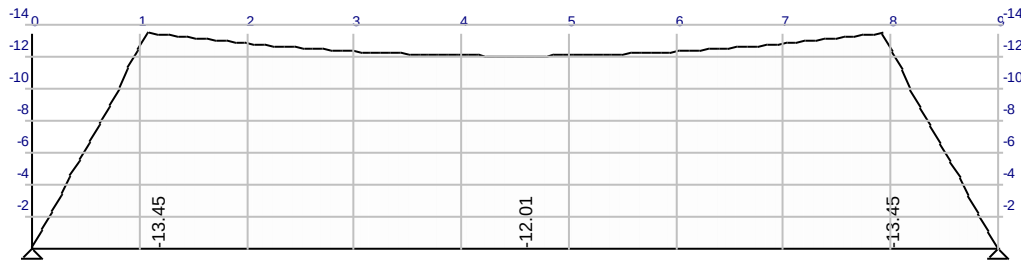


5.3 Vlastita težina i prednapinjanje t=0 - naponi u betonu

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

Naponi na donjem rubu - L=108 cm

$$\text{tlak} - \sigma_{c,u} = 13.46 \text{ MPa} < 0.6 \cdot f_{ck} = 0.6 \cdot 50 = 30 \text{ MPa}$$



6. PUKOTINE

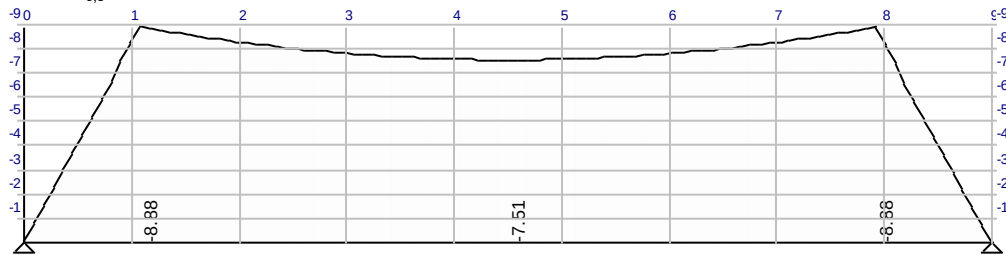
6.1 Minimalna površina armature - EC2 uvjet 7.3.2(4)

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 - $L=108$ cm

tlak - $\sigma_{c,s} = 8.89$ MPa - uvjet **JE** ispunjen

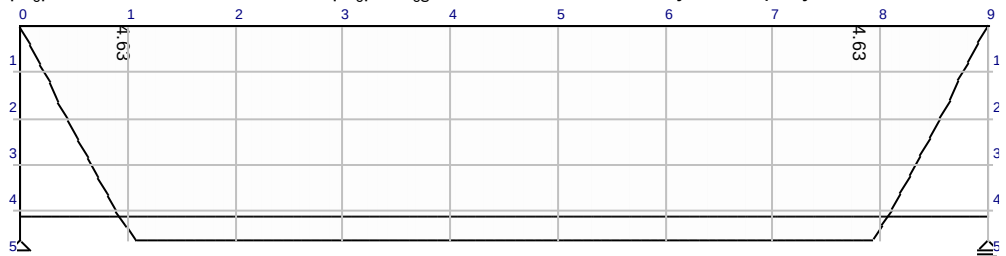


2. uvjet: napon u težištu betona zbog prednapinjanja

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

Napon u težištu - $L=108$ cm

$|\sigma_c| = 4.63$ MPa > 4.1 MPa, $|\sigma_c| / \sigma_{c,s}^* = 4.63 / 4.1 = 1.13$ - uvjet **JE** ispunjen



6.2 Kontrola pukotina bez neposrednog izračuna - EC2 7.3.3

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

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 $t=0$

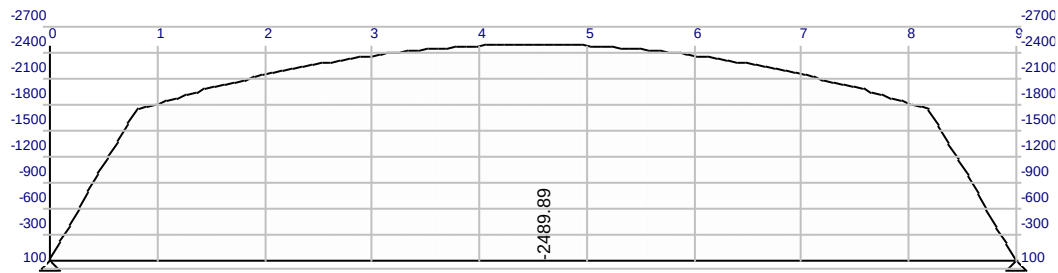
$$M_s = -M_{Sd,pog} + r_{sup} \cdot M_p + r_{sup} \cdot P_p \cdot (d - z_u)$$

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

- nema pukotina



Respect-ing



Čelik - donji rub presjeka za $t=\infty$

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

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

U donjem dijelu presjeka nema armature!

7. DUŽINA UVOĐENJA OSNE SILE - l_{bpd}

$$l_{bpd} = l_{pt2} + \alpha_2 \cdot \phi \cdot (\sigma_{pd} - \sigma_{pm0}) / f_{bpd} = 89.4 \cdot \phi$$

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

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

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

$$\sigma_{pm0} = 1275, \quad \sigma_{pm00} = 1024.56, \quad \sigma_{pd} = 1385.22 \text{ [MPa]}$$

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 $f_{ctk,0.05}$

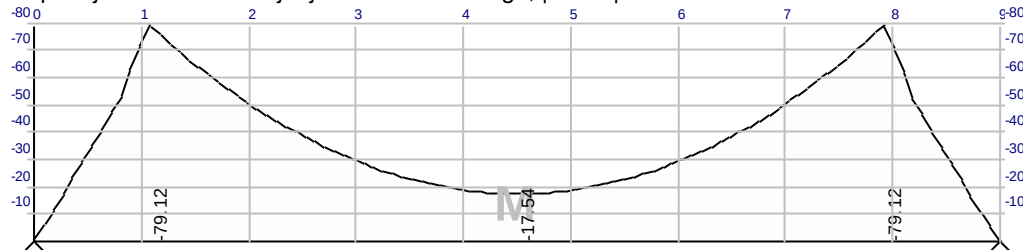
8. KONTROLA PROGIBA

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

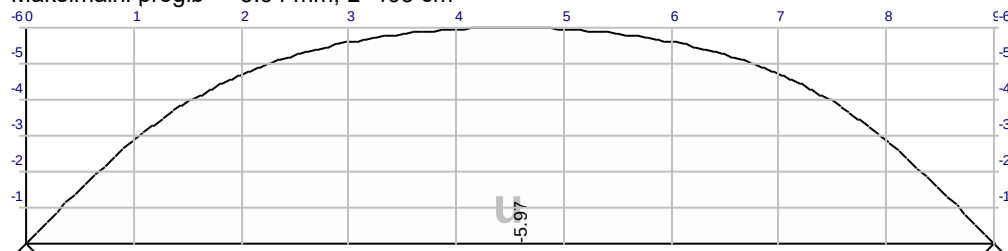
$$\text{Izračun pomoću elastičnih utega, } I_c = I_{ci}, \quad E_{c,eff} = E_{cm} / (1 + \phi_{\infty}) = 33500 / (1 + 1.83) = 11837.46 \text{ MPa}$$

Prednapinjanje: $r_{inf} = 0.9$

Pripadajući momenti savijanja za elastične utege, $|M_{max}| = 79.13 \text{ kNm}$



Maksimalni progib = -5.94 mm, $L=495 \text{ cm}$





9. 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 prednaprežanje: St 1570/1770

$f_{pk} = 1770 \text{ MPa}$

$$f_{pd} = 0.9 \cdot f_{pk} / \gamma_s = 0.9 \cdot 1770 / 1.15$$

$= 1385.22 \text{ MPa}$

$$\varepsilon_{pm} = \sigma_{pm} / E_p = 1024.56 / 200000$$

$= 5.12 \text{ ‰}$

$$\Delta \varepsilon_p = \varepsilon_{p0.1k} - r_{inf} \cdot \varepsilon_{pm} = 7.5 - 0.9 \cdot 5.12$$

$= 2.89 \text{ ‰}$

$$\text{Faktor povećanja utjecaja } N_{M_{p00}} = f_{pd} / f_{p00} = 1385.22 / 1024.56 = 1.35$$

Armatura: S400/500

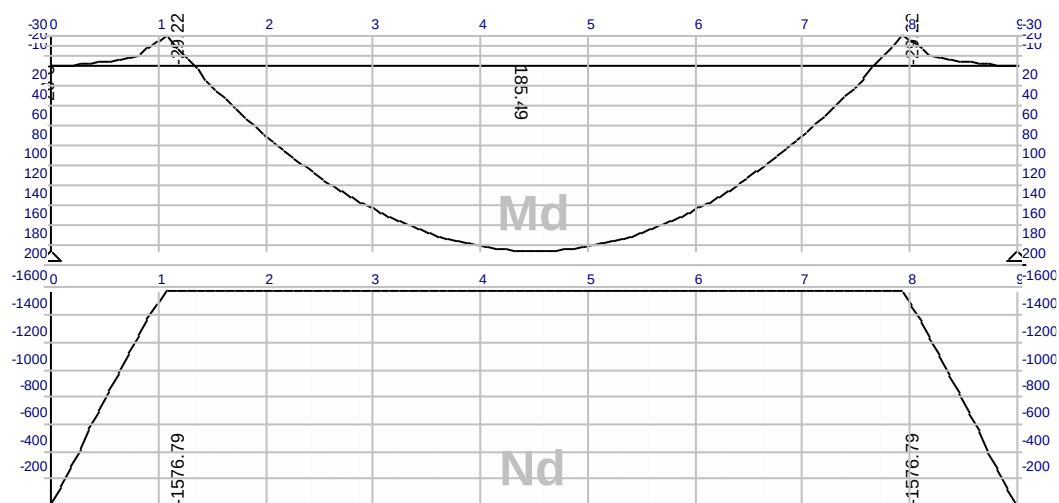
$f_{yk} = 400 \text{ MPa}$

$$f_{yd} = \text{Min}(f_{yk}, E_s \cdot \varepsilon_s) / \gamma_s = \text{Min}(400, 200 \cdot 3.97) / 1.15$$

$= 347.83 \text{ MPa}$

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

9.1 Dimenzioniranje za konačno stanje $t=\infty$



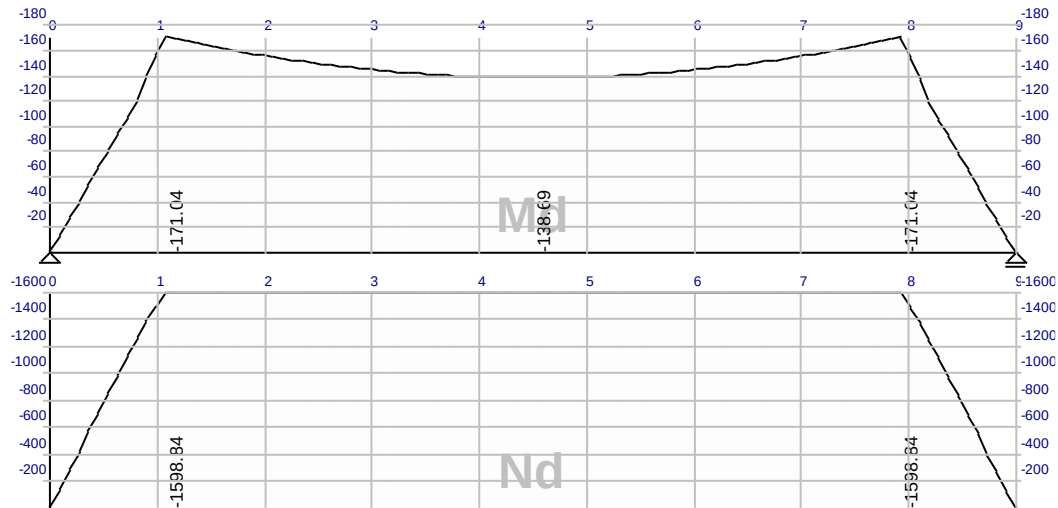
Vlačna armatura nije potrebna.

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

$$\gamma_G = 1, \gamma_p = 1, r_{sup} = 1.1, f_{yd} = 347.83 \text{ MPa}$$

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

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



Vlačna armatura nije potrebna.

10. KONTROLA POSMIKA - EC2(6.2)

10.1 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°

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

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

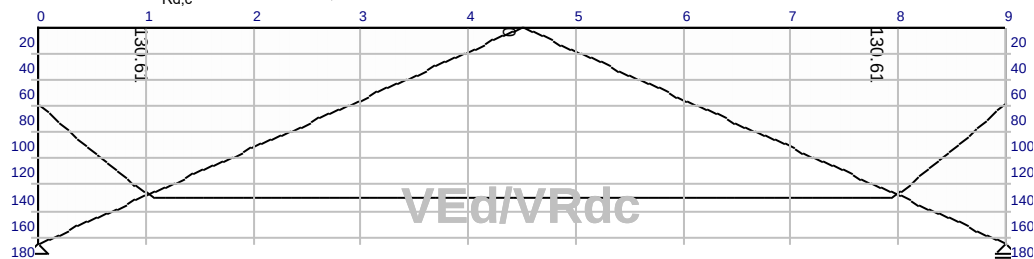
$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2.0$

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

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

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

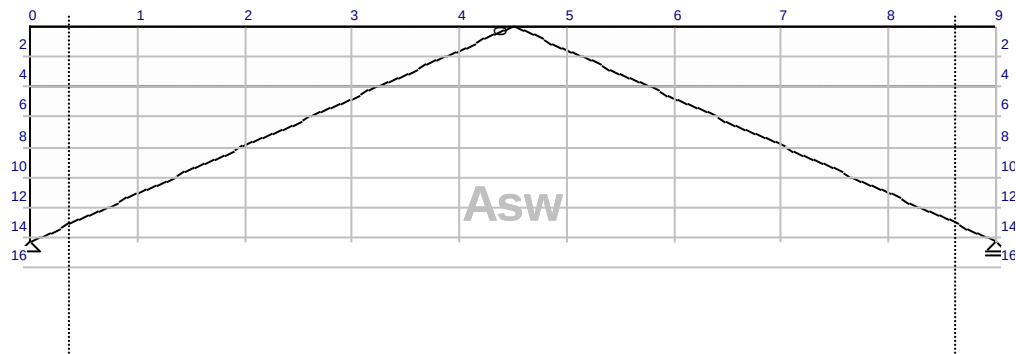
Maksimalna $V_{Rd,c} = 130.61 \text{ kN}$, $L=792 \text{ cm}$



Maksimalna $V_{Ed} = 165.22 \text{ kN}$, $L=0 \text{ cm}$

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

$f_{ywd} = f_{yk} / \gamma_s = 347.83 \text{ MPa}$, $\max A_{sw} = 14.26 \text{ cm}^2/m$ ($m=1$)



Minimalna $A_{sw} = 3.92 \text{ cm}^2/\text{m}$, pri ----- $A_{swL} = 12.87$, $A_{swD} = 12.87$

10.2 Kontrola tlačnih dijagonala u betonu - maksimalna nosivost

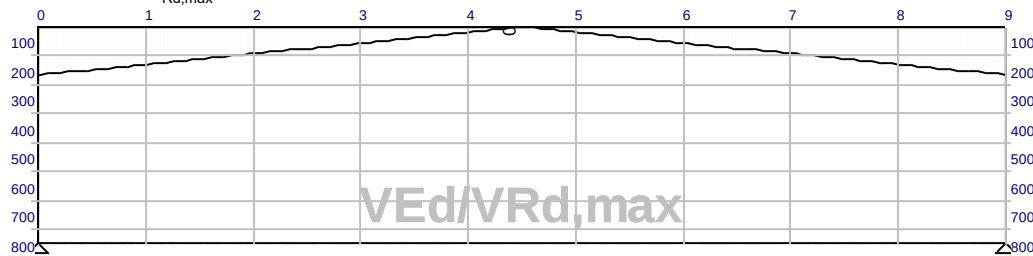
$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot 0.9 \cdot d \cdot v_1 \cdot f_{cd} / (\cot\theta + \tan\theta)$$

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

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

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

Maksimalna $V_{Rd,max} = 745.92 \text{ kN}$, $L=900 \text{ cm}$



Maksimalni razmak između vilica $s_{max} = 27.75 \text{ cm}$, EC2 9.2.2 (6)

11. SIDRENJE ARMATURE

11.1 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**

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

	A	B
dobro: $l_b = \phi \cdot$	51.15	20.22
loše: $l_b = \phi \cdot$	73.07	28.89

11.3 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



STROPNA GREDA: SGT

ANALIZA OPTEREĆENJA (sudjelujuća širina $e=9,00\text{m}$)

-	<u>DL1 – stalno opterećenje</u>		
	• vlastita težina nosača		računski
	• slojevi poda	5,00x9,00	45,00 kN/m
	• težina ploče	4,80x9,0	43,00 kN/m
-	<u>LL1 – promjenjivo opterećenje</u>		
	• korisno	15,00x9,0	135,00 kN/m

1. MATERIJALI I GEOMETRIJA:

1.1 BETON: C40/50

Karakteristična tlačna čvrstoća	: $f_{ck} = 40 \text{ MPa}$
Prosječna vlačna čvrstoća	: $f_{ctm} = 3.5 \text{ MPa}$
Elastični modul	: $E_{cm} = 33500 \text{ MPa}$

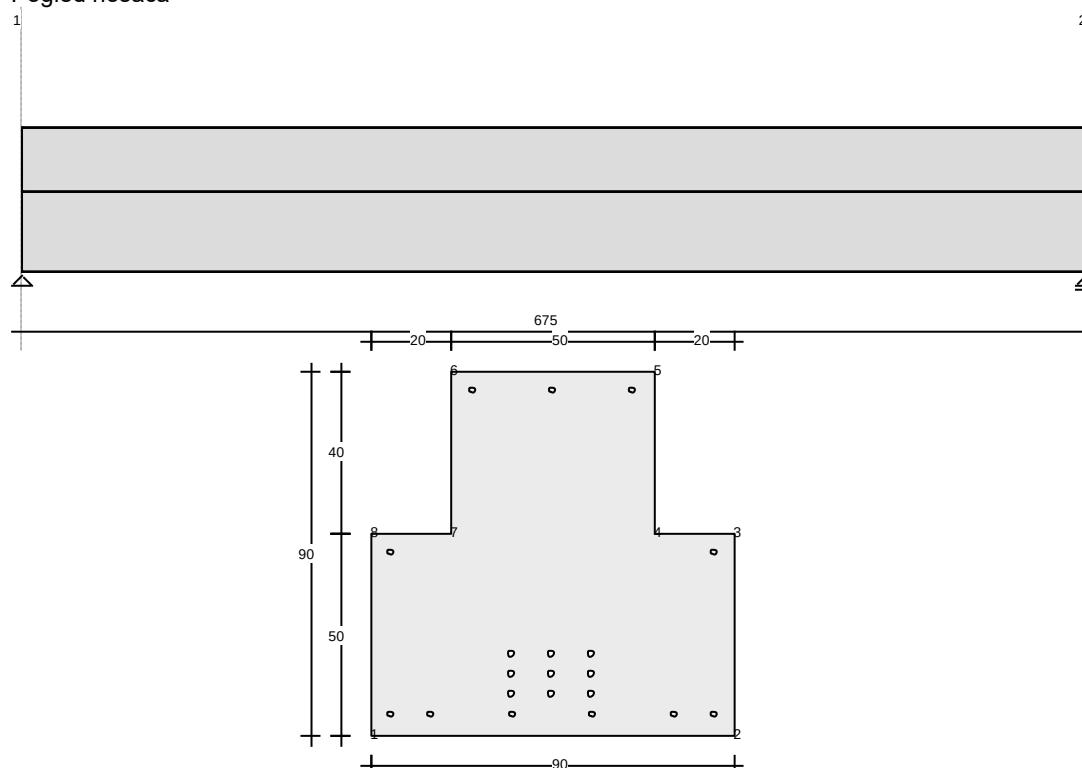
1.2 ČELIK ZA ARMIRANJE: S400/500

Karakteristična vlačna čvrstoća	: $f_{yk} = 400 \text{ MPa}$
Elastični modul	: $E_s = 200000 \text{ MPa}$

1.3 ČELIK ZA PREDNAPREZANJE: St 1570/1770

Napon na granici elastičnosti	: $f_{p0.1k} = 1500 \text{ MPa}$
Karakteristična vlačna čvrstoća	: $f_{pk} = 1770 \text{ MPa}$
Elastični modul	: $E_p = 200000 \text{ MPa}$
Relaksacija	: razred 2

Pogled nosača



Presjeci nosača



Ukupna dužina nosača L= 6.75 m, nadvis lijevo: 0 m, desno: 0 m
Volumen nosača V= 4.388 m³, težina G= V · 25 kN/m³= 109.7 kN

1.4 Minimalni broj elemenata za prednapinjanje

- najmanje jedno uže sa sedam ili više žica (promjer žice ≥ 4 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

$d_g = 16$ mm - beton 0-16 mm, $\phi_k = 15$ mm

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

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

1.6 Zaštitni slojevi za meku armaturu

a) u zavisnosti od okoline - XC1 Suho ili trajno mokro / S4

$c_{min,dur} = 15$ mm

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

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

Šipke: $c_{l,min,b} = \phi_l = 20$ mm

Nominalni zaštitni slojevi

$c_{nom} = c_{min,dur} + \Delta c = 15 + 10 = 25$ mm

$c_{l,nom} = c_{nom} + \phi_w = 25 + 8 = 33$ mm

1.7 Zaštitni slojevi za zateznu armaturu

a) u zavisnosti od okoline - XC1 Suho ili trajno mokro / S4

$c_{p,min,dur} = 25$ mm

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

Užadi: $c_{p,min,b} = 2 \cdot \phi_k = 30$ mm

Nominalni zaštitni slojevi

$c_{p,nom} = c_{p,min,b} + \Delta c = 30 + 10 = 40$ 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	15	1.4	35	10	0	675	10	15	1.4	35	25	75	600
2	15	1.4	45	10	0	675	11	15	1.4	45	25	75	600
3	15	1.4	55	10	0	675	12	15	1.4	55	25	75	600
4	15	1.4	35	15	0	675	13	15	1.4	35	30	175	500



5	15	1.4	45	15	0	675	14	15	1.4	45	30	175	500
6	15	1.4	55	15	0	675	15	15	1.4	55	30	175	500
7	15	1.4	35	20	0	675	16	15	1.4	45	35	175	500
8	15	1.4	45	20	0	675	17	15	1.4	35	35	175	500
9	15	1.4	55	20	0	675	18	15	1.4	55	35	175	500

1.9 Karakteristike presjeka

$$\alpha_e = E_s / E_c = 200000 / 33500 = 5.97$$

		A [m ²]	I [m ⁴]	z [m]
1/1	beton A _c	0.65	0.0401	0.388
1/2	neto A _{c,net}	0.6487	0.04	0.389
1/3	ideal A _{ci}	0.6563	0.0404	0.386

2. OPTEREĆENJA (kN, kN/m, kNm, cm)

Stalno opterećenje - G

- g₁ : Q=16.25 kN/m'
- : Q=88 kN/m'

Korisno opterećenje - Q

- : Q=135 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 - Q _i			
- Korisno	: 0.7	: 0.7	: 0.6

3. GUBITAK PREDNAPINJANJA

3.1 Početni pad napona

Početna relaksacija čelika

Unos zatezne sile u beton nakon 200 sata. $\sigma_{0,max} = 1350$ MPa

Relaksacijski razred 2

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

$$\mu = \sigma_p / f_{pk} = 1350 / 1770 = 0.76$$

$$\Delta\sigma_{pr,200} = 1350 \cdot 0.0128 = 17.29 \text{ MPa}$$

Elastično skupljanje betona

$$\Delta\sigma_{el} = \sigma_{c0} \times \alpha / (1 + \alpha\mu) = 9.31 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c0} = 3.4 / 0.65, \mu = 100 \times 25.2 / 6500$$



$$\sigma_{pm0} = 1275 \text{ MPa} \quad \leq 1323.41 \quad > 1275$$

3.2 Pad napona zbog vremenskih gubitaka - $t=\infty$

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

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): N (32.5 R, 42.5 N)

Izračun u presjeku na $L = 344 \text{ cm}$

Karakteristična srednja debljina presjeka: $d_{eff} = 2 \cdot A_c/u = 2 \cdot 650000/3600 = 361 \text{ mm}$

$$\varphi(t,t_0) = \varphi_{RH} \cdot \beta_{cm} \cdot \beta(t_0) \cdot \beta_c(t,t_0) = 1.74$$

$$\varphi_{RH} = 1.47, \beta_{cm} = 2.42, \beta(t_0) = 0.49, \beta_c(t,t_0) = 1$$

$$\varepsilon_{cs} = \beta_{ds}(t,t_s) \cdot k_h \cdot \varepsilon_{cd,0} + \varepsilon_{ca} = 0.4\text{‰}$$

$$\beta_{ds}(t,t_s) = 1, k_h = 0.75, \varepsilon_{cd,0} = 0.43, \varepsilon_{ca} = 0.07, \beta_{RH} = 1.36$$

Puzanje $\varphi = 1.74$, skupljanje $\varepsilon = 0.4\text{‰}$

Relaksacijski razred 2

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

$$\mu = \sigma_p / f_{pk} = 1275 / 1770 = 0.72$$

$$\Delta\sigma_{pr,\infty} = 1275 \cdot 0.0427 = 54.44 \text{ MPa}$$

Naponi zbog stalnog opterećenja

$$\sigma_{cg} = -M_s / I_{c_{net}} \cdot z_p = -59373.6/4001279.5 \cdot 10 \cdot 38.9 = -5.76 \text{ MPa}$$

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

$$N_{p0} \sigma_{pm0} \cdot A_p = 1275 \cdot 25.2 \cdot 10^{-4} = 3.21 \text{ MN}$$

$$M_{p0} = N_{p0} \cdot z_p = 3.21 \cdot 38.9 = 125.02 \text{ MNcm}$$

$$\sigma_{cp0} = (3.21 / 6474.8 + 125 / 4001279.5 \cdot 38.9) \cdot 10^4 = 17.12 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_{p,c+s+r} = \frac{0.0004 \cdot 200000 + 0.8 \cdot 54.44 + 5.97 \cdot 1.74 \cdot 11.346}{1 + 5.97 \cdot 25.2/6625.248 \cdot (1 + 6625.248/4040845.957 \cdot 38.537^2) \cdot (1 + 0.8 \cdot 1.74)}$$

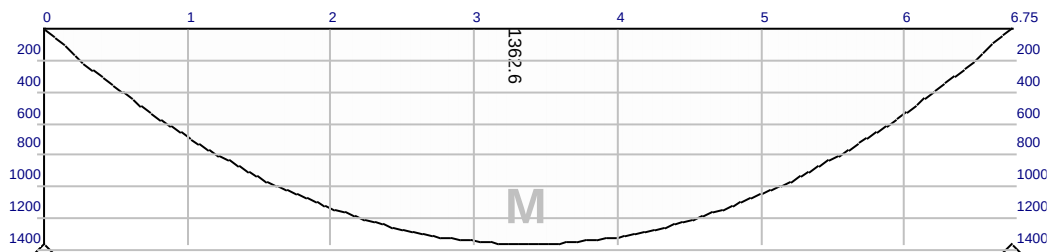
$$\Delta\sigma_{p,c+s+r} = 241.41 / 1.187 = 203.45 \text{ MPa}$$

$$\text{Konačan napon u } t=\infty \quad \sigma_{pm\infty} = \sigma_{pm0} - \Delta\sigma_{p,c+s+r} = 1071.55 \text{ MPa}$$

4. UNUTARNJE STATIČKE KOLIČINE

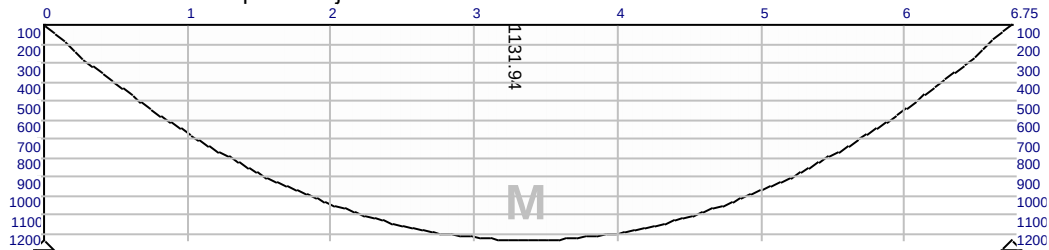
4.1 Granično stanje upotrebljivosti

Rijetka kombinacija - $|M_{max}| = 1362.6 \text{ kNm}$, $L = 338 \text{ cm}$
Dominantno korisno opterećenje: Korisno



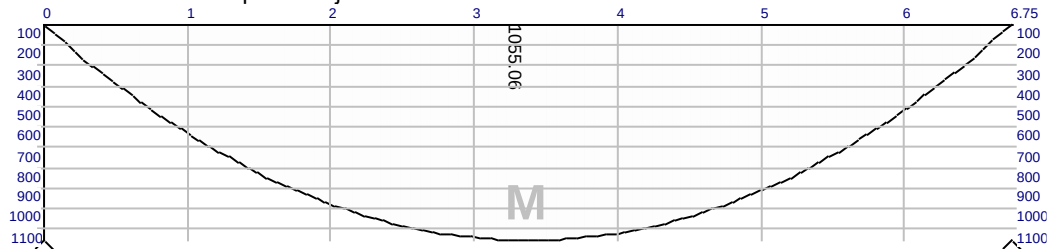
Česta kombinacija - $|M_{\max}|=1131.94$ kNm, $L=338$ cm

Dominantno korisno opterećenje: Korisno



Prividno stalna - $|M_{\max}|=1055.06$ kNm, $L=338$ cm

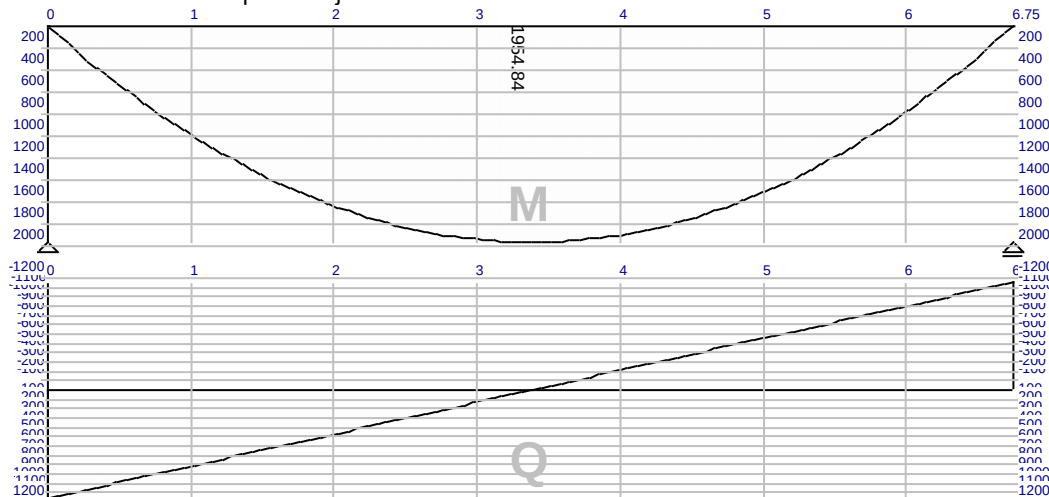
Dominantno korisno opterećenje: Korisno



4.2 Granično stanje nosivosti - reducirane Q

$|M_{\max}|=1954.84$ kNm, $L=338$ cm, $|Q_{\max}|=1158.43$ kN, $L=0$ cm

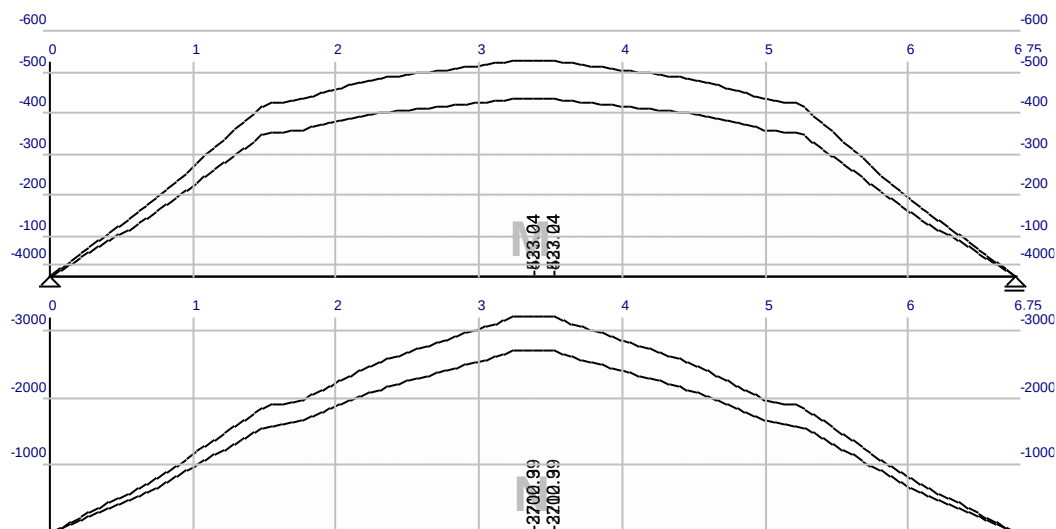
Dominantno korisno opterećenje: Korisno



Utjecaji zbog prednapinjanja

Početno stanje - $t=0$ - $|M_{\max}|=527.25$ kNm, $L=331$ cm, $|N_{\max}|=3213$ kN, $L=331$ cm

Konačno stanje - $t=\infty$ - $|M_{\max}|=433.05$ kNm, $L=344$ cm, $|N_{\max}|=2700.31$ kN, $L=331$ cm



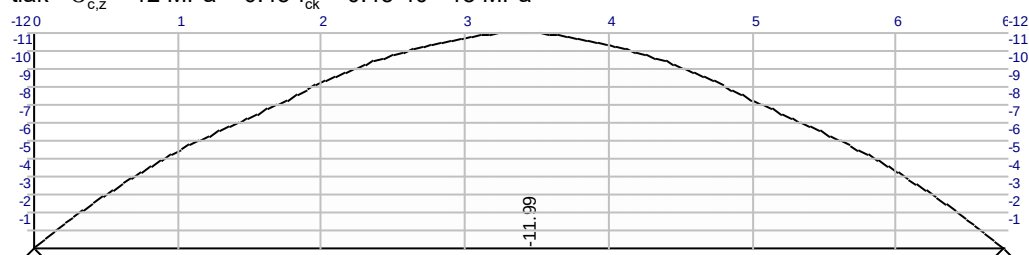
5. KONTROLA ZA GRANIČNO STANJE UPOTREBLJIVOSTI

5.1 Pravidno stalni utjecaji - naponi u betonu

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

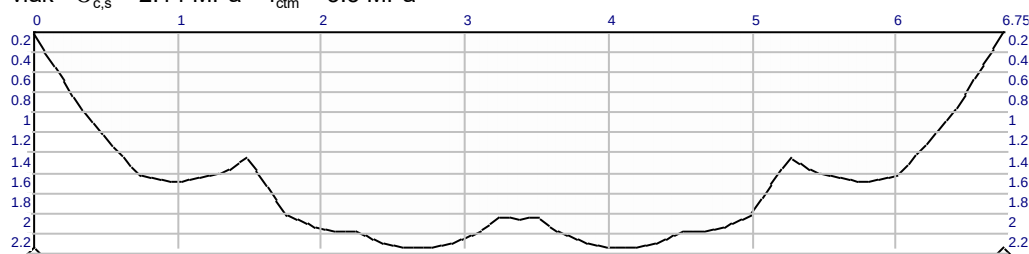
Naponi na gornjem rubu - $L=338$ cm

$$\text{tlak} - \sigma_{c,z} = 12 \text{ MPa} < 0.45 \cdot f_{ck} = 0.45 \cdot 40 = 18 \text{ MPa}$$



