Copying, reproduction or any use not in conformity with the intended aplication and without consent of the *URBANE IDEJE* d.o.o., Samobor, limited liability company is not permitted.

Umnožavanje, pretisak i upotreba izvan namjene i bez odobrenja *URBANE IDEJE d.o.o., Samobor* nije dopušteno.

URBANE IDEJE d.o.o.
za projektiranje i nadzor
Ljudevita Gaja 26A
10430 Samobor
tel: +385 1 33 74 341

Projekt konstrukcije
POSLOVNO PROIZVODNA GRAĐEVINA
k.č.br. 945/71, k.o. Murvica

BP: 65/2020-G, ZOP: 65/2020-KEL
MAPA: 2
LIST / LISTOVA: 1/267
Rev.0

Investitor:
KELAVA d.o.o. OIB: 83734471660
Hrvatskog sabora 1b, Zadar

Naziv građevine:
PROIZVODNO-POSLOVNA GRAĐEVINA

Namjena građevine:
Proizvodno-poslovna

Lokacija građevine:
k.č.br. 945/71, k.o. Murvica

Razina razrade / Vrsta projekta:
Glavni projekt / Projekt konstrukcije

MAPA 2:

GRAĐEVINSKI PROJEKT / PROJEKT KONSTRUKCIJE (**knjiga 2/1 - hala**)

Glavni projektant:
Mario Gudelj, mag.ing.arch.
A-4662

Mario Gudelj
Digitally signed by Mario Gudelj
DN: c=HR, o=HRVATSKA KOMORA ARHITEKATA, 2.5.4.97=VATHR-85986018932, ou=Identification, sn=Gudelj, givenName=Mario, serialNumber=PNOHR-17217525696, cn=Mario Gudelj
Date: 2020.11.23 10:14:36 +01'00'

Projektant:
Mate Baričević, dipl.ing.građ.
G-5562

Mate Baričević
Digitally signed by Mate Baričević
DN: c=HR, o=HKIG, 2.5.4.97=VATHR-65080653676, ou=Identification, sn=Baričević, givenName=Mate, serialNumber=PNOHR-08842452563, cn=Mate Baričević
Date: 2020.11.23 12:28:01 +01'00'

Suradnik:
Stojan Vrkić, dipl.ing.građ.

Projektantski ured:
Urbane ideje d.o.o. (OIB: 30740253189), Ljudevita Gaja 26A, 10430 Samobor

Odgovorna osoba:
Roko Dropuljić, dipl.ing.građ.
Direktor

ROKO DROPULJIĆ
Digitally signed by ROKO DROPULJIĆ
Date: 2020.12.11 15:19:43 +01'00'

ZOP:
65/2020-KEL

Broj projekta:
65/2020-G

Mjesto i datum:
Samobor, studeni 2020.

Datum izrade: lipanj 2020.

Kontrola:

Investitor:	KELAVA d.o.o. Hrvatskog sabora 1b, Zadar
Građevina:	PROIZVODNO-POSLOVNA GRAĐEVINA
Lokacija:	k.č.br. 945/71 k.o. Murvica
Razina projekta:	Glavni projekt
Broj projekta:	65/2020-G
ZOP:	65/2020-KEL

OVJERA REVIDENTA

Pregledao ovlašteni revident za:
Mehaničku otpornost i stabilnost betonskih i zidanih konstrukcija

Red. br. evidencije: 84/15 (HKIG broj R-38)
mr. sc. Dragan KOVAČ, dipl. ing. građ.

Potpis i pečat revidenta: G 3849

Hrvatska komora inženjera građevinarstva

Digitally signed by DRAGAN KOVAČ
Date: 2020.11.23 17:42:54 +01'00'

Investitor: KELAVA d.o.o.
Hrvatskog sabora 1b, Zadar

Građevina: PROIZVODNO-POSLOVNA GRAĐEVINA

Lokacija: k.č.br. 945/71
k.o. Murvica

Razina projekta: Glavni projekt

Broj projekta: 65/2020-G

ZOP: 65/2020-KEL

POPIS MAPA

1. ARHITEKTONSKI PROJEKT
Tvrtka: URBANE IDEJE d.o.o.
Projektant: Mario Gudelj, mag.ing.arch.
Broj projekta: 65/2020

2. GRAĐEVINSKI PROJEKT – PROJEKT KONSTRUKCIJE
Tvrtka: URBANE IDEJE d.o.o.
Projektant: Mate Baričević, dipl.ing.građ.
Broj projekta: 65/2020-G

3. ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT
Tvrtka: URBANE IDEJE d.o.o.
Projektant: Tatjana Bačan, mag.ing.el.
Broj projekta: 65/2020-EL

4. PROJEKT VODOVODA I KANALIZACIJE
Tvrtka: APZ HIDRIA d.o.o.
Projektant: Damir Keglević, dipl.ing.građ.
Broj projekta: 60-2020

5. PROJEKT STROJARSKIH INSTALACIJA
Tvrtka: TERMOPROJEKTING d.o.o.
Projektant: Tomislav Vučinić, dipl.ing.stroj.
Broj projekta: 1289

6. ARHITEKTONSKI PROJEKT – PROJEKT RACIONALNE UPORABE ENERGIJE I TOPLINSKE ZAŠTITE U ZGRADI
Tvrtka: URBANE IDEJE d.o.o.
Projektant: Mario Gudelj, mag.ing.arch.
Broj projekta: 65/2020-F

7. PROJEKT PROMETNIH POVRŠINA
Tvrtka: URBANE IDEJE d.o.o.
Projektant: Mario Gudelj, mag.ing.arch.
Broj projekta: 65/2020-P

Investitor: KELAVA d.o.o.
Hrvatskog sabora 1b, Zadar

Građevina: PROIZVODNO-POSLOVNA GRAĐEVINA

Lokacija: k.č.br. 945/71
k.o. Murvica

Razina projekta: Glavni projekt

Broj projekta: 65/2020-G

ZOP: 65/2020-KEL

SADRŽAJ MAPA 2: PROJEKT KONSTRUKCIJE

A - OPĆI DOKUMENTI

PRESLIKA IZVATKA IZ SUDSKOG REGISTRA **6**
RJEŠENJE O IMENOVANJU PROJEKTANTA **10**
PRESLIKA RJEŠENJA O UPISU PROJEKTANTA U HKIG **11**
IZJAVA O USKLAĐENOSTI PROJEKTA SA ZAKONIMA I TEHNIČKOM REGULATIVOM **14**

B - OPĆI TEHNIČKI UVJETI IZVOĐENJA RADOVA I PROGRAM KONTROLE KVALITETE

C - TEHNIČKI DIO

1. TEHNIČKI OPIS **40**
2. ANALIZA OPTEREĆENJA **44**
3. PRORAČUN KROVNIH I ZIDNIH PANELA **56**
4. PRORAČUN ČELIČNE POTKONSTRUKCIJE PANELA **92**
5. PRORAČUN KROVNE AB KONSTRUKCIJE **145**
6. PRORAČUN VERTIKALNIH ELEMENATA - STUPOVI **198**
7. PRORAČUN TEMELJNE KONSTRUKCIJE **236**
8. ANALIZA AB KONSTRUKCIJE NA POŽAR **260**
9. PROCJENA TROŠKOVA GRAĐENJA **262**
10. SHEMA POZICIJA **263**

A - OPĆI DOKUMENTI

PRESLIKA IZVATKA IZ SUDSKOG REGISTRA

REPUBLIKA HRVATSKA
JAVNI BILJEŽNIK
Palinić-Čulin Sandra
Samobor, Gajeva 35

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

MBS:
080699115

OIB:
30740253189

TVRTKA:
1 URBANE IDEJE društvo s ograničenom odgovornošću za projektiranje i nadzor

1 URBANE IDEJE d.o.o.

SJEDIŠTE/ADRESA:
8 Samobor (Grad Samobor)
Ljudevita Gaja 26 A

PRAVNI OBLIK:
1 društvo s ograničenom odgovornošću

PREDMET POSLOVANJA:

1	*	- projektiranje, građenje, uporaba i uklanjanje građevina
1	*	- nadzor nad gradnjom
1	*	- savjetovanje u vezi s poslovanjem i upravljanjem
1	*	- promidžba (reklama i propaganda)
1	*	- kupnja i prodaja robe
1	*	- obavljanje trgovačkog posredovanja na domaćem i inozemnom tržištu
1	*	- zastupanje stranih tvrtki
1	*	- poslovanje nekretninama
4	*	- Energetsko certificiranje, energetski pregled zgrade i redoviti pregled sustava grijanja i sustava hlađenja ili klimatizacije u zgradi
4	*	- Djelatnost elektroničkih komunikacijskih mreža i usluga
4	*	- Univerzalne usluge s područja elektroničkih komunikacija
4	*	- Usluga s posebnom tarifom
4	*	- Djelatnost pružanja audio i/ili audiovizualnih medijskih usluga
4	*	- Djelatnost pružanja usluga elektroničkih publikacija
4	*	- Djelatnost objavljivanja audiovizualnog i radijskog programa
4	*	- Djelatnost pružanja medijskih usluga televizije i/ili radija
4	*	- Audiovizualne djelatnosti
4	*	- Komplementarne djelatnosti audiovizualnim djelatnostima
4	*	- Tiskanje časopisa i drugih periodičnih publikacija, knjiga i brošura, glazbenih djela i glazbenih rukopisa, karata i atlasa, plakata, igraćih karata, reklamnih kataloga, prospekata i drugih tiskanih oglasa, djelovodnika, albuma, dnevnika, kalendara, poslovnih obrazaca i drugih tiskanih komercijalnih publikacija, papirne robe za osobne potrebe i drugih

Izrađeno: 2019-01-15 10:37:30
Podaci od: 2019-01-15
D004
Stranica: 1 od 4

REPUBLIKA HRVATSKA
JAVNI BILJEŽNIK
Palinić-Čulin Sandra
Samobor, Gajeva 35

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

PREDMET POSLOVANJA:

tiskanih publikacija
4 * - Djelatnost nakladnika
4 * - Distribucija tiska
4 * - Djelatnost javnog informiranja
4 * - Usluge informacijskog društva
4 * - Računalne i srodne djelatnosti
4 * - Fotografske djelatnosti
6 * - tehničko ispitivanje i analiza
6 * - izrada procjene opasnosti
6 * - osposobljavanje za rad na siguran način
6 * - ispitivanje strojeva i uređaja s povećanim opasnostima i ispitivanja u radnom okolišu
6 * - provjera strojeva i uređaja, osobnih zaštitnih sredstava i opreme
11 * - geodetska djelatnost
11 * - djelatnost snimanja iz zraka

OSNIVAČI/ČLANOVI DRUŠTVA:

2 Roko Dropuljić, OIB: 55824742481
Samobor, Dr. Milana Bogdanovića 15
10 - član društva

10 Mate Baričević, OIB: 08842452563
Zagreb, Rudeška cesta 234
10 - član društva

OSOBE OVLAŠTENE ZA ZASTUPANJE:

1 Roko Dropuljić, OIB: 55824742481
Samobor, dr. Milana Bogdanovića 15
1 - direktor
1 - zastupa pojedinačno i samostalno

7 Bojan Horvat, OIB: 92393650679
Zagreb, Pavlenski put 5/O
7 - prokurist
7 - od 1. ožujka 2016. godine

10 Mate Baričević, OIB: 08842452563
Zagreb, Rudeška cesta 234
10 - direktor
10 - zastupa društvo pojedinačno i samostalno, postao direktor dana 09.04.2018. godine

TEMELJNI KAPITAL:
1 21.000,00 kuna

PRAVNI ODNOSI:
Osnivački akt:
1 Društveni ugovor o osnivanju d.o.o. od 01.06.2009. godine.
4 Odlukom jedinog člana društva od 21.02.2014.godine, izmjenjuje se djelatnost društva i izmjenjuje se Društveni ugovor o osnivanju od dana 01.06.2009.godine u cijelosti.

REPUBLIKA HRVATSKA
JAVNI BILJEŽNIK
Palinić-Čulin Sandra
Samobor, Gajeva 35

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

PRAVNI ODNOSI:

Osnivački akt:

Društveni ugovor o osnivanju od dana 01.06.2009.godine, mijenja se u cijelosti i zamjenjuje novim tekstom Društvenog ugovora od dana 21.02.2014. godine.

U potpunosti se usvaja novi tekst Društvenog ugovora od dana 21.02.2014.godine.

6 Odlukom jedinog člana društva od 10.02.2016. godine izmjenjuje se djelatnost društva i izmjenje se Društveni ugovor od dana 21.02.2014. godine u cijelosti. Društveni ugovor od dana 21.02.2014. godine mijenja se u cijelosti i zamjenjuje novim tekstom Društvenog ugovora od 10.02.2016. godine koji je dostavljen sudu u zbirku isprava.

9 Odlukom člana društva od 09.04.2018. godine u cijelosti je izmijenjen Društveni ugovor od 10.02.2016. godine i u potpunom tekstu dostavljen u zbirku isprava.

10 Odlukom članova društva od 09.04.2018. godine izmijenjen je u cijelosti Društveni ugovor od 09.04.2018. godine i u potpunom tekstu dostavljen u zbirku isprava.

11 Odlukom članova društva od dana 19.09.2018.godine, mijenja se predmet poslovanja-djelatnost društva i izmjenjuje se Društveni ugovor od dana 09.04.2018.godine i to u čl. 5. i zamjenjuje novim tekstom Društvenog ugovora od dana 19.09.2018.godine. Usvaja se novi tekst Društvenog ugovora od dana 19.09.2018.godine u cijelosti.

FINANCIJSKA IZVJEŠĆA:

	Predano	God.	Za razdoblje	Vrsta izvještaja
eu	08.06.18	2017	01.01.17 - 31.12.17	GFI-POD izvještaj

Upise u glavnu knjigu proveli su:

RBU	Tt	Datum	Naziv suda
0001	Tt-09/6483-2	09.06.2009	Trgovački sud u Zagrebu
0002	Tt-13/9730-2	23.04.2013	Trgovački sud u Zagrebu
0003	Tt-14/60-3	03.02.2014	Trgovački sud u Zagrebu
0004	Tt-14/4962-2	06.03.2014	Trgovački sud u Zagrebu
0005	Tt-14/19547-2	22.08.2014	Trgovački sud u Zagrebu
0006	Tt-16/5474-2	24.02.2016	Trgovački sud u Zagrebu
0007	Tt-16/7080-2	08.03.2016	Trgovački sud u Zagrebu
0008	Tt-16/34221-2	07.10.2016	Trgovački sud u Zagrebu
0009	Tt-18/14839-2	12.04.2018	Trgovački sud u Zagrebu
0010	Tt-18/14840-2	12.04.2018	Trgovački sud u Zagrebu
0011	Tt-18/35586-2	04.10.2018	Trgovački sud u Zagrebu
eu	/	23.06.2010	elektronički upis
eu	/	30.06.2011	elektronički upis
eu	/	26.06.2012	elektronički upis
eu	/	24.05.2013	elektronički upis

REPUBLIKA HRVATSKA
JAVNI BILJEŽNIK
Palinić-Čulin Sandra
Samobor, Gajeva 35

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

Upise u glavnu knjigu proveli su:

RBU	Tt	Datum	Naziv suda
eu	/	17.06.2014	elektronički upis
eu	/	11.06.2015	elektronički upis
eu	/	11.05.2016	elektronički upis
eu	/	28.06.2017	elektronički upis
eu	/	08.06.2018	elektronički upis

Pristojba: 10,00
Nagrada: 20,00

JAVNI BILJEŽNIK
Palinić-Čulin Sandra
Samobor, Gajeva 35

ZA JAVNOG BILJEŽNIKA
SANDRA PALINIĆ - ČULIN
Javnobilježnički prisjednik
MARIJA SOKO

REPUBLIKA HRVATSKA 3 SAMOBOR SANDRA PALINIĆ-ČULIN JAVNI BILJEŽNIK

Izrađeno: 2019-01-15 10:37:30
Podaci od: 2019-01-15

D004
Stranica: 4 od 4

URBANE IDEJE d.o.o.
Ljudevita Gaja 26 A
10 430 Samobor

Temeljem čl. 49. i čl. 51. Zakona o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19) i čl. 17. i čl. 22. Zakona o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje (NN 78/15, 118/18, 110/2019) donosi se:

RJEŠENJE
O IMENOVANJU PROJEKTANTA

kojim se: Mate Baričević, dipl.ing.građ.

imenuje za: Projektanta

izrade: Projekta konstrukcije

građevine: PROIZVODNO-POSLOVNA GRAĐEVINA
k.č.br. 945/71
k.o. Murvica

Naručitelj: KELAVA d.o.o.
Hrvatskog sabora 1b, Zadar

Obrazloženje:
Mate Baričević, dipl.ing.građ., obzirom na stručnu spremu, radno iskustvo, položen stručni ispit te status ovlaštenog inženjera građevinarstva pri Hrvatskoj komori inženjera građevinarstva (UP/I-360-01/16-01/270, urbroj: 500-03-16-2 od 30.08.2016.), ispunjava uvjete predviđene Zakonom o prostornom uređenju i gradnji, te je odlučeno kao u izreci ovog rješenja.

Samobor, studeni 2020. godine.

Direktor:

Roko Dropuljić, dipl.ing.građ.

URBANE IDEJE d.o.o. za projektiranje i nadzor SAMOBOR

PRESLIKA RJEŠENJA O UPISU PROJEKTANTA U HKIG

REPUBLIKA HRVATSKA

HRVATSKA KOMORA
INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
10000 Zagreb, Ulica grada Vukovara 271

KLASA: UP/I-360-01/16-01/270
URBROJ: 500-03-16-2
Zagreb, 30. kolovoza 2016. godine

Hrvatska komora inženjera građevinarstva na temelju članka 26. stavka 5. i članka 27. Zakona o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju ("Narodne novine", broj 78/15.) odlučujući o zahtjevu koji je podnio **Mate Baričević, Zagreb, Rudeška cesta 234,** donosi sljedeće

RJEŠENJE

1. U Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva upisuje se **Mate Baričević, dipl.ing.građ., Zagreb, Rudeška cesta 234, OIB 08842452563,** pod rednim brojem **5562,** s danom upisa **30.08.2016**. godine.

2. Upisom u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva **Mate Baričević, dipl.ing.građ.**, stječe pravo na uporabu strukovnog naziva **"ovlašteni inženjer građevinarstva"** i pravo na obavljanje stručnih poslova temeljem članka 48., 50., 53. stavak 1. i 2., 55. Zakona o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje ("Narodne novine", broj 78/15.), te ostala prava i dužnosti sukladno ovom Zakonu, posebnim zakonima i propisima donesenim temeljem tih zakona, te općim aktima Komore.

3. Ovlaštenom inženjeru građevinarstva Hrvatska komora inženjera građevinarstva izdaje **"pečat i iskaznicu ovlaštenog inženjera građevinarstva"**, koje su vlasništvo Komore.

Obrazloženje

Dana 29.07.2016. godine Mate Baričević, dipl.ing.građ., podnio je zahtjev za upis u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva.

U prilogu zahtjeva, podnositelj zahtjeva je podnio slijedeću dokumentaciju:
- presliku važećeg osobnog dokumenta,
- presliku diplome,
- presliku suplementa diplome,
- presliku Uvjerenja o položenom stručnom ispitu za obavljanje poslova prostornog uređenja i graditeljstva,
- dokaz o radnom stažu (Elektronički zapis o podacima evidentiranim u matičnoj evidenciji Hrvatskog zavoda za mirovinsko osiguranje),
- preslike gotovih naslovnica projekata potpisane i ovjerene od odgovornog projektanta na kojima se navode suradnici u projektiranju,

- dokaz o uplati upisnine u iznosu od 1.000,00 kn,
- 70,00 kn Upravne pristojbe (biljezi RH),
- jednu fotografiju veličine 35x45 mm.

Prema odredbi članka 27. Zakona o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju pravo na upis u imenik ovlaštenih arhitekata, ovlaštenih arhitekata urbanista, odnosno ovlaštenih inženjera Komore ima fizička osoba koja kumulativno ispunjava sljedeće uvjete:

1. da je završila odgovarajući preddiplomski i diplomski sveučilišni studij ili integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni studij i stekla akademski naziv magistar inženjer, ili da je završila
2. odgovarajući specijalistički diplomski stručni studij i stekla stručni naziv stručni specijalist inženjer ako je tijekom cijelog svog studija stekla najmanje 300 ECTS bodova, odnosno da je na drugi način propisan posebnim propisom stekla odgovarajući stupanj obrazovanja odgovarajuće struke,
3. da je po završetku odgovarajućeg diplomskog sveučilišnog studija ili po završetku odgovarajućeg specijalističkog diplomskog stručnog studija provela na odgovarajućim poslovima u struci najmanje dvije godine, da je po završetku odgovarajućeg diplomskog sveučilišnog studija ili odgovarajućeg specijalističkog diplomskog stručnog studija provela na odgovarajućim poslovima u struci najmanje jednu godinu, ako je uz navedeno iskustvo po završetku odgovarajućeg preddiplomskog sveučilišnog ili po završetku odgovarajućeg preddiplomskog stručnog studija stekla odgovarajuće iskustvo u struci u trajanju od najmanje tri godine, odnosno bila zaposlena na stručnim poslovima graditeljstva i/ili prostornoga uređenja u tijelima državne uprave ili jedinica lokalne i područne (regionalne) samouprave, te zavodima za prostorno uređenje županije, odnosno Grada Zagreba najmanje deset godina,
4. da je ispunila uvjete sukladno posebnim propisima kojima se propisuje polaganje stručnog ispita.

U postupku koji je prethodio donošenju ovog rješenja izvršen je uvid u priloženu dokumentaciju i utvrđeno je da je zahtjev podnositelja osnovan, te da podnositelj udovoljava kumulativno svim uvjetima za upis u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva koji su propisani člankom 27. Zakona o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju.

Podnositelj zahtjeva stekao je pravo na uporabu strukovnog naziva „ovlašteni inženjer građevinarstva" i pravo na obavljanje stručnih poslova temeljem članka 48., 50., 53 stavak 1. i 2., 55. Zakona o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje, te ostala prava i dužnosti sukladno ovom Zakonu, posebnim zakonima i propisima donesenim temeljem tih zakona, te općim aktima Komore.

Ovlašteni inženjer građevinarstva dužan je izvršavati navedene stručne poslove sukladno zakonu te temeljnim načelima i pravilima struke koje treba poštovati ovlašteni inženjer građevinarstva.

Pravo na obavljanje navedenih stručnih poslova prestaje s prestankom članstva u Komori, u skladu s člankom 34. i 35. Zakona o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju.

Ovlaštenom inženjeru građevinarstva Hrvatska komora inženjera građevinarstva izdaje "pečat i iskaznicu ovlaštenog inženjera građevinarstva", sukladno članku 26. stavku 5. Zakona o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju.

Ovlašteni inženjer građevinarstva dužan je plaćati Hrvatskoj komori inženjera građevinarstva članarinu i ostala davanja koja utvrde tijela Komore, osim u slučaju mirovanja članstva i privremenog prekida obavljanja djelatnosti, a pri prestanku članstva u Komori dužan je podmiriti sve dospjele financijske obveze prema Komori, sve sukladno članku 13. stavku 1. točki 5. Statuta Hrvatske komore inženjera građevinarstva.

Ovlašteni inženjer građevinarstva dobiva putem Hrvatske komore inženjera građevinarstva Potvrdu o polici osiguranja od profesionalne odgovornosti kod odabranog osiguravatelja. Polica se izdaje na razdoblje od godine dana i obnavlja svake godine. Premija osiguranja plaća se sa članarinom, odnosno uračunava se u iznos članarine, sve u skladu s člankom 55. Stavcima 1. i 2. Zakona o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju.

Ovlašteni inženjer građevinarstva uplatio je za upis Hrvatskoj komori inženjera građevinarstva upisninu u iznosu od 1.000,00 kn sukladno članku 13. stavku 1. točki 4. Statuta Hrvatske komore inženjera građevinarstva.

Upravna pristojba plaćena je upravnim biljegom emisije Republike Hrvatske koji je zalijepljen na podnesak i poništen, u vrijednosti 20,00 kn (slovima: dvadeset kuna) prema tarifnom br. 1 i u vrijednosti od 50,00 kn (slovima: pedeset kuna), prema tar.br. 2. Zakona o upravnim pristojbama („Narodne novine" br. 8/96. 77/96. 131/97. 69/98. 66/99. 145/99. 116/00. 110/04. 150/05. 153/05. 129/06. 117/07. 25/08. 60/08. 20/10. 69/10. 126/11. 112/12. i 9/13.).

Sljedom navedenog, na temelju članaka 26. i 27. Zakona o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju, odlučeno je kao u izreci.

Predsjednik
Hrvatske komore inženjera građevinarstva

Zvonimir Sever, dipl.ing.građ.

Uputa o pravnom lijeku:

Protiv ovog rješenja dopuštena je žalba koja se podnosi Ministarstvu graditeljstva i prostornoga uređenja u roku 15 dana od dana dostave rješenja. Žalba se predaje neposredno ili šalje poštom u pisanom obliku, u tri primjerka, putem tijela koje je izdalo rješenje.

Na žalbu se plaća pristojba u iznosu od 50,00 kuna državnih biljega prema Tar.br. 3. Tarife upravnih pristojbi Zakona o upravnim pristojbama („Narodne novine" broj 8/96, 77/96, 131/97, 68/98, 66/99, 145/99, 30/00- Odluka Ustavnog suda, 116/00, 163/03, 17/04, 110/04, 141/04, 150/05, 153/05, 129/06, 117/07, 25/08, 60/08, 20/10, 69/10, 126/11, 112/12, 19/13, 80/13, 40/14, 69/14, 87/14, 94/14).

Dostaviti:
1. **Mate Barićević,**
   10000 Zagreb, Rudeška cesta 234
2. U Zbirku isprava Komore

IZJAVA O USKLAĐENOSTI PROJEKTA SA ZAKONIMA I TEHNIČKOM REGULATIVOM

Investitor: KELAVA d.o.o.
Hrvatskog sabora 1b, Zadar

Građevina: PROIZVODNO-POSLOVNA GRAĐEVINA

Lokacija: k.č.br. 945/71
k.o. Murvica

Razina projekta: Glavni projekt

Broj projekta: 65/2020-G

ZOP: 65/2020-KEL

U skladu sa Zakonom o gradnji (NN.br. 153/13, 20/17, 39/19 i 125/19) i Pravilnikom o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina (NN.br. 118/19) daje se

IZJAVA PROJEKTANTA
o usklađenosti glavnog projekta
Klijet, k.č.br. 2229/7, k.o. Slani Dol, 10430 Samobor

Ovaj projekt usklađen je sa sljedećim zakonima, tehničkim propisima i pravilnicima:

Zakoni:

Zakon o prostornom uređenju (NN.br. 153/13, 65/17, 39/19, 98/19)
Zakon o gradnji (NN.br. 153/13, 20/17, 39/19, 125/19)
Zakon o zaštiti okoliša (NN.br. 80/13, 153/13, 78/15, 12/18, 118/18)
Zakon o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje (NN.br. 78/15, 118/18, 110/19)
Zakon o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju (NN.br. 78/15, 114/18)
Zakon o građevinskoj inspekciji (NN.br. 153/13)
Zakon o zaštiti od požara (NN.br. 92/10)
Zakon o zaštiti na radu (NN.br. 71/14, 118/14, 154/14, 94/18, 96/18)
Zakon o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjeni sukladnosti (NN.br. 80/13, 14/14, 32/19)
Zakon o normizaciji (NN.br. 80/13)
Zakon o mjeriteljstvu (NN.br. 74/14, 111/18)
Zakon o mjernim jedinicama (NN.br. 58/93)
Zakon o građevnim proizvodima (NN.br. 76/13, 30/14, 130/17, 32/19)
Zakon o općoj sigurnosti proizvoda (NN.br. 30/09, 139/10, 14/14, 32/19)
Zakon o održivom gospodarenju otpadom (NN.br. 94/13, 73/17, 14/19)
Zakon o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara (NN. br. 69/99, 151/03, 157/03, 100/04, 87/09, 88/10, 61/11, 25/12, 136/12, 157/13, 152/14, 98/15, 44/17, 90/18)
Zakon o komunalnom gospodarstvu (NN.br. 68/18, 110/18)

Pravilnici:

Pravilnik o jednostavnim i drugim građevinama i radovima (NN.br. 112/17, 34/18, 36/19)
Pravilnik o nostrifikaciji projekata (NN.br. 98/99, 29/03, 20/17)
Pravilnik o kontroli projekata (NN.br. 32/14)
Pravilnik o razvrstavanju građevina u skupine po zahtijevnosti mjera zaštite od požara (NN.br. 56/12, 61/12)
Pravilnik o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara (NN.br. 29/13, 87/15)
Pravilnik o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama o sukladnosti i označavanju građevinskih proizvoda (NN.br. 103/08, 147/09, 87/10, 129/11)
Pravilnik o tehničkim dopuštenjima za građevne proizvode (NN.br. 103/08)
Pravilnik o nadzoru građevnih proizvoda (NN.br. 113/08)
Pravilnik o hrvatskim normama (NN.br. 22/96)
Pravilnik o mjernim jedinicama (NN.br. 88/15)
Pravilnik o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina (NN.br. 118/19)
Pravilnik o održavanju građevina (NN.br. 122/14)
Pravilnik o gospodarenju građevnim otpadom (NN.br. 38/08)
Pravilnik o zaštiti na radu za mjesta rada (NN.br. 29/13)

Tehnički propisi:

Tehnički propis o građevnim proizvodima (NN.br. 35/18)
Tehnički propis kojim se utvrđuju tehničke specifikacije za građevne proizvode u usklađenom području (NN.br. 04/15, 24/15, 93/15, 133/15, 36/16, 58/16, 104/16, 28/17, 88/17, 29/18)
Tehnički propisi za održavanje čeličnih konstrukcija za vrijeme eksploatacije (SL.br. 06/65)
Tehnički propisi za pregled i ispitivanja nosivih čeličnih konstrukcija (SL.br. 06/65)
Tehnički propis za građevinske konstrukcije (NN.br. 17/17)

Samobor, studeni 2020. godine.

Projektant:

Mate Baričević, dipl.ing.građ.

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Mate Baričević
dipl.ing.građ.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 5562

B - OPĆI TEHNIČKI UVJETI IZVOĐENJA RADOVA I PROGRAM KONTROLE KVALITETE

1. OPĆI PODACI I DEFINICIJE

1.1. PRIMJENA OPĆIH TEHNIČKIH UVJETA

Ovi tehnički uvjeti i program kontrole kvaliteta (u daljnjem tekstu Tehnički uvjeti) sadrže tehničke uvjete izvođenja radova, tehnologiju izvođenja i 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 građevina. Primjena ovih Tehničkih uvjeta je obavezna. Ovi tehnički uvjeti izrađeni su sukladno Zakonu o gradnji (NN. br. 153/13, 20/17, 39/19, 125/19). Svi sudionici u građenju (investitor, izvođač i dr.) dužni su se pridržavati odredbi navedenog zakona i drugih zakona, pravilnika i tehničkih propisa na koje upućuje navedeni zakon.

1.1.1. Investitor je dužan:

i. Projektiranje, građenje i nadzor povjeriti osobama ovlaštenim za obavljanje tih djelatnosti.
ii. Riješiti osiguranje zemljišta te sve imovinsko-pravne odnose.
iii. Prije gradnje ishoditi građevinsku dozvolu.
iv. Osigurati stručni nadzor nad građenjem.
v. Osigurati potrebni tehnološki i projektantski nadzor pri izvedbi nosive konstrukcije.
vi. Osigurati provedbu kontrolnih ispitivanja ugrađenih materijala pri izvedbi nosive konstrukcije.
vii. Po završetku gradnje poduzeti potrebne radnje za obavljanje tehničkog pregleda i ishođenje uporabne dozvole.
viii. Pridržavati se ostalih obveza po navedenom zakonu.

1.1.2. Izvođač je dužan:

i. Radove izvoditi prema ugovoru u skladu s građevinskom dozvolom i drugim dokumentima.
ii. Radove izvoditi prema Projektima za koje je izdana građevinska dozvola, a u skladu s tehničkim propisima i pravilima struke.
iii. Organizirati kontrolu svih radova u izvedbi.
iv. Radove izvoditi na način da 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.
v. Ugrađivati materijale, opremu i proizvode predviđene projektom, provjerene u praksi, a čija je kvaliteta dokazana certifikatima i tehničkim dopuštenjima sukladno važećim propisima i normama.
vi. Osigurati dokaze o kvaliteti radova i ugrađenih proizvoda i opreme, statistički obrađenim rezultatima obavljenih ispitivanja i na drugi način, te certifikatima izdanim prema važećim tehničkim propisima i svim uvjetima danim u ovom poglavlju.
vii. Izvođač je dužan odrediti voditelja građenja na projektiranom objektu, a prema potrebi i za pojedine vrste radova.
viii. Izraditi program popravaka eventualnih oštećenja pojedinih elemenata konstrukcije i predložiti ga nadzornom inženjeru i projektantu konstrukcije na odobrenje.
ix. Izvođač osigurava ili izrađuje svu navedenu dokumentaciju u potpoglavlju “Dokumentacija koju osigurava Izvođač radova”.

1.1.3. Dokumentacija koju osigurava Izvođač radova

Da bi se osigurao ispravan tok i kvaliteta građenja, Izvođač mora na gradilištu posjedovati odgovarajuću dokumentaciju za građenje i pridržavati se nje kako slijedi:
i. Lokacijsku dozvolu (ako je potrebna) i građevinsku dozvolu.
ii. Projektnu dokumentaciju potrebnu za izvođenje (glavni i izvedbeni projekt ovjeren od projektanata).
iii. Projekt pripremnih radova i organizacije gradilišta.
iv. Projekt tehnologije i izvođenja pojedinih radova.
v. Projekt zaštite gradilišta, radova u izgradnji, sigurnosti ljudi i zaštite na radu.
vi. Zapisnik o iskolčenju objekta i način osiguranja stalnih točaka iskolčenja.
vii. Uredno vođen građevinski dnevnik i građevinsku knjigu s obračunskim nacrtima.
viii. Dokumentaciju kojom se dokazuje tražena kvaliteta radova, konstrukcija i ugrađenog materijala i opreme. (potvrde o sukladnosti, uvjerenja, certifikati, jamstveni listovi i sl.) a naročito:
- Program ispitivanja kvalitete ugrađenog betona i Izvještaje o ispitivanju betona od strane ovlaštene institucije,
- Potvrde o sukladnosti čeličnih elemenata konstrukcije te dokaze kvalitete spojeva,
- Izvještaje o prethodnim ispitivanjima za materijale koji se ugrađuju, ako se proizvode na gradilištu,
- Izvještaje o svim ostalim ispitivanjima koja su provedena po nalogu za ispitivanju nadzornog inženjera ili bez njegovog naloga, a koja su potrebna radi dokazivanja kvalitete izvedenih radova i ugrađenih materijala.

1.1.4. 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:
i. Naziv materijala, laboratorijsku oznaku uzorka, količinu uzoraka, namjenu materijala, mjesto i vrijeme (datum) uzimanja uzorka te izvršenih ispitivanja, podatke o proizvođaču i investitoru, podatke o građevini za koju se uzimaju uzorci odnosno vrši ispitivanje.
ii. Prikaz svih rezultata, laboratorijskih, terenskih ispitivanja za koja se izdaje uvjerenje odnosno ocjena kvalitete.
iii. Ocjenu kvalitete i mišljenje o pogodnosti (uporabljivosti) materijala za primjenu na navedenoj građevini te rok do kojega vrijedi izvješće.
Uzimanje uzoraka i rezultati laboratorijskih ispitivanja moraju se upisivati u laboratorijsku i gradilišnu dokumentaciju (građevinski dnevnik).
Uz dokumentaciju koja prati isporuku proizvoda ili poluproizvoda proizvođač je dužan priložiti rezultate tekućih ispitivanja koja se odnose na isporučene količine.
Potrebno je provesti pregled i ispitivanje nosivih čeličnih konstrukcija glede geometrije, deformabilnosti nosive konstrukcije i vibracija sukladno važećem tehničkom propisu. Program ispitivanja potrebno je prethodno usuglasiti s nadzornim inženjerom i projektantom konstrukcije.
Sva izvješća, potvrde sukladnosti, certifikati i drugi dokazi kvalitete moraju se odmah po dobivanju dostaviti i nadzornom inženjeru.

1.2. NORME I PROPISI

Građenje objekta obavlja se na temelju slijedeće građevinske regulative i zakona, kao i drugih propisa:
• Zakon o gradnji (NN.br. 153/13, 20/17, 39/19, 125/19)
• Zakon o građevnim proizvodima (NN.br. 76/13, 30/14, 130/17, 32/19)
• Tehnički propis o građevnim proizvodima (NN.br. 35/18)
• Tehnički propis za građevinske konstrukcije (NN.br. 17/17)
• Pravilnik o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama o sukladnosti i označavanju građevinskih proizvoda (NN.br. 103/08, 147/09, 87/10, 129/11)
• Pravilnik o tehničkim dopuštenjima za građevne proizvode (NN.br. 103/08)
• Pravilnik o nadzoru građevnih proizvoda (NN.br. 113/08)
Nabavku opreme i materijala izvoditelj mora usuglasiti sa ovim propisima i važećim normama.

2. TEHNIČKI UVJETI ZA BETONSKU KONSTRUKCIJU

2.1. OPĆENITO

Proizvodnja, ugradnja i kontrola kvalitete obavljati će se u skladu s Tehničkim popisom za građevinske konstrukcije (NN 17/17), HRN 1128:2007 "Beton - Smjernice za primjenu norme HRN EN 206-1", HRN EN 2061:2006 "Beton -1. dio: Specifikacije, svojstva, proizvodnja i sukladnost" i HRN EN 13670:2010 "Izvedba betonskih konstrukcija", ovim tehničkim uvjetima, te odgovarajućim HRN normama.
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 sastave 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, sastojke i 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 objekta 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 suglasno s izvedbenim nacrtima.
Oborinsku i procjednu vodu na temeljnim plohama betoniranja Izvođač je dužan ukloniti na način kako je to propisano tehničkim uvjetima za iskop upotrebom crpki dovoljnog kapacitete, 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 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 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 očvrsnulog 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.

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 obvezno 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 očvrsnulog betona ocjenjivanjem rezultata ispitivanja uzoraka i dokazivanje karakteristične tlačne čvrstoće betona provodi se odgovarajućom primjenom kriterija iz Dodataka B norme HRN EN 206-1 »Ispitivanje identičnosti tlačne čvrstoće«.

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

2.2. KONTROLA KVALITETE

Propisane mjere kontrole kvalitete i nadzora osiguravaju da zahtljevana kvalitete bude i dosegnuta tijekom izvođenja.

2.2.1. Kontrola kvalitete materijala

Gotovi građevni proizvodi koji se ugrađuju moraju imati popratne certifikate suglasnosti i izjave suglasnosti proizvođača. Kontrola kvalitete podrazumijeva laboratorijska ispitivanja materijala, kao i ispitivanje izvedenih radova. Ispitivanje treba provoditi prema postupcima ispitivanja danim u normi HRN EN 206-1 (referencijski postupci ispitivanja) ili se mogu upotrijebiti drugi postupci ispitivanja ako su utvrđene veze ili pouzdani odnosi između rezultata tih postupaka ispitivanja i referencijskih postupaka.

2.2.2. Provjera sukladnosti

Provjera sukladnosti je dio vanjske provjere, a provodi se da bi se utvrdilo jesu li određena proizvodnja ili rad izvedeni prema ugovornim odredbama. Sustav potvrđivanja sukladnosti propisan je Pravilnikom o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama o sukladnosti i označavanju građevinskih proizvoda (NN.br. 103/08, 147/09, 87/10, 129/11, 118/19). U slijedećoj tablici dana je skupina radnji koje se provode u pojedinom sustavu ocjenjivanja sukladnosti.

1+	1	2+	3	4	SUSTAV
●	●	●	●	●	kontrola tvorničke proizvodnje
●	●	●			daljnje ispitivanje uzoraka koje uzima proizvođač
✓	✓	●	✓	●	ocjenjivanje svojstava građevnog proizvoda
✓	✓	✓			početni pregled proizvodnog pogona i kontrole tvorničke proizvodnje
✓	✓	✓			kontinuirani nadzor, ocjenjivanje i vrednovanje kontrole tvorničke proizvodnje
✓					ispitivanje slučajnih uzoraka koje uzima prijavljeno tijelo

● radnje koje provodi proizvođač

✓ radnje koje provodi prijavljeno tijelo

Kvaliteta upotrebljavanog građevinskog materijala i kvaliteta izvedenih radova mora biti popraćena odgovarajućim certifikatima i izjavama o sukladnosti. Slijedeća tablica prikazuje građevinske proizvodi obuhvaćene TPGK-om s pripadajućim normama, specifikacijama i sustavom potvrđivanja sukladnosti.

Građevni proizvod	Beton	Armatura, čelik za armiranje i čelik za prednapinjanje	Cement	Agregat	Dodaci betonu	Voda	Predgotov-ljeni betonski proizvodi	Proizvod za zaštitu i popravak betonske konstrukcije
TPBK Prilog	A	B	C	D	E	F	G	K
Norma specifikacija	*HRN EN 206-1*	*1. nHRN EN 10080-1do6* *2. nHRN EN 10138-1do4*	*1. HRN EN 197-1* *2. nHRN EN 197-1prA1* *3. HRN EN 197-4* *4. HRN EN 14216* *5. HRN B.C1.015*	*1. HRN EN 12620* *2. HRN EN 13055*	*1. HRN EN 934-2 do 6* *2. HRN EN 450-1* *3. HRN EN 13263-1* *4. HRN EN 12620* *5. HRN EN 12878* *6. HRN U.M1.035*	*HRN EN 1008*	*HRN EN 13369*	*HRN EN 1504-1 do 10*
Proizvodnja	1. Centralna betonara 2. Pogon za predgotovljene betonske elemente 3. Betonara na gradilištu	1. Centralna armiračnica 2. Armiračnica pogona za predgotovljene betonske elemente 3. Armiračnica na gradilištu 4. Tvornica čelika	1.Tvornica cementa 2. Distribucijski centar	1. Pogon za proizvodnju agregata (prirodnih, industrijski proizvedenih ili recikliranih)	1. Pogon za proizvodnju kemijskih dodataka 2. Temoelektrane 3. Tvornice ferolegura	Sve osim pitke vode	1. Tvornica predgotovlje-nih betonskih elemenata 2. Gradilište	
Sustav potvrđivanja	2+ (osim tlačne čvrstoće)	1+	1+	2+ u prijelaznom periodu od 2. godine je 1+	2+ (Kemijski dodaci betonu i Mineralni dodaci tip I) 1+ Mineralni dodaci tip II	-	2+ (za konstrukcijsku uporabu) 4 (za nekonstruk-cijsku uporabu)	
Nacionalna specifičnost	DA	NE	NE	Prijelazni period	NE	NE	NE	NE

2.2.3. Nadzor nad izvođenjem
Nadzor nad izvođenjem radova obavlja Nadzorni inženjer. Zahtjevana razina kontrole izvođenja odgovara EC 2.

2.3. MATERIJALI
Na osnovu rezultata početnih ispitivanja sastojaka i svojstava betona odabrati će se isporučioci sastojaka.
Odabrani cement, agregat i voda moraju zadovoljavati uvjete propisane u normi HRN EN 206-1 i tamo navedenim normama.
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 ispitivanja opreme i sastojaka betona provode se prema HRN EN 206-1.

2.3.1. 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 razred cementa pri čemu se pod vrstom cementa podrazumljeva cement određene oznake i određenog proizvođača.
Na prijedlog Izvođača, odluku o vrsti cementa donosi Projektant ili Nadzorni inženjer na temelju prethodnih ispitivanja i certifikata ovlaštene ustanove. Ovim projektom zahtijeva se da cementi trebaju biti razreda tlačne čvrstoće 42,5N prema normi HRN EN 197-1.

2.3.2. 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 jednom svaka tri mjeseca (postojanje soli, sadržaj organskih tvari).
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.

2.3.3. 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, normama na koje ta norma upućuje kao i odredbama TPGK.

Razred kvalitete i sva svojstva agregata određena su prema normi HRN EN 206-1 "Beton -1 dio Specifikacije, svojstva, proizvodnja i sukladnost" i drugim važećim HRN normama.

Potvrđivanje sukladnosti agregata provodi se prema odredbama dodatka za norme HRN EN 12620 i odredbama posebnog propisa (Pravilnik o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama sukladnosti i označavanju građevinskih proizvoda).

Kontrola agregata prije proizvodnje betona provodi su u centralnoj betonari (tvornici betona), u betonari pogona za predgotovljene betonske proizvode i u betonari na gradilištu prema normi HRN EN 206-1.

2.3.4. Dodaci betonu (kemijski i mineralni)

Kontrola kemijskog i mineralnog dodatka betonu provodi su u centralnoj betonari (tvornici betona), u betonari pogona za proizvodnju predgotovljenih betonskih proizvoda i u betonari na gradilištu prema normi HRN EN 206-1 (tablica na slijedećoj stranici). Preporučuje se uzimanje uzoraka i odlaganje za svaku isporuku.

Kemijski dodaci betonu

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 predočiti certifikat za svaku pošiljku svih dodataka Nadzornom inženjeru, koji odobrava upotrebu dodatka za svaku vrstu i svaki cement posebno. Za svaku pošiljku kemijskog dodatka izvođač mora prije uporabe, u laboratoriju gradilišta provjeriti njegovu kompatibilnost s betonom.

Mineralni dodaci betonu

Za konkretnu primjenu mineralnih dodatka izvođač mora pribaviti certifikat prije početka prethodnih ispitivanja.

Prethodna ispitivanja: Prikladnost mineralnih dodataka za konkretnu primjenu mora se utvrditi tijekom prethodnih ispitivanja betona.

Kontrolna ispitivanja: Izvođač je dužan predočiti certifikat za svaku pošiljku svih mineralnih dodataka Nadzornom inženjeru, koji odobrava upotrebu dodatka za svaku vrstu i svaki cement posebno.

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 promjene sadržaja ugljika koje mogu utjecati na aerirani beton	Svaka isporuka namijenjena aeriranom betonu kada tu informaciju nije dao dobavljač
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 sukladnosti ili certifikat o sukladnosti prema odgovarajućoj normi ili propisanim uvjetima			

2.3.5. Čelik za armiranje

Vrsta čelika za armiranje koja se upotrebljava mora biti sukladna Tehničkim propisima za građevinske konstrukcije (NN. br. 17/17).
Čelik za armiranje mora imati isprave o sukladnosti u skladu s Pravilnikom o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama o sukladnosti i označavanju građevnih proizvoda (NN.br. 103/08, 147/09, 87/10, 129/11).
Za armirano betonske konstrukcije predviđen je slijedeći čelik za armiranje:

Konstrukcijski elementi	Čelik za armiranje
Temelji, grede i stupovi	– **rebraste šipke B 500** razreda duktilnosti **B** (f_{yk} = 500 MPa - karakteristična granica razvlačenja)
Stropne ploče	– **rebraste šipke B 500** razreda duktilnosti **B** (f_{yk} = 500 MPa - karakteristična granica razvlačenja) – **zavarene mreže B 500** razreda duktilnosti **A** (f_{yk} = 500 MPa - karakteristična granica razvlačenja)
Zidovi	– **rebraste šipke B 500** razreda duktilnosti **B** (f_{yk} = 500 MPa - karakteristična granica razvlačenja) – **zavarene mreže B 500** razreda duktilnosti **B** (f_{yk} = 500 MPa - karakteristična granica razvlačenja)

Svojstava čelika potrebno je dokazati sukladno normi HRN EN 10020, nizovima normi HRN EN 1130 i normi HRN EN 10080. Nastavljanje armature zavarivanjem izvoditi sukladno normama HRN EN ISO 17660-1 i HRN EN ISO 17660-2.

2.4. RAZREDBA BETONA – SPECIFIKACIJE BETONA

Beton i armirani beton potrebno je proizvoditi, ugrađivati i kontrolirati u skladu s HRN 1128:2007 "Beton - Smjernice za primjenu norme HRN EN 206-1", HRN EN 206-1 "Beton -1. dio: Specifikacije, svojstva, proizvodnja i sukladnost" i HRN EN 13670:2010 "Izvođenje betonskih konstrukcija", te u njima propisanim normama.

Osnovni zahtjevi po dijelovima konstrukcije su:
a) Nearmirani elementi konstrukcije - podložni beton i elementi koji nemaju armaturu

Oznaka razreda	B2
OSNOVNI ZAHTJEVI	
razred tlačne čvrstoće	C12/15
razred izloženosti	X0
najveće zrno agregata, mm	16
razred konzistencije	S3

b) Temeljna konstrukcija – vanjski potpuno ukopani zaštićeni armiranobetonski elementi koji nisu izloženi kloridima iz sredstava za odmrzavanje

Oznaka razreda	B1
OSNOVNI ZAHTJEVI	
razred tlačne čvrstoće	C30/37
razred izloženosti	XC2
najveće zrno agregata, mm	32
razred sadržaja klorida	Cl 0,2
v/c omjer, max	0,65
razred konzistencije,	S3 ili S4
min. količina cementa (kg)	280
cementi koji se ne smiju koristiti za izradu betona	-
posebni zahtjev	-

c) Nosivi elementi konstrukcije - montažna konstrukcija

Oznaka razreda	B1
OSNOVNI ZAHTJEVI	
razred tlačne čvrstoće	C50/60
razred izloženosti	XC1
najveće zrno agregata, mm	16
razred sadržaja klorida	Cl 0,2
v/c omjer, max	0,55
razred konzistencije,	S4
min. količina cementa (kg)	300
cementi koji se ne smiju koristiti za izradu betona	-

Oznaka razreda	B1
OSNOVNI ZAHTJEVI	
razred tlačne čvrstoće	C30/37
razred izloženosti	XC4/XD1/XF3
najveće zrno agregata, mm	16
razred sadržaja klorida	Cl 0,2
v/c omjer, max	0,55
razred konzistencije,	S3 ili S4
min. količina cementa (kg)	320
cementi koji se ne smiju koristiti za izradu betona	cementi visoke topline hidratacije
posebni zahtjev	-

d) Parkirališta, staze, pločnici i sl. – vanjski horizontalni nezaštićeni armiranobetonski elementi koji su izloženi kloridima iz sredstava za odmrzavanje

Oznaka razreda	B1
OSNOVNI ZAHTJEVI	
razred tlačne čvrstoće	C35/45
razred izloženosti	XC4/XD3/XF4/XS1
najveće zrno agregata, mm	32 ili 16 (ovisno o dimenzijama i armiranosti elementa)
razred sadržaja klorida	Cl 0,2
v/c omjer, max	0,45
razred konzistencije,	S3 ili S4
min. količina cementa (kg)	340
cementi koji se ne smiju koristiti za izradu betona	cementi visoke topline hidratacije
posebni zahtjev	vodonepropusni beton – VDP 2

e) Vanjski nezaštićeni elementi – okoliš. – vanjski nezaštićeni armiranobetonski elementi koji su izloženi kloridima iz sredstava za odmrzavanje

Oznaka razreda	B1
OSNOVNI ZAHTJEVI	
razred tlačne čvrstoće	C30/37
razred izloženosti	XC4/XD1/XS1/XF3
najveće zrno agregata, mm	16
razred sadržaja klorida	Cl 0,2
v/c omjer, max	0,55
razred konzistencije,	S3 ili S4
min. količina cementa (kg)	320
cementi koji se ne smiju koristiti za izradu betona	cementi visoke topline hidratacije
posebni zahtjev	-

Sastav betona određuje se na osnovu početnih ispitivanja, koja se provode u laboratoriju proizvođača betona, a zatim s odabranim sastavima na betonari.
Ukoliko se beton proizvodi na gradilištu, Izvođač radova mora sastaviti Program početnih ispitivanja betona i sastojaka i predati ga nadzornom inženjeru na odobrenje 14 dana prije početka ispitivanja. Početnim ispitivanjima moraju se dokazati sva svojstva predviđena prethodnim tablicama.
Prodor vode kroz beton (vodonepropusnost) ispitati prema HRN EN 12390-8.
Primijeniti sastav betona kako bi se hidratacijska toplina velikih armiranobetonskih elemenata (temeljna ploča ispod tribina) svela na minimalnu moguću razinu. Također tehnologiju izvedbe prilagoditi kako se u betonu ne bi razvila veća temperatura od 65 °C.

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

2.6. ISPORUKA SVJEŽEG BETONA
2.6.1. Informacije korisnika betona proizvođaču
Korisnik će usuglasiti s proizvođačem:
• datum isporuke,
• vrijeme i
• količinu,
i informirati proizvođača o:
• posebnom transportu na gradilište,
• posebnim postupcima ugradnje,
• ograničenjima vozila isporuke, npr. tipa (agitirajuća ili neagitirajuća oprema), veličine, visine ili bruto težine.

2.6.2. 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 proizvođač prije isporuke betona, već 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.

2.6.3. 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 istovara,
• vrijeme završetka istovara.

2.6.4. 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.

2.6.5. 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.

2.6.6. 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 22, 23 i 24 EN 206. 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 godina, ako zakonske obveze ne traže duže razdoblje.

2.6.7. Vrednovanje i potvrđivanje sukladnosti
Proizvođač je odgovoran za ocjenu sukladnosti betona s uvjetovanim svojstvima te mora provoditi i sljedeće:
a) početno ispitivanje kad je traženo
b) kontrolu proizvodnje
c) kontrolu sukladnosti
Proizvođačevu kontrolu proizvodnje treba za sve betone klase iznad C16/20 vrednovati i pregledavati ovlašteno nadzorno tijelo i zatim ovjeriti ovlašteno certifikacijsko tijelo.
Proizvođač je odgovoran za održavanje sustava kontrole proizvodnje.

2.7. SKELE I OPLATE
2.7.1. 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 oštećivanje konstrukcije.
- Oblik, funkcioniranje, izgled i trajnost stalnih radova ne smiju biti ugroženi ni oštećeni svojstvima skela i oplate te njihovim uklanjanjem.
- Skele i oplate moraju zadovoljavati mjerodavne hrvatske i europske norme kao što je EN 1065.

2.7.2. Materijali

2.7.2.1. Općenito
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.

2.7.2.2. 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.

2.7.2.3.Oplate

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

2.7.2.4. Površinska obrada

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

2.7.2.5. 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.

2.8. ARMATURA I UGRADNJA ARMATURE

Armatura izrađena od čelika za armiranje prema odredbama ugrađuje se u armiranobetonsku konstrukciju prema projektu betonske konstrukcije, normi HRN EN 13670:2010 i normama na koje ta upućuje.
Izvođač mora prema normi HRN EN 13670:2010 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.
Savijanje, rezanje, prijevoz i skladištenje
Čelik za armiranje betona treba rezati i savijati prema projektnim specifikacijama. Pri tome:
- savijanje treba izvoditi jednolikom brzinom,
- savijanje čelika pri temperaturi ispod -5 °C, ako je dopušteno projektnim specifikacijama, treba izvoditi uz poduzimanje odgovarajućih posebnih mjera osiguranja,
- savijanje armature grijanjem smije se izvoditi samo uz posebno odobrenje u projektnim specifikacijama. Promjer trna za savijanje šipki treba biti prilagođen stvarnom tipu armature

2.9. BETONIRANJE

2.9.1. Uvjeti kakvoće betona

Beton mora biti proizveden prema uvjetima iz EN 206-1 i ovim tehničkim uvjetima

2.9.2. 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.

2.9.3. Kontrola prije betoniranja

Treba pripremiti planove betoniranja i nadzora kao i sve ostale mjere predviđene ovim Tehničkim uvjetima i projektom, a ako ne postoji projekt, a prema složenosti izvedbe je neophodan potrebo ga je Izraditi.
Treba po potrebi izvesti početno ispitivanje betoniranja pokusnom ugradnjom i to prije izvedbe dokumentirati. Sve pripremne radnje treba provjeriti i dokumentirati prema ovim uvjetima prije no što ugradnja betona počne.
Konstrukcijske spojnice moraju biti čiste i navlažene. Oplatu treba očistiti od prljavštine, leda, snijega ili vode. Ako se beton ugrađuje izravno na tlo, svježi beton treba zaštititi od miješanja s tlom i gubitka vode. Konstrukcijske elemente treba podložnim betonom od najmanje 3-5 cm odvojiti od temeljnog tla ili za odgovarajuću vrijednost povećati donji zaštitni sloj betona.
Temeljno tlo, stijena, oplata ili konstrukcijski dijelovi u dodiru s pozicijom koja se betonira trebaju imati temperaturu koja neće uzrokovati smrzavanje betona prije no što dostigne dovoljnu otpornost na smrzavanje.
Ugradnja betona na smrznuto tlo nije dopuštena ako za takve slučajeve nisu predviđene posebne mjere.
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.

2.9.4. 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.
Normalna debljina sloja ne bi smjela biti veća od visine uronjenog vibratora. Vibriranje treba izvoditi sustavnim vertikalnim uranjanjem vibratora tako da se površina donjeg sloja revibrira. Kod debljih slojeva je revibriranje površinskog sloja preporučljivo i radi izbjegavanja plastičnog slijeganja betona ispod gornjih 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. Korisno je dodatno vibriranje površina uz podupore.
Brzina ugradnje i zbijanja betona treba biti dovoljno velika da se izbjegnu hladne spojnice i dovoljno niska da se izbjegnu pretjerana slijeganja ili preopterećenje oplate i skela. Hladna spojnica se može stvarati tijekom betoniranja, ako beton ugrađenog sloja veže prije ugradnje i zbijanja narednog. Dodatni zahtjevi na postupak i brzinu ugradnje betona mogu biti potrebni kod posebnih zahtjeva za površinsku obradu.
Segregaciju betona treba pri ugradnji i zbijanju svesti na najmanju mjeru. Beton treba tijekom ugradnje i zbijanja zaštiti od insolacije, jakog vjetra, smrzavanja, vode, kiše i snijega. Naknadno dodavanje vode, cementa, površinskih otvrđivača ili sličnih materijala nije dopušteno.

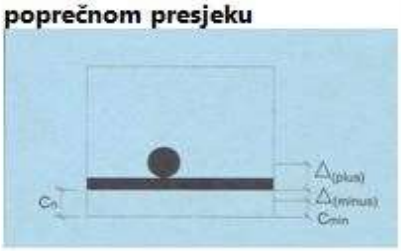
2.9.5. Njegovanje i zaštita

- 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 primijenjeni 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 uporabivosti (potvrđene certifikatom ili tehničkim dopuštenjem).

Postupci njegovanja trebaju osigurati nisku evaporaciju vlage iz površinskog sloja betona ili držati površinu stalno vlažnom.
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.

Primjena zaštitnih premaza nije dopuštena na konstrukcijskim spojnicama, 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 5 N/mm2). Najviša temperatura betona ne smije prijeći 65°C. Mogući negativni utjecaji visokih temperatura betona tijekom njegovanja uključuju: značajno smanjenje čvrstoće, značajno povećanje poroznosti, odloženo formiranje etringita, povećanje razlike temperature betoniranog i prethodnog elementa.

2.9.6. Geometrijske tolerancije
Izvedene dimenzije konstrukcija trebaju biti unutar najvećih dopuštenih odstupanja radi izbjegavanja štetnih utjecaja na:
• mehaničku otpornost i stabilnost u privremenom i kasnijem uporabnom stanju,
• ponašanje tijekom uporabe građevine,
• kompatibilnost postavljanja i izvedbe konstrukcije i njezinih 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 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. Dimenzije poprečnog presjeka, zaštitni sloj betona i položaj armature ne smiju odstupati od zadanih vrijednosti više nego što je prikazano na tablici ispod.

Br.	Tip odstupanja	Opis	Dopušteno odstupanje
1.	**Dimenzije poprečnog presjeka**		+ 10 mm
2.	**Položaj obične armature u poprečnom presjeku** 	Za sve h vrijednosti je: Δ(minus) a pozitivno za h< 150 mm h = 400 mm h > 2500 mm uz linearnu interpolaciju međuvrijednosti	 - 10 mm + 10 mm + 15 mm + 20 mm
c_{min} = traženi najmanji zaštitni sloj betona; c_n = nominalni zaštitni sloj = c + IΔ(minus)I c = stvarni zaštitni sloj; Δ = dopušteno odstupanje od c_n; h = visina poprečnog presjeka Uvjet: c + Δ(plus) > c_n - I Δ(minus)I Dopušteno pozitivno odstupanje zaštitnog sloja temelja i elemenata u temeljima može se povećati za 15 mm. Dano negativno odstupanje ne može.			
3.	**Preklopni spoj**	l preklopna duljina	- 0,06 l
4.	**Okomitost poprečnog presjeka**	a – duljina dimenzije poprečnog presjeka	ne više od 0,04a ili 10 mm
5.	**Ravnost** Oplaćena ili zaglađena površina Ne oplaćene površine : ➢ globalno ➢ lokalno	L = 2,0 m L = 0,2 m L = 2,0 m L = 0,2 m	9 mm 4 mm 15 mm 6 mm
6.	**Zakošenost poprečnog presjeka**	ne veće od h/25 ili b/25 ali ne više od 30 mm	
7.	**Ravnost bridova**	za dužine ≥ 1 m	8 mm

3. TEHNIČKI UVJETI ZA ČELIČNU KONSTRUKCIJU

Konstrukcija obrađena ovim rješenjima podliježe primjeni Tehničkog propisa za nosive građevinske konstrukcije (NN.br. 17/17).
Prema Zakonu o gradnji (NN. br. 153/13, 20/17, 39/19, 125/19) potrebno je radove izvoditi prema:
1. Glavnom projektu i građevinskoj dozvoli,
2. Ovjerenom i usklađenom izvedbenom projektu,
3. Tehnološkom projektu izrađenom od strane izvođača ili ovlaštene osobe

Izrada i montaža čelične konstrukcije povjerava se izvođaču koji ima potrebno ovlaštenje, provjereno iskustvo i reference na izradi ovog tipa konstrukcija. Izvođač radova treba prije izrade konstrukcije pregledati projektnu dokumentaciju, te sve nejasnoće ili eventualne neispravnosti razjasniti s nadzornim inženjerom i projektantom konstrukcije, te izraditi plan zavarivanja i montaže. Ove planove dostaviti na uvid nadzornom inženjeru odnosno projektantu prije pristupanja izradi konstrukcije.

Izvođač može tehničku dokumentaciju koju je dobio upotrebljavati isključivo za izradu konstrukcije obuhvaćene u ovom elaboratu.

Izvođač radova garantira za kvalitetu izrađene i montirane konstrukcije. Ugovorom se utvrđuju uvjeti garancije, ali u skladu s važećim propisima i uzancama. Način obračunavanja izvršenih radova pri montaži čelične konstrukcije utvrđuje se ugovorom između investitora i izvoditelja.

3.1. MATERIJAL ZA IZRADU ČELIČNE KONSTRUKCIJE

3.1.1. Kvaliteta čeličnih proizvoda

Tehnička svojstva i drugi zahtjevi proizvoda od čelika određuju se odnosno provode se prema normama navedenim "TPGK" (NN.br. 17/17) i normama na koje te norme upućuju. Konstrukcijski elementi čelične

Konstruktivni elementi	Materijal
Čelična potkonstrukcija fasade	**S235JR** HRN EN 10020:2008

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 S235JR prema HRN EN 10034
VKR-profili, Toplo oblikovani cijevni profili S235JR prema HRN EN 10210-2
KKR-profili, Hladno oblikovani cijevni profili S235JR prema HRN EN 10219-2
Kružne cijevi, normalno S235JR prema HRN EN 10219-2
UPE-profili S235JR prema HRN EN 10279
L-profili S235JR prema HRN EN 10056-2
Zavareni profili S235JR
Ploče za detalje (normalno) S235JR prema HRN EN 10025-2
Ploče vlačno naprezane okomito na površinu S235N-Z35 prema HRN EN 10164-Z35
Okrugle čelične šipke (vlačni elementi) S235JR prema HRN EN 10060.

Kvadratni cijevni profili projektirani su kao toplo oblikovane cijevi prema HRN EN 10210-2.

3.1.2. Dokaz kvalitete, dimenzije i tolerancije čeličnih proizvoda

Svi čelični proizvodi koji se koriste trebaju biti ispitani u skladu s odgovarajućom normom danom u točki 3.1.1.
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 normama danim u točki 3.1.1.

3.1.3. Zamjena materijala ili oblika

Kvaliteta materijala ili oblik čeličnog proizvoda, uz suglasnost projektanta, može se zamijeniti ako se može dokazati da konstrukcijska svojstva nisu manja od proračunom odabranih proizvoda te da je zadržana kompatibilnost s proračunatom konstrukcijom.

3.2. SPOJNI ELEMENTI (VIJCI I ZAVARI)

Radionički nacrti, radioniča izrada i montaža čelične konstrukcije treba biti u skladu s normama HRN EN 1090-1 i HRN EN 1090-2 te u skladu sa zahtjevima iz ovog elaborata.

3.2.1. Mehanički spojni elementi - vijci

Tehnička svojstva i drugi zahtjevi mehaničkih spojnih elemenata određuju se odnosno provode se prema normama navedenim "TPGK" (NN.br. 17/17) i normama na koje te norme upućuju. Vijčane veze glavne nosive konstrukcije izvode se vijcima u skladu s HRN EN 14399 kvalitete 8.8. ili 10.9 prema HRN EN898-1. Vijčane veze sekundarnih elemenata konstrukcije izvode se vijcima u skladu s HRN EN 15048 kvalitete 8.8 ili 10.9 prema HRN EN 898-1. Sidreni vijci čelične konstrukcije izvest će se minimalne kvalitete S355JR.
Vijci, matice i podloške koje će se primjenjivati pri montaži čelične konstrukcije biti će točno specificirane na izvedbenim nacrtima (radionička dokumentacija) u skladu s normama navedenim u točki 3.5. i sljedećim tablicama:

Neprednapeti konstrukcijski vijčani spojni elementi (HRN EN 15048-1:2008)	
Vijak	(HRN EN ISO 4017:2012) – k.v. 8.8 (HRN EN ISO 898-1:2009)
Matica	(HRN EN ISO 4032:2013) – k.v. 8 (HRN EN ISO 4032:2013)
Podloška	(HRN EN ISO 7089:2008) – k.v. 8 (HRN EN ISO 7089:2008)
Završna obrada	- Vruće cinčanje
Napomena: Završna obrada se odnosi na vijak, maticu i podlošku.	

Prednapeti konstrukcijski vijčani spojni elementi (HRN EN 14399-4:2008)	
Vijak	(HRN EN 14399-4:2008) – k.v. 10.9
Matica	(HRN EN 14399-4:2008) – k.v. 10
Podloška	(HRN EN 14399-6:2008) – k.v. 10
Završna obrada	- Vruće cinčanje
Napomena: Završna obrada se odnosi na vijak, maticu i podlošku.	

Pritezanje vijaka potrebno je izvesti u skladu sa silama pritezanja i postupcima definiranim u normi HRN EN 1993-1-8:2014/NA:2014.

3.2.2. Zavari i dodatni materijali za zavarivanje

Tehnička svojstva i drugi zahtjevi dodatnih materijala za zavarivanje određuju se odnosno provode prema normama navedenim "TPGK" (NN.br. 17/17) i normama na koje te norme upućuju.Zavari na čeličnoj konstrukciji će se točno prikazati i specificirati na izvedbenim nacrtima (radionička dokumentacija) u skladu s normama navedenim u točki 3.5.
Zahtljevana kvaliteta punila zavara kao što su: granica popuštanja, vlačna čvrstoća, relativna deformacija pri slomu i minimalna energija loma, treba biti jednaka ili bolja od zahtijevane kvalitete osnovnog materijala.

3.3. ANTIKOROZIVNA ZAŠTITA

Tehnička svojstva i drugi zahtjevi sustava antikorozivne zaštite određuju se odnosno provode se prema normama navedenim "TPGK" (NN.br. 17/17) i normama na koje te norme upućuju.

Konst. element	Trajnost AKZ	Sustav AKZ
Čelična potkonstrukcija fasade	Visoka H (> 15 godina)	Vruće cinčanje - niz normi HRN EN ISO 14713 -

Alternativno, antikorozivna zaštita i za čeličnu potkonstrukciju fasade i za nosive čelične konstrukcije pomoćnih objekata može se izvesti bojanjem **C2** prema nizu normi HRN EN ISO 12944.
Prije nanošenja premaza potrebno je pripremiti površinu sukladno zahtjevima stupnja P2 prema HRN EN ISO 8501-3, te abrazivno očistiti do traženog stupnja Sa 2 ½ prema HRN EN ISO 8501-1 kako bi se ujedno dobio i traženi profil hrapavosti koji odgovara stupnju Fine (S) prema HRN EN ISO 8503-2.
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).

3.4. RAZRED IZVOĐENJA ČELIČNE KONSTRUKCIJE

Izvođenje čelične konstrukcije te potrebna ispitivanja i postupke dokazivanja tehničke i/ili funkcionalne ispravnosti projektiranog dijela građevine potrebno je provesti u skladu sa "TPGK" (NN.br. 17/17), za klasu izvođenja prema

Konstruktivni element	Razred (klasa) izvedbe
Čelična potkonstrukcija fasade	**EXC2**

3.5. IZVOĐENJE ČELIČNE KONSTRUKCIJE I UPRAVLJANJE KVALITETOM

3.5.1. Proizvodi od čelika

U ovom projektu su predviđene vrste profila i kvaliteta materijala koji se treba koristiti za izvedbu čelične konstrukcije. Kvaliteta materijala ili oblik profila, uz suglasnost nadzornog inženjera i projektanta konstrukcije, može se zamijeniti ako se može dokazati da konstrukcijska svojstva nisu manje prikladna od proračunom odabranih i da kompatibilnost s proračunom je zadržana.
Potrebna ispitivanja u postupke dokazivanja uporabljivosti proizvoda od čelika određuju se, odnosno provode se prema normama nevedenim "TPGK" (NN.br. 17) i normama na koje te norme upućuju.
Potvrđivanje sukladnosti proizvoda od čelika provodi se:
- Prema postupku i kriterijima Dodatka ZA norme HRN EN 10025-1 za toplo valjane proizvode iz konstrukcijskog čelika, Dodatka ZA norme HRN EN 10210-1 za toplo oblikovane šuplje profile od nelegiranih i sitno zrnatih konstrukcijskih čelika, odnosno Dodatka ZA norme HRN EN 10219-1 za hladno oblikovane šuplje profile za čelične konstrukcije od nelegiranih i sitno zrnatih čelika, te odredbama "TPGK" (NN. br. 17/17) i posebnih propisa.
- Prema sustavu ocjenjivanja sukladnosti 2+ te primjerenim postupcima i kriterijima ocjenjivanja sukladnosti, za sva svojstva proizvoda od čelika određena odgovarajućom normom s popisa iz "TPGK" (NN.br. 17/17), koja svojstva se odnose na ispunjavanje bitnog zahtjeva mehaničke otpornosti i stabilnosti građevine te otpornosti na požar, za proizvode od čelika za koje norme ne sadrže Dodatak ZA, te odredbama "TPGK" (NN.br. 17/17) i posebnih propisa.Uzimanje uzoraka, priprema uzoraka i ispitivanje proizvoda od čelika, ovisno o vrsti proizvoda, provodi se prema normama na koje upućuje odgovarajuća norma "'TPGK" (NN.br. 17/17).

3.5.1.1. Kontrola ulaznog materijala

Predviđa se kontrola ulaznog materijala (elementi) u opsegu 10% šarži koje se koriste (prema izboru nadzornog inženjera), a minimalno po 1 šarža za:
- stupovi visine preko 12,0 m
- grede statičkog raspona preko 10,0 m
- rešetke statičkog raspona preko 10,0 m kontrolirat gornji i donji pojas rešetki,

Potrebno je provesti ispitivanje u akreditiranom laboratoriju slijedećih karakteristika materijala:
- granica razvlaćenja
- čvrstoća
- izduženje
- žilavost

Za odabrane šarže provodi se ispitivanje na jednom uzorku za kontrolu granice razvlačenja, čvrstoće i izduženja, te na jednom setu ozoraka (3 uzorka) za žilavost. Limovi trebaju biti kontrolirani ultrazvukom radi spriječavanja pojave dvoplatnosti za debljine ≥ 20 mm.

3.5.2. Mehanički spojni elementi

Točni vrste mehaničkih spojnih elemenata biti će dani u izvedbenom projektu.
Potrebna ispitivanja u postupke dokazivanja uporabljivosti mehaničkih spojnih elemanta određuju se, odnosno provode se prema normama navedenim u "TPGK" (NN.br. 17/17) i normama na koje te norme upućuju.
Potvrđivanje sukladnosti mehaničkih spojnih elemenata provodi se:
- prema postupku i kriterijima Dodatka ZA norma HRN EN 15048-1, i HRN EN 14399-1, te odredbama "TPGK" (NN.br. 17/17) i posebnog propisa.

Uzimanje uzoraka, priprema uzoraka i ispitivanje mehaničkih spojnih elemenata, ovisno o vrsti mehaničkog spojnog elementa, provodi se prema normama na koje upućuje odgovarajuća norma "TPGK" (NN.br. 17/17).

3.5.3. Zavarivanje

Točni oblici i dimenzije zavara biti će dani u izvedbenom projektu. Ovdje će se navesti samo preporuke i zahtjevi kojih je se potrebno pridržavati pri izradi izvedbene dokumentacije i izvođenja.

3.5.3.1. Općenito

Postupci zavarivanja trebaju biti u skladu s preporukama danim u normi HRN EN 1011. Općenito zavarivanje treba biti elektrolučno u skladu s HRN EN 1011-1, a prema potrebi i s HRN EN 1011-2, te drugim zahtjevima prikazanim u ovom poglavlju. Izvođač mora imati sustav za upravljanje zavarivanjem koji zadovoljava uvjete kvalitete definirane u normi HRN EN ISO 3834-3.
Sva dokumentacija zavarivanja (kvalifikacije zavarivača, zapisi kvalifikacija postupaka zavarivanja, specifikacije postupaka zavarivanja i povezane radne upute) za primjenu treba biti pregledana od strane osobe odgovorne za koordinaciju postupka zavarivanja. Ako je zahtijevano, dokumentacija se mora staviti na raspolaganje poslodavcu, inženjeru i, ako je isto imenovano, inspekcijskom tijelu.
Izvođač treba osigurati da su materijali koji se zavaraju kompatibilni s primijenjenim postupkom zavarivanja.
Spojevi trebaju biti pripremljeni u skladu s normama HRN EN ISO 9692-1 i HRN EN ISO 9692-2. Potrebno je poduzeti mjere opreza kako bi se osigurala čistoća spoja prije zavarivanja.
Potrebna ispitivanja u postupke dokazivanja uporabljivosti mehaničkih spojnih elemanta određuju se, odnosno provode se prema normama navedenim "TPGK" (NN.br. 17/17) i normama na koje te norme upućuju.
Potvrđivanje sukladnosti dodatnih elemenata za zavarivanje provodi se:
- prema postupku i kriterijima Dodatka ZA norme HRN EN 13479, te odredbama "TPGK" (NN.br. 17/17) i posebnog propisa.