Naponi na donjem rubu - $L=270$ cm

$$\text{vlak} - \sigma_{c,s} = 2.14 \text{ MPa} < f_{ctm} = 3.5 \text{ MPa}$$



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:

$$\sigma_{pm1} = \sigma_{pm0} - 0.3 \cdot \Delta\sigma_{p,c+s+r} = 1275 - 0.3 \cdot 203,45 = 1213.96 \text{ MPa}$$

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

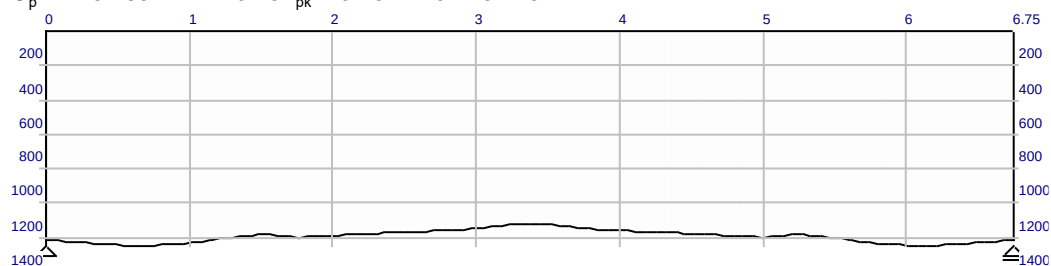
$$M_s = M_{Sd,red} + M_{p,oo} - N_{p,oo} \cdot (z_u - d_1)$$

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



Maksimalni napon u čeliku - $L=74$ cm

$$\sigma_p = 1251.89 \text{ MPa} < 0.75 \cdot f_{pk} = 0.75 \cdot 1770 = 1327.5 \text{ MPa}$$

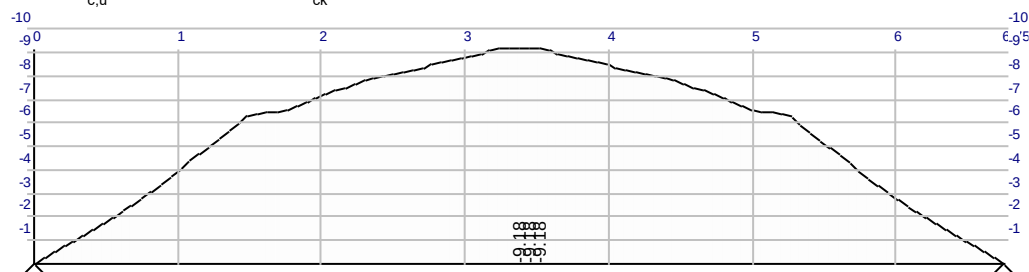


5.3 Vlastita težina i prednapinjanje $t=0$ - naponi u betonu

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

Naponi na donjem rubu - $L=331$ cm

$$\text{tlak} - \sigma_{c,u} = 9.19 \text{ MPa} < 0.6 \cdot f_{ck} = 0.6 \cdot 40 = 24 \text{ MPa}$$



6. PUKOTINE

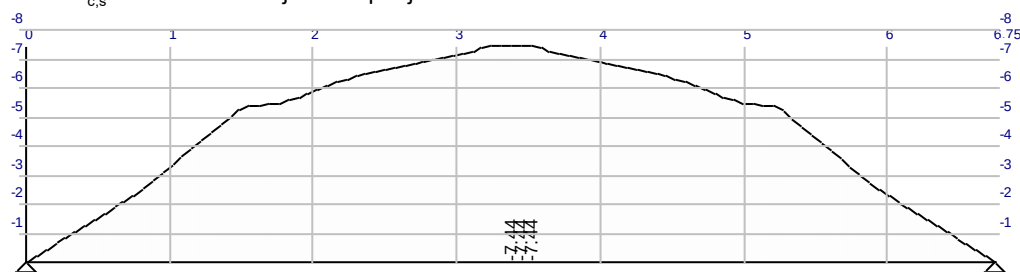
6.1 Minimalna površina armature - EC2 uvjet 7.3.2(4)

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 - $L=331$ cm

$$\text{tlak} - \sigma_{c,s} = 7.45 \text{ MPa} - \text{uvjet JE ispunjen}$$

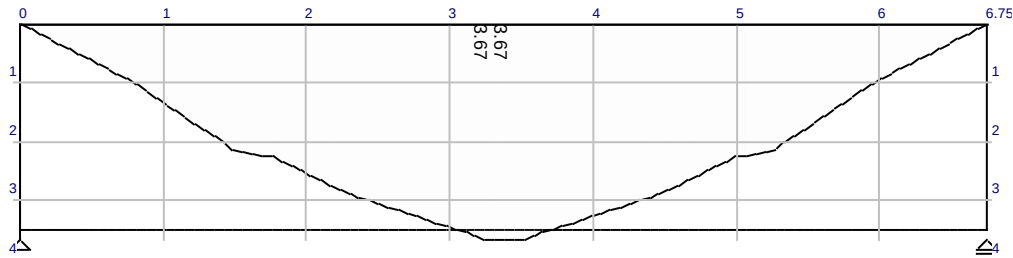


2. uvjet: napon u težištu betona zbog prednapinjanja

$$|\sigma_c| = |0.9 \cdot P_{m,t} / A_{ci}| \geq h \cdot f_{ct,eff} (\sigma_{cs}^*) \quad h \geq 1, \quad f_{ct,eff} = 3.5 \text{ MPa}$$

Napon u težištu - $L=331$ cm

$$|\sigma_c| = 3.67 \text{ MPa} > 3.5 \text{ MPa}, \quad |\sigma_c| / \sigma_{cs}^* = 3.67 / 3.5 = 1.05 - \text{uvjet JE ispunjen}$$



6.2 Kontrola pukotina bez neposrednog izračuna - EC2 7.3.3

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 - težište $A_p + A_s$ od gornjeg ruba, $r_{sup} = 1,1$

U gornjem dijelu presjeka nema armature!

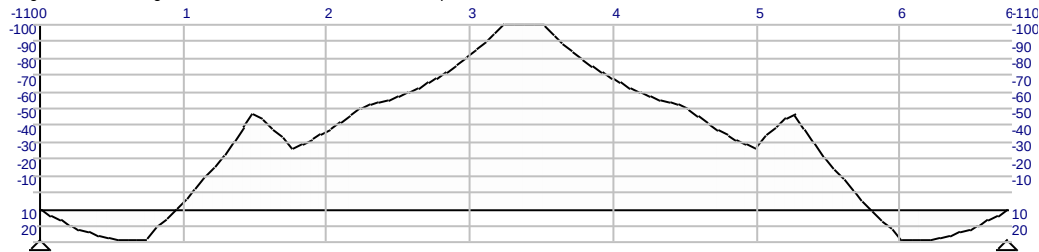
Čelik - donji rub presjeka za t=∞

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

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

Maksimalni vlak u čeliku - $L = 68 \text{ cm}$ - $\sigma_s = 18.35 \text{ MPa}$ - EC2 Tab.7.2N($w_k = 0$)

$\phi_s^* = 25 \text{ mm}$, $\phi_s = 26 \text{ mm}$, stv. ϕ 20 mm, $d_1 = 9 \text{ cm}$



7. DUŽINA UVOĐENJA OSNE SILE - l_{bpd}

$$l_{bpd} = l_{pt2} + \alpha_2 \cdot \phi \cdot (\sigma_{pd} - \sigma_{pmoo}) / f_{bpd} = 100.1 \cdot \phi$$

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

$$f_{bpd} = \eta_{p2} \eta_1 f_{ctd}, \quad f_{bpt} = \eta_{p1} \eta_1 f_{ctd}, \quad f_{ctd} = 1.63 \text{ MPa}$$

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

$$\sigma_{pm0} = 1275, \quad \sigma_{pmoo} = 1071.55, \quad \sigma_{pd} = 1385.22 \text{ [MPa]}$$

Kontrola napona betona $f_{ctd} < f_{ctk 0,05} = 2,45 \text{ MPa}$
(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

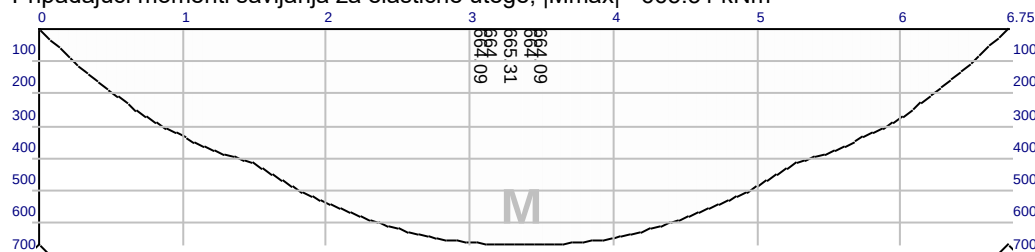


Nosač se tretira kao nepuknut, uvažava se prividno stalno opterećenje.

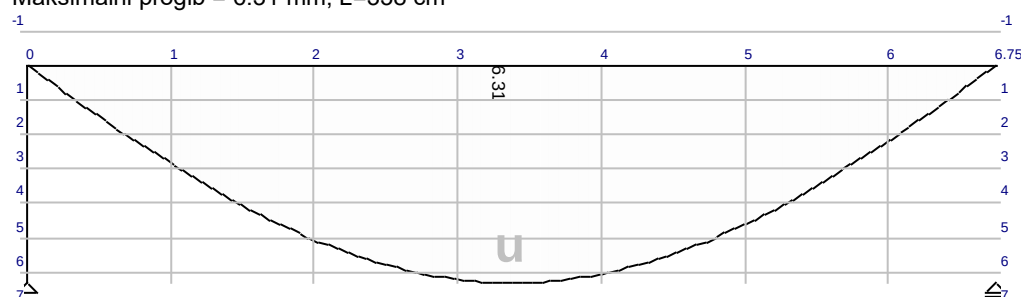
Izračun pomoću elastičnih utege, $I_c = I_{ci}$, $E_{c,eff} = E_{cm}/(1+\phi_{oo}) = 33500/(1+1.74) = 12226.28 \text{ MPa}$

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

Pripadajući momenti savijanja za elastične utege, $|M_{max}| = 665.31 \text{ kNm}$



Maksimalni progib = 6.31 mm, $L=338 \text{ cm}$



9. KONTROLA ZA GRANIČNO STANJE NOSIVOSTI

Beton: C40/50

$f_{ck} = 40 \text{ MPa}$

$f_{cd} = f_{ck} \cdot \alpha / \gamma_c = 40 \cdot 1 / 1.5$

$= 26.67 \text{ MPa}$

Čelik za prednaprežanje: St 1570/1770

$f_{pk} = 1770 \text{ MPa}$

$f_{pd} = 0.9 \cdot f_{pk} / \gamma_s = 0.9 \cdot 1770 / 1.15$

$= 1385.22 \text{ MPa}$

$\epsilon_{pm} = \sigma_{pm} / E_p = 1071.55 / 200000$

$= 5.36 \text{ ‰}$

$\Delta \epsilon_p = \epsilon_{p0.1k} - r_{inf} \cdot \epsilon_{pm} = 7.5 - 0.9 \cdot 5.36$

$= 2.68 \text{ ‰}$

Faktor povećanja utjecaja $N_{M_{poo}} = f_{pd} / f_{pmoo} = 1385.22 / 1071.55 = 1.29$

Armatura: S400/500

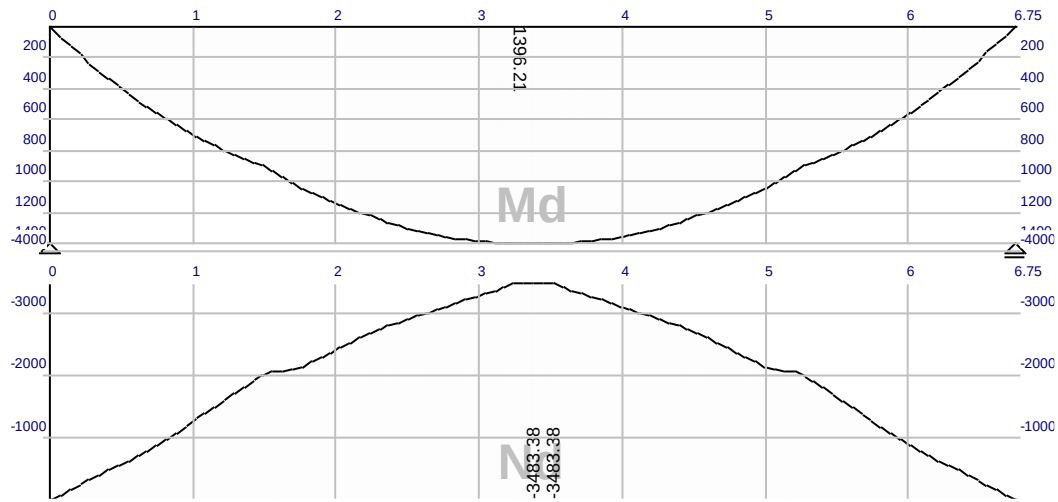
$f_{yk} = 400 \text{ MPa}$

$f_{yd} = \text{Min}(f_{yk}, E_s \cdot \epsilon_s) / \gamma_s = \text{Min}(400, 200 \cdot 4.47) / 1.15$

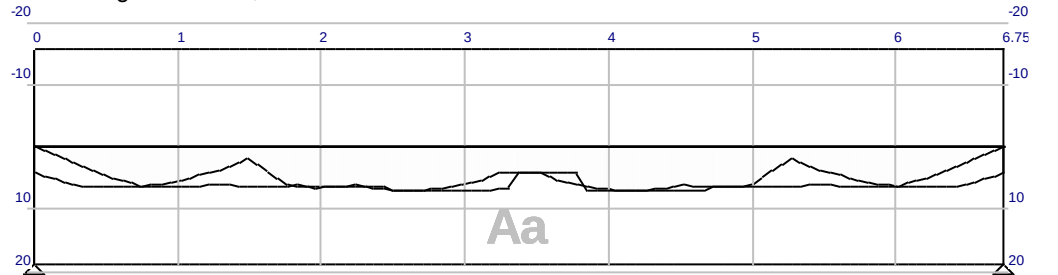
$= 347.83 \text{ MPa}$

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

9.1 Dimenzioniranje za konačno stanje $t=\infty$



Armatura gore = 0 cm², L=0 cm



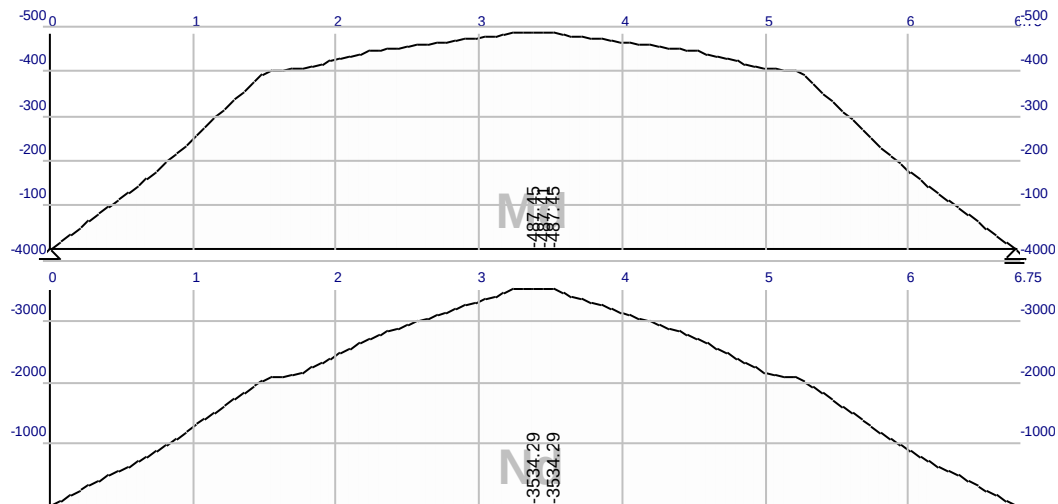
Armatura dole = 6.98 cm², L=412 cm

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

$$\gamma_G = 1, \gamma_p = 1, r_{sup} = 1,1, f_{yd} = 347.83 \text{ MPa}$$

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

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



Vlačna armatura nije potrebna.

9.3 Podaci za izabranu armaturu

Nr.	fi[mm]	cm2	x[cm]	y[cm]	Start	End	Nr.	fi[mm]	cm2	x[cm]	y[cm]	Start	End
-----	--------	-----	-------	-------	-------	-----	-----	--------	-----	-------	-------	-------	-----



Respect-ing

1	20	3.14	5	5	0	675	7	20	3.14	45	85	0	675
2	20	3.14	85	5	0	675	8	20	3.14	15	5	0	675
3	20	3.14	5	45	0	675	9	20	3.14	75	5	0	675
4	20	3.14	85	45	0	675	10	20	3.14	35	5	0	675
5	20	3.14	25	85	0	675	11	20	3.14	55	5	0	675
6	20	3.14	65	85	0	675							

10. KONTROLA POSMIKA - EC2(6.2)

10.1 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°

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

$f_{ck} = 40 \text{ MPa} - \text{C40/50}$

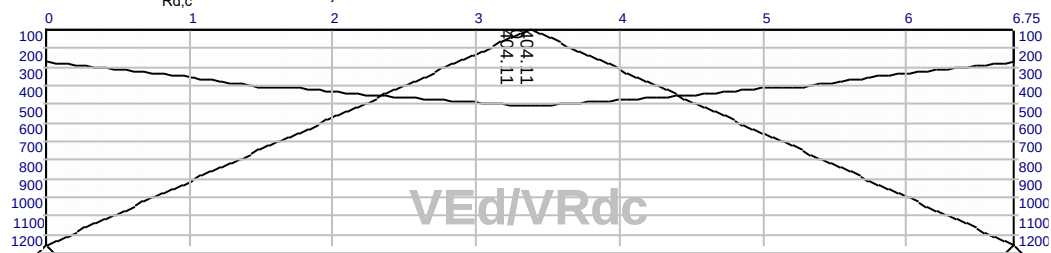
$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2.0$

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

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

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

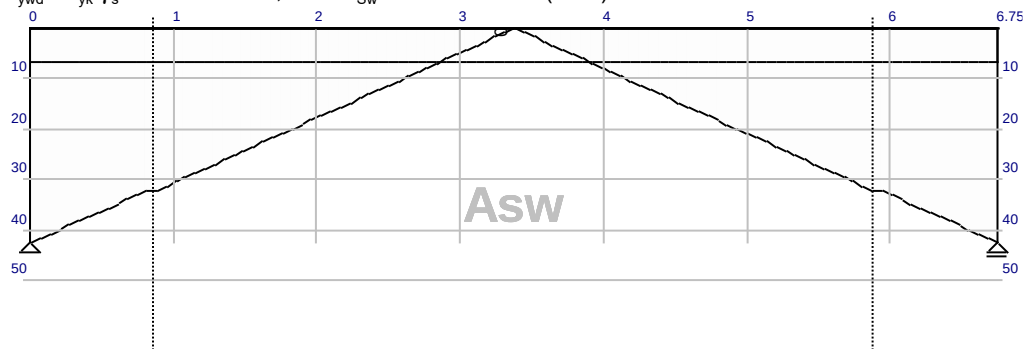
Maksimalna $V_{Rd,c} = 404.11 \text{ kN}$, $L=331 \text{ cm}$



Maksimalna $V_{Ed} = 1158.43 \text{ kN}$, $L=0 \text{ cm}$

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

$f_{ywd} = f_{yk} / \gamma_s = 347.83 \text{ MPa}$, $\max A_{sw} = 42.53 \text{ cm}^2/\text{m}$ ($m=1$)



Minimalna $A_{sw} = 6.5 \text{ cm}^2/\text{m}$, pri ----- $A_{swL} = 32.31$, $A_{swD} = 32.31$

IZABRANE VILICE ($m=2$):

cm^2/m	$\phi[\text{mm}]$	$s[\text{cm}]$	$od[\text{cm}]$	$do[\text{cm}]$
33.51	8	3	0	135
25.13	8	4	141	182
20.11	8	5	189	229
14.36	8	7	236	276



Respect-ing

7.18	8	14	283	324
6.28	8	16	330	344
7.18	8	14	351	391
14.36	8	7	398	438
20.11	8	5	445	486
25.13	8	4	492	533
33.51	8	3	540	675

10.2 Kontrola tlačnih dijagonala u betonu - maksimalna nosivost

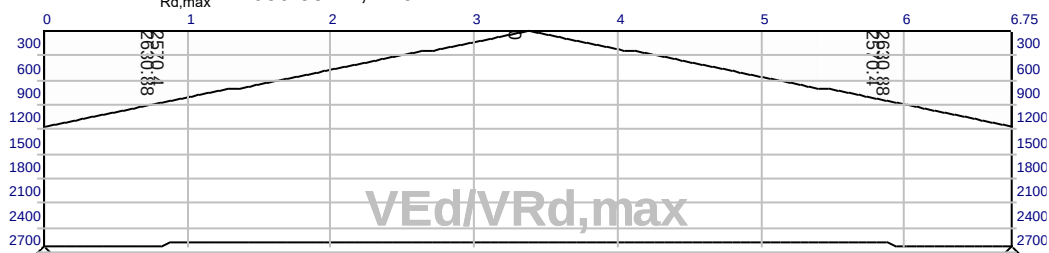
$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot 0.9 \cdot d \cdot v_1 \cdot f_{cd} / (\cot\theta + \tan\theta)$$

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

$$= 0.6 \cdot (1 - 40 / 250) = 0.504$$

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

Maksimalna $V_{Rd,max} = 2630.88 \text{ kN}$, $L=0 \text{ cm}$



Maksimalni razmak između vilica $s_{max} = 60 \text{ cm}$, EC2 9.2.2 (6)

11. SIDRENJE ARMATURE

11.1 Granični naponi za dobru prijemljivost:

A - za glatke šipke: $f_{db} = f_{ck}^{1/2} \cdot 0.36 / \gamma_c = 1.52 \text{ MPa}$

B - šipke visoke prijemljivosti: $f_{db} = f_{ctk0.05} \cdot 2.25 / \gamma_c = 3.67 \text{ MPa}$

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

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

	A	B
dobro: $l_b = \phi \cdot$	57.21	23.69
loše: $l_b = \phi \cdot$	81.73	33.85

11.3 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

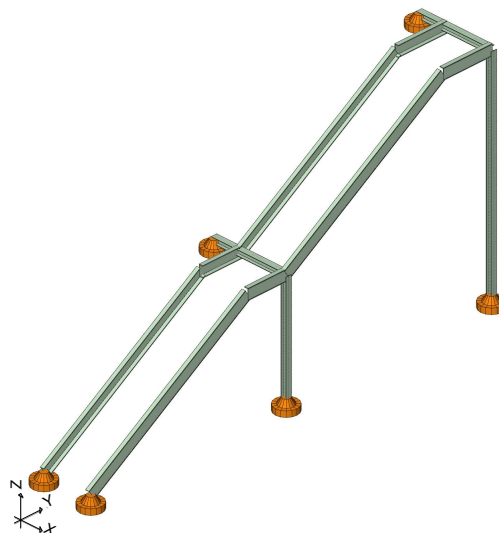
$l_{b,min}$ tlačna = $0.6 \cdot l_b \geq (10\phi \text{ ili } 100\text{mm})$

$\alpha_a = 0.7$ - za zakrivljene šipke



VANJSKO ČELIČNO STUBIŠTE

Statički proračun



Izometrija

Shema nivoa			
No	Naziv	z [m]	h [m]
1	NIVO PODESTA 2	5.10	2.55
2	NIVO PODESTA 1	2.55	2.55

Naziv	z [m]	h [m]
NIVO TEMELJA	0.00	

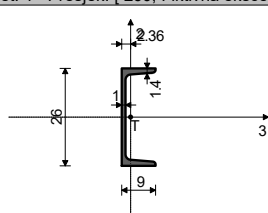
Tabela materijala							
No	Naziv materijala	E[kN/m ²]	μ	γ [kN/m ³]	α_t [1/C]	Em[kN/m ²]	μ_m
1	Čelik	2.100e+8	0.30	78.50	1.000e-5	2.100e+8	0.30

Setovi točkastih ležajeva						
Set	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	K,M2	K,M3
2	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10			

Setovi greda

Set: 1 Presjek: [260, Fiktivna ekscentričnost

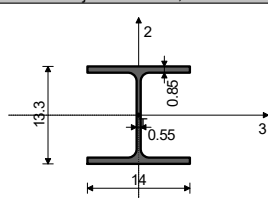
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Čelik	4.830e-3	2.548e-3	2.282e-3	2.550e-7	3.170e-6	4.820e-5



[cm]

Set: 2 Presjek: IPBI 140, Fiktivna ekscentričnost

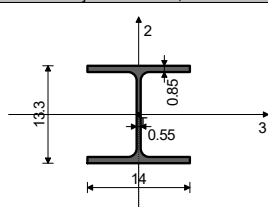
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Čelik	3.142e-3	1.012e-3	2.380e-3	6.311e-8	3.889e-6	1.033e-5



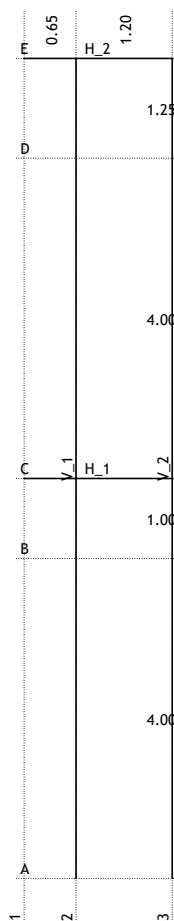
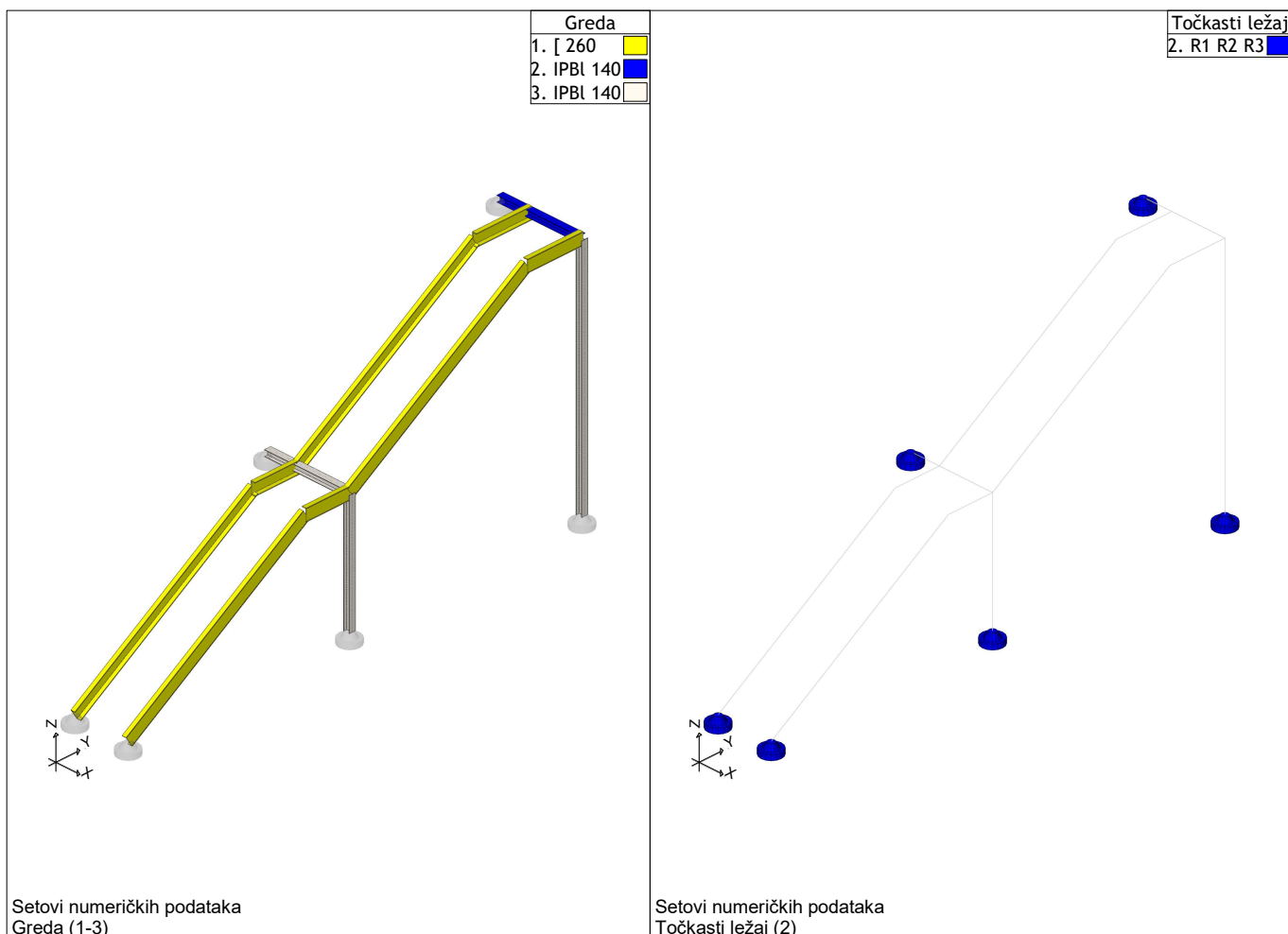
[cm]

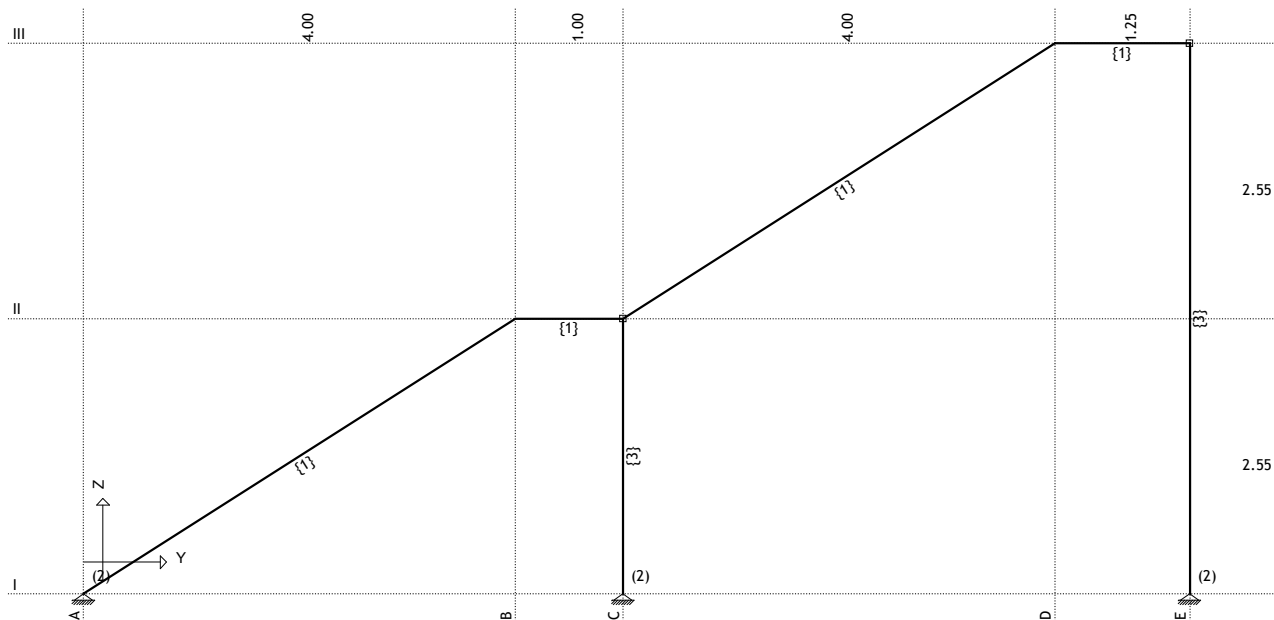
Set: 3 Presjek: IPBI 140, Fiktivna ekscentričnost

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Čelik	3.142e-3	1.012e-3	2.380e-3	6.311e-8	3.889e-6	1.033e-5

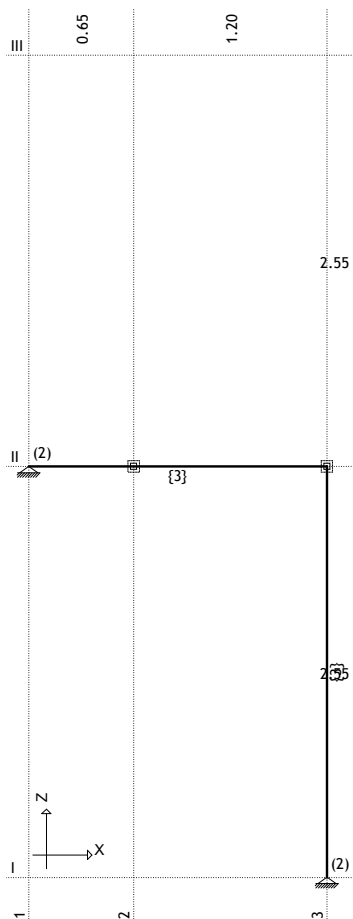


[cm]

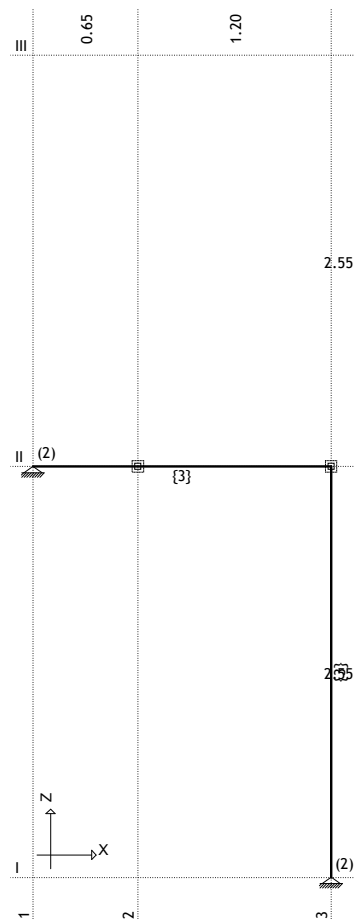




Okvir: V 2



Okvir: H 1

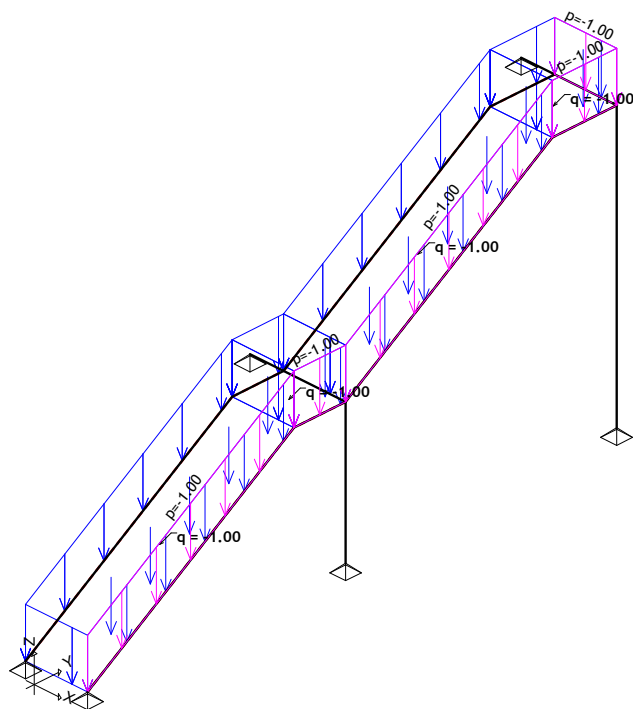


Okvir: H 1



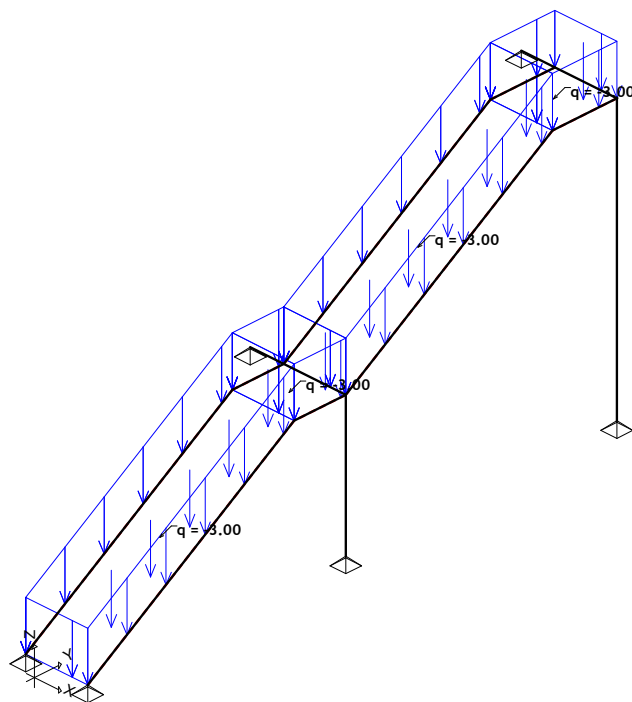
Ulazni podaci - Opterećenje

Opt. 1: DL1 (g)