Uzimanje uzoraka, priprema uzoraka i ispitivanje dodatnog materijala za zavarivanje, ovisno o vrsti, provodi se prema normama na koje upućuje odgovarajuća norma "TPGK" (NN.br. 17/17).

3.5.3.2. Osposobljenost zavarivača

Provjera osposobljenosti zavarivača treba biti u skladu sa zahtjevima norme HRN EN ISO 9606-1. Provjera

3.5.3.3. Postupak zavarivanja
Pismena specifikacija postupka zavarivanja treba biti dostupna u skladu s normom HRN EN ISO 15609-1 i provjerena u skladu s normom HRN EN ISO 15614-1 od strane izvođača čelične konstrukcije.
Ispitivač ili ispitno tijelo mora provjeriti da su zapisi kvalifikacija postupka zavarivanja u skladu s normom HRN EN ISO 15614-1.
Odgovarajuće radne upute trebaju biti izrađene iz zapisa kvalifikacija postupka zavarivanja pod nadzorom koordinatora postupka zavarivanja. Radne upute trebaju biti ili pismene specifikacije postupka zavarivanja ili moraju sadržavati sve relevantne informacije zahtijevane u pismenoj specifikaciji postupka zavarivanja u drugim formatima, koji odgovaraju sustavu izvođača čelične konstrukcije.

3.5.3.4. Postupak montaže
Kratki privremeni zavari mogu se koristiti pod uvjetom:
- da su položeni u područje koje se zavaruje te potom temeljito odstranjeni brušenjem tako da je sljedeće zavarivanje nepromijenjeno;
- da se obavljaju od strane zavarivača kvalificiranog kao u 3.5.3.2 kao kratka dužina normalnih zavara do dužine koja iznosi najmanje četiri debljine debljeg spojenog dijela dugog najmanje 50 mm, te da je postupak zavarivanja u skladu s točkom 3.5.3.3;
- da su naknadno potpuno rastopljeni pomoću postupaka zavarivanja kao u točki 3.5.3.3 te da se dokaže da su potpuno rastopljeni tijekom naknadnog varenja;
- da se nalaze dalje od zone gdje će se odvijati naknadno zavarivanje i u zoni u kojoj se javljaju samo tlačne sile.
Redoslijed zavarivanja spoja ili redoslijed izvedbe spoja mora biti takav da je distorzija minimalna.
Zavarivanje dijelova potrebnih za izradu ili montažu treba biti u skladu sa zahtjevima za stalne zavare. Ako je neophodno uklanjanje, dijelovi moraju biti izrezani ili uklonjeni plamenom na mjestima udaljenim ne manje od 3 mm od površine ishodnog materijala. Preostali materijal mora biti u ravnini, a područje vizualno pregledano.
Ako je debljina ishodnog materijala veća od 20 mm također se mora provjeriti testiranjem penetrantima. Dijelovi potrebni za izradu ili montažu ne smiju se uklanjati čekićanjem.

3.5.4. Antikorozivna zaštita
Izvedba antikorozivne zaštite, potrebna ispitivanja i postupci dokazivanja uporabljivosti sustava antikorozivne zaštite provode se prema normama nevedenim u "TPGK" (NN.br. 17/17) i normama na koje te norme upućuju.
Potvrđivanje sukladnosti, kao i uzimanje uzoraka, priprema uzoraka i ispitivanje sustava antikorozivne zaštite provodi se:
- Sustav bojenjem - prema nizu normi HRN EN ISO 12944
- Sustav Cinkovih prevlaka - prema nizu normi HRN EN ISO 14713
Materijali svih slojeva premaza moraju biti isporučeni od strane istog proizvođača; ukoliko to nije moguće, potrebne su pisane izjave uzajamne kompatibilnosti između temeljnog/među/završnog premaza.
Prije nego što se naruči materijal potrebno je dobiti sukladnost ovlaštenog inženjera (projektanta) za sve materijale koji će se koristiti za premazivnje.
Tehnologiju predviđene antikorozivne zaštite potrebno je dostaviti projektantu na uvid i odobrenje (suglasnost).

3.5.4.1. Priprema površine
Priprema površine treba biti u skladu sa nizom normi HRN EN ISO 8501, te zadovoljavati stupanj pripreme površine Sa 2 ½ prema HRN EN ISO 8501-1. Potrebna hrapavost površine treba odgovarati stupnju Fine (S) prema HRN EN ISO 8503-2.

3.5.4.2. Vizualna kontrola
Bojenje mora biti izvedeno tako da sloj boje, prilikom kontrole golim okom, ne sadrži vidljive tragove slijevanja, mreškanja, bubrenja, nema pukotina, nije neravnomjerno raspoređen na površini i ostale oštećenja koja mogu dovesti do neuspješno provedenih radova bojenja.

3.5.4.3. Debljina vlažnog sloja
Debljina vlažnog sloja mora se provjeravati tijekom nanošenja odgovarajućim uređajem za mjerenje debljine vlažnog sloja prema normi ISO 2808 (metoda br. 1).Vrijednost za preračunavanje odnosa debljina vlažni/suhi sloj mora biti prethodno izračunata i dana na uvid voditelju radova bojenja.

3.5.4.4. Debljina suhog sloja
Zahtijevana debljina suhog sloja mora biti ipitana ne razornim metodama ispitivanja (magnetski ili električni mjerni uređaji) prema standardu ISO 19840 nakon nanošenja svakog pojedinog sloja i na svih slojeva po završetku radova.
Najveća dozvoljena debljina suhog sloja neorganskog temeljnog premaza na bazi cinka ne smije prekoračiti 120 [µm], pri čemu nisu utvrđene nikakve pukotine. Najveća dozvoljena debljina suhog sloja ostalih vrsta premaza ne smije biti tri puta veća od najveće specificirane u tablici zaštitnog sistema ukoliko ne postoje stroža ograničenja navedena u tehničkim listovima
Kod kontrole debljine suhog sloja nijedan rezultat ne smije biti manji od 80% nominalne vrijednosti.

3.5.4.5. Adhezija (prianjanje premaza)
Prianjanje premaza za podlogu kod primjene na otvorenom mora biti provjereno prema ISO 4628.
Dozvoljene vrijednosti za sustav potpune adhezije, ukoliko to nije ugovorom drugačije specificirano mora se usuglasiti sa proizvođačem boje, u bilo kojem slučaju ne smije biti niže od 3 MPa. Kod kontrole adhezije mjerenje prionljivosti izvesti metodom ASTM D 3359 i D4541 ili ISO4624.

3.5.4.5. Adhezija (prianjanje premaza)
Prianjanje premaza za podlogu kod primjene na otvorenom mora biti provjereno prema ISO 4628.
Dozvoljene vrijednosti za sustav potpune adhezije, ukoliko to nije ugovorom drugačije specificirano mora se usuglasiti sa proizvođačem boje, u bilo kojem slučaju ne smije biti niže od 3 MPa. Kod kontrole adhezije mjerenje prionljivosti izvesti metodom ASTM D 3359 i D4541 ili ISO4624.

3.5.4.6. Prijevoz, skladištenje i rukovanje
Izvođač mora osigurati poduzimanje zaštitnih mjera prilikom pakiranja i odlaganja u sanduke kako bi se izbjeglo oštećenje zaštitnog sistema prije isporuke.
Adekvatna zaštita mora se osigurati kako bi se spriječilo mehanička oštećenja, a time i atmosferska korozija, tijekom transporta i skladištenja na gradilištu.
Svi čelični dijelovi koji su dostavljaju na gradilište moraju biti položeni na odgovarajuće potpornje ili pragove od drveta ili nekog drugog materijala kako bi se osiguralo da se dijelovi nalaze najmanje 300mm iznad zemlje.
Premazani dijelovi moraju biti odloženi iznad zemlje na drvenim stalcima. Tijekom istovara i montaže mora se koristiti najlonsko uže, ili remenje od platna ili gume.

3.5.5. Montaža čelične konstrukcije
3.5.5.1. Općenito
Izvođač treba pripremiti pisanu izjavu o metodi u skladu s propisima o izgradnji (projektiranje i upravljanje). U njoj treba voditi računa o informacijama koje je poslodavac predvidio s obzirom na dizajn, montažu i program. Izvođač treba dostaviti izjavu o metodi projektantu i nadzornom inženjeru najmanje dva tjedna prije nego što započne montaža. Montaža ne bi trebala početi prije nego je izjava o metodi prihvaćena od strane projektanta i nadzornog inženjera. Prihvaćanje od strane nadzornog inženjera znači da je projekt za sigurnu montažu prihvaćen i da se može pristupiti montaži.
Poslodavac mora uspostaviti i održavati sustav za postavljanje. Odstupanja u poziciji temelja za radove moraju se mjeriti u odnosu na ovaj sustav. Dijelovi trebaju biti obrađeni i sigurno složeni na način da se smanji opasnost od površinske abrazije i štete. Nosače i male dijelove treba natkriti uz osiguranje u suhih uvjeta.
Svaki dio oštećen tijekom utovara, prijevoza, skladištenja i montaže biti će vraćen u skladu sa standardima proizvodnje kao što je navedeno u ovom opisu.
Ploče za izravnavanje koriste se kako bi se omogućilo da se konstrukcija pravilno postavi i izravna, a moraju biti dostatne veličine da se izbjegne lokalni lom betona. Ploče za izravnavanje na razini temelja koriste se kako ne bi došlo do sprječavanja naknadnog injektiranja u prostore ispod ležajne ploče. Ploče za izravnavanje na razini temelja mogu ostati trajno u mjestu. Zalijevanje se ne smije provoditi ispod ležajne ploče dok dovoljan dio konstrukcije nije poravnat i adekvatno pripremljen. Neposredno prije podlijevanja prostor ispod stupova ležajne ploče mora biti čist, bez ikakvih stranih tijela.

3.5.5.2. Stabilnost
Projektant i nadzorni inženjer treba savjetovati izvođača o mjestima na konstrukciji na kojima su potrebna privremena pričvršćenja i oslonci kako bi se osigurala stabilnost pojedinih dijelova dok zidovi, stropovi i ostali nečelični dijelovi konstrukcije nisu izgrađeni. Izvođač treba projektirati i osigurati privremena pričvršćenja i oslonce. Projektant treba osigurati dovoljnu količinu informacija kako bi omogućio izvođaču da projektira potrebne privremene radove.
Ako izvođač tijekom montaže koristi privremene oslonce koje ne zamjenjuje sa stalnima, isti se uklanjaju nakon izravnavanja konstrukcije te nakon što su postavljena stalna pričvršćenja koja osiguravaju stabilnost konstrukcije pod djelovanjem najgorih slučajeva stalnog i korisnog opterećenja, te opterećenja vjetrom. Izvođač treba osigurati da niti jedan dio konstrukcije nije trajno oštećen tijekom same montaže, a niti od privremenih opterećenja koja djeluju na konstrukciju za vrijeme montaže. Poslodavac treba osigurati da niti jedan drugi izvođač na gradilištu ne smije staviti teret na djelomično montiranu čeličnu konstrukciju bez dopuštenja izvođača čelične konstrukcije.

3.5.5.3. Podstava i izravnavanje
Svaki dio konstrukcije treba biti usklađen što je prije moguće nakon montaže. Stalni spojevi ne bi trebali biti izvođeni dok elementi konstrukcije imaju odstupanja u horizontalnoj i vertikalnoj ravnini, te dok nisu provjerene konačne dimenzije istih. Zbog toga treba uzeti u obzir učinke temperature na konstrukciju te na trake i uređaje prilikom mjerenja, za vrijeme izvođenja te za naknadne provjere dimenzija. Referentna temperatura treba iznositi 20 °C.

3.5.5.4. Zavarivanje na terenu
Zavarivanje na terenu se provodi u skladu s točkom 3.3.1. U svim slučajevima treba poduzeti mjere opreza kako struja zavarivanja ne bi oštetila komponente kroz koje prolazi te postaviti odgovarajuća lokalna uzemljenja na području zavarivanja. Zavarivanje nije dopušteno za vrijeme nevremena ukoliko se ne poduzmu odgovarajuće zaštitne mjere.

3.5.5.5. Potvrda o završetku radova
Kada je čelična konstrukcija, odnosno jedan njen dio, dovršen izvođač treba potpisati te ispostaviti poslodavcu na potpis potvrdu o završetku radova. Potpisana potvrda označava sljedeće:
- Potpis izvođača znači da je napravljen pregled kako bi se provjerilo da su svi spojevi dovršeni i da je konstrukcija izvedena u skladu sa specifikacijama i zahtjevima ugovora.
- Potpis poslodavca znači da je konstrukcija, odnosno dio konstrukcije, izveden u skladu sa specifikacijama i zahtjevima ugovora.

3.5.6. Kontrola kvalitete

3.5.6.1. Sustav kvalitete
Izvođač konstrukcije treba održavati i voditi sustav upravljanja kako bi se osiguralo da postupci za projektiranje, detalje, pojedinosti, nabavu, izradu, montažu i zaštitnu obradu čeličnih dijelova i same konstrukcije mogu osigurati završen posao u skladu sa zahtjevima specifikacija.
Izvođač treba razmotriti zahtjeve specifikacije projekta prije početka radova, te osigurati projekt za sustav upravljanja kvalitetom ako isti nije pokriven u globalnom projektu.
Sustav treba biti ili ocijenjen i potvrđen da zadovoljava zahtjevima norme HRN EN ISO 9001 od strane akreditiranog tijela za certificiranje ili otvoren za reviziju i odobrenje od strane poslodavca.
Sustav treba obuhvatiti sve postupke navedene u normama HRN EN ISO 9001 i HRN EN ISO 3834-3.

3.5.6.2. Dodatni pregledi i ispitivanja
Izvođač treba osigurati potrebne sadržaje za bilo kakve testove i preglede zahtjevane u specifikacijama projekta.

3.5.6.3. Zapisi
Svi zapisi izrađeni u skladu sa sustavom opisani u točki 3.5.6.1 trebaju biti dostupni poslodavcu i inspekcijskom tijelu tijekom ugovornog razdoblja.

3.6. ZAHTJEVI KOJI MORAJU BITI ISPUNJENI TIJEKOM IZVOĐENJA GRAĐEVINE
Zahtjevi koji moraju biti ispunjeni tokom izvođenja projektiranog dijela građevine, moraju u svemu biti prema "TPGK" (NN.br. 17/17); za razred (klasu) izvođenja projektiranog dijela konstrukcije prema HRN EN 1090-2:2012.

3.6.1. Predmontaža čelične konstrukcije
Za karakteristične dijelove projektiranih konstrukcija je potrebno provesti probnu montažu u pogonu.

3.7. OSIGURANJE KVALITETE ZA VRIJEME ŽIVOTNOG VIJEKA / KORIŠTENJA
Investitor ili korisnik zgrade odgovoran je za njenu konstrukcijsku stabilnost tijekom eksploatacije te bi trebao provoditi sljedeće aktivnosti:
- osigurati program održavanja čelične konstrukcije,
- voditi evidenciju o čeličnoj konstrukciji u servisnoj knjizi,
- provoditi tekuće (redovite) godišnje preglede,
- provoditi glavne preglede svakih 5 godina,
- provoditi izvanredne preglede nakon izvanrednih događaja,
- provoditi obnovu ili popravak čelične konstrukcije ako je za vrijeme pregleda uočena bilo kakva šteta, a sve u skladu s važećim standardima i propisima.

Održavanje i preglede potrebno je provoditi u skladu s Tehničkim propisom za održavanje čeličnih konstrukcija za vrijeme eksploatacije (SL.br. 6/65) i Tehničkim propisom za pregled i ispitivanja nosivih čeličnih konstrukcija (SL.br. 6/65) te u skladu sa tablicom u nastavku:

Tip pregleda konstrukcije	Učestalost pregleda konstrukcije	Opis pregleda
Tekući kontrolni pregled	Godišnje	Vizualni pregled konstrukcije (provjera progiba nosača, provjera spojnih sredstva, provjera vertikalnosti konstrukcije), Vizualni pregled antikorozivne zaštite
Opći pregled	Svakih 5 godina	Utvrđivanje općeg stanja građevine, vizualna kontrola i mjerenja Kontrola deformacija nosača, vertikalnosti građevine, debljine sloja AKZ-a, kontrola debljine stjenke nosča, kontrola spojnih sredstva, zavara.
Posebni pregledi	Prema potrebi nakon općeg i/ili tekućeg pregleda	Ako se tekućim i/ili općim pregledom utvrde oštećenja, detaljno istraživanje uzroka i oštećenja.

Izvanredni pregledi se provode nakon izvanrednih događaja kao što su naprimjer potres, požar ili na zahtjev inspekcije.

Tip pregleda konstrukcije	Učestalost pregleda konstrukcije	Opis pregleda
Izvanredni pregled	nakon izvanrednog događaja	Utvrđivanje općeg stanja građevine, vizualna kontrola i mjerenja Kontrola deformacija nosača, vertikalnosti građevine, debljine sloja AKZ-a, kontrola debljine stjenke nosča, kontrola spojnih sredstva, zavara.
Posebni pregledi	Prema potrebi nakon izvenrednog pregleda	Ako se tekućim i/ili općim pregledom utvrde oštećenja, detaljno istraživanje uzroka i oštećenja.

Zahtjeve učestalosti periodičnih pregleda tijekom uporabe, a u svrhu održavanja dijela građevine u svemu provoditi prema "TPGK" (NN.br. 17/17).

3.8. POPIS TEHNIČKIH PROPISA I NORMI ZA IZVEDBU

Propisi:

1. Tehnički propis za građevinske konstrukcije (NN.br. 17/17)
2. Tehničkim propisom za održavanje čeličnih konstrukcija za vrijeme eksploatacije (SL.br. 6/65)
3. Tehničkim propisom za pregled i ispitivanja nosivih čeličnih konstrukcija (SL.br. 6/65)

Čelik:

1. HRN EN 10017 - Valjana čelična žica za vučenje i/ili hladno valjanje - Mjere i dopuštena odstupanja
2. HRN EN 10020 - Definicija i razredba vrsta čelika
3. HRN EN 10021 - Opći tehnički uvjeti isporuke za čelične proizvode
4. HRN EN 10024 - Toplo valjani I-profili sa skošenim pojasnicama - Dopuštena odstupanja oblika i mjera
5. HRN EN 10025 - Toplo valjani proizvodi od konstrukcijskih čelika
6. HRN EN 10027 - Sustavi označivanja za čelike
7. HRN EN 10029 - Toplo valjani čelični limovi debljine 3 mm ili više
8. HRN EN 10034 - I-profili i H-profili od konstrukcijskih čelika - Dopuštena odstupanja mjera i oblika
9. HRN EN 10048 - Toplo valjana čelična traka -- Dopuštena odstupanja mjera i oblika
10. HRN EN 10051 - Neprekinuta, toplo valjana traka i ploča/lim izrezana iz široke trake od nelegiranih i Legiranih čelika - Dopuštena odstupanja dimenzija i oblika
11. HRN EN 10055 - Toplo valjani T-profil s istokračnom pojasnicom zaobljenih rubova i prijelaza - Mjere i dopuštena odstupanja oblika i mjera
12. HRN EN 10056 - Čelični kutnici s jednakim i nejednakim krakovima
13. HRN EN 10060 - Toplo valjane okrugle čelične šipke za opću namjenu - Mjere i dopuštena odstupanja oblika i mjera
14. HRN EN 10163 - Uvjeti isporuke za stanje površine toplo valjanih čeličnih ploča, širokih traka i profila
15. HRN EN 10164 - Čelični proizvodi s poboljšanim svojstvima na deformaciju okomito na površinu proizvoda - Tehnički uvjeti isporuke
16. HRN EN 10204 - Metalni proizvodi - Vrste dokumenata o ispitivanju
17. HRN EN 10210 - Toplo oblikovani šuplji profili od nelegiranih i sitnozrnatih konstrukcijskih čelika
18. HRN EN 10219 - Hladno oblikovani šuplji profili za čelične konstrukcije od nelegiranih i sitnozrnatih čelika
19. HRN EN 10268 - Hladno valjani čelični plosnati proizvodi s visokom granicom razvlačenja za hladno oblikovanje - Tehnički uvjeti isporuke
20. HRN EN 10279 - Toplo valjani čelični U profili - Dozvoljena odstupanja oblika, mjera i mase

Spojni elementi (vijci i zavari)

1. HRN EN 15048 - Konstrukcijski vijčani spojevi bez predopterećenja
2. HRN EN ISO 898 - Mehanička svojstva spojnih elemenata izrađenih od ugljičnih i legiranih čelika
3. HRN EN 20898 - Mehanička svojstva spojnih elemenata
4. HRN EN ISO 3269 - Spojni elementi - Prijamno ispitivanje
5. HRN EN 14399 - Visokočvrsti konstrukcijski predopterećeni vijčani spojevi
6. HRN EN 13479 - Dodatni i potrošni materijali za zavarivanje - Opća norma za dodatne materijale i praškove za zavarivanje metalnih materijala taljenjem
7. HRN EN ISO 2560 - Dodatni i potrošni materijali za zavarivanje - Obložene elektrode za ručno elektrolučno zavarivanje nelegiranih i sitnozrnatih čelika
8. HRN EN ISO 14175 - Dodatni i potrošni materijali za zavarivanje - Plinovi i plinske mješavine za zavarivanje taljenjem i srodne postupke
9. HRN EN ISO 14341 - Dodatni i potrošni materijali za zavarivanje - Žičane elektrode i depoziti za elektrolučno zavarivanje metalnom taljivom elektrodom u zaštiti plina za nelegirane i sitnozrnate čelike - Razredba
10. HRN EN ISO 14171 - Dodatni i potrošni materijali za zavarivanje - Elektrode od pune žice, žice punjene praškom i kombinacije žica/prašak za elektrolučno zavarivanje pod praškom nelegiranih čelika i sitnozrnatih čelika – Razredba
11. HRN EN ISO 18275 - Dodatni i potrošni materijali za zavarivanje – Obložene elektrode za ručno elektrolučno zavarivanje (REL) čelika visoke čvrstoće – Razredba
12. HRN EN ISO 17632 - Dodatni i potrošni materijali za zavarivanje. Punjene elektrode za plinom zaštićenih i bez zaštite plina za zavarivanje sa nelegiranih i sitnozrnatih čelika. Razredba
13. HRN EN ISO 636 - Dodatni i potrošni materijali za zavarivanje - Šipke, žice i depoziti za TIG zavarivanje nelegiranih i sitnozrnatih čelika – Razredba

Izvođenje
1. HRN EN 1090 - Izvedba čeličnih i aluminijskih konstrukcija
2. HRN EN ISO 14555 - Zavarivanje -- Elektrolučno zavarivanje svornjaka za metalne materijale
3. HRN EN ISO 15607 - Specifikacija i kvalifikacija postupaka zavarivanja za metalne materijale. Opća pravila
4. HRN EN 1011 - Zavarivanje -- Preporuke za zavarivanje metalnih materijala
5. HRN EN ISO 3834 - Zahtjevi za kvalitetu zavarivanja taljenjem metalnih materijala
6. HRN EN ISO 9692 - Zavarivanje i srodni procesi - Preporuke za pripremu spoja
7. HRN EN ISO 15609 - Specifikacija i kvalifikacija postupaka zavarivanja za metalne materijale – Specifikacija postupka zavarivanja
8. HRN EN ISO 15614 - Specifikacija i kvalifikacija postupaka zavarivanja za metalne materijale -- Ispitivanje postupka zavarivanja
9. HRN EN ISO 9606-1- Provjera osposobljenosti zavarivača - Zavarivanje taljenjem – Čelici
10. HRN EN ISO 17637 - Nerazorno ispitivanje zavara - Vizualno ispitivanje zavarenih spojeva nastalih taljenjem
11. HRN EN ISO 17638 - Nerazorno ispitivanje zavara - Ispitivanje magnetnim česticama
12. HRN EN ISO 3452 - Nerazorno ispitivanje - Ispitivanje penetrantima
13. HRN EN ISO 17640 - Nerazorno ispitivanje zavara - Ultrazvučno ispitivanje - Tehnike, razine ispitivanja i ocjenjivanje

Antikorozivna zaštita:
1. HRN EN ISO 2808 - Boje i lakovi - Određivanje debljine filma
2. HRN EN ISO 8501 - Priprema čeličnih podloga prije nanošenja boja i srodnih proizvoda - Vizualna procjena čistoće površine
3. HRN EN ISO 8503 - Priprema čeličnih podloga prije nanošenja boja i srodnih proizvoda -- Svojstva Hrapavosti površina čeličnih podloga čišćenih mlazom abraziva
4. HRN EN ISO 12944 - Boje i lakovi - Zaštita od korozije čeličnih konstrukcija zaštitnim sustavom boja
5. HRN EN ISO 1461 - Vruće pocinčane prevlake na željeznim i čeličnim predmetima

4. ZEMLJANI RADOVI I RADOVI TEMELJENJA

Tijekom iskopa ovlašteni geomehaničar mora nadzirati iskop, eventualno osiguranje zaštite građevne jame kao i izvedbu temeljne konstrukcije. Također tijekom izvedbe treba pregledati materijal iskopa i provesti kontrolu temeljnog tla tj. utvrditi da li stvarno tlo odgovara podacima uzetim u proračunu. U slučaju odstupanja potrebno je kontaktirati projektanta konstrukcije te sukladno odstupanjima korigirati proračun nosive konstrukcije.

5. NADZOR

Pregledi i nadzor trebaju osigurati da se radovi završavaju u skladu s ovim Tehničkim uvjetima i zahtjevima projektnih specifikacija.
Nadzor u ovom kontekstu odnosi se na verifikaciju (potvrđivanje) sukladnosti svojstava proizvoda i materijala koji će se upotrijebiti i na nadzor nad izvedbom radova. 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 ocjeni kvalitetu izvedenih radova te nakon toga odobri nastavak radova.

5.1. 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 projektanta je povremenog 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.

5.2. 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 obaveza 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 obavještava 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.

5.3. IZVJEŠĆE 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.

6. MJERE U SLUČAJU NESUKLADNOSTI

Kad nadzor otkrije nesukladnost, treba poduzeti odgovarajuće radnje koje će osigurati uvjetovanu stabilnost i sigurnost konstrukcije i zadovoljiti namjeravanu uporabu.
Kad je nesukladnost potvrđena, treba istražiti sljedeće:
• utjecaj nesukladnosti na izvedbu i uporabu,
• mjere potrebne da bi se nesukladni element ili dio konstrukcije učinili prihvatljivima,
• potrebu zabrane i zamjene nepopravljivog nesukladnog elementa ili dijela konstrukcije.
Veličina nesukladnosti uvjetovanih svojstava gradiva utvrđuje se naknadnim ispitivanjima istih svojstava na uzorcima iz konstrukcijskog elementa prema važećim normama. Ispitivanja se odlukom nadzornog inženjera povjeravaju odgovarajućoj ovlaštenoj instituciji.
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.

7. MJERE ZAŠTITE OD POŽARA

Prilikom projektiranja nosive konstrukcije objekta poštivane su propisane i u pravilima tehničke prakse usvojene mjere zaštite od požara. To podrazumijeva prvenstveno osiguranje potrebnog minimalnog zaštitnog sloja armiranobetonskih konstrukcijskih elemenata te izvedbu protupožarne zaštite čeličnih elemenata konstrukcije premazima ili oblaganjem.
Mjere protupožarne zaštite prilikom korištenja građevine uređuje nadležna služba investitora, odnosno tehnolog, u skladu sa Zakonom o zaštiti od požara i važeće 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 sprječavanje 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.

8. MJERE ZAŠTITE NA RADU

Izvođač je odgovoran za osiguranje svih potrebnih mjera zaštite na radu. Mjere predviđaju odgovarajuću organizaciju rada, te opremu i radnje obvezatne po Zakonu o zaštiti na radu (NN 71/14), 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 nepristupnosti nezaposlenima u zonu izvođenja radova.
Nadzor obavlja nadzorni inženjer, koordinator zaštite na radu te nadležna inspekcija.

Samobor, studeni 2020. godine.

Projektant:

Mate Baričević, dipl.ing.građ.

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Mate Baričević
dipl.ing.građ.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 5562

C - TEHNIČKI DIO

1. TEHNIČKI OPIS

1.1 Općenito

Projektom je dan proračun mehaničke otpornosti i stabilnosti konstrukcije građevine POSLOVNO PROIZVODNA GRAĐEVINA na k.č.br. 945/71, k.o. Murvica. Građevina je jednoetažna hala. Građevina je pravilnog pravokutnog tlocrtnog oblika dimenzija Lx × Ly = 50x25 m sa dvostrešnim krovom nagiba od 5° , maksimalne nadzemne visine H = 10,15 m. Površina objekta iznosi cca 1295 m2.

1.2. Krovna konstrukcija

Krov je dvostrešni nagiba 5° . Za pokrov su odabrani krovni izolacijski paneli Kingspan KS1000 RW debljine 120 mm. Moguća je ugradnja panela drugih proizvođaća koji imaju potrebnu nosivost i ostale karakteristike. Paneli se postavljaju na sekundarne nosače i rubne grede kao kontinuirani nosači preko 5 polja. Sekundarni nosači su adhezijski prednapete grede T poprečnog presjeka, raspona 10m, na rasteru od 250 cm. Visina sekundarnog nosača je 45 cm, debljine pojasnice i hrpta 8 cm u polju, i debljine pojasnice na ležaju 15 cm. Rubni nosači su su adhezijski prednapeta AB korita U presjeka. Rubni glavni nosači krova oznake GN1 su projektirani kao AB grede T presjeka konstantne visine, dimenzija poprečnog presjeka b/h=60/80 cm, debljine pojasnoice i hrpta 20 cm. Statički sustav rubnog nosača je greda s prepustom (cca 833+417 cm). Glavni nosač oznake GN2 je A nosač raspona 25 m predviđen kao adhezijski prednapeti AB nosač I presjeka promjenjive visine (75 cm na ležaju, 197 cm u sredini polja). Spojevi montažnih nosača izvode se trnovima zalivenim ekspandirajućim cementnim mortom. Glavni nosači su oslonjeni na stupove preko neoprenskih ležajeva. Bočnu stavilnost na mjestu oslonaca je potrebno dokatzati s obzirom na tehnologiju izvođenja, odn. način izvedbe detalja oslanjanja. Sve detalje oslanjanja i povezivanja montažnih elemenata potrebno je definirati u izvedbenom projektu.
Razred betona za sve montažne elemente krova je C50/60. Obična armatura je B500B, a uže za prednaprezanje je St1670/1860. Kompletan prikaz i točne dimenzije svih nosača je dan u statičkom proračunu.

1.3. Fasada i vertikalni nosivi elementi

Fasada je predviđena kao sendvič izolacijski paneli tipa Kingspan 1000AWP debljine 120 mm te Kingspan 1000 FH 120 (panel sa mineralnom vunom) na fasadi prema aneksu (požarni zahtjevi).
Moguća je i uporaba izolacijskih panela drugih proizvođača koji imaju potrebnu nosivost na predviđena opterećenja i ostale potrebne karakteristike. Fasada se montira vertikalno. Na dijelu atike sendvič paneli izlaze konzolno prema gore. Čelična potkonstrukcija na zabatnim stranama se sastoji od horizontalnih toplodogotovljenih cijevi SHS 140×5 , RHS 200/120/6,3 (iznad rolo vrata), te od SHS 160/6,3 (dio prema aneksu). Vertikalni elementi su stupovi od IPE 360 profila. Na uzdužnim fasadama čelična potkonstrukcij as esastoji od horizontala SHS 120/5, RHS 200/120/6,3 (iznad rolo vrata), te od vertikala IPE 300.
Čelični stupovi montiraju se naknadno, nakon montiranja AB konstrukcije. Spoj stupa s AB elementom iznad izvodi se kao klizni u vertikalnom smjeru. Fasadni stupovi oslanjaju se pri dnu na temeljnu gredu dimenzija b/h=40/50 cm. Horizontalne sile od djelovanja vjetra prihvaćaju rubni krovni nosači i vezna greda koja je povezana s apodnom pločom. Sva vertiklana opterećenja na fasadu se prenose n aveznu gredu i na AB stupove. Kvaliteta svih elemenata čelične potkonstrukcije je S235JR.
Glavnu vertikalnu konstrukciju čine montažni AB stupovi dimenzija poprečnog presjeka b/h=60/60 cm, izrađeni od betona razreda tlačne čvstroće C 30/37. Stupovi su zglobno povezani sa nosivim elementima krova, a u razini temljea su upeti u temelje samce sa čašicom. AB stupovi su jedini ukrutni elementi građevine za preuzimanje horizontalnih opterećenja (vjetar i potres).

1.3. Temeljenje

Temeljenje se izvodi monolitno. Temeljne vezne grede za fasadu i povezivanje temelja samaca su dimenzija 40/50 cm, oslanjaju se na temelje samce i na međustope radi smanjenja raspona. Ispod AB stupova izvode se temeljne AB stope visine h=60 cm, različitih tlocrtnih dimenzija (kvadratni 420,380 i 340 cm), a prema statičkom proračunu. Visina čašice iznosi 100 cm, širine pri vrhu 25cm, a pri dnu 30 cm. Odmak lica stupa od unutarnje stijenke čašice iznosi pri vrhu 15, a pri dnu 10 cm. Nakon ugradnje stupova u čašice potrebno je iste spojiti cementnim mortom ili sličnm materijalom minimalne tlačne čvrstoće 60 N/mm2. Vezu čašice i stup a potrebno je izvesti nazubljeno, kako je propisano u statičkom proračunu.
Podna ploča je armiranobetonska od betona razreda tlačne čvrstoće C 30/37 i debljine 20 cm. Izvodi se na dobro zbijenom tamponskom nasipu minimalnog modula stišljivosti Ms > 80 MN/m2. Ploču je potrebno armirati mrežastom armaturom u donjoj i gornjoj zoni mrežama Q-424. Alternativno, podna ploča se može armirati mikrovlaknima, prema proračunu i specifikacijama proizvođača. Po rubu postaviti U - vilice Φ10/15cm i po 4Φ14 u gornju i donju zonu. Podnu ploču potrebno je povezati s rubnim temeljnim gredama, ali ne i sa čašicama temeljnih stopa.. Podnu ploču je potrebno prorezati do dubine 3,0 cm na segmente prema polovicama osnog razmaka stupova (cca 4x5=20 m2) i proreze zapuniti trajnoelastičnim kitom ili lijevanim asfaltom kako bi se odbio kontrolirani razvoj i pojava pukotina.

1.4. Podaci o temeljnom tlu

Podloga za oblikovanje i proračun temeljne konstrukcije su podaci iz Geotehničkog elaborata koji je izradila tvrtka HorComp d.o.o. iz Zagreba (T.D. GI 26/2020, listopad 2020.g.), odgovorni geomehaničar Zlatko Horvat, dipl.ing.građ. U cilju prikupljanja podataka o temeljnom tlu, Geomehanički istražni radovi na predmetnoj lokaciji provedeni su početkom listopada 2020. godine. Na području čitave lokacije izgradnje iskopane su 3 sondažne jame sa oznakama S-1, S-2 i S-3. Lokacije sondažnih jama odabrane su na pozicijama vanjskih gabarita budućeg objekta, te u sredini budućeg objekta, kako bi se dobio reprezentativni geotehnički profil čitave lokacije. Položaj sondažnih jama prikazan je na situacionom nacrtu. Istražni radovi na predmetnoj lokaciji provedeni su iskapanjem 3 sondažne jame oznaka S-1, S-2 i S-3 na karakterističnim mjestima. Odabir sondažnih jama umjesto sondažnog bušenja uvjetovan je očekivanim sastavom tla na predmetnoj lokaciji tj. relativno plitkim pokrovnim slojem gline ispod kojeg se prostire raspucala vapnenečka stijena. Zbog navedenih okolnosti bi sondažno bušenje u takvim uvjetima bilo nepraktično i neekonomično. Tijekom iskopa uzimani su uzorci pokrovnog glinovitog sloja za daljnju laboratorijsku analizu. Na temelju sondažnog bušenja te laboratorijskih ispitivanja fizikalnih i mehaničkih svojstava tla može se zaključiti da su sastav i karakteristike tla na predmetnoj lokaciji sljedeći:
Na temelju iskopa sondažnih jama, detaljnog pregleda lokacije te laboratorijskih ispitivanja fizikalnih i mehaničkih stvojstava tla može se zaključiti sljedeće:
- teren na lokaciji je ravan
- površinski sloj je humus debljine cca 0,1-0,5 m (debljina sloja se mijenja ovisno o poziciji) .
- ispod površinskog sloja prostire se sloj gline srednje plastičnosti, teško gnječive konzistencije. Ovaj sloj u sebi sadrži dosta kršja i kamenja a prostire se do dubine od 0,3-0,8 m.
- pokrovni sloj leži na vapnenačkoj stijeni, djelomično raspucaloj. Između pojedinih blokova može se očekivati glinena ispuna.

Tijekom kopanja sondažne jame nije registrirana pojava podzemne vode. Temeljenje objekta izvest će se na armirano-betonskim temeljima samcima. Između temelja samaca po obodu objekta izvode se temeljne grede koje se oslanjanju na AB temeljne stope. Temeljenje se izvodi u vapnenačkoj stijeni. Na mjestima gdje se naiđe na tlo povećane stišljivosti potrebno je temeljni iskop produbiti do čvrstih slojeva vapnenačke stijene, a razliku do nivoa dna temelja zamijeniti mršavim betonom ili drobljenim kamenim materijalom sa zbijanjem u slojevima.
Uz ovakvu koncepciju temeljenja dopušteni kontaktni napon iznosi:
a./ za dimenzije temeljnih stopa 3,6 x 3,6 m i temeljenje u sloju šljunka i dubinu temeljenja D f = 1,8 m, dopušteno opterećenje tla iznosi:
pa = 461 kPa
pa' = 0,8 x pa = 369 kPa
b./ za temeljnu traku širine 0,6 m i dubinu temeljenja D f = 0,9 m, dopušteno opterećenje tla iznosi:
pa = 350 kPa
pa' = 0,8 x Pa = 280 kPa
gdje je:
pa - dopušteno opterećenje tla za osnovno + dopunsko opterećenje
pa'- dopušteno opterećenje tla za osnovno opterećenje
Dobivene vrijednosti odnose se na pretpostavljenu geometriju temeljne konstrukcije. Promjenom dimenzija i dubina temeljenja potrebna je korekcija ovih vrijednosti.
Prilikom temeljnog iskopa može se naići na eventualne diskontinuitete stjenske mase koji kao lijevci mogu biti zapunjeni glinovitim materijalom. U tom slučaju takve pukotine treba očistiti od glinovite ispune i zapuniti ih mršavim betonom do osnovne kote dna temelja. U slučaju pojava kaverni prilikom iskopa, za nastavak radova potrebno je konzultirati geomehaničara. Obzirom na karakter temeljenja i temeljnog tla ne očekuju se nikakva sljegavanja objekta.
Prije betoniranja temelja potrebno je pregledati temeljni iskop i upisom u dnevnik odobriti početak betoniranja. Za nepredviđene okolnosti koje se mogu javiti prilikom iskopa a koje nisu obuhvaćene ovim elaboratom, potrebna je konzultacija geomehaničara.

1.5. Materijali i osnovni uvjeti izvedbe nosive konstrukcije

Svi predgotovoljeni elementi konstrukcije izvode se od betona razreta tlačne čvrstoće C50/60, osim montažnih stupova koji su C 30/37. Za kompletnu temeljnu konstrukciju uključujući temeljne stope s čašicama, temeljne grede i podnu ploču predvićena je izrada od betona C 30/37.
Debljine zaštitnih slojeva potrebno je uzeti u skladu s analizom danom u statičkom proračunu. Za Ab elemente predviđen je čelik za armiranje B500B, a za prednapete elemente užad za prednapinjanje St 1670/1860 (Y1670/1860). U statičkom proračunu proveden je dokaz otpornosti nosive betonske konstrukcije na požar s obzirom na zahtjeve vatrootpornosti propisane u Elaboratu zaštite od požara i određeni su minimalne debljine elemenata i minimalni zaštitni slojevi armature.

Proračun i razrada priključaka i detalja spojeva biti će obrađeni u izvedbenom projektu. Vijčane veze glavnih elemenata predviđene su da se izvode s vijcima u skladu s HRN EN 14399 kvalitete 10.9 prema HRN EN898-1. Vijčane veze sekundarnih elemenata predviđeno je da se izvode s vijcima u skladu s HRN EN 15048 kvalitete 8.8 prema HRN EN 898-1. Sidreni vijci čelične konstrukcije predviđeno je da se izvode kvalitete S355JR ili S235JR. Za sve čelične elemente nosive konstrukcije potrebno je izvesti odgovarajuću zaštitu odgovarajućim premazima ili oblaganjem prema Elaboratu zaštite od požara. Izvođač mora dokazati traženu požarnu otpornost primijenjenog načina zaštite čeličnih nosivih elemenata. Moguća opcija je i detaljnije analize požarne otpornosti čelične konstrukcije na temelju realnog požara koja u izvedbenom projektu mora biti dokazana od strane ovlaštenog projektanta i kao takva revidirana od strane ovlaštenog revidenta.
Ovim projektom je predviđena antikorozivna zaštita čeličnih elemenata nosive konstrukcije vrućim cinčanjem (trajnost AKZ visoka (H>15 godina). Vruće cinjčanje provesti prema nizu normi HRN ISO 14713. Prije nanošenja premaza potrebno je pripremiti površinu sukladno zahtjevima stupnja P2 prema HRN EN ISO 8501-3, te abrazivno očistiti do traženog stupnja Sa 2 ½ prema HRN EN ISO 8501-1 kako bi se ujedno dobio i tražen

1.6. Opće napomene
Proračun je napravljen uz pomoć programskih paketa Scia Engineer, Frilo, Office paketa i uz pomoć tablica i izraza iz literature. Proračun je napravljen poštujući sva pravila proračuna unutarnjih sila konstrukcije prema teoriji linearne elastičnosti i dimenzionirajući je prema graničnim stanjima definiranim važećim Tehničkim propisom za građevinske konstrukcije (NN. Br. 17/17). Popis svih zakona, propisa i pravilnika korištenih u ovom proračunu dan je posebno u izjavi.
Statički proračun uzima u obzir krajnje stanje konstrukcije. Stručni nadzor nad izvođenjem građevine je odgovoran za sigurnost i stabilnost konstrukcije u fazi izgradnje.
Za sve izmjene ili dopune u odnosu na glavni projekt konstrukcije potrebna je prethodna suglasnost projektanta. Sve radioničke nacrte i nacrte armature potrebno je dostaviti glavnom projektantu na pregled prije izvedbe konstrukcije.
i profil hrapavosti koji odgovara stupnju Fine (S) prema HRN EN ISO 8503-2.

1.7. Projektirani vijek građevine i održavanje
Projektirani vijek građevine je: 50 godina
Građevinska konstrukcija održava se na način da se tijekom trajanja građevine očuvaju njezina tehnička svojstva i ispunjavaju zahtjevi određeni projektom građevine. Radnje u okviru održavanja nosive konstrukcije treba provoditi prema odredbama Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije (NN br. 17/17) i Pravilnika o održavanju građevina (NN. br 122/14) te u skladu s normama na koje upućuje navedeni propis i pravilnik kao i odgovarajućom primjenom odredaba važećih ostalih propisa. Redovito održavanje građevine dužan je osigurati vlasnik građevine i to na način da se tijekom njezina trajanja očuvaju temeljni zahtjevi za građevinu.

U okviru redovitog održavanja građevinske konstrukcije potrebno je provoditi redovite pregledi, koji se obzirom na vremenske intervale provođenja pregleda i obim radnji provode kao:
1. osnovni pregledi - svake godine
2. glavni pregledi – svakih 10 godina
3. dopunski pregledi – u slučaju izvanrednih događaja

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

Glavni pregledi građevinskih konstrukcija imaju za svrhu utvrđivanje stanja konstrukcije i materijala, obavezno moraju obuhvatiti kontrolu:
a) temelja tj. pregled stanja dostupnih dijelova temelja (temeljne ploče) uz posrednu kontrolu putem provjere ispravnosti geometrije ostalih dijelova građevine;
b) stanja elemenata nosive konstrukcije tj. detaljan pregled svih elemenata konstrukcije koji su bitni za nosivost konstrukcije u cjelini te za pravilno funkcioniranje građevine kao što su: spojevi glavnih nosivih elemenata, glavni nosači, stupovi, postojanje pukotina, korozije armature i sl.;
c) geometrije konstrukcije i to prvenstveno geometrije stropnih konstrukcija tj. veličina progiba;
d) stanja ležajeva i oslonaca čelične konstrukcije i to pravilnost položaja, pritegnutost, čistoća, oštećenja i funkcionalnost;
e) stanja zaštite od korozije i stanja otpornosti na požar (premazi, zaštitne obloge, zaštitni slojevi, i sl.);
f) stanja sustava za odvodnju i drenažu (posebno odvodnju s krovnih ploha);
g) stanja priključaka instalacija i opreme na elemente konstrukcije;
h) brtvljenja odnosno provjetravanja kod sandučastih elemenata;
i) stanja elemenata za osiguranje konstrukcije i ljudi, kao što su ograde.
Kod provedbe osnovnih pregleda ukoliko se utvrde nedostaci koji mogu imati utjecaja na ispunjavanje zahtjeva mehaničke otpornosti i stabilnosti te otpornosti na požar, potrebno je provesti dodatne kontrole i ispitivanja. Kod provedbe glavnih pregleda konstrukcije provodi se vizualnim pregledom, mjerenjima, ispitivanjima te uvidom u dokumentaciju građevine, uređaja i opreme (projektna dokumentacija, građevinski dnevnik, izjave, potvrde, izvješća, fotodokumentacija, nalozi, zapisnici, otpremnice, i sl.) te na drugi prikladan način. Ako se pregledom utvrde nedostaci u tehničkim svojstvima građevinske konstrukcije, mora se provesti naknadno dokazivanje da građevinska konstrukcija u zatečenom stanju ispunjava minimalno zahtjeve propisa i pravila u skladu s kojima je projektirana i izvedena.
U slučaju da se pokaže da zatečena tehnička svojstva građevinske konstrukcije ne zadovoljavaju zahtjeve propisa i pravila u skladu s kojima je konstrukcija projektirana i izvedena, potrebno je provesti zahvate (popravci, sanacija, adaptacija, rekonstrukcija) kojima se tehnička svojstva građevinske konstrukcije dovode na razinu koja zadovoljava minimalno zahtjeve tih propisa i pravila, ili je ukloniti.
Za provedbu zahvata sanacije i rekonstrukcije potrebno je izraditi odgovarajući projekt u skladu sa zahtjevima danim u Tehničkom propisu za građevinske konstrukcije (NN br. 17/17).
Dokumentaciju pregleda te dokumentaciju o održavanju (ili sanacije) konstrukcije dužan je trajno čuvati vlasnik građevine. Pregled konstrukcije zgrade moraju obavljati za to ovlaštene osobe.

1.8. Posebne napomene

U slučaju da temeljno tlo nije pretpostavljene kvalitete i ne zadovoljava proračunate vrijednosti slijeganja i nosivosti potrebno je provesti dodatni proračun ili poboljšanje tla do postizanja parametara uzetih u proračunu. Tijekom iskopa ovlašteni geomehaničar mora nadzirati iskop, osiguranje zaštite građevne jame kao i izvedbu temeljne konstrukcije. Također tijekom izvedbe treba pregledati materijal iskopa i provesti kontrolu temeljnog tla tj. utvrditi da li stvarno tlo odgovara podacima uzetim u proračunu i projektu temeljenja. U slučaju odstupanja potrebno je kontaktirati projektanta konstrukcije te sukladno odstupanjima korigirati proračun nosive konstrukcije.

Samobor, studeni 2020. godine.

Projektant:

Mate Baričević, dipl.ing.građ.

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Mate Baričević
dipl.ing.građ.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 5562

2. ANALIZA OPTEREĆENJA

2.1. STALNO OPTEREĆENJE KONSTRUKCIJA PREMA HRN EN 1991-1-1

KONSTRUKTIVNI ELEMENT: **KROV** Krov - pokrov poliuretan panel

Sloj	Materijal	γ(kN/m^3)	Debljina (m)	Opterećenje (kN/m^2)
1	Izolacijski krovni panel (IPN ispuna)			0,150
2	Instalacije			0,200
			UKUPNO Δg_k=	**0,35** kN/m^2
			Usvojeno za proračun: Δg_k=	**0,35**

KONSTRUKTIVNI ELEMENT: **FASADA**

Sloj	Materijal	γ(kN/m^3)	Debljina (m)	Opterećenje (kN/m^2)
1	zidni panel (IPN ispuna)			0,150
2	Instalacije			0,200
3	Knauf obloga s potkonstrukcijom			0,150
			UKUPNO Δg_k=	**0,50** kN/m^2
			Usvojeno za proračun: Δg_k=	**0,50** kN/m^2

KONSTRUKTIVNI ELEMENT: **FASADA** prema aneksu

Sloj	Materijal	γ(kN/m^3)	Debljina (m)	Opterećenje (kN/m^2)
1	Panel - mineralna vuna			0,300
2	Instalacije			0,200
3	Knauf obloga s potkonstrukcijom			0,150
			UKUPNO Δg_k=	**0,65** kN/m^2
			Usvojeno za proračun: Δg_k=	**0,65** kN/m^2

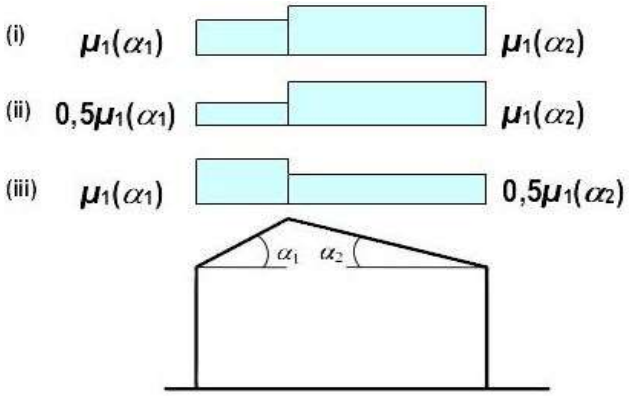
2.2. OPTEREĆENJE SNIJEGOM NA DVOSTREŠNI KROV PREMA HRN EN 1991-1-3:2012

Lokacija građevine:			Murvica	
Nadmorska visina građevine:			98	m.n.v.
Klimatska zona u kojoj se nalazi građevina:		**priobalje i otoci**	**I.**	
Karakteristično opterećenje snijegom na tlu (prva veća nadmorska visina):		s_k=	**0,50**	kN/m^2
Koeficijent izloženosti za topografiju:	za uobičajenu	C_e=	1,0	
Temperaturni koeficijent:	za izoliran krov	C_t=	1,0	
Kutovi nagiba krovne plohe:		α_1=	5	°
		α_2=	5	°
Koeficijent oblika opterećenja snijegom:		$\mu_1(\alpha_1)$=	0,80	
		$\mu_1(\alpha_2)$=	0,80	

	$0° \le \alpha \le 30°$	$30° < \alpha < 60°$	$\alpha \ge 60°$
$\mu_1(\alpha)$	0,8	$0{,}8 \times \frac{60-\alpha}{30}$	0,0

Opterećenje snijegom na krovu: $s(\alpha_1) = \mu_1(\alpha_1) \times C_e \times C_t \times s_k$ = 0,40 kN/m^2

Usvojeno za proračun: $s(\alpha_1)$ = **0,40** kN/m^2



Sheme opterećenja snijegom

2.3. OPTEREĆENJE VJETROM PREMA HRN EN 1991-1-4:2012

2.3.1. Osnovna vrijednost brzine i pritiska vjetra

Lokacija građevine: **Murvica**

Temeljna vrijednost osnovne brzine vjetra:		**30,00**	m/s
Koeficijent smjera vjetra:	$c_{dir} =$	1,0	
Koeficijent ovisan o godišnjem dobu:	$c_{season} =$	1,0	
Osnovna brzina vjetra:	$v_{b,0} = c_{dir} \times c_{season} \times v_{b,0} =$	**30**	m/s
Gustoća zraka:	$\rho =$	1,25	kg/m^3
Osnovni tlak izazvan brzinom vjetra:	$q_b = \frac{\rho \times v_b^2}{2} =$	**0,56**	kN/m^2

2.3.2. Koeficijent izloženosti

Koeficijent izloženosti dan je izrazom: $c_e(z) = c_r^2(z) \times c_o^2(z) \times \left[1 + 7 \times I_v(z)\right]$

Referentna visina građevine: $z =$ **10,15** m

Kategorija terena: **II**

Površine s niskom vegetacijom i izdvojenih prepreka, s razmacima najmanje 20 visina prepreke

Za odabranu kategoriju terena: $z_0 =$ 0,050 m $z_{min} =$ 2,00 m

Koeficijent terena ovisan o visini hrapave površine:

$$k_r = 0{,}19 \times \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0{,}07} = 0{,}19 \times \left(\frac{z_0}{0{,}05}\right)^{0{,}07} = 0{,}19$$

Koeficijent hrapavosti terena:

$c_r(z) = kr \times \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)$ za $z_{min} \le z < z_{max}$ $\quad c_r(z) =$ 1,01

$c_r(z) = kr \times \ln\left(\frac{z_{min}}{z_0}\right)$ za $z < z_{min}$

Koeficijent orografije: $c_o(z) =$ 1,0

Intenzitet turbulencije:

$I_v(z) = \frac{k_I}{c_o \times \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)}$ za $z_{min} \le z < z_{max}$ $\quad I_v(z) =$ 0,188

$k_I =$ 1,0

$I_v(z) = \frac{k_I}{c_o \times \ln\left(\frac{z_{min}}{z_0}\right)}$ za $z < z_{min}$

Koeficijent izloženosti: $c_e(z) = c_r^2(z) \times c_o^2(z) \times \left[1 + 7 \times I_v(z)\right] =$ **2,36**

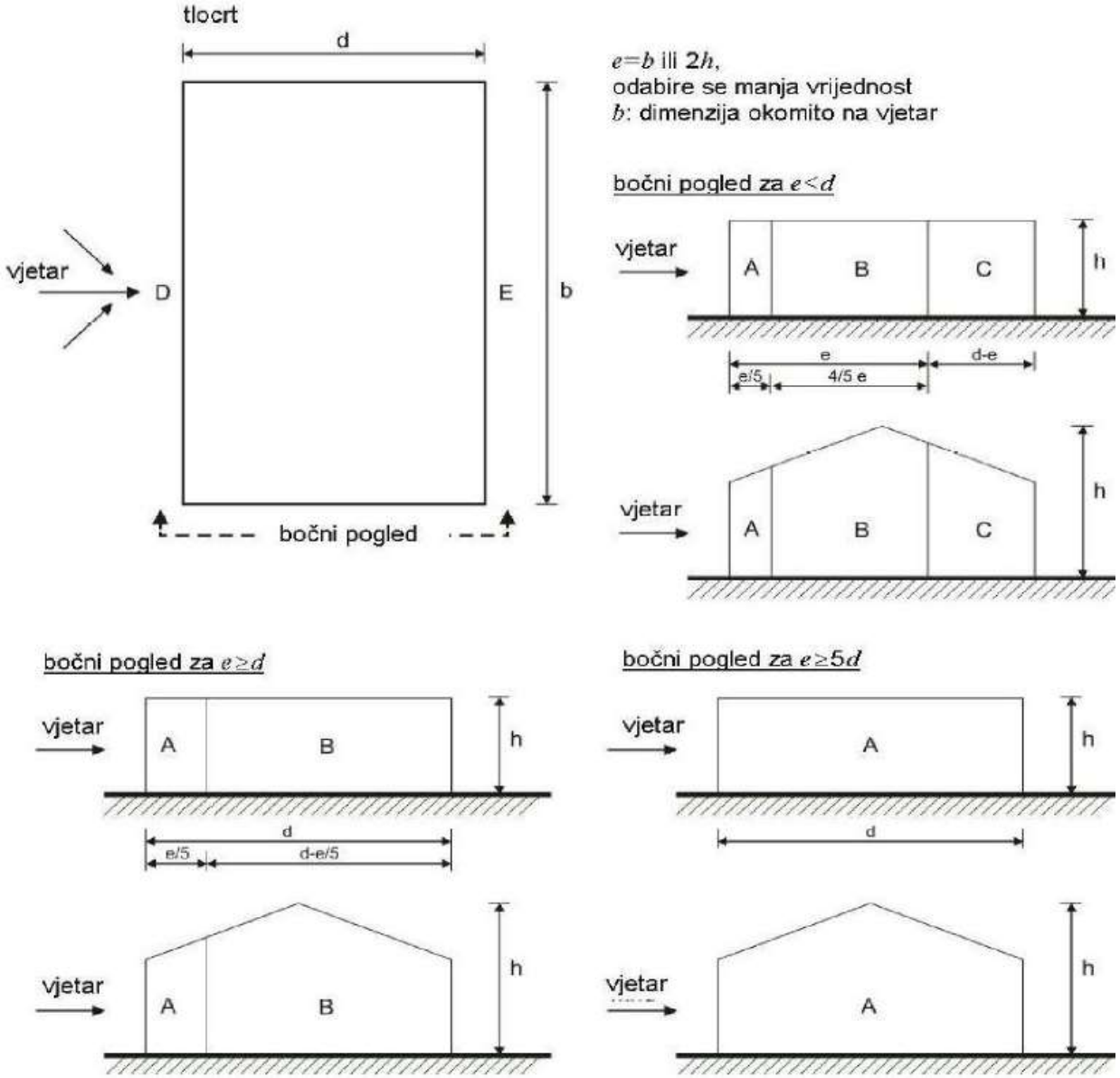
Vršni tlak vjetra: $q_p(z) = c_e(z) \times q_b =$ **1,33** kN/m^2

Koeficijenti pritiska

Vanjski tlak koji djeluje na površinu građevine: $w_e = c_{pe} \times q_p(z)$

Unutarnji tlak koji djeluje na površinu građevine: $w_i = c_{pi} \times q_p(z)$

2.3.3. Vanjski pritisak vjetra na vertikalne zidove tlocrtno pravokutnih zgrada



Područje	A		B		C		D		E	
h/d	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
≥ 5	– 1,4	– 1,7	– 0,8	– 1,1	– 0,5	– 0,7	+ 0,8	+ 1,0	– 0,5	– 0,7
1	– 1,2	– 1,4	– 0,8	– 1,1	– 0,5		+ 0,8	+ 1,0	– 0,5	
≤ 0,25	– 1,2	– 1,4	– 0,8	– 1,1	– 0,5		+ 0,7	+ 1,0	– 0,3	– 0,5

NAPOMENA: Za pojedinačne zgrade na otvorenome terenu u područjima u zavjetrini mogu nastupiti i veće sile.
Međuvrijednosti se smiju linearno interpolirati.
Za zgrade čiji je omjer h/d > 5, ukupno opterećenje vjetrom smije se temeljiti na odredbama iz točaka od 7.6 do 7.8 i 7.9.2.

2.3.3.1. Djelovanje vjetra na uzdužnu fasadu

geometrija građevine: b= 50,00 m d= 25,00 m h= 10,15 m
e= min (b, 2h)= 20,30 m **e<d**

Vrijednosti koeficijenata vanjskog tlaka za vertikalne zidove tlocrtno pravokutnih zgrada
Prikazane su interpolirane vrijednosti za h/d= **0,41**

Koeficijenti vanjskog tlaka

Područje	A	B	C	D	E
$c_{pe,10}$	-1,2	-0,8	-0,5	0,72	-0,34

Koeficijenti unutrašnjeg tlaka

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

Mjerodavni koeficijenti I pritisci po područjima:

Područje	c_{pe}	c_{pi}	w_e	w_i	w	
A	-1,2	0,3	-1,59	0,40	**-1,99**	**sisanje - mjerodavno!**
B	-0,8	0,3	-1,06	0,40	-1,46	sisanje
C	-0,5	0,3	-0,66	0,40	-1,06	sisanje
D	0,72	-0,3	0,96	-0,40	**1,36**	**pritisak - mjerodavno!**
E	-0,34	0,3	-0,45	0,40	-0,85	sisanje

2.3.3.2. Djelovanje vjetra na zabatnu fasadu

geometrija građevine: b= 25,00 m d= 50,00 m h= 10,15 m
e= min (b, 2h)= 20,30 m **e<d**

Vrijednosti koeficijenata vanjskog tlaka za vertikalne zidove tloctrno pravokutnih zgrada
Prikazane su interpolirane vrijednosti za h/d= **0,20**

Koeficijenti vanjskog tlaka

Područje	A	B	C	D	E
$c_{pe,10}$	-1,2	-0,8	-0,5	0,7	-0,3

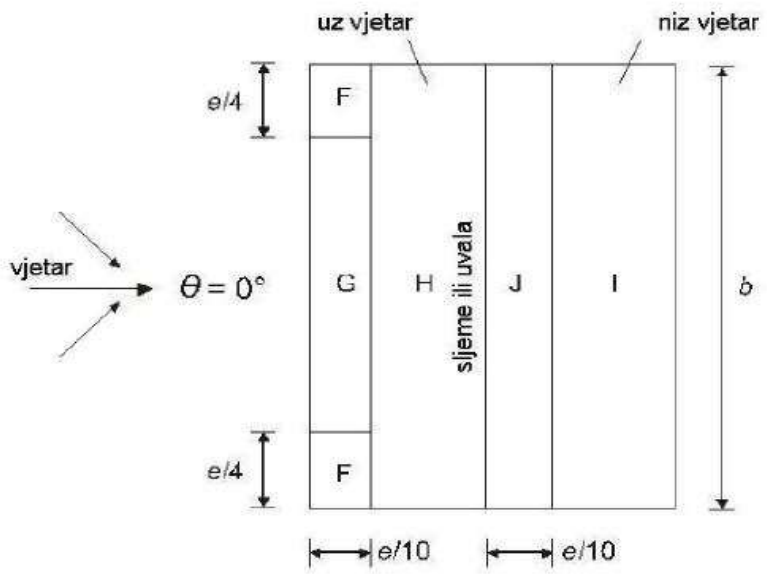
Koeficijenti unutrašnjeg tlaka

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

Mjerodavni koeficijenti I pritisci po područjima:

Područje	c_{pe}	c_{pi}	w_e	w_i	w	
A	-1,2	0,3	-1,59	0,40	**-1,99**	**sisanje - mjerodavno!**
B	-0,8	0,3	-1,06	0,40	-1,46	sisanje
C	-0,5	0,3	-0,66	0,40	-1,06	sisanje
D	0,7	-0,3	0,93	-0,40	**1,33**	pritisak
E	-0,3	0,3	-0,40	0,40	-0,80	sisanje

2.3.4. Vanjski pritisak vjetra na dvostrešne krovove



$e = b$ ili $2h$,
odabire se manja vrijednost

(b) smjer vjetra $\theta = 0°$

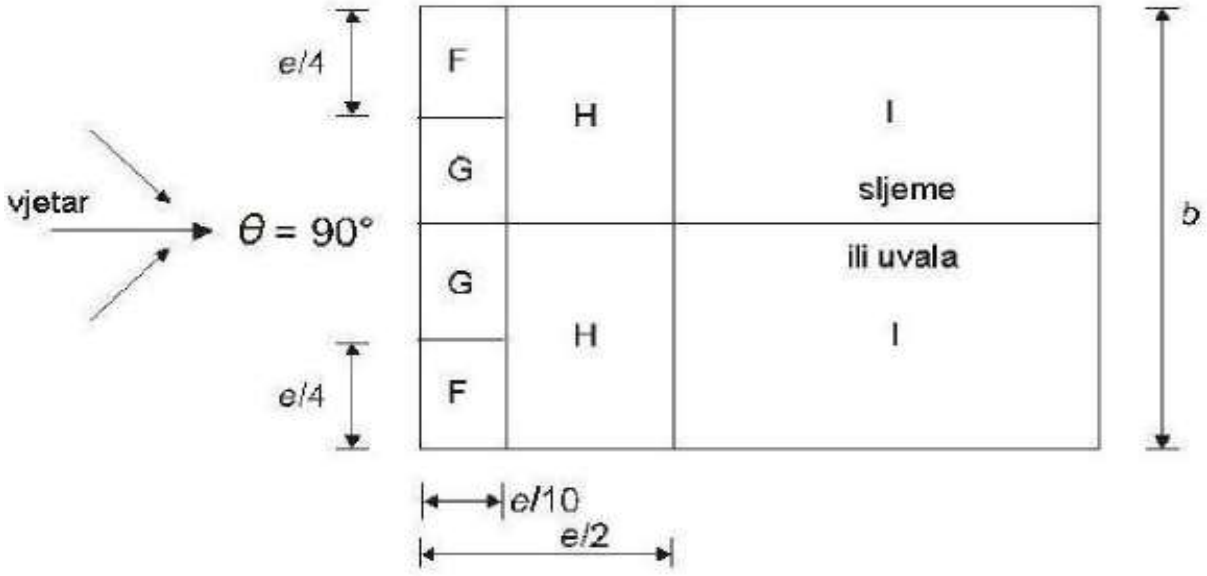
b: dimenzija okomito na vjetar

Tablica 7.4a(N) – Preporučene vrijednosti koeficijenata vanjskog tlaka za dvostrešne krovove

Nagib α	Područje za smjer vjetra $\theta = 0°$									
	F		G		H		I		J	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
– 45°	– 0,6		– 0,6		– 0,8		– 0,7		– 1,0	– 1,5
– 30°	– 1,1	– 2,0	– 0,8	– 1,5	– 0,8		– 0,6		– 0,8	– 1,4
– 15°	– 2,5	– 2,8	– 1,3	– 2,0	– 0,9	– 1,2	– 0,5		– 0,7	– 1,2
– 5°	– 2,3	– 2,5	– 1,2	– 2,0	– 0,8	– 1,2	+ 0,2		+ 0,2	
							– 0,6		– 0,6	
5°	– 1,7	– 2,5	– 1,2	– 2,0	– 0,6	– 1,2	– 0,6		+ 0,2	
	+ 0,0		+ 0,0		+ 0,0				– 0,6	
15°	– 0,9	– 2,0	– 0,8	– 1,5	– 0,3		– 0,4		– 1,0	– 1,5
	+ 0,2		+ 0,2		+ 0,2		+ 0,0		+ 0,0	+ 0,0
30°	– 0,5	– 1,5	– 0,5	– 1,5	– 0,2		– 0,4		– 0,5	
	+ 0,7		+ 0,7		+ 0,4		+ 0,0		+ 0,0	
45°	– 0,0		– 0,0		– 0,0		– 0,2		– 0,3	
	+ 0,7		+ 0,7		+ 0,6		+ 0,0		+ 0,0	
60°	+ 0,7		+ 0,7		+ 0,7		– 0,2		– 0,3	
75°	+ 0,8		+ 0,8		+ 0,8		– 0,2		– 0,3	

NAPOMENA 1: Pri $\theta = 0°$ tlak se naglo mijenja između pozitivnih i negativnih vrijednosti na strani uz vjetar oko kuta $\alpha = -5°$ do $+45°$, stoga su navedene i pozitivne i negativne vrijednosti. Za takve krovove treba uzeti u obzir četiri slučaja gdje su najmanje vrijednosti svih područja F, G i H kombinirane s najvećim ili najmanjim vrijednostima područja I i J. Nije dopušteno miješanje pozitivnih i negativnih vrijednosti na istom pročelju.

NAPOMENA 2: Smije se upotrebljavati linearna interpolacija vrijednosti istog predznaka za međuvrijednosti kutova nagiba istog predznaka. (Ne interpolira se za kutove između $\alpha = -5°$ i $\alpha = +5°$ već se upotrebljavaju podaci za ravne krovove iz točke 7.2.3). Vrijednosti 0,0 dane su za potrebe interpolacije.



(c) smjer vjetra θ=90°

Tablica 7.4b(N) – Preporučene vrijednosti koeficijenata vanjskog tlaka za dvostrešne krovove

Nagib α	Područje za smjer vjetra θ= 90°							
	F		G		H		I	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
– 45°	– 1,4	– 2,0	– 1,2	– 2,0	– 1,0	– 1,3	– 0,9	– 1,2
– 30°	– 1,5	– 2,1	– 1,2	– 2,0	– 1,0	– 1,3	– 0,9	– 1,2
– 15°	– 1,9	– 2,5	– 1,2	– 2,0	– 0,8	– 1,2	– 0,8	– 1,2
– 5°	– 1,8	– 2,5	– 1,2	– 2,0	– 0,7	– 1,2	– 0,6	– 1,2
5°	– 1,6	– 2,2	– 1,3	– 2,0	– 0,7	– 1,2	– 0,6	
15°	– 1,3	– 2,0	– 1,3	– 2,0	– 0,6	– 1,2	– 0,5	
30°	– 1,1	– 1,5	– 1,4	– 2,0	– 0,8	– 1,2	– 0,5	
45°	– 1,1	– 1,5	– 1,4	– 2,0	– 0,9	– 1,2	– 0,5	
60°	– 1,1	– 1,5	– 1,2	– 2,0	– 0,8	– 1,0	– 0,5	
75°	– 1,1	– 1,5	– 1,2	– 2,0	– 0,8	– 1,0	– 0,5	

2.3.4.1. Djelovanje vjetra Θ = 0°

Koeficijenti vanjskog tlaka (J-)

Područje	F	G	H	I	J
$c_{pe,10}$	-1,7	-1,2	-0,6	-0,6	-0,6

Koeficijenti vanjskog tlaka (J+)

Područje	F	G	H	I	J
$c_{pe,10}$	-1,7	-1,2	-0,6	-0,6	0,2

Koeficijenti unutrašnjeg tlaka

$c_{pi,max}$= **0,3**

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

Mjerodavni koeficijenti I pritisci po područjima (J-):

Područje	c_{pe}	c_{pi}	w_e	w_i	w	
F	-1,7	0,3	-2,26	0,40	**-2,66**	**odizanje - mjerodavno**
G	-1,2	0,3	-1,59	0,40	-1,99	odizanje
H	-0,6	0,3	-0,80	0,40	-1,20	odizanje
I	-0,6	0,3	-0,80	0,40	-1,20	odizanje
J	-0,6	0,3	-0,80	0,40	-1,20	odizanje

Mjerodavni koeficijenti I pritisci po područjima (J+):

Područje	c_{pe}	c_{pi}	w_e	w_i	w	
F	-1,7	0,3	-2,26	0,40	**-2,66**	**odizanje - mjerodavno**
G	-1,2	0,3	-1,59	0,40	-1,99	odizanje
H	-0,6	0,3	-0,80	0,40	-1,20	odizanje
I	-0,6	0,3	-0,80	0,40	-1,20	odizanje
J	0,2	-0,3	0,27	-0,40	**0,66**	**pritisak - mjerodavno !**

2.3.4.2. Djelovanje vjetra Θ = 90°

Koeficijenti vanjskog tlaka

Područje	F	G	H	I
$c_{pe,10}$	-1,6	-1,3	-0,7	-0,6

Koeficijenti unutrašnjeg tlaka

$c_{pi,max}$= **0,3**

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

Mjerodavni koeficijenti I pritisci po područjima:

Područje	c_{pe}	c_{pi}	w_e	w_i	w	
F	-1,6	0,3	-2,13	0,40	**-2,52**	odizanje
G	-1,3	0,3	-1,73	0,40	-2,13	odizanje
H	-0,7	0,3	-0,93	0,40	-1,33	odizanje
I	-0,6	0,3	-0,80	0,40	-1,20	odizanje

2.3.5. Trenje vjetra po krovu i pročeljima

Tablica 7.10 – Koeficijenti trenja c_{fr} za zidove, parapete i krovne površine

Površina	Koeficijent trenja c_{fr}
Glatka (npr. čelik, glatki beton)	0,01
Gruba (npr. grubi beton, katranske ploče)	0,02
Vrlo gruba (npr. valovite, rebraste i naborane površine)	0,04

Usvojeni koeficijent trenja po krovu: c_{fr}= 0,04

$w_{fr} = c_{fr} \times q_p(z)$= 0,05 kN/m^2

Djelovanje vjetra trenjem s eneće razmatrati zbog malog utjecaja u odnosu na vjetar okomit na podlogu!

2.4. SEIZMIČKO OPTEREĆENJE

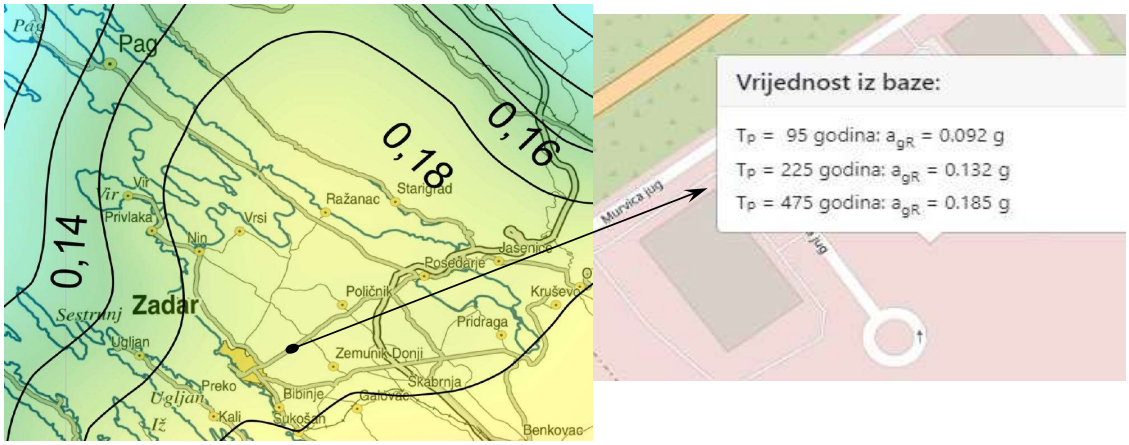
2.4.1. Ulazni podaci

Proračun seizmičkog djelovanja provodi se prema HRN EN 1998-1:2011 I HRN EN 1998-1:200/NA:2011
Horizontalnu stabilnost građevine na seizičko djelovanje osiguravaju AB konzolni prefabricirani stupovi

2.4.2. Lokacija

Predmetna građevina se nalazi u gospodarskoj zoni Murvica jug, k.č.br. 945/71, k.o. Murvica.

3.5.3. Poredbeno vršno ubrzanje tla



2.4.3. Poredbeno vršno ubrzanje tla

Očitano poredbeno vršno ubrzanje u tlu razreda A (povratno razdoblje 475 g): a_{gR} = **0,185** g
a_{gR} = 1,815 m/s^2

Očitano poredbeno vršno ubrzanje u tlu razreda A (povratno razdoblje 95 g): a_{gR} = 0,092 g
a_{gR} = 0,903 m/s^2

2.4.4. Faktor važnosti građevine

Razred važnosti građevine	Opis građevine	Faktor važnosti γ_I
IV	Zgrade čija je cjelovitost neposredno nakon potresa životno važna za zaštitu ljudi: -zgrade državnih tijela razine ministarstava, vlade i Sabora, -županijske i kliničke bolnice, -zgrade s kapitalnom opremom za telekomunikacije, radio i televiziju, -zgrade s kapitalnom opremom za opskrbu plinom, toplinom i vodom -zgrade zračnih luka, -zgrade sa skupocjenom opremom ili sadržajem od državne važnosti, -zgrade profesionalnih vatrogasnih jedinica -zgrade policijskih postaja županijske razine -zgrade elektana i energana snage veće od 100 MW, -spremnici opasnih tvari čije izlijevanje može izazvati onečišćenje okoliša opasno po život	**1,4**
III	Zgrade čija je potresma otpornost važna zbog posljedica vezanih uz rušenje: -osnovne i srednje škole -zgrade s kino dvoranama -zgrade s dvoranama za skupovr veće od 100 osoba -mjesne bolnice -đački i studentski domovi, domovi za djecu s teškoćama u razvoju -domovi umirovljenika -dječji vrtići -silosi, spremnici i dimnjaci viši od 30 m	**1,2**
II	Obične zgrade: -stambene zgrade -poslovne zgrade -proizvodne zgrade -trgovačke zgrade (robne kuće) -hoteli i druge zgrade namijenje turizmu - zgrade sveučilišta, veleučilišta, fakulteta i visokih škola -zgrade istraživačkih instituta -hale, skladišta, izložbeni paviljoni, silosi, spremnici -zgrade zdravstva županijske i općinske razine (osim bolnica) -stadioni, javne i školske sportske dvorane -zgrade županijske i općinske uprave -javne garaže	**1,0**
I	zgrade manje važnosti za javnu sigurnost: -skladišta poljoprivrednih proizvoda -staje i peradarnici -skloništa	**0,8**

Odabrani razred važnosti građevine: **II**

Faktor važnosti: $\gamma_I = 1,0$

Projektno ubrzanje u tlu razreda A: $a_g = \gamma_I \times a_{gR} = 0,185$ g

$a_g = 1,815$ m/s^2

Razred tla	Opis tla	$v_{s,30}$(m/s)
A	Stijena ili druga geomorfološka formacijaslična stijeni, uzimajući u obzir najviše 5 metara slabijeg materijala na površini	> 800
B	Depoziti vrlo zbijenog pijeska, šljunka ili tvrde gline, najmanje dubine nekoliko desetina metara, s postupnim povećanjem mehaničkih karakteristika tih materijala s dubinom	360-800
C	Duboki depoziti zbijenog ili srednje zbijenog pijeska, šljunka ili tvrde gline debljine nekoliko desetina do više stotina metara	180-360
D	Depoziti nekoherentnog tla (sa ili bez mekih koherentnih slojeva) ili prevladavajuća meka do tvrda koherentna tla	<180
E	Profil tla čine površinske aluvijalne naslage sa vrijednostima v_s kao u slučaju tla **C** ili **D**, čije su debljine između 5 i 20 metara, a nalaze se iznad krutog materijala s vrijednostima v_s>800 m/s	

Odabran razred tla: **A**

Odabrani tip spektra: vrijednosti površinske magnitude potresa Ms su veće od 5.5 **1**

Vrijednosti parametara kojima se opisuje horizontalni elastični spektar odziva za potres tipa 1

S	T_B(s)	T_C(s)	T_D(s)
1	0,15	0,40	2,00

2.4.5. Faktor ponašanja konstrukcije

Faktor ponašanja određuje se prema izrazu : $q = q_0 \times k_w \geq 1{,}5$

q_0- osnovna vrijednost faktora ponašanja koja ovisi o vrsti konstrukcije i njenoj duktilnosti
k_w - faktor u kojemu se ogleda prevladavajući oblik sloma konstrukcijskih sustava s zidovima

Osnovne vrijednosti faktora ponašanja q_0 za različite vrse konstrukcija i razrede duktilnosti:

	DCM	DCH
okvirni sustav	$3\alpha_u / \alpha_1$	$4{,}5\alpha_u / \alpha_1$
dvojni sustav		
zidni sustav s povezanim zidovima		
zidni sustav s nepovezanim zidovima	3,0	$4\alpha_u / \alpha_1$
torzijski fleksibilan sustav	2,0	3,0
sustav obrnutog njihala	1,5	2,0

Kvocijent α_u / α_1 može se dobiti nelinearnom statičkom globalnom analizom postupnog guranja
Ako nije određeno spomenutom nelinearnom analizom, za konstrukcije koje imaju regularnost tlocrta mogu se koristiti sljedeće približne vrijednosti kvocijenta

jednokatne građevine	$\alpha_u / \alpha_1 =$ 1,1
višekatne jednobrodne okvirne konstrukcije	$\alpha_u / \alpha_1 =$ 1,2
višekatne višebrodne konstrukcije kao i za dvojne sustave istovjetne okvirnim	$\alpha_u / \alpha_1 =$ 1,3
zidni sustavi s nepovezani zidovima	$\alpha_u / \alpha_1 =$ 1,1
dvojni sustavi istovjetni zidnim sustavima ili povezani (spregnuti) sustavi	$\alpha_u / \alpha_1 =$ 1,2

Vrijednost faktora k_w dan je tablicom:

	k_w
okvirni sustavi i njima istovjetni dvojni sustavi:	1,0
zidni sustavi	$0,5 \le (1+\alpha_0)/3 \le 1,0$
sustavi istovrijedni zidnim sustavima	
torzijski fleksibilni sustavi	

α_0 je prevladavajući koeficijent oblika zidova konstrukcijskog sustava $\alpha_0 = \frac{\sum h_{wi}}{\sum L_{wi}}$

gdje je : $\mathbf{h_{wi}}$ visina zida"i", a $\mathbf{L_{wi}}$ duljina presjeka zida "i"

USVOJENO:

klasa duktilnosti: **DCM**

osnovna vrijednost faktora ponašanja q_0= **3,3**

k_w= **1,0** okviri

faktor ponašanja: $q = q_0 \times k_w \ge 1,5$ $q =$ **3,3**

2.5. DJELOVANJE TEMPERATURE NA KONSTRUKCIJU

S obzirom da je građevina zatvorena i toplinski izolirana u proračunu glavne nosive armiranobetonske konstrukcije temperatura se neće uzimati u obzir. Utjecaj temperature, prema normi HRN EN 1991-1-5:2012: Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije - Dio 1-5: Opća djelovanja -- Toplinska djelovanja (EN1991-1-5:2003/AC:2009), potrebno je uzeti u obzir kod projektiranja fasada koje nisu predmet ovog elaborata.

3. PRORAČUN KROVNIH I ZIDNIH PANELA

3.1. PRORAČUN KROVNOG PANELA TIPA KINGSPAN KS1000 RW

Za pokrov je predviđen sustav izolacijskih panela tipa KINGSPAN KS1000RW debljine 120 mm.
Paneli se postavljaju kao kontinuirani nosači preko više polja ukupne duljine cca. 12 m
Kontinuirani nosač je od 5 polja, razmak sekundarnih AB nosača 2,5 m.

Maksimalno karakteristično opterećenje na krovni panel - PRITISAK

za područje J	$qk=1,0*\Delta g+1,0*s_k+0,6*w=1,0*0,2+1,0*0,4+0,6*0,66=$	0,996	kN/m^2
	$qk=1,0*\Delta g+0,5*s_k+1,0*w=1,0*0,2+0,5*0,4+1,0*0,66=$	**1,060**	**kN/m^2**

Maksimalno karakteristično opterećenje na krovni panel - USIS

za područje F	$qk=1,0*\Delta g-1,0*w=1,0*0,2-1,0*2,66=$	**-2,46**	**kN/m^2**

Application

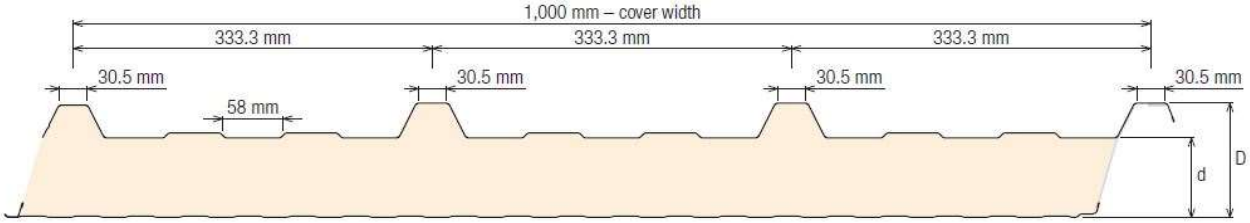
The KS1000 RW is a trapezoidal formed roof system with a standard fastening method (through fixed), which is suitable for all building applications, with a roof slope:

- More than 4° (7%) for roofs with one panel in the slope direction;
- More than 6° (10%) for roofs with two or more panels in slope direction.

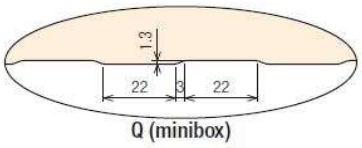
The KS1000 RW panel can also be used for wall cladding.



Dimensions & Weight



Internal Facing Profiles



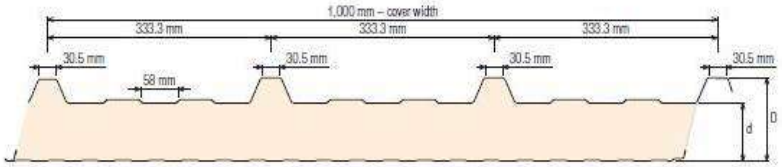
Q (minibox)

d – core thickness (mm)	25	40	50	60	70	80	100	120	160
D – overall dimension (mm)	60	75	85	95	105	115	135	155	195
Weight (kg/m²) sheet 0.5/0.4 mm	9.03	9.63	10.03	10.43	10.83	11.23	12.03	12.83	14.43

Moguća je upotreba I krovnih panela drugih tipova I proizvođača koji imaju dokazanu potrebnu nosivost za prikazana opterećenja za raposn od L=2.5m
Raspored spojnih sredstava (samourezni vijci) izvesti prema uputama proizvođača za gravitacijska I za odižuća opterećenja. Posebnu pažnju obratiti na raspored spojnih sredstava na rubovima građevine gdje dolazi do lokalnog povećanja odižućeg djelovanja vjetra

KS1000 RW

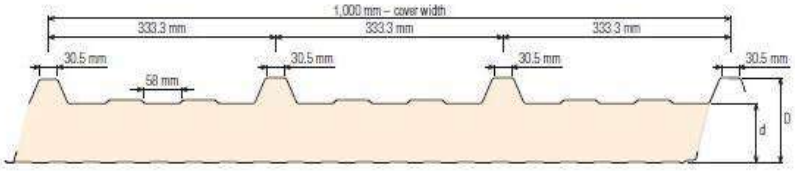
Roofpanel KS1000 RW 120 0.5 / 0.4 - S280/S280 – according to EN 14509



System	Colour group	characteristic downwards load, e.g. snow load [kN/m²]																			
		0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	2.75	3.00	3.25	3.50	3.75	4.00	4.25	4.50	4.75	5.00
Single Span	I, II, III (f)	40 **7.56**	47 **6.48**	59 **5.79**	70 **5.30**	79 **4.92**	83 **4.35**	86 **3.89**	87 **3.49**	88 **3.15**	88 **2.85**	88 **2.59**	86 **2.35**	85 **2.15**	84 **1.97**	83 **1.81**	82 **1.68**	80 **1.56**	80 **1.46**	79 **1.37**	78 **1.29**
Double Span	I (f)	40 **6.52** 67	40 **4.61** 67	40 **3.65** 75	40 **3.06** 81	43 **2.67** 86	45 **2.38** 91	48 **2.16** 95	50 **1.99** 99	52 **1.85** 103	53 **1.73** 107	55 **1.63** 110	57 **1.55** 114	58 **1.47** 117	60 **1.41** 120	62 **1.35** 123	63 **1.30** 126	65 **1.26** 130	67 **1.22** 133	68 **1.18** 136	69 **1.14** 138
	II (f)	40 **6.52** 67	40 **4.61** 67	40 **3.65** 75	40 **3.06** 81	43 **2.67** 86	45 **2.38** 91	48 **2.16** 95	50 **1.99** 99	52 **1.85** 103	53 **1.73** 107	55 **1.63** 110	57 **1.55** 114	58 **1.47** 117	60 **1.41** 120	62 **1.35** 123	63 **1.30** 126	65 **1.26** 130	67 **1.22** 133	68 **1.18** 136	69 **1.14** 138
	III (f)	40 **6.52** 67	40 **4.61** 67	40 **3.65** 75	40 **3.06** 81	43 **2.67** 86	45 **2.38** 91	48 **2.16** 95	50 **1.99** 99	52 **1.85** 103	53 **1.73** 107	55 **1.63** 110	57 **1.55** 114	58 **1.47** 117	60 **1.41** 120	62 **1.35** 123	63 **1.30** 126	65 **1.26** 130	67 **1.22** 133	68 **1.18** 136	69 **1.14** 138
Multi Span	I (f)	40 **7.41** 64	40 **5.20** 76	42 **4.09** 84	45 **3.42** 90	48 **2.96** 95	50 **2.63** 100	52 **2.38** 105	55 **2.19** 109	57 **2.03** 113	59 **1.90** 117	61 **1.79** 121	63 **1.70** 125	64 **1.62** 129	66 **1.55** 132	68 **1.48** 135	70 **1.43** 139	71 **1.38** 142	73 **1.33** 145	74 **1.29** 148	76 **1.26** 152
	II (f)	40 **7.41** 64	40 **5.20** 76	42 **4.09** 84	45 **3.42** 90	48 **2.96** 95	50 **2.63** 100	52 **2.38** 105	55 **2.19** 109	57 **2.03** 113	59 **1.90** 117	61 **1.79** 121	63 **1.70** 125	64 **1.62** 129	66 **1.55** 132	68 **1.48** 135	70 **1.43** 139	71 **1.38** 142	73 **1.33** 145	74 **1.29** 148	76 **1.26** 152
	III (f)	40 **7.41** 64	40 **5.20** 76	42 **4.09** 84	45 **3.42** 90	48 **2.96** 95	50 **2.63** 100	52 **2.38** 105	55 **2.19** 109	57 **2.03** 113	59 **1.90** 117	61 **1.79** 121	63 **1.70** 125	64 **1.62** 129	66 **1.55** 132	68 **1.48** 135	70 **1.43** 139	71 **1.38** 142	73 **1.33** 145	74 **1.29** 148	76 **1.26** 152

KS1000 RW

Roofpanel KS1000 RW 120 0.5 / 0.4 - S280/S280 – according to EN 14509



System	Colour group	characteristic uplifting load, e.g. Wind suction [kN/m²]																			
		0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	2.75	3.00	3.25	3.50	3.75	4.00	4.25	4.50	4.75	5.00
Single Span	I, II, III (f)	40 7.75	40 6.70	40 5.98	40 5.49	40 5.01	40 4.55	40 4.20	40 3.93	40 3.70	40 3.50	40 3.34	40 3.20	40 3.07	40 2.96	40 2.86	40 2.77	40 2.69	40 2.61	40 2.55	40 2.45
Double Span	I (f)	40 10.79 60	40 8.36 60	40 6.17 60	40 4.82 60	40 4.01 60	40 3.46 60	40 3.07 60	40 2.77 60	40 2.54 60	40 2.34 60	40 2.18 60	40 2.05 60	40 1.93 60	40 1.83 60	40 1.74 60	40 1.66 60	40 1.59 60	40 1.53 60	40 1.47 60	40 1.32 60
	II (f)	40 10.79 60	40 8.37 60	40 5.86 60	40 4.57 60	40 3.80 60	40 3.29 60	40 2.92 60	40 2.64 60	40 2.42 60	40 2.24 60	40 2.09 60	40 1.96 60	40 1.86 60	40 1.76 60	40 1.68 60	40 1.60 60	40 1.54 60	40 1.48 60	40 1.42 60	40 1.32 60
	III (f)	40 10.79 60	40 7.86 60	40 5.37 60	40 4.18 60	40 3.48 60	40 3.03 60	40 2.70 60	40 2.45 60	40 2.25 60	40 2.09 60	40 1.96 60	40 1.85 60	40 1.75 60	40 1.66 60	40 1.59 60	40 1.52 60	40 1.46 60	40 1.41 60	40 1.36 60	40 1.32 60
Multi Span	I (f)	40 11.98 60	40 8.36 60	40 6.62 60	40 5.55 60	40 4.58 60	40 3.93 60	40 3.45 60	40 3.09 60	40 2.81 60	40 2.58 60	40 2.40 60	40 2.24 60	40 2.10 60	40 1.99 60	40 1.88 60	40 1.80 60	40 1.72 60	40 1.65 60	40 1.58 60	40 1.52 60
	II (f)	40 11.98 60	40 8.36 60	40 6.62 60	40 5.37 60	40 4.43 60	40 3.79 60	40 3.33 60	40 2.98 60	40 2.71 60	40 2.50 60	40 2.32 60	40 216 60	40 2.04 60	40 1.89 60	40 1.83 60	40 1.74 60	40 1.67 60	40 1.60 60	40 1.54 60	40 1.48 60
	III (f)	40 11.89 60	40 8.36 60	40 6.59 60	40 5.09 60	40 4.19 60	40 3.58 60	40 3.15 60	40 2.82 60	40 2.57 60	40 2.36 60	40 2.20 60	40 2.06 60	40 1.94 60	40 1.84 60	40 1.74 60	40 1.67 60	40 1.60 60	40 1.54 60	40 1.48 60	40 1.43 60

Panel se bira iz grupe boja I ili II što zadovoljava!

3.2. PRORAČUN ZIDNOG PANELA

Za zidne obloge je predviđen sustav izolacijskih panela tipa KINGSPAN KS1000AWP debljine 120 mm.
Za zidnu oblogu hale prema ankesu se predviđa panel sa ispunom od mineralne vune istog proizvođača KINSGPAN KS1000FH debljine 120 mm.

Paneli se postavljaju kao kontinuirani nosači sa konzolom te kao nosači sustava proste grede.
Rasponi su prikazani u proračunu za pojedinu poziciju panela.

Maksimalno karakteristično opterećenje na zidni panel - PRITISAK

qk=1,0*w=1,0*1,99= **1,99** **kN/m^2**

Maksimalno karakteristično opterećenje na zidni panel - USIS

qk=1,0*w=1,0*1,36= **1,36** **kN/m^2**

Kingspan South
SANDSTAT 4.07

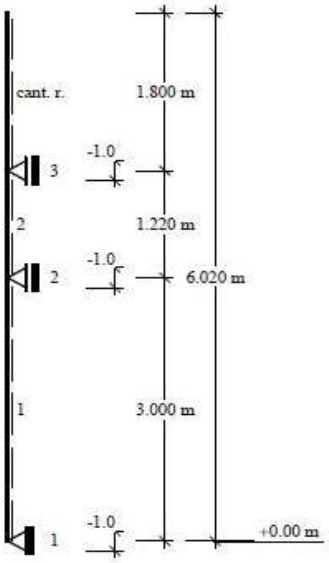
Order: GP-Sheet AWP120 double span | Pos.: +console | Page

SandStat 4.07.038 | Licensee: Kingspan-Master | © 1996-2020 iS-engineering GmbH

Pos

1. STATIC SYSTEM

1.1 SKETCH



M = 1 : 75

wall-panel of 2 spans, vertical (upright) installation.
-1: no definition from user. The necessary support width was determinated by the software.

1.2 PANEL SPECIFICATION

Sel. panel: KS AWP 120 M/Q 0,60/0,40 (IPN3 nach Z-1342) (outside-colour classified as colour group 3)

Background: Z-10.49-536 mit GA Z-1342
Sandwichelemente nach EN 14509 mit Stahldeckschichten und einer Kernschicht aus Polyurethan-Hartschaum, Typ "KS1000 RW - Dämmkern IPN", "KS1000 RW - Dämmkern IPN 1", "KS AWP - Dämmkern IPN", "KS TF -", "KS TC -" und "KS TL - Dämmkern IPN"
Holder: Kingspan GmbH (GA Z-1342)
Design: DIN EN 14509, annex E

Kingspan South
SANDSTAT 4.07

Order: GP-Sheet AWP120 double span | Pos.: +console | Page

SandStat 4.07.038 | Licensee: Kingspan-Master | © 1996-2020 iS-engineering GmbH



1.2.1 Sandwich panel

Overall depth of the panel D	= 120.0 mm		
Lever arms R_1	= 46.9 mm	R_2	= 71.9 mm

1.2.2 Core material

Material	IPN3-Isophenic
Shear modulus G_C	= 3.40 N/mm²
Shear strength f_{Cv} $\vartheta \leq 20°C$	= 0.120 N/mm²
Compr. strength f_{Cc}	= 0.070 N/mm²
parameter of support reaction capacity	= 0.0

1.2.3 Face layers (excerpt)

	Upper face layer (1)	Lower face layer (2)
Material	S 280	S 280
nomial thickness of face sheet t_{nom}	= 0.600 mm	= 0.400 mm
nomial thickness of zinc layers t_{zinc}	= 0,040 mm	= 0,040 mm
tolerance (DIN EN 10143) t_{tol}	= 0.050 mm	= 0.050 mm
Thickness of face sheet t	= 0.535 mm	= 0.335 mm
Cross-sectional area A	= 5.359 cm²/m	= 3.41 cm²/m
Moment of inertia I	= 0.00 cm⁴/m	= 0.00 cm⁴/m
Distance between centroids of faces d_1	= 0.250 mm	= 0.500 mm
Distance between centroids of faces h_2	= 0.250 mm	= 0.500 mm
Basic value σ_w	= 174.00 N/mm²	= 152.00 N/mm²

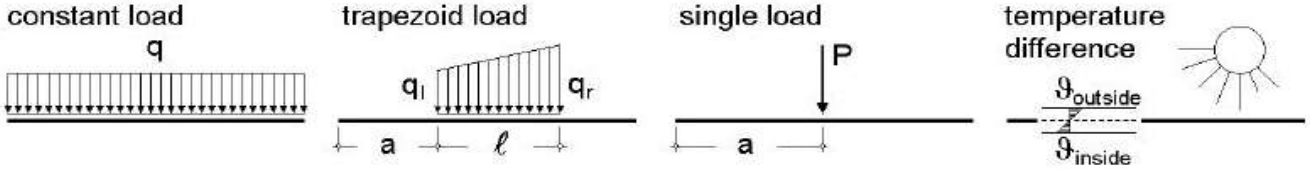
Kingspan South
SANDSTAT 4.07

Order: GP-Sheet AWP120 double span | Pos.: +console | Page

SandStat 4.07.038 | Licensee: Kingspan-Master | © 1996-2020 iS-engineering GmbH

2. LOAD

2.1 PRINCIPLE SKETCH OF THE INTRODUCED LOADS

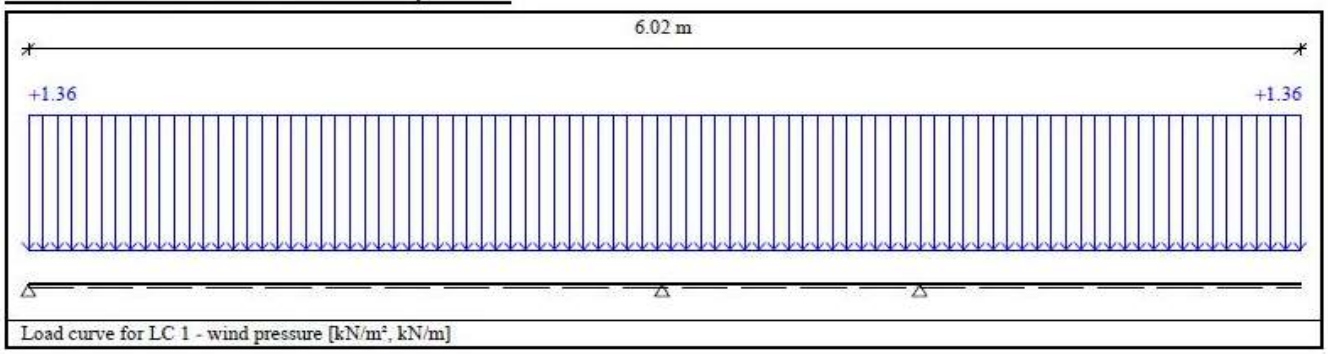


2.2 INTRODUCED LOADS

1. wind pressure over entire length	w_d	= 1.360 kN/m²
2. wind suction over entire length	w_s	= -1.990 kN/m²
3. summer temperatures for SLS	ϑ_{outs}	= +80°C, ϑ_{ins} = +25°C
4. summer temperatures for ULS	ϑ_{outs}	= +80°C, ϑ_{ins} = +25°C
5. winter temperatures	ϑ_{outs}	= -20°C, ϑ_{ins} = +20°C

2.3 LOAD CURVE OVER THE PANEL LENGTH

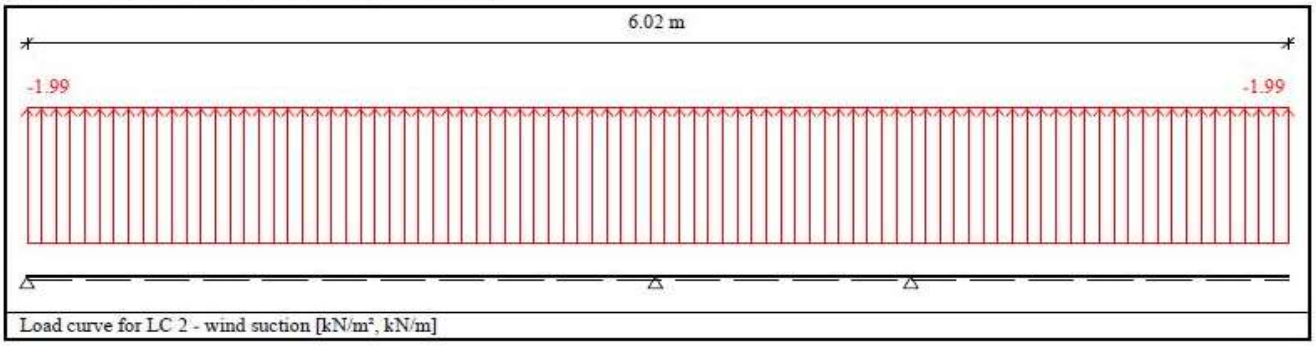
2.3.1 Load curve for LC 1 - wind pressure



Load curve for LC 1 - wind pressure [kN/m², kN/m]

© 1996-2020 iS-engineering GmbH

2.3.2 Load curve for LC 2 - wind suction



Load curve for LC 2 - wind suction [kN/m², kN/m]

3. ACTION EFFECTS OF EACH LOADCASE

3.1 SUPPORT REACTIONS AT MULTI-SPAN PANEL

Support reactions for multi-span-panels without load factors. The numbers of the load cases correspond with the numbers under Load.

	Load case			
support	LC 1	LC 2	LC 3	LC 5
-	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
1	+1.63	-2.38	+0.76	-0.55
2	+2.50	-3.66	-2.63	+1.91
3	+4.06	-5.95	+1.87	-1.36

Kingspan South
SANDSTAT 4.07

Order: GP-Sheet AWP120 double span | Pos.: +console | Page

SandStat 4.07.038 | Licensee: Kingspan-Master | © 1996-2020 iS-engineering GmbH

3.2 SHEAR FORCES AT MULTI-SPAN PANEL

The given results are the maximum for continuous multi span panels without load factors.

3.2.1 Shear force in core

V_C				
	Load Case			
span/	LC 1	LC 2	LC 3	LC 5
support	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
support 1	+1.62	-2.38	+0.76	-0.55
span 1	-2.44	+3.57	+0.76	-0.55
support 2	-1.21	+1.76	-0.56	+0.40
span 2	-1.60	+2.34	-1.87	+1.36
support 3	+0.42	-0.61	-0.94	+0.68
r. cant.	+2.43	-3.56	±0.00	±0.00

3.3 BENDING MOMENTS AT MULTI-SPAN PANEL

The given results are the maximum for continuous multi span panels without load factors.

3.3.1 Sandwich moment

M_C				
	Load Case			
span/	LC 1	LC 2	LC 3	LC 5
support	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]
support 1	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00
span 1	+0.97	-1.42	-	-
support 2	-1.24	+1.82	+2.28	-1.66
span 2	-1.24	+1.82	-	-
support 3	-2.20	+3.22	±0.00	±0.00
r. cant.	-	-	-	-

Kingspan South
SANDSTAT 4.07

Order: GP-Sheet AWP120 double span | Pos.: +console | Page

SandStat 4.07.038 | Licensee: Kingspan-Master | © 1996-2020 iS-engineering GmbH

4. CALCULATIONS

4.1 DESIGN OVERVIEW

ultimate limit state of tension and pressure stresses	81.7%
ultimate limit state of shear stresses	51.4%
ultimate limit state of support reactions	100.0%
serviceability limit state of tension and pressure stresses	51.2%
serviceability limit state of shear stresses	31.1%
serviceability limit state of support reactions	100.0%
serviceability limit state of deflections	80.0%

4.2 COMPRESSION STRESSES AT SUPPORT

The design of the compression stresses at the supports is carried out for each support with the decisive design procedure (ulitmate limit state, serviceability limit state, constructive demands).

support	$\gamma * A_S$ 1)	$\gamma * A_U$ 2)	exist. b 3)	$A_{SLS,d}$ 4)	$A_{ULS,d}$ 5)	req. b_S 6)	req. b_U 7)	req. b_k 8)	req. $b_{dec.}$ 9)
[-]	[kN/m]	[kN/m]	[cm]	[kN/m]	[kN/m]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
1	2.08	3.06	-1.0	2.62	3.06	3.2	5.5	4.0	5.5
2	3.65	4.30	-1.0	3.93	4.30	5.6	7.7	6.0	7.7
3	5.19	7.63	-1.0	5.19	7.63	7.9	13.7	6.0	13.7

1) relevant support reactions including load factors at serviceability limit state
2) relevant support reactions including load factors at ultimate limit state
3) existing support width."-1": no definition from user.
4) allowable support reactions at serviceability limit state
5) allowable support reactions as ultimate limit state
6) required support width at serviceability limit state
7) required support width at ultimate limit state
8) support width required in the standard
9) decisive support width (maximum value index 6 to 8)

Kingspan South
SANDSTAT 4.07

Order: GP-Sheet AWP120 double span | Pos.: +console | Page

SandStat 4.07.038 | Licensee: Kingspan-Master | © 1996-2020 iS-engineering GmbH

4.3 DEFLECTIONS

4.3.1 Design of deflections

The design of deflections is made with following assumptions (in accordance with german technical approval):
span-deflections: - at short-term: max $w_{positive} = l / 100$ max $w_{negative} = l / 100$
deflections of cantilever: - at short-term: max $w = l / 50$

Determining is the deflection at right cantilever with the sum

$$\Sigma w = \gamma_{w\,d} * \Psi_{0,w_d} * \Psi_{1,w_d} * w_{w_d} + \gamma_{\vartheta,S,SLS} * \Psi_{1,\Delta\vartheta S,SLS} * w_{\Delta\vartheta S,SLS} \leq \max w = 180.0\ cm / 50 = 3.60\ cm$$

$$\Sigma w = 1.0 * 0.60 * 0.75 * 1.49 + 1.0 * 1.0 * 2.21 = 2.88\ cm < 3.60\ cm$$

4.4 FASTENERS

4.4.1 Design of the maximum deflection for screw heads

The screw head-deflections are designed in accordance with the recommendation of the ECCS.

exist. $u_t = \Delta T * (\alpha_{T1} + \alpha_{T2}) / 2 * \max. l / 2 = ...$

$$...= 70K * (1.20E\text{-}5 + 1.20E\text{-}5) / 2 * 3000 / 2 = 1.26\ mm \leq zul.\ u_t = 15.00\ mm$$

4.4.2 Design of tensile forces

The number of the required/chosen fasteners rely on the panel-width. Close attention must be paid to requirements of the basic calculation principle (screw-distance and -number etc.)!

panel-width:1000 mm in accordance with explicit user definition

support									
no	variation	material	t_{II}	asym.	Qty.	chosen fasteners	N_{Sd}	N_{Rd}	util.
-	-	-	[mm]	-	S/EL	-	[kN]	[kN]	
1	verd./sicht.	S235	4.00		2+1	JT3-D-12H-5,5/6,3 x L (Ø -) LSP 1)	4.07	4.43	91.7%
2	verd./sicht.	S235	4.00		2+2	JT3-D-12H-5,5/6,3 x L (Ø -) LSP 2)	7.85	8.93	87.9%
3	verd./sicht.	S235	4.00		2+3	JT3-D-12H-5,5/6,3 x L (Ø -) LSP 3)	10.14	10.50	96.6%

Kingspan South
SANDSTAT 4.07

Order: GP-Sheet AWP120 double span | Pos.: +console | Page

SandStat 4.07.038 | Licensee: Kingspan-Master | © 1996-2020 iS-engineering GmbH

explanations

asym. [x] - thin-walled und asymmetric sub-construction (e.g. Z- or C-shaped profiles).
LSP - load spreading plate

1) 2 × EJOT JT3-D-12H-5,5/6,3 x L (Ø) plate L150*37,2*7,7*2 (eR = 50) ETA-13/0177 ANX.7
   1 × EJOT JT3-D-12H-5,5/6,3 x L (Ø16) (visible)
2) 2 × EJOT JT3-D-12H-5,5/6,3 x L (Ø) plate L150*37,2*7,7*2 ETA-13/0177 ANX.7
   2 × EJOT JT3-D-12H-5,5/6,3 x L (Ø16) (visible)
3) 2 × EJOT JT3-D-12H-5,5/6,3 x L (Ø) plate L150*37,2*7,7*2 ETA-13/0177 ANX.7
   3 × EJOT JT3-D-12H-5,5/6,3 x L (Ø16) (visible)

Nachweis für zusätzliche, sichtbare Verbindungsmittel

Auflager 1:

hidden fastening: 2 fastener(s) load spreading plate
visible fastening: 1 fastener(s) w/ washer Ø16 mm

$N_{Sd} = 4.07\ kN \le 4.43\ kN = 2.86\ kN + 1 \times 2.09\ kN / 1.33 = N_{Rd}$

Auflager 2:

hidden fastening: 2 fastener(s) load spreading plate
visible fastening: 2 fastener(s) w/ washer Ø16 mm

$N_{Sd} = 7.85\ kN \le 8.93\ kN = 5.79\ kN + 2 \times 2.09\ kN / 1.33 = N_{Rd}$

Auflager 3:

hidden fastening: 2 fastener(s) load spreading plate
visible fastening: 3 fastener(s) w/ washer Ø16 mm

$N_{Sd} = 10.14\ kN \le 10.50\ kN = 5.79\ kN + 3 \times 2.09\ kN / 1.33 = N_{Rd}$

Kingspan South
SANDSTAT 4.07

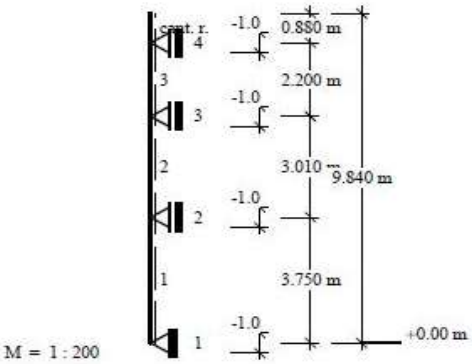
Order: GP-Sheet AWP120 triple span | Pos.: +console | Page

SandStat 4.07.038 | Licensee: Kingspan-Master | © 1996-2020 iS-engineering GmbH

Pos

1. STATIC SYSTEM

1.1 SKETCH



M = 1 : 200

wall-panel of 3 spans, vertical (upright) installation.
-1: no definition from user. The necessary support width was determinated by the software.

1.2 PANEL SPECIFICATION

Sel. panel: KS AWP 120 M/Q 0,60/0,40 (IPN3 nach Z-1342) (outside-colour classified as colour group 3)

Background: Z-10.49-536 mit GA Z-1342
Sandwichelemente nach EN 14509 mit Stahldeckschichten und einer Kernschicht aus Polyurethan-Hartschaum, Typ "KS1000 RW - Dämmkern IPN", "KS1000 RW - Dämmkern IPN 1", "KS AWP - Dämmkern IPN", "KS TF -", "KS TC -" und "KS TL - Dämmkern IPN"
Holder: Kingspan GmbH (GA Z-1342)
Design: DIN EN 14509, annex E



Kingspan
Innovation | Service | Support

Kingspan South
SANDSTAT 4.07

Order: GP-Sheet AWP120 triple span | Pos.: +console | Page

SandStat 4.07.038 | Licensee: Kingspan-Master | © 1996-2020 iS-engineering GmbH

1.2.1 Sandwich panel

Overall depth of the panel D	= 120.0 mm		
Lever arms R_1	= 46.9 mm	R_2	= 71.9 mm

1.2.2 Core material

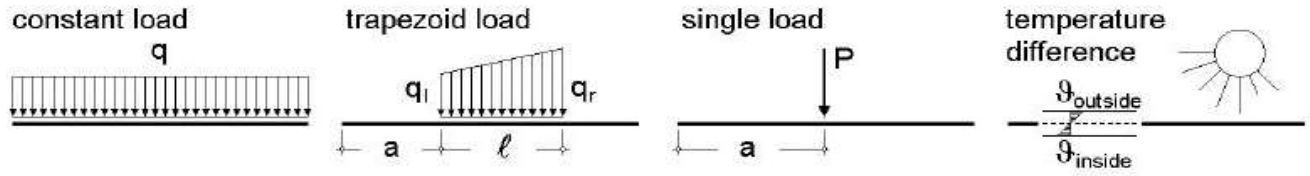
Material	IPN3-Isophenic
Shear modulus G_C	= 3.40 N/mm²
Shear strength f_{Cv} $\vartheta \leq 20°C$	= 0.120 N/mm²
Compr. strength f_{Cc}	= 0.070 N/mm²
parameter of support reaction capacity	= 0.0

1.2.3 Face layers (excerpt)

	Upper face layer (1)	Lower face layer (2)
Material	S 280	S 280
nomial thickness of face sheet t_{nom}	= 0.600 mm	= 0.400 mm
nomial thickness of zinc layers t_{zinc}	= 0,040 mm	= 0,040 mm
tolerance (DIN EN 10143) t_{tol}	= 0.050 mm	= 0.050 mm
Thickness of face sheet t	= 0.535 mm	= 0.335 mm
Cross-sectional area A	= 5.359 cm²/m	= 3.41 cm²/m
Moment of inertia I	= 0.00 cm⁴/m	= 0.00 cm⁴/m
Distance between centroids of faces d_1	= 0.250 mm	= 0.500 mm
Distance between centroids of faces h_2	= 0.250 mm	= 0.500 mm
Basic value σ_w	= 174.00 N/mm²	= 152.00 N/mm²

2. LOAD

2.1 PRINCIPLE SKETCH OF THE INTRODUCED LOADS



Kingspan South
SANDSTAT 4.07

Order: GP-Sheet AWP120 triple span | Pos.: +console | Page

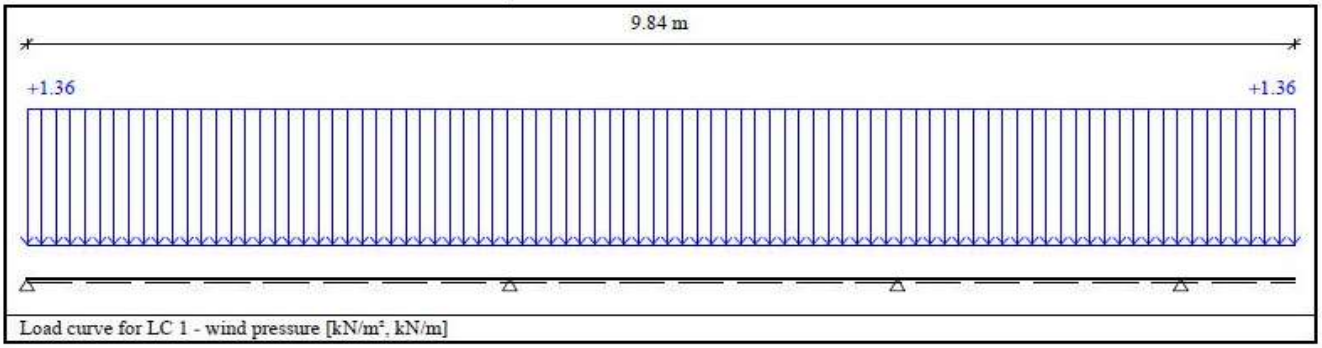
SandStat 4.07.038 | Licensee: Kingspan-Master | © 1996-2020 iS-engineering GmbH

2.2 INTRODUCED LOADS

1. wind pressure over entire length — w_d = 1.360 kN/m²
2. wind suction over entire length — w_s = -1.990 kN/m²
3. summer temperatures for SLS — ϑ_{outs} = +80°C, ϑ_{ins} = +25°C
4. summer temperatures for ULS — ϑ_{outs} = +80°C, ϑ_{ins} = +25°C
5. winter temperatures — ϑ_{outs} = -20°C, ϑ_{ins} = +20°C

2.3 LOAD CURVE OVER THE PANEL LENGTH

2.3.1 Load curve for LC 1 - wind pressure



Load curve for LC 1 - wind pressure [kN/m², kN/m]

2.3.2 Load curve for LC 2 - wind suction



Load curve for LC 2 - wind suction [kN/m², kN/m]

3. ACTION EFFECTS OF EACH LOADCASE

3.1 SUPPORT REACTIONS AT MULTI-SPAN PANEL

Support reactions for multi-span-panels without load factors. The numbers of the load cases correspond with the numbers under Load.

	Load case			
support	LC 1	LC 2	LC 3	LC 5
-	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
1	+2.17	-3.17	+0.98	-0.71
2	+5.19	-7.60	-1.18	+0.86
3	+3.45	-5.05	-1.18	+0.86
4	+2.57	-3.76	+1.38	-1.01

3.2 SHEAR FORCES AT MULTI-SPAN PANEL

The given results are the maximum for continuous multi span panels without load factors.

3.2.1 Shear force in core

V_C				
	Load Case			
span/	LC 1	LC 2	LC 3	LC 5
support	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
support 1	+2.17	-3.17	+0.98	-0.71
span 1	-2.90	+4.25	+0.98	-0.71
support 2	-0.34	+0.49	+0.39	-0.28
span 2	+2.23	-3.27	-0.20	+0.15
support 3	-0.11	+0.16	-0.79	+0.58
span 3	+1.59	-2.33	-1.38	+1.01
support 4	-0.09	+0.13	-0.69	+0.50
r. cant.	+1.17	-1.71	±0.00	±0.00

3.3 BENDING MOMENTS AT MULTI-SPAN PANEL

The given results are the maximum for continuous multi span panels without load factors.

3.3.1 Sandwich moment

	M_C			
	Load Case			
span/	LC 1	LC 2	LC 3	LC 5
support	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]
support 1	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00
span 1	+1.73	-2.53	-	-
support 2	-1.43	+2.10	+3.66	-2.66
span 2	+0.44	-0.65	-	-
support 3	-0.79	+1.16	+3.05	-2.22
span 3	+0.17	-0.25	-	-
support 4	-0.53	+0.77	±0.00	±0.00
r. cant.	-	-	-	-

4. CALCULATIONS

4.1 DESIGN OVERVIEW

ultimate limit state of tension and pressure stresses	102.4%
ultimate limit state of shear stresses	53.8%
ultimate limit state of support reactions	100.0%
serviceability limit state of tension and pressure stresses	74.9%
serviceability limit state of shear stresses	37.3%
serviceability limit state of support reactions	100.0%
serviceability limit state of deflections	54.2%

Kingspan South
SANDSTAT 4.07

Order: GP-Sheet AWP120 triple span | Pos.: +console | Page

SandStat 4.07.038 | Licensee: Kingspan-Master | © 1996-2020 iS-engineering GmbH

Nachweis für zusätzliche, sichtbare Verbindungsmittel

Auflager 1:

hidden fastening: 2 fastener(s) load spreading plate
visible fastening: 2 fastener(s) w/ washer Ø16 mm

$N_{Sd} = 5.40\ kN \leq 6.00\ kN = 2.86\ kN + 2 \times 2.09\ kN / 1.33 = N_{Rd}$

Auflager 2:

hidden fastening: 2 fastener(s) load spreading plate
visible fastening: 5 fastener(s) w/ washer Ø16 mm

$N_{Sd} = 12.46\ kN \leq 13.65\ kN = 5.79\ kN + 5 \times 2.09\ kN / 1.33 = N_{Rd}$

Auflager 3:

hidden fastening: 2 fastener(s) load spreading plate
visible fastening: 2 fastener(s) w/ washer Ø16 mm

$N_{Sd} = 8.64\ kN \leq 8.93\ kN = 5.79\ kN + 2 \times 2.09\ kN / 1.33 = N_{Rd}$

Auflager 4:

hidden fastening: 2 fastener(s) load spreading plate
visible fastening: 1 fastener(s) w/ washer Ø16 mm

$N_{Sd} = 6.55\ kN \leq 7.36\ kN = 5.79\ kN + 1 \times 2.09\ kN / 1.33 = N_{Rd}$

Kingspan South
SANDSTAT 4.07

Order: GP-Sheet AWP120 triple span | Pos.: +console | Page

SandStat 4.07.038 | Licensee: Kingspan-Master | © 1996-2020 iS-engineering GmbH

4.2 COMPRESSION STRESSES AT SUPPORT

The design of the compression stresses at the supports is carried out for each support with the decisive design procedure (ulitmate limit state, serviceability limit state, constructive demands).

support	$\gamma * A_S$ 1)	$\gamma * A_U$ 2)	exist. b 3)	$A_{SLS,d}$ 4)	$A_{ULS,d}$ 5)	req. b_S 6)	req. b_U 7)	req. b_k 8)	req. $b_{dec.}$ 9)
[-]	[kN/m]	[kN/m]	[cm]	[kN/m]	[kN/m]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
1	2.75	3.83	-1.0	2.75	3.83	4.2	6.9	4.0	6.9
2	5.71	6.90	-1.0	5.71	6.90	8.7	12.4	6.0	12.4
3	3.97	5.31	-1.0	3.97	5.31	6.1	9.6	6.0	9.6
4	3.40	4.40	-1.0	3.93	4.40	5.2	7.9	6.0	7.9

1) relevant support reactions including load factors at serviceability limit state
2) relevant support reactions including load factors at ultimate limit state
3) existing support width."-1": no definition from user.
4) allowable support reactions at serviceability limit state
5) allowable support reactions as ultimate limit state
6) required support width at serviceability limit state
7) required support width at ultimate limit state
8) support width required in the standard
9) decisive support width (maximum value index 6 to 8)

4.3 DEFLECTIONS

4.3.1 Design of deflections

The design of deflections is made with following assumptions (in accordance with german technical approval):
span-deflections: - at short-term: max $w_{positive} = 1 / 100$ max $w_{negative} = 1 / 100$
deflections of cantilever: - at short-term: max $w = 1 / 50$

Determining is the deflection at right cantilever with the sum

$$\Sigma w = \gamma_{w,d} * \Psi_{0,w_d} * \Psi_{1,w_d} * w_{w_d} + \gamma_{\vartheta,S,SLS} * \Psi_{1,\Delta\vartheta S,SLS} * w_{\Delta\vartheta S,SLS} \leq \max w = 88.0 \text{ cm} / 50 = 1.76 \text{ cm}$$

$$\Sigma w = 1.0 * 0.60 * 0.75 * 0.131 + 1.0 * 1.0 * 0.895 = 0.954 \text{ cm} < 1.76 \text{ cm}$$

Kingspan South
SANDSTAT 4.07

Order: GP-Sheet AWP120 triple span | Pos.: +console | Page

SandStat 4.07.038 | Licensee: Kingspan-Master | © 1996-2020 iS-engineering GmbH

4.4 FASTENERS

4.4.1 Design of the maximum deflection for screw heads

The screw head-deflections are designed in accordance with the recommendation of the ECCS.

exist. $u_t = \Delta T * (\alpha_{T1} + \alpha_{T2}) / 2 * \max. 1 / 2 = ...$

$...= 70K * (1.20E-5 + 1.20E-5) / 2 * 3750 / 2 = 1.58 \text{ mm} \leq \text{zul. } u_t = 15.00 \text{ mm}$

4.4.2 Design of tensile forces

The number of the required/chosen fasteners rely on the panel-width. Close attention must be paid to requirements of the basic calculation principle (screw-distance and -number etc.)!

panel-width:1000 mm in accordance with explicit user definition

support									
no	variation	material	t_{fl}	asym.	Qty.	chosen fasteners	N_{Sd}	N_{Rd}	util.
-	-	-	[mm]	-	S/EL	-	[kN]	[kN]	
1	verd./sicht.	S235	4.00		2+2	JT3-D-12H-5,5/6,3 x L (Ø -) LSP 1)	5.40	6.00	89.9%
2	verd./sicht.	S235	4.00		2+5	JT3-D-12H-5,5/6,3 x L (Ø -) LSP 2)	12.46	13.65	91.3%
3	verd./sicht.	S235	4.00		2+2	JT3-D-12H-5,5/6,3 x L (Ø -) LSP 3)	8.64	8.93	96.7%
4	verd./sicht.	S235	4.00		2+1	JT3-D-12H-5,5/6,3 x L (Ø -) LSP 4)	6.55	7.36	89.0%

explanations

asym. [x] - thin-walled und asymmetric sub-construction (e.g. Z- or C-shaped profiles).
LSP - load spreading plate

1) 2 × EJOT JT3-D-12H-5,5/6,3 x L (Ø) plate L150*37,2*7,7*2 (eR = 50) ETA-13/0177 ANX.7
   2 × EJOT JT3-D-12H-5,5/6,3 x L (Ø16) (visible)
2) 2 × EJOT JT3-D-12H-5,5/6,3 x L (Ø) plate L150*37,2*7,7*2 ETA-13/0177 ANX.7
   5 × EJOT JT3-D-12H-5,5/6,3 x L (Ø16) (visible)
3) 2 × EJOT JT3-D-12H-5,5/6,3 x L (Ø) plate L150*37,2*7,7*2 ETA-13/0177 ANX.7
   2 × EJOT JT3-D-12H-5,5/6,3 x L (Ø16) (visible)
4) 2 × EJOT JT3-D-12H-5,5/6,3 x L (Ø) plate L150*37,2*7,7*2 ETA-13/0177 ANX.7
   1 × EJOT JT3-D-12H-5,5/6,3 x L (Ø16) (visible)

Kingspan South
SANDSTAT 4.07

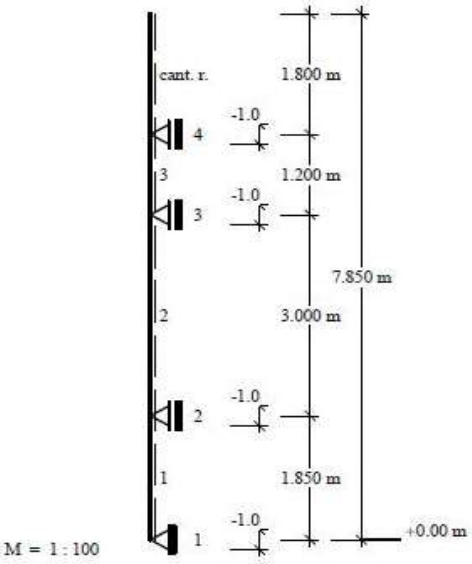
Order: GP-Sheet AWP120 triple span | Pos.: +console | Page

SandStat 4.07.038 | Licensee: Kingspan-Master | © 1996-2020 iS-engineering GmbH

Pos

1. STATIC SYSTEM

1.1 SKETCH



wall-panel of 3 spans, vertical (upright) installation.
-1: no definition from user. The necessary support width was determinated by the software.

1.2 PANEL SPECIFICATION

Sel. panel: KS AWP 120 M/Q 0,60/0,40 (IPN3 nach Z-1342) (outside-colour classified as colour group 3)

Background: Z-10.49-536 mit GA Z-1342
Sandwichelemente nach EN 14509 mit Stahldeckschichten und einer Kernschicht aus Polyurethan-Hartschaum, Typ "KS1000 RW - Dämmkern IPN", "KS1000 RW - Dämmkern IPN 1", "KS AWP - Dämmkern IPN", "KS TF -", "KS TC -" und "KS TL - Dämmkern IPN"
Holder: Kingspan GmbH (GA Z-1342)
Design: DIN EN 14509, annex E

Kingspan South
SANDSTAT 4.07

Order: GP-Sheet AWP120 triple span | Pos.: +console | Page

SandStat 4.07.038 | Licensee: Kingspan-Master | © 1996-2020 iS-engineering GmbH



1.2.1 Sandwich panel

Overall depth of the panel D	= 120.0 mm		
Lever arms R_1	= 46.9 mm	R_2	= 71.9 mm

1.2.2 Core material

Material	IPN3-Isophenic
Shear modulus G_C	= 3.40 N/mm²
Shear strength f_{Cv} $\vartheta \leq 20°C$	= 0.120 N/mm²
Compr. strength f_{Cc}	= 0.070 N/mm²
parameter of support reaction capacity	= 0.0

1.2.3 Face layers (excerpt)

	Upper face layer (1)	Lower face layer (2)
Material	S 280	S 280
nomial thickness of face sheet t_{nom}	= 0.600 mm	= 0.400 mm
nomial thickness of zinc layers t_{zinc}	= 0,040 mm	= 0,040 mm
tolerance (DIN EN 10143) t_{tol}	= 0.050 mm	= 0.050 mm
Thickness of face sheet t	= 0.535 mm	= 0.335 mm
Cross-sectional area A	= 5.359 cm²/m	= 3.41 cm²/m
Moment of inertia I	= 0.00 cm⁴/m	= 0.00 cm⁴/m
Distance between centroids of faces d_1	= 0.250 mm	= 0.500 mm
Distance between centroids of faces h_2	= 0.250 mm	= 0.500 mm
Basic value σ_w	= 174.00 N/mm²	= 152.00 N/mm²

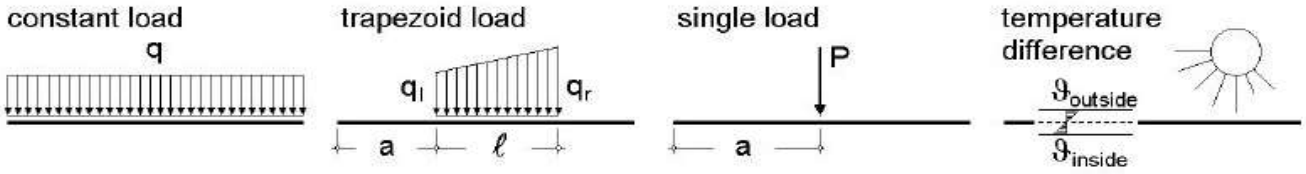
Kingspan South
SANDSTAT 4.07

Order: GP-Sheet AWP120 triple span | Pos.: +console | Page

SandStat 4.07.038 | Licensee: Kingspan-Master | © 1996-2020 iS-engineering GmbH

2. LOAD

2.1 PRINCIPLE SKETCH OF THE INTRODUCED LOADS

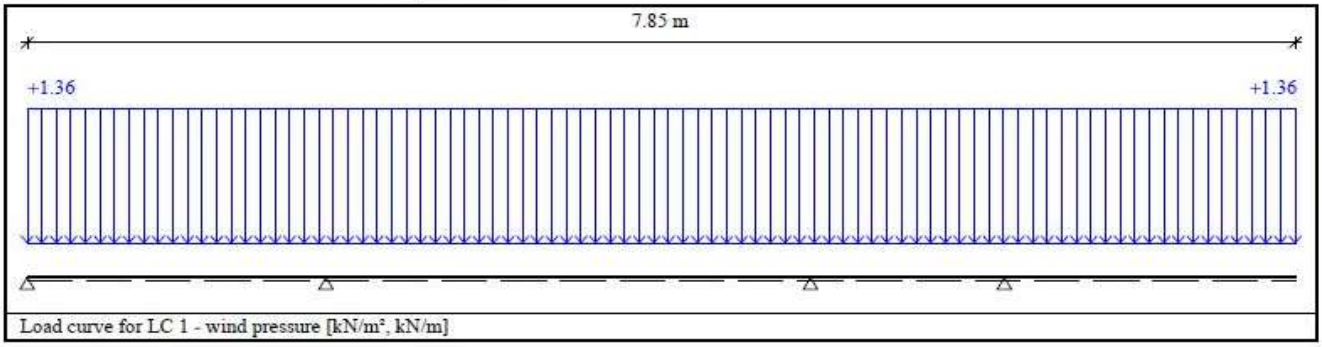


2.2 INTRODUCED LOADS

1. wind pressure over entire length	w_d	= 1.360 kN/m²
2. wind suction over entire length	w_s	= -1.990 kN/m²
3. summer temperatures for SLS	ϑ_{outs}	= +80°C, ϑ_{ins} = +25°C
4. summer temperatures for ULS	ϑ_{outs}	= +80°C, ϑ_{ins} = +25°C
5. winter temperatures	ϑ_{outs}	= -20°C, ϑ_{ins} = +20°C

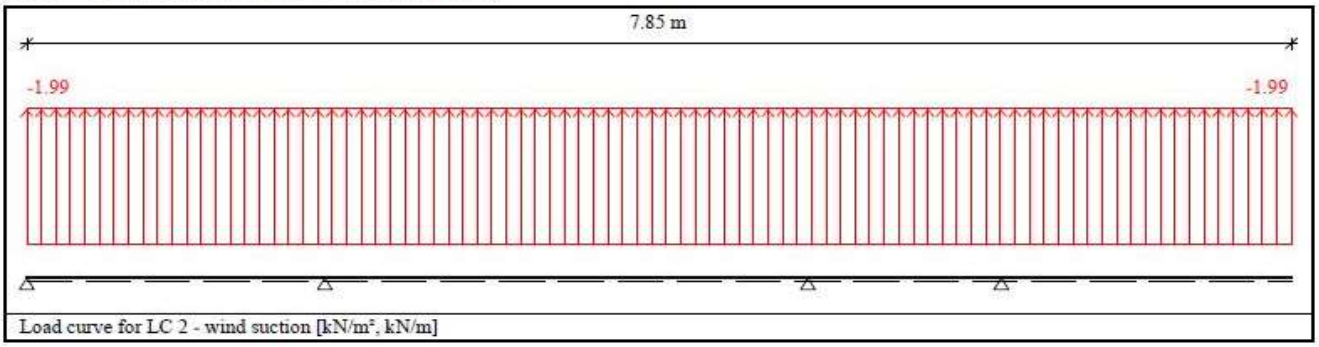
2.3 LOAD CURVE OVER THE PANEL LENGTH

2.3.1 Load curve for LC 1 - wind pressure



Load curve for LC 1 - wind pressure [kN/m², kN/m]

2.3.2 Load curve for LC 2 - wind suction



Load curve for LC 2 - wind suction [kN/m², kN/m]

3. ACTION EFFECTS OF EACH LOADCASE

3.1 SUPPORT REACTIONS AT MULTI-SPAN PANEL

Support reactions for multi-span-panels without load factors. The numbers of the load cases correspond with the numbers under Load.

	Load case			
support	LC 1	LC 2	LC 3	LC 5
-	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
1	+0.91	-1.33	+1.53	-1.11
2	+3.44	-5.04	-1.71	+1.24
3	+2.27	-3.32	-1.71	+1.24
4	+4.05	-5.93	+1.89	-1.38

Kingspan South
SANDSTAT 4.07

Order: GP-Sheet AWP120 triple span | Pos.: +console | Page

SandStat 4.07.038 | Licensee: Kingspan-Master | © 1996-2020 iS-engineering GmbH

3.2 SHEAR FORCES AT MULTI-SPAN PANEL

The given results are the maximum for continuous multi span panels without load factors.

3.2.1 Shear force in core

V_C				
	Load Case			
span/	LC 1	LC 2	LC 3	LC 5
support	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
support 1	+0.91	-1.33	+1.53	-1.11
span 1	-1.59	+2.32	+1.53	-1.11
support 2	+0.11	-0.17	+0.67	-0.49
span 2	-2.23	+3.26	-0.18	+0.13
support 3	-1.11	+1.62	-1.04	+0.76
span 3	-1.59	+2.32	-1.89	+1.38
support 4	+0.42	-0.62	-0.95	+0.69
r. cant.	+2.43	-3.56	±0.00	±0.00

3.3 BENDING MOMENTS AT MULTI-SPAN PANEL

The given results are the maximum for continuous multi span panels without load factors.

3.3.1 Sandwich moment

M_C				
	Load Case			
span/	LC 1	LC 2	LC 3	LC 5
support	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]
support 1	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00
span 1	+0.30	-0.45	-	-
support 2	-0.64	+0.94	+2.82	-2.05
span 2	+0.60	-0.87	-	-
support 3	-1.26	+1.84	+2.27	-1.65
span 3	-1.26	+1.84	-	-
support 4	-2.20	+3.22	±0.00	±0.00
r. cant.	-	-	-	-

Kingspan South
SANDSTAT 4.07

Order: GP-Sheet AWP120 triple span | Pos.: +console | Page

SandStat 4.07.038 | Licensee: Kingspan-Master | © 1996-2020 iS-engineering GmbH

4. CALCULATIONS

4.1 DESIGN OVERVIEW

ultimate limit state of tension and pressure stresses	81.6%
ultimate limit state of shear stresses	51.4%
ultimate limit state of support reactions	100.0%
serviceability limit state of tension and pressure stresses	51.9%
serviceability limit state of shear stresses	27.4%
serviceability limit state of support reactions	100.0%
serviceability limit state of deflections	80.0%

4.2 COMPRESSION STRESSES AT SUPPORT

The design of the compression stresses at the supports is carried out for each support with the decisive design procedure (ulitmate limit state, serviceability limit state, constructive demands).

support	$\gamma * A_S$ 1)	$\gamma * A_U$ 2)	exist. b 3)	$A_{SLS,d}$ 4)	$A_{ULS,d}$ 5)	req. b_S 6)	req. b_U 7)	req. b_k 8)	req. $b_{dec.}$ 9)
[-]	[kN/m]	[kN/m]	[cm]	[kN/m]	[kN/m]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
1	2.07	1.89	-1.0	2.62	2.22	3.2	3.4	4.0	4.0
2	4.19	4.95	-1.0	4.19	4.95	6.4	8.9	6.0	8.9
3	3.02	4.28	-1.0	3.93	4.28	4.6	7.7	6.0	7.7
4	5.19	7.65	-1.0	5.19	7.65	7.9	13.8	6.0	13.8

1) relevant support reactions including load factors at serviceability limit state
2) relevant support reactions including load factors at ultimate limit state
3) existing support width."-1": no definition from user.
4) allowable support reactions at serviceability limit state
5) allowable support reactions as ultimate limit state
6) required support width at serviceability limit state
7) required support width at ultimate limit state
8) support width required in the standard
9) decisive support width (maximum value index 6 to 8)

Kingspan South
SANDSTAT 4.07

Order: GP-Sheet AWP120 triple span | Pos.: +console | Page

SandStat 4.07.038 | Licensee: Kingspan-Master | © 1996-2020 iS-engineering GmbH

4.3 DEFLECTIONS

4.3.1 Design of deflections

The design of deflections is made with following assumptions (in accordance with german technical approval):
span-deflections: - at short-term: max $w_{positive} = 1 / 100$ max $w_{negative} = 1 / 100$
deflections of cantilever: - at short-term: max $w = 1 / 50$

Determining is the deflection at right cantilever with the sum

$$\Sigma w = \gamma_{w\,d} * \Psi_{0,w_d} * \Psi_{1,w_d} * w_{w_d} + \gamma_{\vartheta,S,SLS} * \Psi_{1,\Delta\vartheta S,SLS} * w_{\Delta\vartheta S,SLS} \leq \max w = 180.0\text{ cm} / 50 = 3.60\text{ cm}$$

$$\Sigma w = 1.0 * 0.60 * 0.75 * 1.49 + 1.0 * 1.0 * 2.21 = 2.88\text{ cm} < 3.60\text{ cm}$$

4.4 FASTENERS

4.4.1 Design of the maximum deflection for screw heads

The screw head-deflections are designed in accordance with the recommendation of the ECCS.

$$\text{exist. } u_t = \Delta T * (\alpha_{T1} + \alpha_{T2}) / 2 * \max. 1 / 2 = \ldots$$

$$\ldots = 70K * (1.20E\text{-}5 + 1.20E\text{-}5) / 2 * 3000 / 2 = 1.26\text{ mm} \leq \text{zul. } u_t = 15.00\text{ mm}$$

4.4.2 Design of tensile forces

The number of the required/chosen fasteners rely on the panel-width. Close attention must be paid to requirements of the basic calculation principle (screw-distance and -number etc.)!

panel-width:1000 mm in accordance with explicit user definition

support									
no	variation	material	t_{II}	asym.	Qty.	chosen fasteners	N_{Sd}	N_{Rd}	util.
-	-	-	[mm]	-	S/EL	-	[kN]	[kN]	
1	verd./sicht.	S235	4.00		2+1	JT3-D-12H-5,5/6,3 x L (Ø -) LSP [1)]	3.00	4.43	67.6%
2	verd./sicht.	S235	4.00		2+3	JT3-D-12H-5,5/6,3 x L (Ø -) LSP [2)]	9.09	10.50	86.6%
3	verd./sicht.	S235	4.00		2+1	JT3-D-12H-5,5/6,3 x L (Ø -) LSP [3)]	6.52	7.36	88.6%
4	verd./sicht.	S235	4.00		2+3	JT3-D-12H-5,5/6,3 x L (Ø -) LSP [4)]	10.13	10.50	96.5%

Kingspan South
SANDSTAT 4.07

Order: GP-Sheet AWP120 triple span | Pos.: +console | Page

SandStat 4.07.038 | Licensee: Kingspan-Master | © 1996-2020 iS-engineering GmbH

explanations

asym. [x] - thin-walled und asymmetric sub-construction (e.g. Z- or C-shaped profiles).
LSP - load spreading plate

1) 2 × EJOT JT3-D-12H-5,5/6,3 x L (Ø ohne Dichtscheibe) plate L150*37,2*7,7*2 (eR = 50) ETA-13/0177 ANX.7
   1 × EJOT JT3-D-12H-5,5/6,3 x L (Ø16) (visible)
2) 2 × EJOT JT3-D-12H-5,5/6,3 x L (Ø ohne Dichtscheibe) plate L150*37,2*7,7*2 ETA-13/0177 ANX.7
   3 × EJOT JT3-D-12H-5,5/6,3 x L (Ø16) (visible)
3) 2 × EJOT JT3-D-12H-5,5/6,3 x L (Ø ohne Dichtscheibe) plate L150*37,2*7,7*2 ETA-13/0177 ANX.7
   1 × EJOT JT3-D-12H-5,5/6,3 x L (Ø16) (visible)
4) 2 × EJOT JT3-D-12H-5,5/6,3 x L (Ø ohne Dichtscheibe) plate L150*37,2*7,7*2 ETA-13/0177 ANX.7
   3 × EJOT JT3-D-12H-5,5/6,3 x L (Ø16) (visible)

Nachweis für zusätzliche, sichtbare Verbindungsmittel

Auflager 1:

hidden fastening: 2 fastener(s) load spreading plate
visible fastening: 1 fastener(s) w/ washer Ø16 mm

$N_{Sd} = 3.00\ kN \leq 4.43\ kN = 2.86\ kN + 1 \times 2.09\ kN / 1.33 = N_{Rd}$

Auflager 2:

hidden fastening: 2 fastener(s) load spreading plate
visible fastening: 3 fastener(s) w/ washer Ø16 mm

$N_{Sd} = 9.09\ kN \leq 10.50\ kN = 5.79\ kN + 3 \times 2.09\ kN / 1.33 = N_{Rd}$

Auflager 3:

hidden fastening: 2 fastener(s) load spreading plate
visible fastening: 1 fastener(s) w/ washer Ø16 mm

$N_{Sd} = 6.52\ kN \leq 7.36\ kN = 5.79\ kN + 1 \times 2.09\ kN / 1.33 = N_{Rd}$

Auflager 4:

hidden fastening: 2 fastener(s) load spreading plate
visible fastening: 3 fastener(s) w/ washer Ø16 mm

$N_{Sd} = 10.13\ kN \leq 10.50\ kN = 5.79\ kN + 3 \times 2.09\ kN / 1.33 = N_{Rd}$

Kingspan South
SANDSTAT 4.07

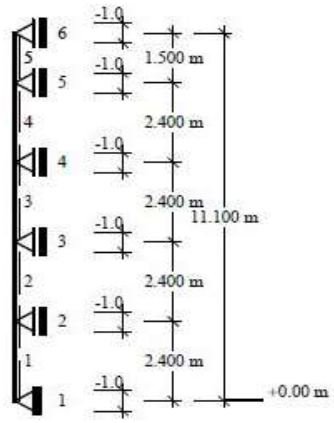
Order: GP-Sheet FH120 multi span | Pos.: | Page

SandStat 4.07.038 | Licensee: Kingspan-Master | © 1996-2020 iS-engineering GmbH

Pos

1. STATIC SYSTEM

1.1 SKETCH



M = 1 : 200

wall-panel of 5 spans, vertical (upright) installation.
-1: no definition from user. The necessary support width was determinated by the software.

1.2 PANEL SPECIFICATION

Sel. panel: KS 1000 FH 120 M/Q 0,60/0,50 (outside-colour classified as colour group 2)

Techn. Appr Z-10.49-537 from 12/13/2017 valid until 7/5/2021
Sandwichelemente nach EN 14509 mit Stahldeckschichten und einer Kernschicht aus Mineralwolle, Typ "KS1000 FF", "KS FR", "KS FH"
Holder: Kingspan GmbH (MW)
Design: German technical approval with DIN EN 14509, annex E ("Verwendungszulassung")

Kingspan
Innovation | Service | Support

Kingspan South
SANDSTAT 4.07

Order: GP-Sheet FH120 multi span | Pos.: | Page

SandStat 4.07.038 | Licensee: Kingspan-Master | © 1996-2020 iS-engineering GmbH

1.2.1 Sandwich panel

Overall depth of the panel D	= 120.0 mm		
Lever arms R_1	= 53.7 mm	R_2	= 65.1 mm

1.2.2 Core material

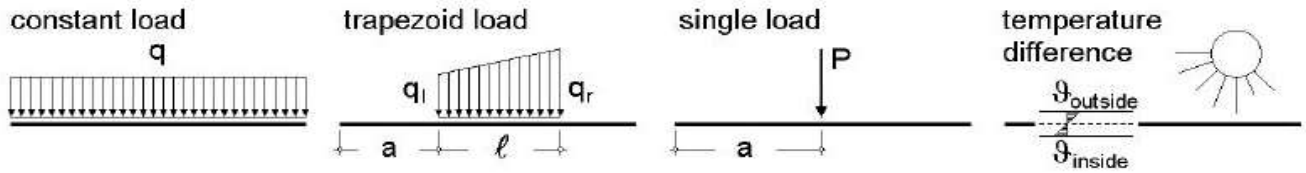
Material	NKS-CZ-1234
Shear modulus G_C	= 4.04 N/mm²
Shear strength f_{Cv} $\vartheta \leq 20°C$	= 0.046 N/mm²
Compr. strength f_{Cc}	= 0.070 N/mm²
parameter of support reaction capacity	= 0.0

1.2.3 Face layers (excerpt)

	Upper face layer (1)	Lower face layer (2)
Material	S 280	S 280
nomial thickness of face sheet t_{nom}	= 0.600 mm	= 0.500 mm
nomial thickness of zinc layers t_{zinc}	= 0,040 mm	= 0,040 mm
tolerance (DIN EN 10143) t_{tol}	= 0.050 mm	= 0.050 mm
Thickness of face sheet t	= 0.535 mm	= 0.435 mm
Cross-sectional area A	= 5.367 cm²/m	= 4.39 cm²/m
Moment of inertia I	= 0.00 cm⁴/m	= 0.00 cm⁴/m
Distance between centroids of faces d_1	= 0.350 mm	= 0.350 mm
Distance between centroids of faces h_2	= 0.350 mm	= 0.350 mm
Basic value σ_w	= 111.80 N/mm²	= 103.60 N/mm²

2. LOAD

2.1 PRINCIPLE SKETCH OF THE INTRODUCED LOADS



Kingspan South
SANDSTAT 4.07

Order: GP-Sheet FH120 multi span | Pos.: | Page

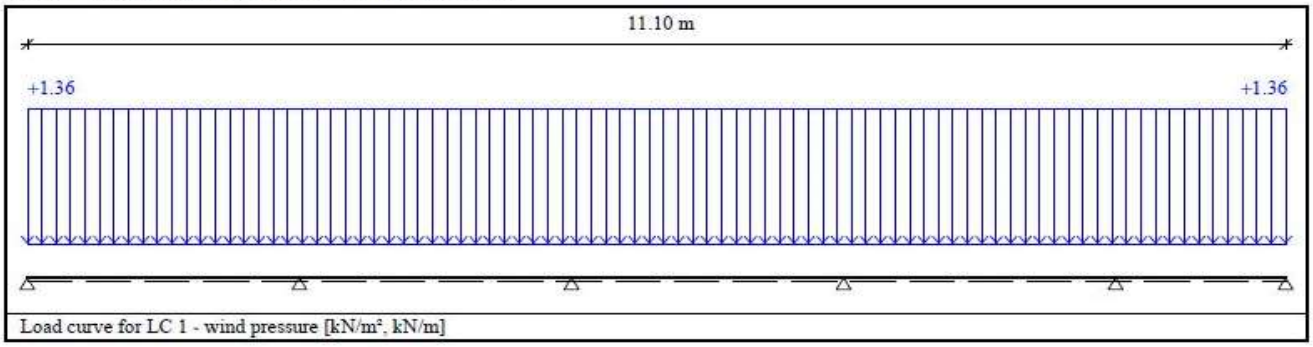
SandStat 4.07.038 | Licensee: Kingspan-Master | © 1996-2020 iS-engineering GmbH

2.2 INTRODUCED LOADS

1. wind pressure over entire length — w_d = 1.360 kN/m²
2. wind suction over entire length — w_s = -1.990 kN/m²
3. summer temperatures for SLS — ϑ_{outs} = +65°C, ϑ_{ins} = +25°C
4. summer temperatures for ULS — ϑ_{outs} = +80°C, ϑ_{ins} = +25°C
5. winter temperatures — ϑ_{outs} = -20°C, ϑ_{ins} = +20°C

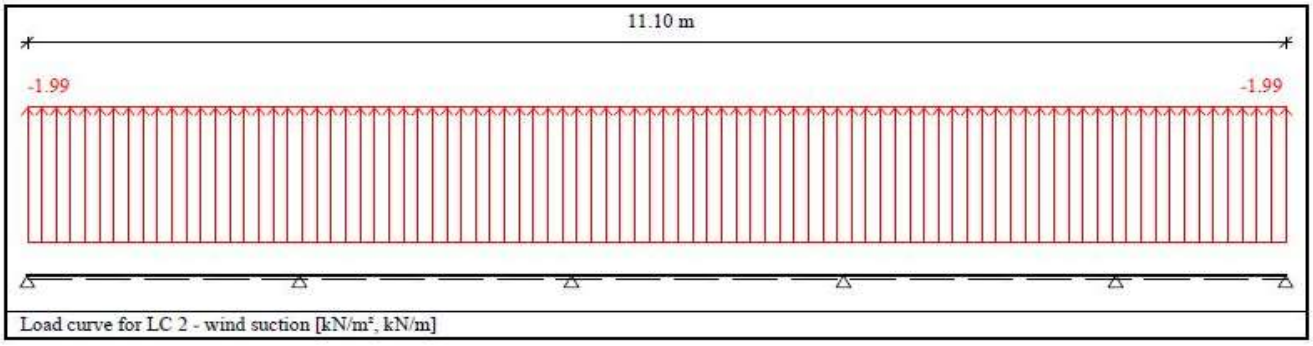
2.3 LOAD CURVE OVER THE PANEL LENGTH

2.3.1 Load curve for LC 1 - wind pressure



Load curve for LC 1 - wind pressure [kN/m², kN/m]

2.3.2 Load curve for LC 2 - wind suction



Load curve for LC 2 - wind suction [kN/m², kN/m]

Kingspan South
SANDSTAT 4.07

Order: GP-Sheet FH120 multi span | Pos.: | Page

SandStat 4.07.038 | Licensee: Kingspan-Master | © 1996-2020 iS-engineering GmbH

3. ACTION EFFECTS OF EACH LOADCASE

3.1 SUPPORT REACTIONS AT MULTI-SPAN PANEL

Support reactions for multi-span-panels without load factors. The numbers of the load cases correspond with the numbers under Load.