Izometrija

Opt. 2: LL1



Izometrija

Lista slučajeva opterećenja

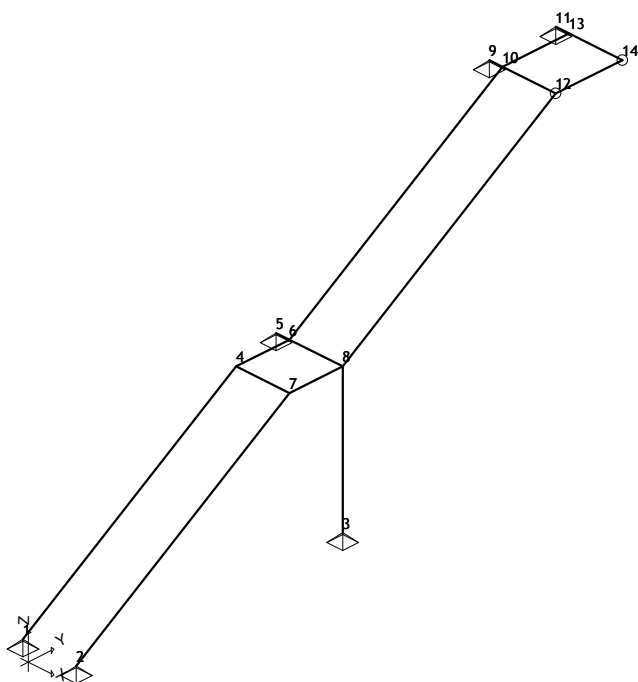
LC	Naziv
1	DL1 (g)
2	LL1
3	Komb.: 1.35xI+1.5xII
4	Komb.: I+1.5xII

LC	Naziv
5	Komb.: 1.35xI
6	Komb.: I
7	Komb.: I+II
8	Komb.: I

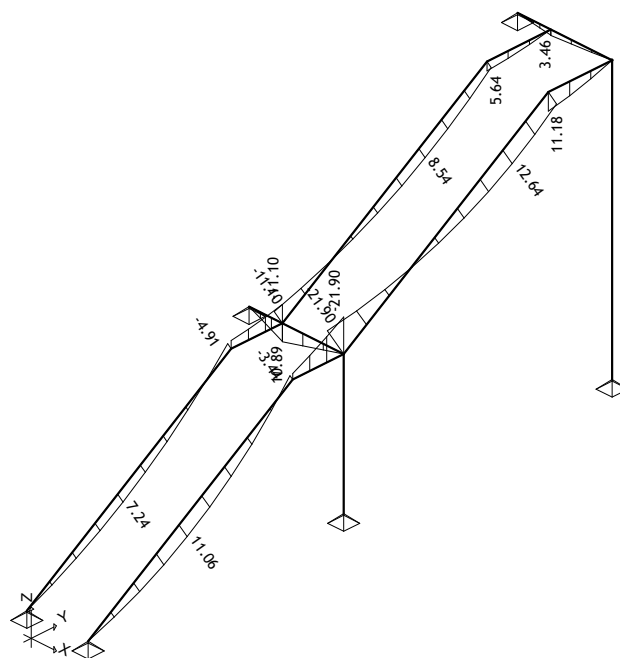


Statički proračun

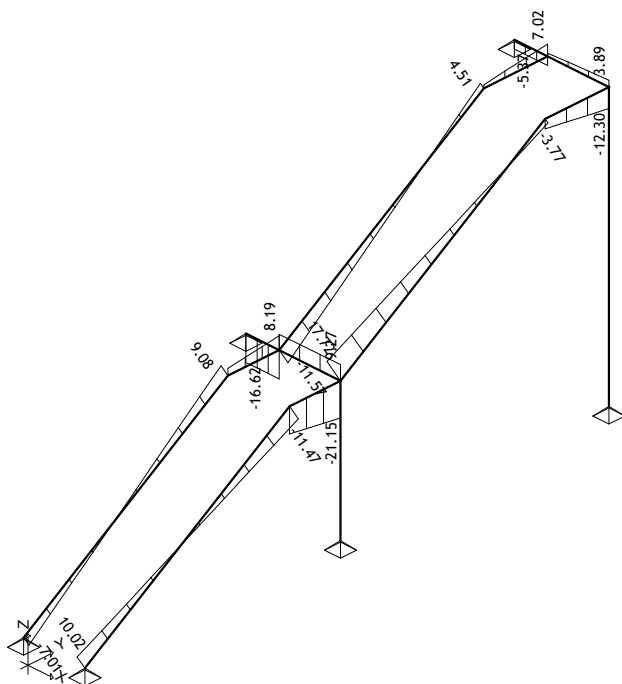
Opt. 3: 1.35xl+1.5xll



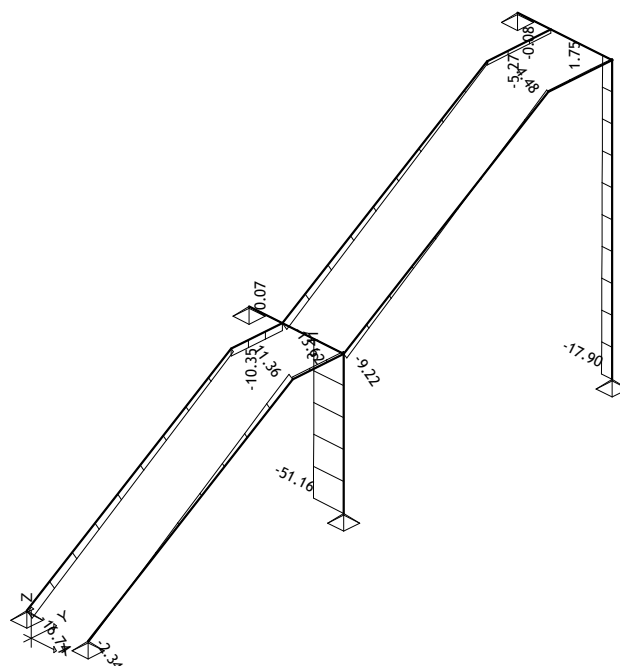
Izometrija
Dispozicija greda
Opt. 3: 1.35xl+1.5xll



Izometrija
Utjecaji u gredi: max M3= 12.64 / min M3= -21.90 kNm
Opt. 3: 1.35xl+1.5xll



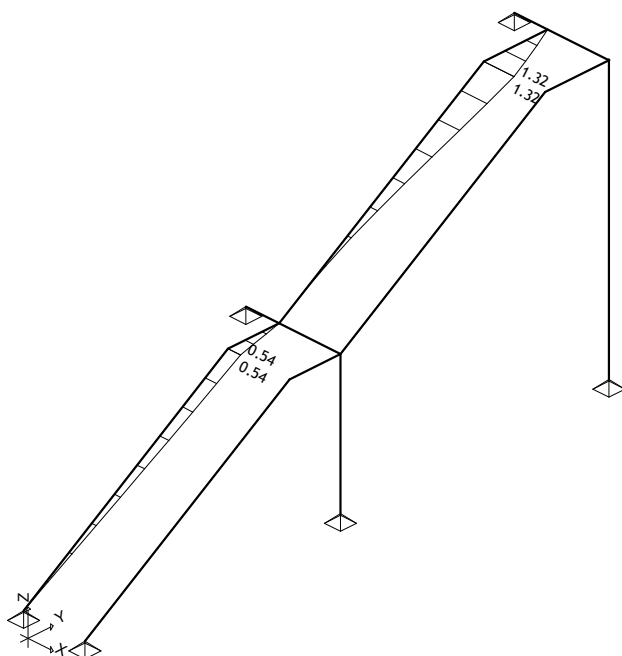
Izometrija
Utjecaji u gredi: max T2= 17.72 / min T2= -21.15 kN



Izometrija
Utjecaji u gredi: max N1= 11.36 / min N1= -51.16 kN



Opt. 7: I+II

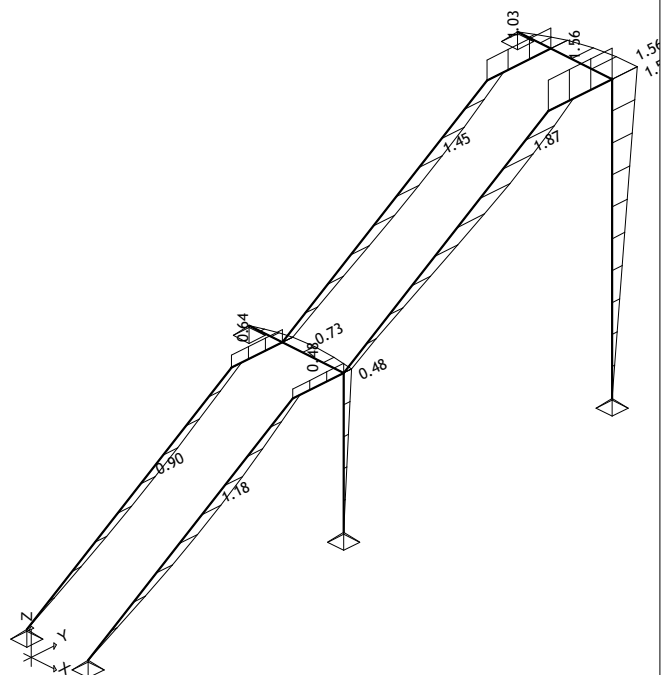


Izometrija

Utjecaji u gredi: max $X_p = 1.32$ / min $X_p = -0.00$ m / 1000

Opt. 7: I+II

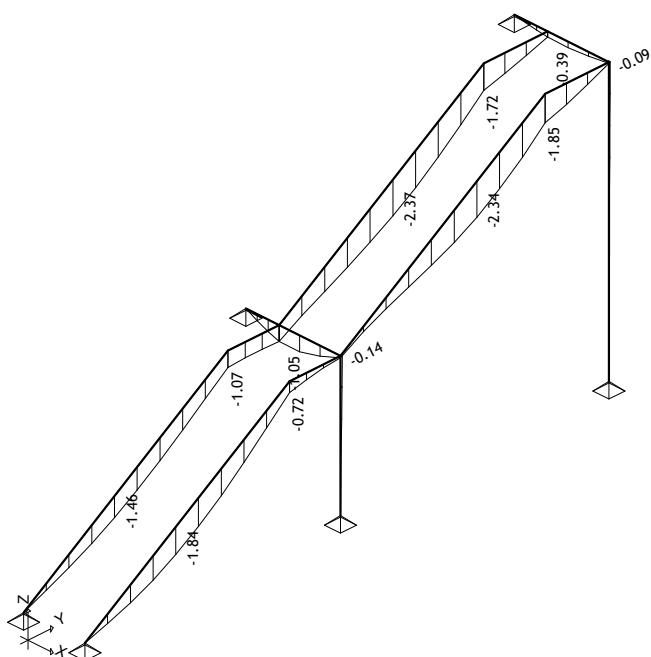
Opt. 7: I+II



Izometrija

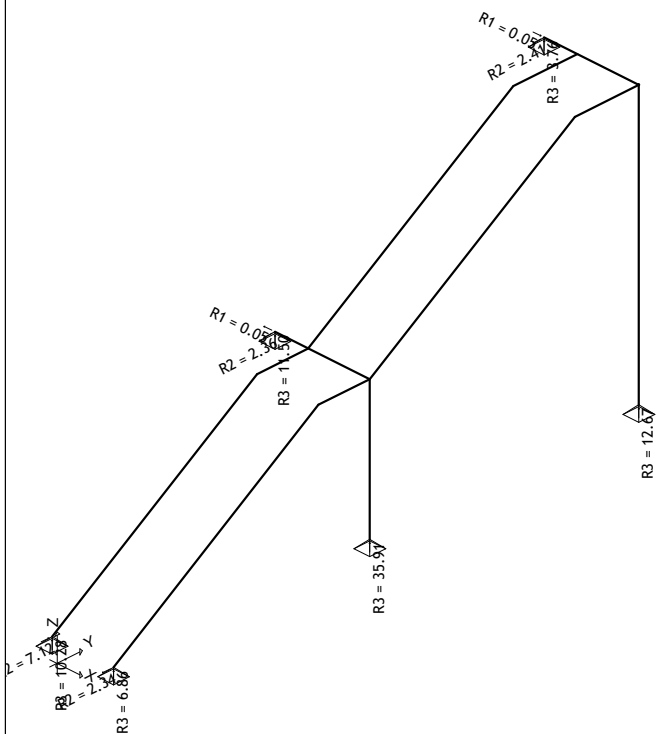
Utjecaji u gredi: max $Y_p = 1.87$ / min $Y_p = -0.00$ m / 1000

Opt. 7: I+II



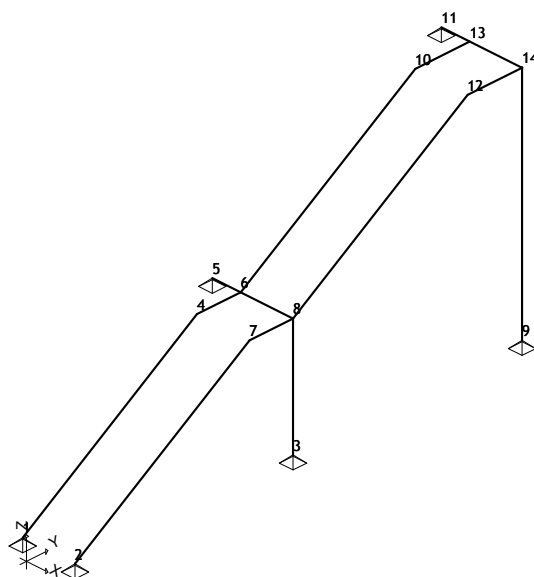
Izometrija

Utjecaji u gredi: max $Z_p = -0.00$ / min $Z_p = -2.37$ m / 1000



Izometrija

Reakcije ležajeva



Izometrija
Dispozicija greda

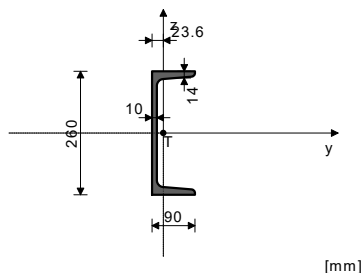


Dimenzioniranje (čelik)

ŠTAP 4-1

POPREČNI PRESJEK: [260 [S 235] [Set: 1]
EUROCODE 3 (ENV)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



A_x	=	48.300 cm ²
A_y	=	22.820 cm ²
A_z	=	25.480 cm ²
I_x	=	25.500 cm ⁴
I_y	=	4820.0 cm ⁴
I_z	=	317.00 cm ⁴
W_y	=	370.77 cm ³
W_z	=	47.741 cm ³
$W_{y,pl}$	=	444.52 cm ³
$W_{z,pl}$	=	101.44 cm ³
γ_{M0}	=	1.100
γ_{M1}	=	1.100
γ_{M2}	=	1.250
A_{net}/A	=	0.900

($f_y = 23.5$ kN/cm², $f_u = 36.0$ kN/cm²)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

3. $\gamma = 0.13$	4. $\gamma = 0.12$	7. $\gamma = 0.09$
5. $\gamma = 0.04$	6. $\gamma = 0.03$	8. $\gamma = 0.03$

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU

(slučaj opterećenja 3, na 197.7 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	$N_{sd} =$	-12.464 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{sd,z} =$	-0.305 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{sd,y} =$	7.138 kNm
Sistemska dužina štapa	$L =$	474.37 cm

5.3 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA

Klasa presjeka 1

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA

5.4.4 Tlak

Plastična računska otpornost	$N_{pl,Rd} =$	1031.9 kN
Računska otpornost na tlak	$N_{c,Rd} =$	1031.9 kN

Uvjet 5.16: $N_{sd} \leq N_{c,Rd}$ (12.46 $\leq$ 1031.86)

5.4.5 Savijanje y-y

Računski plastični moment	$M_{pl,Rd} =$	94.966 kNm
Računska otp. na lokalno izbočavanje	$M_{o,Rd} =$	79.210 kNm
Računski elastični momenat	$M_{el,Rd} =$	79.210 kNm
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd} =$	94.966 kNm

Uvjet 5.17: $M_{sd,y} \leq M_{c,Rd,y}$ (7.14 $\leq$ 94.97)

5.4.6 Posmik

Računska plast.otp.na posmik z-z	$V_{pl,Rd} =$	314.28 kN
----------------------------------	---------------	-----------

Uvjet 5.20: $V_{sd,z} \leq V_{pl,Rd,z}$ (0.30 $\leq$ 314.28)

5.4.9 Savijanje, posmik i centrična sila

Nije potrebna redukcija momenata otpornosti

Uvjet: $V_{sd,z} \leq 50\%V_{pl,Rd,z}$

5.4.8 Savijanje i centrična sila

Omjer $N_{sd} / N_{pl,Rd}$	=	0.012
Omjer $M_{sd,y} / M_{pl,Rd,y}$	=	0.075

Uvjet 5.36: (0.09 $\leq$ 1)

5.5 OTPORNOST ELEMENATA NA IZVIJANJE

5.5.1.1 Otpornost na izvijanje

Dužina izvijanja y-y	$I_{y,y} =$	474.37 cm
Polumjer inercije y-y	$i_{y,y} =$	9.990 cm
Vitkost y-y	$\lambda_{y,y} =$	47.486
Relativna vitkost y-y	$\lambda_{y,y} =$	0.506
Krivulja izvijanja za os y-y: C	$\alpha =$	0.490
Redukcijski koeficijent	$\chi_{y,y} =$	0.840
Koeficijent efektivnog presjeka	$\beta_A =$	1.000
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,y} =$	866.55 kN

Uvjet 5.45: $N_{sd} \leq N_{b,Rd,y}$ (12.46 $\leq$ 866.55)

Dužina izvijanja z-z

$I_{z,z} =$	237.18 cm
$i_{z,z} =$	2.562 cm
$\lambda_{z,z} =$	92.583
$\lambda_{z,z} =$	0.986
$\alpha =$	0.490
$\chi_{z,z} =$	0.548
$\beta_A =$	1.000
$N_{b,Rd,z} =$	565.59 kN

Uvjet 5.45: $N_{sd} \leq N_{b,Rd,z}$ (12.46 $\leq$ 565.59)

5.5.2 Bočno-torzijsko izvijanje greda

Koeficijent	$C1 =$	1.285
Koeficijent	$C2 =$	1.562
Koeficijent	$C3 =$	0.753
Koef. efekt. dužine bočnog izvijanja	$k =$	1.000
Koef. efekt. dužine torzijskog uvijanja	$k_w =$	1.000
Koordinata	$z_g =$	0.000 cm
Koordinata	$z_j =$	0.000 cm
Razmak bočno pridržanih točaka	$L =$	474.37 cm
Sektorski moment inercije	$I_w =$	45154 cm ⁶
Krit.mom.za bočno tor.izvijanje	$M_{cr} =$	109.25 kNm
Koeficijent	$\beta_w =$	1.000
Koeficijent imperf.	$\alpha_{LT} =$	0.210
Bezdimenzionalna vitkost	$\lambda_{LT} =$	0.978
Koeficijent redukcije	$\chi_{LT} =$	0.681
Računska otpornost na izvijanje	$M_{b,Rd} =$	64.676 kNm

Uvjet 5.48: $M_{sd,y} \leq M_{b,Rd}$ (7.14 $\leq$ 64.68)

5.5.4 Savijanje i centrični tlak

Redukcijski koeficijent	$\chi_{min} =$	0.548
$N_{sd} / \dots$		0.022
Koeficijent uniformnog momenta	$\beta_y =$	1.410
Koeficijent	$\mu_y =$	-0.398
Koeficijent	$\mu_y =$	1.005
$k_y * M_y / \dots$		0.076

Uvjet 5.51: (0.10 $\leq$ 1)

Redukcijski koeficijent

$N_{sd} / \dots$	$\chi_{z,z} =$	0.548
Redukcijski koeficijent		0.022
Koef.unif.mom.za bočno torz.izv.	$\chi_{LT} =$	0.681
Koeficijent	$\beta_{M,LT} =$	1.410
Koeficijent	$\mu_{LT} =$	0.059
$k_{LT} * M_y / \dots$	$k_{LT} =$	0.999
		0.110

Uvjet 5.52: (0.13 $\leq$ 1)

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM

za posmik u ravni z-z

Širina lima	$d =$	23.200 cm
Debljina lima	$tw =$	1.000 cm

Nema poprečnih ukrčenja u sredini

Koeficijent izbočavanja posmikom $k_T = 5.340$

Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom

Uvjet: $d / tw \leq 69$ (23.20 $\leq$ 69.00)

5.6.7 Interakcija posmične sile, savijanja i centr.sile

za posmik u ravni z-z

Računski plastični moment nožice	$M_{f,Rd} =$	79.198 kNm
----------------------------------	--------------	------------

Uvjeti 5.66a i 5.66b su ispunjeni

5.7 OTPORNOST REBRA NA POPREČNE SILE

5.7.7 Izvijanje tlačne nožice u ravni rebra

Koeficijent (klasa nožice 1)	$k =$	0.300
Površina rebra	$A_w =$	36.400 cm ²
Površina tlač. nožice	$A_{fc} =$	12.600 cm ²

Spriječena je mogućnost izvijanja nožice u ravni rebra

Uvjet 5.80: (8.29 $\leq$ 455.66)

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK

(slučaj opterećenja 3, kraj štapa)

Računska uzdužna sila	$N_{sd} =$	-6.481 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{sd,z} =$	9.080 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{sd,y} =$	-4.915 kNm
Momenat savijanja oko z osi	$M_{sd,z} =$	-0.016 kNm
Sistemska dužina štapa	$L =$	474.37 cm

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA

5.4.6 Posmik

Računska plast.otp.na posmik z-z	$V_{pl,Rd} =$	314.28 kN
----------------------------------	---------------	-----------

Uvjet 5.20: $V_{sd,z} \leq V_{pl,Rd,z}$ (9.08 $\leq$ 314.28)

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM

za posmik u ravni z-z

Širina lima	$d =$	23.200 cm
Debljina lima	$tw =$	1.000 cm
Nema poprečnih ukrčenja u sredini		
Koeficijent izbočavanja posmikom	$k_T =$	5.340
Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom		

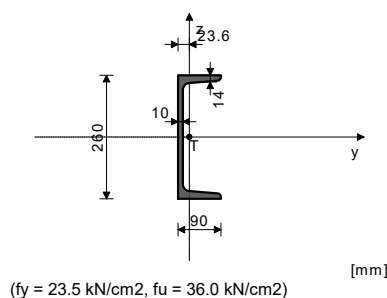
Uvjet: $d / tw \leq 69$ (23.20 $\leq$ 69.00)



ŠTAP 10-6

POPREČNI PRESJEK: [260 [S 235] [Set: 1]
EUROCODE 3 (ENV)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



($f_y = 23.5 \text{ kN/cm}^2$, $f_u = 36.0 \text{ kN/cm}^2$)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

3. $\gamma=0.21$	4. $\gamma=0.19$	7. $\gamma=0.14$
5. $\gamma=0.07$	6. $\gamma=0.05$	8. $\gamma=0.05$

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU (slučaj opterećenja 3, početak štapa)

Računska uzdužna sila	Nsd =	-13.622 kN
Poprečna sila u y pravcu	Vsd_y =	0.076 kN
Poprečna sila u z pravcu	Vsd_z =	-11.573 kN
Momenat savijanja oko y osi	Msd_y =	-11.100 kNm
Momenat savijanja oko z osi	Msd_z =	0.263 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	474.37 cm

5.3 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA Klasa presjeka 1

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA

5.4.4 Tlak

Plastična računska otpornost	Npl.Rd =	1031.9 kN
Računska otpornost na tlak	Nc.Rd =	1031.9 kN

Uvjet 5.16: Nsd <= Nc.Rd (13.62 <= 1031.86)

5.4.5 Savijanje y-y

Računski plastični moment	Mpl.Rd =	94.966 kNm
Računska otp.na lokalno izbočavanje	Mo.Rd =	79.210 kNm
Računski elastični momenat	Mel.Rd =	79.210 kNm
Računska otpornost na savijanje	Mc.Rd =	94.966 kNm

Uvjet 5.17: Msd_y <= Mc.Rd_y (11.10 <= 94.97)

5.4.5 Savijanje z-z

Računski plastični moment	Mpl.Rd =	21.672 kNm
Računska otp.na lokalno izbočavanje	Mo.Rd =	10.199 kNm
Računski elastični momenat	Mel.Rd =	10.199 kNm
Računska otpornost na savijanje	Mc.Rd =	21.672 kNm

Uvjet 5.17: Msd_z <= Mc.Rd_z (0.26 <= 21.67)

5.4.6 Posmik

Računska plast.otp.na posmik z-z	Vpl.Rd =	314.28 kN
----------------------------------	----------	-----------

Uvjet 5.20: Vsd_z <= Vpl.Rd_z (11.57 <= 314.28)

Računska plast.otp.na posmik y-y

Vpl.Rd =	281.47 kN
----------	-----------

Uvjet 5.20: Vsd_y <= Vpl.Rd_y (0.08 <= 281.47)

5.4.9 Savijanje, posmik i centrična sila

Nije potrebna redukcija momenata otpornosti

Uvjet: $Vsd_z \leq 50\%Vpl.Rd_z$ i $Vsd_y \leq 50\%Vpl.Rd_y$

5.4.8 Savijanje i centrična sila

Omjer Nsd / Npl.Rd	0.013
Omjer Msd_y / Mpl.Rd_y	0.117
Omjer Msd_z / Mpl.Rd_z	0.012

Uvjet 5.36: (0.14 <= 1)

5.5 OTPORNOST ELEMENATA NA IZVIJANJE

5.5.1.1 Otpornost na izvijanje

Dužina izvijanja y-y	$I_y =$	474.37 cm
Polumjer inercije y-y	$i_y =$	9.990 cm
Vitkost y-y	$\lambda_y =$	47.486
Relativna vitkost y-y	$\lambda_{y,rel} =$	0.506

Krivulja izvijanja za os y-y: C

Redukcijski koeficijent

Koeficijent efektivnog presjeka

Računska otpornost na izvijanje

Uvjet 5.45: Nsd <= Nb.Rd_y (13.62 <= 866.55)

$\alpha =$	0.490
$\chi_y =$	0.840
$\beta_A =$	1.000
Nb.Rd_y =	866.55 kN

Dužina izvijanja z-z

Polumjer inercije z-z

Vitkost z-z

Relativna vitkost z-z

Krivulja izvijanja za os z-z: C

Redukcijski koeficijent

Koeficijent efektivnog presjeka

Računska otpornost na izvijanje

Uvjet 5.45: Nsd <= Nb.Rd_z (13.62 <= 565.59)

$I_z =$	237.18 cm
$i_z =$	2.562 cm
$\lambda_z =$	92.583
$\lambda_{z,rel} =$	0.986
$\alpha =$	0.490
$\chi_z =$	0.548
$\beta_A =$	1.000
Nb.Rd_z =	565.59 kN

5.5.2 Bočno-torzijsko izvijanje greda

Koeficijent

Koeficijent

Koeficijent

Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja

Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja

Koordinata

Koordinata

Razmak bočno pridržanih točaka

Sektorski moment inercije

Krit.mom.za bočno torzizvijanje

Koeficijent

Koeficijent imperf.

Bezdimenzionalna vitkost

Koeficijent redukcije

Računska otpornost na izvijanje

Uvjet 5.48: Msd_y <= Mb.Rd (11.10 <= 64.68)

C1 =	1.285
C2 =	1.562
C3 =	0.753
k =	1.000
kw =	1.000
zg =	0.000 cm
zj =	0.000 cm
L =	474.37 cm
Iw =	45154 cm⁶
Mcr =	109.25 kNm
$\beta_w =$	1.000
$\alpha_{LT} =$	0.210
$\lambda_{LT} =$	0.978
$\chi_{LT} =$	0.681
Mb.Rd =	64.676 kNm

5.5.4 Savijanje i centrični tlak

Redukcijski koeficijent

Nsd / ...

Koeficijent uniformnog momenta

Koeficijent

Koeficijent

$k_y * M_y / \dots$

Koeficijent uniformnog momenta

Koeficijent

Koeficijent

$k_z * M_z / \dots$

Uvjet 5.51: (0.15 <= 1)

$\chi_{min} =$	0.548
Nsd / ...	0.024
$\beta_y =$	1.745
$\mu_y =$	-0.059
$k_y =$	1.001
	0.117
$\beta_z =$	2.058
$\mu_z =$	0.900
$k_z =$	0.980
	0.012

Redukcijski koeficijent

Nsd / ...

Redukcijski koeficijent

Koef.unif.mom.za bočno torz.izv.

Koeficijent

Koeficijent

$k_{LT} * M_y / \dots$

Koeficijent uniformnog momenta

Koeficijent

Koeficijent

$k_z * M_z / \dots$

Uvjet 5.52: (0.21 <= 1)

$\chi_z =$	0.548
Nsd / ...	0.024
$\chi_{LT} =$	0.681
$\beta_{M,LT} =$	1.745
$\mu_{LT} =$	0.108
$k_{LT} =$	0.998
	0.171
$\beta_z =$	2.058
$\mu_z =$	0.900
$k_z =$	0.980
	0.012

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM

za posmik u ravni z-z

Širina lima

Debljina lima

Nema poprečnih ukrućenja u sredini

Koeficijent izbočavanja posmikom

Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom

Uvjet: d / tw <= 69 ε (23.20 <= 69.00)

d =	23.200 cm
tw =	1.000 cm
$k_{\tau} =$	5.340

5.6.7 Interakcija posmične sile, savijanja i centr.sile

za posmik u ravni z-z

Računski plastični moment nožica

Uvjeti 5.66a i 5.66b su ispunjeni

Mf.Rd =	79.196 kNm
---------	------------

5.7 OTPORNOST REBRA NA POPREČNE SILE

5.7.7 Izvijanje tlačne nožice u ravni rebra

Koeficijent (klasa nožice 1)

Površina rebra

Površina tlač. nožice

Spriječena je mogućnost izvijanja nožice u ravni rebra

Uvjet 5.80: (8.29 <= 455.66)

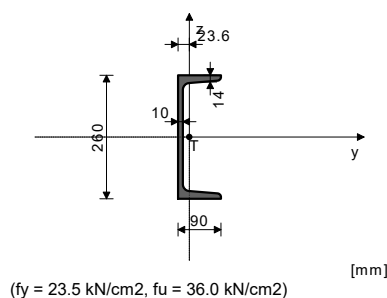
k =	0.300
Aw =	36.400 cm²
Afc =	12.600 cm²



ŠTAP 13-10

POPREČNI PRESJEK: [260 [S 235] [Set: 1]
EUROCODE 3 (ENV)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



A_x	=	48.300 cm ²
A_y	=	22.820 cm ²
A_z	=	25.480 cm ²
I_x	=	25.500 cm ⁴
I_y	=	4820.0 cm ⁴
I_z	=	317.00 cm ⁴
W_y	=	370.77 cm ³
W_z	=	47.741 cm ³
$W_{y,pl}$	=	444.52 cm ³
$W_{z,pl}$	=	101.44 cm ³
γ_{M0}	=	1.100
γ_{M1}	=	1.100
γ_{M2}	=	1.250
A_{net}/A	=	0.900

(fy = 23.5 kN/cm², fu = 36.0 kN/cm²)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

3. $\gamma=0.08$	4. $\gamma=0.08$	7. $\gamma=0.06$
5. $\gamma=0.03$	6. $\gamma=0.02$	8. $\gamma=0.02$

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 3, početak štapa)

Računska uzdužna sila	Nsd =	-5.265 kN
Poprečna sila u y pravcu	Vsd_y =	0.076 kN
Poprečna sila u z pravcu	Vsd_z =	1.997 kN
Momenat savijanja oko y osi	Msd_y =	5.641 kNm
Momenat savijanja oko z osi	Msd_z =	-0.086 kNm
Moment torzije	Mt =	-0.044 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	125.00 cm

5.3 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA

5.4.4 Tlak

Plastična računska otpornost	Npl.Rd =	1031.9 kN
Računska otpornost na tlak	Nc.Rd =	1031.9 kN

Uvjet 5.16: Nsd <= Nc.Rd (5.27 <= 1031.86)

5.4.5 Savijanje y-y

Računski plastični moment	Mpl.Rd =	94.966 kNm
Računska otp.na lokalno izbočavanje	Mo.Rd =	79.210 kNm
Računski elastični momenat	Mel.Rd =	79.210 kNm
Računska otpornost na savijanje	Mc.Rd =	94.966 kNm

Uvjet 5.17: Msd_y <= Mc.Rd_y (5.64 <= 94.97)

5.4.5 Savijanje z-z

Računski plastični moment	Mpl.Rd =	21.672 kNm
Računska otp.na lokalno izbočavanje	Mo.Rd =	10.199 kNm
Računski elastični momenat	Mel.Rd =	10.199 kNm
Računska otpornost na savijanje	Mc.Rd =	21.672 kNm

Uvjet 5.17: Msd_z <= Mc.Rd_z (0.09 <= 21.67)

5.4.6 Posmik

Računska plast.otp.na posmik z-z	Vpl.Rd =	314.28 kN
----------------------------------	----------	-----------

Uvjet 5.20: Vsd_z <= Vpl.Rd_z (2.00 <= 314.28)

Računska plast.otp.na posmik y-y	Vpl.Rd =	281.47 kN
----------------------------------	----------	-----------

Uvjet 5.20: Vsd_y <= Vpl.Rd_y (0.08 <= 281.47)

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

5.4.8 Savijanje i centrična sila

Omjer Msd_y / Mpl.Rd_y	0.059
------------------------	-------

Uvjet 5.36: (0.07 <= 1)

5.5 OTPORNOST ELEMENATA NA IZVIJANJE

5.5.1.1 Otpornost na izvijanje

Dužina izvijanja y-y	I_y	=	125.00 cm
Polumjer inercije y-y	i_y	=	9.990 cm
Vitkost y-y	λ_y	=	12.513
Relativna vitkost y-y	$\lambda_{y,rel}$	=	0.133
Krivulja izvijanja za os y-y: C	α	=	0.490
Redukcijski koeficijent	χ_y	=	1.000
Koeficijent efektivnog presjeka	β_A	=	1.000
Računska otpornost na izvijanje	Nb.Rd_y	=	1031.9 kN

Uvjet 5.45: Nsd <= Nb.Rd_y (5.27 <= 1031.86)

Dužina izvijanja z-z	I_z	=	62.500 cm
Polumjer inercije z-z	i_z	=	2.562 cm
Vitkost z-z	λ_z	=	24.396
Relativna vitkost z-z	$\lambda_{z,rel}$	=	0.260
Krivulja izvijanja za os z-z: C	α	=	0.490
Redukcijski koeficijent	χ_z	=	0.970
Koeficijent efektivnog presjeka	β_A	=	1.000
Računska otpornost na izvijanje	Nb.Rd_z	=	1000.5 kN