	Load case			
support	LC 1	LC 2	LC 3	LC 5
-	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
1	+1.38	-2.02	+1.11	-1.11
2	+3.50	-5.12	-1.02	+1.02
3	+3.29	-4.81	-0.10	+0.10
4	+3.36	-4.92	-0.27	+0.27
5	+2.80	-4.10	-1.15	+1.15
6	+0.77	-1.12	+1.43	-1.43

3.2 SHEAR FORCES AT MULTI-SPAN PANEL

The given results are the maximum for continuous multi span panels without load factors.

3.2.1 Shear force in core

V_C				
	Load Case			
span/	LC 1	LC 2	LC 3	LC 5
support	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
support 1	+1.38	-2.02	+1.11	-1.11
span 1	-1.86	+2.72	+1.11	-1.11
support 2	-0.13	+0.20	+0.60	-0.60
span 2	-1.63	+2.38	+0.09	-0.09
support 3	-0.01	+0.01	+0.03	-0.03
span 3	+1.61	-2.36	-0.02	+0.02
support 4	+0.06	-0.08	-0.15	+0.15
span 4	+1.71	-2.50	-0.28	+0.28
support 5	-0.13	+0.19	-0.86	+0.86
span 5	+1.25	-1.83	-1.43	+1.43
support 6	-0.76	+1.12	-1.43	+1.43

 © 1996-2020 iS-engineering GmbH

3.3 BENDING MOMENTS AT MULTI-SPAN PANEL

The given results are the maximum for continuous multi span panels without load factors.

3.3.1 Sandwich moment

M_C				
	Load Case			
span/	LC 1	LC 2	LC 3	LC 5
support	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]
support 1	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00
span 1	+0.70	-1.03	-	-
support 2	-0.60	+0.88	+2.66	-2.66
span 2	+0.35	-0.52	-	-
support 3	-0.65	+0.95	+2.87	-2.87
span 3	+0.34	-0.50	-	-
support 4	-0.63	+0.92	+2.83	-2.83
span 4	+0.48	-0.70	-	-
support 5	-0.38	+0.56	+2.15	-2.15
span 5	+0.22	-0.31	-	-
support 6	±0.00	±0.00	±0.00	±0.00

4. CALCULATIONS

4.1 DESIGN OVERVIEW

ultimate limit state of tension and pressure stresses	48.1%
ultimate limit state of shear stresses	95.1%
ultimate limit state of support reactions	100.0%
serviceability limit state of tension and pressure stresses	79.4%
serviceability limit state of shear stresses	69.3%
serviceability limit state of support reactions	100.0%
serviceability limit state of deflections	15.7%

Kingspan South
SANDSTAT 4.07

Order: GP-Sheet FH120 multi span | Pos.: | Page

SandStat 4.07.038 | Licensee: Kingspan-Master | © 1996-2020 iS-engineering GmbH

4.2 COMPRESSION STRESSES AT SUPPORT

The design of the compression stresses at the supports is carried out for each support with the decisive design procedure (ulitmate limit state, serviceability limit state, constructive demands).

support	$\gamma * A_S$ [1]	$\gamma * A_U$ [2]	exist. b [3]	$A_{SLS,d}$ [4]	$A_{ULS,d}$ [5]	req. b_S [6]	req. b_U [7]	req. b_k [8]	req. $b_{dec.}$ [9]
[-]	[kN/m]	[kN/m]	[cm]	[kN/m]	[kN/m]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
1	2.05	2.45	-1.0	2.50	2.45	3.3	5.0	4.0	5.0
2	4.11	4.90	-1.0	4.11	4.90	6.6	10.0	6.0	10.0
3	3.35	4.90	-1.0	3.75	4.90	5.4	10.0	6.0	10.0
4	3.52	4.90	-1.0	3.75	4.90	5.6	10.0	6.0	10.0
5	3.49	3.98	-1.0	3.75	3.98	5.6	8.1	6.0	8.1
6	1.89	1.53	-1.0	2.50	1.96	3.0	3.1	4.0	4.0

1) relevant support reactions including load factors at serviceability limit state
2) relevant support reactions including load factors at ultimate limit state
3) existing support width."-1": no definition from user.
4) allowable support reactions at serviceability limit state
5) allowable support reactions as ultimate limit state
6) required support width at serviceability limit state
7) required support width at ultimate limit state
8) support width required in the standard
9) decisive support width (maximum value index 6 to 8)

4.3 DEFLECTIONS

4.3.1 Design of deflections

The design of deflections is made with following assumptions (in accordance with german technical approval):
span-deflections: - at short-term: max $w_{positive} = 1 / 100$ max $w_{negative} = 1 / 100$

Determining is the deflection at span 1 with the sum

$$\Sigma w = \gamma_{w,s} * \Psi_{1,w,} * w_{w,} + \gamma_{\vartheta,S,SLS} * \Psi_{0,\Delta\vartheta S,SLS} * \Psi_{1,\Delta\vartheta S,SLS} * w_{\Delta\vartheta S,SLS} \leq \max w = 240.0 \text{ cm} / 100 = 2.40 \text{ cm}$$

$$\Sigma w = 1.0 * 0.75 * -0.374 + 1.0 * 0.60 * 1.0 * -0.159 = -0.376 \text{ cm} < 2.40 \text{ cm}$$

Kingspan South
SANDSTAT 4.07

Order: GP-Sheet FH120 multi span | Pos.: | Page

SandStat 4.07.038 | Licensee: Kingspan-Master | © 1996-2020 iS-engineering GmbH

4.4 FASTENERS

4.4.1 Design of the maximum deflection for screw heads

The screw head-deflections are designed in accordance with the recommendation of the ECCS.

exist. $u_t = \Delta T * (\alpha_{T1} + \alpha_{T2}) / 2 * \max. l / 2 = ...$

$...= 70K * (1.20E-5 + 1.20E-5) / 2 * 2400 / 2 = 1.01 mm \leq zul. u_t = 19.00 mm$

4.4.2 Design of tensile forces

The number of the required/chosen fasteners rely on the panel-width. Close attention must be paid to requirements of the basic calculation principle (screw-distance and -number etc.)!

panel-width:1000 mm in accordance with explicit user definition

support									
no	variation	material	t_{fl}	asym.	Qty.	chosen fasteners	N_{Sd}	N_{Rd}	util.
-	-	-	[mm]	-	S/EL	-	[kN]	[kN]	
1	verd./sicht.	S235	4.00		2+2	JT3-D-12H-5,5/6,3 x L (Ø16) LSP [1)]	4.03	4.48	89.9%
2	verd./sicht.	S235	4.00		2+4	JT3-D-12H-5,5/6,3 x L (Ø16) LSP [2)]	8.60	9.01	95.4%
3	verd./sicht.	S235	4.00		2+3	JT3-D-12H-5,5/6,3 x L (Ø16) LSP [3)]	7.31	7.43	98.3%
4	verd./sicht.	S235	4.00		2+4	JT3-D-12H-5,5/6,3 x L (Ø16) LSP [4)]	7.62	9.01	84.6%
5	verd./sicht.	S235	4.00		2+3	JT3-D-12H-5,5/6,3 x L (Ø16) LSP [5)]	7.19	7.43	96.7%
6	verd./sicht.	S235	4.00		2+2	JT3-D-12H-5,5/6,3 x L (Ø16) LSP [6)]	3.16	4.48	70.4%

explanations

asym. [x] - thin-walled und asymmetric sub-construction (e.g. Z- or C-shaped profiles).
LSP - load spreading plate

1) 2 × EJOT JT3-D-12H-5,5/6,3 x L (Ø16) plate U 200*24*7*2 (eR = 50) ETA-13/0177 ANX.7
   2 × EJOT JT3-D-12H-5,5/6,3 x L (Ø16) (visible)
2) 2 × EJOT JT3-D-12H-5,5/6,3 x L (Ø16) plate U 200*24*7*2 ETA-13/0177 ANX.7
   4 × EJOT JT3-D-12H-5,5/6,3 x L (Ø16) (visible)
3) 2 × EJOT JT3-D-12H-5,5/6,3 x L (Ø16) plate U 200*24*7*2 ETA-13/0177 ANX.7
   3 × EJOT JT3-D-12H-5,5/6,3 x L (Ø16) (visible)
4) 2 × EJOT JT3-D-12H-5,5/6,3 x L (Ø16) plate U 200*24*7*2 ETA-13/0177 ANX.7
   4 × EJOT JT3-D-12H-5,5/6,3 x L (Ø16) (visible)
5) 2 × EJOT JT3-D-12H-5,5/6,3 x L (Ø16) plate U 200*24*7*2 ETA-13/0177 ANX.7
   3 × EJOT JT3-D-12H-5,5/6,3 x L (Ø16) (visible)
6) 2 × EJOT JT3-D-12H-5,5/6,3 x L (Ø16) plate U 200*24*7*2 (eR = 50) ETA-13/0177 ANX.7
   2 × EJOT JT3-D-12H-5,5/6,3 x L (Ø16) (visible)

Kingspan South
SANDSTAT 4.07

Order: GP-Sheet FH120 multi span | Pos.: | Page

SandStat 4.07.038 | Licensee: Kingspan-Master | © 1996-2020 iS-engineering GmbH

Nachweis für zusätzliche, sichtbare Verbindungsmittel

Auflager 1:

hidden fastening: 2 fastener(s) load spreading plate
visible fastening: 2 fastener(s) w/ washer Ø16 mm

$N_{Sd} = 4.03\ kN \le 4.48\ kN = 1.34\ kN + 2 \times 2.09\ kN / 1.33 = N_{Rd}$

Auflager 2:

hidden fastening: 2 fastener(s) load spreading plate
visible fastening: 4 fastener(s) w/ washer Ø16 mm

$N_{Sd} = 8.60\ kN \le 9.01\ kN = 2.72\ kN + 4 \times 2.09\ kN / 1.33 = N_{Rd}$

Auflager 3:

hidden fastening: 2 fastener(s) load spreading plate
visible fastening: 3 fastener(s) w/ washer Ø16 mm

$N_{Sd} = 7.31\ kN \le 7.43\ kN = 2.72\ kN + 3 \times 2.09\ kN / 1.33 = N_{Rd}$

Auflager 4:

hidden fastening: 2 fastener(s) load spreading plate
visible fastening: 4 fastener(s) w/ washer Ø16 mm

$N_{Sd} = 7.62\ kN \le 9.01\ kN = 2.72\ kN + 4 \times 2.09\ kN / 1.33 = N_{Rd}$

Auflager 5:

hidden fastening: 2 fastener(s) load spreading plate
visible fastening: 3 fastener(s) w/ washer Ø16 mm

$N_{Sd} = 7.19\ kN \le 7.43\ kN = 2.72\ kN + 3 \times 2.09\ kN / 1.33 = N_{Rd}$

Auflager 6:

hidden fastening: 2 fastener(s) load spreading plate
visible fastening: 2 fastener(s) w/ washer Ø16 mm

$N_{Sd} = 3.16\ kN \le 4.48\ kN = 1.34\ kN + 2 \times 2.09\ kN / 1.33 = N_{Rd}$

4. PRORAČUN ČELIČNE POTKONSTRUKCIJE PANELA

4.1. PRORAČUN POPREČNE FASADE

4.1.1. PRORAČUN HORIZONTALE POPREČNE FASADE SHS 140/5 mm, S 235

Opterećenje na horizontalu dolazi od djelovanja vjetra na panel i od vlastite težine panela i instalacija

Sudjelujuća širina (max): e=(300+380)/2= **340** cm

Horizontalno opterećenje vjetrom (područje A mjerodavno): w= 1,99 kN/m^2

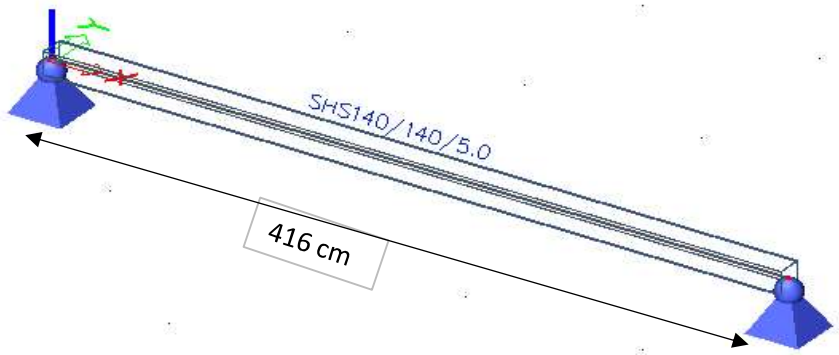
za pripadnu sudjelujuću širinu w_{lin}= 6,77 kN/m'

Vertikalno opterećenje panelima i dodatnim stalnim: g= 0,50 kN/m^2

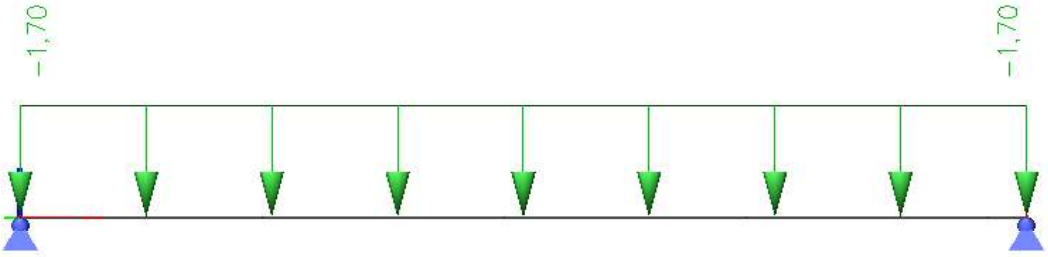
za pripadnu sudjelujuću širinu g_{lin}= 1,70 kN/m'

Dužina elementa: L= 416,00 cm

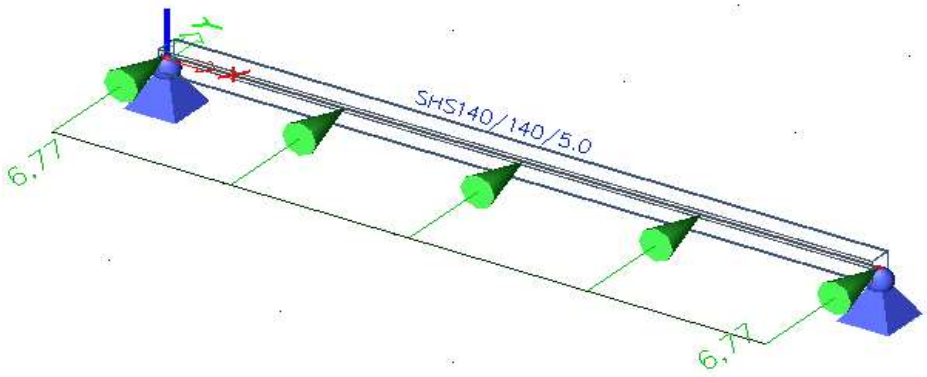
Statički sustav



opterećenje dodatnim stalnim (kN/m') (vlastita težina elementa uzeta automatski u programu)



opterećenje vjetrom (kN/m')



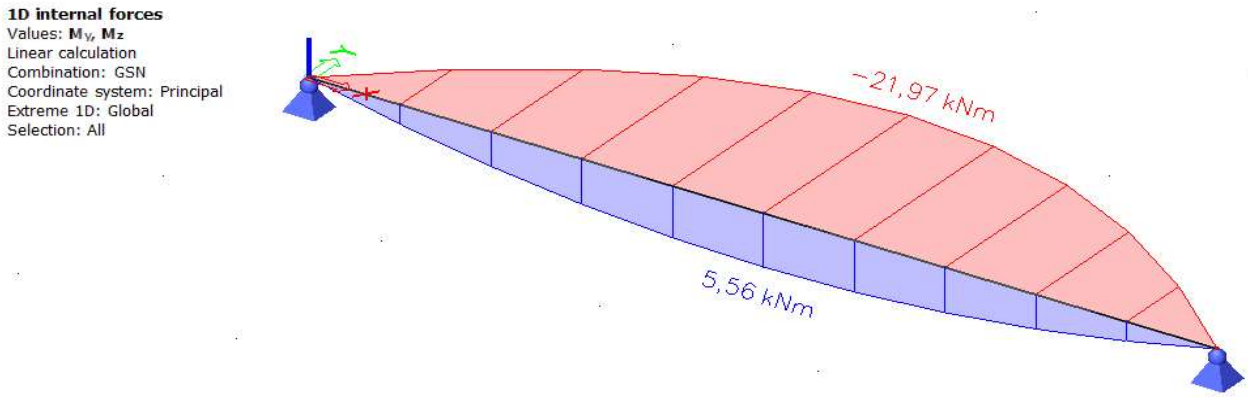
KOMBINACIJE OPTEREĆENJA:

GSU 1,0*SO1+1,0*SO2+1,0*SO3

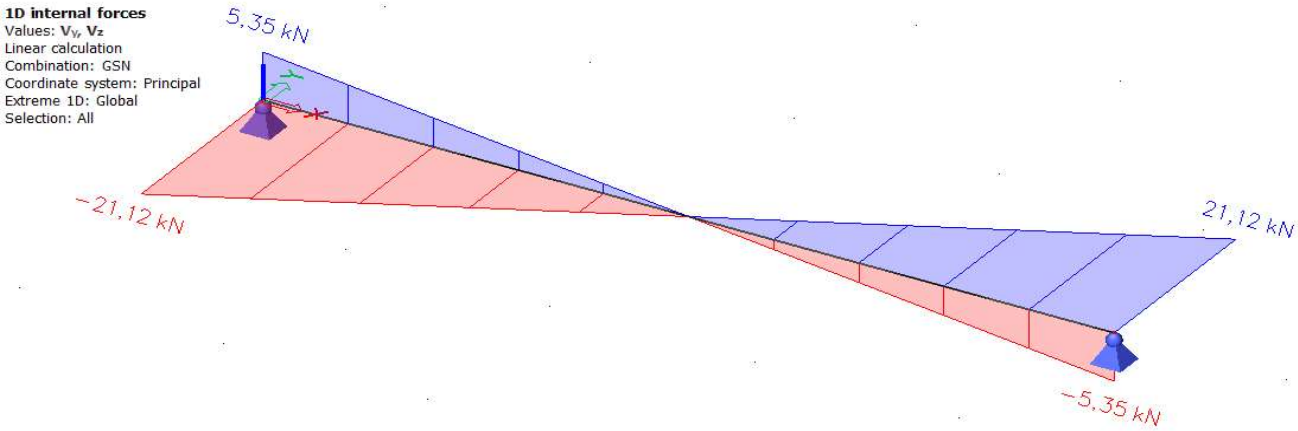
GSN 1,35*SO1+1,35*SO2+1,5*SO3

REZULTATI PRORAČUNA

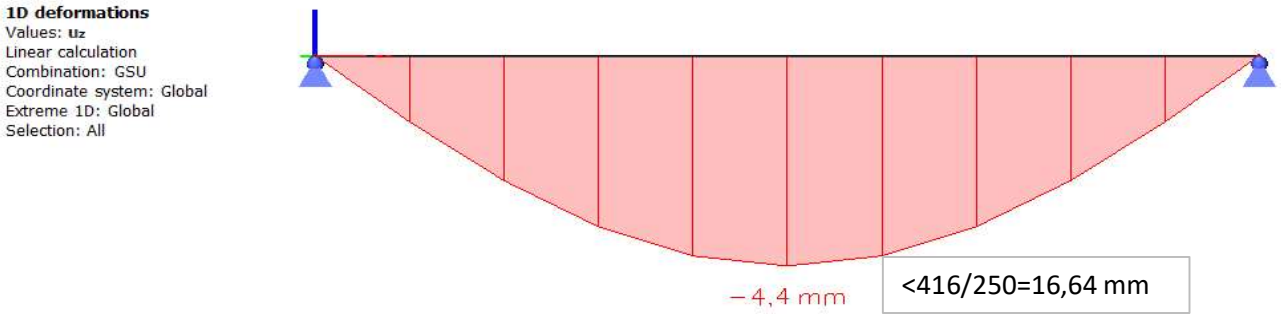
Momenti savijanja od kombinacije opterećenja GSN (kNm)



Poprečna sila od kombinacije opterećenja GSN (kNm)

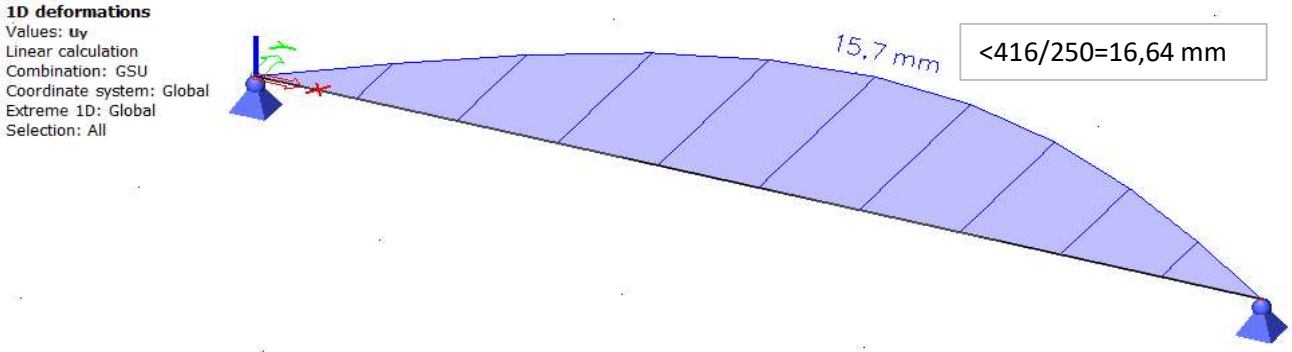


Progibi Uz od kombinacije opterećenja GSU

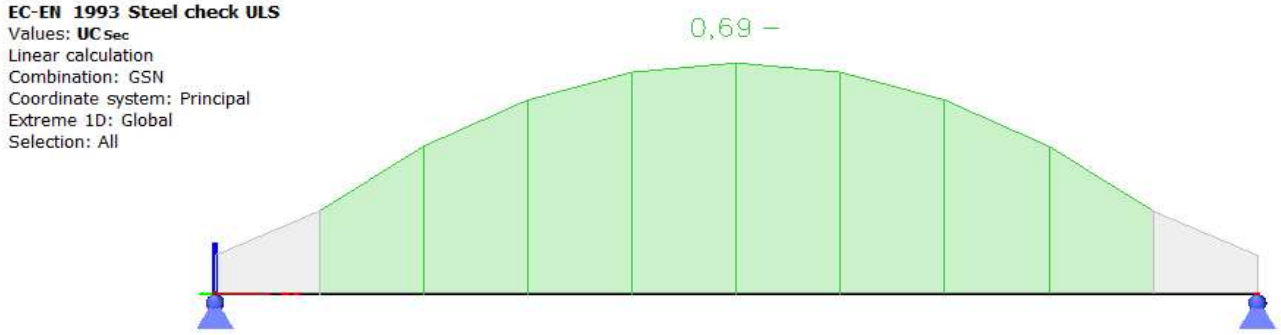


<416/250=16,64 mm

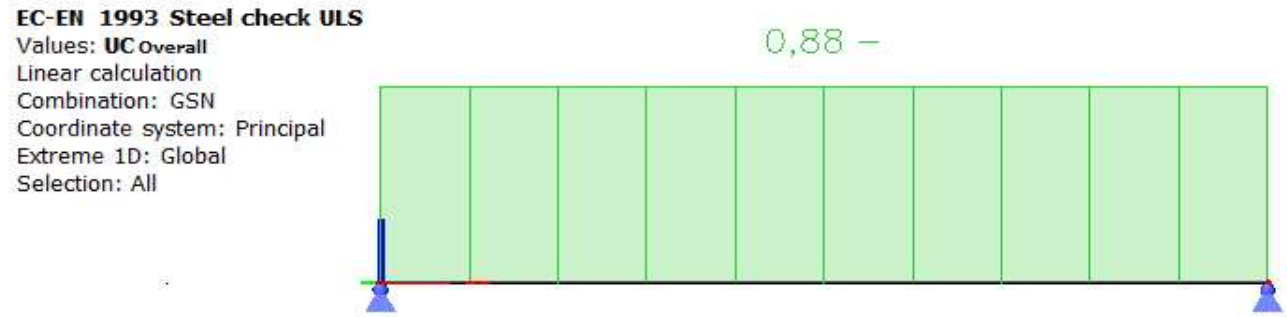
Progibi Uy od kombinacije opterećenja GSU



Iskoristivost poprečnog presjeka od kombinacije opterećenja GSN



Iskoristivost elementa od kombinacije opterećenja GSN



EC-EN 1993 Steel check ULS

Linear calculation
Combination: GSN
Coordinate system: Principal
Extreme 1D: Global
Selection: All

EN 1993-1-1 Code Check
National annex: Standard EN

Member B1	2,080 / 4,160 m	SHS140/140/5.0	S 235	GSN	0,88 -

Combination key
GSN / 1.35*SO1 + 1.35*SO2 + 1.50*SO3

Partial safety factors	
γ_{M0} for resistance of cross-sections	1,00
γ_{M1} for resistance to instability	1,10
γ_{M2} for resistance of net sections	1,25

Material			
Yield strength	f_y	235,0	MPa
Ultimate strength	f_u	360,0	MPa
Fabrication		Rolled	

...::SECTION CHECK::...

The critical check is on position 2,080 m

Internal forces		Calculated	Unit
Normal force	N_{Ed}	0,00	kN
Shear force	$V_{y,Ed}$	0,00	kN
Shear force	$V_{z,Ed}$	0,00	kN
Torsion	T_{Ed}	0,00	kNm
Bending moment	$M_{y,Ed}$	5,56	kNm
Bending moment	$M_{z,Ed}$	-21,97	kNm

Classification for cross-section design
Classification according to EN 1993-1-1 article 5.5.2
Classification of Internal and Outstand parts according to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 1 & 2

Id	Type	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m²]	σ_2 [kN/m²]	ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Class 1 Limit [-]	Class 2 Limit [-]	Class 3 Limit [-]	Class
1	I	125	5	1,235e+05	-2,166e+05	-1,75		0,36	25,00	99,12	114,26	226,03	1
3	I	125	5	-2,267e+05	-1,406e+05								
5	I	125	5	-1,235e+05	2,166e+05	-0,57		0,64	25,00	50,35	59,53	83,50	1
7	I	125	5	2,267e+05	1,406e+05	0,62		1,00	25,00	28,00	34,00	43,77	1

Note: The Classification limits have been set according to Semi-Comp+.
The cross-section is classified as Class 1

Bending moment check for M_y
According to EN 1993-1-1 article 6.2.5 and formula (6.12),(6.13)

Plastic section modulus	$W_{pl,y}$	1,3500e-04	m^3
Plastic bending moment	$M_{pl,y,Rd}$	31,73	kNm
Unity check		0,18	-

Bending moment check for M_z
According to EN 1993-1-1 article 6.2.5 and formula (6.12),(6.13)

Plastic section modulus	$W_{pl,z}$	1,3500e-04	m^3
Plastic bending moment	$M_{pl,z,Rd}$	31,73	kNm
Unity check		0,69	-

Combined bending, axial force and shear force check
According to EN 1993-1-1 article 6.2.9.1 and formula (6.41)

Plastic bending moment	$M_{pl,y,Rd}$	31,73	kNm
Exponent of bending ratio y	α	1,66	
Plastic bending moment	$M_{pl,z,Rd}$	31,73	kNm
Exponent of bending ratio z	β	1,66	

Unity check (6.41) = 0,06 + 0,54 = 0,60 -

The member satisfies the section check.

...::STABILITY CHECK::...

Classification for member buckling design
Decisive position for stability classification: 2,080 m
Classification according to EN 1993-1-1 article 5.5.2
Classification of Internal and Outstand parts according to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 1 & 2

Id	Type	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m²]	σ_2 [kN/m²]	ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Class 1 Limit [-]	Class 2 Limit [-]	Class 3 Limit [-]	Class
1	I	125	5	1,235e+05	-2,166e+05	-1,75		0,36	25,00	99,12	114,26	226,03	1
3	I	125	5	-2,267e+05	-1,406e+05								
5	I	125	5	-1,235e+05	2,166e+05	-0,57		0,64	25,00	50,35	59,53	83,50	1
7	I	125	5	2,267e+05	1,406e+05	0,62		1,00	25,00	28,00	34,00	43,77	1

Note: The Classification limits have been set according to Semi-Comp+.
The cross-section is classified as Class 1

Lateral Torsional Buckling check
According to EN 1993-1-1 article 6.3.2.1
Note: The cross-section concerns an RHS section with 'h / b < 10 / $\lambda_{rel,z}$'.
This section is thus not susceptible to Lateral Torsional Buckling.

Bending and axial compression check
According to EN 1993-1-1 article 6.3.3 and formula (6.61),(6.62)

Bending and axial compression check parameters			
Interaction method		alternative method 1	
Cross-section area	A	2,6700e-03	m^2
Plastic section modulus	$W_{pl,y}$	1,3500e-04	m^3
Plastic section modulus	$W_{pl,z}$	1,3500e-04	m^3
Design compression force	N_{Ed}	0,00	kN
Design bending moment (maximum)	$M_{y,Ed}$	5,56	kNm
Design bending moment (maximum)	$M_{z,Ed}$	-21,97	kNm
Characteristic compression resistance	N_{Rk}	627,45	kN
Characteristic moment resistance	$M_{y,Rk}$	31,73	kNm
Characteristic moment resistance	$M_{z,Rk}$	31,73	kNm
Reduction factor	χ_y	1,00	
Reduction factor	χ_z	1,00	
Reduction factor	χ_{LT}	1,00	
Interaction factor	k_{yy}	1,00	
Interaction factor	k_{yz}	0,60	
Interaction factor	k_{zy}	0,60	
Interaction factor	k_{zz}	1,00	

Maximum moment $M_{y,Ed}$ is derived from beam B1 position 2,080 m.
Maximum moment $M_{z,Ed}$ is derived from beam B1 position 2,080 m.

Interaction method 1 parameters			
Critical Euler load	$N_{cr,y}$	966,51	kN
Critical Euler load	$N_{cr,z}$	966,56	kN
Elastic critical load	$N_{cr,T}$	167862,99	kN
Plastic section modulus	$W_{pl,y}$	1,3500e-04	m^3
Elastic section modulus	$W_{el,y}$	1,1500e-04	m^3
Plastic section modulus	$W_{pl,z}$	1,3500e-04	m^3
Elastic section modulus	$W_{el,z}$	1,1500e-04	m^3
Second moment of area	I_y	8,0700e-06	m^4
Second moment of area	I_z	8,0700e-06	m^4
Torsional constant	I_t	1,2530e-05	m^4
Method for equivalent moment factor $C_{my,0}$		Table A.2 Line 4 (Line load)	
Equivalent moment factor	$C_{my,0}$	1,00	
Method for equivalent moment factor $C_{mz,0}$		Table A.2 Line 4 (Line load)	
Equivalent moment factor	$C_{mz,0}$	1,00	
Factor	μ_y	1,00	
Factor	μ_z	1,00	
Factor	a_{LT}	0,00	
Critical moment for uniform bending	$M_{cr,0}$	990,32	kNm
Relative slenderness	$\lambda_{rel,0}$	0,18	
Limit relative slenderness	$\lambda_{rel,0,lim}$	0,21	
Equivalent moment factor	C_{my}	1,00	
Equivalent moment factor	C_{mz}	1,00	
Equivalent moment factor	C_{mLT}	1,00	
Factor	b_{LT}	0,00	
Factor	c_{LT}	0,00	
Factor	d_{LT}	0,00	
Factor	e_{LT}	0,00	
Factor	w_y	1,17	
Factor	w_z	1,17	
Factor	n_{pl}	0,00	
Maximum relative slenderness	$\lambda_{rel,max}$	0,81	
Factor	C_{yy}	1,00	
Factor	C_{yz}	1,00	

Interaction method 1 parameters			
Factor	C_{zy}	1,00	
Factor	C_{zz}	1,00	

Unity check (6.61) = 0,00 + 0,19 + 0,46 = 0,65 -
Unity check (6.62) = 0,00 + 0,12 + 0,76 = 0,88 -

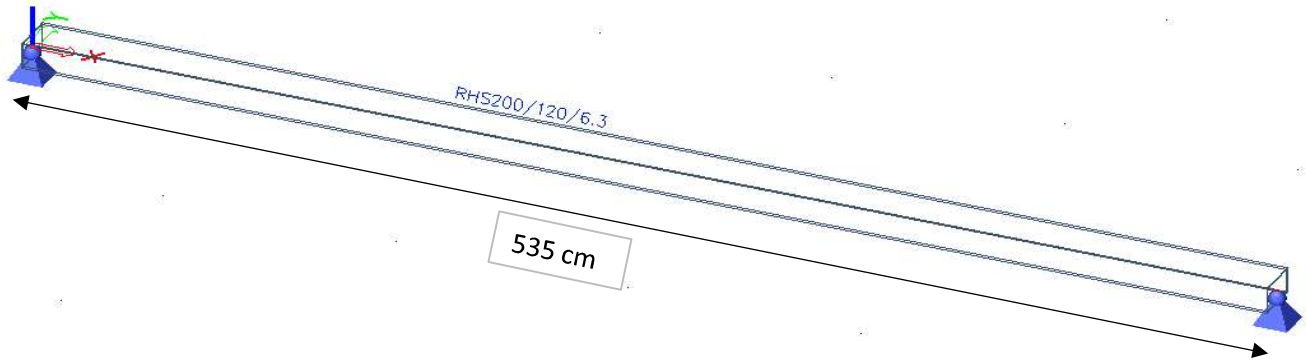
The member satisfies the stability check.

4.1.2. PRORAČUN HORIZONTALE POPREČNE FASADE RHS 200/120/6,3 mm, S 235

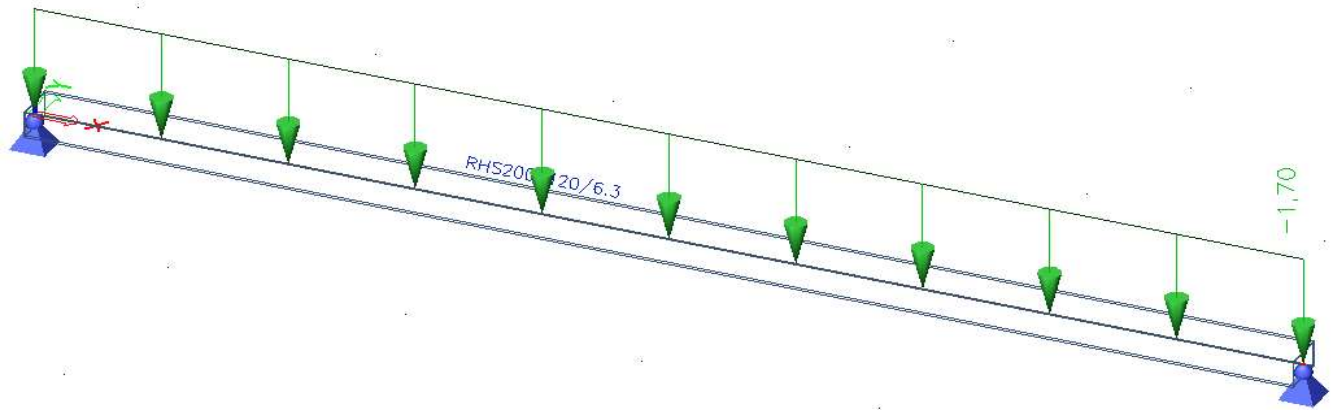
Opterećenje na horizontalu dolazi od djelovanja vjetra na panel i od vlastite težine panela i instalacija

Sudjelujuća širina (max):	e=(300+380)/2=	**340**	cm
Horizontalno opterećenje vjetrom (područje A mjerodavno):	w=	1,99	kN/m^2
za pripadnu sudjelujuću širinu	w_{lin}=	6,77	kN/m'
Vertikalno opterećenje panelima i dodatnim stalnim:	g=	0,50	kN/m^2
za pripadnu sudjelujuću širinu	g_{lin}=	1,70	kN/m'
Dužina elementa:	L=	535	cm

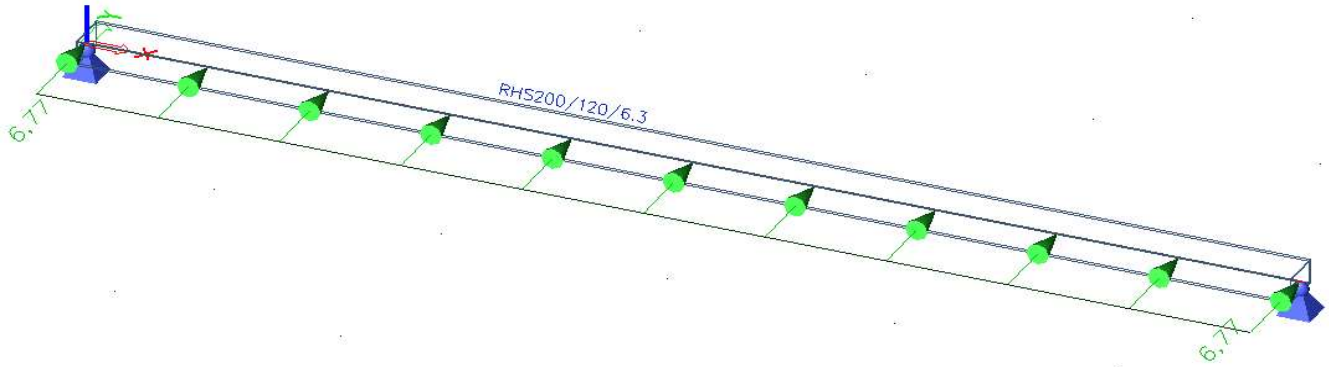
Statički sustav



opterećenje dodatnim stalnim (kN/m') (vlastita težina elementa uzeta automatski u programu)



opterećenje vjetrom (kN/m')

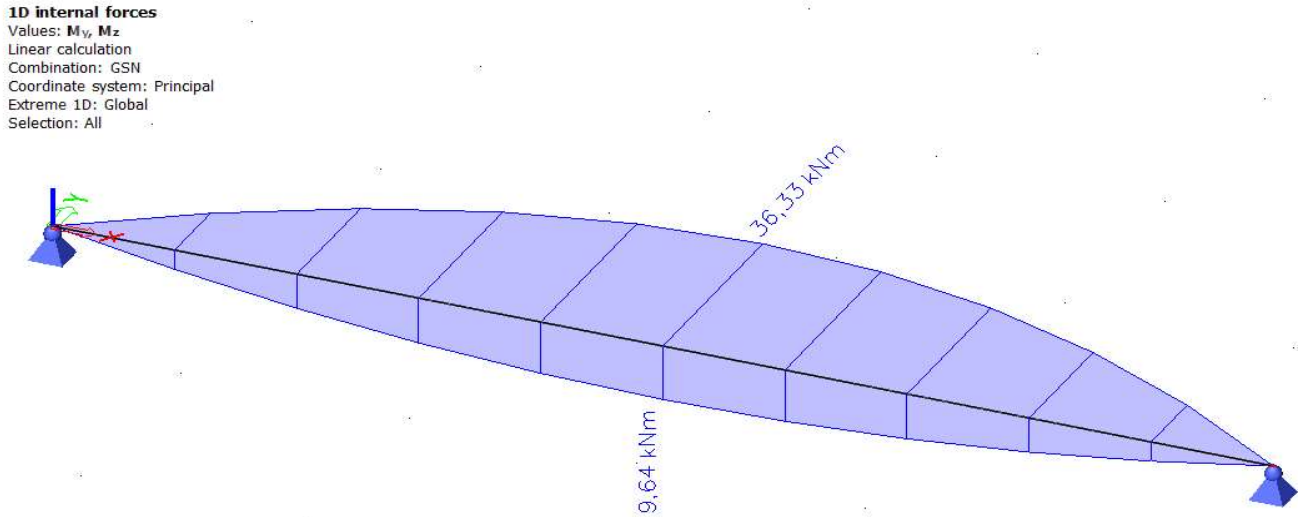


KOMBINACIJE OPTEREĆENJA:

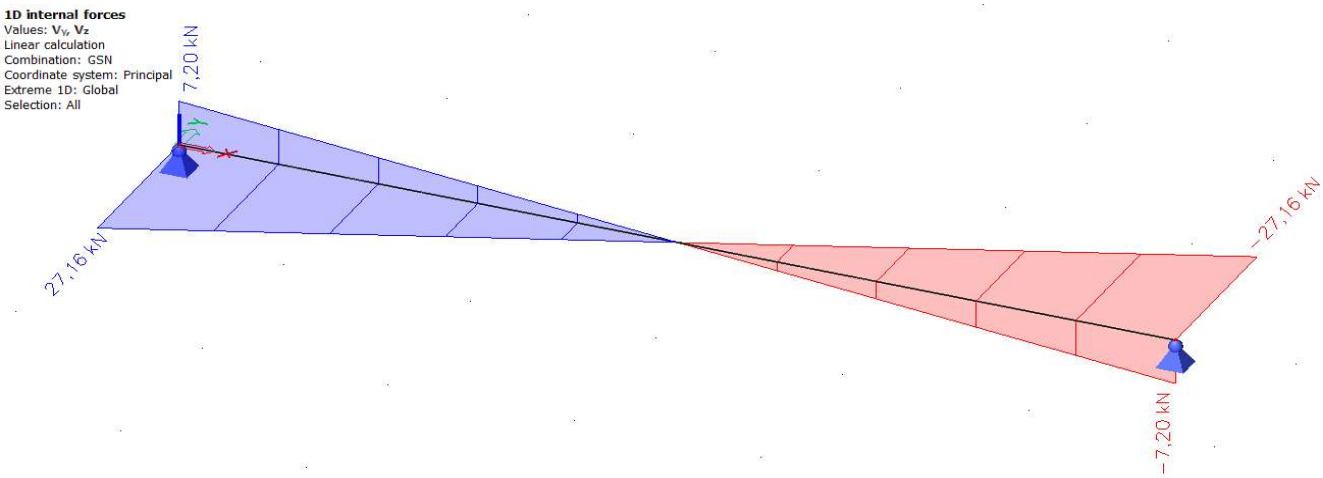
GSU	1,0*SO1+1,0*SO2+1,0*SO3
GSN	1,35*SO1+1,35*SO2+1,5*SO3

REZULTATI PRORAČUNA

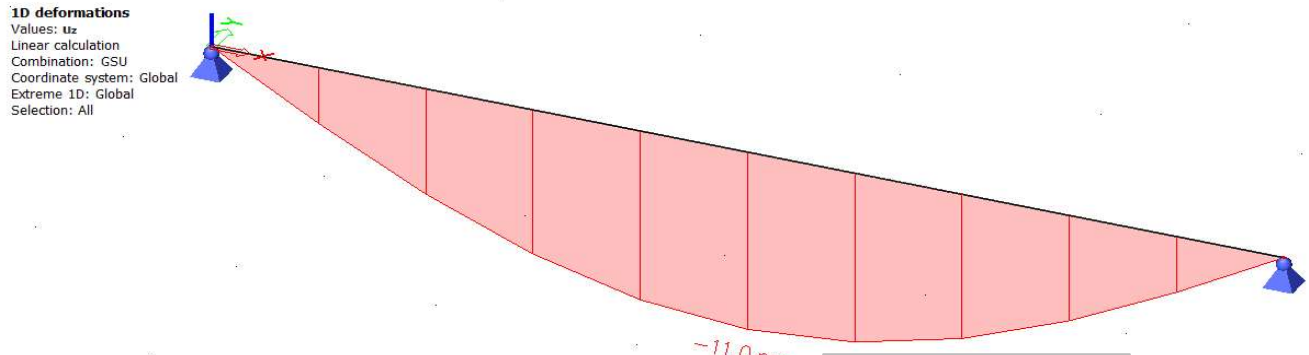
Momenti savijanja od kombinacije opterećenja GSN (kNm)



Poprečna sila od kombinacije opterećenja GSN (kNm)

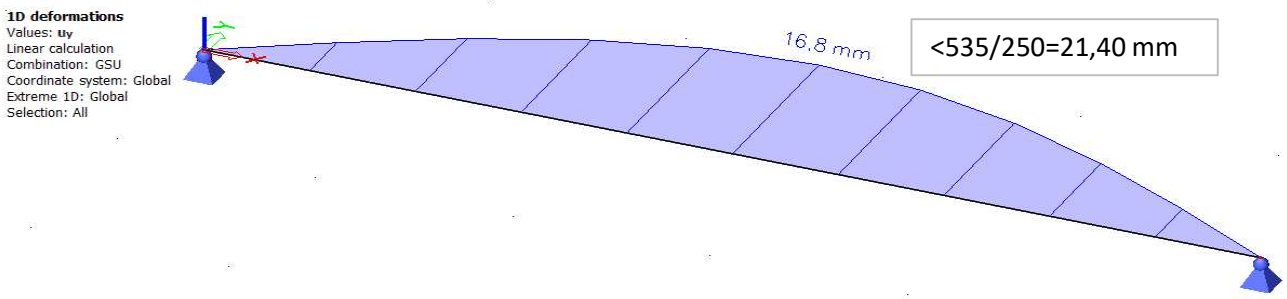


Progibi Uz od kombinacije opterećenja GSU (kNm)

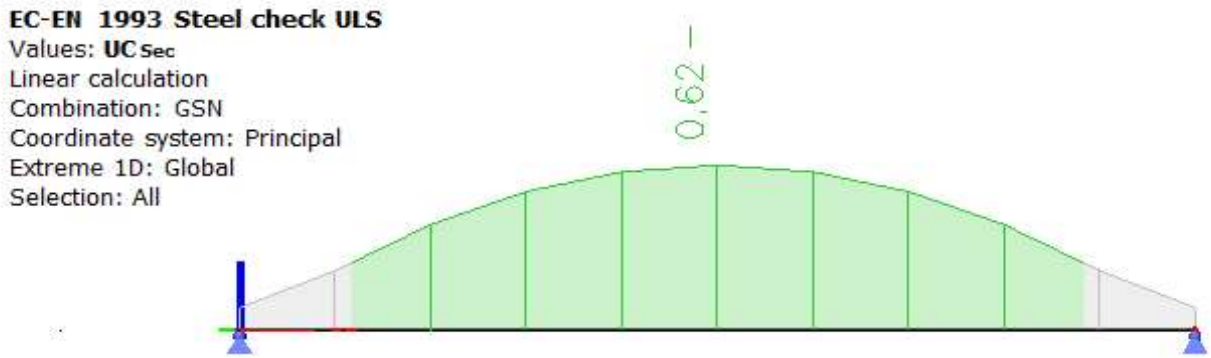


<535/250=21,40 mm

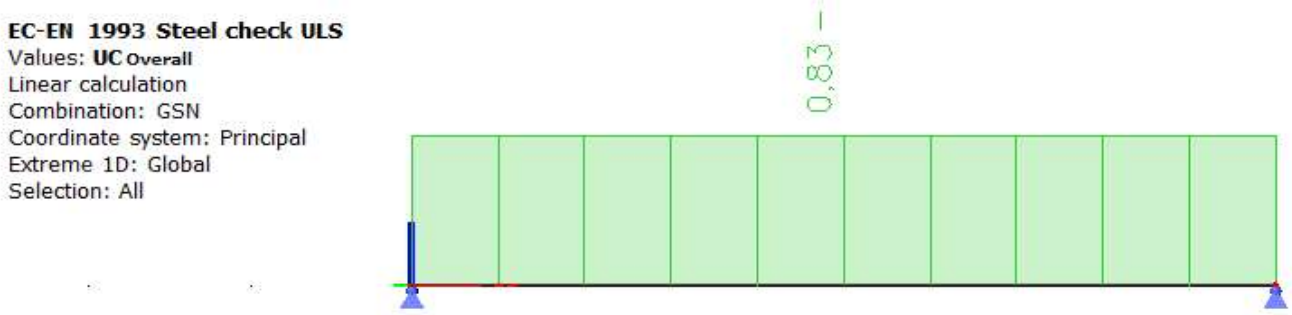
Progibi Uy od kombinacije opterećenja GSU



Iskoristivost poprečnog presjeka od kombinacije opterećenja GSN



Iskoristivost elementa od kombinacije opterećenja GSN



EC-EN 1993 Steel check ULS

Linear calculation
Combination: GSN
Coordinate system: Principal
Extreme 1D: Global
Selection: All

EN 1993-1-1 Code Check
National annex: Standard EN

Member B1	2,675 / 5,350 m	RHS200/120/6.3	S 235	GSN	0,83 -

Combination key
GSN / 1.35*SO1 + 1.35*SO2 + 1.50*SO3

Partial safety factors	
γ_{M0} for resistance of cross-sections	1,00
γ_{M1} for resistance to instability	1,10
γ_{M2} for resistance of net sections	1,25

Material			
Yield strength	f_y	235,0	MPa
Ultimate strength	f_u	360,0	MPa
Fabrication		Rolled	

...::SECTION CHECK::...

The critical check is on position 2,675 m

Internal forces		Calculated	Unit
Normal force	N_{Ed}	0,00	kN
Shear force	$V_{y,Ed}$	0,00	kN
Shear force	$V_{z,Ed}$	0,00	kN
Torsion	T_{Ed}	0,00	kNm
Bending moment	$M_{y,Ed}$	36,33	kNm
Bending moment	$M_{z,Ed}$	9,64	kNm

Classification for cross-section design
Classification according to EN 1993-1-1 article 5.5.2
Classification of Internal and Outstand parts according to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 1 & 2

Id	Type	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m²]	σ_2 [kN/m²]	ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Class 1 Limit [-]	Class 2 Limit [-]	Class 3 Limit [-]	Class
1	I	101	6	-2,250e+05	-1,194e+05								
3	I	181	6	-1,016e+05	2,204e+05	-0,46		0,68	28,75	45,57	54,18	77,07	1
5	I	101	6	2,250e+05	1,194e+05	0,53		1,00	16,05	28,00	34,00	45,40	1
7	I	181	6	1,016e+05	-2,204e+05	-2,17		0,32	28,75	114,11	131,55	289,49	1

Note: The Classification limits have been set according to Semi-Comp+.
The cross-section is classified as Class 1

Bending moment check for M_y
According to EN 1993-1-1 article 6.2.5 and formula (6.12),(6.13)

Plastic section modulus	$W_{pl,y}$	2,5023e-04	m^3
Plastic bending moment	$M_{pl,y,Rd}$	58,80	kNm
Unity check		0,62	-

Bending moment check for M_z
According to EN 1993-1-1 article 6.2.5 and formula (6.12),(6.13)

Plastic section modulus	$W_{pl,z}$	1,7554e-04	m^3
Plastic bending moment	$M_{pl,z,Rd}$	41,25	kNm
Unity check		0,23	-

Combined bending, axial force and shear force check
According to EN 1993-1-1 article 6.2.9.1 and formula (6.41)

Plastic bending moment	$M_{pl,y,Rd}$	58,80	kNm
Exponent of bending ratio y	α	1,66	
Plastic bending moment	$M_{pl,z,Rd}$	41,25	kNm
Exponent of bending ratio z	β	1,66	

Unity check (6.41) = 0,45 + 0,09 = 0,54 -

The member satisfies the section check.

...::STABILITY CHECK::...

Classification for member buckling design
Decisive position for stability classification: 2,675 m
Classification according to EN 1993-1-1 article 5.5.2
Classification of Internal and Outstand parts according to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 1 & 2

Id	Type	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m²]	σ_2 [kN/m²]	ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Class 1 Limit [-]	Class 2 Limit [-]	Class 3 Limit [-]	Class
1	I	101	6	-2,250e+05	-1,194e+05								
3	I	181	6	-1,016e+05	2,204e+05	-0,46		0,68	28,75	45,57	54,18	77,07	1
5	I	101	6	2,250e+05	1,194e+05	0,53		1,00	16,05	28,00	34,00	45,40	1
7	I	181	6	1,016e+05	-2,204e+05	-2,17		0,32	28,75	114,11	131,55	289,49	1

Note: The Classification limits have been set according to Semi-Comp+.
The cross-section is classified as Class 1

Lateral Torsional Buckling check
According to EN 1993-1-1 article 6.3.2.1
Note: The cross-section concerns an RHS section with 'h / b < 10 / $\lambda_{rel,z}$'.
This section is thus not susceptible to Lateral Torsional Buckling.

Bending and axial compression check
According to EN 1993-1-1 article 6.3.3 and formula (6.61),(6.62)

Bending and axial compression check parameters			
Interaction method		alternative method 1	
Cross-section area	A	3,8300e-03	m^2
Plastic section modulus	$W_{pl,y}$	2,5023e-04	m^3
Plastic section modulus	$W_{pl,z}$	1,7554e-04	m^3
Design compression force	N_{Ed}	0,00	kN
Design bending moment (maximum)	$M_{y,Ed}$	36,33	kNm
Design bending moment (maximum)	$M_{z,Ed}$	9,64	kNm
Characteristic compression resistance	N_{Rk}	900,05	kN
Characteristic moment resistance	$M_{y,Rk}$	58,80	kNm
Characteristic moment resistance	$M_{z,Rk}$	41,25	kNm
Reduction factor	χ_y	1,00	
Reduction factor	χ_z	1,00	
Reduction factor	χ_{LT}	1,00	
Interaction factor	k_{yy}	1,00	
Interaction factor	k_{yz}	0,58	
Interaction factor	k_{zy}	0,62	
Interaction factor	k_{zz}	1,00	

Maximum moment $M_{y,Ed}$ is derived from beam B1 position 2,675 m.
Maximum moment $M_{z,Ed}$ is derived from beam B1 position 2,675 m.

Interaction method 1 parameters			
Critical Euler load	$N_{cr,y}$	1495,31	kN
Critical Euler load	$N_{cr,z}$	672,74	kN
Elastic critical load	$N_{cr,T}$	209985,26	kN
Plastic section modulus	$W_{pl,y}$	2,5023e-04	m^3
Elastic section modulus	$W_{el,y}$	2,0700e-04	m^3
Plastic section modulus	$W_{pl,z}$	1,7554e-04	m^3
Elastic section modulus	$W_{el,z}$	1,5500e-04	m^3
Second moment of area	I_y	2,0650e-05	m^4
Second moment of area	I_z	9,2900e-06	m^4
Torsional constant	I_t	2,0280e-05	m^4
Method for equivalent moment factor $C_{my,0}$		Table A.2 Line 4 (Line load)	
Equivalent moment factor	$C_{my,0}$	1,00	
Method for equivalent moment factor $C_{mz,0}$		Table A.2 Line 4 (Line load)	
Equivalent moment factor	$C_{mz,0}$	1,00	
Factor	μ_y	1,00	
Factor	μ_z	1,00	
Factor	a_{LT}	0,02	
Critical moment for uniform bending	$M_{cr,0}$	1050,83	kNm
Relative slenderness	$\lambda_{rel,0}$	0,24	
Limit relative slenderness	$\lambda_{rel,0,lim}$	0,21	
Equivalent moment factor	C_{my}	1,00	
Equivalent moment factor	C_{mz}	1,00	
Equivalent moment factor	C_{mLT}	1,00	
Factor	b_{LT}	0,00	
Factor	c_{LT}	0,00	
Factor	d_{LT}	0,00	
Factor	e_{LT}	0,00	
Factor	w_y	1,21	
Factor	w_z	1,13	
Factor	n_{pl}	0,00	
Maximum relative slenderness	$\lambda_{rel,max}$	1,16	
Factor	C_{yy}	1,00	
Factor	C_{yz}	1,00	

Interaction method 1 parameters			
Factor	C_{zy}	1,00	
Factor	C_{zz}	1,00	

Unity check (6.61) = 0,00 + 0,68 + 0,15 = 0,83 -
Unity check (6.62) = 0,00 + 0,42 + 0,26 = 0,68 -

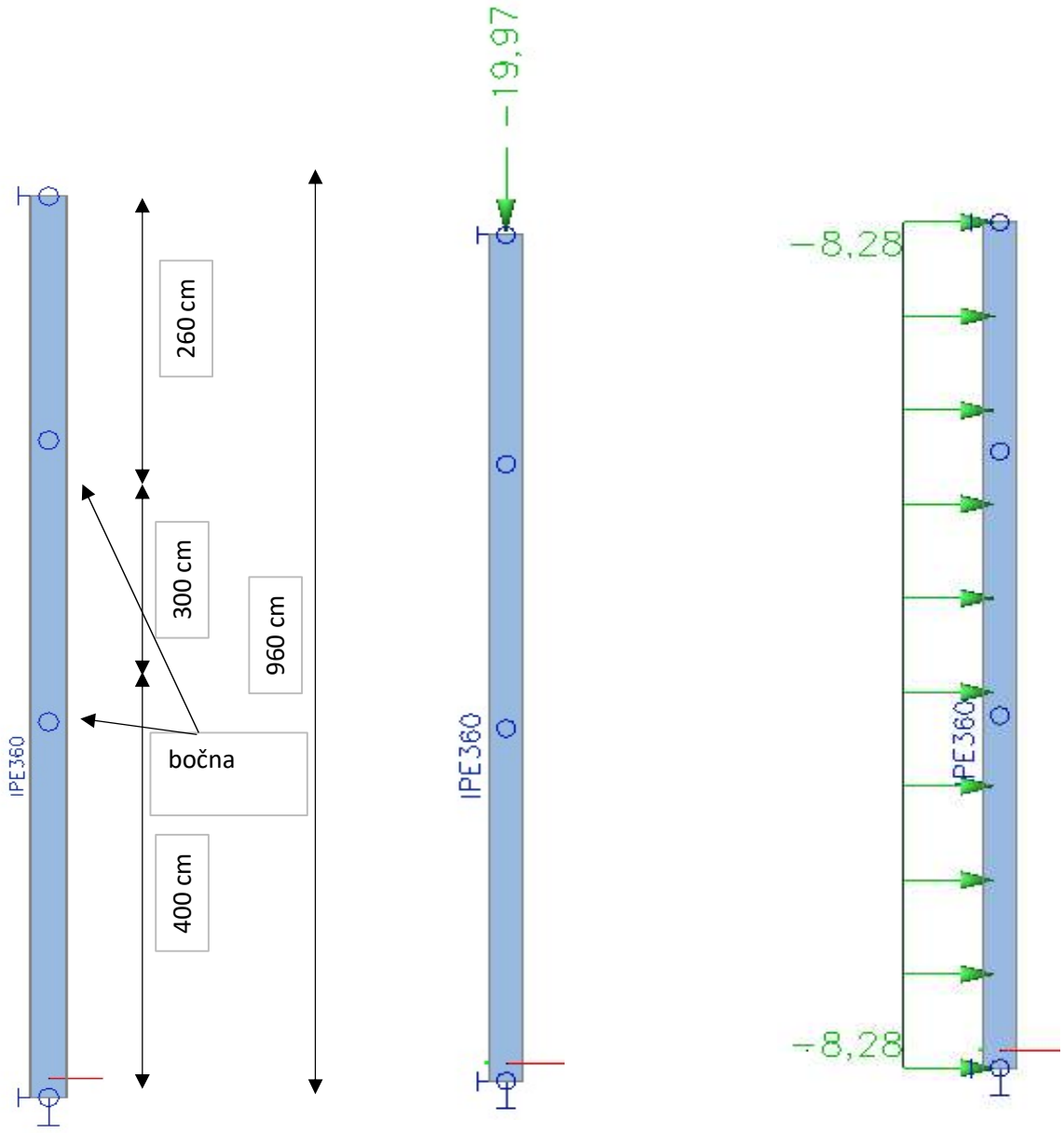
The member satisfies the stability check.

4.1.3. PRORAČUN VERTIKALE POPREČNE FASADE IPE 360, S 235

Opterećenje na horizontalu dolazi od djelovanja vjetra na panel i od vlastite težine panela i instalacija

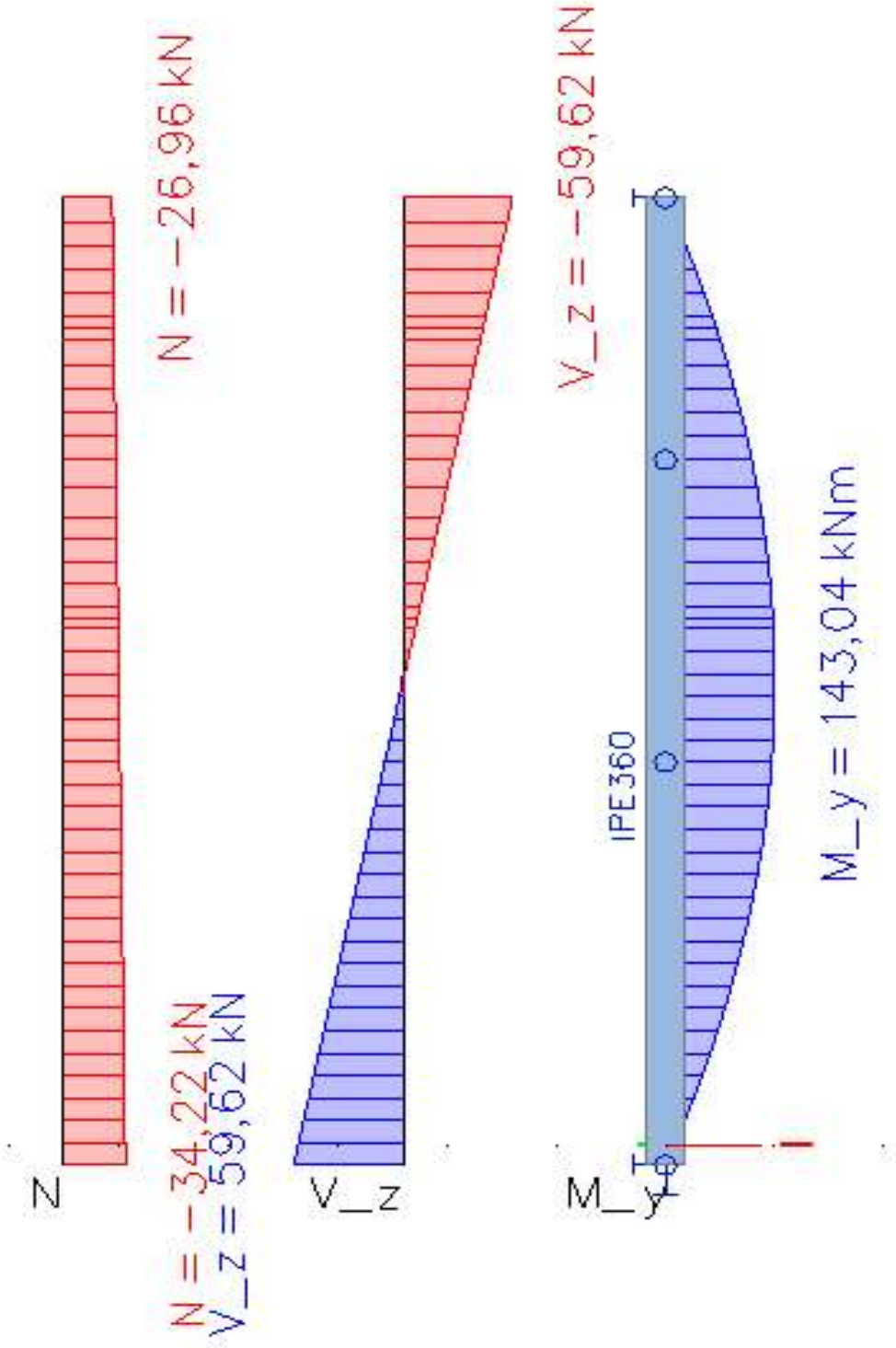
Sudjelujuća širina (max):	e=	**416**	cm
Horizontalno opterećenje vjetrom (područje A mjerodavno):	w=	1,99	kN/m^2
za pripadnu sudjelujuću širinu	w_{lin}=	8,28	kN/m'
Vertikalno opterećenje panelima i dodatnim stalnim:	g=	0,50	kN/m^2
za pripadnu sudjelujuću širinu	g_{lin}=	2,08	kN/m'
Vertikalno opterećenje zadano kao koncentrirana sila na vrhu stupa u iznosu:	G=	19,97	kN
Dužina elementa:	L=	960	cm

Statički sustav	opterećenje dodatnim stalnim (kN/m')	opterećenje vjetrom (kN/m')



REZULTATI PRORAČUNA

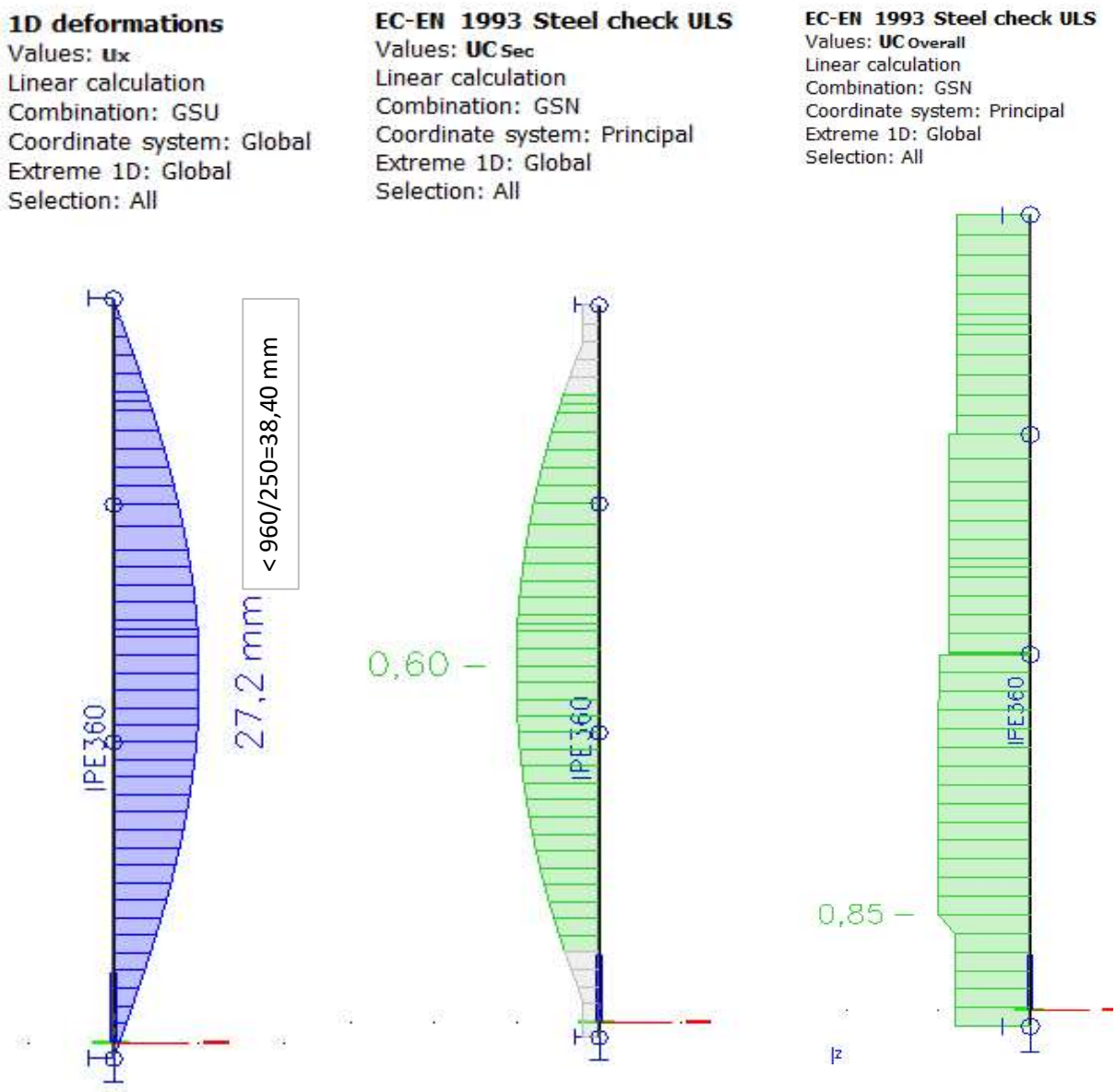
1D internal forces
Values: **M_y, V_z, N**
Linear calculation
Combination: GSN
Coordinate system: Principal
Extreme 1D: Member
Selection: All



Progibi Ux od kombinacije opterećenja GSU

Iskoristivost poprečnog presjeka GSN

Iskoristivost elementa GSN



Zbog horizontalne popustljivosti nosača u krovnoj ravnini, potrebno je izvesti upetu vezu čeličnih vertikala sa rubnom AB gredom! Vezu izvesti čeličnom pločicom min. debljine 30 mm I spojnim sredstvima (navojne šipke, zavarene vilice I sl.)!

EC-EN 1993 Steel check ULS

Linear calculation
Combination: GSN
Coordinate system: Principal
Extreme 1D: Global
Selection: All

EN 1993-1-1 Code Check
National annex: Standard EN

Member B1	1,320 / 9,600 m	IPE360	S 235	GSN	0,85 -

Combination key
GSN / 1.35*SO1 + 1.35*SO2 + 1.50*SO3

Partial safety factors	
γ_{M0} for resistance of cross-sections	1,00
γ_{M1} for resistance to instability	1,10
γ_{M2} for resistance of net sections	1,25

Material			
Yield strength	f_y	235,0	MPa
Ultimate strength	f_u	360,0	MPa
Fabrication		Rolled	

...::SECTION CHECK::...

The critical check is on position 1,320 m

Internal forces		Calculated	Unit
Normal force	N_{Ed}	-33,22	kN
Shear force	$V_{y,Ed}$	0,00	kN
Shear force	$V_{z,Ed}$	43,22	kN
Torsion	T_{Ed}	0,00	kNm
Bending moment	$M_{y,Ed}$	67,87	kNm
Bending moment	$M_{z,Ed}$	0,00	kNm

Classification for cross-section design
Classification according to EN 1993-1-1 article 5.5.2
Classification of Internal and Outstand parts according to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 1 & 2

Id	Type	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m²]	σ_2 [kN/m²]	ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Class 1 Limit [-]	Class 2 Limit [-]	Class 3 Limit [-]	Class
1	SO	63	13	-6,788e+04	-6,788e+04								
3	SO	63	13	-6,788e+04	-6,788e+04								
4	I	299	8	-5,772e+04	6,685e+04	-0,86		0,53	37,33	65,87	76,48	107,53	1
5	SO	63	13	7,701e+04	7,701e+04	1,00	0,43	1,00	4,96	9,00	10,00	14,00	1
7	SO	63	13	7,701e+04	7,701e+04	1,00	0,43	1,00	4,96	9,00	10,00	14,00	1

Note: The Classification limits have been set according to Semi-Comp+.
The cross-section is classified as Class 1

Compression check
According to EN 1993-1-1 article 6.2.4 and formula (6.9)

Cross-section area	A	7,2700e-03	m²
Compression resistance	$N_{c,Rd}$	1708,45	kN
Unity check		0,02	-

$$N_{c,Rd} = \frac{A \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{7,2700 \cdot 10^{-3}[m^2] \times 235,0[MPa]}{1,00} = 1708,45[kN]$$

$$\text{Unity check} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c,Rd}} = \frac{|-33,22[kN]|}{1708,45[kN]} = \mathbf{0,02 \leq 1,00}$$

Bending moment check for M_y
According to EN 1993-1-1 article 6.2.5 and formula (6.12),(6.13)

Plastic section modulus	$W_{pl,y}$	1,0190e-03	m³
Plastic bending moment	$M_{pl,y,Rd}$	239,47	kNm
Unity check		0,28	-

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{1,0190 \cdot 10^{-3}[m^3] \times 235,0[MPa]}{1,00} = 239,47[kNm]$$

$$\text{Unity check} = \frac{|M_{y,Ed}|}{M_{pl,y,Rd}} = \frac{|67,87[kNm]|}{239,47[kNm]} = \mathbf{0,28 \leq 1,00}$$

Shear check for V_z
According to EN 1993-1-1 article 6.2.6 and formula (6.17)

Shear correction factor	η	1,20	
Shear area	A_v	3,5108e-03	m²
Plastic shear resistance for V_z	$V_{pl,z,Rd}$	476,34	kN
Unity check		0,09	-

$$V_{pl,z,Rd} = \frac{A_v \times \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}} = \frac{3,5108 \cdot 10^{-3}[m^2] \times \frac{235,0[MPa]}{\sqrt{3}}}{1,00} = 476,34[kN]$$

$$\text{Unity check} = \frac{|V_{z,Ed}|}{V_{c,z,Rd}} = \frac{|43,22[kN]|}{476,34[kN]} = \mathbf{0,09 \leq 1,00}$$

Combined bending, axial force and shear force check
According to EN 1993-1-1 article 6.2.9.1 and formula (6.31)

Plastic bending moment	$M_{pl,y,Rd}$	239,47	kNm
Unity check		0,28	-

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{1,0190 \cdot 10^{-3}[m^3] \times 235,0[MPa]}{1,00} = 239,47[kNm]$$

$$\text{Unity check} = \frac{|M_{y,Ed}|}{M_{pl,y,Rd}} = \frac{|67,87[kNm]|}{239,47[kNm]} = \mathbf{0,28 \leq 1,00}$$

Note: Since the shear forces are less than half the plastic shear resistances their effect on the moment resistances is neglected.
Note: Since the axial force satisfies both criteria (6.33) and (6.34) of EN 1993-1-1 article 6.2.9.1(4) its effect on the moment resistance about the y-y axis is neglected.

The member satisfies the section check.

...::STABILITY CHECK::...

Classification for member buckling design
Decisive position for stability classification: 0,000 m
Classification according to EN 1993-1-1 article 5.5.2
Classification of Internal and Outstand parts according to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 1 & 2

Id	Type	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m²]	σ_2 [kN/m²]	ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Class 1 Limit [-]	Class 2 Limit [-]	Class 3 Limit [-]	Class
1	SO	63	13	4,704e+03	4,704e+03	1,00	0,43	1,00	4,96	9,00	10,00	14,00	1
3	SO	63	13	4,704e+03	4,704e+03	1,00	0,43	1,00	4,96	9,00	10,00	14,00	1
4	I	299	8	4,704e+03	4,704e+03	1,00		1,00	37,33	28,00	34,00	38,00	3
5	SO	63	13	4,704e+03	4,704e+03	1,00	0,43	1,00	4,96	9,00	10,00	14,00	1
7	SO	63	13	4,704e+03	4,704e+03	1,00	0,43	1,00	4,96	9,00	10,00	14,00	1

Note: The Classification limits have been set according to Semi-Comp+.
The cross-section is classified as Class 3

Semi-Comp+ properties			
Material coefficient	ε	1,00	
Flange class 2 slenderness limit	$\beta_{2,y,f}$	10,00	
Flange class 3 slenderness limit	$\beta_{3,y,f}$	14,00	
Web class 2 slenderness limit	$\beta_{2,y,w}$	83,00	
Web class 3 slenderness limit	$\beta_{3,y,w}$	124,00	
Web slenderness ratio	c/t_w	37,33	
Flange slenderness ratio	c/t_f	4,96	
Reference slenderness ratio	$c/t_{ref,y}$	0,00	
Interpolated section modulus	$W_{3,y}$	1,0190e-03	m^3

Note: The resistance for this semi-compact section has been calculated according to Semi-Comp+.

Flexural Buckling check
According to EN 1993-1-1 article 6.3.1.1 and formula (6.46)

Buckling parameters		yy	zz	
Sway type		sway	non-sway	
System length	L	9,600	4,400	m
Buckling factor	k	1,00	1,00	
Buckling length	l_{cr}	9,600	4,400	m
Critical Euler load	N_{cr}	3659,01	1116,60	kN
Slenderness	λ	64,17	116,17	
Relative slenderness	λ_{rel}	0,68	1,24	
Limit slenderness	$\lambda_{rel,0}$	0,20	0,20	

Note: The slenderness or compression force is such that Flexural Buckling effects may be ignored according to EN 1993-1-1 article 6.3.1.2(4).

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \times E \times I_y}{l_{cr,y}^2} = \frac{\pi^2 \times 210000,0[MPa] \times 1,6270 \cdot 10^{-4}[m^4]}{9,600[m]^2} = 3659,01[kN]$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \times E \times I_z}{l_{cr,z}^2} = \frac{\pi^2 \times 210000,0[MPa] \times 1,0430 \cdot 10^{-5}[m^4]}{4,400[m]^2} = 1116,60[kN]$$

$$\lambda_y = \frac{l_{cr,y}}{i_y} = \frac{9,600[m]}{150[mm]} = 64,17$$

$$\lambda_z = \frac{l_{cr,z}}{i_z} = \frac{4,400[m]}{38[mm]} = 116,17$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi \times \sqrt{\frac{E}{f_y}}} = \frac{64,17}{\pi \times \sqrt{\frac{210000,0[MPa]}{235,0[MPa]}}} = 0,68$$

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi \times \sqrt{\frac{E}{f_y}}} = \frac{116,17}{\pi \times \sqrt{\frac{210000,0[MPa]}{235,0[MPa]}}} = 1,24$$

Torsional(-Flexural) Buckling check
According to EN 1993-1-1 article 6.3.1.1 and formula (6.46)

Torsional buckling length	l_{cr}	4,400	m
Elastic critical load	$N_{cr,T}$	2676,66	kN
Relative slenderness	$\lambda_{rel,T}$	0,80	
Limit slenderness	$\lambda_{rel,0}$	0,20	

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \times \left(G \times I_t + \frac{\pi^2 \times E \times I_w}{l_{cr}^2}\right) = \frac{1}{154[mm]^2} \times \left(80769,2[MPa] \times 3,7300 \cdot 10^{-7}[m^4] + \frac{\pi^2 \times 210000,0[MPa] \times 3,1400 \cdot 10^{-7}[m^6]}{4,400[m]^2}\right)$$
$$= 2676,66[kN]$$

$$\lambda_{rel,T} = \sqrt{\frac{A \times f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{7,2700 \cdot 10^{-3}[m^2] \times 235,0[MPa]}{2676,66[kN]}} = 0,80$$

Note: The slenderness or compression force is such that Torsional(-Flexural) Buckling effects may be ignored according to EN 1993-1-1 article 6.3.1.2(4).

Lateral Torsional Buckling check
According to EN 1993-1-1 article 6.3.2.1 & 6.3.2.3 and formula (6.54)

LTB parameters			
Method for LTB curve		Alternative case	
Interpolated section modulus	$W_{3,y}$	1,0190e-03	m^3
Elastic critical moment	M_{cr}	365,47	kNm
Relative slenderness	$\lambda_{rel,LT}$	0,81	
Limit slenderness	$\lambda_{rel,LT,0}$	0,40	
LTB curve		c	
Imperfection	α_{LT}	0,49	
LTB factor	β	0,75	
Reduction factor	χ_{LT}	0,76	
Correction factor	k_c	0,85	
Correction factor	f	0,93	
Modified reduction factor	$\chi_{LT,mod}$	0,82	
Design buckling resistance	$M_{b,Rd}$	177,91	kNm
Unity check		0,38	-

Mcr parameters			
LTB length	l_{LT}	4,400	m
Influence of load position		no influence	
Correction factor	k	1,00	
Correction factor	k_w	1,00	
LTB moment factor	C_1	1,37	
LTB moment factor	C_2	0,11	
LTB moment factor	C_3	1,00	
Shear centre distance	d_z	0	mm
Distance of load application	z_g	0	mm
Mono-symmetry constant	β_y	0	mm
Mono-symmetry constant	z_j	0	mm

$$M_{cr} = C_1 \times \frac{\pi^2 \times E \times I_z}{l_{LT}^2} \times \left[\sqrt{\left(\frac{k}{k_w}\right)^2 \times \frac{I_w}{I_z} + \frac{l_{LT}^2 \times G \times I_t}{\pi^2 \times E \times I_z} + (C_2 \times z_g - C_3 \times z_j)^2} - (C_2 \times z_g - C_3 \times z_j)\right] = 1,37$$
$$\times \frac{\pi^2 \times 210000,0[MPa] \times 1,0430 \cdot 10^{-5}[m^4]}{4,400[m]^2}$$
$$\times \left[\sqrt{\left(\frac{1,00}{1,00}\right)^2 \times \frac{3,1400 \cdot 10^{-7}[m^6]}{1,0430 \cdot 10^{-5}[m^4]} + \frac{4,400[m]^2 \times 80769,2[MPa] \times 3,7300 \cdot 10^{-7}[m^4]}{\pi^2 \times 210000,0[MPa] \times 1,0430 \cdot 10^{-5}[m^4]} + (0,11 \times 0[mm] - 1,00 \times 0[mm])^2} - (0,11 \times 0[mm] - 1,00 \times 0[mm])\right]$$
$$= 365,47[kNm]$$

$$\lambda_{rel,LT} = \sqrt{\frac{W_{3,y} \times f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{1,0190 \cdot 10^{-3}[m^3] \times 235,0[MPa]}{365,47[kNm]}} = 0,81$$

$$\beta = 0,75$$

$$\chi_{LT} = \min\left(\frac{1}{\varphi_{LT} + \sqrt{\varphi_{LT}^2 - \beta \times \lambda_{rel,LT}^2}}, \frac{1}{\lambda_{rel,LT}^2}, 1\right) = \min\left(\frac{1}{0,85 + \sqrt{0,85^2 - 0,75 \times 0,81^2}}, \frac{1}{0,81^2}, 1\right) = \min(0,76, 1,53, 1) = 0,76$$

$$f = \min\left\{1 - 0,5 \times (1 - k_c) \times \left[1 - 2 \times (\lambda_{rel,LT} - 0,8)^2\right], 1\right\} = \min\left\{1 - 0,5 \times (1 - 0,85) \times \left[1 - 2 \times (0,81 - 0,8)^2\right], 1\right\} = \min(0,93, 1)$$
$$= 0,93$$

$$\chi_{LT,mod} = \min\left(\frac{\chi_{LT}}{f}, 1\right) = \min\left(\frac{0,76}{0,93}, 1\right) = \min(0,82, 1) = 0,82$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT,mod} \times W_{3,y} \times \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 0,82 \times 1,0190 \cdot 10^{-3}[m^3] \times \frac{235,0[MPa]}{1,10} = 177,91[kNm]$$

$$\text{Unity check} = \frac{|M_{y,Ed}|}{M_{b,Rd}} = \frac{|67,87[kNm]|}{177,91[kNm]} = \mathbf{0,38 \leq 1,00}$$

Note: C parameters are determined according to ECCS 119 2006 / Galea 2002.
Note: The correction factor k_c is determined from C_1.

Bending and axial compression check
According to EN 1993-1-1 article 6.3.3 and formula (6.61),(6.62)

Bending and axial compression check parameters			
Interaction method		alternative method 1	
Cross-section area	A	7,2700e-03	m^2
Interpolated section modulus	$W_{3,y}$	1,0190e-03	m^3
Design compression force	N_{Ed}	33,22	kN
Design bending moment (maximum)	$M_{y,Ed}$	143,04	kNm
Design bending moment (maximum)	$M_{z,Ed}$	0,00	kNm
Characteristic compression resistance	N_{Rk}	1708,45	kN
Characteristic moment resistance	$M_{y,Rk}$	239,47	kNm
Reduction factor	χ_y	1,00	
Reduction factor	χ_z	1,00	
Modified reduction factor	$\chi_{LT,mod}$	0,82	
Interaction factor	k_{yy}	1,03	
Interaction factor	k_{zy}	0,55	

Maximum moment $M_{y,Ed}$ is derived from beam B1 position 4,876 m.
Maximum moment $M_{z,Ed}$ is derived from beam B1 position 0,000 m.

Interaction method 1 parameters			
Critical Euler load	$N_{cr,y}$	3659,01	kN
Critical Euler load	$N_{cr,z}$	1116,60	kN
Elastic critical load	$N_{cr,T}$	2676,66	kN
Interpolated section modulus	$W_{3,y}$	1,0190e-03	m^3
Elastic section modulus	$W_{el,y}$	9,0400e-04	m^3
Interpolated section modulus	$W_{3,z}$	1,9100e-04	m^3
Elastic section modulus	$W_{el,z}$	1,2300e-04	m^3
Second moment of area	I_y	1,6270e-04	m^4
Second moment of area	I_z	1,0430e-05	m^4
Torsional constant	I_t	3,7300e-07	m^4
Method for equivalent moment factor $C_{my,0}$		Table A.2 Line 4 (Line load)	
Equivalent moment factor	$C_{my,0}$	1,00	
Factor	μ_y	1,00	
Factor	μ_z	1,00	
Factor	ε_y	34,63	
Factor	a_{LT}	1,00	
Critical moment for uniform bending	$M_{cr,0}$	266,79	kNm
Relative slenderness	$\lambda_{rel,0}$	0,95	
Limit relative slenderness	$\lambda_{rel,0,lim}$	0,23	
Equivalent moment factor	C_{my}	1,00	
Equivalent moment factor	C_{mLT}	1,02	
Factor	b_{LT}	0,00	
Factor	d_{LT}	0,00	
Factor	w_y	1,13	
Factor	w_z	1,50	
Factor	n_{pl}	0,02	
Maximum relative slenderness	$\lambda_{rel,max}$	1,24	
Factor	C_{yy}	0,99	
Factor	C_{zy}	0,97	

Unity check (6.61) = 0,02 + 0,83 + 0,00 = 0,85 -
Unity check (6.62) = 0,02 + 0,44 + 0,00 = 0,46 -

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \times E \times I_y}{l_{cr,y}^2} = \frac{\pi^2 \times 210000,0[MPa] \times 1,6270 \cdot 10^{-4}[m^4]}{9,600[m]^2} = 3659,01[kN]$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \times E \times I_z}{l_{cr,z}^2} = \frac{\pi^2 \times 210000,0[MPa] \times 1,0430 \cdot 10^{-5}[m^4]}{4,400[m]^2} = 1116,60[kN]$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \times \left(G \times I_t + \frac{\pi^2 \times E \times I_w}{l_{cr}^2}\right) = \frac{1}{154[mm]^2} \times \left(80769,2[MPa] \times 3,7300 \cdot 10^{-7}[m^4] + \frac{\pi^2 \times 210000,0[MPa] \times 3,1400 \cdot 10^{-7}[m^6]}{4,400[m]^2}\right)$$
$$= 2676,66[kN]$$

$$C_{my,0} = 1 + \frac{0,03 \times |N_{Ed}|}{N_{cr,y}} = 1 + \frac{0,03 \times |33,22[kN]|}{3659,01[kN]} = 1,00$$

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{|N_{Ed}|}{N_{cr,y}}}{1 - \frac{\chi_y \times |N_{Ed}|}{N_{cr,y}}} = \frac{1 - \frac{|33,22[kN]|}{3659,01[kN]}}{1 - \frac{1,00 \times |33,22[kN]|}{3659,01[kN]}} = 1,00$$

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{|N_{Ed}|}{N_{cr,z}}}{1 - \frac{\chi_z \times |N_{Ed}|}{N_{cr,z}}} = \frac{1 - \frac{|33,22[kN]|}{1116,60[kN]}}{1 - \frac{1,00 \times |33,22[kN]|}{1116,60[kN]}} = 1,00$$

$$\varepsilon_y = \left|\frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}}\right| \times \frac{A}{W_{el,y}} = \left|\frac{143,04[kNm]}{33,22[kN]}\right| \times \frac{7,2700 \cdot 10^{-3}[m^2]}{9,0400 \cdot 10^{-4}[m^3]} = 34,63$$

$$a_{LT} = \max\left(1 - \frac{I_t}{I_y}, 0\right) = \max\left(1 - \frac{3,7300 \cdot 10^{-7}[m^4]}{1,6270 \cdot 10^{-4}[m^4]}, 0\right) = \max(1,00, 0) = 1,00$$

$$M_{cr,0} = \frac{C_1 \times \pi^2 \times E \times I_z}{(k \times l_{LT})^2} \times \left[\sqrt{\frac{\left(\frac{k}{k_w}\right)^2 \times I_w}{I_z} + \frac{(k \times l_{LT})^2 \times G \times I_t}{\pi^2 \times E \times I_z} + (C_2 \times z_g - C_3 \times z_j)^2} - (C_2 \times z_g - C_3 \times z_j)\right]$$

$$= \frac{1,00 \times \pi^2 \times 210000,0[MPa] \times 1,0430 \cdot 10^{-5}[m^4]}{(1,00 \times 4,400[m])^2}$$

$$\times \left[\sqrt{\frac{\left(\frac{1,00}{1,00}\right)^2 \times 3,1400 \cdot 10^{-7}[m^6]}{1,0430 \cdot 10^{-5}[m^4]} + \frac{(1,00 \times 4,400[m])^2 \times 80769,2[MPa] \times 3,7300 \cdot 10^{-7}[m^4]}{\pi^2 \times 210000,0[MPa] \times 1,0430 \cdot 10^{-5}[m^4]} + (0,11 \times 0[mm] - 1,00 \times 0[mm])^2} - (0,11 \times 0[mm] - 1,00 \times 0[mm])\right]$$

$$= 266,79[kNm]$$

$$\lambda_{rel,0} = \sqrt{\frac{W_{3,y} \times f_y}{M_{cr,0}}} = \sqrt{\frac{1,0190 \cdot 10^{-3}[m^3] \times 235,0[MPa]}{266,79[kNm]}} = 0,95$$

$$\lambda_{rel,0,lim} = 0,2 \times \sqrt{C_1} \times \sqrt[4]{\left(1 - \frac{|N_{Ed}|}{N_{cr,z}}\right) \times \left(1 - \frac{|N_{Ed}|}{N_{cr,T}}\right)} = 0,2 \times \sqrt{1,37} \times \sqrt[4]{\left(1 - \frac{|33,22[kN]|}{1116,60[kN]}\right) \times \left(1 - \frac{|33,22[kN]|}{2676,66[kN]}\right)} = 0,23$$

$$C_{my} = C_{my,0} + (1 - C_{my,0}) \times \frac{\sqrt{\varepsilon_y} \times a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} \times a_{LT}} = 1,00 + (1 - 1,00) \times \frac{\sqrt{34,63} \times 1,00}{1 + \sqrt{34,63} \times 1,00} = 1,00$$

$$C_{mLT} = \max\left[C_{my}^2 \times \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{|N_{Ed}|}{N_{cr,z}}\right) \times \left(1 - \frac{|N_{Ed}|}{N_{cr,T}}\right)}}, 1\right] = \max\left[1,00^2 \times \frac{1,00}{\sqrt{\left(1 - \frac{|33,22[kN]|}{1116,60[kN]}\right) \times \left(1 - \frac{|33,22[kN]|}{2676,66[kN]}\right)}}, 1\right] = \max[1,02, 1]$$

$$= 1,02$$

$$b_{LT} = 0,5 \times a_{LT} \times \lambda_{rel,0}^2 \times \frac{|M_{y,Ed}|}{\chi_{LT} \times M_{pl,y,Rd}} \times \frac{|M_{z,Ed}|}{M_{pl,z,Rd}} = 0,5 \times 1,00 \times 0,95^2 \times \frac{|143,04[kNm]|}{0,82 \times 239,47[kNm]} \times \frac{|0,00[kNm]|}{44,88[kNm]} = 0,00$$

$$d_{LT} = 2 \times a_{LT} \times \frac{\lambda_{rel,0}}{0,1 + \lambda_{rel,z}^4} \times \frac{|M_{y,Ed}|}{C_{my} \times \chi_{LT} \times M_{pl,y,Rd}} \times \frac{|M_{z,Ed}|}{C_{mz} \times M_{pl,z,Rd}}$$

$$= 2 \times 1,00 \times \frac{0,95}{0,1 + 1,24^4} \times \frac{|143,04[kNm]|}{1,00 \times 0,82 \times 239,47[kNm]} \times \frac{|0,00[kNm]|}{1,01 \times 44,88[kNm]} = 0,00$$

$$w_y = \min\left(\frac{W_{3,y}}{W_{el,y}}, 1,5\right) = \min\left(\frac{1,0190 \cdot 10^{-3}[m^3]}{9,0400 \cdot 10^{-4}[m^3]}, 1,5\right) = \min(1,13, 1,5) = 1,13$$

$$w_z = \min\left(\frac{W_{3,z}}{W_{el,z}}, 1,5\right) = \min\left(\frac{1,9100 \cdot 10^{-4}[m^3]}{1,2300 \cdot 10^{-4}[m^3]}, 1,5\right) = \min(1,55, 1,5) = 1,50$$

$$n_{pl} = \frac{\frac{|N_{Ed}|}{N_{Rk}}}{\gamma_{M1}} = \frac{\frac{|33,22[kN]|}{1708,45[kN]}}{1,10} = 0,02$$

$$\lambda_{rel,max} = \max(\lambda_{rel,y}, \lambda_{rel,z}) = \max(0,68, 1,24) = 1,24$$

$$C_{yy} = \max\left\{1 + (w_y - 1) \times \left[\left(2 - \frac{1,6}{w_y} \times C_{my}^2 \times \lambda_{rel,max} - \frac{1,6}{w_y} \times C_{my}^2 \times \lambda_{rel,max}^2\right) \times n_{pl} - b_{LT}\right], \frac{W_{el,y}}{W_{3,y}}\right\}$$

$$= \max\left\{1 + (1,13 - 1) \times \left[\left(2 - \frac{1,6}{1,13} \times 1,00^2 \times 1,24 - \frac{1,6}{1,13} \times 1,00^2 \times 1,24^2\right) \times 0,02 - 0,00\right], \frac{9,0400 \cdot 10^{-4}[m^3]}{1,0190 \cdot 10^{-3}[m^3]}\right\} = \max\{0,99, 0,89\}$$

$$= 0,99$$

$$C_{zy} = \max\left\{1 + (w_y - 1) \times \left[\left(2 - 14 \times \frac{C_{my}^2 \times \lambda_{rel,max}^2}{w_y^5}\right) \times n_{pl} - d_{LT}\right], 0,6 \times \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \times \frac{W_{el,y}}{W_{3,y}}\right\}$$

$$= \max\left\{1 + (1,13 - 1) \times \left[\left(2 - 14 \times \frac{1,00^2 \times 1,24^2}{1,13^5}\right) \times 0,02 - 0,00\right], 0,6 \times \sqrt{\frac{1,13}{1,50}} \times \frac{9,0400 \cdot 10^{-4}[m^3]}{1,0190 \cdot 10^{-3}[m^3]}\right\} = \max\{0,97, 0,46\} = 0,97$$

$$N_{Rk} = A \times f_y = 7,2700 \cdot 10^{-3}[m^2] \times 235,0[MPa] = 1708,45[kN]$$

$$M_{y,Rk} = W_{3,y} \times f_y = 1,0190 \cdot 10^{-3}[m^3] \times 235,0[MPa] = 239,47[kNm]$$

$$k_{yy} = C_{my} \times C_{mLT} \times \frac{\mu_y}{1 - \frac{|N_{Ed}|}{N_{cr,y}}} \times \frac{1}{C_{yy}} = 1,00 \times 1,02 \times \frac{1,00}{1 - \frac{|33,22[kN]|}{3659,01[kN]}} \times \frac{1}{0,99} = 1,03$$

$$k_{zy} = C_{my} \times C_{mLT} \times \frac{\mu_z}{1 - \frac{|N_{Ed}|}{N_{cr,y}}} \times \frac{1}{C_{zy}} \times 0,6 \times \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} = 1,00 \times 1,02 \times \frac{1,00}{1 - \frac{|33,22[kN]|}{3659,01[kN]}} \times \frac{1}{0,97} \times 0,6 \times \sqrt{\frac{1,13}{1,50}} = 0,55$$

$$\text{Unity check (6.61)} = \frac{|N_{Ed}|}{\chi_y \times \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \times \frac{|M_{y,Ed}| + |\Delta M_{y,Ed}|}{\chi_{LT,mod} \times \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \times \frac{|M_{z,Ed}| + |\Delta M_{z,Ed}|}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}}$$

$$= \frac{|33,22[kN]|}{1,00 \times \frac{1708,45[kN]}{1,10}} + 1,03 \times \frac{|143,04[kNm]| + |0,00[kNm]|}{0,82 \times \frac{239,47[kNm]}{1,10}} + 1,32 \times \frac{|0,00[kNm]| + |0,00[kNm]|}{\frac{44,88[kNm]}{1,10}} = \mathbf{0,85 \leq 1,00}$$

$$\text{Unity check (6.62)} = \frac{|N_{Ed}|}{\chi_z \times \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \times \frac{|M_{y,Ed}| + |\Delta M_{y,Ed}|}{\chi_{LT,mod} \times \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \times \frac{|M_{z,Ed}| + |\Delta M_{z,Ed}|}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}}$$

$$= \frac{|33,22[kN]|}{1,00 \times \frac{1708,45[kN]}{1,10}} + 0,55 \times \frac{|143,04[kNm]| + |0,00[kNm]|}{0,82 \times \frac{239,47[kNm]}{1,10}} + 1,05 \times \frac{|0,00[kNm]| + |0,00[kNm]|}{\frac{44,88[kNm]}{1,10}} = \mathbf{0,46 \leq 1,00}$$

$$\text{Unity check} = \max(\text{Unity check (6.61)}, \text{Unity check (6.62)}) = \max(0,85, 0,46) = \mathbf{0,85 \leq 1,00}$$

Shear Buckling check

According to EN 1993-1-5 article 5 & 7.1 and formula (5.10) & (7.1)

Shear Buckling parameters			
Buckling field length	a	9,600	m
Web		unstiffened	
Web height	h_w	335	mm
Web thickness	t	8	mm
Material coefficient	ε	1,00	
Shear correction factor	η	1,20	

Shear Buckling verification		
Web slenderness	h_w/t	41,83
Web slenderness limit		60,00

$$h_w/t = \frac{h_w}{t} = \frac{335[mm]}{8[mm]} = 41,83$$

$$\text{limit } h_w/t = \frac{72 \times \varepsilon}{\eta} = \frac{72 \times 1,00}{1,20} = 60,00$$

Note: The web slenderness is such that Shear Buckling effects may be ignored according to EN 1993-1-5 article 5.1(2).

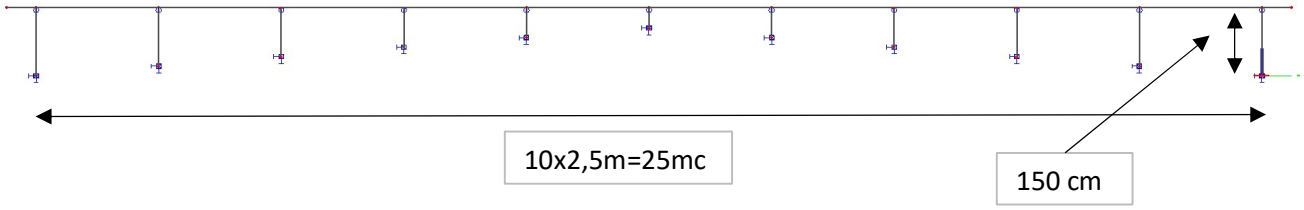
The member satisfies the stability check.

4.1.4. PRORAČUN ATIKE POPREČNE FASADE RHS 120/60/5 - PREMA ANEKSU

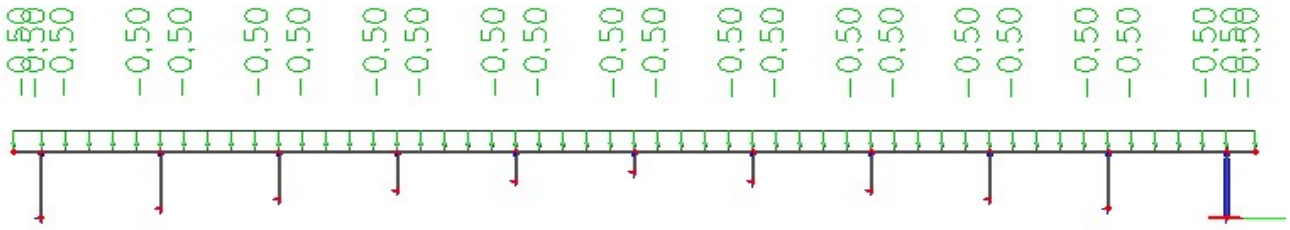
Opterećenje na gornju horizontalu dolazi od djelovanja vjetra na panel i od vlastite težine panela i instalacija

Sudjelujuća širina (max):	e=	**75**	cm
Horizontalno opterećenje vjetrom (područje A mjerodavno):	w=	1,99	kN/m^2
za pripadnu sudjelujuću širinu	w_{lin}=	1,49	kN/m'
Vertikalno opterećenje panelima i dodatnim stalnim:	g=	0,65	kN/m^2
za pripadnu sudjelujuću širinu	g_{lin}=	0,49	kN/m'

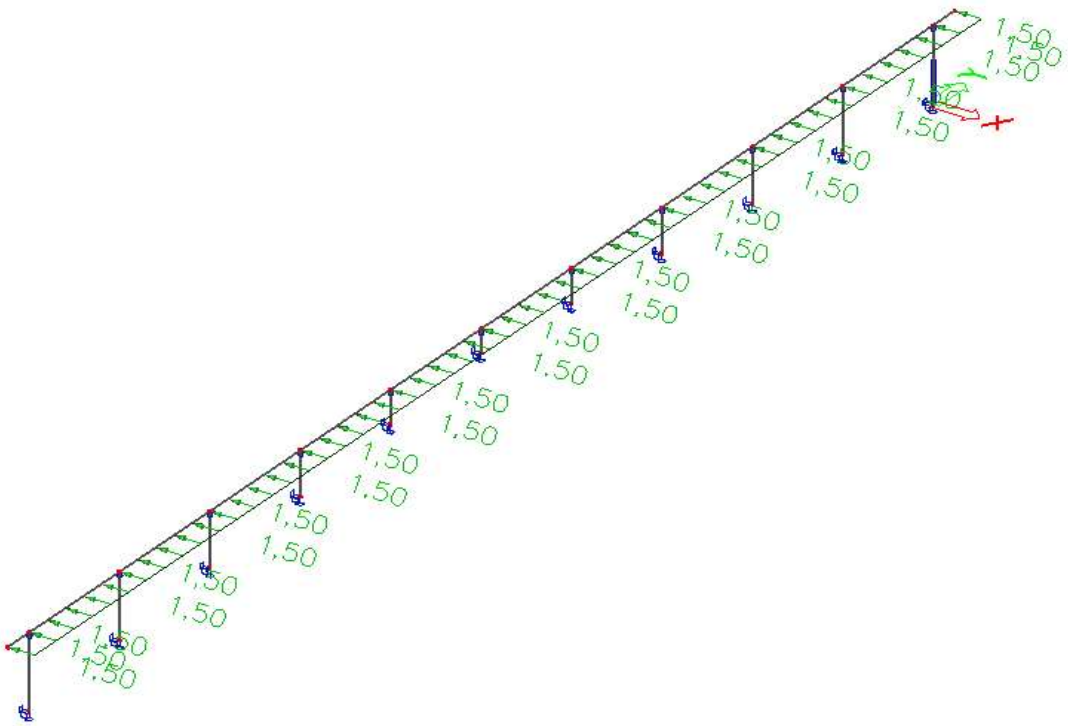
Statički sustav



opterećenje dodatnim stalnim (kN/m')



opterećenje vjetrom (kN/m')

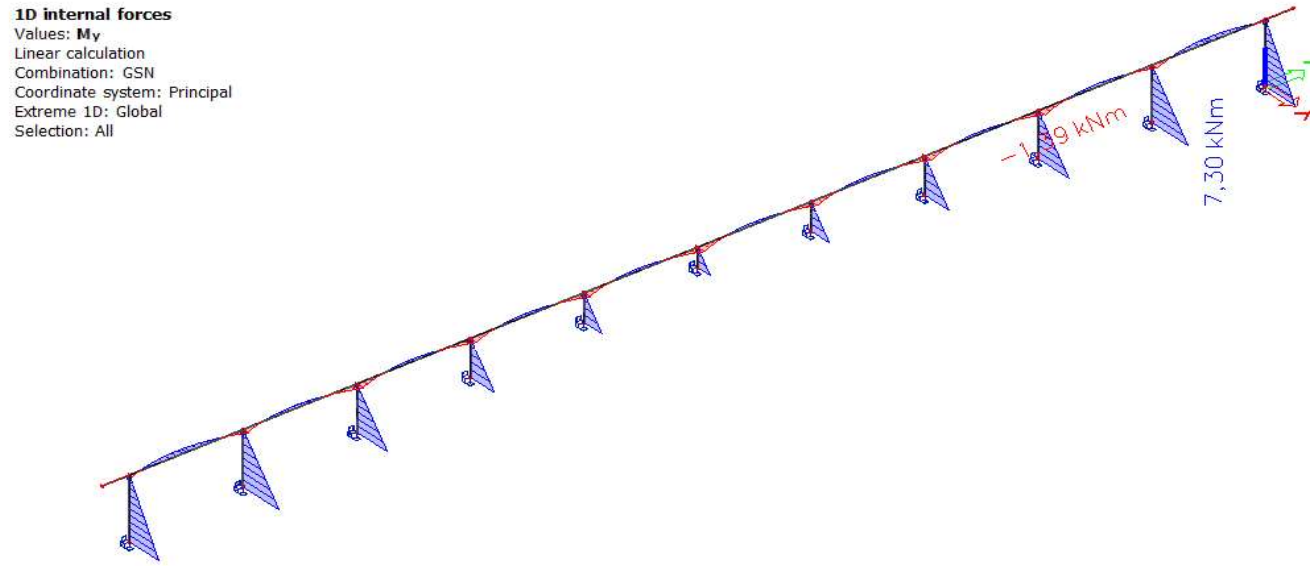


REZULTATI PRORAČUNA

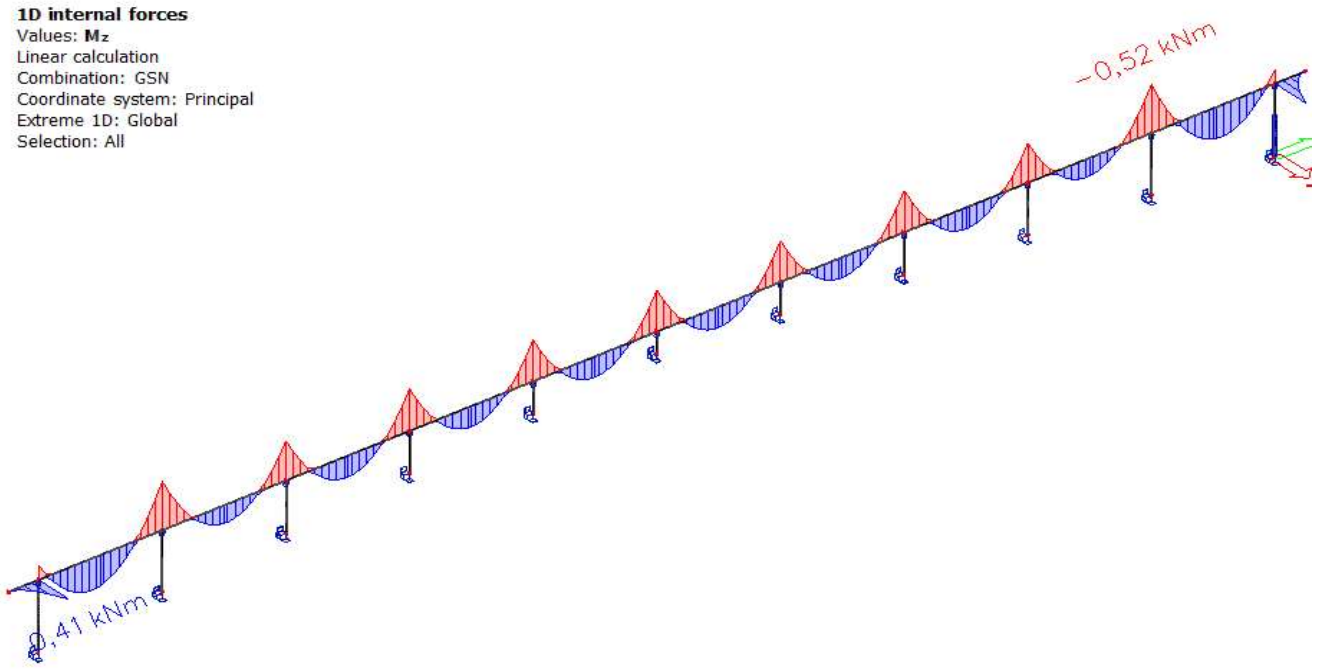
KOMBINACIJE OPTEREĆENJA:

GSU 1,0*SO1+1,0*SO2+1,0*SO3
GSN 1,35*SO1+1,35*SO2+1,5*SO3

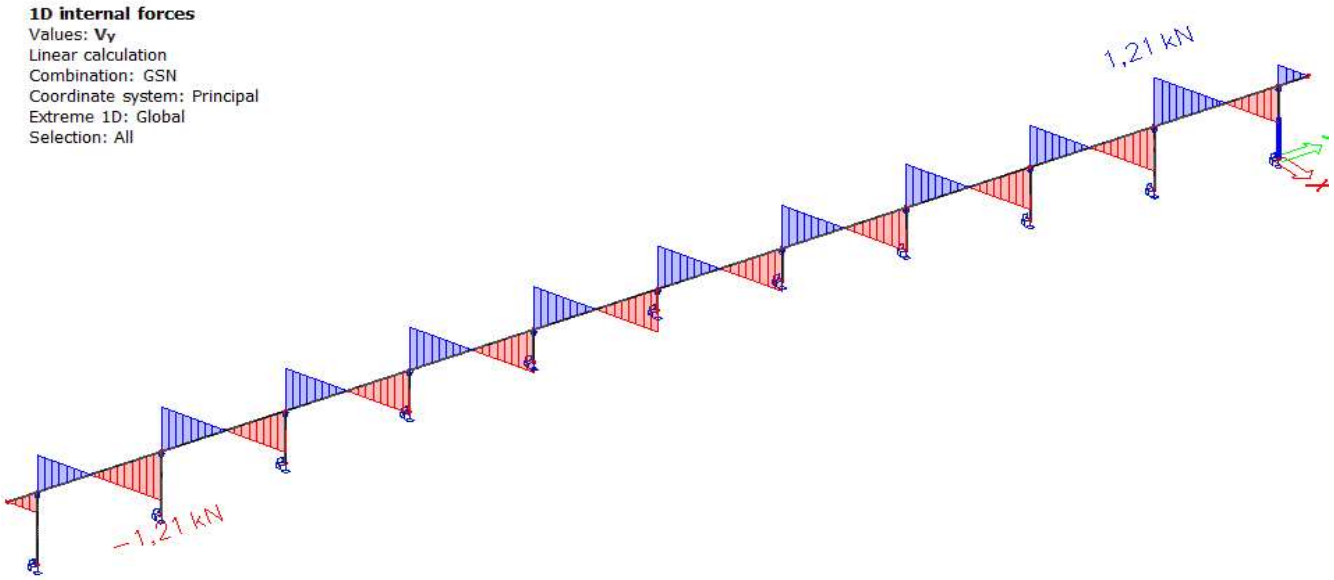
Momenti savijanja My (kNm) od kombinacije opterećenja GSN



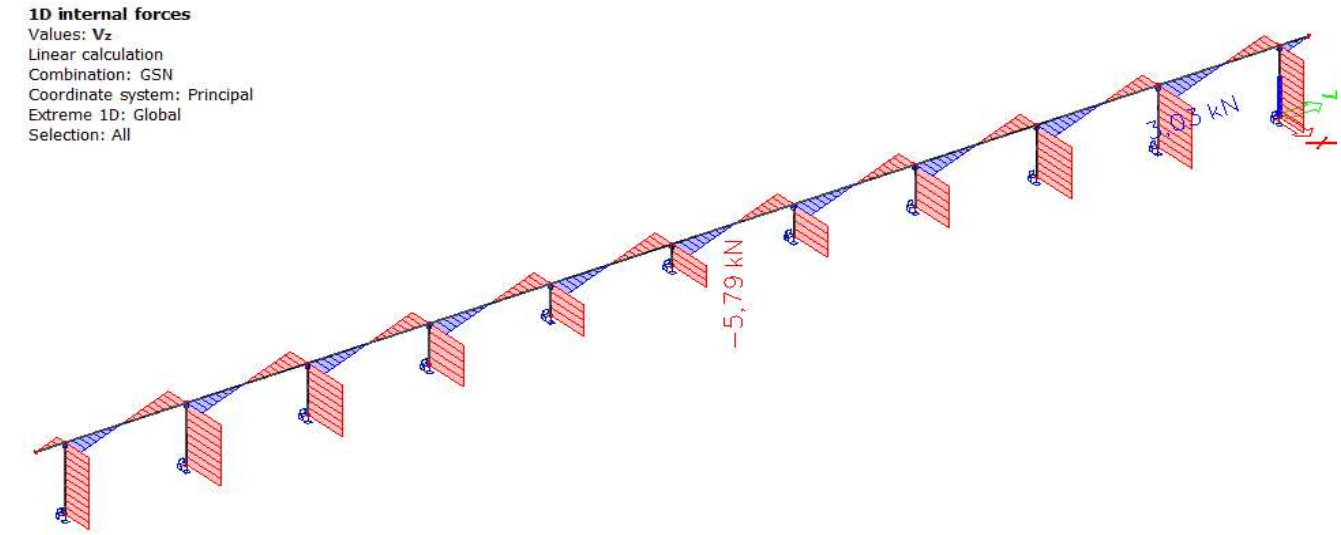
Momenti savijanja Mz (kNm) od kombinacije opterećenja GSN



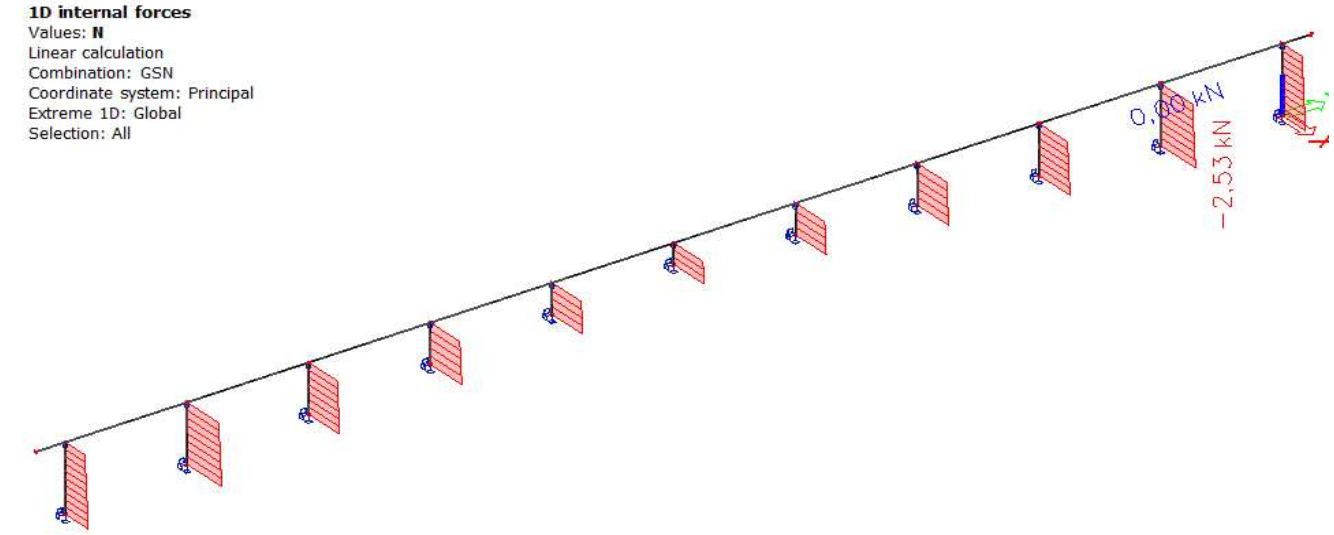
Poprečna sila Vy (kN) od kombinacije opterećenja GSN



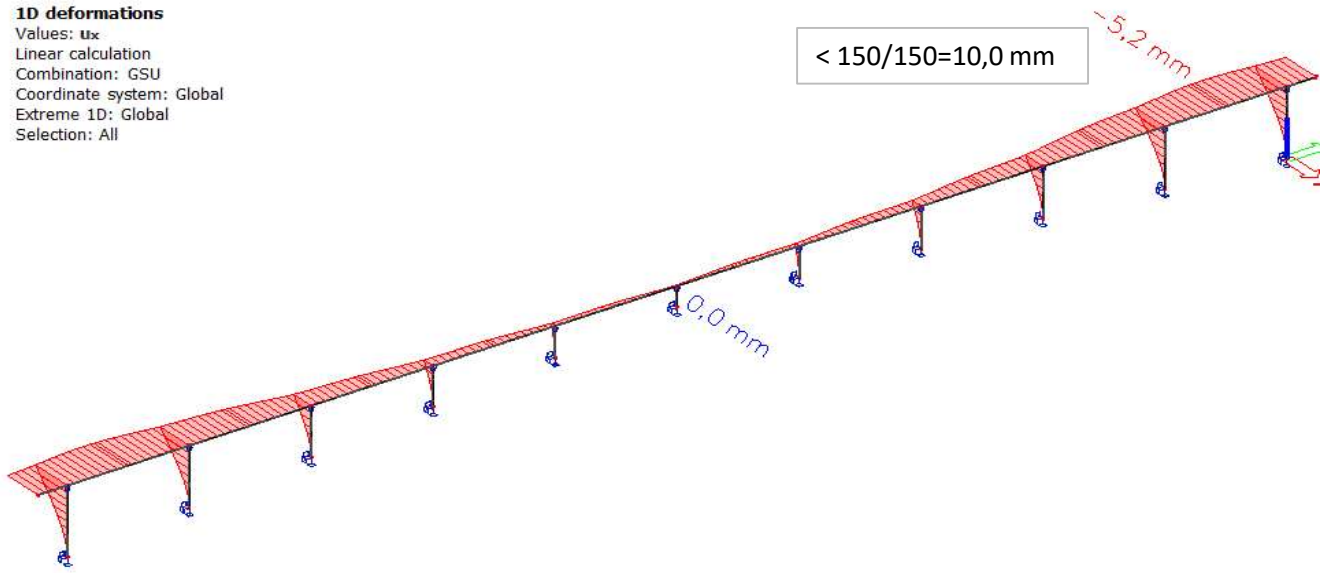
Poprečna sila Vz (kN) od kombinacije opterećenja GSN



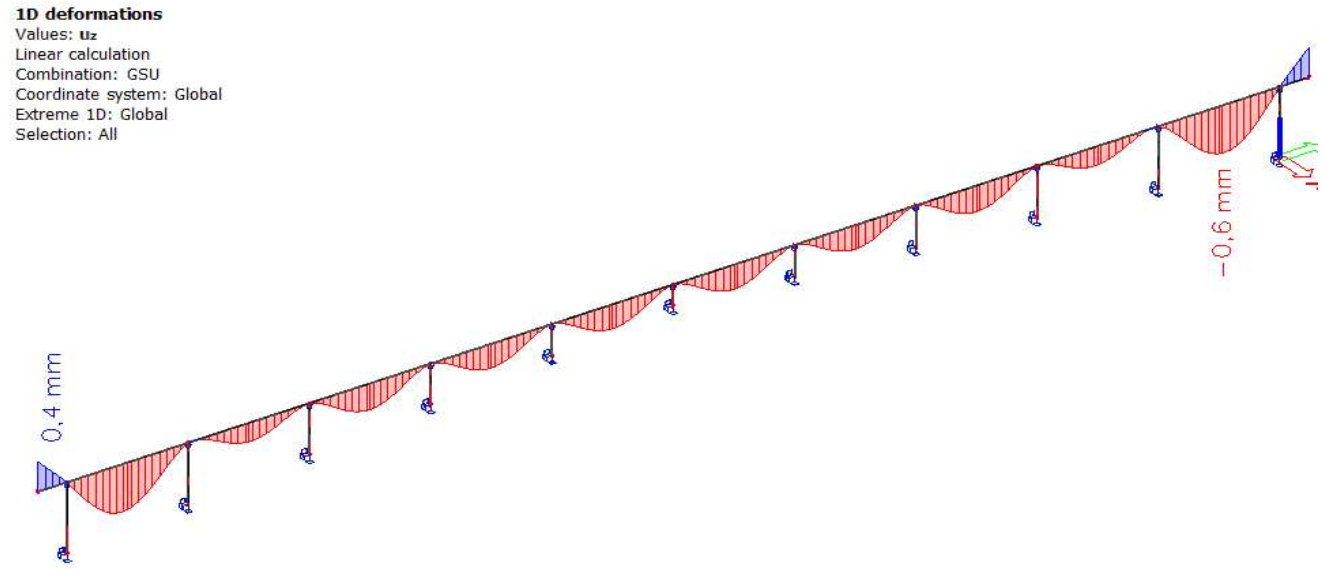
Uzdužna sila N (kN) od kombinacije opterećenja GSN



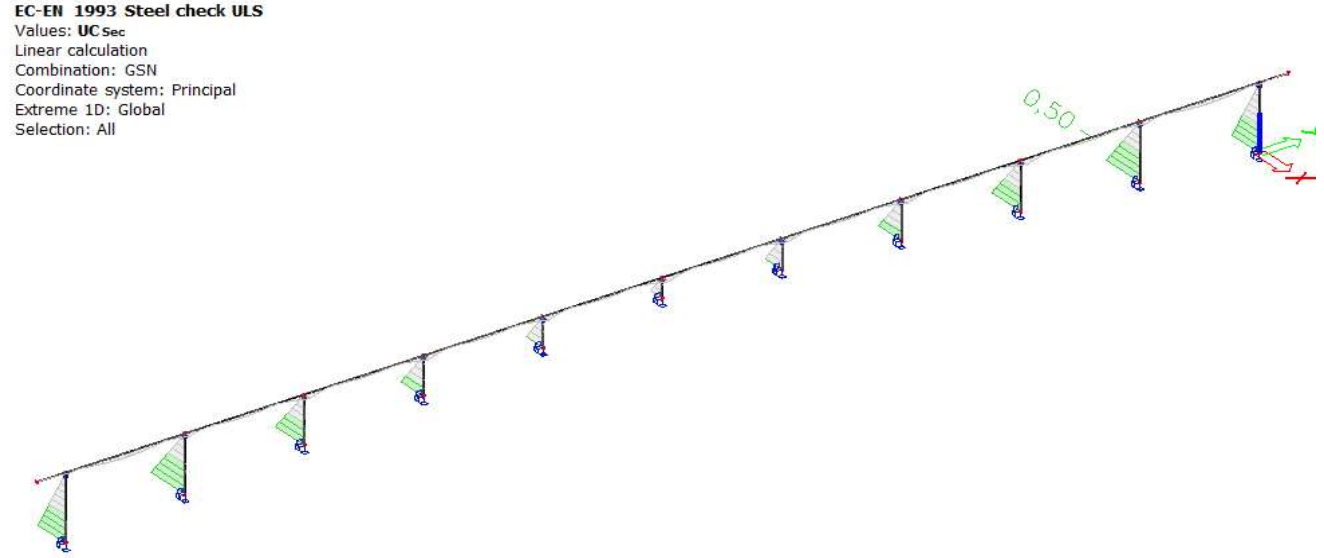
Progibi Ux od kombinacije opterećenja GSU



Progibi Uz od kombinacije opterećenja GSU

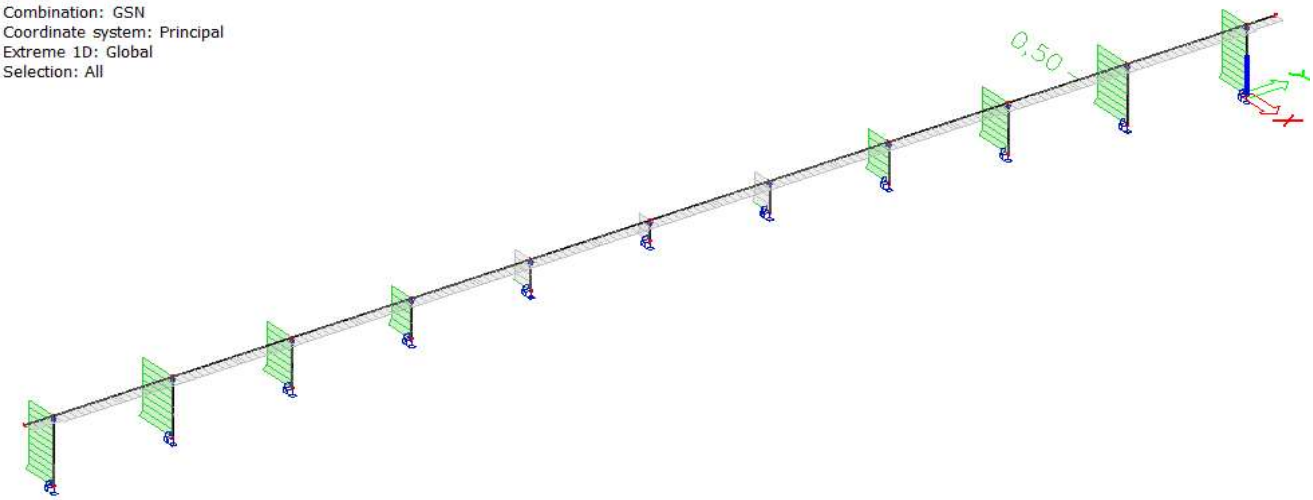


Iskoristivost poprečnog presjeka GSN



Iskoristivost elementa GSN

EC-EN 1993 Steel check ULS
Values: **UC Overall**
Linear calculation
Combination: GSN
Coordinate system: Principal
Extreme 1D: Global
Selection: All



EC-EN 1993 Steel check ULS

Linear calculation
Combination: GSN
Coordinate system: Principal
Extreme 1D: Global
Selection: B10

EN 1993-1-1 Code Check
National annex: Standard EN

Member B10	0,000 / 1,290 m	RHS120/60/5.0	S 235	GSN	0,50 -

Combination key
GSN / 1.35*LC1 + 1.35*LC2 + 1.50*LC3

Partial safety factors	
γ_{M0} for resistance of cross-sections	1,00
γ_{M1} for resistance to instability	1,10
γ_{M2} for resistance of net sections	1,25

Material			
Yield strength	f_y	235,0	MPa
Ultimate strength	f_u	360,0	MPa
Fabrication		Rolled	

...::SECTION CHECK::...

The critical check is on position 0,000 m

Internal forces		Calculated	Unit
Normal force	N_{Ed}	-2,53	kN
Shear force	$V_{y,Ed}$	0,00	kN
Shear force	$V_{z,Ed}$	-5,66	kN
Torsion	T_{Ed}	-0,13	kNm
Bending moment	$M_{y,Ed}$	7,30	kNm
Bending moment	$M_{z,Ed}$	0,00	kNm

Classification for cross-section design
Classification according to EN 1993-1-1 article 5.5.2
Classification of Internal and Outstand parts according to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 1 & 2

Id	Type	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m²]	σ_2 [kN/m²]	ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Class 1 Limit [-]	Class 2 Limit [-]	Class 3 Limit [-]	Class
1	I	45	5	-1,410e+05	-1,410e+05								
3	I	105	5	-1,286e+05	1,316e+05	-0,98		0,51	21,00	70,70	81,62	121,00	1
5	I	45	5	1,440e+05	1,440e+05	1,00		1,00	9,00	28,00	34,00	38,00	1
7	I	105	5	1,316e+05	-1,286e+05	-0,98		0,51	21,00	70,70	81,62	121,00	1

Note: The Classification limits have been set according to Semi-Comp+.
The cross-section is classified as Class 1

Compression check
According to EN 1993-1-1 article 6.2.4 and formula (6.9)

Cross-section area	A	1,6700e-03	m^2
Compression resistance	$N_{c,Rd}$	392,45	kN
Unity check		0,01	-

Bending moment check for M_y
According to EN 1993-1-1 article 6.2.5 and formula (6.12),(6.13)

Plastic section modulus	$W_{pl,y}$	6,2180e-05	m^3
Plastic bending moment	$M_{pl,y,Rd}$	14,61	kNm
Unity check		0,50	-

Shear check for V_z
According to EN 1993-1-1 article 6.2.6 and formula (6.17)

Shear correction factor	η	1,20	
Shear area	A_v	1,1133e-03	m^2
Plastic shear resistance for V_z	$V_{pl,z,Rd}$	151,05	kN
Unity check		0,04	-

Torsion check
According to EN 1993-1-1 article 6.2.7 and formula (6.23)

Index of fibre	Fibre	1	
Total torsional moment	τ_{Ed}	2,0	MPa
Elastic shear resistance	τ_{Rd}	135,7	MPa
Unity check		0,01	-

Note: The unity check for torsion is lower than the limit value of 0,05. Therefore torsion is considered as insignificant and is ignored in the combined checks.

Combined bending, axial force and shear force check
According to EN 1993-1-1 article 6.2.9.1 and formula (6.31)

Design plastic moment resistance reduced due to N_{Ed}	$M_{N,y,Rd}$	14,61	kNm
Unity check		0,50	-

Note: Since the shear forces are less than half the plastic shear resistances their effect on the moment resistances is neglected.

The member satisfies the section check.

...::STABILITY CHECK::...

Classification for member buckling design
Decisive position for stability classification: 0,000 m
Classification according to EN 1993-1-1 article 5.5.2
Classification of Internal and Outstand parts according to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 1 & 2

Id	Type	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m²]	σ_2 [kN/m²]	ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Class 1 Limit [-]	Class 2 Limit [-]	Class 3 Limit [-]	Class
1	I	45	5	-1,410e+05	-1,410e+05								
3	I	105	5	-1,286e+05	1,316e+05	-0,98		0,51	21,00	70,70	81,62	121,00	1
5	I	45	5	1,440e+05	1,440e+05	1,00		1,00	9,00	28,00	34,00	38,00	1
7	I	105	5	1,316e+05	-1,286e+05	-0,98		0,51	21,00	70,70	81,62	121,00	1

Note: The Classification limits have been set according to Semi-Comp+.
The cross-section is classified as Class 1

Flexural Buckling check
According to EN 1993-1-1 article 6.3.1.1 and formula (6.46)

Buckling parameters		yy	zz	
Sway type		sway	sway	
System length	L	1,290	1,290	m
Buckling factor	k	2,00	0,78	
Buckling length	l_{cr}	2,580	1,000	m
Critical Euler load	N_{cr}	931,00	2047,75	kN
Slenderness	λ	60,97	41,11	
Relative slenderness	λ_{rel}	0,65	0,44	
Limit slenderness	$\lambda_{rel,0}$	0,20	0,20	

Note: The slenderness or compression force is such that Flexural Buckling effects may be ignored according to EN 1993-1-1 article 6.3.1.2(4).

Torsional(-Flexural) Buckling check
According to EN 1993-1-1 article 6.3.1.1 and formula (6.46)
Note: The cross-section concerns a RHS section which is not susceptible to Torsional(-Flexural) Buckling.

Lateral Torsional Buckling check
According to EN 1993-1-1 article 6.3.2.1
Note: The cross-section concerns an RHS section with 'h / b < 10 / $\lambda_{rel,z}$'.
This section is thus not susceptible to Lateral Torsional Buckling.

Bending and axial compression check
According to EN 1993-1-1 article 6.3.3 and formula (6.61),(6.62)

Bending and axial compression check parameters			
Interaction method		alternative method 1	
Cross-section area	A	1,6700e-03	m^2
Plastic section modulus	$W_{pl,y}$	6,2180e-05	m^3
Design compression force	N_{Ed}	2,53	kN
Design bending moment (maximum)	$M_{y,Ed}$	7,30	kNm
Design bending moment (maximum)	$M_{z,Ed}$	0,00	kNm
Characteristic compression resistance	N_{Rk}	392,45	kN
Characteristic moment resistance	$M_{y,Rk}$	14,61	kNm
Reduction factor	χ_y	1,00	
Reduction factor	χ_z	1,00	
Reduction factor	χ_{LT}	1,00	
Interaction factor	k_{yy}	0,79	
Interaction factor	k_{zy}	0,49	

Maximum moment $M_{y,Ed}$ is derived from beam B10 position 0,000 m.
Maximum moment $M_{z,Ed}$ is derived from beam B10 position 0,000 m.

Interaction method 1 parameters			
Critical Euler load	$N_{cr,y}$	931,00	kN
Critical Euler load	$N_{cr,z}$	2047,75	kN
Elastic critical load	$N_{cr,T}$	83072,96	kN
Plastic section modulus	$W_{pl,y}$	6,2180e-05	m^3
Elastic section modulus	$W_{el,y}$	4,9900e-05	m^3

Interaction method 1 parameters			
Plastic section modulus	$W_{pl,z}$	3,7991e-05	m^3
Elastic section modulus	$W_{el,z}$	3,2900e-05	m^3
Second moment of area	I_y	2,9900e-06	m^4
Second moment of area	I_z	9,8800e-07	m^4
Torsional constant	I_t	2,4200e-06	m^4
Method for equivalent moment factor $C_{my,0}$		Table A.2 Line 1 (Linear)	
Ratio of end moments	ψ_y	0,00	
Equivalent moment factor	$C_{my,0}$	0,79	
Factor	μ_y	1,00	
Factor	μ_z	1,00	
Factor	ε_y	96,53	
Factor	a_{LT}	0,19	
Critical moment for uniform bending	$M_{cr,0}$	493,46	kNm
Relative slenderness	$\lambda_{rel,0}$	0,17	
Limit relative slenderness	$\lambda_{rel,0,lim}$	0,27	
Equivalent moment factor	C_{my}	0,79	
Equivalent moment factor	C_{mLT}	1,00	
Factor	b_{LT}	0,00	
Factor	d_{LT}	0,00	
Factor	w_y	1,25	
Factor	w_z	1,15	
Factor	n_{pl}	0,01	
Maximum relative slenderness	$\lambda_{rel,max}$	0,65	
Factor	C_{yy}	1,00	
Factor	C_{zy}	1,00	

Unity check (6.61) = 0,01 + 0,43 + 0,00 = 0,44 -
Unity check (6.62) = 0,01 + 0,27 + 0,00 = 0,28 -

The member satisfies the stability check.

Povećati manju stranicu profila ako proizvođač panela uvjetuje zbog ugradnje spajala!
Vertikale atike zavariti na čeličnu pločicu min debljine 10mm koja je "utopljena" u rubni AB nosač.
Ispod pločice je potrebno ugraditi dvije zatvorene vilice od armaturnog čelika Φ12 te taj sklop utopiti u rubni nosač prije betoniranja istog. Šipke zavariti na pločicu zavarima min debljine 5mm a vertikalu na pločicu zavarom debljine 3 mm. Radionički nacrt od izvođača poslati na potvrdu!

4.1.5. PRORAČUN HORIZONTALE POPREČNE FASADE SHS 140/5 mm, S 235 - ANEKS

Opterećenje na horizontalu dolazi od djelovanja vjetra na panel i od vlastite težine panela i instalacija

Sudjelujuća širina (max):	e=(300+380)/2=	**240**	cm
Horizontalno opterećenje vjetrom (područje A mjerodavno):	w=	1,99	kN/m^2
za pripadnu sudjelujuću širinu	w_{lin}=	4,78	kN/m'
Vertikalno opterećenje panelima i dodatnim stalnim:	g=	0,65	kN/m^2
za pripadnu sudjelujuću širinu	g_{lin}=	1,56	kN/m'
Dužina elementa:	L=	416,00	cm

Statički sustav

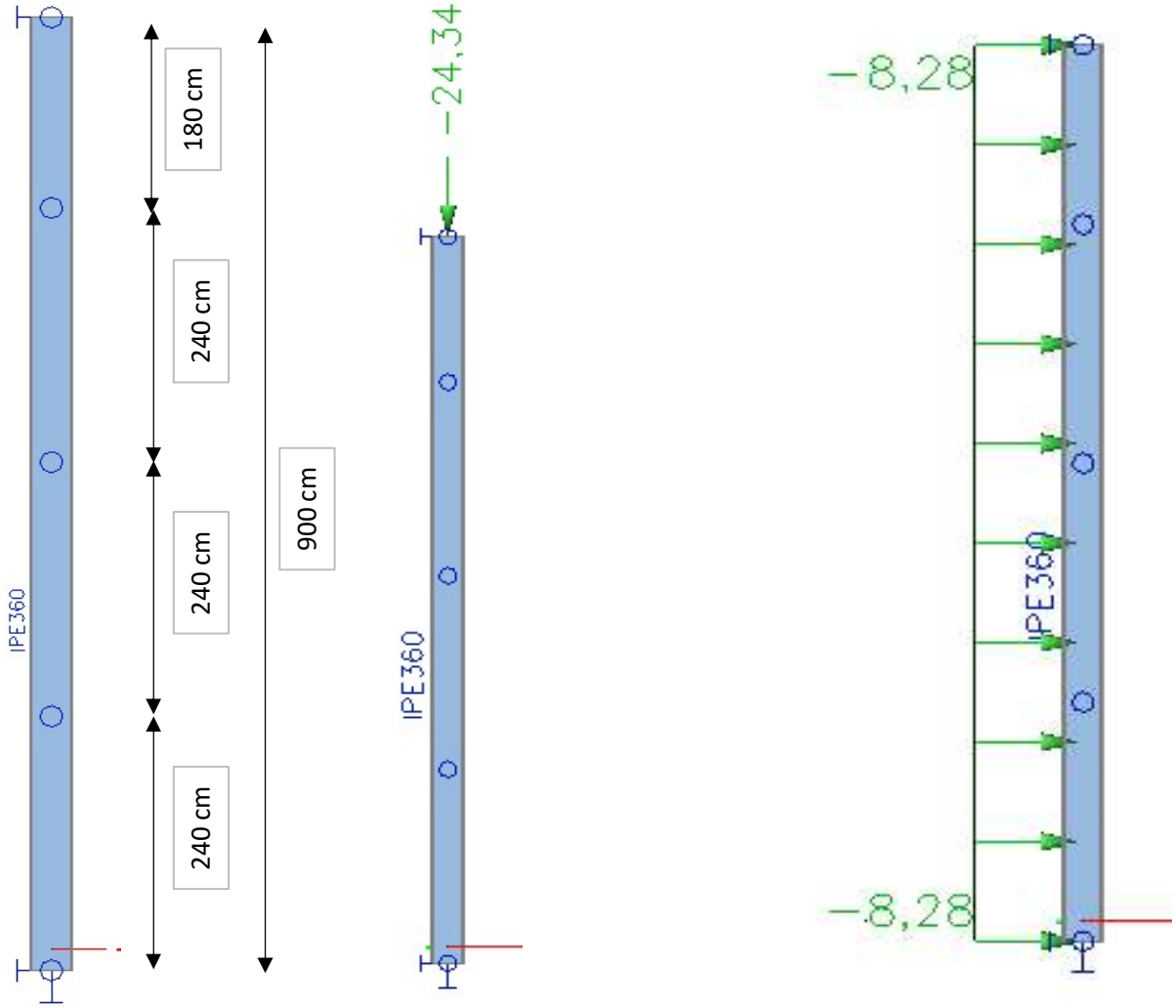
Budući su rasponi jednaki kao na već proračunatoj poprečnoj fasadi, a sudjelujuća širina manja, time I sama opterećenja, usvaja se da profil SHS 140/5 mm zadovoljava I na fasadi prema aneksu.

4.1.6. PRORAČUN VERTIKALE POPREČNE FASADE IPE 360, S 235 - PREMA ANEKSU

Opterećenje na horizontalu dolazi od djelovanja vjetra na panel i od vlastite težine panela i instalacija

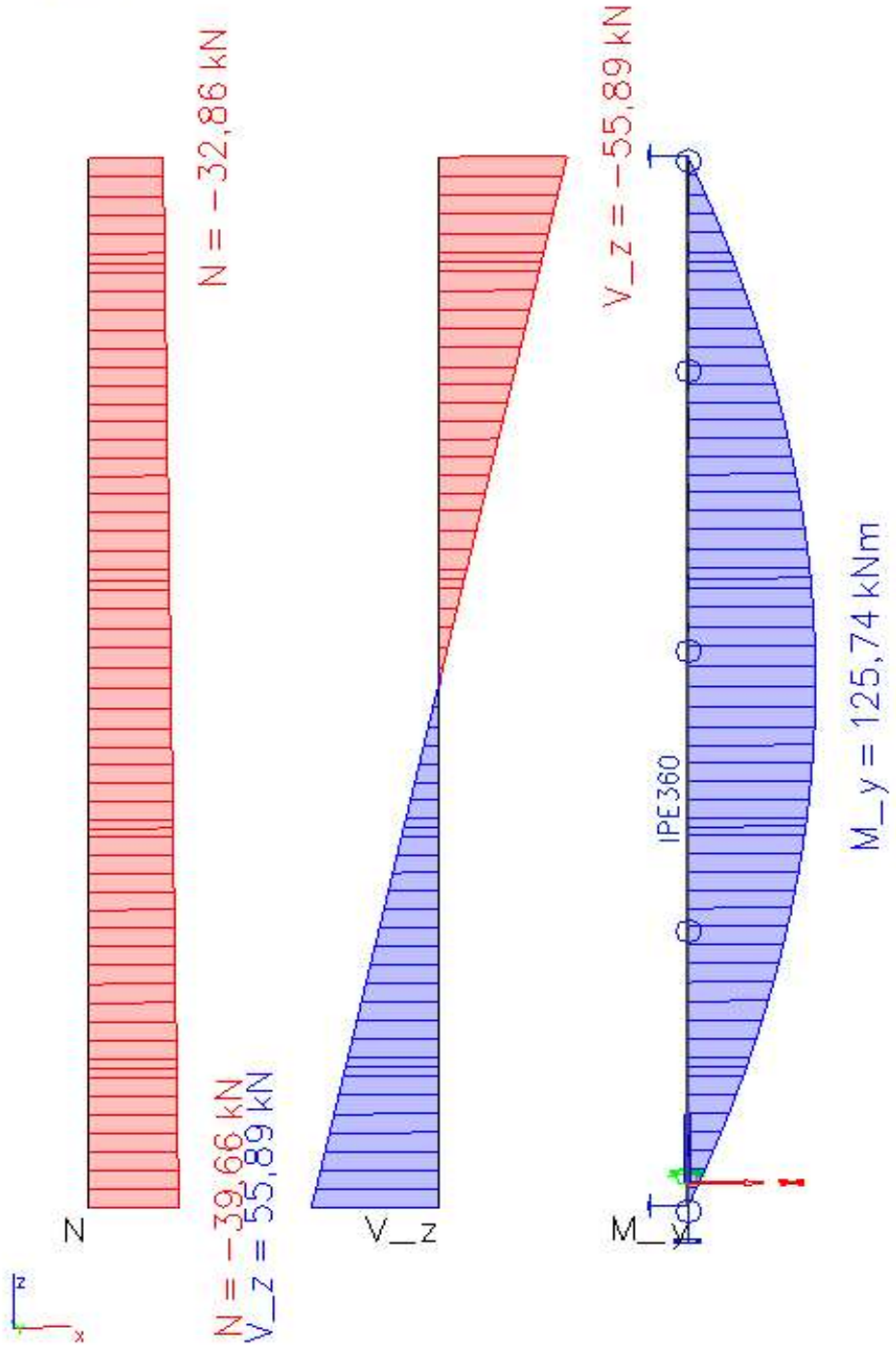
Sudjelujuća širina (max):	e=	**416**	cm
Horizontalno opterećenje vjetrom (područje A mjerodavno):	w=	1,99	kN/m^2
za pripadnu sudjelujuću širinu	w_{lin}=	8,28	kN/m'
Vertikalno opterećenje panelima i dodatnim stalnim:	g=	0,65	kN/m^2
za pripadnu sudjelujuću širinu	g_{lin}=	2,70	kN/m'
Vertikalno opterećenje zadano kao koncentrirana sila na vrhu stupa u iznosu:	G=	24,34	kN
Dužina elementa:	L=	900	cm

Statički sustav | opterećenje dodatnim stalnim (kN/m') | opterećenje vjetrom (kN/m')



REZULTATI PRORAČUNA

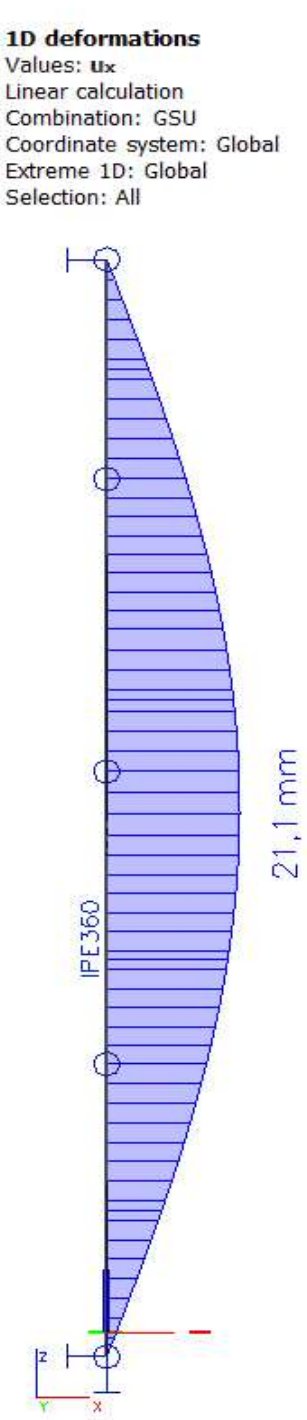
1D internal forces
Values: **M_y, V_z, N**
Linear calculation
Combination: GSN
Coordinate system: Principal
Extreme 1D: Member
Selection: All

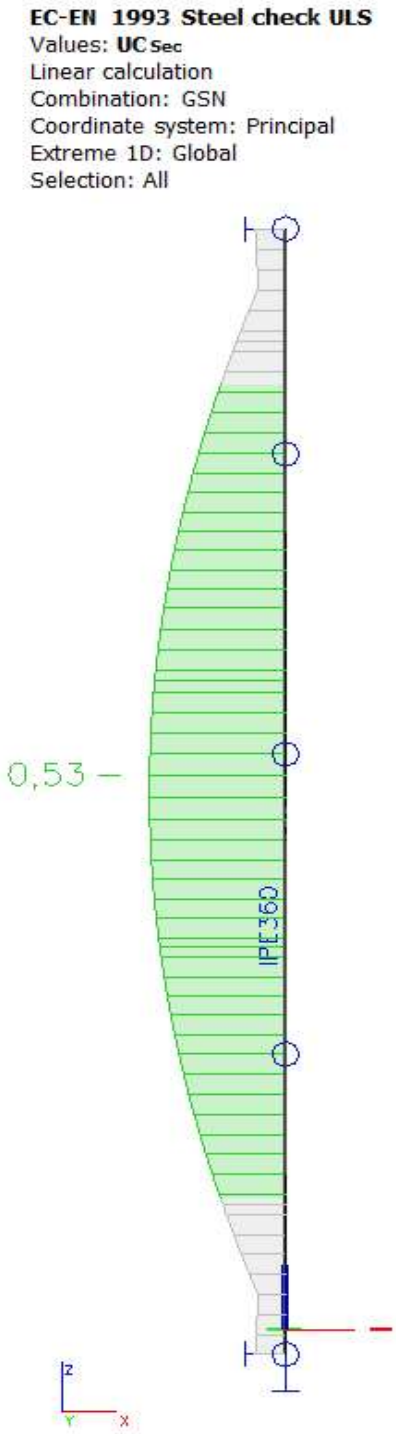


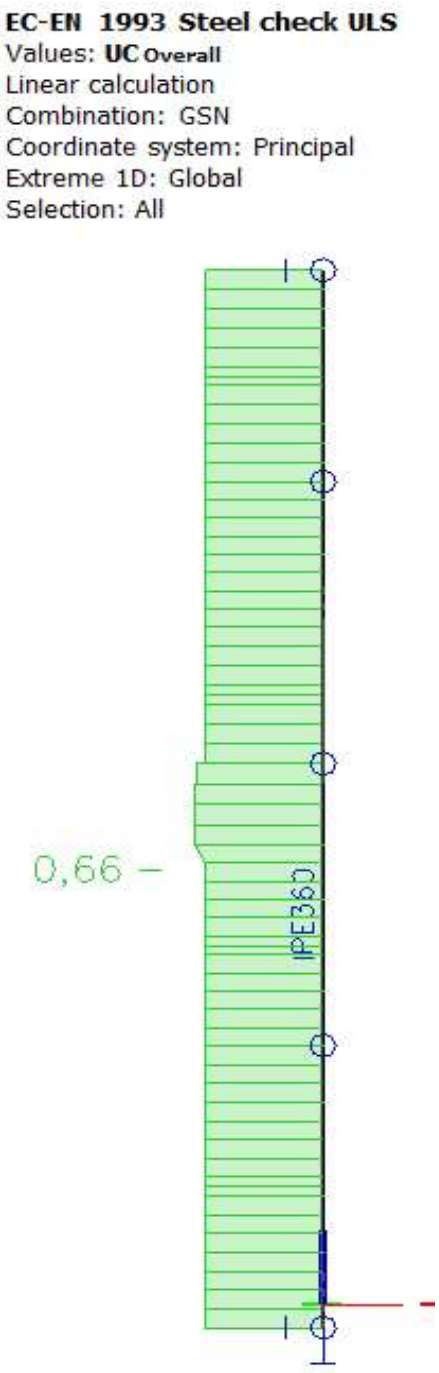
Progibi Ux od kombinacije opterećenja GSU (kNm)

Iskoristivost poprečnog presjeka GSN

Iskoristivost elementa GSN







PROFIL ZADOVOLJAVA!

Zbog horizontalne popustljivosti nosača u krovnoj ravnini, potrebno je izvesti upetu vezu čeličnih vertikala sa rubnom AB gredom! Vezu izvesti čeličnom pločicom min. debljine 30 mm I spojnim sredstvima (navojne šipke, zavarene vilice I sl.)!