Uvjet 5.45: Nsd <= Nb.Rd_z (5.27 <= 1000.49)

5.5.2 Bočno-torzijsko izvijanje greda

Koeficijent	C1 =	1.879
Koeficijent	C2 =	0.000
Koeficijent	C3 =	0.939
Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja	k =	1.000
Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja	kw =	1.000
Koordinata	zg =	0.000 cm
Koordinata	zj =	0.000 cm
Razmak bočno pridržanih točaka	L =	474.37 cm
Sektorski moment inercije	Iw =	45154 cm ⁶
Krit.mom.za bočno torz.ivijanje	Mcr =	159.71 kNm
Koeficijent	β_w =	1.000
Koeficijent imperf.	α_{LT} =	0.210
Bezdimenzionalna vitkost	λ_{LT} =	0.809
Koeficijent redukcije	χ_{LT} =	0.791
Računska otpornost na izvijanje	Mb.Rd =	75.085 kNm

Uvjet 5.48: Msd_y <= Mb.Rd (5.64 <= 75.09)

5.5.4 Savijanje i centrični tlak

Redukcijski koeficijent	χ_{min} =	0.970
Nsd / ...		0.005
Koeficijent uniformnog momenta	β_y =	1.800
Koeficijent	μ_y =	0.146
Koeficijent	κ_y =	0.999
$\kappa_y * M_y / ...$		0.059
Koeficijent uniformnog momenta	β_z =	1.466
Koeficijent	μ_z =	0.847
Koeficijent	κ_z =	0.996
$\kappa_z * M_z / ...$		0.004

Uvjet 5.51: (0.07 <= 1)

Redukcijski koeficijent	χ_z =	0.970
Nsd / ...		0.005
Redukcijski koeficijent	χ_{LT} =	0.791
Koef.unif.mom.za bočno torz.ivz.	$\beta_{M,LT}$ =	1.800
Koeficijent	μ_{LT} =	-0.080
Koeficijent	κ_{LT} =	1.000
$\kappa_{LT} * M_y / ...$		0.075
Koeficijent uniformnog momenta	β_z =	1.466
Koeficijent	μ_z =	0.847
Koeficijent	κ_z =	0.996
$\kappa_z * M_z / ...$		0.004

Uvjet 5.52: (0.08 <= 1)

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM

za posmik u ravni z-z

Širina lima	d =	23.200 cm
Debljina lima	tw =	1.000 cm
Razmak poprečnih ukrčenja	a =	474.37 cm
Koeficijent izbočavanja posmikom	κ_τ =	5.350

Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom

Uvjet: d / tw <= 30 $\epsilon \sqrt{k_\tau}$ (23.20 <= 69.39)

5.6.7 Interakcija posmične sile, savijanja i centr.sile

za posmik u ravni z-z

Računski plastični moment nožica	Mf.Rd =	79.208 kNm
----------------------------------	---------	------------

Uvjeti 5.66a i 5.66b su ispunjeni

5.7 OTPORNOST REBRA NA POPREČNE SILE

5.7.7 Izvijanje tlačne nožice u ravni rebra

Koeficijent (klasa nožice 1)	k =	0.300
Površina rebra	Aw =	36.400 cm ²
Površina tlač. nožice	Afc =	12.600 cm ²

Sprječena je mogućnost izvijanja nožice u ravni rebra

Uvjet 5.80: (8.29 <= 455.66)

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK

(slučaj opterećenja 3, kraj štapa)

Računska uzdužna sila	Nsd =	-5.265 kN
Poprečna sila u y pravcu	Vsd_y =	0.076 kN
Poprečna sila u z pravcu	Vsd_z =	7.025 kN
Momenat savijanja oko z osi	Msd_z =	-0.181 kNm
Moment torzije	Mt =	-0.044 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	125.00 cm

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA

5.4.6 Posmik

Računska plast.otp.na posmik z-z	Vpl.Rd =	314.28 kN
----------------------------------	----------	-----------

Uvjet 5.20: Vsd_z <= Vpl.Rd_z (7.02 <= 314.28)

Računska plast.otp.na posmik y-y	Vpl.Rd =	281.47 kN
----------------------------------	----------	-----------

Uvjet 5.20: Vsd_y <= Vpl.Rd_y (0.08 <= 281.47)

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM

za posmik u ravni z-z

Širina lima	d =	23.200 cm
Debljina lima	tw =	1.000 cm
Razmak poprečnih ukrčenja	a =	474.37 cm
Koeficijent izbočavanja posmikom	κ_τ =	5.350

Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom

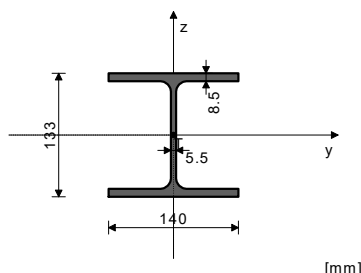
Uvjet: d / tw <= 30 $\epsilon \sqrt{k_\tau}$ (23.20 <= 69.39)



ŠTAP 3-8

POPREČNI PRESJEK: IPBI 140 [S 235] [Set: 3]
EUROCODE 3 (ENV)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =	31.416 cm ²
Ay =	23.800 cm ²
Az =	10.124 cm ²
Ix =	6.311 cm ⁴
Iy =	1032.6 cm ⁴
Iz =	388.88 cm ⁴
Wy =	155.28 cm ³
Wz =	55.554 cm ³
Wy,pl =	170.19 cm ³
Wz,pl =	83.300 cm ³
γM0 =	1.100
γM1 =	1.100
γM2 =	1.250
Anet/A =	0.900

(fy = 23.5 kN/cm², fu = 36.0 kN/cm²)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

3. γ=0.11	4. γ=0.10	7. γ=0.08
5. γ=0.05	6. γ=0.04	8. γ=0.04

ŠTAP IZLOŽEN CENTRIČNOM TLAKU
(slučaj opterećenja 3, kraj štapa)

Računska uzdužna sila	Nsd =	-51.163 kN
Sistemska dužina štapa	L =	255.00 cm

5.3 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA

Klasa presjeka 1

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA

5.4.4 Tlak

Plastična računska otpornost
Računska otpornost na tlak

Npl.Rd =	671.16 kN
Nc.Rd =	671.16 kN

Uvjet 5.16: Nsd ≤ Nc.Rd (51.16 ≤ 671.16)

5.5 OTPORNOST ELEMENATA NA IZVIJANJE

5.5.1.1 Otpornost na izvijanje

Dužina izvijanja y-y

ly = 255.00 cm

Polumjer inercije y-y

iy = 5.733 cm

Vitkost y-y

λy = 44.479

Relativna vitkost y-y

λy = 0.474

Krivulja izvijanja za os y-y: B

α = 0.340

Redukcijski koeficijent

χy = 0.896

Koeficijent efektivnog presjeka

βA = 1.000

Računska otpornost na izvijanje

Nb.Rd_y = 601.15 kN

Uvjet 5.45: Nsd ≤ Nb.Rd_y (51.16 ≤ 601.15)

Dužina izvijanja z-z

lz = 255.00 cm

Polumjer inercije z-z

iz = 3.518 cm

Vitkost z-z

λz = 72.478

Relativna vitkost z-z

λz = 0.772

Krivulja izvijanja za os z-z: C

α = 0.490

Redukcijski koeficijent

χz = 0.680

Koeficijent efektivnog presjeka

βA = 1.000

Računska otpornost na izvijanje

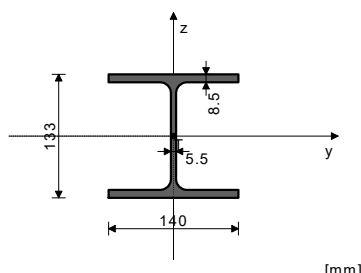
Nb.Rd_z = 456.27 kN

Uvjet 5.45: Nsd ≤ Nb.Rd_z (51.16 ≤ 456.27)

ŠTAP 9-14

POPREČNI PRESJEK: IPBI 140 [S 235] [Set: 3]
EUROCODE 3 (ENV)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =	31.416 cm ²
Ay =	23.800 cm ²
Az =	10.124 cm ²
Ix =	6.311 cm ⁴
Iy =	1032.6 cm ⁴
Iz =	388.88 cm ⁴
Wy =	155.28 cm ³
Wz =	55.554 cm ³
Wy,pl =	170.19 cm ³
Wz,pl =	83.300 cm ³
γM0 =	1.100
γM1 =	1.100
γM2 =	1.250
Anet/A =	0.900

(fy = 23.5 kN/cm², fu = 36.0 kN/cm²)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

3. γ=0.09	4. γ=0.07	7. γ=0.06
5. γ=0.05	6. γ=0.04	8. γ=0.04

ŠTAP IZLOŽEN CENTRIČNOM TLAKU
(slučaj opterećenja 3, kraj štapa)

Računska uzdužna sila	Nsd =	-17.896 kN
Sistemska dužina štapa	L =	510.00 cm

5.3 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA

Klasa presjeka 1

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA

5.4.4 Tlak

Plastična računska otpornost
Računska otpornost na tlak

Npl.Rd =	671.16 kN
Nc.Rd =	671.16 kN

Uvjet 5.16: Nsd ≤ Nc.Rd (17.90 ≤ 671.16)

5.5 OTPORNOST ELEMENATA NA IZVIJANJE

5.5.1.1 Otpornost na izvijanje

Dužina izvijanja y-y

ly = 510.00 cm

Polumjer inercije y-y

iy = 5.733 cm

Vitkost y-y

λy = 88.958

Relativna vitkost y-y

λy = 0.947

Krivulja izvijanja za os y-y: B

α = 0.340

Redukcijski koeficijent

χy = 0.631

Koeficijent efektivnog presjeka

βA = 1.000

Računska otpornost na izvijanje

Nb.Rd_y = 423.30 kN

Uvjet 5.45: Nsd ≤ Nb.Rd_y (17.90 ≤ 423.30)

Dužina izvijanja z-z

lz = 510.00 cm

Polumjer inercije z-z

iz = 3.518 cm

Vitkost z-z

λz = 144.96

Relativna vitkost z-z

λz = 1.544

Krivulja izvijanja za os z-z: C

α = 0.490

Redukcijski koeficijent

χz = 0.301

Koeficijent efektivnog presjeka

βA = 1.000

Računska otpornost na izvijanje

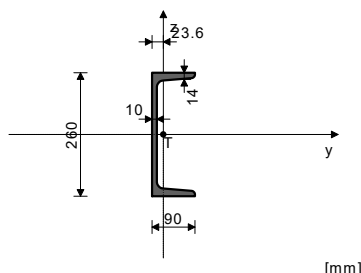
Nb.Rd_z = 201.87 kN

Uvjet 5.45: Nsd ≤ Nb.Rd_z (17.90 ≤ 201.87)

ŠTAP 12-14

POPREČNI PRESJEK: [260 [S 235] [Set: 1]
EUROCODE 3 (ENV)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =	48.300 cm ²
Ay =	22.820 cm ²
Az =	25.480 cm ²
Ix =	25.500 cm ⁴
Iy =	4820.0 cm ⁴
Iz =	317.00 cm ⁴
Wy =	370.77 cm ³
Wz =	47.741 cm ³
Wy,pl =	444.52 cm ³
Wz,pl =	101.44 cm ³
γM0 =	1.100
γM1 =	1.100
γM2 =	1.250
Anet/A =	0.900

(fy = 23.5 kN/cm², fu = 36.0 kN/cm²)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

3. γ=0.15	4. γ=0.13	7. γ=0.10
5. γ=0.07	6. γ=0.05	8. γ=0.05

ŠTAP IZLOŽEN VLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 3, kraj štapa)

Računska uzdužna sila	Nsd =	1.752 kN
Poprečna sila u z pravcu	Vsd_z =	-5.589 kN
Moment savijanja oko y osi	Msd_y =	11.180 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	125.00 cm

5.3 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA

Klasa presjeka 1

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA

5.4.3 Vlak

Plast.rač.otpornost bruto presjeka

Npl.Rd = 1031.9 kN

Granična rač.otpornost neto pres.

Nu.Rd = 1126.7 kN

Računska otp. na vlak

Nt.Rd = 1031.9 kN

Uvjet 5.13: Nsd ≤ Nt.Rd (1.75 ≤ 1031.86)

5.4.5 Savijanje y-y

Računski plastični moment

Mpl.Rd = 94.966 kNm

Računska otp.na lokalno izbočavanje

Mo.Rd = 79.210 kNm

Računski elastični momenat

Mel.Rd = 79.210 kNm

Računska otpornost na savijanje

Mc.Rd = 94.966 kNm

Uvjet 5.17: Msd_y ≤ Mc.Rd_y (11.18 ≤ 94.97)

5.4.6 Posmik

Računska plast.otp.na posmik z-z

Vpl.Rd = 314.28 kN

Uvjet 5.20: Vsd_z ≤ Vpl.Rd_z (5.59 ≤ 314.28)

5.4.9 Savijanje, posmik i centrična sila

Nije potrebna redukcija momenata otpornosti



Uvjet: $Vsd_z \leq 50\% Vpl.Rd_z$

5.4.8 Savijanje i centrična sila

Omjer $Msd_y / Mpl.Rd_y$

0.118

Uvjet 5.36: (0.12 ≤ 1)

5.5 OTPORNOST ELEMENATA NA IZVIJANJE

5.5.2 Bočno-torzijsko izvijanje greda

Koeficijent	C1 =	1.879
Koeficijent	C2 =	0.000
Koeficijent	C3 =	0.939
Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja	k =	1.000
Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja	kw =	1.000
Koordinata	zg =	0.000 cm
Koordinata	zj =	0.000 cm
Razmak bočno pridržanih točaka	L =	474.37 cm
Sektorski moment inercije	Iw =	45154 cm ⁶
Krit.mom.za bočno torzizvijanje	Mcr =	159.77 kNm
Koeficijent	βw =	1.000
Koeficijent imperf.	αLT =	0.210
Bezdimenzionalna vitkost	λLT =	0.809
Koeficijent redukcije	χLT =	0.791
Računska otpornost na izvijanje	Mb.Rd =	75.095 kNm

5.5.3 Savijanje i centrični vlak

Redukcijski koef.za vektor. utjecaje	ψvec =	0.800
Elast.otp.mom.za krajnje tlač.vlakno	Wcom =	370.77 cm ³
Efektivni rač.unutarnji moment	Meff.sd =	11.073 kNm

Uvjet 5.50: Meff.sd ≤ Mb.Rd (11.07 kNm ≤ 75.09 kNm)

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM

za posmik u ravni z-z

Širina lima	d =	23.200 cm
Debljina lima	tw =	1.000 cm
Razmak poprečnih ukrčenja	a =	474.37 cm
Koeficijent izbočavanja posmiikom	kτ =	5.350

Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmiikom

Uvjet: d / tw ≤ 30 ε √kτ (23.20 ≤ 69.39)

5.6.7 Interakcija posmične sile, savijanja i centr.sile

za posmik u ravni z-z

Računski plastični moment nožica

Mf.Rd = 79.210 kNm

Uvjeti 5.66a i 5.66b su ispunjeni

5.7 OTPORNOST REBRA NA POPREČNE SILE

5.7.7 Izvijanje tlačne nožice u ravni rebra

Koeficijent (klasa nožice 1)	k =	0.300
Površina rebra	Aw =	36.400 cm ²
Površina tlač. nožice	Afc =	12.600 cm ²

Spriječena je mogućnost izvijanja nožice u ravni rebra

Uvjet 5.80: (8.29 ≤ 455.66)

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK

(slučaj opterećenja 3, početak štapa)

Računska uzdužna sila	Nsd =	1.752 kN
Poprečna sila u z pravcu	Vsd_z =	-12.304 kN
Sistemska dužina štapa	L =	125.00 cm

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA

5.4.6 Posmik

Računska plast.otp.na posmik z-z

Vpl.Rd = 314.28 kN

Uvjet 5.20: Vsd_z ≤ Vpl.Rd_z (12.30 ≤ 314.28)

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM

za posmik u ravni z-z

Širina lima	d =	23.200 cm
Debljina lima	tw =	1.000 cm
Razmak poprečnih ukrčenja	a =	474.37 cm
Koeficijent izbočavanja posmiikom	kτ =	5.350

Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmiikom

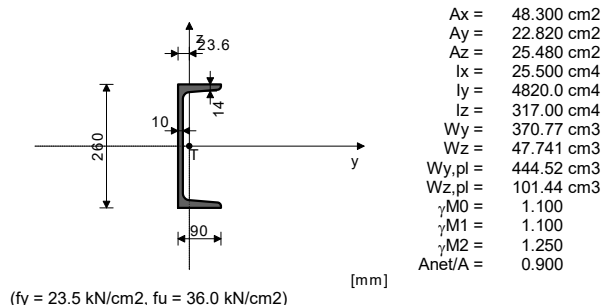
Uvjet: d / tw ≤ 30 ε √kτ (23.20 ≤ 69.39)

ŠTAP 8-12

POPREČNI PRESJEK: [260 [S 235] [Set: 1]

EUROCODE 3 (ENV)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

3. γ=0.35	4. γ=0.31	7. γ=0.25
5. γ=0.17	6. γ=0.13	8. γ=0.13

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU

(slučaj opterećenja 3, kraj štapa)

Računska uzdužna sila	Nsd =	-9.217 kN
Poprečna sila u z pravcu	Vsd_z =	17.717 kN
Moment savijanja oko y osi	Msd_y =	-21.897 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	474.37 cm

5.3 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA

Klasa presjeka 1

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA

5.4.4 Tlak

Plastična računska otpornost	Npl.Rd =	1031.9 kN
Računska otpornost na tlak	Nc.Rd =	1031.9 kN

Uvjet 5.16: Nsd ≤ Nc.Rd (9.22 ≤ 1031.86)

5.4.5 Savijanje y-y

Računski plastični moment	Mpl.Rd =	94.966 kNm
Računska otp.na lokalno izbočavanje	Mo.Rd =	79.210 kNm
Računski elastični moment	Mel.Rd =	79.210 kNm
Računska otpornost na savijanje	Mc.Rd =	94.966 kNm

Uvjet 5.17: Msd_y ≤ Mc.Rd_y (21.90 ≤ 94.97)

5.4.6 Posmik

Računska plast.otp.na posmik z-z

Vpl.Rd = 314.28 kN

Uvjet 5.20: Vsd_z ≤ Vpl.Rd_z (17.72 ≤ 314.28)

5.4.9 Savijanje, posmik i centrična sila

Nije potrebna redukcija momenata otpornosti

Uvjet: $Vsd_z \leq 50\% Vpl.Rd_z$

5.4.8 Savijanje i centrična sila

Omjer $Msd_y / Mpl.Rd_y$

0.231

Uvjet 5.36: (0.24 ≤ 1)

5.5 OTPORNOST ELEMENATA NA IZVIJANJE

5.5.1.1 Otpornost na izvijanje

Dužina izvijanja y-y	I,y =	474.37 cm
Polumjer inercije y-y	i,y =	9.990 cm
Vitkost y-y	λ,y =	47.486
Relativna vitkost y-y	λ_y =	0.506
Krivulja izvijanja za os y-y: C	α =	0.490
Redukcijski koeficijent	χ,y =	0.840
Koeficijent efektivnog presjeka	βA =	1.000
Računska otpornost na izvijanje	Nb.Rd_y =	866.55 kN

Uvjet 5.45: Nsd ≤ Nb.Rd_y (9.22 ≤ 866.55)

Dužina izvijanja z-z

Polumjer inercije z-z	i,z =	237.18 cm
Vitkost z-z	i,z =	2.562 cm
Relativna vitkost z-z	λ_z =	92.583
Krivulja izvijanja za os z-z: C	λ_z =	0.986
Redukcijski koeficijent	α =	0.490
Koeficijent efektivnog presjeka	χ,z =	0.548
Računska otpornost na izvijanje	βA =	1.000
Računska otpornost na izvijanje	Nb.Rd_z =	565.59 kN

Uvjet 5.45: Nsd ≤ Nb.Rd_z (9.22 ≤ 565.59)

5.5.2 Bočno-torzijsko izvijanje greda

Koeficijent	C1 =	1.285
Koeficijent	C2 =	1.562
Koeficijent	C3 =	0.753
Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja	k =	1.000
Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja	kw =	1.000
Koordinata	zg =	0.000 cm
Koordinata	zj =	0.000 cm
Razmak bočno pridržanih točaka	L =	474.37 cm
Sektorski moment inercije	Iw =	45154 cm ⁶
Krit.mom.za bočno torzizvijanje	Mcr =	109.25 kNm
Koeficijent	βw =	1.000
Koeficijent imperf.	αLT =	0.210
Bezdimenzionalna vitkost	λLT =	0.978
Koeficijent redukcije	χLT =	0.681
Računska otpornost na izvijanje	Mb.Rd =	64.676 kNm

Uvjet 5.48: Msd_y ≤ Mb.Rd (21.90 ≤ 64.68)

5.5.4 Savijanje i centrični tlak

Redukcijski koeficijent	χ _{min} =	0.548
Nsd / ...		0.016
Koeficijent uniformnog momenta	βy =	1.845
Koeficijent	μy =	0.042
Koeficijent	ky =	1.000
ky * My / ...		0.230

Uvjet 5.51: (0.25 ≤ 1)

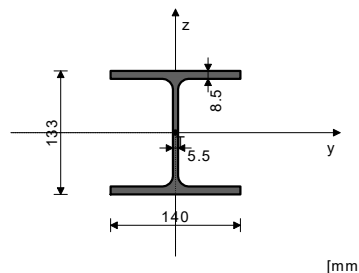
Redukcijski koeficijent

Nsd / ...	χ_z =	0.548
Redukcijski koeficijent		0.016
Koef.unif.mom.za bočno torzizv.	γLT =	0.681
Koeficijent	βMLT =	1.845
Koeficijent	μLT =	0.123
Koeficijent	kLT =	0.998
kLT * My / ...		0.338

**Uvjet 5.52: (0.35 <= 1)****5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM**

za posmik u ravni z-z

Širina lima	d =	23.200 cm
Debljina lima	tw =	1.000 cm
Nema poprečnih ukrućenja u sredini		
Koeficijent izbočavanja posmikom	k _τ =	5.340
Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom		
Uvjet: d / tw <= 69 g (23.20 <= 69.00)		

5.6.7 Interakcija posmične sile, savijanja i centr.sile
za posmik u ravni z-z**ŠTAP 8-5**POPREČNI PRESJEK: IPBI 140 [S 235] [Set: 3]
EUROCODE 3 (ENV)**GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA**

Ax =	31.416 cm ²
Ay =	23.800 cm ²
Az =	10.124 cm ²
Ix =	6.311 cm ⁴
Iy =	1032.6 cm ⁴
Iz =	388.88 cm ⁴
Wy =	155.28 cm ³
Wz =	55.554 cm ³
Wy,pl =	170.19 cm ³
Wz,pl =	83.300 cm ³
γM0 =	1.100
γM1 =	1.100
γM2 =	1.250
Anet/A =	0.900

(fy = 23.5 kN/cm², fu = 36.0 kN/cm²)**FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA**

3. γ=0.42	4. γ=0.38	7. γ=0.29
5. γ=0.14	6. γ=0.10	8. γ=0.10

ŠTAP IZLOŽEN VLAKU I SAVIJANJU

(slučaj opterećenja 3, na 65.0 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	Nsd =	0.072 kN
Poprečna sila u y pravcu	Vsd_y =	-3.422 kN
Poprečna sila u z pravcu	Vsd_z =	-16.401 kN
Momenat savijanja oko y osi	Msd_y =	10.731 kNm
Momenat savijanja oko z osi	Msd_z =	2.224 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	185.00 cm

5.3 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA

Klasa presjeka 1

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA**5.4.3 Vlak**

Plast.rač.otpornost bruto presjeka	Npl.Rd =	671.16 kN
Granična rač.otpornost neto pres.	Nu.Rd =	732.87 kN
Računska otp. na vlak	Nt.Rd =	671.16 kN

Uvjet 5.13: Nsd <= Nt.Rd (0.07 <= 671.16)**5.4.5 Savijanje y-y**

Računski plastični moment	Mpl.Rd =	36.358 kNm
Računska otp.na lokalno izbočavanje	Mo.Rd =	33.173 kNm
Računski elastični momenat	Mel.Rd =	33.173 kNm
Računska otpornost na savijanje	Mc.Rd =	36.358 kNm

Uvjet 5.17: Msd_y <= Mc.Rd_y (10.73 <= 36.36)**5.4.5 Savijanje z-z**

Računski plastični moment	Mpl.Rd =	17.796 kNm
Računska otp.na lokalno izbočavanje	Mo.Rd =	11.868 kNm
Računski elastični momenat	Mel.Rd =	11.868 kNm
Računska otpornost na savijanje	Mc.Rd =	17.796 kNm

Uvjet 5.17: Msd_z <= Mc.Rd_z (2.22 <= 17.80)**5.4.6 Posmik**

Računska plast.otp.na posmik z-z	Vpl.Rd =	124.87 kN
----------------------------------	----------	-----------

Uvjet 5.20: Vsd_z <= Vpl.Rd_z (16.40 <= 124.87)

Računska plast.otp.na posmik y-y	Vpl.Rd =	293.56 kN
----------------------------------	----------	-----------

Uvjet 5.20: Vsd_y <= Vpl.Rd_y (3.42 <= 293.56)5.4.9 Savijanje, posmik i centrična sila
Nije potrebna redukcija momenata otpornosti
Uvjet: Vsd_z <= 50%Vpl.Rd_z i Vsd_y <= 50%Vpl.Rd_y

5.4.8 Savijanje i centrična sila		
Omjer Msd_y / Mpl.Rd_y		0.295
Omjer Msd_z / Mpl.Rd_z		0.125

Računski plastični moment nožica**Uvjeti 5.66a i 5.66b su ispunjeni**

Mf.Rd = 79.203 kNm

5.7 OTPORNOST REBRA NA POPREČNE SILE

5.7.7 Izvijanje tlačne nožice u ravni rebra

Koeficijent (klasa nožice 1)	k =	0.300
Površina rebra	Aw =	36.400 cm ²
Površina tlač. nožice	Afc =	12.600 cm ²
Spriječena je mogućnost izvijanja nožice u ravni rebra		

Uvjet 5.80: (8.29 <= 455.66)**Uvjet 5.36: (0.42 <= 1)****5.5 OTPORNOST ELEMENATA NA IZVIJANJE**

5.5.2 Bočno-torzijsko izvijanje greda

Koeficijent	C1 =	1.365
Koeficijent	C2 =	0.553
Koeficijent	C3 =	1.730
Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja	k =	1.000
Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja	kw =	1.000
Koordinata	zg =	0.000 cm
Koordinata	zj =	0.000 cm
Razmak bočno pridržanih točaka	L =	185.00 cm
Sektorski moment inercije	Iw =	15064 cm ⁶
Krit.mom.za bočno torzizvijanje	Mcr =	249.79 kNm
Koeficijent	βw =	1.000
Koeficijent imperf.	αLT =	0.210
Bezdimenzionalna vitkost	λLT =	0.400
Koeficijent redukcije	χLT =	0.953
Računska otpornost na izvijanje	Mb.Rd =	34.640 kNm

5.5.3 Savijanje i centrični vlak

Redukcijski koef.za vektor. utjecaje	ψvec =	0.800
Elast.otp.mom.za krajnje tlač.vlakno	Wcom =	155.28 cm ³
Efektivni rač.unutarnji moment	Meff.sd =	10.728 kNm

Uvjet 5.50: Meff.sd <= Mb.Rd (10.73 <= 34.64)**5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM**

za posmik u ravni z-z

Širina lima	d =	11.600 cm
Debljina lima	tw =	0.550 cm
Nema poprečnih ukrućenja u sredini		
Koeficijent izbočavanja posmikom	k _τ =	5.340
Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom		
Uvjet: d / tw <= 69 g (21.09 <= 69.00)		

5.6.7 Interakcija posmične sile, savijanja i centr.sile

za posmik u ravni z-z		
Računski plastični moment nožica	Mf.Rd =	33.812 kNm

Uvjeti 5.66a i 5.66b su ispunjeni**5.7 OTPORNOST REBRA NA POPREČNE SILE**

5.7.7 Izvijanje tlačne nožice u ravni rebra

Koeficijent (klasa nožice 1)	k =	0.300
Površina rebra	Aw =	7.315 cm ²
Površina tlač. nožice	Afc =	11.900 cm ²
Spriječena je mogućnost izvijanja nožice u ravni rebra		

Uvjet 5.80: (21.09 <= 210.19)**PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK**

(slučaj opterećenja 3, početak štapa)

Računska uzdužna sila	Nsd =	0.072 kN
Poprečna sila u y pravcu	Vsd_y =	-3.422 kN
Poprečna sila u z pravcu	Vsd_z =	-16.618 kN
Sistemska dužina štapa	L =	185.00 cm

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA**5.4.6 Posmik**

Računska plast.otp.na posmik z-z	Vpl.Rd =	124.87 kN
----------------------------------	----------	-----------

Uvjet 5.20: Vsd_z <= Vpl.Rd_z (16.62 <= 124.87)

Računska plast.otp.na posmik y-y	Vpl.Rd =	293.56 kN
----------------------------------	----------	-----------

Uvjet 5.20: Vsd_y <= Vpl.Rd_y (3.42 <= 293.56)**5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM**

za posmik u ravni z-z

Širina lima	d =	11.600 cm
Debljina lima	tw =	0.550 cm
Nema poprečnih ukrućenja u sredini		
Koeficijent izbočavanja posmikom	k _τ =	5.340
Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom		

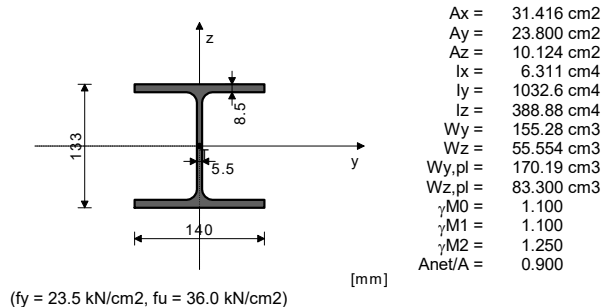
Uvjet: d / tw <= 69 g (21.09 <= 69.00)



ŠTAP 14-11

POPREČNI PRESJEK: IPBI 140 [S 235] [Set: 2]
EUROCODE 3 (ENV)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

3. $\gamma = 0.23$	4. $\gamma = 0.21$	7. $\gamma = 0.16$
6. $\gamma = 0.10$	5. $\gamma = 0.10$	8. $\gamma = 0.10$

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 3, na 65.0 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	$N_{sd} =$	-0.076 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{sd,y} =$	-3.513 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{sd,z} =$	-5.150 kN
Momenat savijanja oko y osi	$M_{sd,y} =$	3.418 kNm
Momenat savijanja oko z osi	$M_{sd,z} =$	2.284 kNm
Sistemska dužina štapa	$L =$	185.00 cm

5.3 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA

Klasa presjeka 1

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA

5.4.1 Tlak

Plastična računska otpornost	$N_{pl,Rd} =$	671.16 kN
Računska otpornost na tlak	$N_{c,Rd} =$	671.16 kN

Uvjet 5.16: $N_{sd} \leq N_{c,Rd}$ (0.08 $\leq$ 671.16)

5.4.2 Savijanje y-y

Računski plastični moment	$M_{pl,Rd} =$	36.358 kNm
Računska otp. na lokalno izbočavanje	$M_{o,Rd} =$	33.173 kNm
Računski elastični momenat	$M_{el,Rd} =$	33.173 kNm
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd} =$	36.358 kNm

Uvjet 5.17: $M_{sd,y} \leq M_{c,Rd,y}$ (3.42 $\leq$ 36.36)

5.4.3 Savijanje z-z

Računski plastični moment	$M_{pl,Rd} =$	17.796 kNm
Računska otp. na lokalno izbočavanje	$M_{o,Rd} =$	11.868 kNm
Računski elastični momenat	$M_{el,Rd} =$	11.868 kNm
Računska otpornost na savijanje	$M_{c,Rd} =$	17.796 kNm

Uvjet 5.17: $M_{sd,z} \leq M_{c,Rd,z}$ (2.28 $\leq$ 17.80)

5.4.4 Posmik

Računska plast.otp.na posmik z-z	$V_{pl,Rd} =$	124.87 kN
----------------------------------	---------------	-----------

Uvjet 5.20: $V_{sd,z} \leq V_{pl,Rd,z}$ (5.15 $\leq$ 124.87)

Računska plast.otp.na posmik y-y	$V_{pl,Rd} =$	293.56 kN
----------------------------------	---------------	-----------

Uvjet 5.20: $V_{sd,y} \leq V_{pl,Rd,y}$ (3.51 $\leq$ 293.56)

5.4.9 Savijanje, posmik i centrična sila
Nije potrebna redukcija momenata otpornosti
Uvjet: $V_{sd,z} \leq 50\%V_{pl,Rd,z}$ i $V_{sd,y} \leq 50\%V_{pl,Rd,y}$

5.4.8 Savijanje i centrična sila

Omjer $M_{sd,y} / M_{pl,Rd,y}$	0.094
Omjer $M_{sd,z} / M_{pl,Rd,z}$	0.128

Uvjet 5.36: (0.22 $\leq$ 1)

5.5 OTPORNOST ELEMENATA NA IZVIJANJE

5.5.1.1 Otpornost na izvijanje

Dužina izvijanja y-y	$I_y =$	185.00 cm
Polumjer inercije y-y	$i_y =$	5.733 cm
Vitkost y-y	$\lambda_y =$	32.269
Relativna vitkost y-y	$\lambda_{rel,y} =$	0.344
Krivulja izvijanja za os y-y: B	$\alpha =$	0.340
Redukcijski koeficijent	$\chi_y =$	0.948
Koeficijent efektivnog presjeka	$\beta_A =$	1.000
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,y} =$	636.17 kN

Uvjet 5.45: $N_{sd} \leq N_{b,Rd,y}$ (0.08 $\leq$ 636.17)

Dužina izvijanja z-z	$I_z =$	185.00 cm
Polumjer inercije z-z	$i_z =$	3.518 cm
Vitkost z-z	$\lambda_z =$	52.582
Relativna vitkost z-z	$\lambda_{rel,z} =$	0.560
Krivulja izvijanja za os z-z: C	$\alpha =$	0.490
Redukcijski koeficijent	$\chi_z =$	0.809
Koeficijent efektivnog presjeka	$\beta_A =$	1.000
Računska otpornost na izvijanje	$N_{b,Rd,z} =$	542.86 kN

Uvjet 5.45: $N_{sd} \leq N_{b,Rd,z}$ (0.08 $\leq$ 542.86)

5.5.2 Bočno-torzijsko izvijanje greda

Koeficijent	$C_1 =$	1.365
Koeficijent	$C_2 =$	0.553
Koeficijent	$C_3 =$	1.730
Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja	$k =$	1.000
Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja	$k_w =$	1.000
Koordinata	$z_g =$	0.000 cm
Koordinata	$z_j =$	0.000 cm
Razmak bočno pridržanih točaka	$L =$	185.00 cm
Sektorski moment inercije	$I_w =$	15064 cm ⁶
Krit.mom.za bočno torz.ivijanje	$M_{cr} =$	249.79 kNm
Koeficijent	$\beta_w =$	1.000
Koeficijent imperf.	$\alpha_{LT} =$	0.210
Bezdimenzionalna vitkost	$\lambda_{LT} =$	0.400
Koeficijent redukcije	$\chi_{LT} =$	0.953
Računska otpornost na izvijanje	$M_{b,Rd} =$	34.640 kNm

Uvjet 5.48: $M_{sd,y} \leq M_{b,Rd}$ (3.42 $\leq$ 34.64)

5.5.4 Savijanje i centrični tlak

Redukcijski koeficijent	$\chi_{min} =$	0.809
$N_{sd} / \dots$		0.000
Koeficijent uniformnog momenta	$\beta_y =$	1.349
Koeficijent	$\mu_y =$	-0.351
Koeficijent	$\kappa_y =$	1.000
$\kappa_y * M_y / \dots$		0.094
Koeficijent uniformnog momenta	$\beta_z =$	1.307
Koeficijent	$\mu_z =$	-0.277
Koeficijent	$\kappa_z =$	1.000
$\kappa_z * M_z / \dots$		0.128