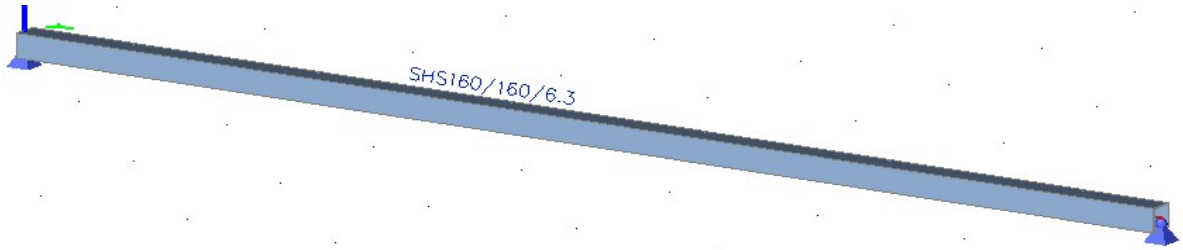
4.1.7. PRORAČUN HORIZONTALE POPREČNE FASADE SHS 160/6,3 mm, S 235 - ANEKS

Opterećenje na horizontalu dolazi od djelovanja vjetra na panel i od vlastite težine panela i instalacija

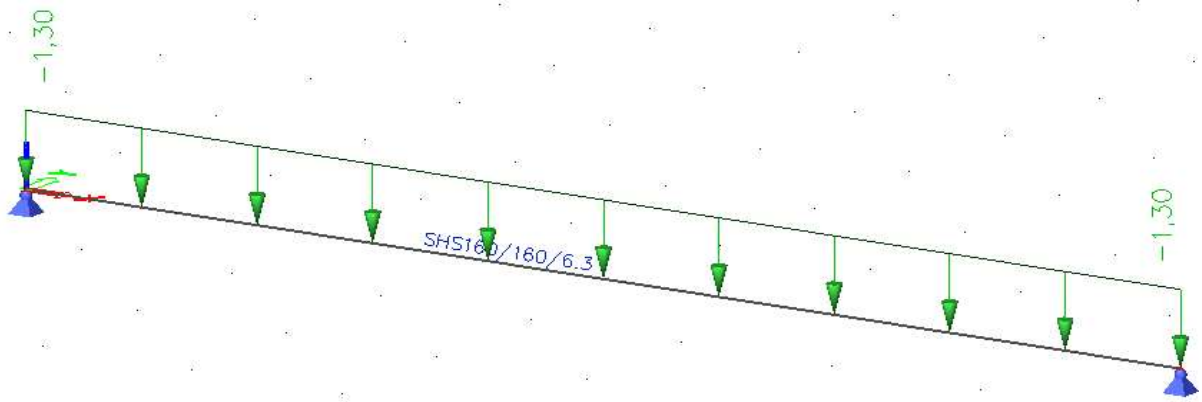
Sudjelujuća širina (max):	e=(300+380)/2=	**200**	cm
Vertikalno opterećenje panelima i dodatnim stalnim:	g=	0,65	kN/m^2
za pripadnu sudjelujuću širinu	g_{lin}=	1,30	kN/m'
Horizontalno opterećenje vjetrom (područje A mjerodavno):	w=	1,99	kN/m^2
za pripadnu sudjelujuću širinu	w_{lin}=	1,99	kN/m'
Dužina elementa:	L=	770	cm

Horizontala se nalazi na poziciji gdje panel dolazi samo na gornji dio krova (atika+ dio fasade), u visini 200 cm. Rubni krovni nosači I horizontale atike primaju horizontalno opterećenje vjetrom, dok ova pozicija horizontale nije direktno opterećena vjetrom. Ovdje provedeni proračun je na strani sigurnosti, cijela vlastita težina panela se prenosi na horizontalu (bez sudjelovanja horizontale atike i rubnog AB nosača), a vjetar se nanosi sa pola površine panela.

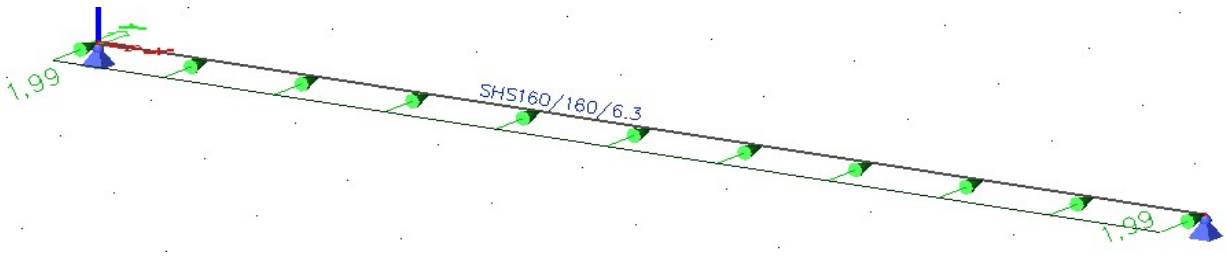
Statički sustav



opterećenje dodatnim stalnim (kN/m') (vlastita težina elementa uzeta automatski u programu)



opterećenje vjetrom (kN/m')

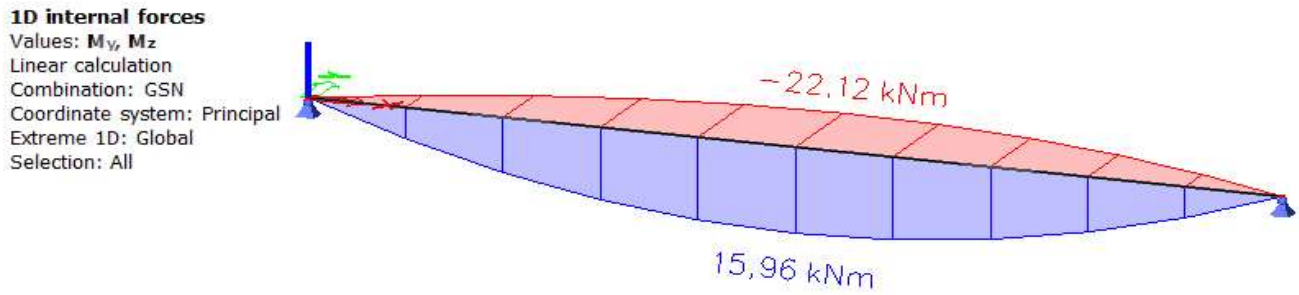


KOMBINACIJE OPTEREĆENJA:

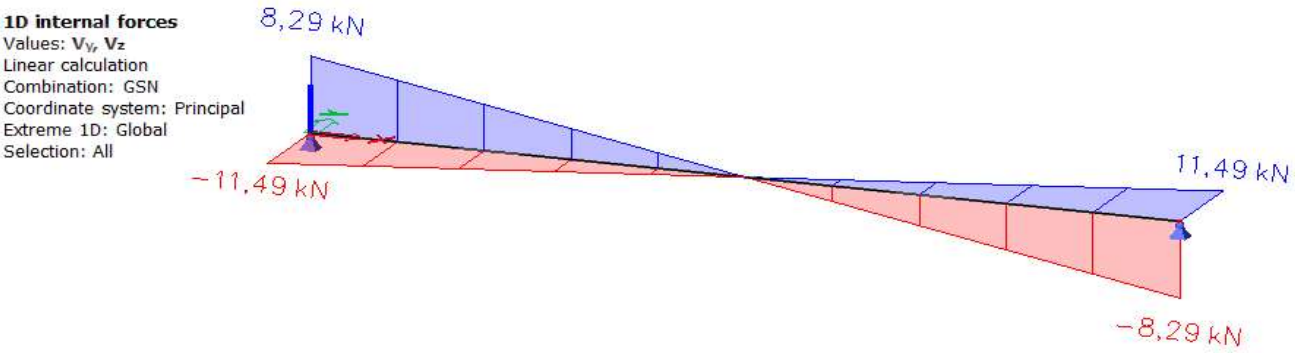
GSU	1,0*SO1+1,0*SO2+1,0*SO3
GSN	1,35*SO1+1,35*SO2+1,5*SO3

REZULTATI PRORAČUNA

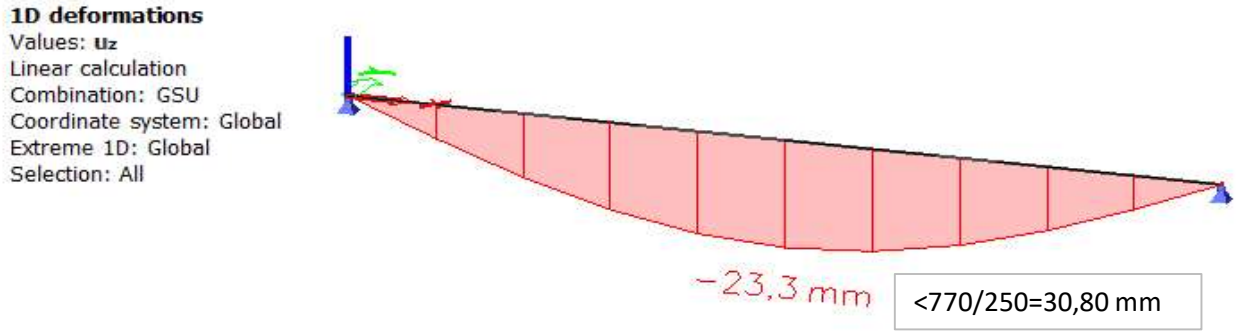
Momenti savijanja od kombinacije opterećenja GSN (kNm)



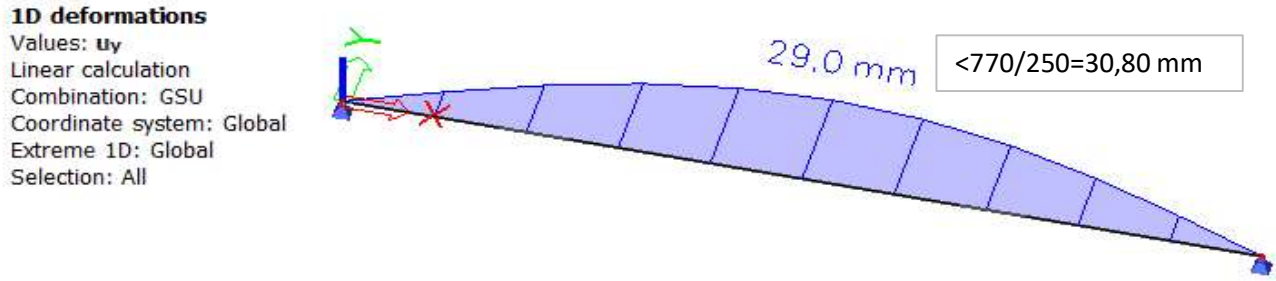
Poprečna sila od kombinacije opterećenja GSN (kNm)



Progibi Uz od kombinacije opterećenja GSU (kNm)



Progibi Uy od kombinacije opterećenja GSU (kNm)



EC-EN 1993 Steel check ULS

Linear calculation
Combination: GSN
Coordinate system: Principal
Extreme 1D: Global
Selection: All

EN 1993-1-1 Code Check
National annex: Standard EN

Member B1	3,850 / 7,700 m	SHS160/160/6.3	S 235	GSN	0,67 -

Combination key
GSN / 1.35*SO1 + 1.35*SO2 + 1.50*SO3

Partial safety factors	
γ_{M0} for resistance of cross-sections	1,00
γ_{M1} for resistance to instability	1,10
γ_{M2} for resistance of net sections	1,25

Material			
Yield strength	f_y	235,0	MPa
Ultimate strength	f_u	360,0	MPa
Fabrication		Rolled	

...::SECTION CHECK::...

The critical check is on position 3,850 m

Internal forces		Calculated	Unit
Normal force	N_{Ed}	0,00	kN
Shear force	$V_{y,Ed}$	0,00	kN
Shear force	$V_{z,Ed}$	0,00	kN
Torsion	T_{Ed}	0,00	kNm
Bending moment	$M_{y,Ed}$	15,96	kNm
Bending moment	$M_{z,Ed}$	-22,12	kNm

Classification for cross-section design
Classification according to EN 1993-1-1 article 5.5.2
Classification of Internal and Outstand parts according to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 1 & 2

Id	Type	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m²]	σ_2 [kN/m²]	ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Class 1 Limit [-]	Class 2 Limit [-]	Class 3 Limit [-]	Class
1	I	141	6	2,231e+04	-1,860e+05	-8,33		0,11	22,40	336,05	387,39	1670,83	1
3	I	141	6	-1,886e+05	-3,832e+04								
5	I	141	6	-2,231e+04	1,860e+05	-0,12		0,89	22,40	32,22	38,92	62,16	1
7	I	141	6	1,886e+05	3,832e+04	0,20		1,00	22,40	28,00	34,00	52,52	1

Note: The Classification limits have been set according to Semi-Comp+.
The cross-section is classified as Class 1

Bending moment check for M_y
According to EN 1993-1-1 article 6.2.5 and formula (6.12),(6.13)

Plastic section modulus	$W_{pl,y}$	2,2000e-04	m^3
Plastic bending moment	$M_{pl,y,Rd}$	51,70	kNm
Unity check		0,31	-

Bending moment check for M_z
According to EN 1993-1-1 article 6.2.5 and formula (6.12),(6.13)

Plastic section modulus	$W_{pl,z}$	2,2000e-04	m^3
Plastic bending moment	$M_{pl,z,Rd}$	51,70	kNm
Unity check		0,43	-

Combined bending, axial force and shear force check
According to EN 1993-1-1 article 6.2.9.1 and formula (6.41)

Plastic bending moment	$M_{pl,y,Rd}$	51,70	kNm
Exponent of bending ratio y	α	1,66	
Plastic bending moment	$M_{pl,z,Rd}$	51,70	kNm
Exponent of bending ratio z	β	1,66	

Unity check (6.41) = 0,14 + 0,24 = 0,39 -

The member satisfies the section check.

...::STABILITY CHECK::...

Classification for member buckling design
Decisive position for stability classification: 3,850 m
Classification according to EN 1993-1-1 article 5.5.2
Classification of Internal and Outstand parts according to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 1 & 2

Id	Type	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m²]	σ_2 [kN/m²]	ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Class 1 Limit [-]	Class 2 Limit [-]	Class 3 Limit [-]	Class
1	I	141	6	2,231e+04	-1,860e+05	-8,33		0,11	22,40	336,05	387,39	1670,83	1
3	I	141	6	-1,886e+05	-3,832e+04								
5	I	141	6	-2,231e+04	1,860e+05	-0,12		0,89	22,40	32,22	38,92	62,16	1
7	I	141	6	1,886e+05	3,832e+04	0,20		1,00	22,40	28,00	34,00	52,52	1

Note: The Classification limits have been set according to Semi-Comp+.
The cross-section is classified as Class 1

Lateral Torsional Buckling check
According to EN 1993-1-1 article 6.3.2.1
Note: The cross-section concerns an RHS section with 'h / b < 10 / $\lambda_{rel,z}$'.
This section is thus not susceptible to Lateral Torsional Buckling.

Bending and axial compression check
According to EN 1993-1-1 article 6.3.3 and formula (6.61),(6.62)

Bending and axial compression check parameters			
Interaction method		alternative method 1	
Cross-section area	A	3,8300e-03	m^2
Plastic section modulus	$W_{pl,y}$	2,2000e-04	m^3
Plastic section modulus	$W_{pl,z}$	2,2000e-04	m^3
Design compression force	N_{Ed}	0,00	kN
Design bending moment (maximum)	$M_{y,Ed}$	15,96	kNm
Design bending moment (maximum)	$M_{z,Ed}$	-22,12	kNm
Characteristic compression resistance	N_{Rk}	900,05	kN
Characteristic moment resistance	$M_{y,Rk}$	51,70	kNm
Characteristic moment resistance	$M_{z,Rk}$	51,70	kNm
Reduction factor	χ_y	1,00	
Reduction factor	χ_z	1,00	
Reduction factor	χ_{LT}	1,00	
Interaction factor	k_{yy}	1,00	
Interaction factor	k_{yz}	0,60	
Interaction factor	k_{zy}	0,60	
Interaction factor	k_{zz}	1,00	

Maximum moment $M_{y,Ed}$ is derived from beam B1 position 3,850 m.
Maximum moment $M_{z,Ed}$ is derived from beam B1 position 3,850 m.

Interaction method 1 parameters			
Critical Euler load	$N_{cr,y}$	524,01	kN
Critical Euler load	$N_{cr,z}$	524,04	kN
Elastic critical load	$N_{cr,T}$	240974,52	kN
Plastic section modulus	$W_{pl,y}$	2,2000e-04	m^3
Elastic section modulus	$W_{el,y}$	1,8700e-04	m^3
Plastic section modulus	$W_{pl,z}$	2,2000e-04	m^3
Elastic section modulus	$W_{el,z}$	1,8700e-04	m^3
Second moment of area	I_y	1,4990e-05	m^4
Second moment of area	I_z	1,4990e-05	m^4
Torsional constant	I_t	2,3330e-05	m^4
Method for equivalent moment factor $C_{my,0}$		Table A.2 Line 4 (Line load)	
Equivalent moment factor	$C_{my,0}$	1,00	
Method for equivalent moment factor $C_{mz,0}$		Table A.2 Line 4 (Line load)	
Equivalent moment factor	$C_{mz,0}$	1,00	
Factor	μ_y	1,00	
Factor	μ_z	1,00	
Factor	a_{LT}	0,00	
Critical moment for uniform bending	$M_{cr,0}$	994,20	kNm
Relative slenderness	$\lambda_{rel,0}$	0,23	
Limit relative slenderness	$\lambda_{rel,0,lim}$	0,21	
Equivalent moment factor	C_{my}	1,00	
Equivalent moment factor	C_{mz}	1,00	
Equivalent moment factor	C_{mLT}	1,00	
Factor	b_{LT}	0,00	
Factor	c_{LT}	0,00	
Factor	d_{LT}	0,00	
Factor	e_{LT}	0,00	
Factor	w_y	1,18	
Factor	w_z	1,18	
Factor	n_{pl}	0,00	
Maximum relative slenderness	$\lambda_{rel,max}$	1,31	
Factor	C_{yy}	1,00	
Factor	C_{yz}	1,00	

Interaction method 1 parameters			
Factor	C_{zy}	1,00	
Factor	C_{zz}	1,00	

Unity check (6.61) = 0,00 + 0,34 + 0,28 = 0,62 -
Unity check (6.62) = 0,00 + 0,20 + 0,47 = 0,67 -

The member satisfies the stability check.

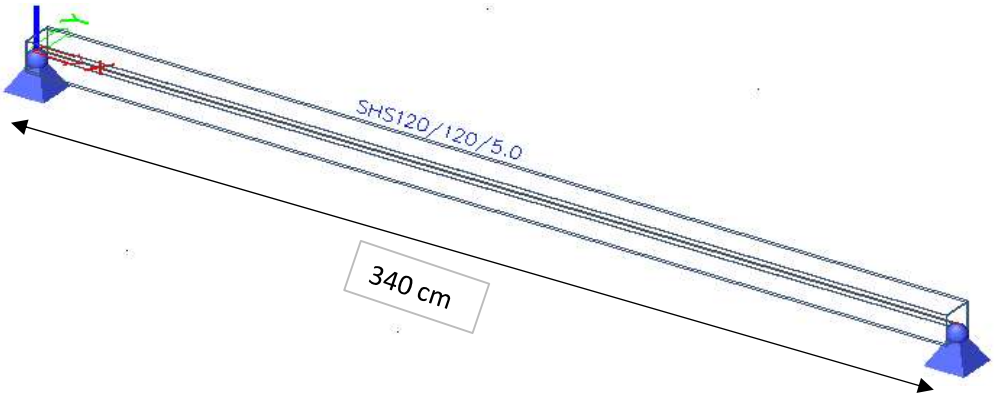
4.2. PRORAČUN UZDUŽNE FASADE

4.2.1. PRORAČUN HORIZONTALE UZDUŽNE FASADE SHS 120/5 mm, S 235

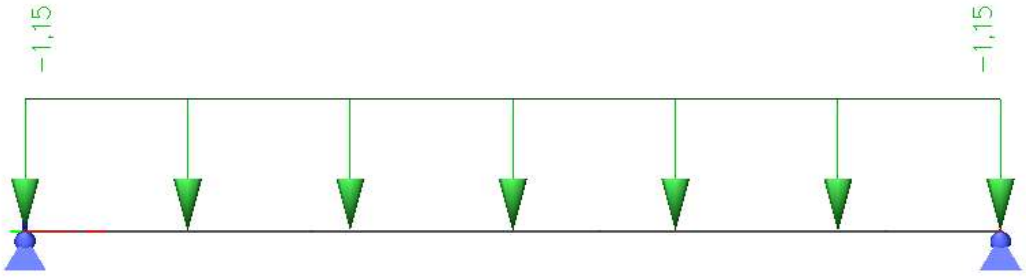
Opterećenje na horizontalu dolazi od djelovanja vjetra na panel i od vlastite težine panela i instalacija

Sudjelujuća širina (max):	e=(300+160)/2=	**230**	cm
Horizontalno opterećenje vjetrom (područje A mjerodavno):	w=	1,99	kN/m^2
za pripadnu sudjelujuću širinu	w_{lin}=	4,58	kN/m'
Vertikalno opterećenje panelima i dodatnim stalnim:	g=	0,50	kN/m^2
za pripadnu sudjelujuću širinu	g_{lin}=	1,15	kN/m'
Dužina elementa:	L=	340,00	cm

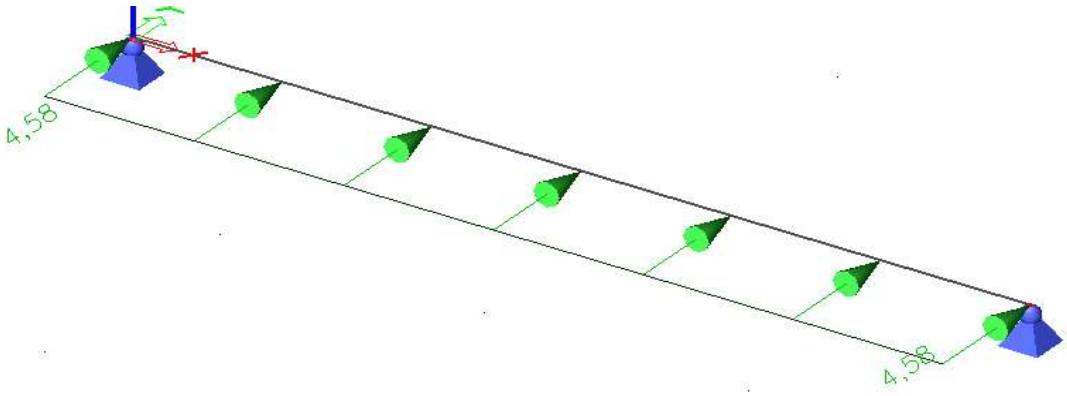
Statički sustav



opterećenje dodatnim stalnim (kN/m') (vlastita težina elementa uzeta automatski u programu)



opterećenje vjetrom (kN/m')



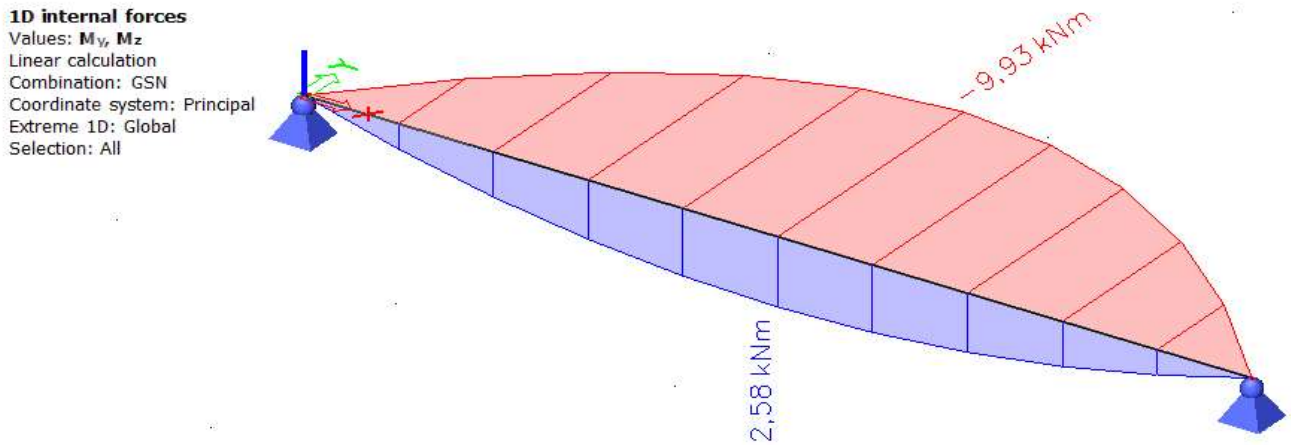
KOMBINACIJE OPTEREĆENJA:

GSU 1,0*SO1+1,0*SO2+1,0*SO3

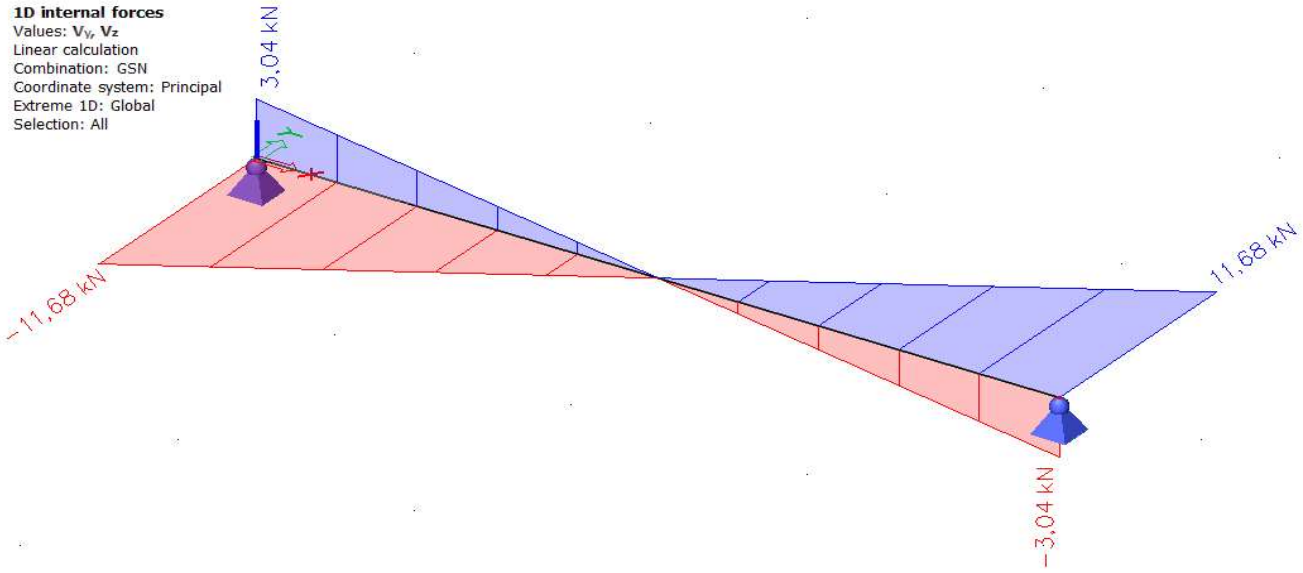
GSN 1,35*SO1+1,35*SO2+1,5*SO3

REZULTATI PRORAČUNA

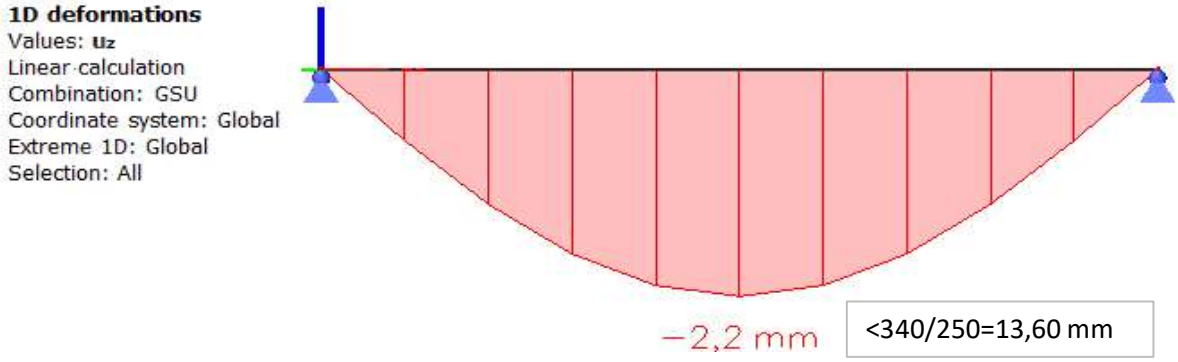
Momenti savijanja od kombinacije opterećenja GSN (kNm)



Poprečna sila od kombinacije opterećenja GSN (kNm)



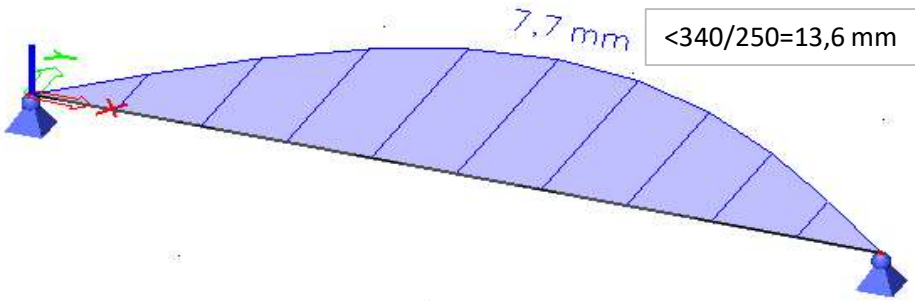
Progibi Uz od kombinacije opterećenja GSU (kNm)



<340/250=13,60 mm

Progibi Uy od kombinacije opterećenja GSU (kNm)

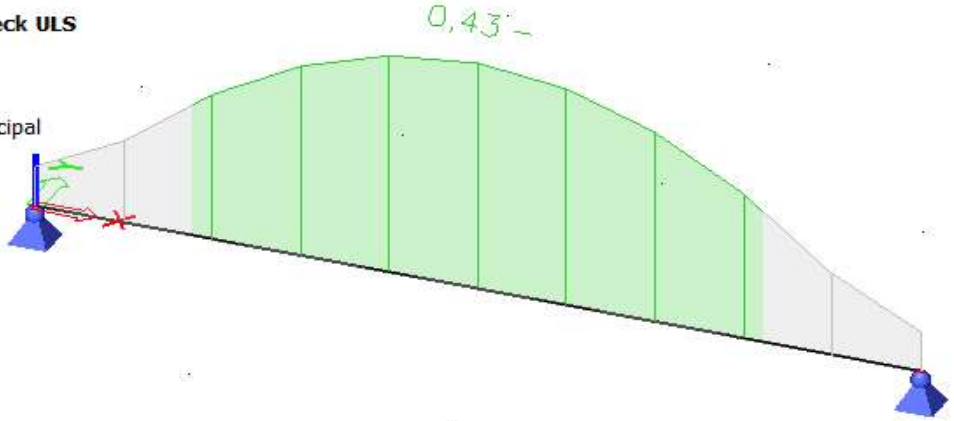
1D deformations
Values: **Uy**
Linear calculation
Combination: GSU
Coordinate system: Global
Extreme 1D: Global
Selection: All



<340/250=13,6 mm

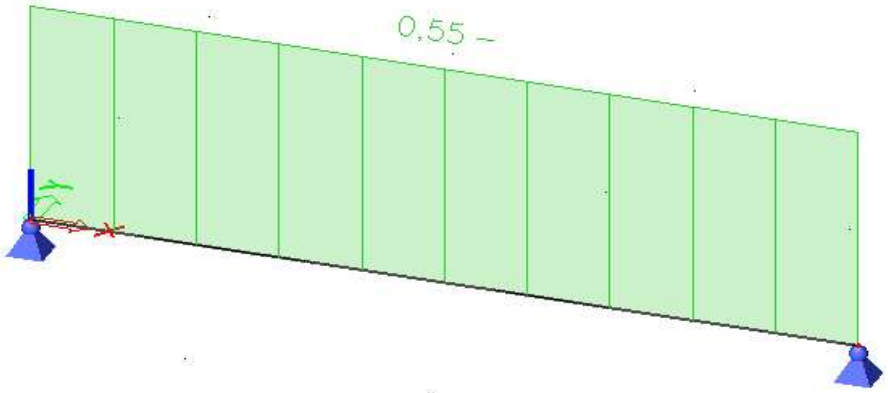
Iskoristivost poprečnog presjeka od kombinacije opterećenja GSN

EC-EN 1993 Steel check ULS
Values: **UC Sec**
Linear calculation
Combination: GSN
Coordinate system: Principal
Extreme 1D: Global
Selection: All



Iskoristivost elementa od kombinacije opterećenja GSN

EC-EN 1993 Steel check ULS
Values: **UC Overall**
Linear calculation
Combination: GSN
Coordinate system: Principal
Extreme 1D: Global
Selection: All



EC-EN 1993 Steel check ULS

Linear calculation
Combination: GSN
Coordinate system: Principal
Extreme 1D: Global
Selection: All

EN 1993-1-1 Code Check
National annex: Standard EN

Member B1	1,700 / 3,400 m	SHS120/120/5.0	S 235	GSN	0,55 -

Combination key
GSN / 1.35*SO1 + 1.35*SO2 + 1.50*SO3

Partial safety factors	
γ_{M0} for resistance of cross-sections	1,00
γ_{M1} for resistance to instability	1,10
γ_{M2} for resistance of net sections	1,25

Material			
Yield strength	f_y	235,0	MPa
Ultimate strength	f_u	360,0	MPa
Fabrication		Rolled	

...::SECTION CHECK::...

The critical check is on position 1,700 m

Internal forces		Calculated	Unit
Normal force	N_{Ed}	0,00	kN
Shear force	$V_{y,Ed}$	0,00	kN
Shear force	$V_{z,Ed}$	0,00	kN
Torsion	T_{Ed}	0,00	kNm
Bending moment	$M_{y,Ed}$	2,58	kNm
Bending moment	$M_{z,Ed}$	-9,93	kNm

Classification for cross-section design
Classification according to EN 1993-1-1 article 5.5.2
Classification of Internal and Outstand parts according to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 1 & 2

Id	Type	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m²]	σ_2 [kN/m²]	ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Class 1 Limit [-]	Class 2 Limit [-]	Class 3 Limit [-]	Class
1	I	105	5	7,486e+04	-1,346e+05	-1,80		0,36	21,00	100,72	116,10	232,57	1
3	I	105	5	-1,420e+05	-8,743e+04								
5	I	105	5	-7,486e+04	1,346e+05	-0,56		0,64	21,00	49,72	58,82	82,61	1
7	I	105	5	1,420e+05	8,743e+04	0,62		1,00	21,00	28,00	34,00	43,84	1

Note: The Classification limits have been set according to Semi-Comp+.
The cross-section is classified as Class 1

Bending moment check for M_y
According to EN 1993-1-1 article 6.2.5 and formula (6.12),(6.13)

Plastic section modulus	$W_{pl,y}$	9,7600e-05	m^3
Plastic bending moment	$M_{pl,y,Rd}$	22,94	kNm
Unity check		0,11	-

Bending moment check for M_z
According to EN 1993-1-1 article 6.2.5 and formula (6.12),(6.13)

Plastic section modulus	$W_{pl,z}$	9,7600e-05	m^3
Plastic bending moment	$M_{pl,z,Rd}$	22,94	kNm
Unity check		0,43	-

Combined bending, axial force and shear force check
According to EN 1993-1-1 article 6.2.9.1 and formula (6.41)

Plastic bending moment	$M_{pl,y,Rd}$	22,94	kNm
Exponent of bending ratio y	α	1,66	
Plastic bending moment	$M_{pl,z,Rd}$	22,94	kNm
Exponent of bending ratio z	β	1,66	

Unity check (6.41) = 0,03 + 0,25 = 0,28 -

The member satisfies the section check.

...::STABILITY CHECK::...

Classification for member buckling design
Decisive position for stability classification: 1,700 m
Classification according to EN 1993-1-1 article 5.5.2
Classification of Internal and Outstand parts according to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 1 & 2

Id	Type	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m²]	σ_2 [kN/m²]	ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Class 1 Limit [-]	Class 2 Limit [-]	Class 3 Limit [-]	Class
1	I	105	5	7,486e+04	-1,346e+05	-1,80		0,36	21,00	100,72	116,10	232,57	1
3	I	105	5	-1,420e+05	-8,743e+04								
5	I	105	5	-7,486e+04	1,346e+05	-0,56		0,64	21,00	49,72	58,82	82,61	1
7	I	105	5	1,420e+05	8,743e+04	0,62		1,00	21,00	28,00	34,00	43,84	1

Note: The Classification limits have been set according to Semi-Comp+.
The cross-section is classified as Class 1

Lateral Torsional Buckling check
According to EN 1993-1-1 article 6.3.2.1
Note: The cross-section concerns an RHS section with 'h / b < 10 / $\lambda_{rel,z}$'.
This section is thus not susceptible to Lateral Torsional Buckling.

Bending and axial compression check
According to EN 1993-1-1 article 6.3.3 and formula (6.61),(6.62)

Bending and axial compression check parameters			
Interaction method		alternative method 1	
Cross-section area	A	2,2700e-03	m^2
Plastic section modulus	$W_{pl,y}$	9,7600e-05	m^3
Plastic section modulus	$W_{pl,z}$	9,7600e-05	m^3
Design compression force	N_{Ed}	0,00	kN
Design bending moment (maximum)	$M_{y,Ed}$	2,58	kNm
Design bending moment (maximum)	$M_{z,Ed}$	-9,93	kNm
Characteristic compression resistance	N_{Rk}	533,45	kN
Characteristic moment resistance	$M_{y,Rk}$	22,94	kNm
Characteristic moment resistance	$M_{z,Rk}$	22,94	kNm
Reduction factor	χ_y	1,00	
Reduction factor	χ_z	1,00	
Reduction factor	χ_{LT}	1,00	
Interaction factor	k_{yy}	1,00	
Interaction factor	k_{yz}	0,60	
Interaction factor	k_{zy}	0,60	
Interaction factor	k_{zz}	1,00	

Maximum moment $M_{y,Ed}$ is derived from beam B1 position 1,700 m.
Maximum moment $M_{z,Ed}$ is derived from beam B1 position 1,700 m.

Interaction method 1 parameters			
Critical Euler load	$N_{cr,y}$	892,87	kN
Critical Euler load	$N_{cr,z}$	892,92	kN
Elastic critical load	$N_{cr,T}$	143455,76	kN
Plastic section modulus	$W_{pl,y}$	9,7600e-05	m^3
Elastic section modulus	$W_{el,y}$	8,3000e-05	m^3
Plastic section modulus	$W_{pl,z}$	9,7600e-05	m^3
Elastic section modulus	$W_{el,z}$	8,3000e-05	m^3
Second moment of area	I_y	4,9800e-06	m^4
Second moment of area	I_z	4,9800e-06	m^4
Torsional constant	I_t	7,7700e-06	m^4
Method for equivalent moment factor $C_{my,0}$		Table A.2 Line 4 (Line load)	
Equivalent moment factor	$C_{my,0}$	1,00	
Method for equivalent moment factor $C_{mz,0}$		Table A.2 Line 4 (Line load)	
Equivalent moment factor	$C_{mz,0}$	1,00	
Factor	μ_y	1,00	
Factor	μ_z	1,00	
Factor	a_{LT}	0,00	
Critical moment for uniform bending	$M_{cr,0}$	749,67	kNm
Relative slenderness	$\lambda_{rel,0}$	0,17	
Limit relative slenderness	$\lambda_{rel,0,lim}$	0,21	
Equivalent moment factor	C_{my}	1,00	
Equivalent moment factor	C_{mz}	1,00	
Equivalent moment factor	C_{mLT}	1,00	
Factor	b_{LT}	0,00	
Factor	c_{LT}	0,00	
Factor	d_{LT}	0,00	
Factor	e_{LT}	0,00	
Factor	w_y	1,18	
Factor	w_z	1,18	
Factor	n_{pl}	0,00	
Maximum relative slenderness	$\lambda_{rel,max}$	0,77	
Factor	C_{yy}	1,00	
Factor	C_{yz}	1,00	

Interaction method 1 parameters			
Factor	C_{zy}	1,00	
Factor	C_{zz}	1,00	

Unity check (6.61) = 0,00 + 0,12 + 0,29 = 0,41 -
Unity check (6.62) = 0,00 + 0,07 + 0,48 = 0,55 -

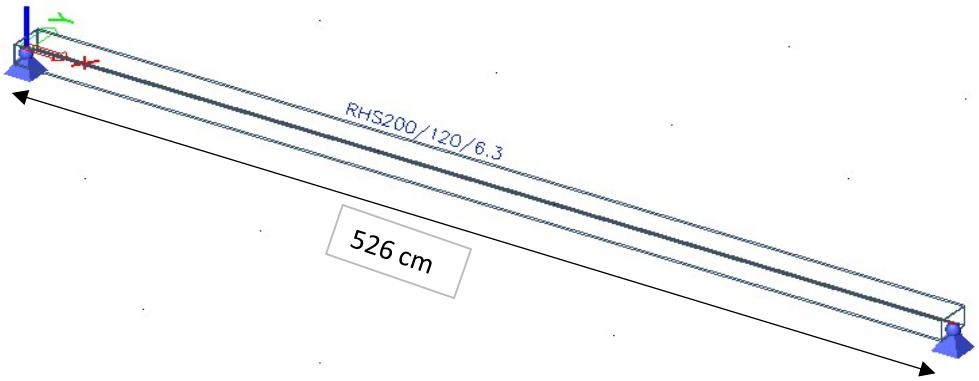
The member satisfies the stability check.

4.2.2. PRORAČUN HORIZONTALE UZDUŽNE FASADE RHS 200/120/6,3 mm, S 235

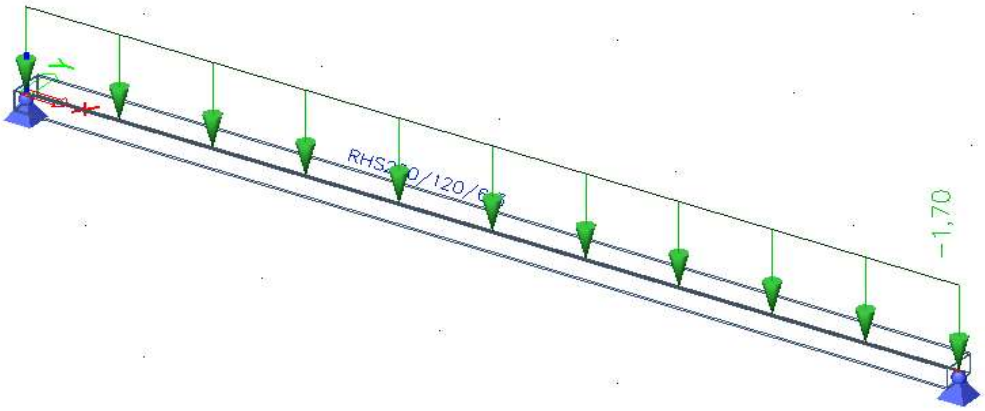
Opterećenje na horizontalu dolazi od djelovanja vjetra na panel i od vlastite težine panela i instalacija

Sudjelujuća širina (max):	e=(300+380)/2=	**340**	cm
Horizontalno opterećenje vjetrom (područje A mjerodavno):	w=	1,99	kN/m^2
za pripadnu sudjelujuću širinu	w_{lin}=	6,77	kN/m'
Vertikalno opterećenje panelima i dodatnim stalnim:	g=	0,50	kN/m^2
za pripadnu sudjelujuću širinu	g_{lin}=	1,70	kN/m'
Dužina elementa:	L=	526	cm

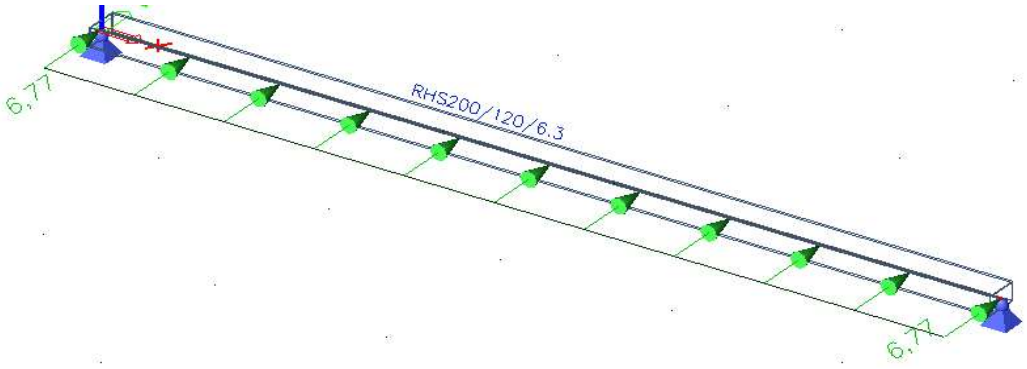
Statički sustav



opterećenje dodatnim stalnim (kN/m') (vlastita težina elementa uzeta automatski u programu)



opterećenje vjetrom (kN/m')

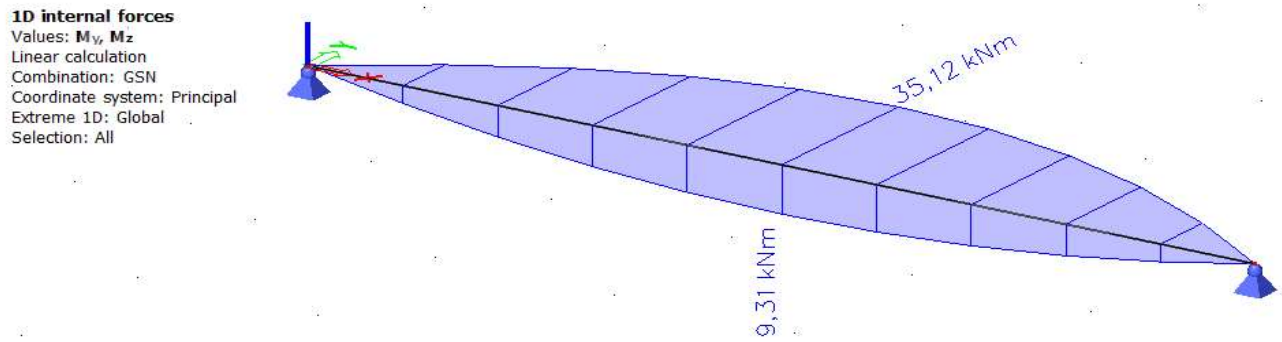


KOMBINACIJE OPTEREĆENJA:

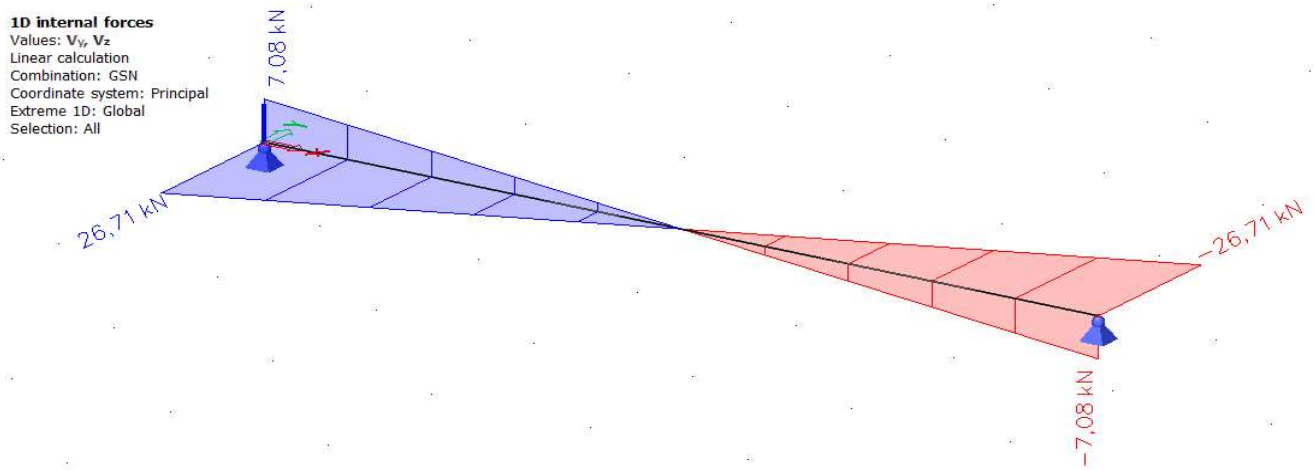
GSU	1,0*SO1+1,0*SO2+1,0*SO3
GSN	1,35*SO1+1,35*SO2+1,5*SO3

REZULTATI PRORAČUNA

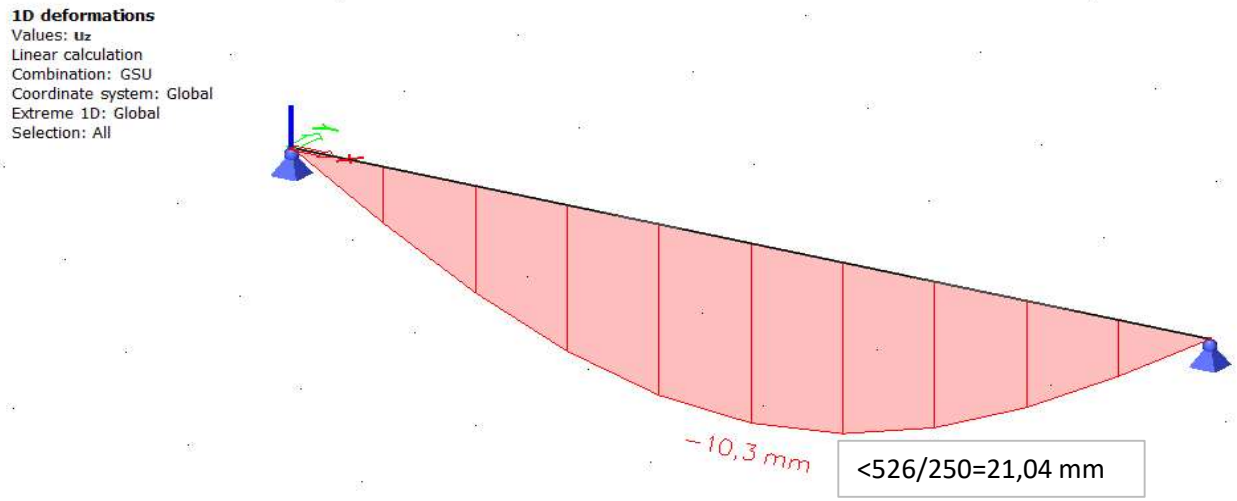
Momenti savijanja od kombinacije opterećenja GSN (kNm)



Poprečna sila od kombinacije opterećenja GSN (kNm)

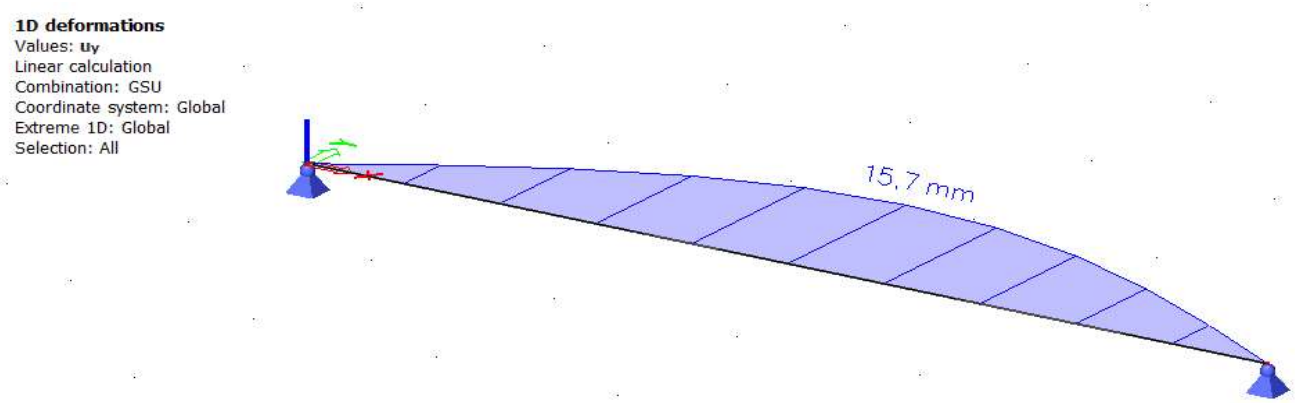


Progibi Uz od kombinacije opterećenja GSU (kNm)

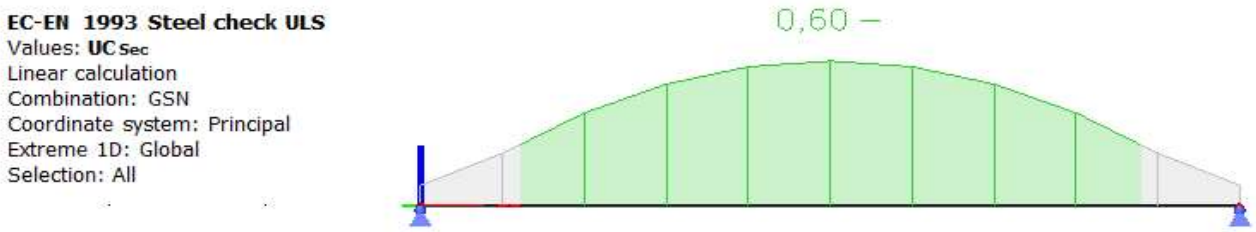


<526/250=21,04 mm

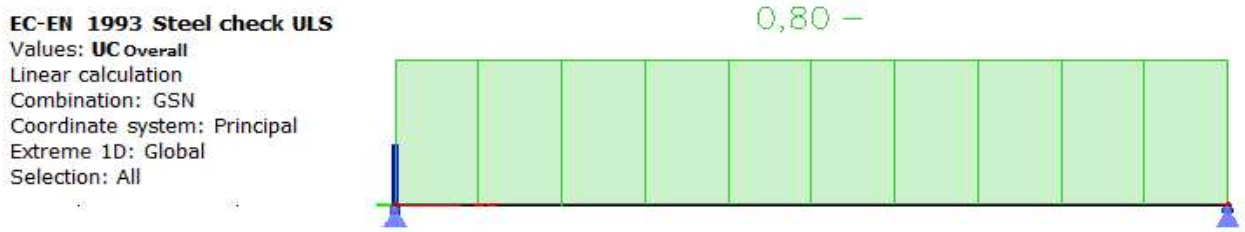
Progibi Uy od kombinacije opterećenja GSU (kNm)



Iskoristivost poprečnog presjeka od kombinacije opterećenja GSN



Iskoristivost elementa od kombinacije opterećenja GSN



EC-EN 1993 Steel check ULS

Linear calculation
Combination: GSN
Coordinate system: Principal
Extreme 1D: Global
Selection: All

EN 1993-1-1 Code Check
National annex: Standard EN

Member B1	2,630 / 5,260 m	RHS200/120/6.3	S 235	GSN	0,80 -

Combination key
GSN / 1.35*SO1 + 1.35*SO2 + 1.50*SO3

Partial safety factors	
γ_{M0} for resistance of cross-sections	1,00
γ_{M1} for resistance to instability	1,10
γ_{M2} for resistance of net sections	1,25

Material			
Yield strength	f_y	235,0	MPa
Ultimate strength	f_u	360,0	MPa
Fabrication		Rolled	

...::SECTION CHECK::...

The critical check is on position 2,630 m

Internal forces		Calculated	Unit
Normal force	N_{Ed}	0,00	kN
Shear force	$V_{y,Ed}$	0,00	kN
Shear force	$V_{z,Ed}$	0,00	kN
Torsion	T_{Ed}	0,00	kNm
Bending moment	$M_{y,Ed}$	35,12	kNm
Bending moment	$M_{z,Ed}$	9,31	kNm

Classification for cross-section design
Classification according to EN 1993-1-1 article 5.5.2
Classification of Internal and Outstand parts according to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 1 & 2

Id	Type	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m²]	σ_2 [kN/m²]	ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Class 1 Limit [-]	Class 2 Limit [-]	Class 3 Limit [-]	Class
1	I	101	6	-2,175e+05	-1,154e+05								
3	I	181	6	-9,820e+04	2,131e+05	-0,46		0,68	28,75	45,57	54,18	77,07	1
5	I	101	6	2,175e+05	1,154e+05	0,53		1,00	16,05	28,00	34,00	45,40	1
7	I	181	6	9,820e+04	-2,131e+05	-2,17		0,32	28,75	114,11	131,55	289,49	1

Note: The Classification limits have been set according to Semi-Comp+.
The cross-section is classified as Class 1

Bending moment check for M_y
According to EN 1993-1-1 article 6.2.5 and formula (6.12),(6.13)

Plastic section modulus	$W_{pl,y}$	2,5023e-04	m^3
Plastic bending moment	$M_{pl,y,Rd}$	58,80	kNm
Unity check		0,60	-

Bending moment check for M_z
According to EN 1993-1-1 article 6.2.5 and formula (6.12),(6.13)

Plastic section modulus	$W_{pl,z}$	1,7554e-04	m^3
Plastic bending moment	$M_{pl,z,Rd}$	41,25	kNm
Unity check		0,23	-

Combined bending, axial force and shear force check
According to EN 1993-1-1 article 6.2.9.1 and formula (6.41)

Plastic bending moment	$M_{pl,y,Rd}$	58,80	kNm
Exponent of bending ratio y	α	1,66	
Plastic bending moment	$M_{pl,z,Rd}$	41,25	kNm
Exponent of bending ratio z	β	1,66	

Unity check (6.41) = 0,43 + 0,08 = 0,51 -

The member satisfies the section check.

...::STABILITY CHECK::...

Classification for member buckling design
Decisive position for stability classification: 2,630 m
Classification according to EN 1993-1-1 article 5.5.2
Classification of Internal and Outstand parts according to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 1 & 2

Id	Type	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m²]	σ_2 [kN/m²]	ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Class 1 Limit [-]	Class 2 Limit [-]	Class 3 Limit [-]	Class
1	I	101	6	-2,175e+05	-1,154e+05								
3	I	181	6	-9,820e+04	2,131e+05	-0,46		0,68	28,75	45,57	54,18	77,07	1
5	I	101	6	2,175e+05	1,154e+05	0,53		1,00	16,05	28,00	34,00	45,40	1
7	I	181	6	9,820e+04	-2,131e+05	-2,17		0,32	28,75	114,11	131,55	289,49	1

Note: The Classification limits have been set according to Semi-Comp+.
The cross-section is classified as Class 1

Lateral Torsional Buckling check
According to EN 1993-1-1 article 6.3.2.1
Note: The cross-section concerns an RHS section with 'h / b < 10 / $\lambda_{rel,z}$'.
This section is thus not susceptible to Lateral Torsional Buckling.

Bending and axial compression check
According to EN 1993-1-1 article 6.3.3 and formula (6.61),(6.62)

Bending and axial compression check parameters			
Interaction method		alternative method 1	
Cross-section area	A	3,8300e-03	m^2
Plastic section modulus	$W_{pl,y}$	2,5023e-04	m^3
Plastic section modulus	$W_{pl,z}$	1,7554e-04	m^3
Design compression force	N_{Ed}	0,00	kN
Design bending moment (maximum)	$M_{y,Ed}$	35,12	kNm
Design bending moment (maximum)	$M_{z,Ed}$	9,31	kNm
Characteristic compression resistance	N_{Rk}	900,05	kN
Characteristic moment resistance	$M_{y,Rk}$	58,80	kNm
Characteristic moment resistance	$M_{z,Rk}$	41,25	kNm
Reduction factor	χ_y	1,00	
Reduction factor	χ_z	1,00	
Reduction factor	χ_{LT}	1,00	
Interaction factor	k_{yy}	1,00	
Interaction factor	k_{yz}	0,58	
Interaction factor	k_{zy}	0,62	
Interaction factor	k_{zz}	1,00	

Maximum moment $M_{y,Ed}$ is derived from beam B1 position 2,630 m.
Maximum moment $M_{z,Ed}$ is derived from beam B1 position 2,630 m.

Interaction method 1 parameters			
Critical Euler load	$N_{cr,y}$	1546,92	kN
Critical Euler load	$N_{cr,z}$	695,96	kN
Elastic critical load	$N_{cr,T}$	210000,73	kN
Plastic section modulus	$W_{pl,y}$	2,5023e-04	m^3
Elastic section modulus	$W_{el,y}$	2,0700e-04	m^3
Plastic section modulus	$W_{pl,z}$	1,7554e-04	m^3
Elastic section modulus	$W_{el,z}$	1,5500e-04	m^3
Second moment of area	I_y	2,0650e-05	m^4
Second moment of area	I_z	9,2900e-06	m^4
Torsional constant	I_t	2,0280e-05	m^4
Method for equivalent moment factor $C_{my,0}$		Table A.2 Line 4 (Line load)	
Equivalent moment factor	$C_{my,0}$	1,00	
Method for equivalent moment factor $C_{mz,0}$		Table A.2 Line 4 (Line load)	
Equivalent moment factor	$C_{mz,0}$	1,00	
Factor	μ_y	1,00	
Factor	μ_z	1,00	
Factor	a_{LT}	0,02	
Critical moment for uniform bending	$M_{cr,0}$	1068,85	kNm
Relative slenderness	$\lambda_{rel,0}$	0,23	
Limit relative slenderness	$\lambda_{rel,0,lim}$	0,21	
Equivalent moment factor	C_{my}	1,00	
Equivalent moment factor	C_{mz}	1,00	
Equivalent moment factor	C_{mLT}	1,00	
Factor	b_{LT}	0,00	
Factor	c_{LT}	0,00	
Factor	d_{LT}	0,00	
Factor	e_{LT}	0,00	
Factor	w_y	1,21	
Factor	w_z	1,13	
Factor	n_{pl}	0,00	
Maximum relative slenderness	$\lambda_{rel,max}$	1,14	
Factor	C_{yy}	1,00	
Factor	C_{yz}	1,00	

Interaction method 1 parameters			
Factor	C_{zy}	1,00	
Factor	C_{zz}	1,00	

Unity check (6.61) = 0,00 + 0,66 + 0,14 = 0,80 -
Unity check (6.62) = 0,00 + 0,41 + 0,25 = 0,66 -

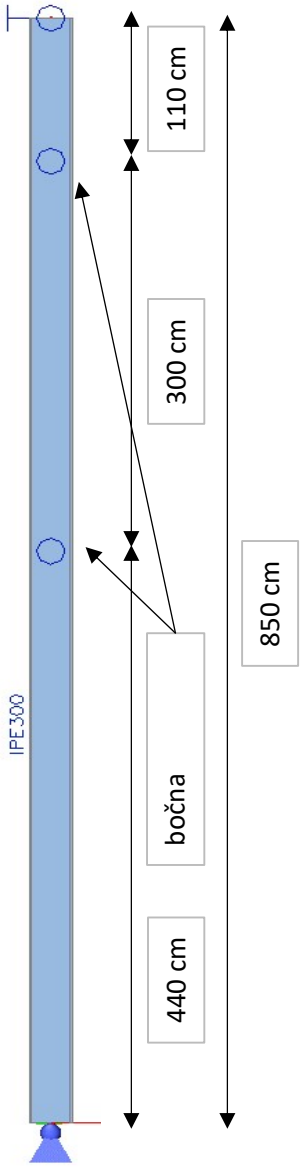
The member satisfies the stability check.

4.2.3. PRORAČUN VERTIKALE UZDUŽNE FASADE IPE 330, S 235

Opterećenje na horizontalu dolazi od djelovanja vjetra na panel i od vlastite težine panela i instalacija

Sudjelujuća širina (max):	e=	**330**	cm
Horizontalno opterećenje vjetrom (područje A mjerodavno):	w=	1,99	kN/m^2
za pripadnu sudjelujuću širinu	w_{lin}=	6,57	kN/m'
Vertikalno opterećenje panelima i dodatnim stalnim:	g=	0,50	kN/m^2
za pripadnu sudjelujuću širinu	g_{lin}=	1,65	kN/m'
Vertikalno opterećenje zadano kao koncentrirana sila na vrhu stupa u iznosu:	G=	14,03	kN
Dužina elementa:	L=	850	cm

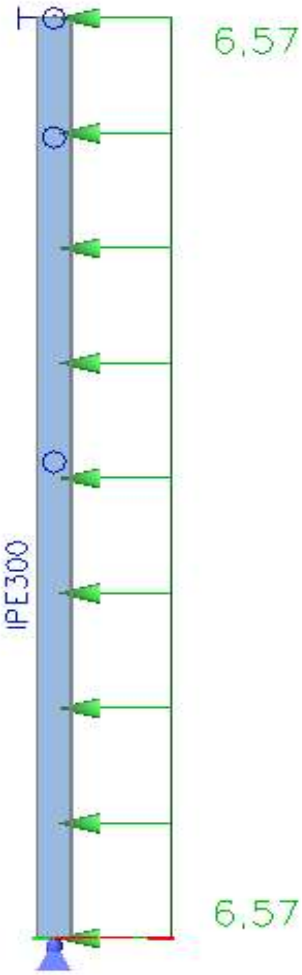
Statički sustav



opterećenje dodatnim stalnim (kN/m')

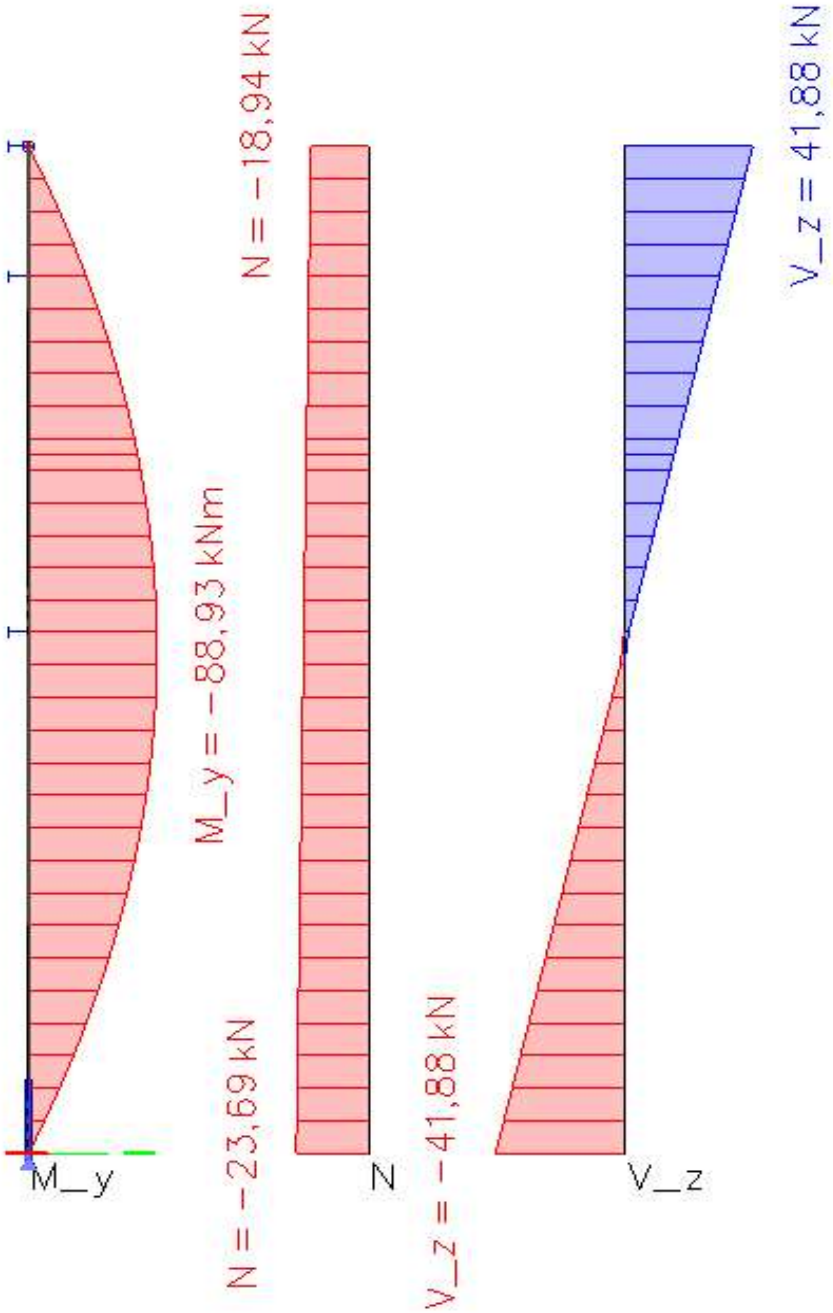


opterećenje vjetrom (kN/m')



REZULTATI PRORAČUNA

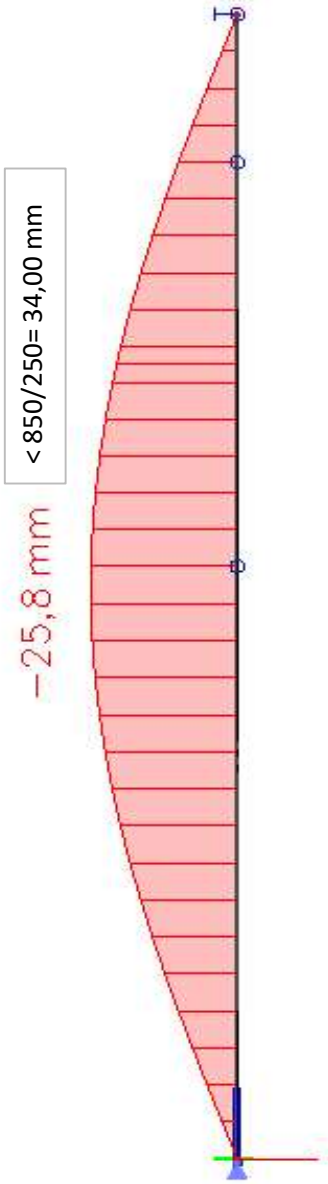
1D internal forces
Values: M_y, **N**, V_z
Linear calculation
Combination: GSN
Coordinate system: Principal
Extreme 1D: Member
Selection: All



Progibi Ux od kombinacije opterećenja GSU (kNm)

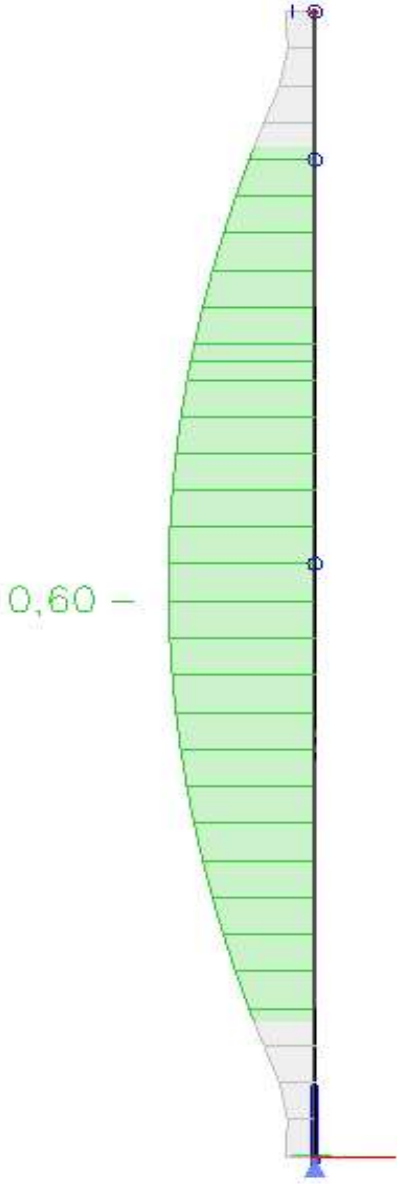
1D deformations
Values: **Ux**
Linear calculation
Combination: GSU
Coordinate system: Global
Extreme 1D: Global
Selection: All

< 850/250= 34,00 mm



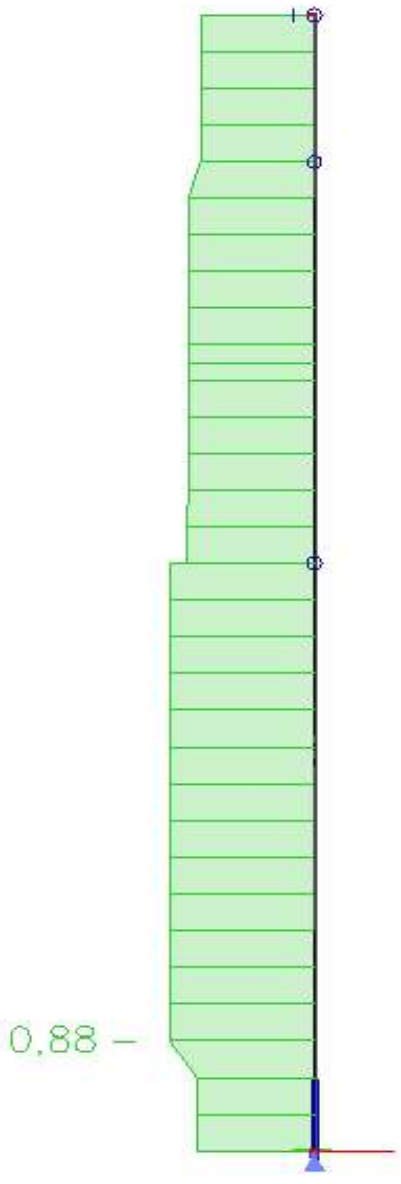
Iskoristivost poprečnog presjeka GSN

EC-EN 1993 Steel check ULS
Values: **UC Sec**
Linear calculation
Combination: GSN
Coordinate system: Principal
Extreme 1D: Global
Selection: All



Iskoristivost elementa GSN

EC-EN 1993 Steel check ULS
Values: **UC Overall**
Linear calculation
Combination: GSN
Coordinate system: Principal
Extreme 1D: Global
Selection: All



EC-EN 1993 Steel check ULS

Linear calculation
Combination: GSN
Coordinate system: Principal
Extreme 1D: Global
Selection: All

EN 1993-1-1 Code Check
National annex: Standard EN

Member B1	0,825 / 8,500 m	IPE300	S 235	GSN	0,88 -

Combination key
GSN / 1.35*SO1 + 1.35*SO2 + 1.50*SO3

Partial safety factors	
γ_{M0} for resistance of cross-sections	1,00
γ_{M1} for resistance to instability	1,10
γ_{M2} for resistance of net sections	1,25

Material			
Yield strength	f_y	235,0	MPa
Ultimate strength	f_u	360,0	MPa
Fabrication		Rolled	

...::SECTION CHECK::...

The critical check is on position 0,825 m

Internal forces		Calculated	Unit
Normal force	N_{Ed}	-23,23	kN
Shear force	$V_{y,Ed}$	0,00	kN
Shear force	$V_{z,Ed}$	-33,75	kN
Torsion	T_{Ed}	0,00	kNm
Bending moment	$M_{y,Ed}$	-31,20	kNm
Bending moment	$M_{z,Ed}$	0,00	kNm

Classification for cross-section design
Classification according to EN 1993-1-1 article 5.5.2
Classification of Internal and Outstand parts according to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 1 & 2

Id	Type	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m²]	σ_2 [kN/m²]	Ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Class 1 Limit [-]	Class 2 Limit [-]	Class 3 Limit [-]	Class
1	SO	56	11	5,832e+04	5,832e+04	1,00	0,43	1,00	5,28	9,00	10,00	14,00	1
3	SO	56	11	5,832e+04	5,832e+04	1,00	0,43	1,00	5,28	9,00	10,00	14,00	1
4	I	249	7	5,072e+04	-4,209e+04	-0,83		0,53	35,01	66,18	76,80	104,09	1
5	SO	56	11	-4,968e+04	-4,968e+04								
7	SO	56	11	-4,968e+04	-4,968e+04								

Note: The Classification limits have been set according to Semi-Comp+.
The cross-section is classified as Class 1

Compression check
According to EN 1993-1-1 article 6.2.4 and formula (6.9)

Cross-section area	A	5,3800e-03	m²
Compression resistance	$N_{c,Rd}$	1264,30	kN
Unity check		0,02	-

$$N_{c,Rd} = \frac{A \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{5,3800 \cdot 10^{-3}[m^2] \times 235,0[MPa]}{1,00} = 1264,30[kN]$$

$$\text{Unity check} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c,Rd}} = \frac{|-23,23[kN]|}{1264,30[kN]} = \mathbf{0,02 \leq 1,00}$$

Bending moment check for M_y
According to EN 1993-1-1 article 6.2.5 and formula (6.12),(6.13)

Plastic section modulus	$W_{pl,y}$	6,2800e-04	m³
Plastic bending moment	$M_{pl,y,Rd}$	147,58	kNm
Unity check		0,21	-

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{6,2800 \cdot 10^{-4}[m^3] \times 235,0[MPa]}{1,00} = 147,58[kNm]$$

$$\text{Unity check} = \frac{|M_{y,Ed}|}{M_{pl,y,Rd}} = \frac{|-31,20[kNm]|}{147,58[kNm]} = \mathbf{0,21 \leq 1,00}$$

Shear check for V_z
According to EN 1993-1-1 article 6.2.6 and formula (6.17)

Shear correction factor	η	1,20	
Shear area	A_v	2,5670e-03	m²
Plastic shear resistance for V_z	$V_{pl,z,Rd}$	348,28	kN
Unity check		0,10	-

$$V_{pl,z,Rd} = \frac{A_v \times \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}} = \frac{2,5670 \cdot 10^{-3}[m^2] \times \frac{235,0[MPa]}{\sqrt{3}}}{1,00} = 348,28[kN]$$

$$\text{Unity check} = \frac{|V_{z,Ed}|}{V_{c,z,Rd}} = \frac{|-33,75[kN]|}{348,28[kN]} = \mathbf{0,10 \leq 1,00}$$

Combined bending, axial force and shear force check
According to EN 1993-1-1 article 6.2.9.1 and formula (6.31)

Plastic bending moment	$M_{pl,y,Rd}$	147,58	kNm
Unity check		0,21	-

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{6,2800 \cdot 10^{-4}[m^3] \times 235,0[MPa]}{1,00} = 147,58[kNm]$$

$$\text{Unity check} = \frac{|M_{y,Ed}|}{M_{pl,y,Rd}} = \frac{|-31,20[kNm]|}{147,58[kNm]} = \mathbf{0,21 \leq 1,00}$$

Note: Since the shear forces are less than half the plastic shear resistances their effect on the moment resistances is neglected.
Note: Since the axial force satisfies both criteria (6.33) and (6.34) of EN 1993-1-1 article 6.2.9.1(4) its effect on the moment resistance about the y-y axis is neglected.

The member satisfies the section check.

...::STABILITY CHECK::...

Classification for member buckling design
Decisive position for stability classification: 0,000 m
Classification according to EN 1993-1-1 article 5.5.2
Classification of Internal and Outstand parts according to EN 1993-1-1 Table 5.2 Sheet 1 & 2

Id	Type	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m²]	σ_2 [kN/m²]	ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Class 1 Limit [-]	Class 2 Limit [-]	Class 3 Limit [-]	Class
1	SO	56	11	4,402e+03	4,402e+03	1,00	0,43	1,00	5,28	9,00	10,00	14,00	1
3	SO	56	11	4,402e+03	4,402e+03	1,00	0,43	1,00	5,28	9,00	10,00	14,00	1
4	I	249	7	4,402e+03	4,402e+03	1,00		1,00	35,01	28,00	34,00	38,00	3
5	SO	56	11	4,402e+03	4,402e+03	1,00	0,43	1,00	5,28	9,00	10,00	14,00	1
7	SO	56	11	4,402e+03	4,402e+03	1,00	0,43	1,00	5,28	9,00	10,00	14,00	1

Note: The Classification limits have been set according to Semi-Comp+.
The cross-section is classified as Class 3

Semi-Comp+ properties			
Material coefficient	ε	1,00	
Flange class 2 slenderness limit	$\beta_{2,y,f}$	10,00	
Flange class 3 slenderness limit	$\beta_{3,y,f}$	14,00	
Web class 2 slenderness limit	$\beta_{2,y,w}$	83,00	
Web class 3 slenderness limit	$\beta_{3,y,w}$	124,00	
Web slenderness ratio	c/t_w	35,01	
Flange slenderness ratio	c/t_f	5,28	
Reference slenderness ratio	$c/t_{ref,y}$	0,00	
Interpolated section modulus	$W_{3,y}$	6,2800e-04	m^3

Note: The resistance for this semi-compact section has been calculated according to Semi-Comp+.

Flexural Buckling check
According to EN 1993-1-1 article 6.3.1.1 and formula (6.46)

Buckling parameters		yy	zz	
Sway type		sway	non-sway	
System length	L	8,500	4,400	m
Buckling factor	k	1,00	1,00	
Buckling length	l_{cr}	8,500	4,400	m
Critical Euler load	N_{cr}	2397,06	646,62	kN
Slenderness	λ	68,20	131,32	
Relative slenderness	λ_{rel}	0,73	1,40	
Limit slenderness	$\lambda_{rel,0}$	0,20	0,20	

Note: The slenderness or compression force is such that Flexural Buckling effects may be ignored according to EN 1993-1-1 article 6.3.1.2(4).

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \times E \times I_y}{l_{cr,y}^2} = \frac{\pi^2 \times 210000,0[MPa] \times 8,3560 \cdot 10^{-5}[m^4]}{8,500[m]^2} = 2397,06[kN]$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \times E \times I_z}{l_{cr,z}^2} = \frac{\pi^2 \times 210000,0[MPa] \times 6,0400 \cdot 10^{-6}[m^4]}{4,400[m]^2} = 646,62[kN]$$

$$\lambda_y = \frac{l_{cr,y}}{i_y} = \frac{8,500[m]}{125[mm]} = 68,20$$

$$\lambda_z = \frac{l_{cr,z}}{i_z} = \frac{4,400[m]}{34[mm]} = 131,32$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi \times \sqrt{\frac{E}{f_y}}} = \frac{68,20}{\pi \times \sqrt{\frac{210000,0[MPa]}{235,0[MPa]}}} = 0,73$$

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi \times \sqrt{\frac{E}{f_y}}} = \frac{131,32}{\pi \times \sqrt{\frac{210000,0[MPa]}{235,0[MPa]}}} = 1,40$$

Torsional(-Flexural) Buckling check

According to EN 1993-1-1 article 6.3.1.1 and formula (6.46)

Torsional buckling length	l_{cr}	4,400	m
Elastic critical load	$N_{cr,T}$	1784,75	kN
Relative slenderness	$\lambda_{rel,T}$	0,84	
Limit slenderness	$\lambda_{rel,0}$	0,20	

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \times \left(G \times I_t + \frac{\pi^2 \times E \times I_w}{l_{cr}^2}\right) = \frac{1}{129[mm]^2} \times \left(80769,2[MPa] \times 2,0100 \cdot 10^{-7}[m^4] + \frac{\pi^2 \times 210000,0[MPa] \times 1,2600 \cdot 10^{-7}[m^6]}{4,400[m]^2}\right)$$

$$= 1784,75[kN]$$

$$\lambda_{rel,T} = \sqrt{\frac{A \times f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{5,3800 \cdot 10^{-3}[m^2] \times 235,0[MPa]}{1784,75[kN]}} = 0,84$$

Note: The slenderness or compression force is such that Torsional(-Flexural) Buckling effects may be ignored according to EN 1993-1-1 article 6.3.1.2(4).

Lateral Torsional Buckling check

According to EN 1993-1-1 article 6.3.2.1 & 6.3.2.3 and formula (6.54)

LTB parameters			
Method for LTB curve		Alternative case	
Interpolated section modulus	$W_{3,y}$	6,2800e-04	m^3
Elastic critical moment	M_{cr}	179,61	kNm
Relative slenderness	$\lambda_{rel,LT}$	0,91	
Limit slenderness	$\lambda_{rel,LT,0}$	0,40	
LTB curve		b	
Imperfection	α_{LT}	0,34	
LTB factor	β	0,75	
Reduction factor	χ_{LT}	0,76	
Correction factor	k_c	0,88	
Correction factor	f	0,94	
Modified reduction factor	$\chi_{LT,mod}$	0,80	
Design buckling resistance	$M_{b,Rd}$	107,85	kNm
Unity check		0,29	-

Mcr parameters			
LTB length	l_{LT}	4,400	m
Influence of load position		no influence	
Correction factor	k	1,00	
Correction factor	k_w	1,00	
LTB moment factor	C_1	1,30	
LTB moment factor	C_2	0,13	
LTB moment factor	C_3	1,00	
Shear centre distance	d_z	0	mm
Distance of load application	z_g	0	mm
Mono-symmetry constant	β_y	0	mm
Mono-symmetry constant	z_j	0	mm

$$M_{cr} = C_1 \times \frac{\pi^2 \times E \times I_z}{l_{LT}^2} \times \left[\sqrt{\left(\frac{k}{k_w}\right)^2 \times \frac{I_w}{I_z} + \frac{l_{LT}^2 \times G \times I_t}{\pi^2 \times E \times I_z} + (C_2 \times z_g - C_3 \times z_j)^2} - (C_2 \times z_g - C_3 \times z_j)\right] = 1,30$$

$$\times \frac{\pi^2 \times 210000,0[MPa] \times 6,0400 \cdot 10^{-6}[m^4]}{4,400[m]^2}$$

$$\times \left[\sqrt{\left(\frac{1,00}{1,00}\right)^2 \times \frac{1,2600 \cdot 10^{-7}[m^6]}{6,0400 \cdot 10^{-6}[m^4]} + \frac{4,400[m]^2 \times 80769,2[MPa] \times 2,0100 \cdot 10^{-7}[m^4]}{\pi^2 \times 210000,0[MPa] \times 6,0400 \cdot 10^{-6}[m^4]} + (0,13 \times 0[mm] - 1,00 \times 0[mm])^2} - (0,13 \times 0[mm] - 1,00 \times 0[mm])\right]$$

$$= 179,61[kNm]$$

$$\lambda_{rel,LT} = \sqrt{\frac{W_{3,y} \times f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{6,2800 \cdot 10^{-4}[m^3] \times 235,0[MPa]}{179,61[kNm]}} = 0,91$$

$$\beta = 0,75$$

$$\chi_{LT} = \min\left(\frac{1}{\varphi_{LT} + \sqrt{\varphi_{LT}^2 - \beta \times \lambda_{rel,LT}^2}}, \frac{1}{\lambda_{rel,LT}^2}, 1\right) = \min\left(\frac{1}{0,89 + \sqrt{0,89^2 - 0,75 \times 0,91^2}}, \frac{1}{0,91^2}, 1\right) = \min(0,76, 1,22, 1) = 0,76$$

$$f = \min\left\{1 - 0,5 \times (1 - k_c) \times \left[1 - 2 \times (\lambda_{rel,LT} - 0,8)^2\right], 1\right\} = \min\left\{1 - 0,5 \times (1 - 0,88) \times \left[1 - 2 \times (0,91 - 0,8)^2\right], 1\right\} = \min\{0,94, 1\}$$

$$= 0,94$$

$$\chi_{LT,mod} = \min\left(\frac{\chi_{LT}}{f}, 1\right) = \min\left(\frac{0,76}{0,94}, 1\right) = \min(0,80, 1) = 0,80$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT,mod} \times W_{3,y} \times \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 0,80 \times 6,2800 \cdot 10^{-4}[m^3] \times \frac{235,0[MPa]}{1,10} = 107,85[kNm]$$

$$\text{Unity check} = \frac{|M_{y,Ed}|}{M_{b,Rd}} = \frac{|-31,20[kNm]|}{107,85[kNm]} = \mathbf{0,29 \leq 1,00}$$

Note: C parameters are determined according to ECCS 119 2006 / Galea 2002.
Note: The correction factor k_c is determined from C_1.

Bending and axial compression check
According to EN 1993-1-1 article 6.3.3 and formula (6.61),(6.62)

Bending and axial compression check parameters			
Interaction method		alternative method 1	
Cross-section area	A	5,3800e-03	m^2
Interpolated section modulus	$W_{3,y}$	6,2800e-04	m^3
Design compression force	N_{Ed}	23,23	kN
Design bending moment (maximum)	$M_{y,Ed}$	-88,93	kNm
Design bending moment (maximum)	$M_{z,Ed}$	0,00	kNm
Characteristic compression resistance	N_{Rk}	1264,30	kN
Characteristic moment resistance	$M_{y,Rk}$	147,58	kNm
Reduction factor	χ_y	1,00	
Reduction factor	χ_z	1,00	
Modified reduction factor	$\chi_{LT,mod}$	0,80	
Interaction factor	k_{yy}	1,04	
Interaction factor	k_{zy}	0,56	

Maximum moment $M_{y,Ed}$ is derived from beam B1 position 4,125 m.
Maximum moment $M_{z,Ed}$ is derived from beam B1 position 0,000 m.

Interaction method 1 parameters			
Critical Euler load	$N_{cr,y}$	2397,06	kN
Critical Euler load	$N_{cr,z}$	646,62	kN
Elastic critical load	$N_{cr,T}$	1784,75	kN
Interpolated section modulus	$W_{3,y}$	6,2800e-04	m^3
Elastic section modulus	$W_{el,y}$	5,5700e-04	m^3
Interpolated section modulus	$W_{3,z}$	1,2500e-04	m^3
Elastic section modulus	$W_{el,z}$	8,0500e-05	m^3
Second moment of area	I_y	8,3560e-05	m^4
Second moment of area	I_z	6,0400e-06	m^4
Torsional constant	I_t	2,0100e-07	m^4
Method for equivalent moment factor $C_{my,0}$		Table A.2 Line 4 (Line load)	
Equivalent moment factor	$C_{my,0}$	1,00	
Factor	μ_y	1,00	
Factor	μ_z	1,00	
Factor	ε_y	36,97	
Factor	a_{LT}	1,00	
Critical moment for uniform bending	$M_{cr,0}$	138,64	kNm
Relative slenderness	$\lambda_{rel,0}$	1,03	
Limit relative slenderness	$\lambda_{rel,0,lim}$	0,22	
Equivalent moment factor	C_{my}	1,00	
Equivalent moment factor	C_{mLT}	1,02	
Factor	b_{LT}	0,00	
Factor	d_{LT}	0,00	
Factor	w_y	1,13	
Factor	w_z	1,50	
Factor	n_{pl}	0,02	
Maximum relative slenderness	$\lambda_{rel,max}$	1,40	
Factor	C_{yy}	0,99	
Factor	C_{zy}	0,97	

Unity check (6.61) = 0,02 + 0,86 + 0,00 = 0,88 -
Unity check (6.62) = 0,02 + 0,46 + 0,00 = 0,48 -

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \times E \times I_y}{l_{cr,y}^2} = \frac{\pi^2 \times 210000,0[MPa] \times 8,3560 \cdot 10^{-5}[m^4]}{8,500[m]^2} = 2397,06[kN]$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \times E \times I_z}{l_{cr,z}^2} = \frac{\pi^2 \times 210000,0[MPa] \times 6,0400 \cdot 10^{-6}[m^4]}{4,400[m]^2} = 646,62[kN]$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \times \left(G \times I_t + \frac{\pi^2 \times E \times I_w}{l_{cr}^2}\right) = \frac{1}{129[mm]^2} \times \left(80769,2[MPa] \times 2,0100 \cdot 10^{-7}[m^4] + \frac{\pi^2 \times 210000,0[MPa] \times 1,2600 \cdot 10^{-7}[m^6]}{4,400[m]^2}\right)$$
$$= 1784,75[kN]$$

$$C_{my,0} = 1 + \frac{0,03 \times |N_{Ed}|}{N_{cr,y}} = 1 + \frac{0,03 \times |23,23[kN]|}{2397,06[kN]} = 1,00$$

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{|N_{Ed}|}{N_{cr,y}}}{1 - \frac{\chi_y \times |N_{Ed}|}{N_{cr,y}}} = \frac{1 - \frac{|23,23[kN]|}{2397,06[kN]}}{1 - \frac{1,00 \times |23,23[kN]|}{2397,06[kN]}} = 1,00$$

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{|N_{Ed}|}{N_{cr,z}}}{1 - \frac{\chi_z \times |N_{Ed}|}{N_{cr,z}}} = \frac{1 - \frac{|23,23[kN]|}{646,62[kN]}}{1 - \frac{1,00 \times |23,23[kN]|}{646,62[kN]}} = 1,00$$

$$\varepsilon_y = \left|\frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}}\right| \times \frac{A}{W_{el,y}} = \left|\frac{-88,93[kNm]}{23,23[kN]}\right| \times \frac{5,3800 \cdot 10^{-3}[m^2]}{5,5700 \cdot 10^{-4}[m^3]} = 36,97$$

$$a_{LT} = \max\left(1 - \frac{I_t}{I_y}, 0\right) = \max\left(1 - \frac{2,0100 \cdot 10^{-7}[m^4]}{8,3560 \cdot 10^{-5}[m^4]}, 0\right) = \max(1,00, 0) = 1,00$$

$$M_{cr,0} = \frac{C_1 \times \pi^2 \times E \times I_z}{(k \times l_{LT})^2} \times \left[\sqrt{\frac{\left(\frac{k}{k_w}\right)^2 \times I_w}{I_z} + \frac{(k \times l_{LT})^2 \times G \times I_t}{\pi^2 \times E \times I_z} + (C_2 \times z_g - C_3 \times z_j)^2} - (C_2 \times z_g - C_3 \times z_j)\right]$$

$$= \frac{1,00 \times \pi^2 \times 210000,0[MPa] \times 6,0400 \cdot 10^{-6}[m^4]}{(1,00 \times 4,400[m])^2}$$

$$\times \left[\sqrt{\frac{\left(\frac{1,00}{1,00}\right)^2 \times 1,2600 \cdot 10^{-7}[m^6]}{6,0400 \cdot 10^{-6}[m^4]} + \frac{(1,00 \times 4,400[m])^2 \times 80769,2[MPa] \times 2,0100 \cdot 10^{-7}[m^4]}{\pi^2 \times 210000,0[MPa] \times 6,0400 \cdot 10^{-6}[m^4]} + (0,130[mm] - 1,00 \times 0[mm])^2} - (0,130[mm] - 1,00 \times 0[mm])\right]$$

$$= 138,64[kNm]$$

$$\lambda_{rel,0} = \sqrt{\frac{W_{3,y} \times f_y}{M_{cr,0}}} = \sqrt{\frac{6,2800 \cdot 10^{-4}[m^3] \times 235,0[MPa]}{138,64[kNm]}} = 1,03$$

$$\lambda_{rel,0,lim} = 0,2 \times \sqrt{C_1} \times \sqrt[4]{\left(1 - \frac{|N_{Ed}|}{N_{cr,z}}\right) \times \left(1 - \frac{|N_{Ed}|}{N_{cr,T}}\right)} = 0,2 \times \sqrt{1,30} \times \sqrt[4]{\left(1 - \frac{|23,23[kN]|}{646,62[kN]}\right) \times \left(1 - \frac{|23,23[kN]|}{1784,75[kN]}\right)} = 0,22$$

$$C_{my} = C_{my,0} + (1 - C_{my,0}) \times \frac{\sqrt{\varepsilon_y} \times a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} \times a_{LT}} = 1,00 + (1 - 1,00) \times \frac{\sqrt{36,97} \times 1,00}{1 + \sqrt{36,97} \times 1,00} = 1,00$$

$$C_{mLT} = \max\left[C_{my}^2 \times \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{|N_{Ed}|}{N_{cr,z}}\right) \times \left(1 - \frac{|N_{Ed}|}{N_{cr,T}}\right)}}, 1\right] = \max\left[1,00^2 \times \frac{1,00}{\sqrt{\left(1 - \frac{|23,23[kN]|}{646,62[kN]}\right) \times \left(1 - \frac{|23,23[kN]|}{1784,75[kN]}\right)}}, 1\right] = \max[1,02, 1]$$

$$= 1,02$$

$$b_{LT} = 0,5 \times a_{LT} \times \lambda_{rel,0}^2 \times \frac{|M_{y,Ed}|}{\chi_{LT} \times M_{pl,y,Rd}} \times \frac{|M_{z,Ed}|}{M_{pl,z,Rd}} = 0,5 \times 1,00 \times 1,03^2 \times \frac{|-88,93[kNm]|}{0,80 \times 147,58[kNm]} \times \frac{|0,00[kNm]|}{29,38[kNm]} = 0,00$$

$$d_{LT} = 2 \times a_{LT} \times \frac{\lambda_{rel,0}}{0,1 + \lambda_{rel,z}^4} \times \frac{|M_{y,Ed}|}{C_{my} \times \chi_{LT} \times M_{pl,y,Rd}} \times \frac{|M_{z,Ed}|}{C_{mz} \times M_{pl,z,Rd}}$$

$$= 2 \times 1,00 \times \frac{1,03}{0,1 + 1,40^4} \times \frac{|-88,93[kNm]|}{1,00 \times 0,80 \times 147,58[kNm]} \times \frac{|0,00[kNm]|}{1,01 \times 29,38[kNm]} = 0,00$$

$$w_y = \min\left(\frac{W_{3,y}}{W_{el,y}}, 1,5\right) = \min\left(\frac{6,2800 \cdot 10^{-4}[m^3]}{5,5700 \cdot 10^{-4}[m^3]}, 1,5\right) = \min(1,13, 1,5) = 1,13$$

$$w_z = \min\left(\frac{W_{3,z}}{W_{el,z}}, 1,5\right) = \min\left(\frac{1,2500 \cdot 10^{-4}[m^3]}{8,0500 \cdot 10^{-5}[m^3]}, 1,5\right) = \min(1,55, 1,5) = 1,50$$

$$n_{pl} = \frac{\frac{|N_{Ed}|}{N_{Rk}}}{\gamma_{M1}} = \frac{\frac{|23,23[kN]|}{1264,30[kN]}}{1,10} = 0,02$$

$$\lambda_{rel,max} = \max(\lambda_{rel,y}, \lambda_{rel,z}) = \max(0,73, 1,40) = 1,40$$

$$C_{yy} = \max\left\{1 + (w_y - 1) \times \left[\left(2 - \frac{1,6}{w_y} \times C_{my}^2 \times \lambda_{rel,max} - \frac{1,6}{w_y} \times C_{my}^2 \times \lambda_{rel,max}^2\right) \times n_{pl} - b_{LT}\right], \frac{W_{el,y}}{W_{3,y}}\right\}$$

$$= \max\left\{1 + (1,13 - 1) \times \left[\left(2 - \frac{1,6}{1,13} \times 1,00^2 \times 1,40 - \frac{1,6}{1,13} \times 1,00^2 \times 1,40^2\right) \times 0,02 - 0,00\right], \frac{5,5700 \cdot 10^{-4}[m^3]}{6,2800 \cdot 10^{-4}[m^3]}\right\} = \max\{0,99, 0,89\}$$

$$= 0,99$$

$$C_{zy} = \max\left\{1 + (w_y - 1) \times \left[\left(2 - 14 \times \frac{C_{my}^2 \times \lambda_{rel,max}^2}{w_y^5}\right) \times n_{pl} - d_{LT}\right], 0,6 \times \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \times \frac{W_{el,y}}{W_{3,y}}\right\}$$

$$= \max\left\{1 + (1,13 - 1) \times \left[\left(2 - 14 \times \frac{1,00^2 \times 1,40^2}{1,13^5}\right) \times 0,02 - 0,00\right], 0,6 \times \sqrt{\frac{1,13}{1,50}} \times \frac{5,5700 \cdot 10^{-4}[m^3]}{6,2800 \cdot 10^{-4}[m^3]}\right\} = \max\{0,97, 0,46\} = 0,97$$

$$N_{Rk} = A \times f_y = 5,3800 \cdot 10^{-3}[m^2] \times 235,0[MPa] = 1264,30[kN]$$

$$M_{y,Rk} = W_{3,y} \times f_y = 6,2800 \cdot 10^{-4}[m^3] \times 235,0[MPa] = 147,58[kNm]$$

$$k_{yy} = C_{my} \times C_{mLT} \times \frac{\mu_y}{1 - \frac{|N_{Ed}|}{N_{cr,y}}} \times \frac{1}{C_{yy}} = 1,00 \times 1,02 \times \frac{1,00}{1 - \frac{|23,23[kN]|}{2397,06[kN]}} \times \frac{1}{0,99} = 1,04$$

$$k_{zy} = C_{my} \times C_{mLT} \times \frac{\mu_z}{1 - \frac{|N_{Ed}|}{N_{cr,y}}} \times \frac{1}{C_{zy}} \times 0,6 \times \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} = 1,00 \times 1,02 \times \frac{1,00}{1 - \frac{|23,23[kN]|}{2397,06[kN]}} \times \frac{1}{0,97} \times 0,6 \times \sqrt{\frac{1,13}{1,50}} = 0,56$$

$$\text{Unity check (6.61)} = \frac{|N_{Ed}|}{\chi_y \times \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \times \frac{|M_{y,Ed}| + |\Delta M_{y,Ed}|}{\chi_{LT,mod} \times \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \times \frac{|M_{z,Ed}| + |\Delta M_{z,Ed}|}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}}$$

$$= \frac{|23,23[kN]|}{1,00 \times \frac{1264,30[kN]}{1,10}} + 1,04 \times \frac{|-88,93[kNm]| + |0,00[kNm]|}{0,80 \times \frac{147,58[kNm]}{1,10}} + 1,36 \times \frac{|0,00[kNm]| + |0,00[kNm]|}{\frac{29,38[kNm]}{1,10}} = \mathbf{0,88 \leq 1,00}$$

$$\text{Unity check (6.62)} = \frac{|N_{Ed}|}{\chi_z \times \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \times \frac{|M_{y,Ed}| + |\Delta M_{y,Ed}|}{\chi_{LT,mod} \times \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \times \frac{|M_{z,Ed}| + |\Delta M_{z,Ed}|}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}}$$

$$= \frac{|23,23[kN]|}{1,00 \times \frac{1264,30[kN]}{1,10}} + 0,56 \times \frac{|-88,93[kNm]| + |0,00[kNm]|}{0,80 \times \frac{147,58[kNm]}{1,10}} + 1,07 \times \frac{|0,00[kNm]| + |0,00[kNm]|}{\frac{29,38[kNm]}{1,10}} = \mathbf{0,48 \leq 1,00}$$

$$\text{Unity check} = \max(\text{Unity check (6.61)}, \text{Unity check (6.62)}) = \max(0,88, 0,48) = \mathbf{0,88 \leq 1,00}$$

Shear Buckling check

According to EN 1993-1-5 article 5 & 7.1 and formula (5.10) & (7.1)

Shear Buckling parameters			
Buckling field length	a	8,500	m
Web		unstiffened	
Web height	h_w	279	mm
Web thickness	t	7	mm
Material coefficient	ε	1,00	
Shear correction factor	η	1,20	

Shear Buckling verification		
Web slenderness	h_w/t	39,24
Web slenderness limit		60,00

$$h_w/t = \frac{h_w}{t} = \frac{279[mm]}{7[mm]} = 39,24$$

$$\text{limit } h_w/t = \frac{72 \times \varepsilon}{\eta} = \frac{72 \times 1,00}{1,20} = 60,00$$

Note: The web slenderness is such that Shear Buckling effects may be ignored according to EN 1993-1-5 article 5.1(2).

The member satisfies the stability check.

Zbog horizontalne popustljivosti nosača u krovnoj ravnini, potrebno je izvesti upetu vezu čeličnih vertikala sa rubnom AB gredom! Vezu izvesti čeličnom pločicom min. debljine 30 mm I spojnim sredstvima (navojne šipke, zavarene vilice I sl.)!

5. PRORAČUN KROVNE AB KONSTRUKCIJE

5.1. PRORAČUN SEKUNDARNIH KROVNIH NOSAČA

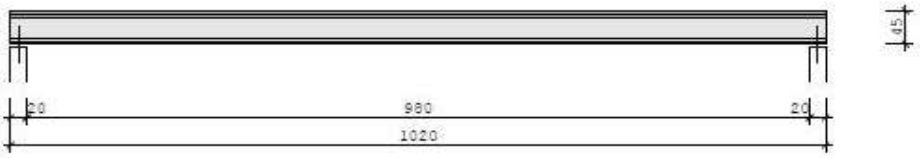
Opterećenje na sekundarne krovne nosače dolazi od djelovanja dodatnog stalnog opterećenja, snijega i vjetra

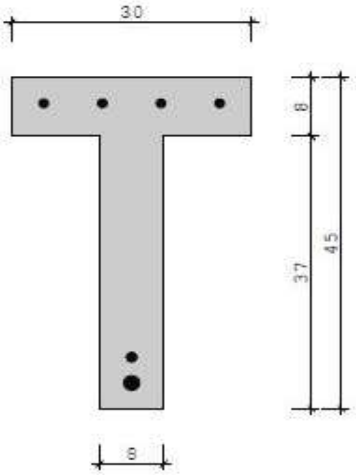
Sudjelujuća širina - razmak krovnih nosača:	e=	**250**	cm
Dodatno stalno opterećenje:	Δg=	0,35	kN/m^2
za pripadnu sudjelujuću širinu:	**g_{lin}=**	**0,88**	**kN/m'**
Opterećenje vjetrom - pritiskajuće (područje J mjerodavno):	w=	0,66	kN/m^2
za pripadnu sudjelujuću širinu	**w_{lin}=**	**1,65**	**kN/m'**
Opterećenje snijegom:	s=	0,40	kN/m^2
za pripadnu sudjelujuću širinu	**s_{lin}=**	**1,00**	**kN/m'**
Statička dužina elementa:	L=	1000,00	cm

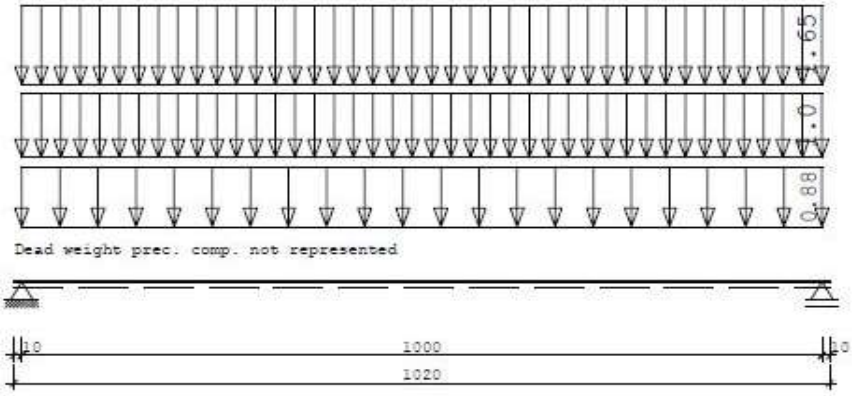
Proračun je proveden u programu Frilo - B8 Prestressed concrete girder

Prestressed Concrete Girder B8 01/2011/A Win 7 sheet 1

PROJECT: SN1 SUB: SN1
Name: Sekundarni krovni nosaè







Parallel flange beam nach EC2 T.1, 1-3 und DAfStb Rili

SYSTEM GEOMETRY:

Total length L = 10.20 m
Effective span L1 = 10.00 m
Outstand left L0 = 0.10 m
right L2 = 0.10 m
Heigth of beam :
H2 = 45.0 cm
Relation eff.span to height of beam:
L1/H2 = 22.22

CROSS-SECTION PREFABRICATED: :

Flanged cross section:
Slab width bp = 30.0 cm Slab thickn. dp = 8.0 cm
Width of web b0 = 8.0 cm Total thick.d0 = 45.0 cm

Prestressed Concrete Girder B8 01/2011/A Win 7 sheet 2

PROJECT: SN1 SUB: SN1
Name: Sekundarni krovni nosaè

PRESTRESSING STEEL:

Make : SpSt 1670/1860
strand intented Ap = 0.934 cm2Per tendon
Relaxation class Rlx = 2
E-module Ep = 195000 N/mm2
0.1% proof stress fp0,1k= 1670 N/mm2
Tensile strength fpk = 1860 N/mm2

Partial safety factor :
Fund. combinat. γs = 1.15
Accidental comb. γs = 1.00
Coeff. prestress (char.-value):
upper rsup = 1.10
lower rinf = 0.90

Transmiss. length lbp = 0.99 m
Disturbing length (equ. to height of cross-section)
s = 0.45 m
Dispersion length:
lpeff,max = 1.27 m lpeff,min = 0.91 m

Permitted stress in formwork:
0.90 * fp0.1k= 1503.0 N/mm2
0.80 * fpk = 1488.0 N/mm2 (decesive)
permitted stresses after release of anchorage:
0.85 * fp0.1k= 1419.5 N/mm2
0.75 * fpk = 1395.0 N/mm2 (decesive)
Permitted stresses in SLS :
0.75 * fp0.1k= 1395.0 N/mm2
Factor for allowance at control of cracking:
ξ = 0.60

REINFORCING STEEL:

		Long. reinforce BSt 500 S	Stirrup reinforcedb= 8 mm BSt 500 S	
E-module	Es	200000	200000	N/mm2
Yield strain	fyk	500	500	N/mm2
Tensile strength	ftk	500	500	N/mm2
Partial safety factor :				
Fund. combinat.	γs	1.15	1.15	
Permitted stresses in SLS :				
0.80 * fyk		400.0	400.0	N/mm2

CONCRETE:

		Prefabricated C50/60	
	fck	50.00	N/mm2
	fctm	4.07	N/mm2
unit weight	γ	25.00	kN/m3
coeff. E-module	Ae	1.00	
E-module	Ecm	36773	N/mm2
G-modue	Gcm	14709	N/mm2
Partial safety factor :			
Fund. combin.	γc	1.50	
accidental comb.	γc	1.30	
Permitted stresses in SLS :			
rare load c. per.	σc	-30.00	N/mm2
quasi-pe.LC zul.	σc	-22.50	N/mm2

Prestressed Concrete Girder B8 01/2011/A Win 7 sheet 3

PROJECT: SN1 SUB: SN1
Name: Sekundarni krovni nosaè

EVIRONMENTAL CONDITIONS:

acc.to EC2, tab. 4.1, exposure cl. 1
-> perm. crack width wk = 0.2 mm
->Check of decompression not required

CREEP COEFFICIENT AND SHRINKAGE STRAIN:

Cement normal or rapid hardening (N,R)
ρ = 0.8 (Aging coefficient)

Creep period	t0 Days	LF [%]	tT1 days	T1 [øC]	tT2 days	T2 [øC]	tT3 days	T3 [øC]
Storage	3	70						
Use prec. c.	180	50						

DEAD LOAD

Be.beg. left g11= 1.34 kN/m
Be end ri g12= 1.34 kN/m

Total weight of beam : G = 13.67 kN
Volume of concrete V = 0.55 m3
Surf. of formw. (3-sided) A = 12.35 m2

IMPOSED LOAD

[kN,m] load type: 1 = uniform load, 2 = point load at a
3 = single moment ati a, 4 = trapezoidal load from a
5 = triangular load about L

Fld	type	gle	qle	Dist.a	gri	qri	Leng.	fact.	ac. tog. Gr.	Gr.	POS
1	1	0.88	0.00					1.00	-	-	
1	1	0.00	1.00					1.00	5	-	
1	1	0.00	1.65					1.00	4	-	

ACTIONS:

Ew.	γQ	ψ0	ψ1	ψ2	N/A	name
1	1.50	0.70	0.50	0.30	1	N Wohnräume
4	1.50	0.60	0.50	0.00	0	W Windlasten
5	1.50	0.70	0.20	0.00	0	S Schneelasten

TENDONS

lay. No.	num-ber	area Ap [cm2]	distan. f.LE [cm]	prestres-sing [N/mm2]	<--- Isolations (rel. le. beg. beam) Number	to x1 [m]	from x2 --->
1	1	0.93	7.0	1075	0		

UNTENSIONED REINFORCEMENT:

Layer No.	num-ber	diam. [mm]	area [cm2]	distan. f.BE[cm]	(res.le.beg. beam) from XA [m]	to XE [m]
1	1	20.0	3.14	3.5	0.00	10.20
2	4	12.0	4.52	41.5	0.00	10.20

Prestressed Concrete Girder B8 01/2011/A Win 7 sheet 4

PROJECT: SN1 SUB: SN1
Name: Sekundarni krovni nosaè

Surface reinforcem. with analogy for DIN 4227-1/A1 (B0 < D0) :
Web (Z1A) AsS= 1.04 cm2/m (per side)
Top flange (Z1C) AsO= 0.00 cm2/m (Uwk= 1)
Edge bott. (Z1B) AsU= 0.00 cm2/m

Support width and distance support edge -
bAl= 0.20 m al= 0.10 m bAr= 0.20 m ar= 0.10 m

Useful height at support line (prefab.)
dAl= 0.41 m dAr= 0.41 m

For shear reinforcement not decisive ranges about support A and B:
xaRe= 0.51 m direct support (eff. depth)
xbLi= 0.51 m direct support (eff. depth)

Permissible deflection:
per ftot = L/ 250, per fincr= L/ 500
Cantilever left 0.0 cm 0.0 cm
Span 4.0 cm 2.0 cm
Cantilever right 0.0 cm 0.0 cm
Deflection due to creep considered
Tension stiffener: Member rigidity
rare Combination

RESULTS (summary)

Reaction forces (t = infinitely):
(kN, G:perm., Q:variable. ,V: Sum)

	<------char. value----->		<-Fund. comb. ->	
	G	min Q	max Q	min V	max V
A (left)	11.23	0.00	13.25	11.23	32.79
B (right)	11.23	0.00	13.25	11.23	32.79

Maximum bending moment in mounting (char. value):
MF = 60.87 kNm bei x = 5.10 m

Checks are not complied with:

Required shaer reinforcement:
Column A: asw= 1.41 cm2/m
Column B: asw= 1.41 cm2/m

Bursting reinforcementleft Laying length= 0.68 m
ab x= 0.00 m As = 0.61 cm2

Bursting reinforcementright Laying length= 0.68 m
from x= 10.20 m As = 0.61 cm2

Check of anchorage
necessary overhang left 13.36 cm
necessary overhang right 13.36 cm

Prestressed Concrete Girder B8 01/2011/A Win 7 sheet 5

PROJECT: SN1 SUB: SN1
Name: Sekundarni krovni nosaè

Overview crit. sections

Selected basic grid:
Ns = 10

Check size	Extreme val	Utilization	x[m]
Flexural cap. bottom	η = 1.27	0.79	5.10
Flexural capacity top	η = entf.	-----	0.00
Resisting tens force bot	η = entf.	-----	0.00
Resisting tens force top	η = entf.	-----	0.00
Prc.: Compr str rare LC	σc = -9.71 N/mm2	0.32	5.10
Prc.: Compr str q-pe LC	σc = -5.51 N/mm2	0.52	0.97
Prc.: Tens. str (bc)	σc = 8.82 N/mm2	Zu.II	5.10
Prc.: Tens. str (mc)	σc = 0.78 N/mm2	Zu.I	0.02
Tens. str. prestr. steel	σp,Sk = 1183 N/mm2	0.85	5.10
Tens. stress in reinforc.	σs = 154.6 N/mm2	0.39	5.10
Crack minAs+AsRob bottom	AsMin = 0.94 cm2	0.30	10.18
Crack minAs+AsRob top	AsMin = 2.19 cm2	0.48	10.18
Crack width bottom	wk = 0.08 mm	0.42	5.10
Crack width top	wk = entf.	-----	0.00
Deflection top	ft = -0.39 cm	0.10	4.53
Deflection bottom	fb = 0.03 cm	0.01	5.67
Increase-deflection(serv)	|df| = 0.22 cm	0.11	5.67
Prc.: Shear reinf (web)	asw = 1.41 cm2/m	1.00	9.59
Concrete strut capacity	η = 7.73	0.13	10.00

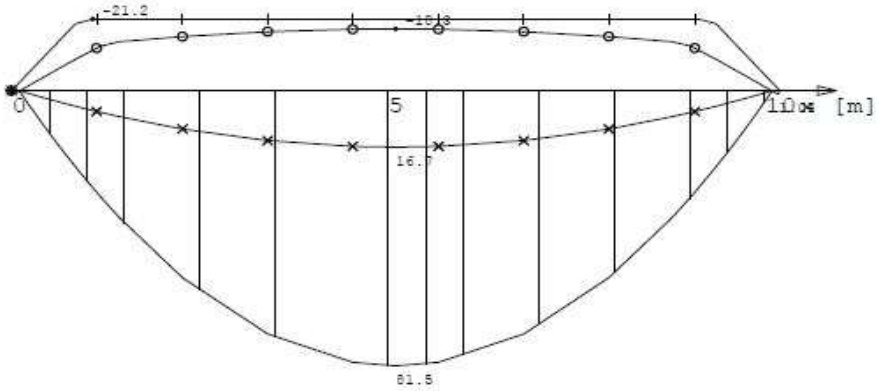
---- Check not required
**** Check not arranged
Prc.: Precast component Add.: cast-in-place addition
MC : Mounting condition BZ : Construction condition
AsRob:Robustness reinforcement

Prestressed Concrete Girder B8 01/2011/A Win 7 sheet 6

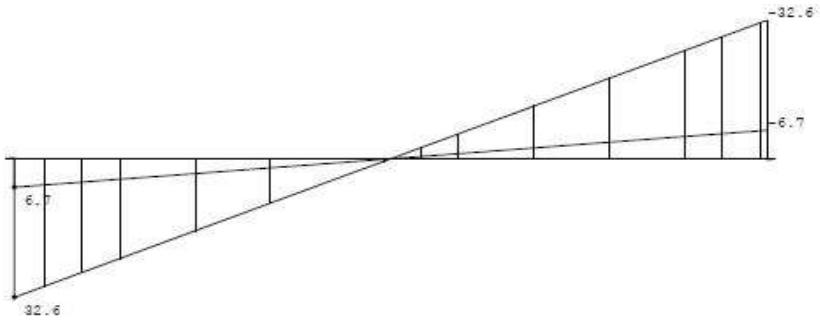
PROJECT: SN1 SUB: SN1
Name: Sekundarni krovni nosaè

Internal forces

——— max M from external loads
×——— min M from external loads
+——— Moment from prestressing, t= tA storage
o——— Moment from prestressing, t= tE use



shear force from external loads

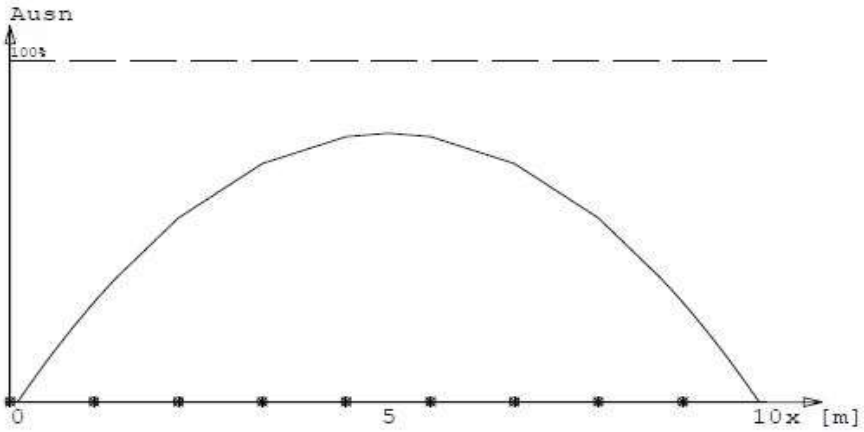


Prestressed Concrete Girder B8 01/2011/A Win 7 sheet 7

PROJECT: SN1 SUB: SN1
Name: Sekundarni krovni nosaè

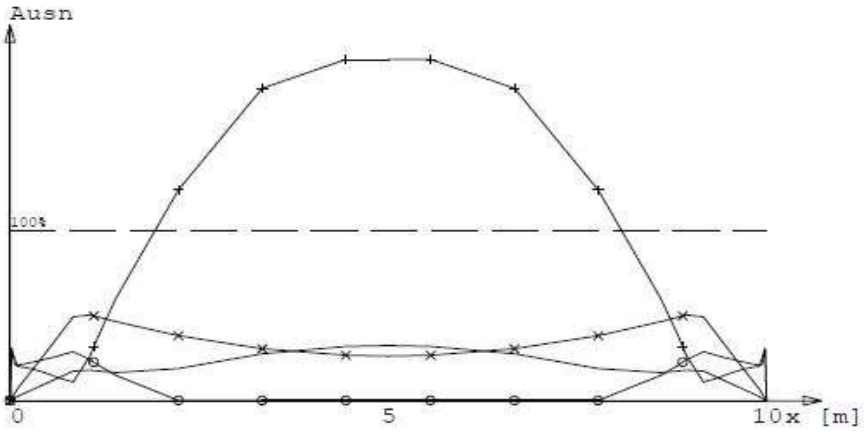
Failure safety

———	Flexural cap. bottom	η = 1.27	x= 5.10 m
×———	Flexural capacity top	η = entf.	x= 0.00 m
+———	Resisting tens force bot	η = entf.	x= 0.00 m
o———	Resisting tens force top	η = entf.	x= 0.00 m



Top-fibre stress precast component

———	Prc.: Compr str rare LC	σc = -9.71 N/mm2	x= 5.10 m
×———	Prc.: Compr str q-pe LC	σc = -5.51 N/mm2	x= 0.97 m
+———	Prc.: Tens. str (bc)	> 100% condition II, informative only	
o———	Prc.: Tens. str (mc)	> 100% condition II, informative only	

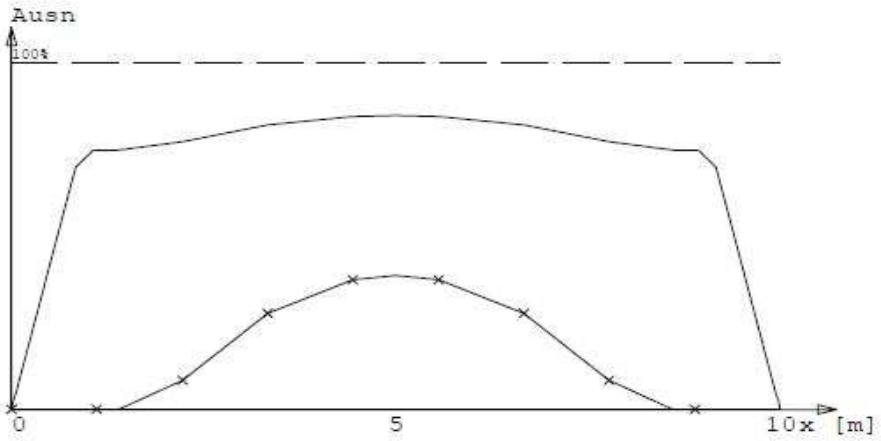


Prestressed Concrete Girder B8 01/2011/A Win 7 sheet 8

PROJECT: SN1 SUB: SN1
Name: Sekundarni krovni nosaè

Tensile stress

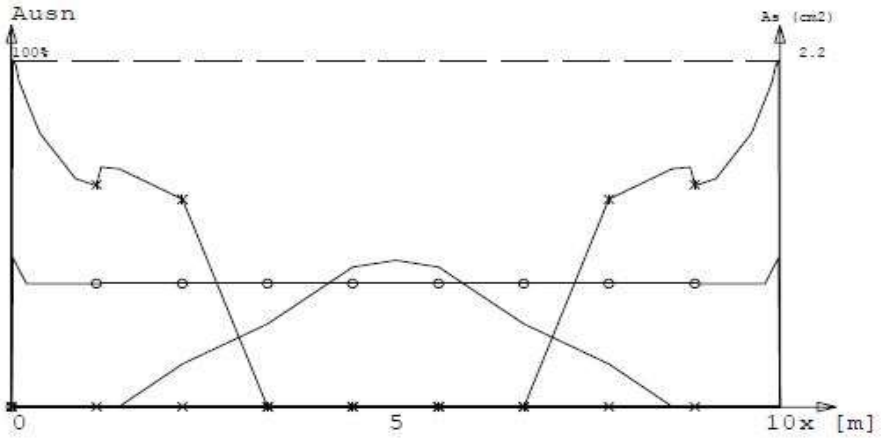
Tens. str. prestr. steel σp,Sk = 1183 N/mm2 x= 5.10 m
Tens. stress in reinforc. σs = 154.6 N/mm2 x= 5.10 m



Limitation of cracks

Crack width bottom wk = 0.08 mm x= 5.10 m
Crack width top wk = entf. x= 0.00 m

Crack minAs+AsRob bottom AsMin = 0.94 cm2 x=10.18 m
Crack minAs+AsRob top AsMin = 2.19 cm2 x=10.18 m

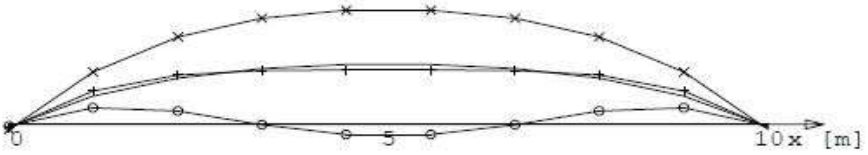


Prestressed Concrete Girder B8 01/2011/A Win 7 sheet 9

PROJECT: SN1 SUB: SN1
Name: Sekundarni krovni nosaè

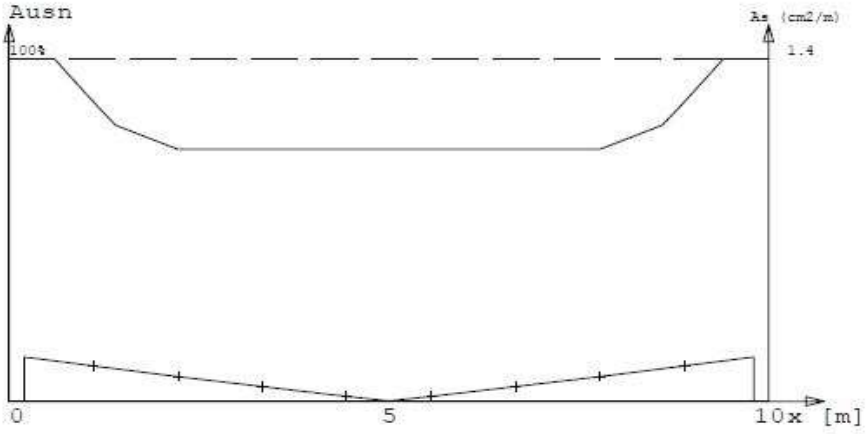
Deflections

Deflection	t=tA storage	−0.20 cm
Deflection	t=tE storage	−0.39 cm
Deflection	t=tA use	−0.18 cm
Deflection	t=tE use	−0.06 cm



Shear covering

Prc.: Shear reinf (web)	asw = 1.41 cm2/m	x= 9.59 m
Concrete strut capacity	η = 7.73	x=10.00 m



Prestressed Concrete Girder B8 01/2011/A Win 7 sheet 10

PROJECT: SN1 SUB: SN1
Name: Sekundarni krovni nosaè

Sect. max. bending mom. x = 5.10 m f.beam beg.

INTERNAL FORCES FROM EXTERNAL LOADING:

Maximum moment : [kNm]
LEw: dominant variable action (leading action)

Creep period	Fund. act.	rare Combination	frequ. Combination	q.-perm. Combination
storage	22.60	16.74	16.74	16.74
utilisation	81.52	57.12	38.06	27.74
Lac	4	4	4	-

Minimum moment : [kNm]

Creep period	Fund. act.	rare Combination	frequ. Combination	q.-perm. Combination
storage	16.74	16.74	16.74	16.74
utilisation	27.74	27.74	27.74	27.74
Lac	-	-	-	-

Maximum shear force: [kN]

Creep period	Lead Fund.
storage	0.00
utilisation	0.00
Lac	-

EFFECTIVE TENDONS

Layer No.	Number	Area Ap [cm2]	Distance v.UK [cm]	Prestress t=t0 max [N/mm2]	Prestress t=t0 min [N/mm2]	tens. force max [kN]	tens. force min [kN]
1	1	0.93	7.0	1066	1066	100	100

UNTEN. REINFORCMENT

Layer No.	Dist.	Diameter [mm]	Area [cm2]	Distance v.UK [cm]
1	1	20.00	3.14	3.5
2	4	12.00	4.52	41.5

CROSS SECTION VALUES

No.	W [cm]	H [cm]	(layers from top to bottom)
1	30.0	0.0	
2	30.0	8.0	
3	8.0	8.0	
4	8.0	45.0	

Prestressed Concrete Girder B8 01/2011/A Win 7 sheet 11

PROJECT: SN1 SUB: SN1
Name: Sekundarni krovni nosaè

	Beam cross section Brutto	effect.
Area in m2	0.0536	0.0574
Moment of inertia in m4	0.001021	0.001188
Centroid from bottom in m	0.2857	0.2827

CREEP COEFFICIENT AND SHRINKAGE STRAIN

L.	Period	α	t0TA	ßt0	t0T	tT	ßH	ßtt0	φRH	ßfcm	φ
1	Storag.	PcC 0	3.0	0.74	3.0	180.0	361.8	0.72	1.72	2.21	2.02
2	Use	PcC 0	3.0	0.74	180.0	26000.0	357.2	0.28	2.20	2.21	1.00

L.	A[m2]	u[m]	h0[mm]	ßt0ts	ßtts	ßRH	ßsc	εfcm	ε
1	0.054	1.50	71.5	0.000	0.705	-1.018	5	320	-2.30e-004
2	0.054	1.50	71.5	0.705	0.997	-1.356	5	320	-1.26e-004

PRESTR. STEEL, LOSSES DUE TO CREEPING, SHRINKING AND RELAXATION:

(condition in formwork, aver. value at end of creep section)

Layer No.	Storag. σp,csr1 [N/mm2]	Use σp,csr2 [N/mm2]
1	-69.60	-33.66

TENS. STRESS IN REINF. D. T. CREEPING, SHRINKING A. RELAXATION:

(condition in formwork, aver. value at end of creep section)

Layer No.	Storag. σs,csr1 [N/mm2]	Use σs,csr2 [N/mm2]
1	-62.03	-17.28
2	-54.72	-33.88

INTERNAL FORCES FROM PRESTRESS (tB=Beg.,tE=End creep period)

Creep period	<----Npm0,t-----> tB [kN]	tE [kN]	<-----Mpm0,t-----> tB [kNm]	tE [kNm]
Storag.	-99.54	-48.80	-21.17	-18.24
Use	-48.80	-24.90	-18.24	-18.25

BENDING with NORMAL FORCE ULS

L.	Creep period tA:Beg. tE:End	eff. layer Cross-sect.	Tens-zone	lever-arm(cm)	MRd (kNm)	Msd (kNm)	η (>1.0)
1	tE storage	P	top	37.9	77.2	Msd < 0	n/a
2	tE storage	P	bott.	38.7	103.2	22.6	4.57
3	tE utilisation	P	top	37.9	77.5	Msd < 0	n/a
4	tE utilisation	P	bott.	38.6	103.5	81.5	1.27

Prestressed Concrete Girder B8 01/2011/A Win 7 sheet 12

PROJECT: SN1 SUB: SN1
Name: Sekundarni krovni nosaè

Interim results :

L	Bn	St (o/oo)	zone (cm)	Ap (cm2)	As (cm2)	PrSt (kN)	Bst (kN)	Bn (kN)	PrSt (kN)	Rein (kN)
	ε--->	comp.-	<steel ten.>			<-tens. f.->		<---compr. fo.--->		
1	3.50	13.60	8.49	0.00	4.52	0	197	156	-93	128
2	2.09	20.00	3.92	0.93	3.14	136	137	227	0	45
3	3.50	13.60	8.49	0.00	4.52	0	197	156	-89	128
4	2.02	20.00	3.81	0.93	3.14	136	137	217	0	57

SHEAR RESISTANCE

Design value shear force

L.	Creep period tB:Beg. tE:End	Com-bin.	V0d [kN]	Myd [kNm]	dV [kN]	dV from
1	tB storage	Gc QMax	0.0	22.6	0.0	-------
2	tE storage	Gc QMax	0.0	22.6	0.0	-------
3	tB utilisation	Gc QMax	0.0	37.5	0.0	-------
4	tE utilisation	Gc QMax	0.0	37.5	0.0	-------

effective cross section

L.	eff. QS+ZZ	bw [cm]	d [cm]	zII [cm]	Aci [cm2]	As2 [cm2]	Asl [cm2]
1	P u	8.0	41.5	38.7	574.0	4.52	3.14
2	P u	8.0	41.5	38.7	574.0	4.52	3.14
3	P u	8.0	41.5	38.6	574.0	4.52	3.14
4	P u	8.0	41.5	38.6	574.0	4.52	3.14

Shear resistance concrete

L.	ν	τrd [N/mm2]	σcp [N/mm2]	k	Roh l	VRd1 [kN]	effVsd [kN]	Vwd [kN]
1	0.50	0.33	1.56	1.2	0.0095	28.4	0.0	-28.4
2	0.50	0.33	0.77	1.2	0.0095	24.4	0.0	-24.4
3	0.50	0.33	0.77	1.2	0.0095	24.4	0.0	-24.4
4	0.50	0.33	0.39	1.2	0.0095	22.5	0.0	-22.5

Shear design

L.	me-thod	Vsd [kN]	Vsd,Red [kN]	Cot.-ϵ	Max. asw [cm2/m]	Vers. dec. [cm]	<-Nw.com. st.-> k Nsd2	VRd2 [kN]
1	Min	0.00	0.00		1.04	20.8	1.0	258.1
2	Min	0.00	0.00		1.04	20.8	1.0	258.1
3	Min	0.00	0.00		1.04	20.8	1.0	257.6
4	Min	0.00	0.00		1.04	20.8	1.0	257.6

CONTROL OF CRACKING IN SLS

perm. cracking: wk < 0.20 mm
Decompression : xp > 25 mm (xp: distance tendon - tension zone)

L.	Tab1 Creep period tB:Beg/tE:End	Eff. Shear sect.	layer Ten. zone	rsup/ rinf	max. σs [N/mm2]	max. σr [N/mm2]	wk [mm]	Dec. xp [mm]
1	tE storage	P	top	1.10	no tens. in TZ			< 0*

Prestressed Concrete Girder B8 01/2011/A Win 7 sheet 13

PROJECT: SN1 SUB: SN1
Name: Sekundarni krovni nosaè

CONTROL OF CRACKING IN SLS

perm. cracking: wk < 0.20 mm
Decompression : xp > 25 mm (xp: distance tendon - tension zone)

Tab1 L.	Creep period tB:Beg/tE:End	Eff. layer Shear sect.	Ten. zone	rsup/ rinf	max. σs [N/mm2]	max. σr [N/mm2]	wk [mm]	Dec. xp [mm]
2	tE storage	P	bott.	0.90	no tens. in TZ			< 0*
3	tE utilisation	P	top	1.10	no tens. in TZ			< 0*
4	tE utilisation	P	bott.	0.90	122.89	103.96	0.08	< 0*

Zl.	<-Frequent LC-> Nges [kN]	Mges [kNm]	<---Cond.I----> max σ [N/mm2]	X0I [cm]	<------Cond.II------> Eceff	εc [o/oo]	X0II [cm]
1	-53.7	-3.3	-0.5	61.8			
2	-43.9	0.3	-0.7	291.1			
3	-27.4	7.7	-1.6	24.1			
4	-22.4	21.6	4.8	18.9	Ecm	-0.15	7.94

Zl.	<Crack int. f.> Nges [kN]	Mges [kNm]	<---Cond.I----> max σ [N/mm2]	X0I [cm]	<------Cond.II------> Eceff	εc [o/oo]	X0II [cm]
4	-22.4	18.7	4.1	19.2	Ecm	-0.13	8.15

self-equ.str. ign.-> k = 1.0
Load stress -> ß = 1.7
High bond bars -> ß1 = 1.0
Sustainded loadings >ß2 = 0.5

Tab2 L.	heff [cm]	As,eff [cm2]	ξ0	Ap,eff [cm2]	Ac,eff [cm2]	Σ(K1*D) /n	K2	Fac
4	10.76	3.14	0.78	0.72	86.04	16.00	0.85	0.36

Minimum reinforcement for crack control:

L.	Creep period tB:Beg/tE:End	Eff. layer Shear sect.	Ten. zone	rsup rinf	rare.LC σbt [N/mm2]	req.As [cm2]	ex.As [cm2]
1	tE storage	P	top	1.10	-0.47 < 0		no check
2	tE storage	P	bott.	0.90	-0.69 < 0		no check
3	tE utilisation	P	top	1.10	-1.56 < 0		no check
4	tE utilisation	P	bott.	0.90	9.29	0.25	3.14

Prestressed Concrete Girder B8 01/2011/A Win 7 sheet 14

PROJECT: SN1 SUB: SN1
Name: Sekundarni krovni nosaè

L.	D [mm]	σs [N/mm2]	x0IZ [cm]	k	v.Ap [cm2]	ξ1	<-- Web ---> Act [cm2]	kc	<--- Flange----> Act [cm2]	k2	kc
4	20	209.7	25.8	0.89	0.9	0.88	206	0.37	--no flange--		

Reinforcem. for robustness in pre-com. tens. zone
Wbu = 0.0036 m3 fctm = 4.07 N/mm2
Crack mom. Mcr = 14.55 kNm Zs = 37.35 cm
req. As = 0.78 cm2 exis.As = 3.14 cm2

STRESS CHECKS for GZG:

Concrete stresses due t. prestress, creep, shrinkage a. relax.

L.	Stress (condition I) due to	Precast comp. top N/mm2	bottom N/mm2
1	Pst rel. anch.	1.25	-6.77
2	ksr storage	0.47	1.58
3	ksr use	0.42	0.41

Tab. Compr stresses of concrete (Sk= rare LC, Qk= q.-permanent LC)

Zl.	creep period tB:Beg./tE:End	eff. Msd : Quer-	Precast comp. Max=+ N/mm2	Sk N/mm2	Qk
1	tB storage	F	--	-2.79	-2.79
2	tE storage	F	--	-1.21	-1.21
3	tB utilisation	F	++	-9.71	-2.69
4	tE utilisation	F	+-	-9.41	-2.50

Tab. Steel- a. tension stresses of concrete(rare LC)

Zl.	creep period tB:Beg./tE:End	eff. Msd : Quer-	max. Max=+ [N/mm2]	max. σp [N/mm2]	Fbt. σs [N/mm2]	σt [N/mm2]
1	tB storage	F	-+-	+1052.4	+0.0	+0.00
2	tE storage	F	-+-	+990.2	+0.0	+0.00
3	tB utilisation	F	++-	+1182.6	+151.7	+1.41
4	tE utilisation	F	++-	+1167.1	+154.6	+0.00

CHECK LATERAL BUCKLING (acc. to STIGLAT)

Prestressed Concrete Girder B8 01/2011/A Win 7 sheet 15

PROJECT: SN1 SUB: SN1
Name: Sekundarni krovni nosaè

CHECK LATERAL BUCKLING (acc. to STIGLAT)

Safety lateral buckling for mounting state η = 4.79 > 2.00
Design overturning moment: 291.59 KNm
Available moment : 60.87 kNm without prestressing
Combination of characteristic values

Interim values acc. to 'Beton- und Stahlbetonbau' 1985, H. 9,10,11

Eb	= 36773.3 N/mm2	Gb	= 14709.3 N/mm2	It, Iy aver-	
It	=5.8e-005 m4	Iy	=2.0e-004 m4	aged n. Rafla	
Ix	=1.0e-003 m4	Ak	= 7.6 MN2m4	(It 60% as Z.II)	
hc	= 0.410 m	β1	= 0.000	β2	= 0.004
k1	= 3.540	k2	= 1.000	k3	= 0.918
Mk	= 897.6 kNm	Wxo	= 0.0062 m3	at x	= 5.10 m
σB	= 144.3 N/mm2	σT	= 46.9 N/mm2	λV	= 50.1

(σT acc. Gl.4.2 calculated !)

ANCHORAGE BY BOND (about the left bearing)

Anchorage length acc. to BK96, p1, p. 647, v. 6.4:
l = 1.43 m

Max. top-fibre tens. stress in ULS at x2=l:
Pct.: σX = 5.13 N/mm2 > 2.85 N/mm2 (fct;0.05)

Anchorage acc.to EC2, p1, 4.2.3.5.6 (9):
Fsd = 17.58 kN (anch. tensile force=al/d *Vsd(x1= 0.30 m))
Ap = 0.93 cm2 (cross section of effective lower tendons)
2/3*l1 = 13.36 cm (requ. outstand about leading edge bearing)

Bearing stress w. length of bear.= 2/3*l1:
SC = 6.14 N/mm2 <= fcd = 33.33 N/mm2

ANCHORAGE BY BOND (about theright bearing)

Anchorage length acc. to BK96, p1, p. 647, v. 6.4:
l = 1.43 m

Max. top-fibre tens. stress in ULS at x2=l:
Pct.: σX = 5.13 N/mm2 > 2.85 N/mm2 (fct;0.05)

Anchorage acc.to EC2, p1, 4.2.3.5.6 (9):
Fsd = 17.58 kN (anch. tensile force=al/d *Vsd(x1= 9.70 m))
Ap = 0.93 cm2 (cross section of effective lower tendons)
2/3*l1 = 13.36 cm (requ. outstand about leading edge bearing)

Bearing stress w. length of bear.= 2/3*l1:
SC = 6.14 N/mm2 <= fcd = 33.33 N/mm2

BURSTING REINFORCEMENT at beginning of beam

< Transfer zone > No.	from (fr. out. edge) [m]	to [m]	<-- Section about last effective layer --> dist. LEBe. [cm]	Increase conc. [MN]	pre.st. [MN]	shear force [MN]	factor (inter- pol.)	req.As [cm2]
1	0.00	1.09	8.00	-0.04	0.10	0.06	0.39	0.61

Prestressed Concrete Girder B8 01/2011/A Win 7 sheet 16

PROJECT: SN1 SUB: SN1
Name: Sekundarni krovni nosaè

BURSTING REINFORCEMENT at beginning of beam

No.	< Transfer zone > from (fr. out. edge) [m]	to [m]	<-- Section about last effective layer --> dist. LEBe. [cm]	Increase conc. pre.st. [MN]	shear [MN]	factor (inter-pol.)	req.As [cm2]

red. dispersion length indented wire w.o. strand 3/4*e= 0.68 m

The bursting reinforcement must be arranged in zone of reduced dispersion length.

BURSTING REINFORCEMENT at end of beam

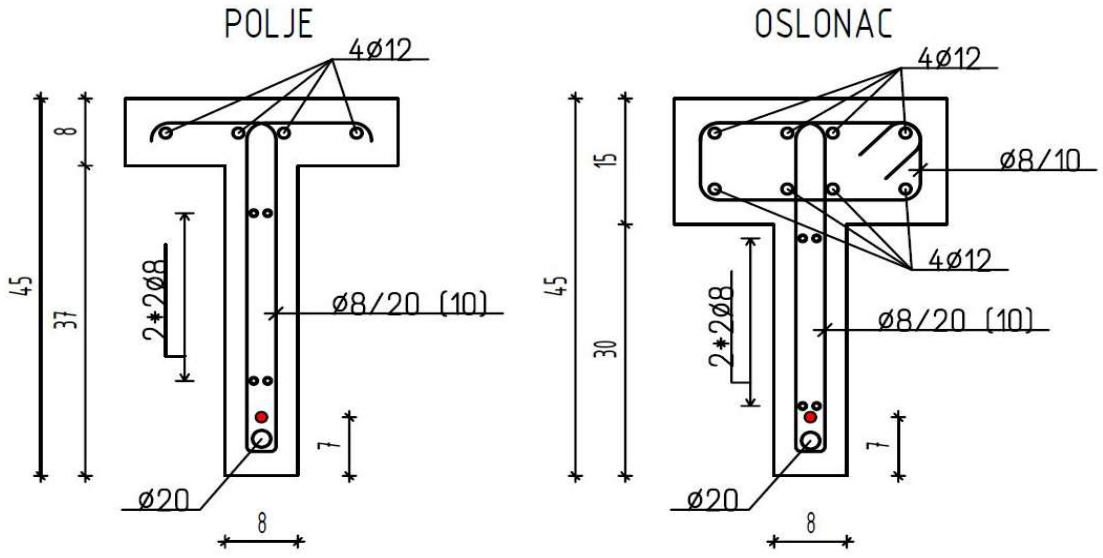
No.	< Transfer zone > from (fr. out. edge) [m]	to [m]	<-- Section about last effective layer --> dist. LEBe. [cm]	Increase conc. pre.st. [MN]	shear [MN]	factor (inter-pol.)	req.As [cm2]
1	10.20	9.11	8.00	-0.04	0.10	0.06	0.39	0.61

red. dispersion length indented wire w.o. strand 3/4*e= 0.68 m

The bursting reinforcement must be arranged in zone of reduced dispersion length.

Elongation: No results exist

SEKUNDARNI KROVNI NOSAČ - SN



Beton: C 50/60
Armatura: B 500B
Užad za prednaprezanje: 0,5''(Ø 12,5 mm), St 1670/1860
Sila prednaprezanja: 100 kN/uže
Broj užadi: 1

5.2. PRORAČUN RUBNIH KROVNIH GREDA

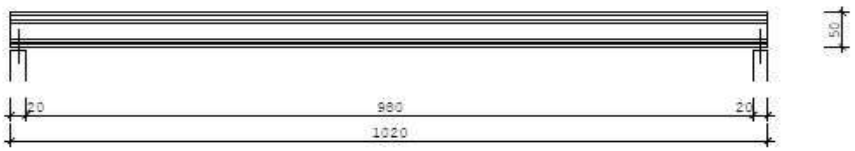
Opterećenje na sekundarne krovne nosače dolazi od djelovanja dodatnog stalnog opterećenja, snijega i vjetra

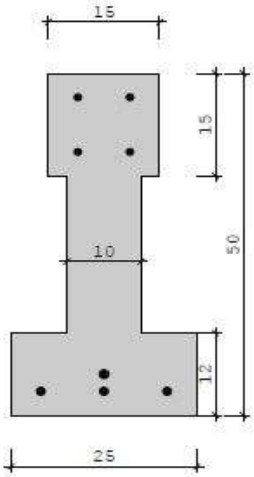
Sudjelujuća širina:	e=	**125**	cm
Dodatno stalno opterećenje:	Δg=	0,35	kN/m^2
za pripadnu sudjelujuću širinu:	**g_{lin}=**	**0,44**	**kN/m'**
Opterećenje vjetrom - pritiskajuće (područje J mjerodavno):	w=	0,66	kN/m^2
za pripadnu sudjelujuću širinu	**w_{lin}=**	**0,83**	**kN/m'**
Opterećenje snijegom:	s=	0,40	kN/m^2
za pripadnu sudjelujuću širinu	**s_{lin}=**	**0,50**	**kN/m'**
Statička dužina elementa:	L=	1000,00	cm
Sudjelujuća širina za bočno djelovanje vjetra:	e=	**250**	cm
Opterećenje vjetrom - pritiskajuće (područje A mjerodavno):	w=	1,99	kN/m^2
za pripadnu sudjelujuću širinu	**w_{lin}=**	**4,98**	**kN/m'**

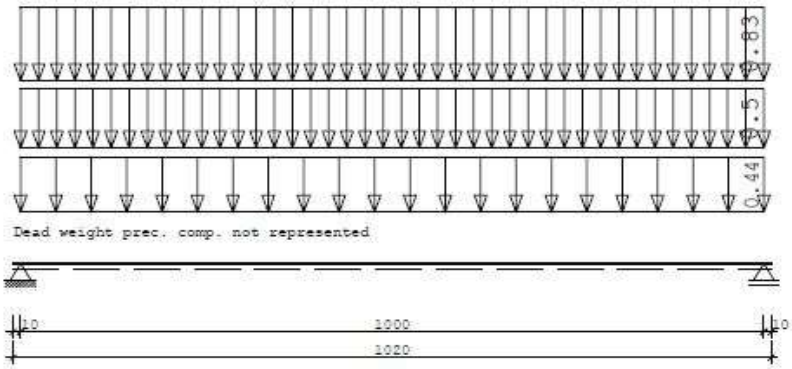
Proračun je proveden u programu Frilo - B8 Prestressed concrete girder
Proračun se provodi za unutrašnju polovicu poprečnog presjeka koja je nosiva za vertikalno opterećenje.
Druga polovica poprečnog presjeka se armira na isti način

Prestressed Concrete Girder B8 01/2011/A Win 7 sheet 1

PROJECT: SN1 SUB: OG







Parallel flange beam nach EC2 T.1, 1-3 und DAfStb Rili

SYSTEM GEOMETRY:

Total length L = 10.20 m
Effective span L1 = 10.00 m
Outstand left L0 = 0.10 m
right L2 = 0.10 m
Heigth of beam :
H2 = 50.0 cm
Relation eff.span to height of beam:
L1/H2 = 20.00

Prestressed Concrete Girder B8 01/2011/A Win 7 sheet 2

PROJECT: SN1 SUB: OG

CROSS-SECTION PREFABRICATED: :

Layer of cross-section from top to bottom No.	Width [cm]	Dist. [cm]	A [cm2]
1	15.0	0.0	
2	15.0	15.0	225.0
3	10.0	15.0	0.0
4	10.0	38.0	230.0
5	25.0	38.0	0.0
6	25.0	50.0	300.0

Beg.of web (from top) = 15.0 cm
End of web (from top) = 38.0 cm

PRESTRESSING STEEL:

Make : SpSt 1670/1860
strand intented Ap = 0.934 cm2Per tendon
Relaxation class Rlx = 2
E-module Ep = 195000 N/mm2
0.1% proof stress fp0,1k= 1670 N/mm2
Tensile strength fpk = 1860 N/mm2

Partial safety factor :
Fund. combinat. γs = 1.15
Accidental comb. γs = 1.00
Coeff. prestress (char.-value):
upper rsup = 1.10
lower rinf = 0.90

Transmiss. length lbp = 0.88 m
Disturbing length (equ. to height of cross-section)
s = 0.50 m
Dispersion length:
lpeff,max = 1.17 m lpeff,min = 0.86 m

Permitted stress in formwork:
0.90 * fp0.1k= 1503.0 N/mm2
0.80 * fpk = 1488.0 N/mm2 (decesive)
permitted stresses after release of anchorage:
0.85 * fp0.1k= 1419.5 N/mm2
0.75 * fpk = 1395.0 N/mm2 (decesive)
Permitted stresses in SLS :
0.75 * fp0.1k= 1395.0 N/mm2
Factor for allowance at control of cracking:
ξ = 0.60

REINFORCING STEEL:

		Long. reinforce BSt 500 S	Stirrup reinforcedb= 8 mm BSt 500 S	
E-module	Es	200000	200000	N/mm2
Yield strain	fyk	500	500	N/mm2
Tensile strength	ftk	500	500	N/mm2
Partial safety factor :				
Fund. combinat.	γs	1.15	1.15	
Permitted stresses in SLS :				
0.80 * fyk		400.0	400.0	N/mm2

Prestressed Concrete Girder B8 01/2011/A Win 7 sheet 3

PROJECT: SN1 SUB: OG

CONCRETE:

		Prefabricated C50/60	
	fck	50.00	N/mm2
	fctm	4.07	N/mm2
unit weight	γ	25.00	kN/m3
coeff. E-module	Ae	1.00	
E-module	Ecm	36773	N/mm2
G-modue	Gcm	14709	N/mm2
Partial safety factor :			
Fund. combin.	γc	1.50	
accidental comb.	γc	1.30	
Permitted stresses in SLS :			
rare load c. per.	σc	-30.00	N/mm2
quasi-pe.LC zul.	σc	-22.50	N/mm2

EVIRONMENTAL CONDITIONS:

acc.to EC2, tab. 4.1, exposure cl. 1
-> perm. crack width wk = 0.2 mm
->Check of decompression not required

CREEP COEFFICIENT AND SHRINKAGE STRAIN:

Cement slowly hardening (S)
ρ = 0.8 (Aging coefficient)

Creep period	t0 Days	LF [%]	tT1 days	T1 [øC]	tT2 days	T2 [øC]	tT3 days	T3 [øC]
Storage	3	70						
Use prec. c.	180	50						

L.	Period	α	t0TA	ßt0	t0T	tT	ßH	ßtt0	φRH	ßfcm	φ
1	Storag.PcC-1	1.2	0.88	3.0	180.0	397.7	0.70	1.66	2.21		2.27
2	Use PcC-1	1.2	0.88	180.0	26000.0	391.6	0.29	2.10	2.21		1.19

L.	A[m2]	u[m]	h0[mm]	ßt0ts	ßtts	ßRH	ßsc	εfcm	ε
1	0.075	1.60	94.4	0.000	0.602	-1.018	4	288	-1.76e-004
2	0.075	1.60	94.4	0.602	0.994	-1.356	4	288	-1.53e-004

DEAD LOAD

Be.beg. left g11= 1.89 kN/m
Be end ri g12= 1.89 kN/m

Total weight of beam : G = 19.25 kN
Volume of concrete V = 0.77 m3
Surf. of formw. (3-sided) A = 14.94 m2

IMPOSED LOAD

[kN,m] load type: 1 = uniform load, 2 = point load at a
3 = single moment ati a, 4 = trapezoidal load from a
5 = triangular load about L ac. tog.