Uvjet 5.51: (0.22 $\leq$ 1)

Redukcijski koeficijent	$\chi_{z-} =$	0.809
$N_{sd} / \dots$		0.000
Redukcijski koeficijent	$\gamma_{LT} =$	0.953
Koef.unif.mom.za bočno torz.ivz.	$\beta_{M,LT} =$	1.349
Koeficijent	$\mu_{LT} =$	-0.037
Koeficijent	$\kappa_{LT} =$	1.000
$\kappa_{LT} * M_y / \dots$		0.099
Koeficijent uniformnog momenta	$\beta_z =$	1.307
Koeficijent	$\mu_z =$	-0.277
Koeficijent	$\kappa_z =$	1.000
$\kappa_z * M_z / \dots$		0.128

Uvjet 5.52: (0.23 $\leq$ 1)

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM

za posmik u ravni z-z		
Širina lima	$d =$	11.600 cm
Debljina lima	$t_w =$	0.550 cm
Nema poprečnih ukrčenja u sredini		
Koeficijent izbočavanja posmikom	$\kappa_T =$	5.340
Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom		

Uvjet: $d / t_w \leq 69$ (21.09 $\leq$ 69.00)

5.6.7 Interakcija posmične sile, savijanja i centr.sile

za posmik u ravni z-z		
Računski plastični moment nožica	$M_{f,Rd} =$	33.812 kNm

Uvjeti 5.66a i 5.66b su ispunjeni

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK

(slučaj opterećenja 3, početak štapa)

Računska uzdužna sila	$N_{sd} =$	-0.076 kN
Poprečna sila u y pravcu	$V_{sd,y} =$	-3.513 kN
Poprečna sila u z pravcu	$V_{sd,z} =$	-5.366 kN
Sistemska dužina štapa	$L =$	185.00 cm

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA

5.4.6 Posmik

Računska plast.otp.na posmik z-z	$V_{pl,Rd} =$	124.87 kN
----------------------------------	---------------	-----------

Uvjet 5.20: $V_{sd,z} \leq V_{pl,Rd,z}$ (5.37 $\leq$ 124.87)

Računska plast.otp.na posmik y-y	$V_{pl,Rd} =$	293.56 kN
----------------------------------	---------------	-----------

Uvjet 5.20: $V_{sd,y} \leq V_{pl,Rd,y}$ (3.51 $\leq$ 293.56)

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM

za posmik u ravni z-z

Širina lima	$d =$	11.600 cm
Debljina lima	$t_w =$	0.550 cm
Nema poprečnih ukrčenja u sredini		
Koeficijent izbočavanja posmikom	$\kappa_T =$	5.340
Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom		

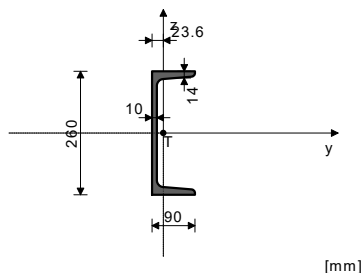
Uvjet: $d / t_w \leq 69$ (21.09 $\leq$ 69.00)



ŠTAP 2-7

POPREČNI PRESJEK: [260 [S 235] [Set: 1]
EUROCODE 3 (ENV)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



Ax =	48.300 cm ²
Ay =	22.820 cm ²
Az =	25.480 cm ²
Ix =	25.500 cm ⁴
Iy =	4820.0 cm ⁴
Iz =	317.00 cm ⁴
Wy =	370.77 cm ³
Wz =	47.741 cm ³
Wy,pl =	444.52 cm ³
Wz,pl =	101.44 cm ³
γM0 =	1.100
γM1 =	1.100
γM2 =	1.250
Anet/A =	0.900

(fy = 23.5 kN/cm², fu = 36.0 kN/cm²)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

3. γ=0.17	4. γ=0.14	7. γ=0.12
5. γ=0.08	6. γ=0.06	8. γ=0.06

ŠTAP IZLOŽEN VLAKU I SAVIJANJU

(slučaj opterećenja 3, na 256.9 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	Nsd =	3.937 kN
Poprečna sila u z pravcu	Vsd_z =	0.171 kN
Momenat savijanja oko y osi	Msd_y =	11.008 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	474.37 cm

5.3 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA

Klasa presjeka 1

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA

5.4.3 Vlak

Plast.rač.otpornost bruto presjeka	Npl.Rd =	1031.9 kN
Granicna rač.otpornost neto pres.	Nu.Rd =	1126.7 kN
Računska otp. na vlak	Nt.Rd =	1031.9 kN

Uvjet 5.13: Nsd <= Nt.Rd (3.94 <= 1031.86)

5.4.5 Savijanje y-y

Računski plastični moment	Mpl.Rd =	94.966 kNm
Računska otp.na lokalno izbočavanje	Mo.Rd =	79.210 kNm
Računski elastični momenat	Mel.Rd =	79.210 kNm
Računska otpornost na savijanje	Mc.Rd =	94.966 kNm

Uvjet 5.17: Msd_y <= Mc.Rd_y (11.01 <= 94.97)

5.4.6 Posmik

Računska plast.otp.na posmik z-z	Vpl.Rd =	314.28 kN
----------------------------------	----------	-----------

Uvjet 5.20: Vsd_z <= Vpl.Rd_z (0.17 <= 314.28)

5.4.9 Savijanje, posmik i centrična sila

Nije potrebna redukcija momenata otpornosti

Uvjet: Vsd_z <= 50%Vpl.Rd_z

5.4.8 Savijanje i centrična sila

Omjer Msd_y / Mpl.Rd_y	0.116
------------------------	-------

Uvjet 5.36: (0.12 <= 1)

5.5 OTPORNOST ELEMENATA NA IZVIJANJE

5.5.2 Bočno-torzijsko izvijanje greda

Koeficijent	C1 =	1.285
-------------	------	-------

Koeficijent	C2 =	1.562
Koeficijent	C3 =	0.753
Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja	k =	1.000
Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja	kw =	1.000
Koordinata	zg =	0.000 cm
Koordinata	zj =	0.000 cm
Razmak bočno pridržanih točaka	L =	474.37 cm
Sektorski moment inercije	Iw =	45154 cm ⁶
Krit.mom.za bočno tor.izvijanje	Mcr =	109.25 kNm
Koeficijent	βw =	1.000
Koeficijent imperf.	αLT =	0.210
Bezdimenzionalna vitkost	λLT =	0.978
Koeficijent redukcije	χLT =	0.681
Računska otpornost na izvijanje	Mb.Rd =	64.676 kNm

5.5.3 Savijanje i centrični vlak

Redukcijski koef.za vektor. utjecaje	ψvec =	0.800
Elast.otp.mom.za krajnje tlać.vlakno	Wcom =	370.77 cm ³
Efektivni rač.unutarnji moment	Meff.sd =	10.767 kNm

Uvjet 5.50: Meff.sd <= Mb.Rd (10.77 kNm <= 64.68 kNm)

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM

za posmik u ravni z-z

Širina lima	d =	23.200 cm
-------------	-----	-----------

Debljina lima	tw =	1.000 cm
---------------	------	----------

Nema poprečnih ukrčenja u sredini

Koeficijent izbočavanja posmiikom	kτ =	5.340
-----------------------------------	------	-------

Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmiikom

Uvjet: d / tw <= 69 ε (23.20 <= 69.00)

5.6.7 Interakcija posmične sile, savijanja i centr.sile

za posmik u ravni z-z

Računski plastični moment nožice	Mf.Rd =	79.209 kNm
----------------------------------	---------	------------

Uvjeti 5.66a i 5.66b su ispunjeni

5.7 OTPORNOST REBRA NA POPREČNE SILE

5.7.7 Izvijanje tlačne nožice u ravni rebra

Koeficijent (klasa nožice 1)	k =	0.300
------------------------------	-----	-------

Površina rebra	Aw =	36.400 cm ²
----------------	------	------------------------

Površina tlać. nožice	Afc =	12.600 cm ²
-----------------------	-------	------------------------

Spriječena je mogućnost izvijanja nožice u ravni rebra

Uvjet 5.80: (8.29 <= 455.66)

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK

(slučaj opterećenja 3, početak štapa)

Računska uzdužna sila	Nsd =	11.356 kN
Poprečna sila u z pravcu	Vsd_z =	-11.468 kN
Momenat savijanja oko y osi	Msd_y =	-3.437 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	474.37 cm

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA

5.4.6 Posmik

Računska plast.otp.na posmik z-z	Vpl.Rd =	314.28 kN
----------------------------------	----------	-----------

Uvjet 5.20: Vsd_z <= Vpl.Rd_z (11.47 <= 314.28)

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM

za posmik u ravni z-z

Širina lima	d =	23.200 cm
-------------	-----	-----------

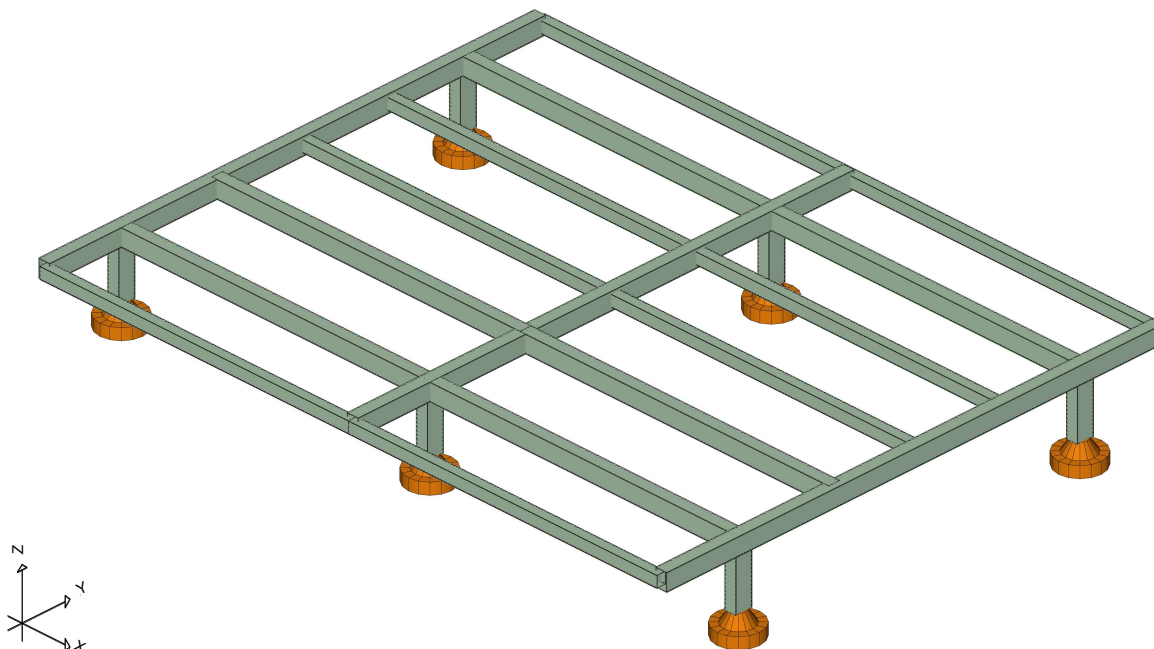
Debljina lima	tw =	1.000 cm
---------------	------	----------

Nema poprečnih ukrčenja u sredini

Koeficijent izbočavanja posmiikom	kτ =	5.340
-----------------------------------	------	-------

Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmiikom

Uvjet: d / tw <= 69 ε (23.20 <= 69.00)

**KROVNA PLATFORMA****Statički proračun**

Izometrija

Schema nivoa

Naziv	z [m]	h [m]
	0.50	0.50

Naziv	z [m]	h [m]
	0.00	

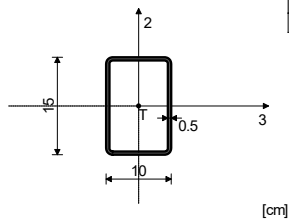
Tabela materijala

No	Naziv materijala	E[kN/m ²]	μ	γ [kN/m ³]	α [1/C]	Em[kN/m ²]	μ m
1	Čelik	2.100e+8	0.30	78.50	1.000e-5	2.100e+8	0.30

Setovi greda

Set: 1 Presjek: HOP [] 150x100x5, Fiktivna ekscentričnost

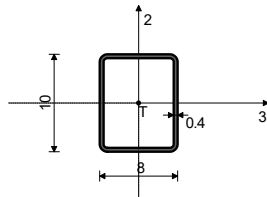
Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Čelik	2.336e-3	1.500e-3	1.000e-3	8.067e-6	3.840e-6	7.192e-6



[cm]

Set: 2 Presjek: HOP [] 100x80x4, Fiktivna ekscentričnost

Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - Čelik	1.335e-3	8.000e-4	6.400e-4	2.531e-6	1.342e-6	1.895e-6



[cm]

Setovi točkastih ležajeva

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

**Ulazni podaci - Opterećenje**

Opt. 3: WIND

ANALIZA OPTEREĆENJA**1. Stalno opterećenje - DL1**

- vlastita težina konstrukcije računski
- pocinčana rešetkasta gazišta 0,40 kN/m²
- zaštitna ograda 0,50 kN/m¹

2. Promjenjivo opterećenje - oprema

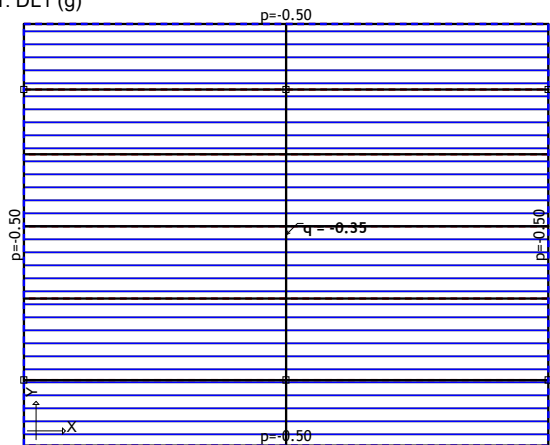
- oprema 1 (440kg) 4,40x0,5 2,20 kN/m¹
- oprema 2 (220kg) 2,20x0,5 1,10 kN/m¹
- oprema 3 (1320kg) 13,20x0,5 6,60 kN/m¹
- servisno 2,00 kN/m²

3. Promjenjivo opterećenje - vjetar

- jedinično opterećenje po stupu 1,0 kN

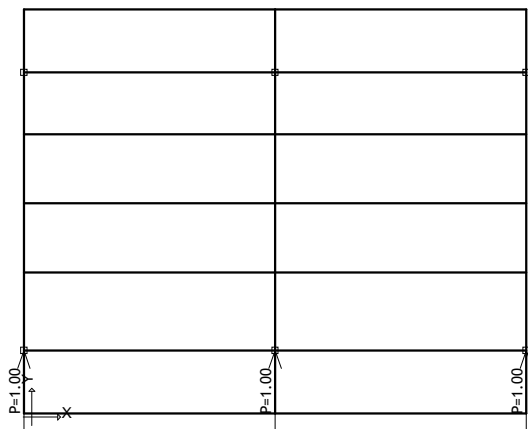
Nivo: [0.50 m]

Opt. 1: DL1 (g)



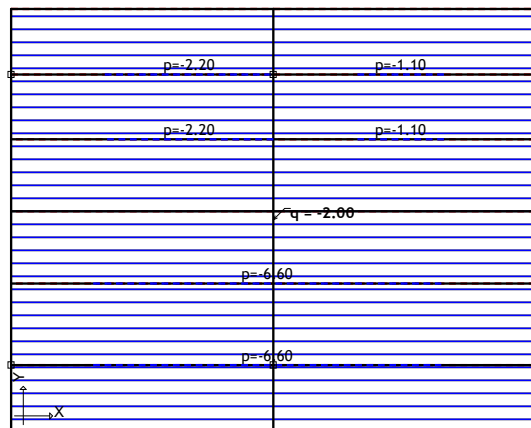
Nivo: [0.50 m]

Opt. 3: WIND



Nivo: [0.50 m]

Opt. 2: LL1



Nivo: [0.50 m]

Lista slučajeva opterećenja

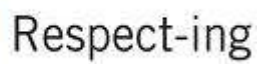
LC	Naziv
1	DL1 (g)
2	LL1
3	WIND
4	Komb.: 1.35xI+1.05xII+1.5xIII
5	Komb.: 1.35xI+1.5xII+0.9xIII
6	Komb.: I+1.05xII+1.5xIII
7	Komb.: I+1.5xII+0.9xIII
8	Komb.: 1.35xI+1.5xIII
9	Komb.: 1.35xI+1.5xII

Lista anvelopskih slučajeva opterećenja

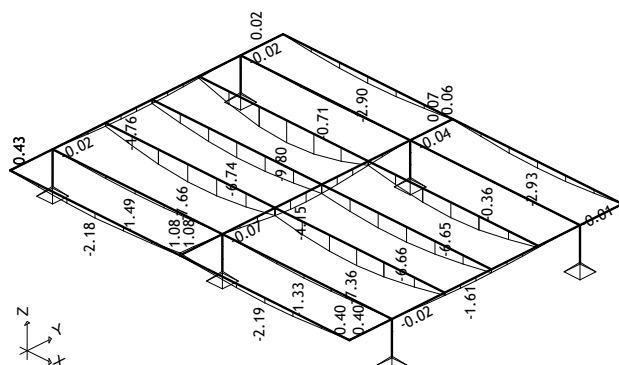
LC	Naziv
19	[ULS] 4-12

LC	Naziv
10	Komb.: I+1.5xIII
11	Komb.: I+1.5xII
12	Komb.: 1.35xI
13	Komb.: I
14	Komb.: I+0.7xII+III
15	Komb.: I+II+0.6xIII
16	Komb.: I+III
17	Komb.: I+II
18	Komb.: I

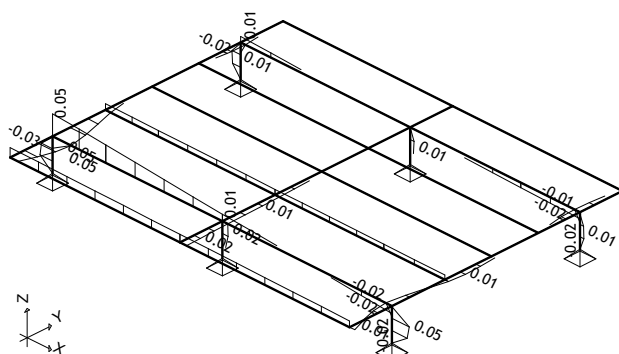
LC	Naziv
20	[SLS] 13-18



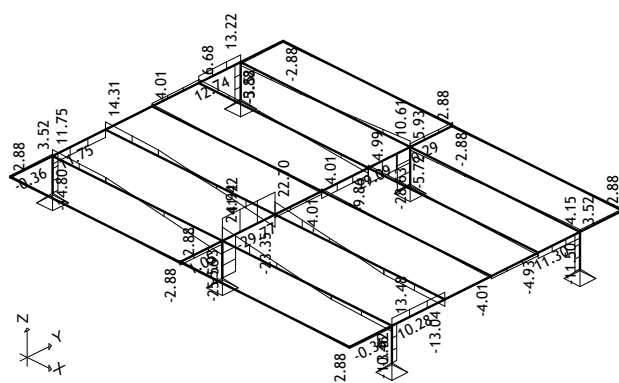
Opt. 20: [SLS] 13-18



Opt. 20: [SLS] 13-18

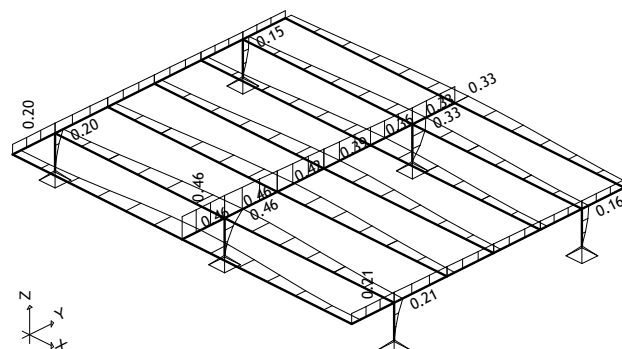


Opt. 19: [ULS] 4-12

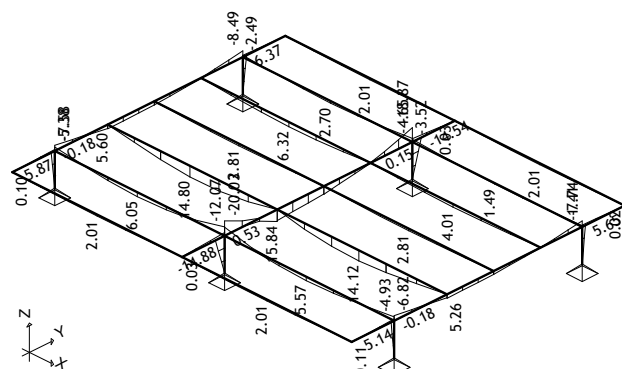


Utjecaji u gredi: $\max T_2 = 41.22$ / $\min T_2 = -29.77$ kN

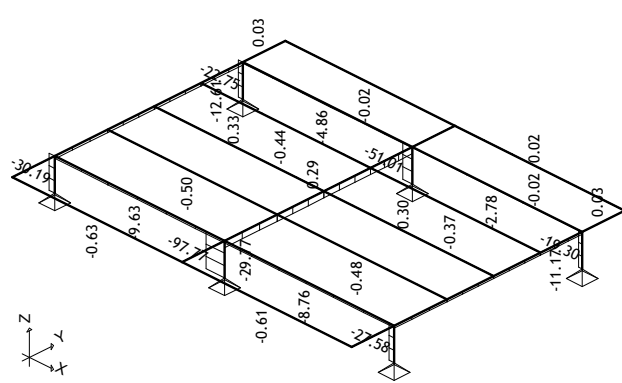
Opt. 20: [SLS] 13-18



Opt. 19: [ULS] 4-12



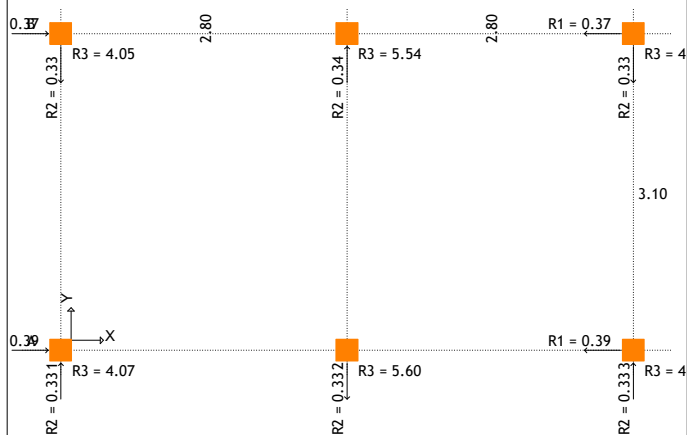
Opt. 19: [ULS] 4-12



Utjecaji u gredi: $\max N1 = 0.33$ / $\min N1 = -97.77$ kN

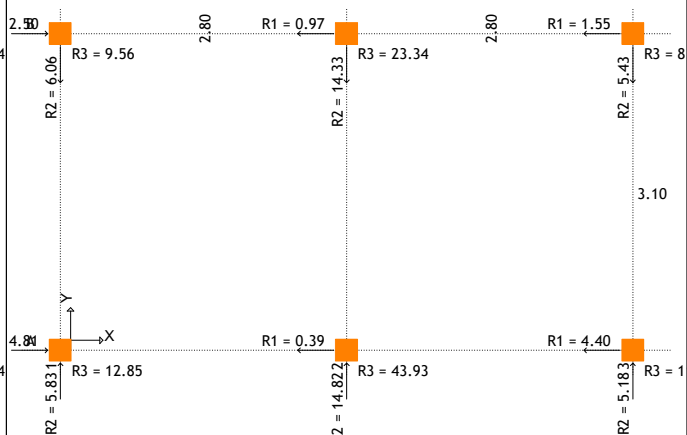


Opt. 1: DL1 (g)



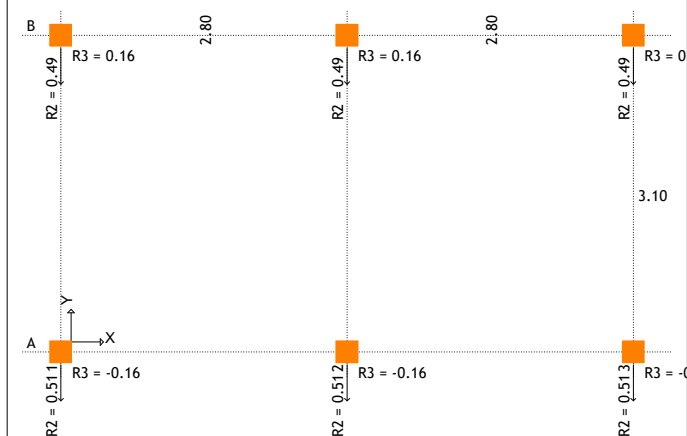
Nivo: [0.00 m]
Reakcije ležajeva

Opt. 2: LL1



Nivo: [0.00 m]
Reakcije ležajeva

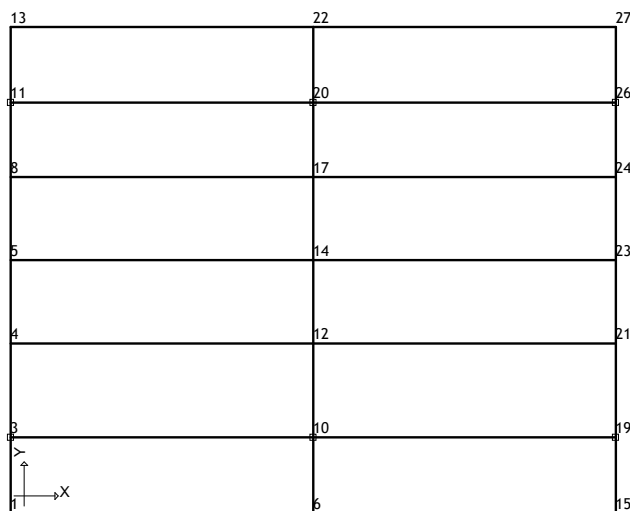
Opt. 3: WIND



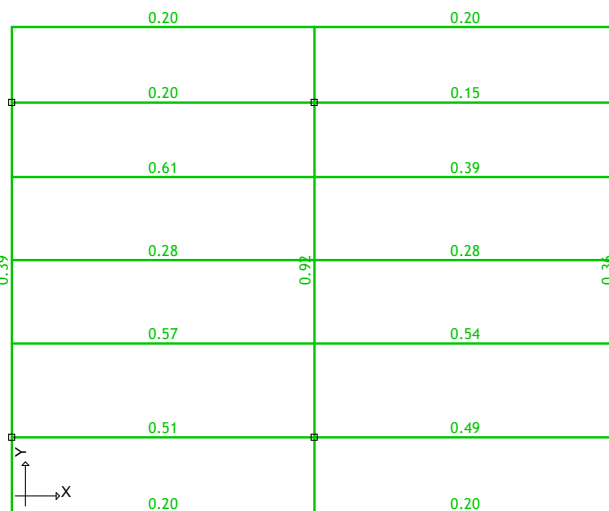
Nivo: [0.00 m]
Reakcije ležajeva



Dimenzioniranje (čelik)



Nivo: [0.50 m]
Dispozicija greda

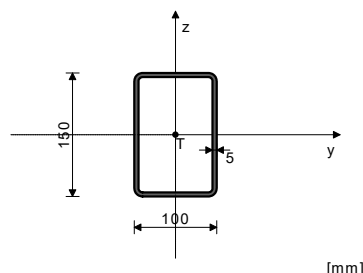


Nivo: [0.50 m]
Kontrola stabilnosti

ŠTAP 13-1

POPREČNI PRESJEK: HOP [150x100x5 [S 235] [Set: 1]
EUROCODE 3 (ENV)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



($f_y = 23.5 \text{ kN/cm}^2$, $f_u = 36.0 \text{ kN/cm}^2$)

$A_x =$	23.360 cm ²
$A_y =$	9.344 cm ²
$A_z =$	14.016 cm ²
$I_x =$	806.74 cm ⁴
$I_y =$	719.18 cm ⁴
$I_z =$	384.01 cm ⁴
$W_y =$	95.891 cm ³
$W_z =$	76.802 cm ³
$W_{y,pl} =$	121.50 cm ³
$W_{z,pl} =$	91.500 cm ³
$\gamma_{M0} =$	1.100
$\gamma_{M1} =$	1.100
$\gamma_{M2} =$	1.250
$A_{net}/A =$	0.900

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

5. $\gamma = 0.39$	9. $\gamma = 0.38$	7. $\gamma = 0.38$
11. $\gamma = 0.36$	4. $\gamma = 0.30$	6. $\gamma = 0.29$
15. $\gamma = 0.27$	17. $\gamma = 0.26$	14. $\gamma = 0.20$
8. $\gamma = 0.08$	10. $\gamma = 0.06$	12. $\gamma = 0.06$
16. $\gamma = 0.06$	13. $\gamma = 0.04$	18. $\gamma = 0.04$

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU

(slučaj opterećenja 5, na 380.0 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	Nsd =	-12.607 kN
Poprečna sila u y pravcu	Vsd_y =	0.404 kN
Poprečna sila u z pravcu	Vsd_z =	13.216 kN
Momenat savijanja oko y osi	Msd_y =	-8.491 kNm
Momenat savijanja oko z osi	Msd_z =	-0.179 kNm
Moment torzije	Mt =	-0.150 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	450.00 cm

5.3 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA

Klasa presjeka 1

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA

5.4.4 Tlak

Plastična računska otpornost	Npl.Rd =	499.05 kN
Računska otpornost na tlak	Nc.Rd =	499.05 kN

Uvjet 5.16: Nsd <= Nc.Rd (12.61 <= 499.05)

5.4.5 Savijanje y-y

Računski plastični moment	Mpl.Rd =	25.957 kNm
Računska otp.na lokalno izbočavanje	Mo.Rd =	20.486 kNm
Računski elastični momenat	Mel.Rd =	20.486 kNm
Računska otpornost na savijanje	Mc.Rd =	25.957 kNm

Uvjet 5.17: Msd_y <= Mc.Rd_y (8.49 <= 25.96)

5.4.5 Savijanje z-z

Računski plastični moment	Mpl.Rd =	19.548 kNm
Računska otp.na lokalno izbočavanje	Mo.Rd =	16.408 kNm
Računski elastični momenat	Mel.Rd =	16.408 kNm
Računska otpornost na savijanje	Mc.Rd =	19.548 kNm

Uvjet 5.17: Msd_z <= Mc.Rd_z (0.18 <= 19.55)

5.4.6 Posmik

Računska plast.otp.na posmik z-z

Uvjet 5.20: Vsd_z <= Vpl.Rd_z (13.22 <= 172.88)

Vpl.Rd = 172.88 kN

Računska plast.otp.na posmik y-y

Uvjet 5.20: Vsd_y <= Vpl.Rd_y (0.40 <= 115.25)

Vpl.Rd = 115.25 kN

5.4.9 Savijanje, posmik i centrična sila

Nije potrebna redukcija momenata otpornosti

Uvjet: Vsd_z <= 50%Vpl.Rd_z i Vsd_y <= 50%Vpl.Rd_y

5.4.8 Savijanje i centrična sila

Omjer Nsd / Npl.Rd

0.025

Omjer Msd_y / Mpl.Rd_y

0.327

Uvjet 5.36: (0.36 <= 1)

5.5 OTPORNOST ELEMENATA NA IZVIJANJE

5.5.1.1 Otpornost na izvijanje

Dužina izvijanja y-y

$l_y = 450.00 \text{ cm}$

Polumjer inercije y-y

$i_y = 5.549 \text{ cm}$

Vitkost y-y

$\lambda_y = 81.102$

Relativna vitkost y-y

$\lambda_{y,z} = 0.864$

Krivulja izvijanja za os y-y: B

$\alpha = 0.340$

Redukcijski koeficijent

$\chi_y = 0.684$

Koeficijent efektivnog presjeka

$\beta_A = 1.000$

Računska otpornost na izvijanje

Nb.Rd_y = 341.57 kN

Uvjet 5.45: Nsd <= Nb.Rd_y (12.61 <= 341.57)

Dužina izvijanja z-z

$l_z = 450.00 \text{ cm}$

Polumjer inercije z-z

$i_z = 4.054 \text{ cm}$

Vitkost z-z

$\lambda_z = 110.99$

Relativna vitkost z-z

$\lambda_{y,z} = 1.182$

Krivulja izvijanja za os z-z: B

$\alpha = 0.340$

Redukcijski koeficijent

$\chi_z = 0.488$

Koeficijent efektivnog presjeka

$\beta_A = 1.000$

Računska otpornost na izvijanje

Nb.Rd_z = 243.54 kN

Uvjet 5.45: Nsd <= Nb.Rd_z (12.61 <= 243.54)

5.5.2 Bočno-torzijsko izvijanje greda

Koeficijent

C1 = 1.132

Koeficijent

C2 = 0.459

Koeficijent

C3 = 0.525

Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja

k = 1.000

Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja

kw = 1.000

Koordinata

zg = 7.500 cm

Koordinata

zj = 0.000 cm

Razmak bočno pridržanih točaka

L = 450.00 cm

Sektorski moment inercije

Iw = 0.000 cm⁶

Krit.mom.za bočno torzizvijanje

Mcr = 557.75 kNm

Koeficijent

$\beta_w = 1.000$

Koeficijent imperf.

$\alpha_{LT} = 0.210$

Bezdimenzionalna vitkost

$\lambda_{LT} = 0.226$

Koeficijent redukcije

$\chi_{LT} = 0.994$

Računska otpornost na izvijanje

Mb.Rd = 25.807 kNm

Nije potrebno voditi računa o bočno-torzizv. $\lambda_{LT} <= 0.4$

5.5.4 Savijanje i centrični tlak

Redukcijski koeficijent

$\chi_{min} = 0.488$

Nsd / ...

0.052

Koeficijent uniformnog momenta

$\beta_y = 1.614$

Koeficijent

$\mu_y = -0.399$

Koeficijent

$\mu_z = 1.013$

$\gamma_y \cdot M_y / \dots$

0.332

Koeficijent uniformnog momenta

$\beta_z = 2.001$

Koeficijent

$\mu_z = 0.193$

Koeficijent

$\mu_z = 0.193$



kz * Mz / ... 0.009
Uvjet 5.51: (0.39 <= 1)

Redukcijski koeficijent $\chi_z = 0.488$
 Nsd / ... 0.052
 Redukcijski koeficijent $\gamma_{LT} = 0.994$
 Koef.unif.mom.za bočno torz.izv. $\beta_{M,LT} = 1.614$
 Koeficijent $\mu_{LT} = 0.136$
 Koeficijent $k_{LT} = 0.994$
 kLT * My / ... 0.327
 Koeficijent uniformnog momenta $\beta_z = 2.001$
 Koeficijent $\mu_z = 0.193$
 Koeficijent $k_z = 0.991$
 kz * Mz / ... 0.009
Uvjet 5.52: (0.39 <= 1)

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM

za posmik u ravni z-z

Širina lima d = 14.000 cm
 Debljina lima tw = 0.500 cm
 Nema poprečnih ukrčenja u sredini
 Koeficijent izbočavanja posmikom $k_T = 5.340$
 Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom
Uvjet: d / tw <= 69 g (28.00 <= 69.00)

za posmik u ravni y-y

Širina lima d = 10.000 cm
 Debljina lima tw = 0.500 cm
 Nema poprečnih ukrčenja u sredini
 Koeficijent izbočavanja posmikom $k_T = 5.340$
 Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom
Uvjet: d / tw <= 69 g (20.00 <= 69.00)

5.6.7 Interakcija posmične sile, savijanja i centr.sile

za posmik u ravni z-z

Računski plastični moment nožica Mf.Rd = 14.966 kNm
Uvjeti 5.66a i 5.66b su ispunjeni

5.7 OTPORNOST REBRA NA POPREČNE SILE

5.7.7 Izvijanje tlačne nožice u ravni rebra

Koeficijent (klasa nožice 1) k = 0.300
 Površina rebra Aw = 7.500 cm²

Površina tlač. nožice Afc = 5.000 cm²
 Spriječena je mogućnost izvijanja nožice u ravni rebra
Uvjet 5.80: (14.00 <= 328.34)

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK (slučaj opterećenja 9, na 70.0 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	Nsd = -11.968 kN
Poprečna sila u y pravcu	Vsd_y = -0.205 kN
Poprečna sila u z pravcu	Vsd_z = -14.797 kN
Momenat savijanja oko y osi	Msd_y = -7.578 kNm
Momenat savijanja oko z osi	Msd_z = -0.131 kNm
Moment torzije	Mt = -0.150 kNm
Sistemska dužina štapa	L = 450.00 cm

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA

5.4.6 Posmik

Računska plast.otp.na posmik z-z Vpl.Rd = 172.88 kN

Uvjet 5.20: Vsd_z <= Vpl.Rd_z (14.80 <= 172.88)

Računska plast.otp.na posmik y-y

Vpl.Rd = 115.25 kN

Uvjet 5.20: Vsd_y <= Vpl.Rd_y (0.20 <= 115.25)

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM

za posmik u ravni z-z

Širina lima d = 14.000 cm
 Debljina lima tw = 0.500 cm
 Nema poprečnih ukrčenja u sredini
 Koeficijent izbočavanja posmikom $k_T = 5.340$
 Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom
Uvjet: d / tw <= 69 g (28.00 <= 69.00)

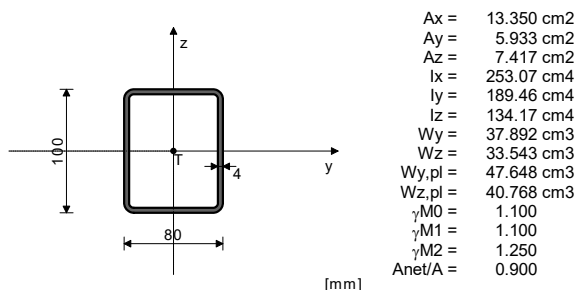
za posmik u ravni y-y

Širina lima d = 10.000 cm
 Debljina lima tw = 0.500 cm
 Nema poprečnih ukrčenja u sredini
 Koeficijent izbočavanja posmikom $k_T = 5.340$
 Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom
Uvjet: d / tw <= 69 g (20.00 <= 69.00)

ŠTAP 17-24

POPREČNI PRESJEK: HOP [100x80x4 [S 235] [Set: 2]
 EUROCODE 3 (ENV)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



(fy = 23.5 kN/cm², fu = 36.0 kN/cm²)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

5. $\gamma=0.39$	9. $\gamma=0.39$	7. $\gamma=0.37$
11. $\gamma=0.37$	4. $\gamma=0.28$	6. $\gamma=0.27$
15. $\gamma=0.26$	17. $\gamma=0.26$	14. $\gamma=0.19$
12. $\gamma=0.05$	8. $\gamma=0.05$	13. $\gamma=0.04$
16. $\gamma=0.04$	10. $\gamma=0.04$	18. $\gamma=0.04$

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU

(slučaj opterećenja 5, na 134.8 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	Nsd = -0.365 kN
Poprečna sila u y pravcu	Vsd_y = 0.050 kN
Poprečna sila u z pravcu	Vsd_z = -0.338 kN
Momenat savijanja oko y osi	Msd_y = 3.907 kNm
Moment torzije	Mt = -0.218 kNm
Sistemska dužina štapa	L = 280.00 cm

5.3 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA

Klasa presjeka 1

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA

5.4.4 Tlak

Plastična računska otpornost Npl.Rd = 285.20 kN
 Računska otpornost na tlak Nc.Rd = 285.20 kN
Uvjet 5.16: Nsd <= Nc.Rd (0.37 <= 285.20)

5.4.5 Savijanje y-y

Računski plastični moment Mpl.Rd = 10.179 kNm
 Računska otp.na lokalno izbočavanje Mo.Rd = 8.095 kNm
 Računski elastični momenat Mel.Rd = 8.095 kNm
 Računska otpornost na savijanje Mc.Rd = 10.179 kNm
Uvjet 5.17: Msd_y <= Mc.Rd_y (3.91 <= 10.18)

5.4.6 Posmik

Računska plast.otp.na posmik z-z Vpl.Rd = 91.479 kN

Uvjet 5.20: Vsd_z <= Vpl.Rd_z (0.34 <= 91.48)

Računska plast.otp.na posmik y-y

Vpl.Rd = 73.184 kN

Uvjet 5.20: Vsd_y <= Vpl.Rd_y (0.05 <= 73.18)

5.4.9 Savijanje, posmik i centrična sila

Nije potrebna redukcija momenata otpornosti
 Uvjet: Vsd_z <= 50%Vpl.Rd_z i Vsd_y <= 50%Vpl.Rd_y

5.4.8 Savijanje i centrična sila

Omjer Msd_y / Mpl.Rd_y 0.384
Uvjet 5.36: (0.39 <= 1)

5.5 OTPORNOST ELEMENATA NA IZVIJANJE

5.5.1.1 Otpornost na izvijanje

Dužina izvijanja y-y	ly = 280.00 cm
Polumjer inercije y-y	iy = 3.767 cm
Vitkost y-y	$\lambda_y = 74.326$
Relativna vitkost y-y	$\lambda_{y1} = 0.792$
Krivulja izvijanja za os y-y: B	$\alpha = 0.340$
Redukcijski koeficijent	$\chi_y = 0.730$
Koeficijent efektivnog presjeka	$\beta_A = 1.000$
Računska otpornost na izvijanje	Nb.Rd_y = 208.10 kN

Uvjet 5.45: Nsd <= Nb.Rd_y (0.37 <= 208.10)

Dužina izvijanja z-z

Polumjer inercije z-z	iz = 280.00 cm
Vitkost z-z	$\lambda_z = 3.170$
Relativna vitkost z-z	$\lambda_{z1} = 88.322$
Krivulja izvijanja za os z-z: B	$\alpha = 0.941$
Redukcijski koeficijent	$\chi_z = 0.340$
Koeficijent efektivnog presjeka	$\beta_A = 0.635$
Računska otpornost na izvijanje	Nb.Rd_z = 181.12 kN

Uvjet 5.45: Nsd <= Nb.Rd_z (0.37 <= 181.12)

5.5.2 Bočno-torzijsko izvijanje greda

Koeficijent	C1 = 1.132
Koeficijent	C2 = 0.459
Koeficijent	C3 = 0.525
Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja	k = 1.000
Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja	kw = 1.000
Koordinata	zg = 5.000 cm
Koordinata	zj = 0.000 cm
Razmak bočno pridržanih točaka	L = 280.00 cm
Sektorski moment inercije	Iw = 0.000 cm ⁶
Krit.mom.za bočno torz.izvijanje	Mcr = 295.73 kNm
Koeficijent	$\beta_w = 1.000$
Koeficijent imperf.	$\alpha_{LT} = 0.210$
Bezdimenzionalna vitkost	$\lambda_{LT} = 0.195$
Koeficijent redukcije	$\chi_{LT} = 1.000$
Računska otpornost na izvijanje	Mb.Rd = 10.179 kNm

Nije potrebno voditi računa o bočno-torz.izv. $\lambda_{LT} <= 0.4$



5.5.4 Savijanje i centrični tlak

Redukcijski koeficijent

Nsd / ...

Koeficijent uniformnog momenta

Koeficijent

Koeficijent

ky * My / ...

Uvjet 5.51: (0.39 <= 1)

$$\chi_{min} = 0.635$$

$$0.002$$

$$\beta_y = 1.300$$

$$\mu_y = -0.851$$

$$k_y = 1.001$$

$$0.384$$

Redukcijski koeficijent

Nsd / ...

Redukcijski koeficijent

Koef.unif.mom.za bočno torz.ziv.

Koeficijent

Koeficijent

kLT * My / ...

Uvjet 5.52: (0.39 <= 1)

$$\chi_{z} = 0.635$$

$$0.002$$

$$\chi_{LT} = 1.000$$

$$\beta_{M,LT} = 1.300$$

$$\mu_{LT} = 0.033$$

$$k_{LT} = 1.000$$

$$0.384$$

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM

za posmik u ravni z-z

Širina lima

Debljina lima

Nema poprečnih ukrčenja u sredini

Koeficijent izbočavanja posmikom

Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom

Uvjet: d / tw <= 69 g (23.00 <= 69.00)

$$d = 9.200 \text{ cm}$$

$$tw = 0.400 \text{ cm}$$

$$k_{\tau} = 5.340$$

za posmik u ravni y-y

Širina lima

Debljina lima

Nema poprečnih ukrčenja u sredini

Koeficijent izbočavanja posmikom

Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom

Uvjet: d / tw <= 69 g (20.00 <= 69.00)

$$d = 8.000 \text{ cm}$$

$$tw = 0.400 \text{ cm}$$

$$k_{\tau} = 5.340$$

5.6.7 Interakcija posmične sile, savijanja i centr.sile

za posmik u ravni z-z

Računski plastični moment nožice

Uvjeti 5.66a i 5.66b su ispunjeni

$$M_f.Rd = 6.836 \text{ kNm}$$

5.7 OTPORNOST REBRA NA POPREČNE SILE

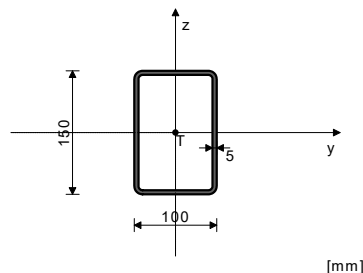
5.7.7 Izvijanje tlačne nožice u ravni rebra

ŠTAP 12-21

POPREČNI PRESJEK: HOP [150x100x5 [S 235] [Set: 1]

EUROCODE 3 (ENV)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



(fy = 23.5 kN/cm2, fu = 36.0 kN/cm2)

$$A_x = 23.360 \text{ cm}^2$$

$$A_y = 9.344 \text{ cm}^2$$

$$A_z = 14.016 \text{ cm}^2$$

$$I_x = 806.74 \text{ cm}^4$$

$$I_y = 719.18 \text{ cm}^4$$

$$I_z = 384.01 \text{ cm}^4$$

$$W_y = 95.891 \text{ cm}^3$$

$$W_z = 76.802 \text{ cm}^3$$

$$W_{y,pl} = 121.50 \text{ cm}^3$$

$$W_{z,pl} = 91.500 \text{ cm}^3$$

$$\gamma_{M0} = 1.100$$

$$\gamma_{M1} = 1.100$$

$$\gamma_{M2} = 1.250$$

$$A_{net}/A = 0.900$$

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

$$5. \gamma = 0.54$$

$$9. \gamma = 0.54$$

$$7. \gamma = 0.53$$

$$11. \gamma = 0.53$$

$$4. \gamma = 0.38$$

$$6. \gamma = 0.38$$

$$15. \gamma = 0.36$$

$$17. \gamma = 0.36$$

$$14. \gamma = 0.26$$

$$13. \gamma = 0.04$$

$$10. \gamma = 0.04$$

$$8. \gamma = 0.04$$

$$16. \gamma = 0.04$$

$$12. \gamma = 0.04$$

$$18. \gamma = 0.04$$

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU

(slučaj opterećenja 5, na 140.4 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	Nsd =	-0.478 kN
Poprečna sila u y pravcu	Vsd_y =	0.117 kN
Poprečna sila u z pravcu	Vsd_z =	-2.632 kN
Momenat savijanja oko y osi	Msd_y =	13.828 kNm
Momenat savijanja oko z osi	Msd_z =	-0.017 kNm
Moment torzije	Mt =	0.600 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	280.00 cm

5.3 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA

Klasa presjeka 1

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA

5.4.4 Tlak

Plastična računaska otpornost

Računska otpornost na tlak

Uvjet 5.16: Nsd <= Nc.Rd (0.48 <= 499.05)

$$N_{pl}.Rd = 499.05 \text{ kN}$$

$$N_{c}.Rd = 499.05 \text{ kN}$$

5.4.5 Savijanje y-y

Računski plastični moment

Računska otp.na lokalno izbočavanje

Računski elastični momenat

$$M_{pl}.Rd = 25.957 \text{ kNm}$$

$$M_{o}.Rd = 20.486 \text{ kNm}$$

$$M_{el}.Rd = 20.486 \text{ kNm}$$

Koeficijent (klasa nožice 1)

Površina rebra

Površina tlač. nožice

Spriječena je mogućnost izvijanja nožice u ravni rebra

Uvjet 5.80: (11.50 <= 299.73)

$$k = 0.300$$

$$A_w = 4.000 \text{ cm}^2$$

$$A_{fc} = 3.200 \text{ cm}^2$$

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK

(slučaj opterećenja 5, kraj štapa)

Računska uzdužna sila	Nsd =	-0.365 kN
Poprečna sila u y pravcu	Vsd_y =	0.050 kN
Poprečna sila u z pravcu	Vsd_z =	4.993 kN
Momenat savijanja oko z osi	Msd_z =	-0.069 kNm
Moment torzije	Mt =	-0.218 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	280.00 cm

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA

5.4.6 Posmik

Računska plast.otp.na posmik z-z

Uvjet 5.20: Vsd_z <= Vpl.Rd_z (4.99 <= 91.48)

$$V_{pl}.Rd = 91.479 \text{ kN}$$

Računska plast.otp.na posmik y-y

Uvjet 5.20: Vsd_y <= Vpl.Rd_y (0.05 <= 73.18)

$$V_{pl}.Rd = 73.184 \text{ kN}$$

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM

za posmik u ravni z-z

Širina lima

Debljina lima

Nema poprečnih ukrčenja u sredini

Koeficijent izbočavanja posmikom

Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom

Uvjet: d / tw <= 69 g (23.00 <= 69.00)

$$d = 9.200 \text{ cm}$$

$$tw = 0.400 \text{ cm}$$

$$k_{\tau} = 5.340$$

za posmik u ravni y-y

Širina lima

Debljina lima

Nema poprečnih ukrčenja u sredini

Koeficijent izbočavanja posmikom

Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom

Uvjet: d / tw <= 69 g (20.00 <= 69.00)

$$d = 8.000 \text{ cm}$$

$$tw = 0.400 \text{ cm}$$

$$k_{\tau} = 5.340$$

Računska otpornost na savijanje

Uvjet 5.17: Msd_y <= Mc.Rd_y (13.83 <= 25.96)

$$M_{c}.Rd = 25.957 \text{ kNm}$$

5.4.5 Savijanje z-z

Računski plastični moment

Računska otp.na lokalno izbočavanje

Računski elastični momenat

Računska otpornost na savijanje

Uvjet 5.17: Msd_z <= Mc.Rd_z (0.02 <= 19.55)

$$M_{pl}.Rd = 19.548 \text{ kNm}$$

$$M_{o}.Rd = 16.408 \text{ kNm}$$

$$M_{el}.Rd = 16.408 \text{ kNm}$$

$$M_{c}.Rd = 19.548 \text{ kNm}$$

5.4.6 Posmik

Računska plast.otp.na posmik z-z

Uvjet 5.20: Vsd_z <= Vpl.Rd_z (2.63 <= 172.88)

$$V_{pl}.Rd = 172.88 \text{ kN}$$

Računska plast.otp.na posmik y-y

Uvjet 5.20: Vsd_y <= Vpl.Rd_y (0.12 <= 115.25)

$$V_{pl}.Rd = 115.25 \text{ kN}$$

5.4.9 Savijanje, posmik i centrična sila

Nije potrebna redukcija momenata otpornosti

Uvjet: Vsd_z <= 50%Vpl.Rd_z i Vsd_y <= 50%Vpl.Rd_y

5.4.8 Savijanje i centrična sila

Omjer Msd_y / Mpl.Rd_y

Uvjet 5.36: (0.53 <= 1)

$$0.533$$

5.5 OTPORNOST ELEMENATA NA IZVIJANJE

5.5.1.1 Otpornost na izvijanje

Dužina izvijanja y-y

Polimjer inercije y-y

Vitkost y-y

Relativna vitkost y-y

Krivulja izvijanja za os y-y: B

Redukcijski koeficijent

Koeficijent efektivnog presjeka

Računska otpornost na izvijanje

Uvjet 5.45: Nsd <= Nb.Rd_y (0.48 <= 432.81)

$$l_y = 280.00 \text{ cm}$$

$$i_y = 5.549 \text{ cm}$$

$$\lambda_y = 50.463$$

$$\lambda_{y} = 0.537$$

$$\alpha = 0.340$$

$$\chi_y = 0.867$$

$$\beta_A = 1.000$$

$$N_{b}.Rd_y = 432.81 \text{ kN}$$

Dužina izvijanja z-z

Polimjer inercije z-z

Vitkost z-z

Relativna vitkost z-z

Krivulja izvijanja za os z-z: B

Redukcijski koeficijent

Koeficijent efektivnog presjeka

Računska otpornost na izvijanje

Uvjet 5.45: Nsd <= Nb.Rd_z (0.48 <= 380.93)

$$l_z = 280.00 \text{ cm}$$

$$i_z = 4.054 \text{ cm}$$

$$\lambda_z = 69.059$$

$$\lambda_z = 0.735$$

$$\alpha = 0.340$$

$$\chi_z = 0.763$$

$$\beta_A = 1.000$$

$$N_{b}.Rd_z = 380.93 \text{ kN}$$

5.5.2 Bočno-torzijsko izvijanje greda

Koeficijent

Koeficijent

Koeficijent

Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja

Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja

Koordinata

$$C1 = 1.132$$

$$C2 = 0.459$$

$$C3 = 0.525$$

$$k = 1.000$$

$$kw = 1.000$$

$$zg = 7.500 \text{ cm}$$



Koordinata	zj =	0.000 cm
Razmak bočno pridržanih točaka	L =	280.00 cm
Sektorski moment inercije	Iw =	0.000 cm ⁶
Krit.mom.za bočno tor.izvijanje	Mcr =	881.97 kNm
Koeficijent	βw =	1.000
Koeficijent imperf.	αLT =	0.210
Bezdimenzionalna vitkost	λLT =	0.180
Koeficijent redukcije	χLT =	1.000
Računska otpornost na izvijanje	Mb.Rd =	25.957 kNm
Nije potrebno voditi računa o bočno-torz.izv.	λLT ≤	0.4

5.5.4 Savijanje i centrični tlak

Redukcijski koeficijent	χmin =	0.763
Nsd / ...		0.001
Koeficijent uniformnog momenta	βy =	1.300
Koeficijent	μy =	-0.485
Koeficijent	ky =	1.000
ky * My / ...		0.533
Koeficijent uniformnog momenta	βz =	2.370
Koeficijent	μz =	0.735
Koeficijent	kz =	0.999
kz * Mz / ...		0.001

Uvjet 5.51: (0.54 ≤ 1)

Redukcijski koeficijent	χz =	0.763
Nsd / ...		0.001
Redukcijski koeficijent	χLT =	1.000
Koef.unif.mom.za bočno torz.izv.	βM.LT =	1.300
Koeficijent	μLT =	-0.007
Koeficijent	kLT =	1.000
kLT * My / ...		0.533
Koeficijent uniformnog momenta	βz =	2.370
Koeficijent	μz =	0.735
Koeficijent	kz =	0.999
kz * Mz / ...		0.001

Uvjet 5.52: (0.53 ≤ 1)

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM

za posmik u ravni z-z

Širina lima	d =	14.000 cm
Debljina lima	tw =	0.500 cm
Nema poprečnih ukrčenja u sredini		
Koeficijent izbočavanja posmikom	kτ =	5.340
Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom		

Uvjet: d / tw ≤ 69 ε (28.00 ≤ 69.00)

za posmik u ravni y-y

Širina lima	d =	10.000 cm
Debljina lima	tw =	0.500 cm
Nema poprečnih ukrčenja u sredini		
Koeficijent izbočavanja posmikom	kτ =	5.340
Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom		

ŠTAP 6-22

POPREČNI PRESJEK: HOP [150x100x5 [S 235] [Set: 1]
EUROCODE 3 (ENV)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA

	Ax =	23.360 cm ²
	Ay =	9.344 cm ²
	Az =	14.016 cm ²
	Ix =	806.74 cm ⁴
	Iy =	719.18 cm ⁴
	Iz =	384.01 cm ⁴
	Wy =	95.891 cm ³
	Wz =	76.802 cm ³
	Wy,pl =	121.50 cm ³
	Wz,pl =	91.500 cm ³
	γM0 =	1.100
	γM1 =	1.100
	γM2 =	1.250
	Anet/A =	0.900

(fy = 23.5 kN/cm², fu = 36.0 kN/cm²)

FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

9. γ=0.92	5. γ=0.91	11. γ=0.90
7. γ=0.89	4. γ=0.64	6. γ=0.63
17. γ=0.61	15. γ=0.60	14. γ=0.43
8. γ=0.09	12. γ=0.08	10. γ=0.07
16. γ=0.06	13. γ=0.06	18. γ=0.06

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU

(slučaj opterećenja 9, na 380.0 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	Nsd =	-29.246 kN
Poprečna sila u z pravcu	Vsd_z =	41.220 kN
Momenat savijanja oko y osi	Msd_y =	-20.031 kNm
Moment torzije	Mt =	-0.044 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	450.00 cm

5.3 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA

Klasa presjeka 1

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA

5.4.4 Tlak

Plastična računaska otpornost	Npl.Rd =	499.05 kN
-------------------------------	----------	-----------

Uvjet: d / tw ≤ 69 ε (20.00 ≤ 69.00)

5.6.7 Interakcija posmične sile, savijanja i centr.sile

za posmik u ravni z-z

Računski plastični moment nožice

Uvjeti 5.66a i 5.66b su ispunjeni

Mf.Rd = 16.023 kNm

5.7 OTPORNOST REBRA NA POPREČNE SILE

5.7.7 Izvijanje tlačne nožice u ravni rebra

Koeficijent (klasa nožice 1)

Površina rebra

Površina tlač. nožice

Sprječena je mogućnost izvijanja nožice u ravni rebra

Uvjet 5.80: (14.00 ≤ 328.34)

k = 0.300

Aw = 7.500 cm²Afc = 5.000 cm²

PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK

(slučaj opterećenja 5, kraj štapa)

Računska uzdužna sila	Nsd =	-0.478 kN
Poprečna sila u y pravcu	Vsd_y =	0.117 kN
Poprečna sila u z pravcu	Vsd_z =	22.703 kN
Momenat savijanja oko z osi	Msd_z =	-0.180 kNm
Moment torzije	Mt =	0.600 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	280.00 cm

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA

5.4.6 Posmik

Računska plast.otp.na posmik z-z

Uvjet 5.20: Vsd_z ≤ Vpl.Rd_z (22.70 ≤ 172.88)

Vpl.Rd = 172.88 kN

Računska plast.otp.na posmik y-y

Uvjet 5.20: Vsd_y ≤ Vpl.Rd_y (0.12 ≤ 115.25)

Vpl.Rd = 115.25 kN

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM

za posmik u ravni z-z

Širina lima

Debljina lima

Nema poprečnih ukrčenja u sredini

Koeficijent izbočavanja posmikom

Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom

Uvjet: d / tw ≤ 69 ε (28.00 ≤ 69.00)

d = 14.000 cm

tw = 0.500 cm

kτ = 5.340

za posmik u ravni y-y

Širina lima

Debljina lima

Nema poprečnih ukrčenja u sredini

Koeficijent izbočavanja posmikom

Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom

Uvjet: d / tw ≤ 69 ε (20.00 ≤ 69.00)

d = 10.000 cm

tw = 0.500 cm

kτ = 5.340

Računska otpornost na tlak

Uvjet 5.16: Nsd ≤ Nc.Rd (29.25 ≤ 499.05)

Nc.Rd = 499.05 kN

5.4.5 Savijanje y-y

Računski plastični moment

Računska otp.na lokalno izbočavanje

Računski elastični momenat

Računska otpornost na savijanje

Uvjet 5.17: Msd_y ≤ Mc.Rd_y (20.03 ≤ 25.96)

Mpl.Rd = 25.957 kNm

Mo.Rd = 20.486 kNm

Mel.Rd = 20.486 kNm

Mc.Rd = 25.957 kNm

5.4.6 Posmik

Računska plast.otp.na posmik z-z

Uvjet 5.20: Vsd_z ≤ Vpl.Rd_z (41.22 ≤ 172.88)

Vpl.Rd = 172.88 kN

5.4.9 Savijanje, posmik i centrična sila

Nije potrebna redukcija momenata otpornosti

Uvjet: Vsd_z ≤ 50%Vpl.Rd_z

5.4.8 Savijanje i centrična sila

Omjer Nsd / Npl.Rd

Omjer Msd_y / Mpl.Rd_y

Uvjet 5.36: (0.83 ≤ 1)

0.059

0.772

5.5 OTPORNOST ELEMENATA NA IZVIJANJE

5.5.1.1 Otpornost na izvijanje

Dužina izvijanja y-y

Polumjer inercije y-y

Vitrnost y-y

Relativna vitkost y-y

Krivulja izvijanja za os y-y: B

Redukcijski koeficijent

Koeficijent efektivnog presjeka

Računska otpornost na izvijanje

Uvjet 5.45: Nsd ≤ Nb.Rd_y (29.25 ≤ 341.57)

Iy = 450.00 cm

iy = 5.549 cm

λy = 81.102

λy = 0.864

α = 0.340

χy = 0.684

βA = 1.000

Nb.Rd_y = 341.57 kN

Dužina izvijanja z-z

Polumjer inercije z-z

Vitrnost z-z

Relativna vitkost z-z

Krivulja izvijanja za os z-z: B

Redukcijski koeficijent

Koeficijent efektivnog presjeka

Računska otpornost na izvijanje

Uvjet 5.45: Nsd ≤ Nb.Rd_z (29.25 ≤ 243.54)

Iz = 450.00 cm

iz = 4.054 cm

λz = 110.99

λz = 1.182

α = 0.340

χz = 0.488

βA = 1.000

Nb.Rd_z = 243.54 kN



5.5.2 Bočno-torzijsko izvijanje greda

Koeficijent	C1 =	1.132
Koeficijent	C2 =	0.459
Koeficijent	C3 =	0.525
Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja	k =	1.000
Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja	kw =	1.000
Koordinata	zg =	7.500 cm
Koordinata	zj =	0.000 cm
Razmak bočno pridrţanih točaka	L =	315.00 cm
Sektorski moment inercije	Iw =	0.000 cm ⁶
Krit.mom.za bočno tor.zvijanje	Mcr =	787.72 kNm
Koeficijent	�w =	1.000
Koeficijent imperf.	�LT =	0.210
Bezdimenzionalna vitkost	�LT =	0.190
Koeficijent redukcije	�LT =	1.000
Računska otpornost na izvijanje	Mb.Rd =	25.957 kNm
Nije potrebno voditi računa o bočno-torz.izv.	�LT <=	0.4

5.5.4 Savijanje i centrični tlak

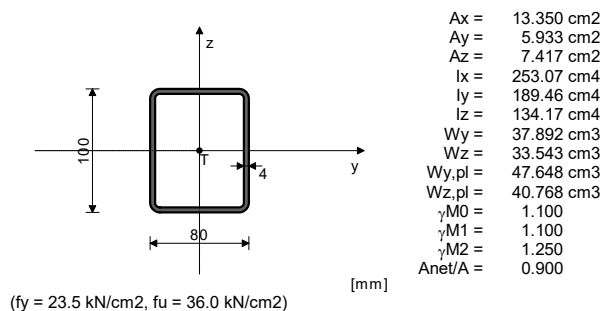
Redukcijski koeficijent	�min =	0.488
Nsd / ...	�y =	0.120
Koeficijent uniformnog momenta	�y =	1.612
Koeficijent	�y =	-0.403
Koeficijent	ky =	1.031
ky * My / ...	ky =	0.796
Uvjet 5.51: (0.92 <= 1)		

Redukcijski koeficijent	�z =	0.488
Nsd / ...	�LT =	0.120
Redukcijski koeficijent	�LT =	1.000

ŠTAP 8-17

POPREČNI PRESJEK: HOP [] 100x80x4 [S 235] [Set: 2]
EUROCODE 3 (ENV)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

5. �=0.61	9. �=0.61	7. �=0.60
11. �=0.60	4. �=0.44	6. �=0.43
15. �=0.41	17. �=0.41	14. �=0.30
12. �=0.05	8. �=0.05	13. �=0.04
16. �=0.04	10. �=0.04	18. �=0.04

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU

(slučaj opterećenja 5, na 140.1 cm od početka štapa)

Računska uzduţna sila	Nsd =	-0.436 kN
Poprečna sila u y pravcu	Vsd_y =	-0.044 kN
Poprečna sila u z pravcu	Vsd_z =	0.887 kN
Momenat savijanja oko y osi	Msd_y =	6.209 kNm
Moment torzije	Mt =	0.203 kNm
Sistemska duţina štapa	L =	280.00 cm

5.3 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA

Klasa presjeka 1

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA

5.4.4 Tlak

Plastična računska otpornost	Npl.Rd =	285.20 kN
Računska otpornost na tlak	Nc.Rd =	285.20 kN
Uvjet 5.16: Nsd <= Nc.Rd		(0.44 <= 285.20)

5.4.5 Savijanje y-y

Računski plastični moment	Mpl.Rd =	10.179 kNm
Računska otp.na lokalno izbočavanje	Mo.Rd =	8.095 kNm
Računski elastični momenat	MeL.Rd =	8.095 kNm
Računska otpornost na savijanje	Mc.Rd =	10.179 kNm
Uvjet 5.17: Msd_y <= Mc.Rd_y		(6.21 <= 10.18)

5.4.6 Posmik

Računska plast.otp.na posmik z-z	Vpl.Rd =	91.479 kN
Uvjet 5.20: Vsd_z <= Vpl.Rd_z		(0.89 <= 91.48)

Računska plast.otp.na posmik y-y	Vpl.Rd =	73.184 kN
Uvjet 5.20: Vsd_y <= Vpl.Rd_y		(0.04 <= 73.18)

5.4.9 Savijanje, posmik i centrična sila

Nije potrebna redukcija momenata otpornosti
Uvjet: Vsd_z <= 50%Vpl.Rd_z i Vsd_y <= 50%Vpl.Rd_y

Koef.unif.mom.za bočno torz.izv.

Koeficijent	�M.LT =	1.612
Koeficijent	�LT =	0.136
kLT * My / ...	kLT =	0.985
Uvjet 5.52: (0.88 <= 1)		0.760

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM

za posmik u ravni z-z

�irina lima	d =	14.000 cm
Debljina lima	tw =	0.500 cm
Nema poprečnih ukrčenja u sredini		
Koeficijent izbočavanja posmirom	k� =	5.340
Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmirom		
Uvjet: d / tw <= 69 � (28.00 <= 69.00)		

5.6.7 Interakcija posmične sile, savijanja i centr.sile

za posmik u ravni z-z

Nije potrebno reducirati računsku otpornost presjeka		
Računska otpornost na izbočavanje	Vba.Rd =	86.417 kN
Vsd <= 50% Vba.Rd		

5.7 OTPORNOST REBRA NA POPREČNE SILE

5.7.7 Izvijanje tlačne nožice u ravni rebra

Koeficijent (klasa nožice 1)	k =	0.300
Površina rebra	Aw =	7.500 cm ²
Površina tla�. nožice	Afc =	5.000 cm ²
Spriječena je mogućnost izvijanja nožice u ravni rebra		
Uvjet 5.80: (14.00 <= 328.34)		

5.4.8 Savijanje i centrična sila

Omjer Msd_y / Mpl.Rd_y		0.610
Uvjet 5.36: (0.61 <= 1)		

5.5 OTPORNOST ELEMENATA NA IZVIJANJE

5.5.1.1 Otpornost na izvijanje

Dužina izvijanja y-y	I_y =	280.00 cm
Polumjer inercije y-y	i_y =	3.767 cm
Vitkost y-y	�_y =	74.326
Relativna vitkost y-y	�_y =	0.792
Krivulja izvijanja za os y-y: B	� =	0.340
Redukcijski koeficijent	�_y =	0.730
Koeficijent efektivnog presjeka	�A =	1.000
Računska otpornost na izvijanje	Nb.Rd_y =	208.10 kN
Uvjet 5.45: Nsd <= Nb.Rd_y		(0.44 <= 208.10)

Dužina izvijanja z-z

Polumjer inercije z-z	I_z =	280.00 cm
Vitkost z-z	i_z =	3.170 cm
Relativna vitkost z-z	�_z =	88.322
Krivulja izvijanja za os z-z: B	�_z =	0.941
Redukcijski koeficijent	� =	0.340
Koeficijent efektivnog presjeka	�_z =	0.635
Računska otpornost na izvijanje	�A =	1.000
Uvjet 5.45: Nsd <= Nb.Rd_z	Nb.Rd_z =	181.12 kN
		(0.44 <= 181.12)

5.5.2 Bočno-torzijsko izvijanje greda

Koeficijent	C1 =	1.132
Koeficijent	C2 =	0.459
Koeficijent	C3 =	0.525
Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja	k =	1.000
Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja	kw =	1.000
Koordinata	zg =	5.000 cm
Koordinata	zj =	0.000 cm
Razmak bočno pridržanih točaka	L =	280.00 cm
Sektorski moment inercije	Iw =	0.000 cm ⁶
Krit.mom.za bočno tor.zvijanje	Mcr =	295.73 kNm
Koeficijent	�w =	1.000
Koeficijent imperf.	�LT =	0.210
Bezdimenzionalna vitkost	�LT =	0.195
Koeficijent redukcije	�LT =	1.000
Računska otpornost na izvijanje	Mb.Rd =	10.179 kNm
Nije potrebno voditi računa o bočno-torz.izv.	�LT <=	0.4

5.5.4 Savijanje i centrični tlak

Redukcijski koeficijent	�min =	0.635
Nsd / ...	�y =	0.002
Koeficijent uniformnog momenta	�y =	1.278
Koeficijent	�y =	-0.885
Koeficijent	ky =	1.002
ky * My / ...	ky =	0.611
Uvjet 5.51: (0.61 <= 1)		

Redukcijski koeficijent

Nsd / ...	�z =	0.635
Redukcijski koeficijent	�LT =	0.002
Koef.unif.mom.za bočno torz.izv.	�M.LT =	1.278
Koeficijent	�LT =	0.030
Koeficijent	kLT =	1.000
kLT * My / ...		0.610
Uvjet 5.52: (0.61 <= 1)		

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM

za posmik u ravni z-z

�irina lima	d =	9.200 cm
Debljina lima	tw =	0.400 cm



Nema poprečnih ukrčenja u sredini
Koeficijent izbočavanja posmikom $k_T = 5.340$
Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom
Uvjet: $d / t_w \leq 69$ (23.00 $\leq$ 69.00)

za posmik u ravni y-y
Širina lima $d = 8.000$ cm
Debljina lima $t_w = 0.400$ cm
Nema poprečnih ukrčenja u sredini
Koeficijent izbočavanja posmikom $k_T = 5.340$
Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom
Uvjet: $d / t_w \leq 69$ (20.00 $\leq$ 69.00)

5.6.7 Interakcija posmične sile, savijanja i centr.sile
za posmik u ravni z-z
Računski plastični moment nožice $M_f.Rd = 6.836$ kNm
Uvjeti 5.66a i 5.66b su ispunjeni

5.7 OTPORNOST REBRA NA POPREČNE SILE
5.7.7 Izvijanje tlačne nožice u ravni rebra
Koeficijent (klasa nožice 1) $k = 0.300$
Površina rebra $A_w = 4.000$ cm²
Površina tlač. nožice $A_{fc} = 3.200$ cm²
Sprječena je mogućnost izvijanja nožice u ravni rebra
Uvjet 5.80: (11.50 $\leq$ 299.73)

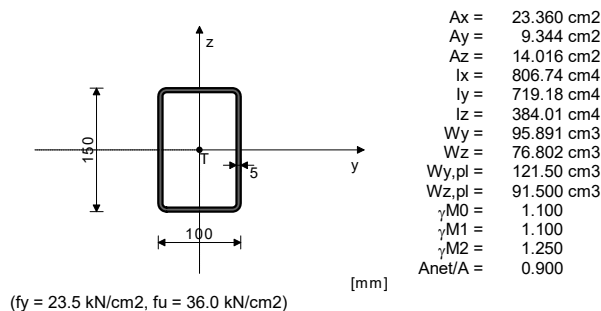
PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK
(slučaj opterećenja 5, početak štapa)

Računska uzdužna sila	Nsd = -0.436 kN
Poprečna sila u y pravcu	Vsd_y = -0.044 kN

ŠTAP 4-12

POPREČNI PRESJEK: HOP [150x100x5 [S 235] [Set: 1]
EUROCODE 3 (ENV)

GEOMETRIJSKE KARAKTERISTIKE PRESJEKA



FAKTORI ISKORIŠTENJA PO KOMBINACIJAMA OPTEREĆENJA

5. $\gamma=0.57$	9. $\gamma=0.57$	7. $\gamma=0.56$
11. $\gamma=0.56$	4. $\gamma=0.40$	6. $\gamma=0.40$
15. $\gamma=0.38$	17. $\gamma=0.38$	14. $\gamma=0.27$
13. $\gamma=0.04$	10. $\gamma=0.04$	8. $\gamma=0.04$
16. $\gamma=0.04$	12. $\gamma=0.04$	18. $\gamma=0.04$

ŠTAP IZLOŽEN TLAKU I SAVIJANJU
(slučaj opterećenja 5, na 134.6 cm od početka štapa)

Računska uzdužna sila	Nsd = -0.502 kN
Poprečna sila u y pravcu	Vsd_y = -0.105 kN
Poprečna sila u z pravcu	Vsd_z = 1.078 kN
Momenat savijanja oko y osi	Msd_y = 14.650 kNm
Momenat savijanja oko z osi	Msd_z = -0.023 kNm
Moment torzije	Mt = -0.558 kNm
Sistemska dužina štapa	L = 280.00 cm

5.3 KLASIFIKACIJA POPREČNIH PRESJEKA
Klasa presjeka 1

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA

5.4.4 Tlak
Plastična računaska otpornost $N_{pl.Rd} = 499.05$ kN
Računska otpornost na tlak $N_{c.Rd} = 499.05$ kN
Uvjet 5.16: $N_{sd} \leq N_{c.Rd}$ (0.50 $\leq$ 499.05)

5.4.5 Savijanje y-y
Računski plastični moment $M_{pl.Rd} = 25.957$ kNm
Računska otp.na lokalno izbočavanje $M_{o.Rd} = 20.486$ kNm
Računski elastični momenat $M_{el.Rd} = 20.486$ kNm
Računska otpornost na savijanje $M_{c.Rd} = 25.957$ kNm
Uvjet 5.17: $M_{sd,y} \leq M_{c.Rd,y}$ (14.65 $\leq$ 25.96)

5.4.5 Savijanje z-z
Računski plastični moment $M_{pl.Rd} = 19.548$ kNm
Računska otp.na lokalno izbočavanje $M_{o.Rd} = 16.408$ kNm
Računski elastični momenat $M_{el.Rd} = 16.408$ kNm
Računska otpornost na savijanje $M_{c.Rd} = 19.548$ kNm
Uvjet 5.17: $M_{sd,z} \leq M_{c.Rd,z}$ (0.02 $\leq$ 19.55)

5.4.6 Posmik

Poprečna sila u z pravcu	Vsd_z = -9.863 kN
Momenat savijanja oko z osi	Msd_z = -0.059 kNm
Moment torzije	Mt = 0.203 kNm
Sistemska dužina štapa	L = 280.00 cm

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA

5.4.6 Posmik
Računska plast.otp.na posmik z-z $V_{pl.Rd} = 91.479$ kN
Uvjet 5.20: $V_{sd,z} \leq V_{pl.Rd,z}$ (9.86 $\leq$ 91.48)

Računska plast.otp.na posmik y-y $V_{pl.Rd} = 73.184$ kN
Uvjet 5.20: $V_{sd,y} \leq V_{pl.Rd,y}$ (0.04 $\leq$ 73.18)

5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM

za posmik u ravni z-z
Širina lima $d = 9.200$ cm
Debljina lima $t_w = 0.400$ cm
Nema poprečnih ukrčenja u sredini
Koeficijent izbočavanja posmikom $k_T = 5.340$
Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom
Uvjet: $d / t_w \leq 69$ (23.00 $\leq$ 69.00)

za posmik u ravni y-y
Širina lima $d = 8.000$ cm
Debljina lima $t_w = 0.400$ cm
Nema poprečnih ukrčenja u sredini
Koeficijent izbočavanja posmikom $k_T = 5.340$
Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom
Uvjet: $d / t_w \leq 69$ (20.00 $\leq$ 69.00)

Računska plast.otp.na posmik z-z $V_{pl.Rd} = 172.88$ kN
Uvjet 5.20: $V_{sd,z} \leq V_{pl.Rd,z}$ (1.08 $\leq$ 172.88)

Računska plast.otp.na posmik y-y $V_{pl.Rd} = 115.25$ kN
Uvjet 5.20: $V_{sd,y} \leq V_{pl.Rd,y}$ (0.11 $\leq$ 115.25)

5.4.9 Savijanje, posmik i centrična sila
Nije potrebna redukcija momenata otpornosti
Uvjet: $V_{sd,z} \leq 50\% V_{pl.Rd,z}$ i $V_{sd,y} \leq 50\% V_{pl.Rd,y}$

5.4.8 Savijanje i centrična sila
Omjer $M_{sd,y} / M_{pl.Rd,y} = 0.564$
Uvjet 5.36: (0.57 $\leq$ 1)

5.5 OTPORNOST ELEMENATA NA IZVIJANJE

5.5.1.1 Otpornost na izvijanje
Dužina izvijanja y-y $I_y = 280.00$ cm
Polumjer inercije y-y $i_y = 5.549$ cm
Vitkost y-y $\lambda_y = 50.463$
Relativna vitkost y-y $\lambda_{rel,y} = 0.537$
Krivulja izvijanja za os y-y: B $\alpha = 0.340$
Redukcijski koeficijent $\chi_y = 0.867$
Koeficijent efektivnog presjeka $\beta_A = 1.000$
Računska otpornost na izvijanje $N_{b.Rd,y} = 432.81$ kN
Uvjet 5.45: $N_{sd} \leq N_{b.Rd,y}$ (0.50 $\leq$ 432.81)

Dužina izvijanja z-z $I_z = 280.00$ cm
Polumjer inercije z-z $i_z = 4.054$ cm
Vitkost z-z $\lambda_z = 69.059$
Relativna vitkost z-z $\lambda_{rel,z} = 0.735$
Krivulja izvijanja za os z-z: B $\alpha = 0.340$
Redukcijski koeficijent $\chi_z = 0.763$
Koeficijent efektivnog presjeka $\beta_A = 1.000$
Računska otpornost na izvijanje $N_{b.Rd,z} = 380.93$ kN
Uvjet 5.45: $N_{sd} \leq N_{b.Rd,z}$ (0.50 $\leq$ 380.93)

5.5.2 Bočno-torzijsko izvijanje greda
Koeficijent $C1 = 1.132$
Koeficijent $C2 = 0.459$
Koeficijent $C3 = 0.525$
Koef.efekt.dužine bočnog izvijanja $k = 1.000$
Koef.efekt.dužine torzijskog uvijanja $k_w = 1.000$
Koordinata $z_g = 7.500$ cm
Koordinata $z_j = 0.000$ cm
Razmak bočno pridržanih točaka $L = 280.00$ cm
Sektorski moment inercije $I_w = 0.000$ cm⁶
Krit.mom.za bočno tor.izvijanje $M_{cr} = 881.97$ kNm
Koeficijent $\beta_w = 1.000$
Koeficijent imperf. $\alpha_{LT} = 0.210$
Bezdimenzionalna vitkost $\lambda_{LT} = 0.180$
Koeficijent redukcije $\chi_{LT} = 1.000$
Računska otpornost na izvijanje $M_{b.Rd} = 25.957$ kNm
Nije potrebno voditi računa o bočno-torz.izv. $\lambda_{LT} \leq 0.4$

5.5.4 Savijanje i centrični tlak
Redukcijski koeficijent $\chi_{min} = 0.763$
Nsd / ... $\chi_{min} = 0.001$
Koeficijent uniformnog momenta $\beta_y = 1.289$
Koeficijent $\mu_y = -0.497$
Koeficijent $k_y = 1.001$
 $k_y * M_y / ... = 0.565$
Koeficijent uniformnog momenta $\beta_z = 2.346$
Koeficijent $\mu_z = 0.700$
Koeficijent $k_z = 0.999$
 $k_z * M_z / ... = 0.001$

**Uvjet 5.51: (0.57 <= 1)**

Redukcijski koeficijent	$\chi_{z,z}$	0.763
Nsd/ ...		0.001
Redukcijski koeficijent	γ_{LT}	1.000
Koef.unif.mom.za bočno torz.izv.	$\beta_{M,LT}$	1.289
Koeficijent	μ_{LT}	-0.008
Koeficijent	k_{LT}	1.000
$k_{LT} * M_y / ...$		0.564
Koeficijent uniformnog momenta	β_z	2.346
Koeficijent	μ_z	0.700
Koeficijent	k_z	0.999
$k_z * M_z / ...$		0.001

Uvjet 5.52: (0.57 <= 1)**5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM**

za posmik u ravni z-z

Širina lima	d =	14.000 cm
Debljina lima	tw =	0.500 cm

Nema poprečnih ukrućenja u sredini

Koeficijent izbočavanja posmikom	k_{τ}	5.340
----------------------------------	------------	-------

Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom

Uvjet: d / tw <= 69 g (28.00 <= 69.00)

za posmik u ravni y-y

Širina lima	d =	10.000 cm
Debljina lima	tw =	0.500 cm

Nema poprečnih ukrućenja u sredini

Koeficijent izbočavanja posmikom	k_{τ}	5.340
----------------------------------	------------	-------

Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom

Uvjet: d / tw <= 69 g (20.00 <= 69.00)**5.6.7 Interakcija posmične sile, savijanja i centr.sile**

za posmik u ravni z-z

Računski plastični moment nožica	Mf.Rd =	16.023 kNm
----------------------------------	---------	------------

Uvjeti 5.66a i 5.66b su ispunjeni**5.7 OTPORNOST REBRA NA POPREČNE SILE**

5.7.7 Izvijanje tlačne nožice u ravni rebra

Koeficijent (klasa nožice 1)	k =	0.300
------------------------------	-----	-------

Površina rebra	Aw =	7.500 cm ²
----------------	------	-----------------------

Površina tlač. nožice

Afc = 5.000 cm²

Spriječena je mogućnost izvijanja nožice u ravni rebra

Uvjet 5.80: (14.00 <= 328.34)**PROVJERA OTPORNOSTI NA POSMIK**

(slučaj opterećenja 5, početak štapa)

Računska uzdužna sila	Nsd =	-0.502 kN
Poprečna sila u y pravcu	Vsd_y =	-0.105 kN
Poprečna sila u z pravcu	Vsd_z =	-23.348 kN
Momenat savijanja oko z osi	Msd_z =	-0.166 kNm
Moment torzije	Mt =	-0.558 kNm
Sistemska dužina štapa	L =	280.00 cm

5.4 OTPORNOST POPREČNIH PRESJEKA

5.4.6 Posmik

Računska plast.otp.na posmik z-z	Vpl.Rd =	172.88 kN
----------------------------------	----------	-----------

Uvjet 5.20: Vsd_z <= Vpl.Rd_z (23.35 <= 172.88)

Računska plast.otp.na posmik y-y	Vpl.Rd =	115.25 kN
----------------------------------	----------	-----------

Uvjet 5.20: Vsd_y <= Vpl.Rd_y (0.11 <= 115.25)**5.6 OTPORNOST NA IZBOČAVANJE POSMIKOM**

za posmik u ravni z-z

Širina lima	d =	14.000 cm
Debljina lima	tw =	0.500 cm

Nema poprečnih ukrućenja u sredini

Koeficijent izbočavanja posmikom	k_{τ}	5.340
----------------------------------	------------	-------

Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom

Uvjet: d / tw <= 69 g (28.00 <= 69.00)

za posmik u ravni y-y

Širina lima	d =	10.000 cm
Debljina lima	tw =	0.500 cm

Nema poprečnih ukrućenja u sredini

Koeficijent izbočavanja posmikom	k_{τ}	5.340
----------------------------------	------------	-------

Nije potrebna provjera otpornosti na izbočavanje posmikom

Uvjet: d / tw <= 69 g (20.00 <= 69.00)



PROJEKTNII URED:	Respect-ing d.o.o. za inženjering u graditeljstvu Ulica Šandora Petöfia 59, 31000 Osijek OIB: 72061576990
INVESTITOR:	DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU Ulica Kamila Firingera 1, 31000 Osijek OIB: 61338774671
NAZIV GRAĐEVINE: LOKACIJA GRAĐENJA:	GRAĐEVINA JAVNE I DRUŠTVENE NAMJENE DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU na k.č.br. 925/2; k.o. Tvrdavica-Podravlje Princa Eugena Savojskog, Podravlje
RAZINA RAZRADE PROJEKTA: VRSTA PROJEKTA:	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE
BROJ PROJEKTA I MAPE:	020-06B/2024– MAPA 2

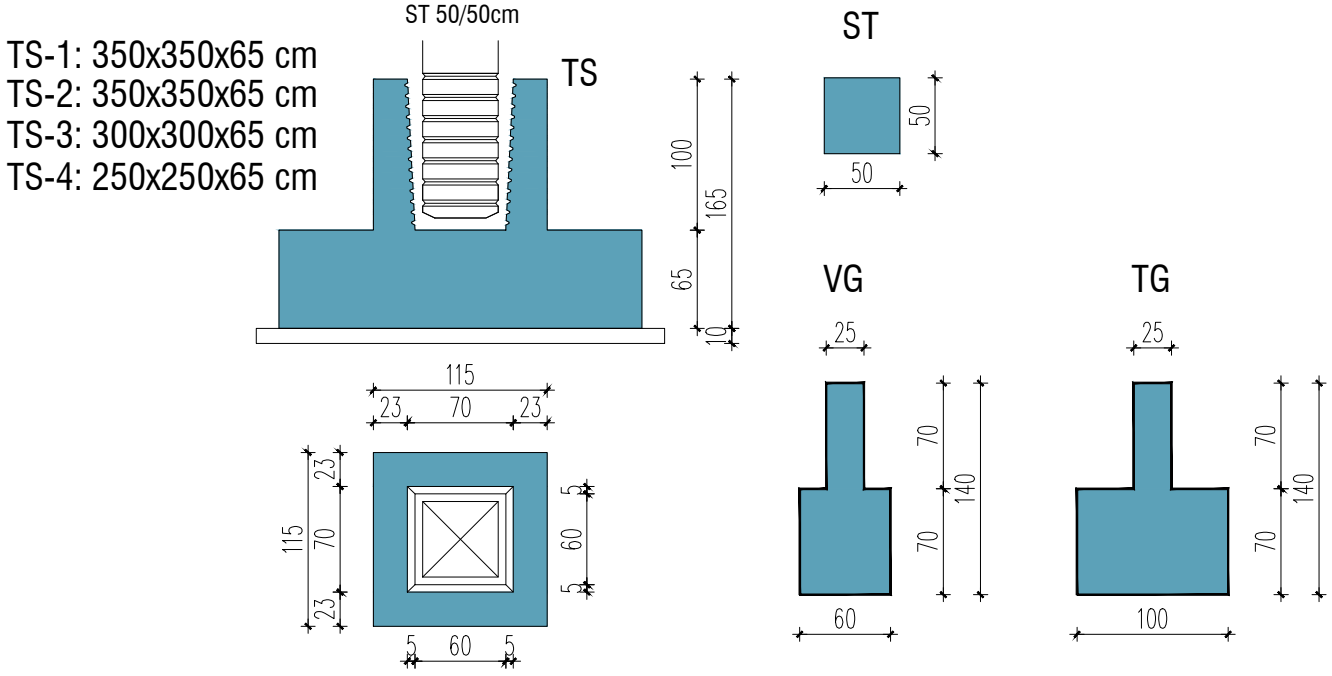
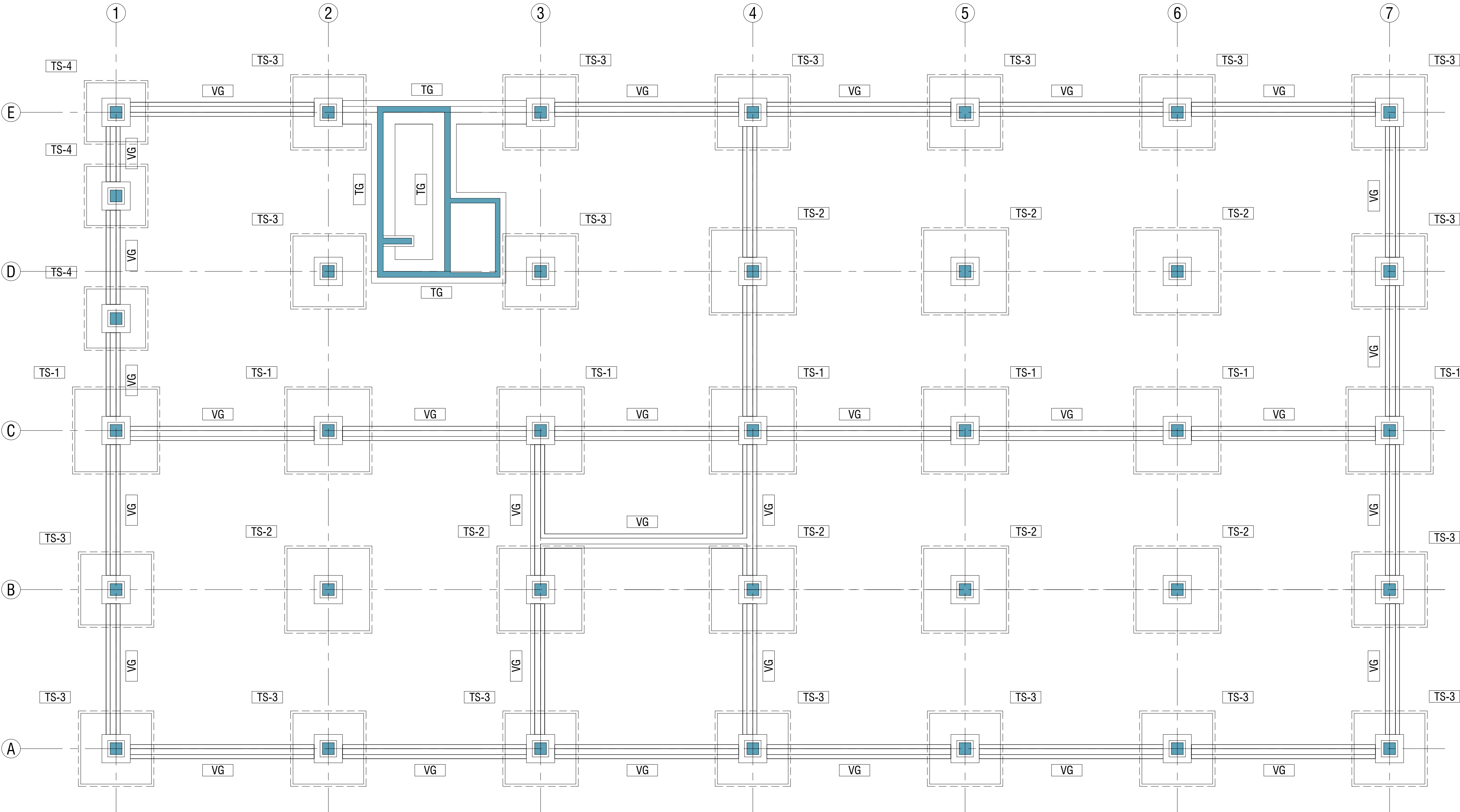
SADRŽAJ

3. GRAFIČKI PRILOZI

01		Tloris temelja	1 : 100
02		Tloris prizemlja	1 : 100
03		Nivo stropne ploče prizemlja	1 : 100
04		Tloris krovne konstrukcije	1 : 100
05		Poprečni presjeci	1 : 100
06		Uzdužni presjeci	1 : 100
07		Vanjsko stubište - dispozicija	1 : 50
08		Krovna platforma - dispozicija	1 : 50

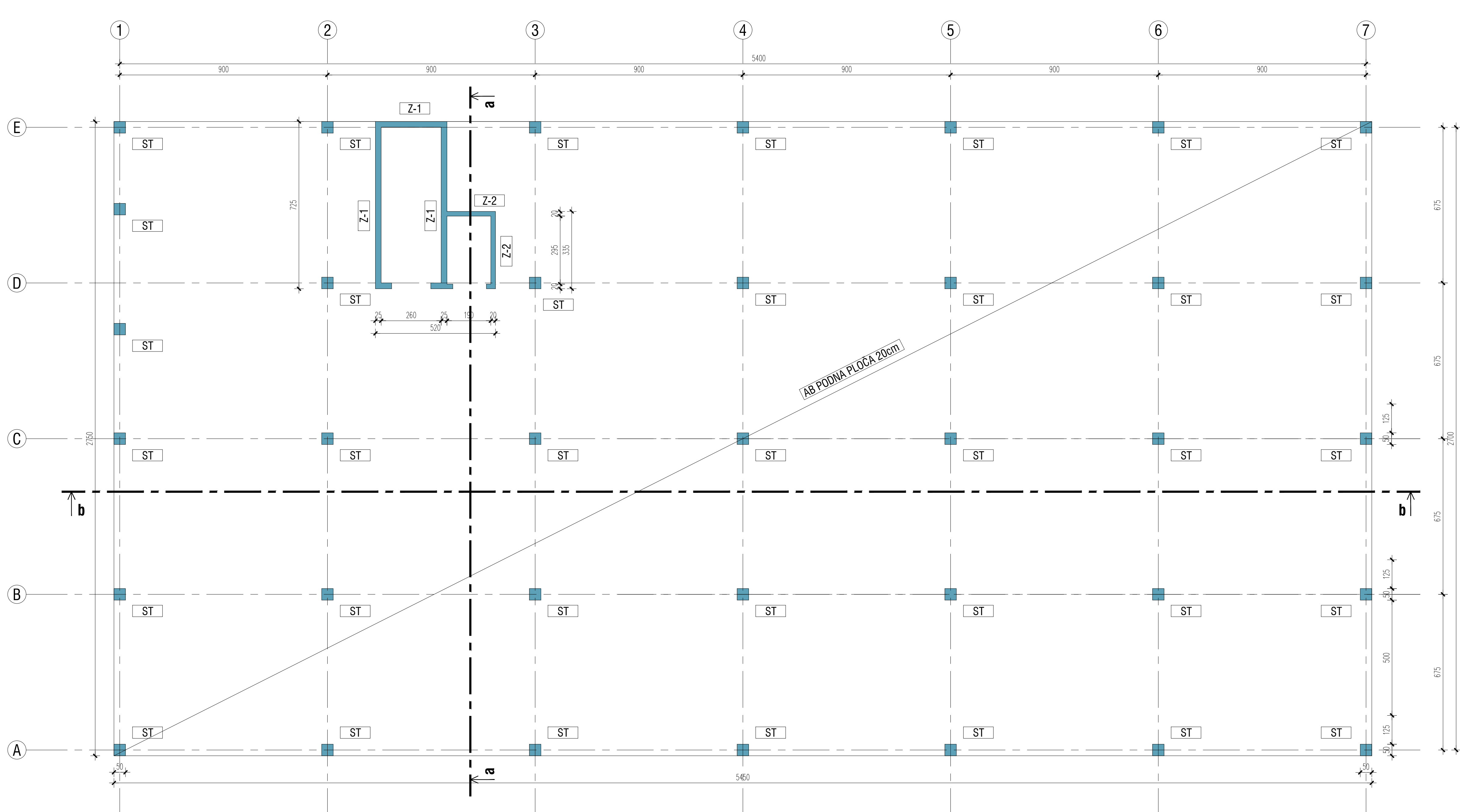
U Osijeku, lipanj 2024.

PROJEKTANT:
Zoran Kalember, dipl.ing.građ.



GLAVNI PROJEKT - GRAĐEVINSKI PROJEKT
ZGRADA DRŽAVNOG ARHIVA
na k.č.br. 925/2 k.o. Tvrđavica-Podravlje
TLOCRT TEMELJA, mj 1:100

Investitor :		Projektant :		Sadržaj :	
Građevina :		Zoran Kalember, dipl.ing.grad.		TLOCRT TEMELJA	
Lokacija :		Mjerilo :		1:100	
Projekt :		Oznaka projekta :		020-06B/2024	
Zajednička oznaka :		Datum :		lipanj 2024.	
		List :		01	



GLAVNI PROJEKT - GRAĐEVINSKI PROJEKT
ZGRADA DRŽAVNOG ARHIVA
na k.č.br. 925/2 k.o. Tvrđavica-Podravlje
TLOCRT PRIZEMLJA, mj 1:100

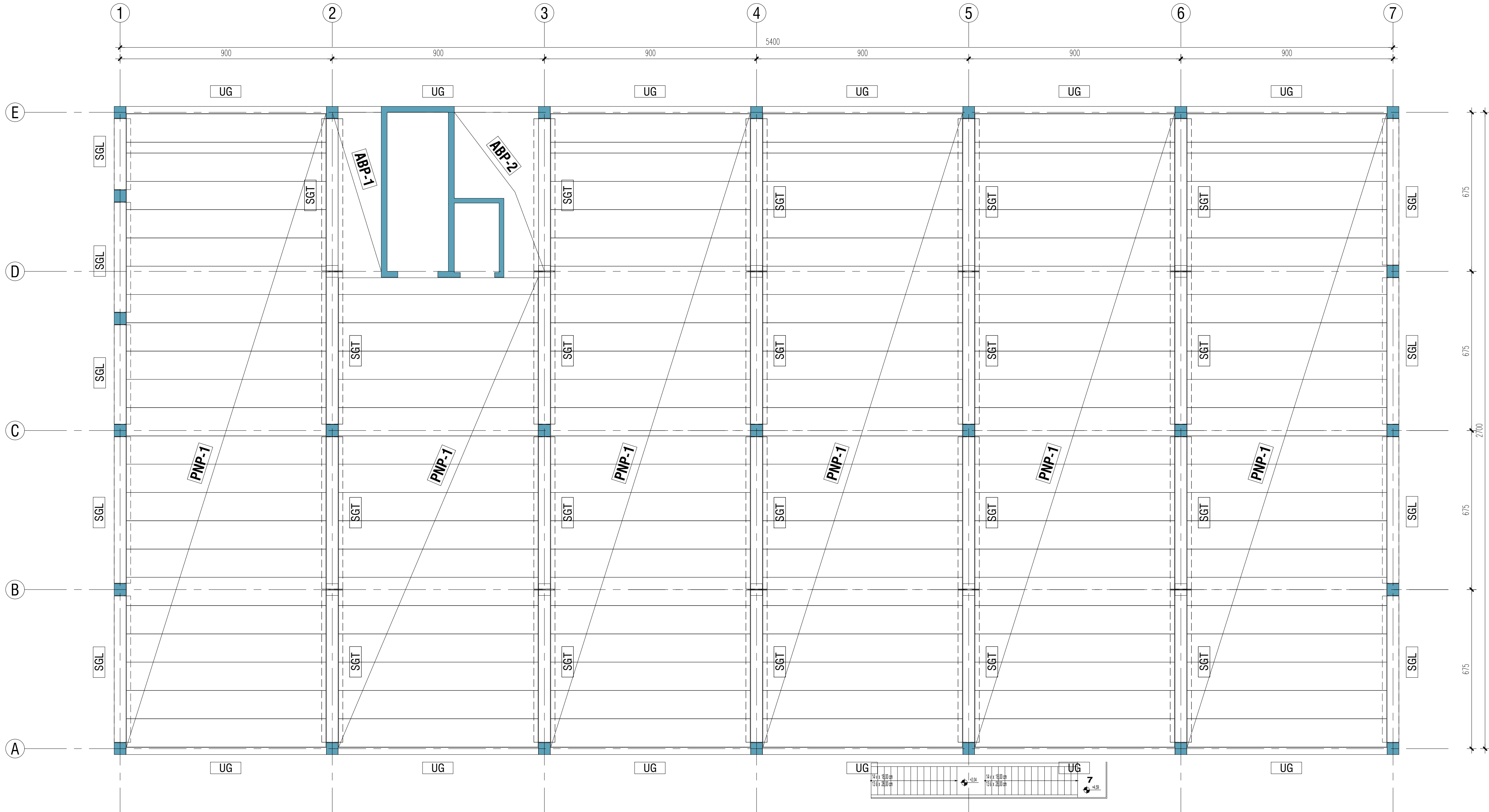


Respect-ing d.o.o.
za inženjering u graditeljstvu

Ilirska 27, 31000 Osijek
t + 385 31 368 052

www.respect-ing.hr
respect-ing@respect-ing.hr

Investitor :	DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU Kamila Firingera 1 Osijek	Projektant :	Zoran Kalember, dipl.ing.grad.	Sadržaj :	TLOCRT PRIZEMLJA
Gradevina :	Gradevina javne i društvene namjene Državni arhiv	Mjerilo :	1:100	Oznaka projekta :	020-06B/2024
Lokacija :	na k.č.br. 925/2 k.o. Tvrđavica-Podravlje Princa Eugena Savojskog, Podravlje	Datum :	lipanj 2024.	List :	02
Projekt :	Glavni projekt Građevinski projekt konstrukcije				
Zajednička oznaka :	020/2024				



GLAVNI PROJEKT - GRAĐEVINSKI PROJEKT
ZGRADA DRŽAVNOG ARHIVA
na k.č.br. 925/2 k.o. Tvrđavica-Podravlje
NIVO STROPNE PLOČE, mj 1:100



Respect-ing d.o.o.
za inženjering u graditeljstvu

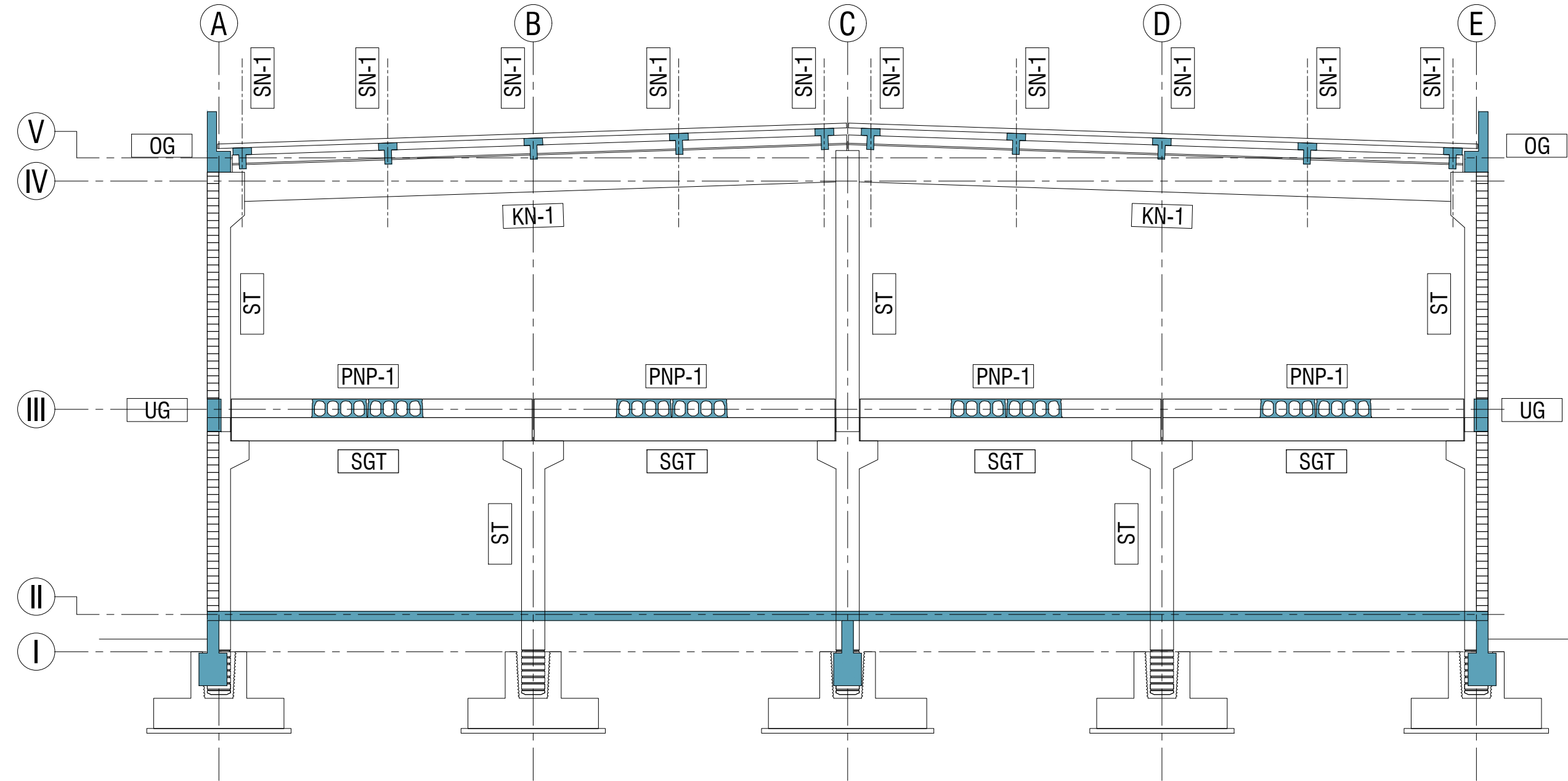
Ilirska 27, 31000 Osijek
t + 385 31 368 052

www.respect-ing.hr
respect-ing@respect-ing.hr

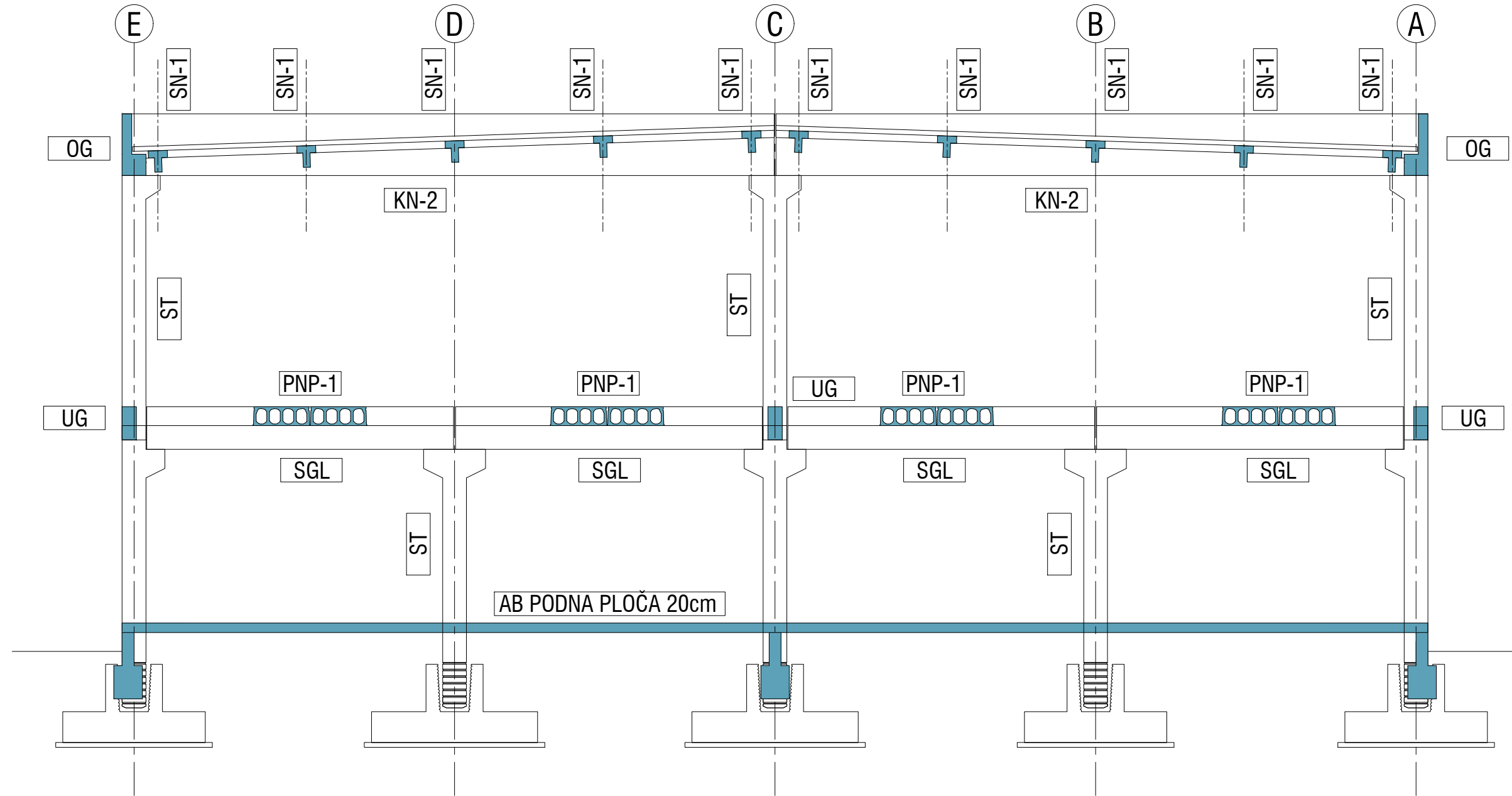
Investitor : DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU
Kamila Firingera 1
Osijek
Građevina : Građevina javne i društvene namjene
Državni arhiv
Lokacija : na k.č.br. 925/2 k.o. Tvrđavica-Podravlje
Princa Eugena Savojskog, Podravlje
Projekt : Glavni projekt
Građevinski projekt konstrukcije
Zajednička oznaka : 020/2024

Projektant : Zoran Kalember, dipl.ing.grad.
Sadržaj : NIVO STROPNE PLOČE
Mjerilo : 1:100
Oznaka projekta : 020-06B/2024
Datum : lipanj 2024.
List : 03

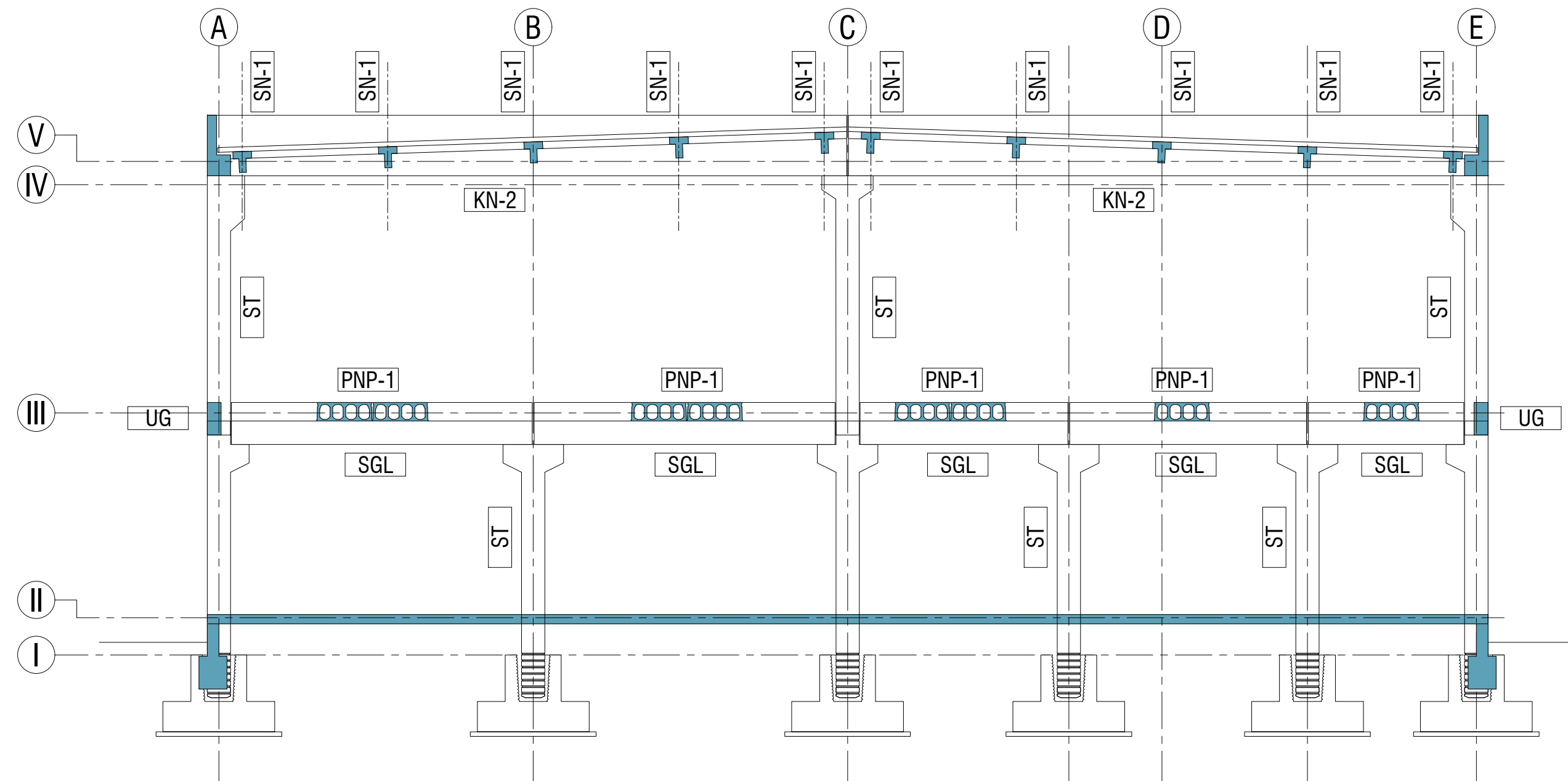
POPREČNI PRESJEK U OSI "2" - "6"



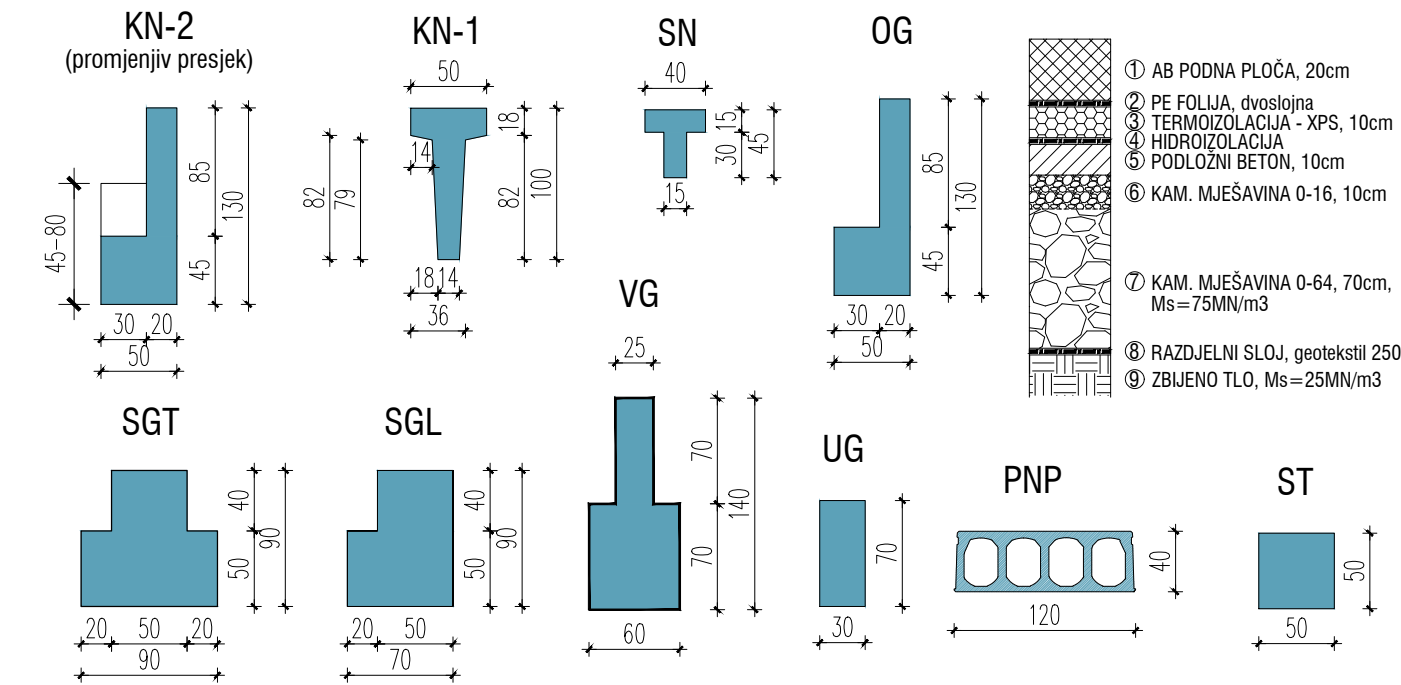
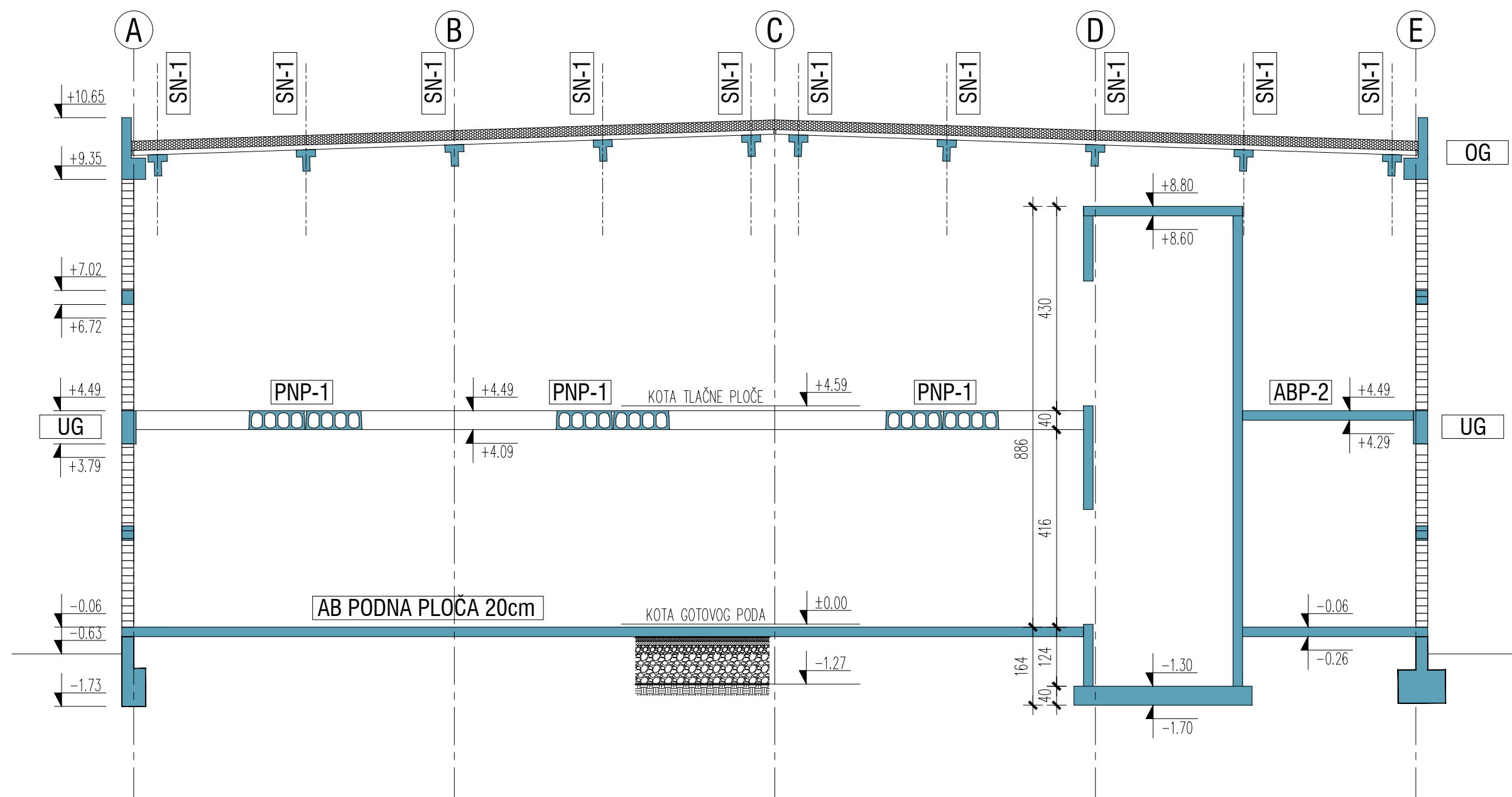
POPREČNI PRESJEK U OSI "7"



POPREČNI PRESJEK U OSI "1"



POPREČNI PRESJEK U OSI "a"



GLAVNI PROJEKT - GRAĐEVINSKI PROJEKT
ZGRADA DRŽAVNOG ARHIVA
na k.č.br. 925/2 k.o. Tvrđavica-Podravlje
POPREČNI PRESJECI, mj 1:100



Respect-ing d.o.o.
za inženjering u graditeljstvu

Ilirska 27, 31000 Osijek
t + 385 31 368 052

www.respect-ing.hr
respect-ing@respect-ing.hr

Investitor : DRŽAVNI ARHIV U OSIJEU
Kamila Firnigera 1
Osijek.
Građevina : Građevina javne i društvene namjene
na k.č.br. 925/2 k.o. Tvrđavica-Podravlje
Princa Eugena Savojskog, Podravlje.
Projekt : Glavni projekt
Građevinski projekt konstrukcije
Zajednička oznaka : 020/2024

Projektant : Zoran Kalember, dipl.ing.grad.

Sadržaj : POPREČNI PRESJECI

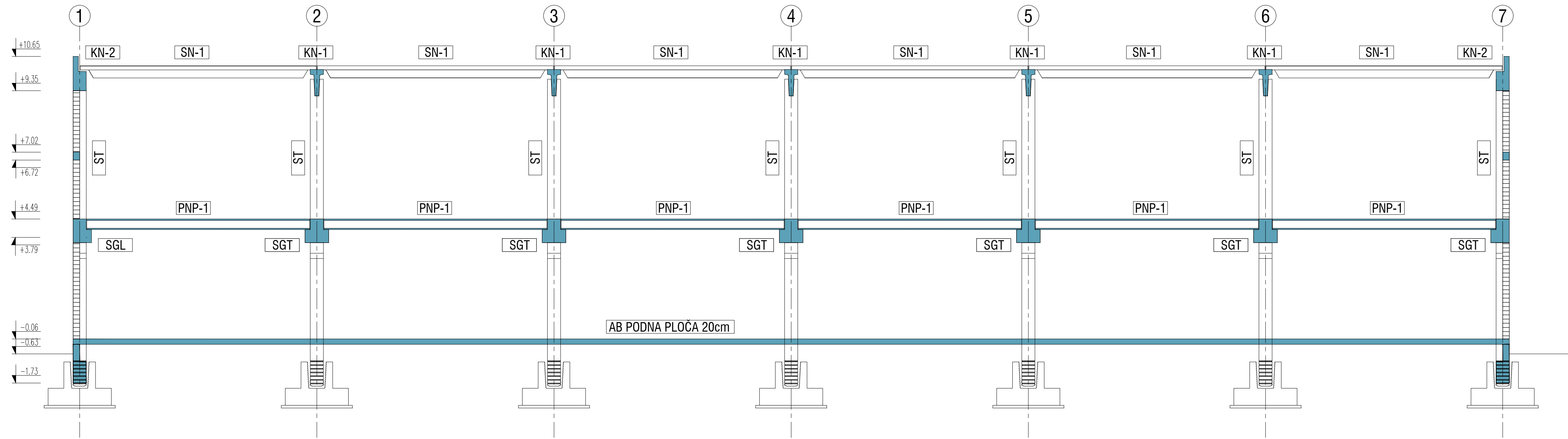
Mjerilo : 1:100

Oznaka projekta : 020-068/2024

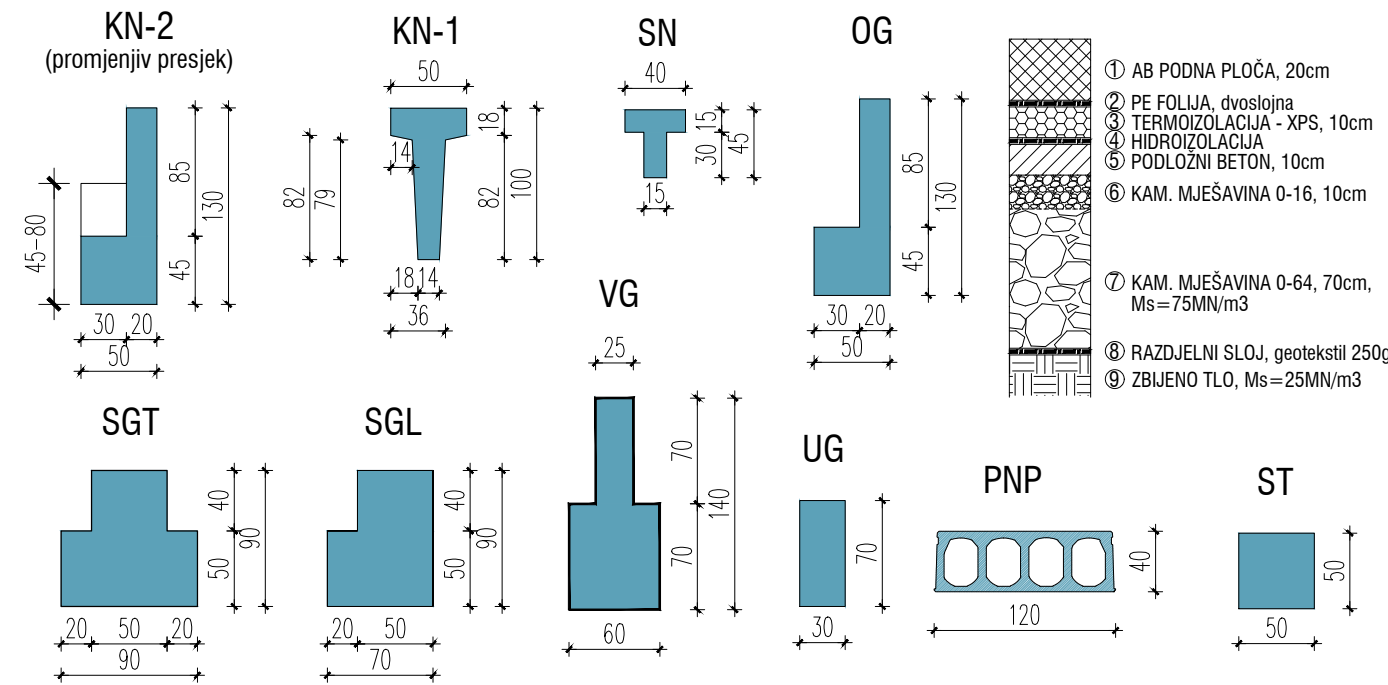
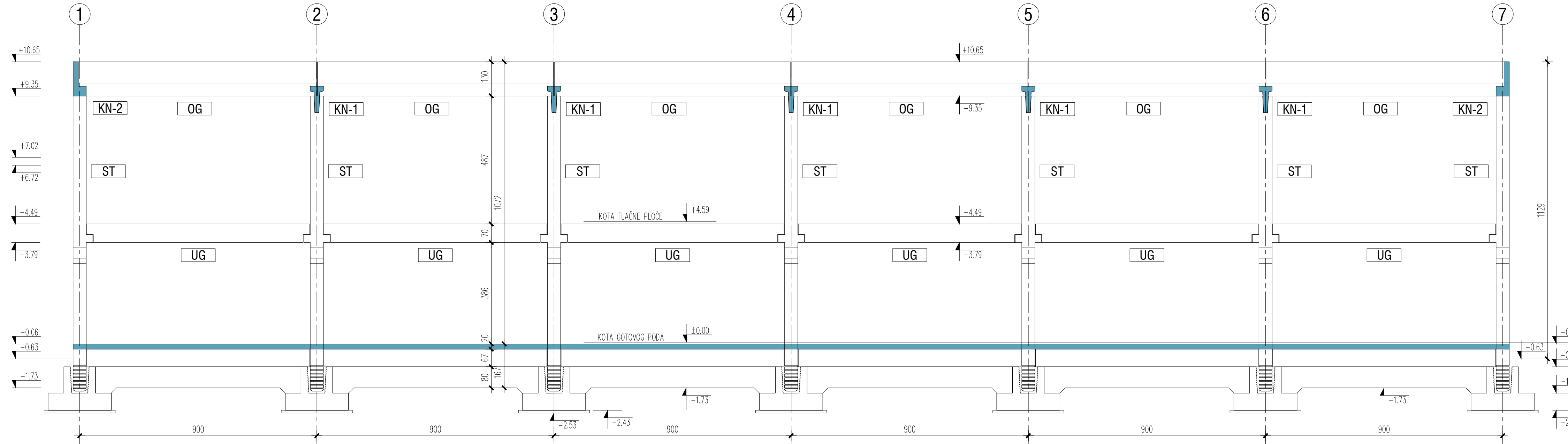
Datum : lipanj 2024.

List : 05

UZDUŽNI PRESJEK U OSI "b"



UZDUŽNI PRESJEK U OSI "A" I "D"



GLAVNI PROJEKT - GRAĐEVINSKI PROJEKT
ZGRADA DRŽAVNOG ARHIVA
na k.č.br. 925/2 k.o. Tvrđavica-Podravlje
UZDUŽNI PRESJECI, mj 1:100



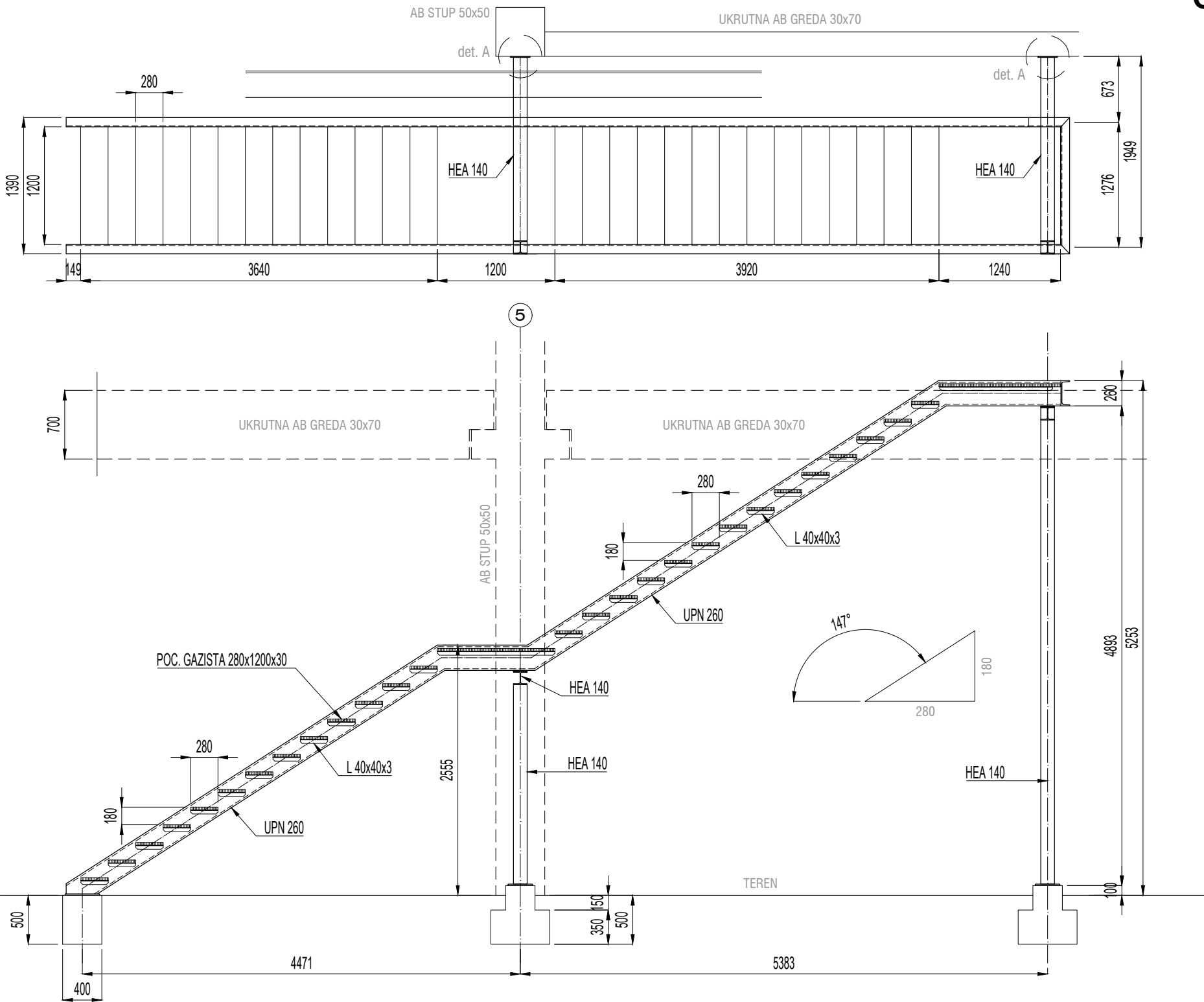
Respect-ing d.o.o.
za inženjering u graditeljstvu

Ilirska 27, 31000 Osijek
t + 385 31 368 052

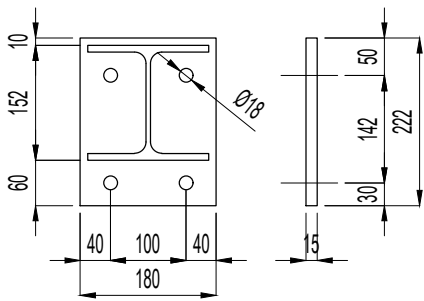
www.respect-ing.hr
respect-ing@respect-ing.hr

Investitor :	DRŽAVNI ARHIV U OSIJEU Kamila Firlingera 1 Osijek	Projektant :	Zoran Kalember, dipl.ing.grad.	Sadržaj :	UZDUŽNI PRESJECI
Gradovina :	Gradovina javne i društvene namjene Državni arhiv			Mjerilo :	1:100
Lokacija :	na k.č.br. 925/2 k.o. Tvrđavica-Podravlje Princa Eugena Savojskog, Podravlje			Oznaka projekta :	020-06B/2024
Projekt :	Glavni projekt Građevinski projekt konstrukcije			Datum :	lipanj 2024.
Zajednička oznaka :	020/2024			List :	06

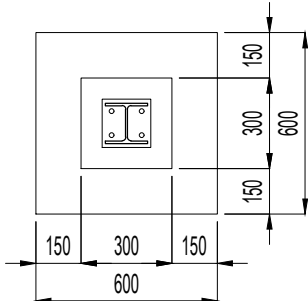
GLAVNI PROJEKT - GRAĐEVINSKI PROJEKT
ZGRADA DRŽAVNOG ARHIVA
na k.č.br. 925/2 k.o. Tvrđavica-Podravlje
VANJSKO STUBIŠTE, mj 1:50



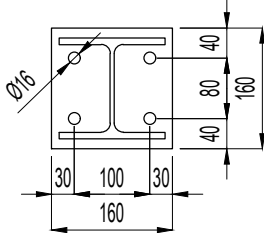
DETALJ A, m1:10
SIDRENI VIJAK 4M16



DETALJ B, m1:25



DETALJ B1, m1:10
SIDRENI VIJAK 4M14



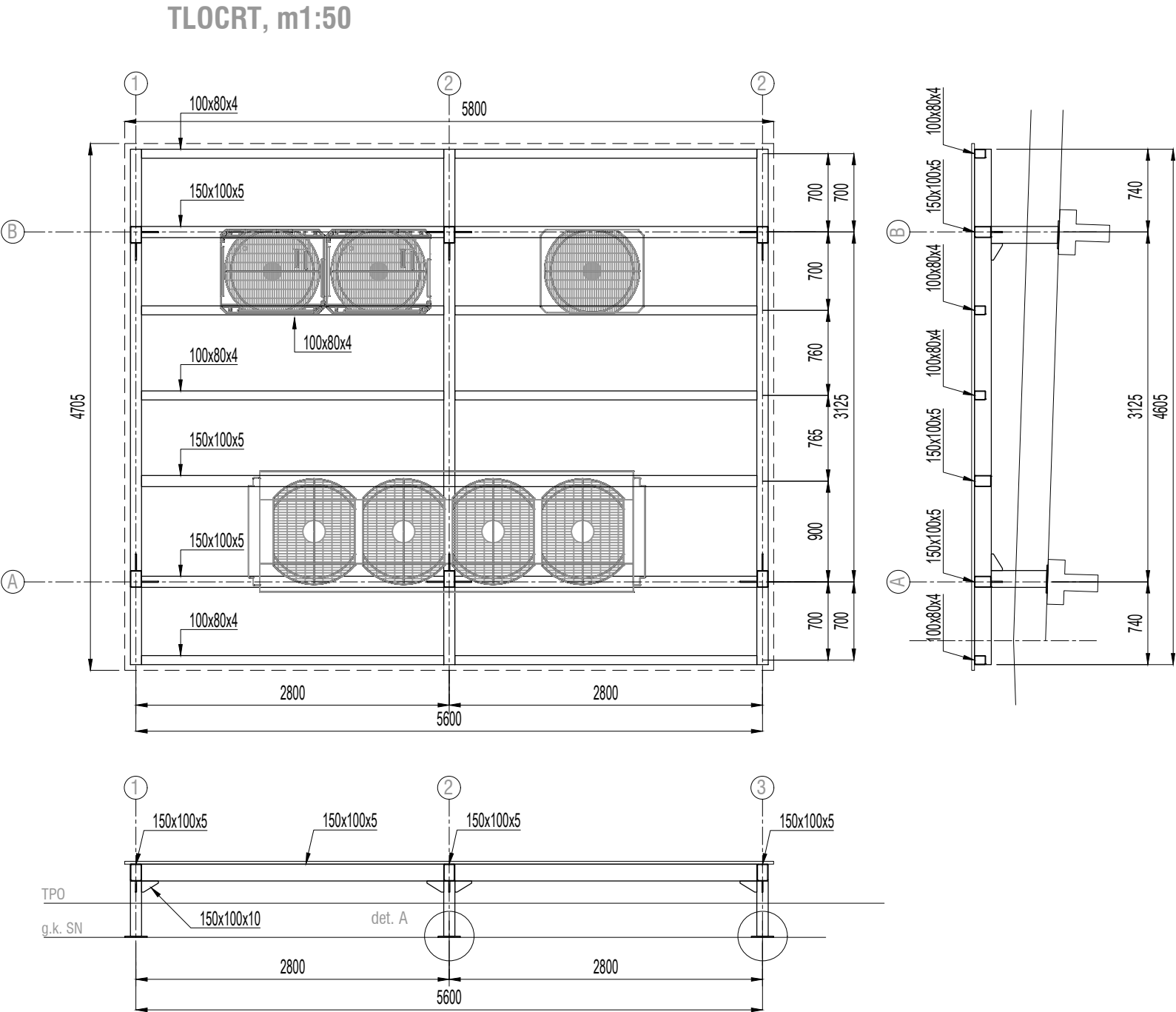
Respect-ing d.o.o.
za inženjering u graditeljstvu

Ilirska 27, 31000 Osijek
+ 385 31 368 052

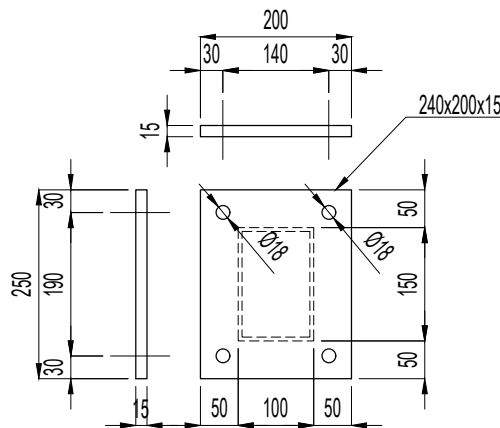
www.respect-ing.hr
respect-ing@respect-ing.hr

Investitor :	DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU Kamila Firingera 1 Osijek	Projektant :	Zoran Kalember, dipl.ing.grad.	Sadržaj :	VANJSKO STUBIŠTE
Gradovina :	Gradovina javne i društvene namjene Državni arhiv			Mjerilo :	1:50
Lokacija :	na k.č.br. 925/2 k.o. Tvrđavica-Podravlje Princa Eugena Savojskog, Podravlje			Oznaka projekta :	020-06B/2024
Projekt :	Glavni projekt Građevinski projekt konstrukcije			Datum :	lipanj 2024.
Zajednička oznaka :	020/2024			List :	07

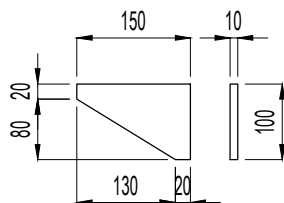
GLAVNI PROJEKT - GRAĐEVINSKI PROJEKT
ZGRADA DRŽAVNOG ARHIVA
na k.č.br. 925/2 k.o. Tvrđavica-Podravlje
KROVNA PLATFORMA, mј 1:50



DETALJ A, m1:10



DETALJ UKRUTE, m1:10



Respect-ing

Respect-ing d.o.o.
za inženjering u graditeljstvu

Ilirska 27, 31000 Osijek
t + 385 31 368 052

www.respect-ing.hr
respect-ing@respect-ing.hr

Investitor :	DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU Kamila Firingera 1 Osijek	Projektant :	Zoran Kalember, dipl.ing.grad.	Sadržaj :	KROVNA PLATFORMA
Gradovina :	Gradovina javne i društvene namjene Državni arhiv			Mjerilo :	1:50
Lokacija :	na k.č.br. 925/2 k.o. Tvrđavica-Podravlje Princa Eugena Savojskog, Podravlje			Oznaka projekta :	020-06B/2024
Projekt :	Glavni projekt Građevinski projekt konstrukcije			Datum :	lipanj 2024.
Zajednička oznaka :	020/2024			List :	08



Respect-ing

Respect-ing d.o.o.
za inženjering u graditeljstvu
HR74 25000091102184314
72061576990

a.os Š. Petöfia 59
31000 Osijek

t +385.31.368.052
f +385.31.300.211
e respect-ing@respect-ing.hr
w www.respect-ing.hr

PROJEKTNII URED:	Respect-ing d.o.o. za inženjering u graditeljstvu Ulica Šandora Petöfia 59, 31000 Osijek OIB: 72061576990
INVESTITOR:	DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU Ulica Kamila Firingera 1, 31000 Osijek OIB: 61338774671
NAZIV GRAĐEVINE: LOKACIJA GRAĐENJA:	GRAĐEVINA JAVNE I DRUŠTVENE NAMJENE DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU na k.č.br. 925/2; k.o. Tvrđavica-Podravlje Princa Eugena Savojskog, Podravlje
RAZINA RAZRADE PROJEKTA: VRSTA PROJEKTA:	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE
BROJ PROJEKTA I MAPE:	020-06B/2024– MAPA 2

SADRŽAJ

4. STRANICA ZA OVJERU PROJEKTA OD STRANE SLUŽBENIH OSOBA

NAZIV I MJESTO GRAĐEVINE: DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU na k.č.br. 925/2; k.o. Tvrđavica-Podravlje	GLAVNI PROJEKT GRAĐEVINSKI PROJEKT KONSTRUKCIJE 020-06B/2024, lipanj 2024.	INVESTITOR: DRŽAVNI ARHIV U OSIJEKU Ulica Kamila Firingera 1, 31000 Osijek
---	---	---