Fld	type	gle	qle	Dist.a	gri	qri	Leng.	fact.	Gr.	Gr.	POS

Prestressed Concrete Girder B8 01/2011/A Win 7 sheet 4

PROJECT: SN1 SUB: OG

[kN,m] load type: 1 = uniform load, 2 = point load at a
3 = single moment ati a, 4 = trapezoidal load from a
5 = triangular load about L ac. tog.

Fld	type	gle	qle	Dist.a	gri	qri	Leng.	fact.	Gr.	Gr.	POS
1	1	0.44	0.00					1.00	-	-	
1	1	0.00	0.50					1.00	5	-	
1	1	0.00	0.83					1.00	4	-	

ACTIONS:

Ew.	γQ	ψ0	ψ1	ψ2	N/A	name
1	1.50	0.70	0.50	0.30	1	N Wohnräume
4	1.50	0.60	0.50	0.00	0	W Windlasten
5	1.50	0.70	0.20	0.00	0	S Schneelasten

TENDONS

lay. No.	num-ber	area Ap [cm2]	distan. f.LE [cm]	prestres-sing [N/mm2]	<--- Isolations (rel. le. beg. beam) Number to x1 [m]	from x2 --->
1	1	0.93	6.0	1075	0	

UNTENSIONED REINFORCEMENT:

Layer No.	num-ber	diam. [mm]	area [cm2]	distan. f.BE[cm]	(res.le.beg. beam) from XA [m]	to XE [m]
1	3	12.0	3.39	3.5	0.00	10.20
2	2	10.0	1.57	46.5	0.00	10.20
3	2	10.0	1.57	38.5	0.00	10.20

Surface reinforcem. with analogy for DIN 4227-1/A1 (B0 < D0) :
Web (Z1A) AsS= 1.30 cm2/m (per side)
Top flange (Z1C) AsO= 0.00 cm2/m (Uwk= 1)
Bo. flange (Z1C) AsU= 0.00 cm2/m (Uwk= 1)

Support width and distance support edge -
bAl= 0.20 m al= 0.10 m bAr= 0.20 m ar= 0.10 m

Useful height at support line (prefab.)
dAl= 0.46 m dAr= 0.46 m

For shear reinforcement not decisive ranges about support A and B:
xaRe= 0.56 m direct support (eff. depth)
xbLi= 0.56 m direct support (eff. depth)

Permissible deflection:
per ftot = L/ 250, per fincr= L/ 500
Cantilever left 0.0 cm 0.0 cm
Span 4.0 cm 2.0 cm
Cantilever right 0.0 cm 0.0 cm
Deflection due to creep considered
Tension stiffener: Member rigidity
rare Combination

Prestressed Concrete Girder B8 01/2011/A Win 7 sheet 5

PROJECT: SN1 SUB: OG

RESULTS (summary)

Reaction forces (t = infinitely):
(kN, G:perm., Q:variable. ,V: Sum)

	<------char. value-----> G	min Q	max Q	<-Fund. comb. -> min V	max V
A (left)	11.83	0.00	6.65	11.83	24.82
B (right)	11.83	0.00	6.65	11.83	24.82

Maximum bending moment in mounting (char. value):
MF = 45.71 kNm bei x = 5.10 m

Required shaer reinforcement:
Column A: asw= 1.30 cm2/m
Column B: asw= 1.30 cm2/m

Bursting reinforcementleft Laying length= 0.65 m
ab x= 0.00 m As = 0.52 cm2

Bursting reinforcementright Laying length= 0.65 m
from x= 10.20 m As = 0.52 cm2

Check of anchorage
necessary overhang left 0.00 cm
necessary overhang right 0.00 cm

Prestressed Concrete Girder B8 01/2011/A Win 7 sheet 6

PROJECT: SN1 SUB: OG

Overview crit. sections

Selected basic grid:
Ns = 10

Check size	Extreme val	Utilization	x[m]
Flexural cap. bottom	η = 2.01	0.50	5.10
Flexural capacity top	η = entf.	-----	0.00
Resisting tens force bot	η = entf.	-----	0.00
Resisting tens force top	η = entf.	-----	0.00
Prc.: Compr str rare LC	σc = -4.55 N/mm2	0.15	5.10
Prc.: Compr str q-pe LC	σc = -2.29 N/mm2	0.19	5.10
Prc.: Tens. str (bc)	σc = 2.44 N/mm2	Zu.I	5.10
Prc.: Tens. str (mc)	σc = 0.34 N/mm2	Zu.I	0.10
Tens. str. prestr. steel σp,Sk	= 1062 N/mm2	0.76	5.10
Tens. stress in reinforc.	σs = 0.41 N/mm2	0.00	0.10
Crack minAs+AsRob bottom	AsMin = 1.66 cm2	0.49	0.05
Crack minAs+AsRob top	AsMin = 1.73 cm2	0.55	0.05
Crack width bottom	wk = entf.	-----	0.00
Crack width top	wk = entf.	-----	0.00
Deflection top	ft = -0.01 cm	0.00	10.20
Deflection bottom	fb = 0.40 cm	0.10	5.67
Increase-deflection(serv)	|df| = 0.14 cm	0.07	5.67
Prc.: Shear reinf (web)	asw = 1.30 cm2/m	1.00	0.66
Concrete strut capacity	η = 12.91	0.08	10.00

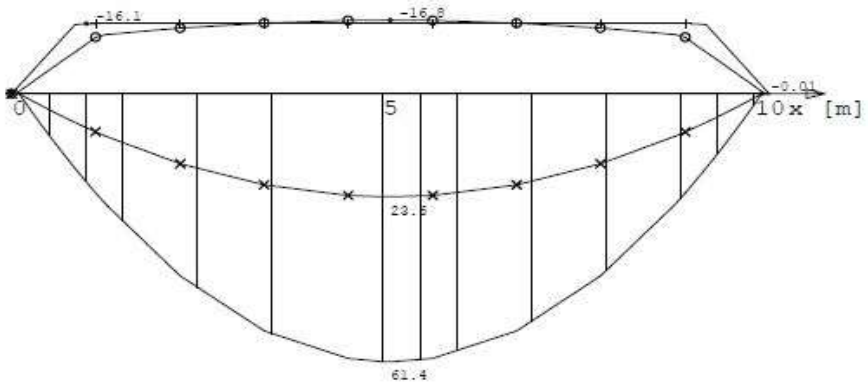
---- Check not required
**** Check not arranged
Prc.: Precast component Add.: cast-in-place addition
MC : Mounting condition BZ : Construction condition
AsRob:Robustness reinforcement

Prestressed Concrete Girder B8 01/2011/A Win 7 sheet 7

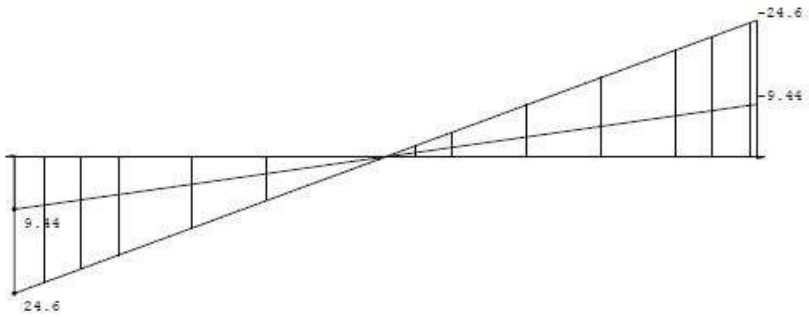
PROJECT: SN1 SUB: OG

Internal forces

max M from external loads
min M from external loads
Moment from prestressing, t= tA storage
Moment from prestressing, t= tE use



shear force from external loads

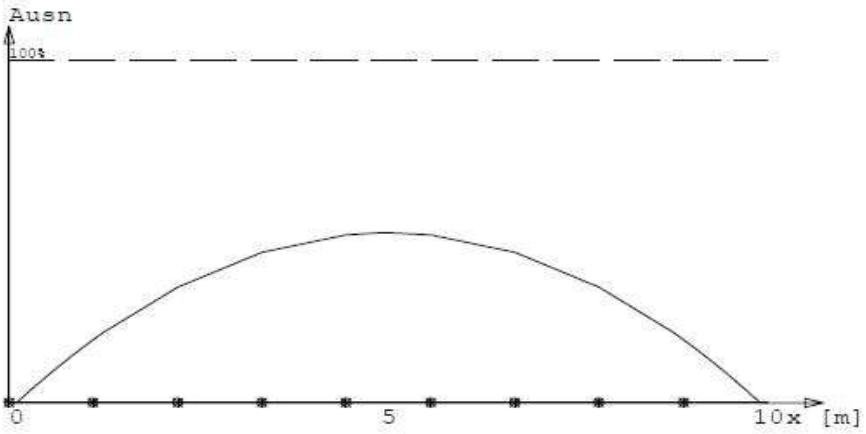


Prestressed Concrete Girder B8 01/2011/A Win 7 sheet 8

PROJECT: SN1 SUB: OG

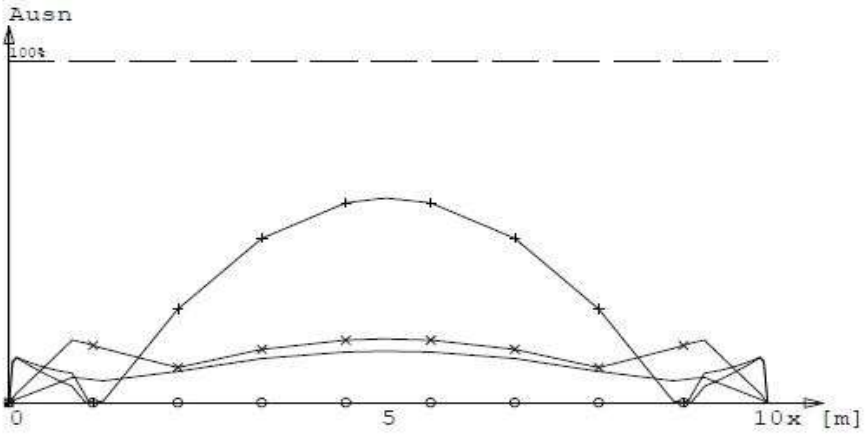
Failure safety

———	Flexural cap. bottom	η = 2.01	x= 5.10 m
×———	Flexural capacity top	η = entf.	x= 0.00 m
+———	Resisting tens force bot	η = entf.	x= 0.00 m
o———	Resisting tens force top	η = entf.	x= 0.00 m



Top-fibre stress precast component

———	Prc.: Compr str rare LC	σc = -4.55 N/mm2	x= 5.10 m
×———	Prc.: Compr str q-pe LC	σc = -2.29 N/mm2	x= 5.10 m
+———	Prc.: Tens. str (bc)	> 100% condition II, informative only	
o———	Prc.: Tens. str (mc)	> 100% condition II, informative only	

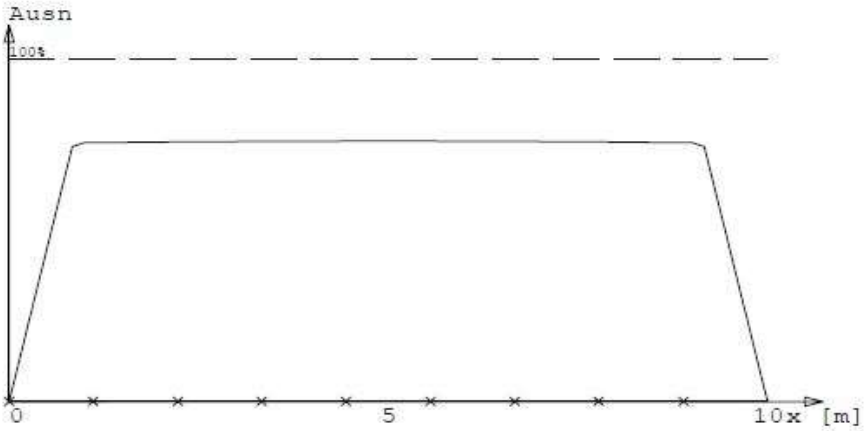


Prestressed Concrete Girder B8 01/2011/A Win 7 sheet 9

PROJECT: SN1 SUB: OG

Tensile stress

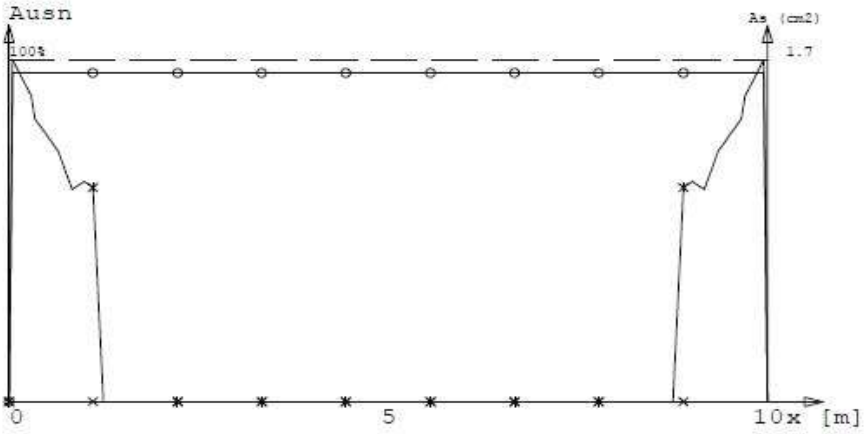
Tens. str. prestr. steel σp,Sk = 1062 N/mm2 x= 5.10 m
Tens. stress in reinforc. σs = 0.41 N/mm2 x= 0.10 m



Limitation of cracks

Crack width bottom wk = entf. x= 0.00 m
Crack width top wk = entf. x= 0.00 m

Crack minAs+AsRob bottom AsMin = 1.66 cm2 x= 0.05 m
Crack minAs+AsRob top AsMin = 1.73 cm2 x= 0.05 m

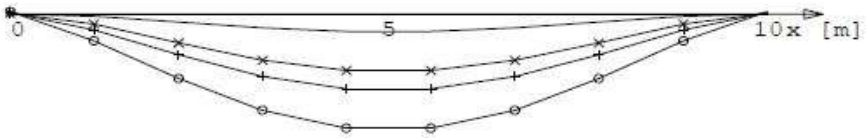


Prestressed Concrete Girder B8 01/2011/A Win 7 sheet 10

PROJECT: SN1 SUB: OG

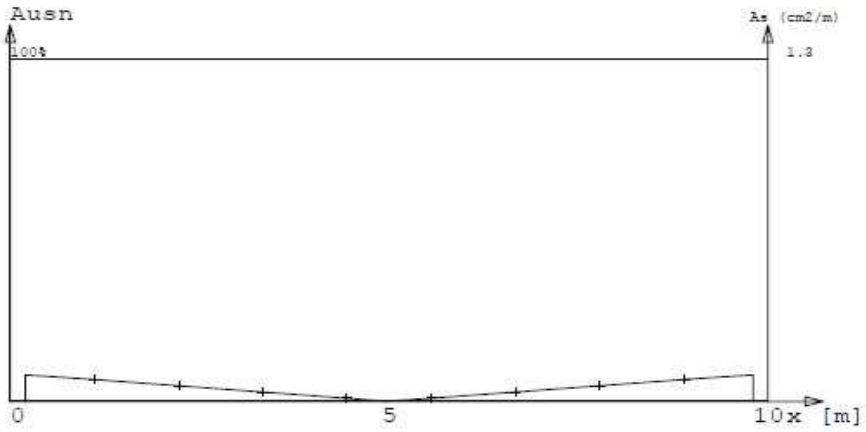
Deflections

———	Deflection	t=tA storage	0.06 cm
×———	Deflection	t=tE storage	0.20 cm
+———	Deflection	t=tA use	0.26 cm
o———	Deflection	t=tE use	0.40 cm



Shear covering

———	Prc.: Shear reinf (web)	asw = 1.30 cm2/m	x= 0.66 m
+———	Concrete strut capacity	η = 12.91	x=10.00 m



Prestressed Concrete Girder B8 01/2011/A Win 7 sheet 11

PROJECT: SN1 SUB: OG

Sect. max. bending mom. x = 5.10 m f.beam beg.

INTERNAL FORCES FROM EXTERNAL LOADING:

Maximum moment : [kNm]
LEw: dominant variable action (leading action)

Creep period	Fund. act.	rare Combination	frequ. Combination	q.-perm. Combination
storage	31.84	23.58	23.58	23.58
utilisation	61.39	43.83	34.27	29.08
Lac	4	4	4	-

Minimum moment : [kNm]

Creep period	Fund. act.	rare Combination	frequ. Combination	q.-perm. Combination
storage	23.58	23.58	23.58	23.58
utilisation	29.08	29.08	29.08	29.08
Lac	-	-	-	-

Maximum shear force:[kN]

Creep period	Lead Fund.
storage	0.00
utilisation	0.00
Lac	-

EFFECTIVE TENDONS

Layer No.	Number	Area Ap [cm2]	Distance v.UK [cm]	Prestress t=t0 max [N/mm2]	Prestress t=t0 min [N/mm2]	tens. force max [kN]	tens. force min [kN]
1	1	0.93	6.0	1066	1066	100	100

UNTEN. REINFORCMENT

Layer No.	Dist.	Diameter [mm]	Area [cm2]	Distance v.UK [cm]
1	3	12.00	3.39	3.5
2	2	10.00	1.57	38.5
3	2	10.00	1.57	46.5

CROSS SECTION VALUES

No.	W [cm]	H [cm] (layers from top to bottom)
1	15.0	0.0
2	15.0	15.0
3	10.0	15.0
4	10.0	38.0
5	25.0	38.0
6	25.0	50.0

Prestressed Concrete Girder B8 01/2011/A Win 7 sheet 12

PROJECT: SN1 SUB: OG

	Beam cross section Brutto	effect.
Area in m2	0.0755	0.0788
Moment of inertia in m4	0.001898	0.002046
Centroid from bottom in m	0.2221	0.2213

PRESTR. STEEL, LOSSES DUE TO CREEPING, SHRINKING AND RELAXATION:

(condition in formwork, aver. value at end of creep section)

Layer No.	Storag. σp,csr1 [N/mm2]	Use σp,csr2 [N/mm2]
1	-48.43	-42.77

TENS. STRESS IN REINF. D. T. CREEPING, SHRINKING A. RELAXATION:

(condition in formwork, aver. value at end of creep section)

Layer No.	Storag. σs,csr1 [N/mm2]	Use σs,csr2 [N/mm2]
1	-38.42	-26.95
2	-53.64	-40.60
3	-57.12	-43.72

INTERNAL FORCES FROM PRESTRESS (tB=Beg.,tE=End creep period)

Creep period	<----Npm0,t-----> tB [kN]	tE [kN]	<-----Mpm0,t-----> tB [kNm]	tE [kNm]
Storag.	-99.54	-64.58	-16.05	-16.46
Use	-64.58	-38.20	-16.46	-16.83

BENDING with NORMAL FORCE ULS

L.	Creep period tA:Beg. tE:End		eff. layer Cross-sect.	Tens-zone	lever-arm(cm)	MRd (kNm)	Msd (kNm)	η (>1.0)
1	tE storage		P	top	37.0	59.5	Msd < 0	n/a
2	tE storage		P	bott.	36.1	122.9	31.8	3.86
3	tE utilisation		P	top	36.8	59.4	Msd < 0	n/a
4	tE utilisation		P	bott.	36.8	123.5	61.4	2.01

Interim results :

L	Bn	St	<--- ε---> comp.-zone	Ap	As	<steel ten.> PrSt	<-tens. f.-> Bst	<---compr. fo.---> Bn	PrSt	Rein
	(o/oo)	(o/oo)	(cm)	(cm2)	(cm2)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
1	2.01	20.00	4.25	0.93	3.14	101	137	201	0	35
2	3.50	17.60	7.71	0.93	4.96	136	194	265	0	64
3	1.95	20.00	4.13	0.93	3.14	98	137	192	0	42
4	3.50	17.60	7.71	0.93	4.96	136	188	265	0	64

Prestressed Concrete Girder B8 01/2011/A Win 7 sheet 13

PROJECT: SN1 SUB: OG

SHEAR RESISTANCE

Design value shear force

L.	Creep period tB:Beg. tE:End	Com-bin.	V0d [kN]	Myd [kNm]	dV [kN]	dV from
1	tB storage	Gc QMax	0.0	31.8	0.0	-------
2	tE storage	Gc QMax	0.0	31.8	0.0	-------
3	tB utilisation	Gc QMax	0.0	39.3	0.0	-------
4	tE utilisation	Gc QMax	0.0	39.3	0.0	-------

effective cross section

L.	eff. QS+ZZ	bw [cm]	d [cm]	zII [cm]	Aci [cm2]	As2 [cm2]	Asl [cm2]
1	P u	10.0	46.5	36.1	788.0	3.14	3.39
2	P u	10.0	46.5	36.1	788.0	3.14	3.39
3	P u	10.0	46.5	36.8	788.0	3.14	3.39
4	P u	10.0	46.5	36.8	788.0	3.14	3.39

Shear resistance concrete

L.	ν	τrd [N/mm2]	σcp [N/mm2]	k	Roh l	VRd1 [kN]	effVsd [kN]	Vwd [kN]
1	0.50	0.33	1.14	1.1	0.0073	34.0	0.0	-34.0
2	0.50	0.33	0.74	1.1	0.0073	31.3	0.0	-31.3
3	0.50	0.33	0.74	1.1	0.0073	31.3	0.0	-31.3
4	0.50	0.33	0.44	1.1	0.0073	29.1	0.0	-29.1

Shear design

L.	me-thod	Vsd [kN]	Vsd,Red [kN]	Cot.-Θ	Max. asw [cm2/m]	Vers.<-Nw.com. st.-> dec. [cm]	k	Nsd2	VRd2 [kN]
1	Min	0.00	0.00		1.30	23.3	1.0		300.6
2	Min	0.00	0.00		1.30	23.3	1.0		300.6
3	Min	0.00	0.00		1.30	23.3	1.0		306.7
4	Min	0.00	0.00		1.30	23.3	1.0		306.7

CONTROL OF CRACKING IN SLS

perm. cracking: wk < 0.20 mm
Decompression : xp > 25 mm (xp: distance tendon - tension zone)

Tab1 L.	Creep period tB:Beg/tE:End	Eff. Shear sect.	layer Ten. zone	rsup/ rinf	max. σs [N/mm2]	max. σr [N/mm2]	wk [mm]	Dec. xp [mm]
1	tE storage	P	top	1.10 no tens. in TZ				< 0*
2	tE storage	P	bott.	0.90no cracks				< 0*
3	tE utilisation	P	top	1.10 no tens. in TZ				< 0*
4	tE utilisation	P	bott.	0.90no cracks				< 0*

Zl.	<-Frequent LC-> Nges [kN]	Mges max [kNm]	<---Cond.I----> σ [N/mm2]	X0I [cm]	<------Cond.II------> Eceff [o/oo]	εc [o/oo]	X0II [cm]
1	-71.0	5.5	-1.6	61.6			
2	-58.1	8.8	0.2	45.1			

Prestressed Concrete Girder B8 01/2011/A Win 7 sheet 14

PROJECT: SN1 SUB: OG

Zl.	<-Frequent LC-> Nges [kN]	Mges max [kNm]	<---Cond.I----> σ [N/mm2]	X0I [cm]	<------Cond.II------> Eceff	εc [o/oo]	X0II [cm]
3	-42.0	10.6	-2.0	38.2			
4	-34.4	19.1	1.6	32.5			

Zl.	<Crack int. f.> Nges [kN]	Mges max [kNm]	<---Cond.I----> σ [N/mm2]	X0I [cm]	<------Cond.II------> Eceff	εc [o/oo]	X0II [cm]
2	-58.1	44.5	4.1	31.3			
4	-34.4	41.7	4.1	30.0			

Minimum reinforcement for crack control:

L.	Creep period tB:Beg/tE:End	eff. layer Shear sect.	Ten. zone	rsup rinf	rare.LC σbt [N/mm2]	req.As [cm2]	ex.As [cm2]
1	tE storage	P	top	1.10	-1.65 < 0		no check
2	tE storage	P	bott.	0.90	0.21	0.88	3.39
3	tE utilisation	P	top	1.10	-1.97 < 0		no check
4	tE utilisation	P	bott.	0.90	2.67	1.04	3.39

L.	D [mm]	σs [N/mm2]	x0IZ [cm]	k	v.Ap [cm2]	ξ1	<-- Web ---> Act [cm2]	kc	<--- Flange----> Act [cm2]	k2	kc
2	12	279.6	18.7	0.86	0.9	0.68	187	0.35	180	0.68	0.48
4	12	279.6	20.0	0.86	0.9	0.68	200	0.37	180	0.70	0.52

Reinforcem. for robustness in pre-com. tens. zone
Wbu = 0.0085 m3 fctm = 4.07 N/mm2
Crack mom. Mcr = 34.80 kNm Zs = 41.85 cm
req. As = 1.66 cm2 exis.As = 3.39 cm2

STRESS CHECKS for GZG:

Concrete stresses due t. prestress, creep, shrinkage a. relax.

L.	Stress (condition I) due to	Precast comp. top N/mm2	bottom N/mm2
1	Pst rel. anch.	0.92	-3.00
2	ksr storage	0.50	0.40
3	ksr use	0.39	0.29

Tab. Compr stresses of concrete (Sk= rare LC, Qk= q.-permanent LC)

Zl.	creep period tB:Beg./tE:End	eff. Msd : Quer- N/mm2	Precast comp. Max=+ N/mm2	Sk	Qk
1	tB storage	F	--	-2.29	-2.29
2	tE storage	F	--	-1.79	-1.79
3	tB utilisation	F	+-	-4.55	-2.54

Prestressed Concrete Girder B8 01/2011/A Win 7 sheet 15

PROJECT: SN1 SUB: OG

Tab. Compr stresses of concrete (Sk= rare LC, Qk= q.-permanent LC)
creep period eff. Msd :Precast comp.

Zl.	tB:Beg./tE:End	Quer-	Max=+ N/mm2	Sk N/mm2	Qk
4	tE utilisation	F	+-	-4.16	-2.15

Tab. Steel- a. tension stresses of concrete(rare LC)
creep period eff. Msd : max. max. Fbt.

Zl.	tB:Beg./tE:End	Quer-	Max=+ [N/mm2]	σp [N/mm2]	σs	σt [N/mm2]
1	tB storage	F	-+-	+1062.2	+0.0	+0.00
2	tE storage	F	-+-	+1016.0	+0.0	+0.00
3	tB utilisation	F	+++	+1024.4	+0.0	+2.14
4	tE utilisation	F	+++	+983.3	+0.0	+2.44

CHECK LATERAL BUCKLING (acc. to STIGLAT)

Safety lateral buckling for mounting state η = 7.33 > 2.00
Design overturning moment: 335.10 KNm
Available moment : 45.71 kNm without prestressing
Combination of characteristic values

Interim values acc. to 'Beton- und Stahlbetonbau' 1985, H. 9,10,11

Eb	= 36773.3 N/mm2	Gb	= 14709.3 N/mm2	It, Iy averaged n. Rafla	
It	=2.2e-004 m4	Iy	=2.2e-004 m4		
Ix	=1.9e-003 m4	Ak	= 29.1 MN2m4	(It 100% as Z.I)	
hc	= 0.365 m	β1	= 0.001	β2	= 0.001
k1	= 3.540	k2	= 1.003	k3	= 0.959
Mk	= 1835.0 kNm	Wxo	= 0.0068 m3	at x	= 5.10 m
σB	= 268.7 N/mm2	σT	= 49.1 N/mm2	λV	= 36.8

(σT acc. Gl.4.2 calculated !)

ANCHORAGE BY BOND (about the left bearing)

Anchorage length acc. to BK96, p1, p. 647, v. 6.4:
l = 1.27 m

Max. top-fibre tens. stress in ULS at x1= 0.30 m
Pct.: σX = 0.38 N/mm2 <= 2.85 N/mm2 (fct;0.05)
Max. principal tens. stress u. breaking load at x1= 0.30 m
Pct.: σI = 0.71 N/mm2 <= 2.85 N/mm2 (tab.9,1.49)
Max. top-fibre tens. stress in ULS at x2=l:
Pct.: σX = 0.81 N/mm2 <= 2.85 N/mm2 (fct;0.05)

--> no outstand required

LC = 0.60 cm (requ. length of bear. f. bearing stress)

Prestressed Concrete Girder B8 01/2011/A Win 7 sheet 16

PROJECT: SN1 SUB: OG

ANCHORAGE BY BOND (about theright bearing)

Anchorage length acc. to BK96, p1, p. 647, v. 6.4:
l = 1.27 m

Max. top-fibre tens. stress in ULS at x1= 9.70 m
Pct.: σX = 0.38 N/mm2 <= 2.85 N/mm2 (fct;0.05)
Max. principal tens. stress u. breaking load at x1= 9.70 m
Pct.: σI = 0.71 N/mm2 <= 2.85 N/mm2 (tab.9,1.49)
Max. top-fibre tens. stress in ULS at x2=l:
Pct.: σX = 0.81 N/mm2 <= 2.85 N/mm2 (fct;0.05)

--> no outstand required

LC = 0.60 cm (requ. length of bear. f. bearing stress)

BURSTING REINFORCEMENT at beginning of beam

No.	< Transfer zone > from (fr. out. edge) [m]	to [m]	<-- Section about last effective layer --> dist. LEBe. [cm]	Increase conc. pre.st. [MN]	shear force [MN]	factor (inter-pol.)	req.As [cm2]
1	0.00	1.01	7.00	-0.05	0.10	0.05	0.37	0.52

red. dispersion length indented wire w.o. strand 3/4*e= 0.65 m

The bursting reinforcement must be arranged in zone of reduced dispersion length.

BURSTING REINFORCEMENT at end of beam

No.	< Transfer zone > from (fr. out. edge) [m]	to [m]	<-- Section about last effective layer --> dist. LEBe. [cm]	Increase conc. pre.st. [MN]	shear force [MN]	factor (inter-pol.)	req.As [cm2]
1	10.20	9.19	7.00	-0.05	0.10	0.05	0.37	0.52

red. dispersion length indented wire w.o. strand 3/4*e= 0.65 m

The bursting reinforcement must be arranged in zone of reduced dispersion length.

Elongation: No results exist

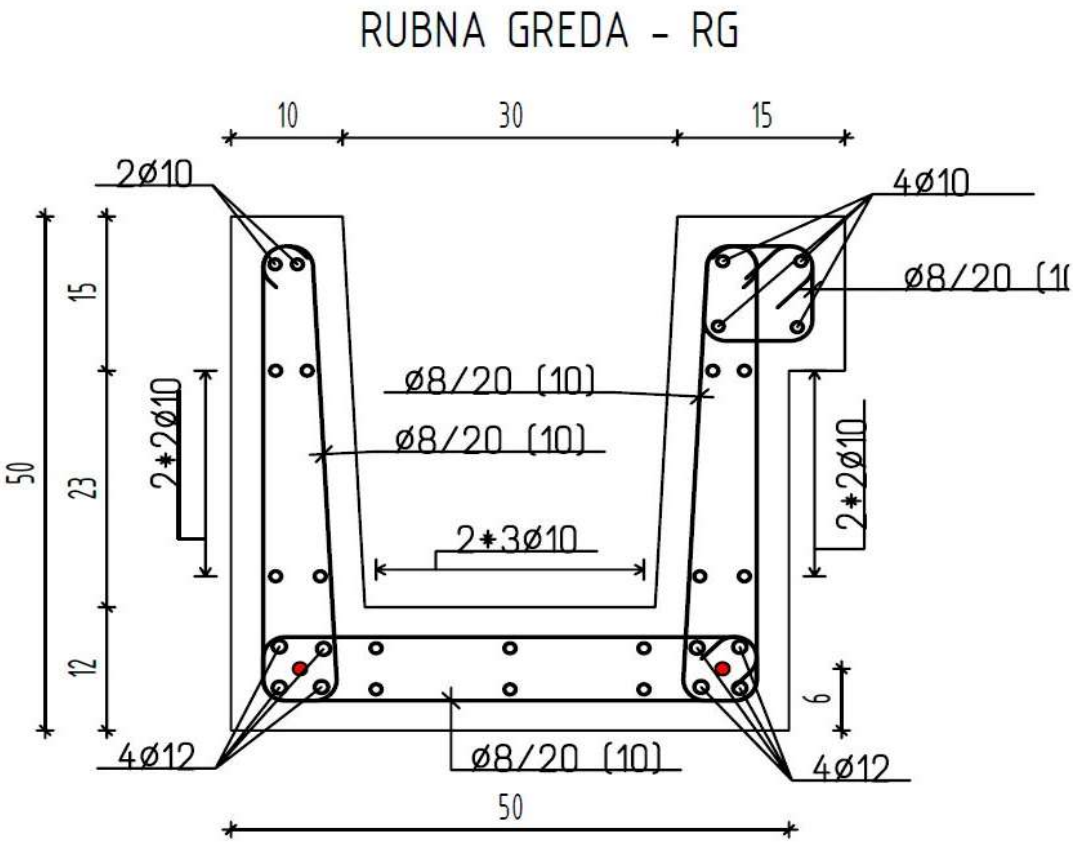
Proračun porebne armature za bočno djelovanje vjetra:

Proračunsko djelovanje na nosač u horizontalnom smjeru: q_{Ed}=1,5*w= 7,46 kN/m'

Moment savijanja na nosaču sustava proste grede dužine L=10m $M_{Ed}\frac{qL^2}{8}=$ 93,28 kNm

Potrebna armatura: $A_s=\frac{M_{Ed}}{0{,}9*d*f_{yd}}=\frac{9328}{0{,}9*47{,}5*43{,}48}=$ 5,01 cm^2

Odabrana armatura: 4Φ12 (4,52 cm^2)+ 2Φ10 (1,57 cm^2) - OK



Beton: C 50/60
Armatura: B 500B
Užad za prednaprezanje: 0,5''(Ø 12,5 mm), St 1670/1860
Sila prednaprezanja: 100 kN/uže
Broj užadi: 2

5.3. PRORAČUN RUBNIH KROVNIH NOSAČA - GN1

Opterećenje na sekundarne krovne nosače dolazi od djelovanja dodatnog stalnog opterećenja, snijega i vjetra

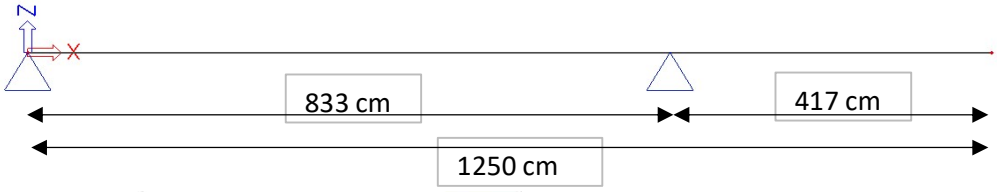
Sudjelujuća širina - razmak krovnih nosača:	e=	**500**	cm
Dodatno stalno opterećenje:	Δg=	0,35	kN/m^2
za pripadnu sudjelujuću širinu:	**g_{lin}=**	**1,75**	**kN/m'**
Opterećenje vjetrom - pritiskajuće (područje J mjerodavno):	w=	0,66	kN/m^2
za pripadnu sudjelujuću širinu	**w_{lin}=**	**3,30**	**kN/m'**
Opterećenje snijegom:	s=	0,40	kN/m^2
za pripadnu sudjelujuću širinu	**s_{lin}=**	**2,00**	**kN/m'**
Sudjelujuća širina za bočno djelovanje vjetra:	e=	**500**	cm
Opterećenje vjetrom - pritiskajuće (područje A mjerodavno):	w=	1,99	kN/m^2
za pripadnu sudjelujuću širinu	**w_{lin}=**	**9,95**	**kN/m'**

Proračun nosača biti će izveden pomoću programa Scia Engineer, metodom konačnih elemenata uz slijedeće pretpostavke:

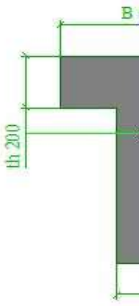
- armiranobetonska greda T poprečnog presjeka
- razred tlačne čvrstoće C 50/60
- armatura B 500B

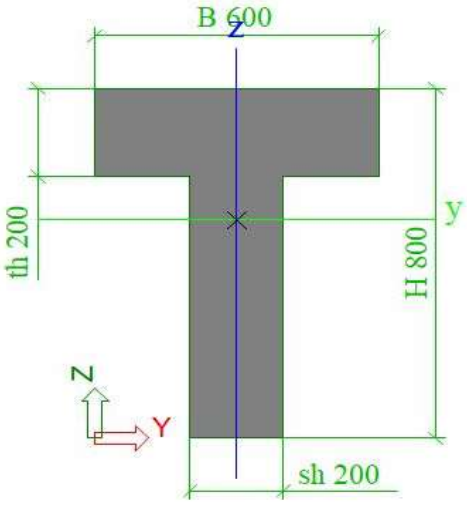
Program automatski uzima u proračun vlastitu težinu elementa.

Statički sustav



Name	GN1
Type	T g
Detailed	800; 600; 200; 200
Item material	C50/60
Fabrication	general
Use 2D FEM analysis	×



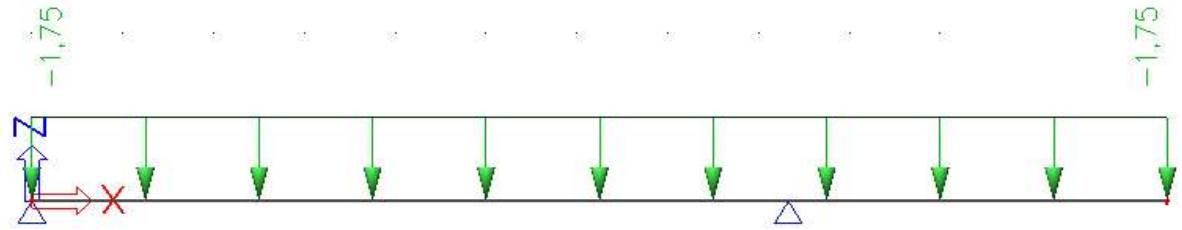


A [m^2]	2,4000e-01	
A y, z [m^2]	1,9550e-01	1,4935e-01
I y, z [m^4]	1,3600e-02	4,0000e-03
I w [m^6], t [m^4]	0,0000e+00	5,8510e-03
W_{el} y, z [m^3]	2,7200e-02	1,3333e-02
W_{pl} y, z [m^3]	0,0000e+00	0,0000e+00
d y, z [mm]	0	0
c YUCS, ZUCS [mm]	300	500
α [deg]	0,00	
A L, D [m^2/m]	2,8000e+00	2,8000e+00
M_{ply} +, - [Nm]	0,00e+00	0,00e+00
M_{plz} +, - [Nm]	0,00e+00	0,00e+00

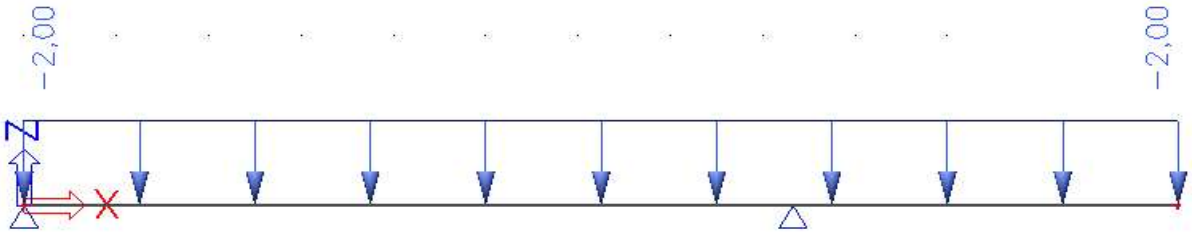
SLUČAJEVI OPTEREĆENJA

SO1	vlastita težina
SO2	dodatno stalno opterećenje
SO3	snijeg
SO4	vjetar

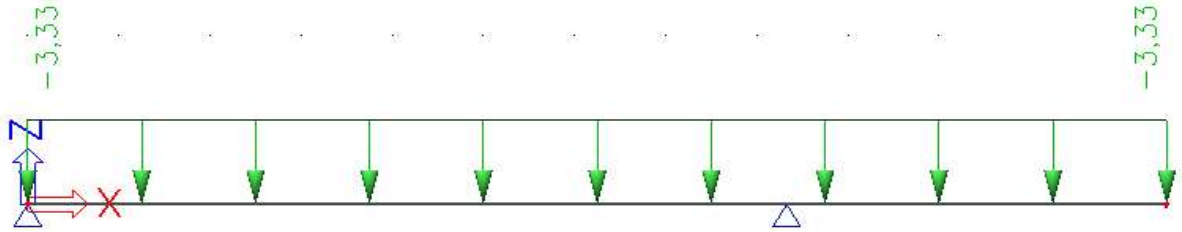
SO2 opterećenje dodatnim stalnim (kN/m')



SO3 opterećenje snijegom (kN/m')



SO4 opterećenje vjetrom (kN/m')



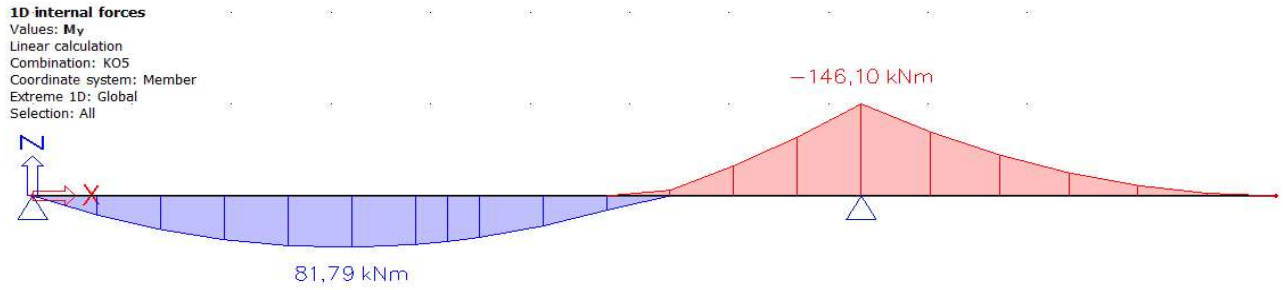
KOMBINACIJE OPTEREĆENJA

GSU	KO1	1,0*SO1+1,0*SO2+1,0*SO3+0,6*SO4
	KO2	1,0*SO1+1,0*SO2+0,5*SO3+1,0*SO4
GSN	KO3	1,35*SO1+1,35*SO2+1,5*SO3+0,6*1,5*SO4
	KO4	1,35*SO1+1,35*SO2+0,5*1,5*SO3+1,5*SO4

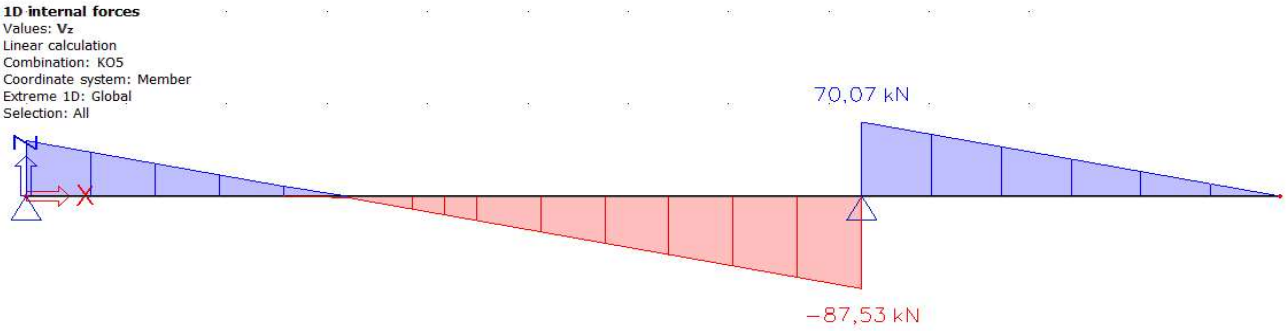
Za kombinacije opterećenja GSU, odnosno GSN su napravljene anvelope te su rezultati prikazani za pripadne GSU odn. GSN anvelope.

REZULTATI PRORAČUNA

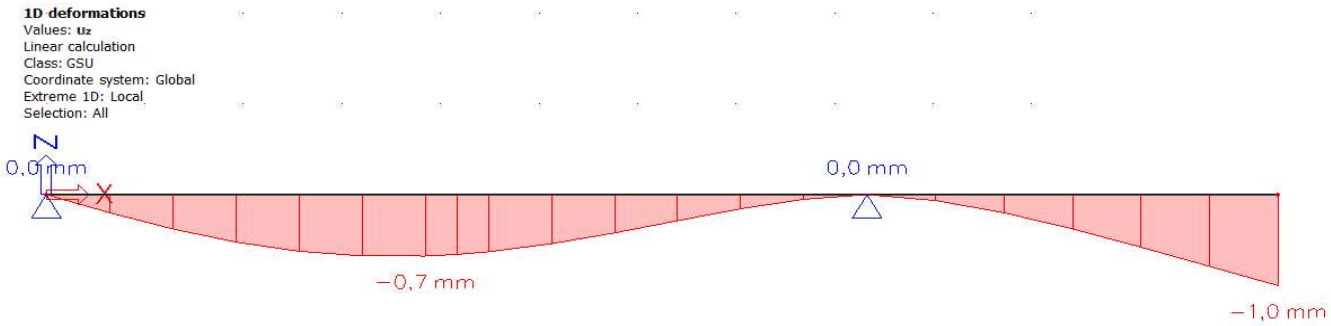
Momenti savijanja od anvelope opterećenja GSN (kNm)



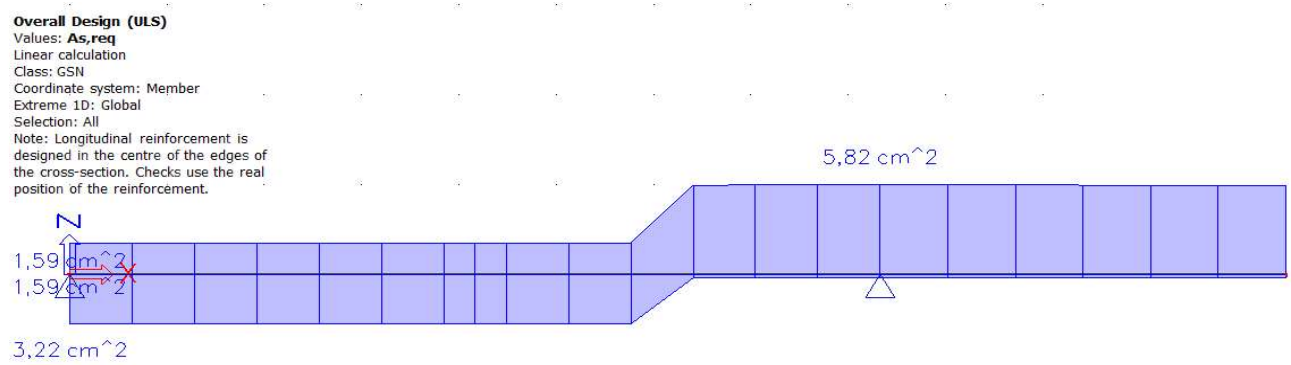
Poprečna sila od anvelope opterećenja GSN (kNm)



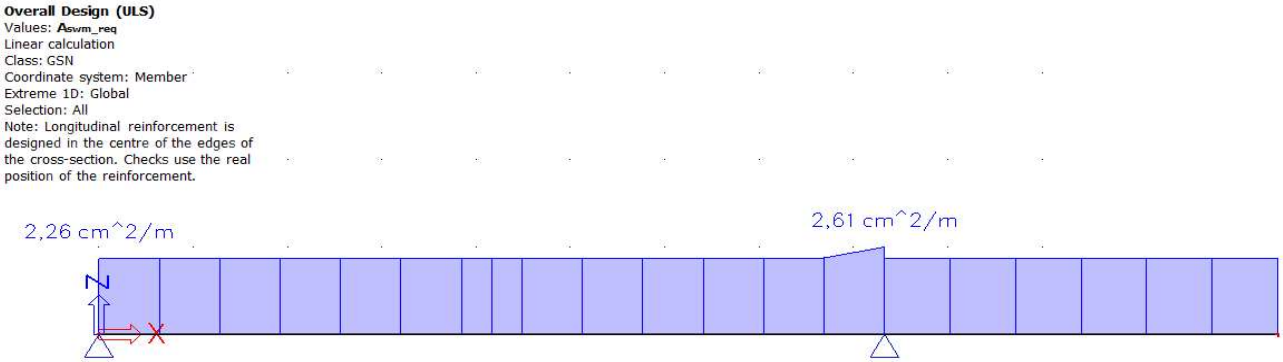
Progibi Uz od anvelope opterećenja GSU (kNm)



Potrebna uzdužna armatura za anvelopu opterećenja GSN (kNm)



Potrebna poprečna armatura za anvelopu opterećenja GSN (kNm)



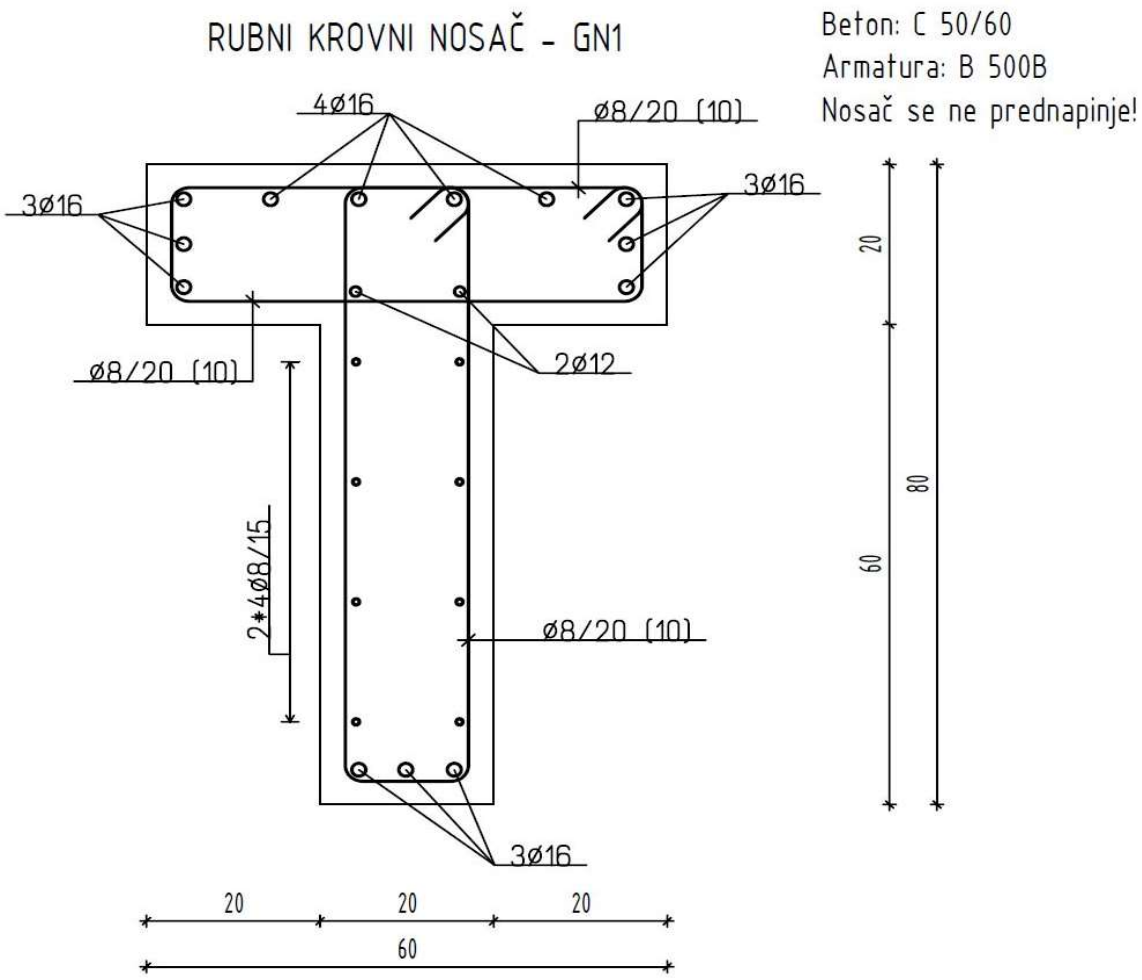
Proračun potrebne armature za bočno djelovanje vjetra:

Proračunsko djelovanje na nosač u horizontalnom smjeru: q_{Ed}=1,5*w= 14,93 kN/m'

Moment savijanja na nosaču sustava proste grede dužine L=8,33m $M_{Ed}\frac{qL^2}{8}=$ 129,45 kNm

Potrebna armatura: $A_s=\frac{M_{Ed}}{0{,}9*d*f_{yd}}=\frac{12945}{0{,}9*56{,}5*43{,}48}=$ 5,01 cm^2

Odabrana armatura: 3Φ16 (6,03 cm^2) - OK



5.4. PRORAČUN GLAVNIH KROVNIH NOSAČA - GN2

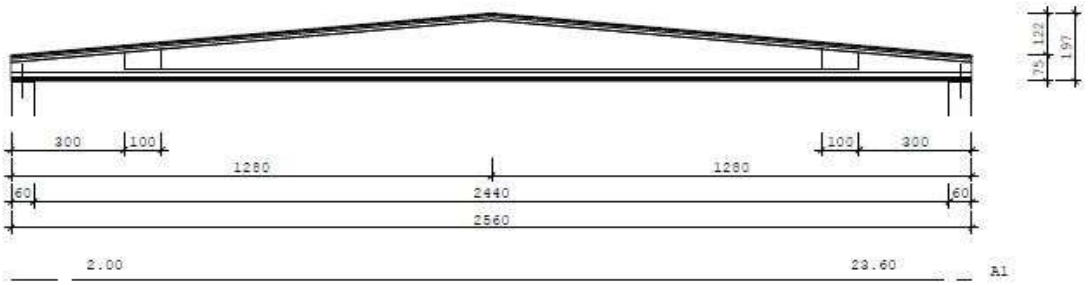
Opterećenje na sekundarne krovne nosače dolazi od djelovanja dodatnog stalnog opterećenja, snijega i vjetra

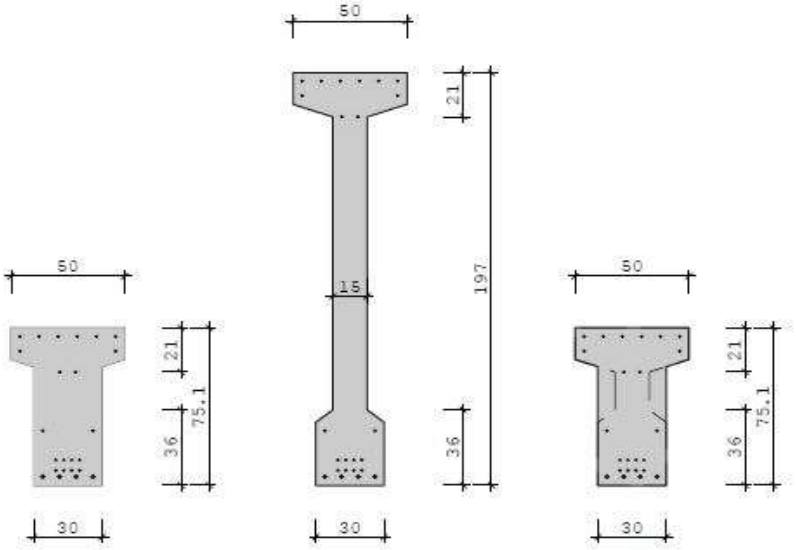
Sudjelujuća širina - razmak krovnih nosača:	e=	**1000**	cm
Dodatno stalno opterećenje:	Δg=	0,35	kN/m^2
za pripadnu sudjelujuću širinu:	**g_{lin}=**	**3,50**	**kN/m'**
Opterećenje vjetrom - pritiskajuće (područje J mjerodavno):	w=	0,66	kN/m^2
za pripadnu sudjelujuću širinu	**w_{lin}=**	**6,60**	**kN/m'**
Opterećenje snijegom:	s=	0,40	kN/m^2
za pripadnu sudjelujuću širinu	**s_{lin}=**	**4,00**	**kN/m'**

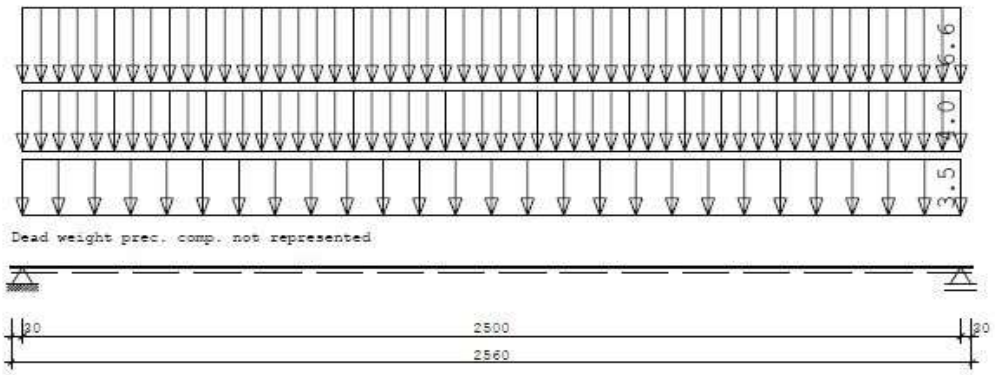
Proračun je proveden u programu Frilo - B8 Prestressed concrete girder

Prestressed Concrete Girder B8 01/2011/A Win 7 sheet 1

PROJECT: SN1 SUB: Glavni nosac







Ridge roof beam nach EC2 T.1, 1-3 und DAfStb Rili

SYSTEM GEOMETRY:

Total length	L	= 25.60 m
Effective span	L1	= 25.00 m
Outstand left	L0	= 0.30 m
right	L2	= 0.30 m
Distance ridge	L3	= 12.80 m
Heigth of beam :		
left	H1	= 75.0 cm
Ridge	H2	= 197.0 cm
right	H3	= 75.0 cm

Prestressed Concrete Girder B8 01/2011/A Win 7 sheet 2

PROJECT: SN1 SUB: Glavni nosac

SYSTEM GEOMETRY:

Relation eff.span to height of beam:
L1/H2 = 12.69

CROSS-SECTION PREFABRICATED: (at ridge) :

Layer of cross-section from top to bottom

No.	Width [cm]	Dist. [cm]	A [cm2]
1	50.0	0.0	
2	50.0	15.0	750.0
3	15.0	21.0	195.0
4	15.0	161.0	2100.0
5	30.0	167.0	135.0
6	30.0	197.0	900.0

Beg.of web (from top) = 21.0 cm
End of web (from top) = 161.0 cm

Top flange height about beam lenght constant

BEARING STRENGTHERINGS

[cm]	length	haunch	width
left	300.0	100.0	30.0
right	300.0	100.0	30.0

PRESTRESSING STEEL:

Make : SpSt 1670/1860
strand intented Ap = 0.934 cm2Per tendon
Relaxation class Rlx = 2
E-module Ep = 195000 N/mm2
0.1% proof stress fp0,1k= 1670 N/mm2
Tensile strength fpk = 1860 N/mm2

Partial safety factor :
Fund. combinat. γs = 1.15
Accidental comb. γs = 1.00
Coeff. prestress (char.-value):
upper rsup = 1.10
lower rinf = 0.90

Transmiss. length lbp = 0.91 m
Disturbing length (equ. to height of cross-section)
s = 0.75 m
Dispersion length:
lpeff,max = 1.32 m lpeff,min = 1.05 m

Permitted stress in formwork:
0.90 * fp0.1k= 1503.0 N/mm2
0.80 * fpk = 1488.0 N/mm2 (decesive)
permitted stresses after release of anchorage:
0.85 * fp0.1k= 1419.5 N/mm2
0.75 * fpk = 1395.0 N/mm2 (decesive)
Permitted stresses in SLS :
0.75 * fp0.1k= 1395.0 N/mm2
Factor for allowance at control of cracking:
ξ = 0.60

Prestressed Concrete Girder B8 01/2011/A Win 7 sheet 3

PROJECT: SN1 SUB: Glavni nosac

REINFORCING STEEL:

		Long. reinforce BSt 500 S	Stirrup reinforcedb= 10 mm BSt 500 S	
E-module	Es	200000	200000	N/mm2
Yield strain	fyk	500	500	N/mm2
Tensile strength	ftk	500	500	N/mm2
Partial safety factor :				
Fund. combinat.	γs	1.15	1.15	
Permitted stresses in SLS :				
0.80 * fyk		400.0	400.0	N/mm2

CONCRETE:

		Prefabricated C50/60	
	fck	50.00	N/mm2
	fctm	4.07	N/mm2
unit weight	γ	25.00	kN/m3
coeff. E-module	Ae	1.00	
E-module	Ecm	36773	N/mm2
G-modue	Gcm	14709	N/mm2
Partial safety factor :			
Fund. combin.	γc	1.50	
accidental comb.	γc	1.30	
Permitted stresses in SLS :			
rare load c. per.	σc	-30.00	N/mm2
quasi-pe.LC zul.	σc	-22.50	N/mm2

EVIRONMENTAL CONDITIONS:

acc.to EC2, tab. 4.1, exposure cl. 1
-> perm. crack width wk = 0.2 mm
->Check of decompression not required

CREEP COEFFICIENT AND SHRINKAGE STRAIN:

Cement normal or rapid hardening (N,R)
ρ = 0.8 (Aging coefficient)

Creep period	t0 Days	LF [%]	tT1 days	T1 [øC]	tT2 days	T2 [øC]	tT3 days	T3 [øC]
Storage	3	70						
Use prec. c.	180	50						

L.	Period	α	t0TA	ßt0	t0T	tT	ßH	ßtt0	φRH	ßfcm	φ
1	Storag.PcC	0	3.0	0.74	3.0	180.0	502.3	0.67	1.55	2.21	1.70
2	Use PcC	0	3.0	0.74	180.0	26000.0	491.8	0.32	1.92	2.21	1.02

L.	A[m2]	u[m]	h0[mm]	ßt0ts	ßtts	ßRH	ßsc	εfcm	ε
1	0.408	5.06	161.2	0.000	0.404	-1.018	5	320	-1.32e-004
2	0.408	5.06	161.2	0.404	0.983	-1.356	5	320	-2.51e-004

Prestressed Concrete Girder B8 01/2011/A Win 7 sheet 4

PROJECT: SN1 SUB: Glavni nosac

DEAD LOAD

```
Be.beg. left  g11=   6.47 kN/m
Anh. end le   g12=   8.61 kN/m
Enh.voute le  g13=   7.06 kN/m
Ridge         g14=  10.20 kN/m
Enh.voute ri. g15=   7.06 kN/m
Enh. end ri   g16=   8.61 kN/m
Be end ri     g17=   6.47 kN/m

Total weight of beam :        G =  212.21 kN
Volume of concrete            V =    8.49 m3
Surf. of formw. (3-sided)     A =   86.29 m2
```

IMPOSED LOAD

[kN,m] load type: 1 = uniform load, 2 = point load at a
3 = single moment ati a, 4 = trapezoidal load from a
5 = triangular load about L

Fld	type	gle	qle	Dist.a	gri	qri	Leng.	fact.	Gr.	ac. tog. Gr.	POS
1	1	3.50	0.00					1.00	-	-	
1	1	0.00	4.00					1.00	5	-	
1	1	0.00	6.60					1.00	4	-	

ACTIONS:

Ew.	γQ	ψ0	ψ1	ψ2	N/A	name
4	1.50	0.60	0.50	0.00	0	W Cat D - shops
5	1.50	0.70	0.20	0.00	0	S Cat E - storage

TENDONS

lay. No.	num-ber	area Ap [cm2]	distan. f.LE [cm]	prestres-sing [N/mm2]	<--- Isolations (rel. le. beg. beam) Number	to x1 [m]	from x2	---> Type ||
1	4	3.74	7.0	1075	0			UK
2	4	3.74	12.0	1075	4	2.00	23.60	UK

UNTENSIONED REINFORCEMENT:

Layer No.	num-ber	diam. [mm]	area [cm2]	distan. f.BE[cm]	(res.le.beg. beam) from XA [m]	to XE [m]	Type ||
1	4	20.0	12.57	4.0	0.00	25.60	UK
2	2	12.0	2.26	26.0	0.00	25.60	UK
3	6	12.0	6.79	193.0	0.00	25.60	OK
4	2	12.0	2.26	186.0	0.00	25.60	OK
5	2	12.0	2.26	176.0	0.00	25.60	OK

```
Surface reinforcem. with analogy for DIN 4227-1/A1 (B0 < D0) :
Web          (Z1A)    AsS=   1.95 cm2/m    (per side)
Top flange   (Z1C)    AsO=   0.00 cm2/m    (Uwk= 1)
Bo. flange   (Z1C)    AsU=   0.00 cm2/m    (Uwk= 1)
```

Prestressed Concrete Girder B8 01/2011/A Win 7 sheet 5

PROJECT: SN1 SUB: Glavni nosac

Support width and distance support edge -
bAl= 0.60 m al= 0.30 m bAr= 0.60 m ar= 0.30 m

Useful height at support line (prefab.)
dAl= 0.70 m dAr= 0.70 m

For shear reinforcement not decisive ranges about support A and B:
xaRe= 1.00 m direct support (eff. depth)
xbLi= 1.00 m direct support (eff. depth)

Permissible deflection:
per ftot = L/ 250, per fincr= L/ 500
Cantilever left 0.1 cm 0.1 cm
Span 10.0 cm 5.0 cm
Cantilever right 0.1 cm 0.1 cm
Deflection due to creep considered
Tension stiffener: Member rigidity
rare Combination

RESULTS (summary)

Reaction forces (t = infinitely):
(kN, G:perm., Q:variable. ,V: Sum)

	<------char. value----->		<-Fund. comb. ->	
	G	min Q	max Q	min V	max V
A (left)	150.11	0.00	132.50	150.11	378.90
B (right)	150.11	0.00	132.50	150.11	378.90

Maximum bending moment in mounting (char. value):
MF = 1790.50 kNm bei x = 12.80 m

Checks are not complied with:

Required shaer reinforcement:
Column A: asw= 7.82 cm2/m
Column B: asw= 7.82 cm2/m

Bursting reinforcementleft Laying length= 0.78 m
ab x= 0.00 m As = 2.86 cm2
ab x= 2.00 m As = 2.85 cm2

Bursting reinforcementright Laying length= 0.78 m
from x= 25.60 m As = 2.86 cm2
from x= 23.60 m As = 2.85 cm2

Check of anchorage
necessary overhang left 34.53 cm
necessary overhang right 34.53 cm

Prestressed Concrete Girder B8 01/2011/A Win 7 sheet 6

PROJECT: SN1 SUB: Glavni nosac

Overview crit. sections

Selected basic grid:
Ns = 10

Check size	Extreme val	Utilization	x[m]
Flexural cap. bottom	η = 1.16	0.86	7.97
Flexural capacity top	η = 887.7	0.00	0.30
Resisting tens force bot	η = 1.18	0.85	8.53
Resisting tens force top	η = entf.	-----	0.00
Prc.: Compr str rare LC	σc =-12.61 N/mm2	0.42	7.11
Prc.: Compr str q-pe LC	σc = -3.79 N/mm2	0.31	22.51
Prc.: Tens. str (bc)	σc = 6.50 N/mm2	Zu.II	6.83
Prc.: Tens. str (mc)	σc = 0.48 N/mm2	Zu.I	25.30
Tens. str. prestr. steel	σp,Sk = 1189 N/mm2	0.85	8.25
Tens. stress in reinforc.	σs = 144.9 N/mm2	0.36	8.25
Crack minAs+AsRob bottom	AsMin = 8.35 cm2	0.56	12.80
Crack minAs+AsRob top	AsMin = 6.24 cm2	0.55	25.50
Crack width bottom	wk = 0.07 mm	0.34	8.25
Crack width top	wk = entf.	-----	0.00
Deflection top	ft = -0.05 cm	0.00	0.00
Deflection bottom	fb = 1.08 cm	0.11	11.38
Increase-deflection(serv)	|df| = 0.47 cm	0.09	11.38
Prc.: Shear reinf (web)	asw = 7.82 cm2/m	1.00	1.30
Concrete strut capacity	η = 4.51	0.22	0.60

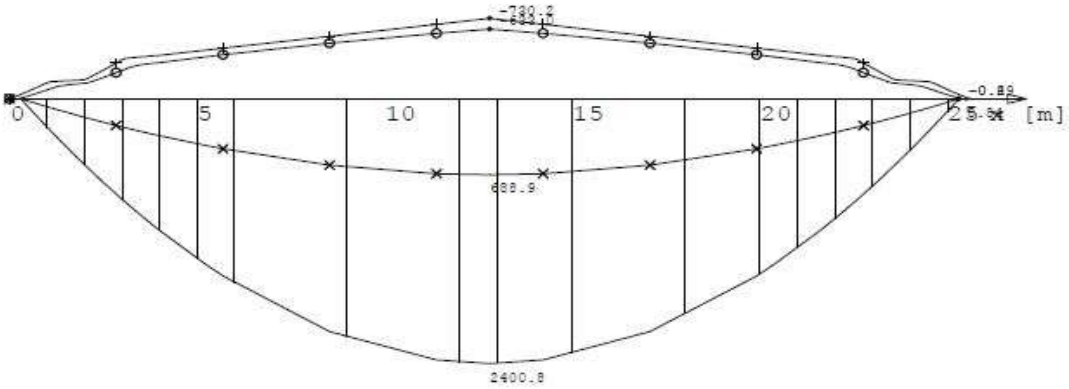
---- Check not required
**** Check not arranged
Prc.: Precast component Add.: cast-in-place addition
MC : Mounting condition BZ : Construction condition
AsRob:Robustness reinforcement

Prestressed Concrete Girder B8 01/2011/A Win 7 sheet 7

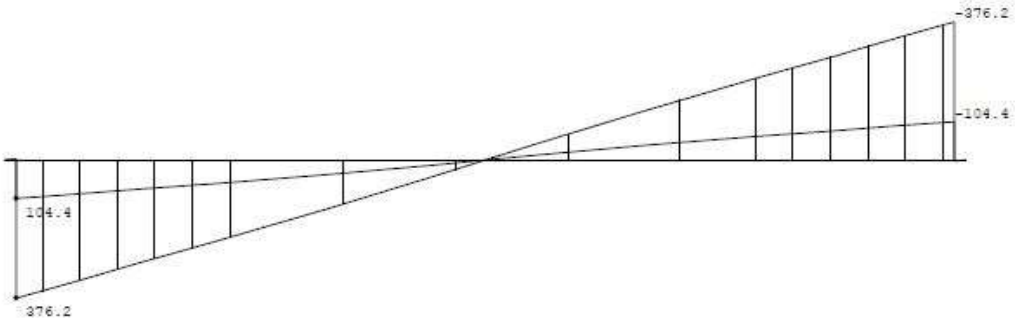
PROJECT: SN1 SUB: Glavni nosac

Internal forces

——— max M from external loads
×——— min M from external loads
+——— Moment from prestressing, t= tA storage
o——— Moment from prestressing, t= tE use



shear force from external loads

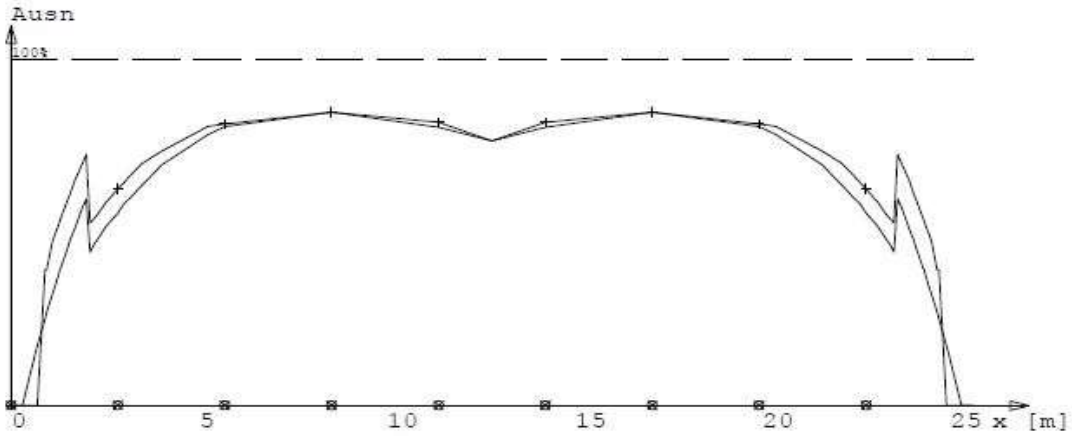


Prestressed Concrete Girder B8 01/2011/A Win 7 sheet 8

PROJECT: SN1 SUB: Glavni nosac

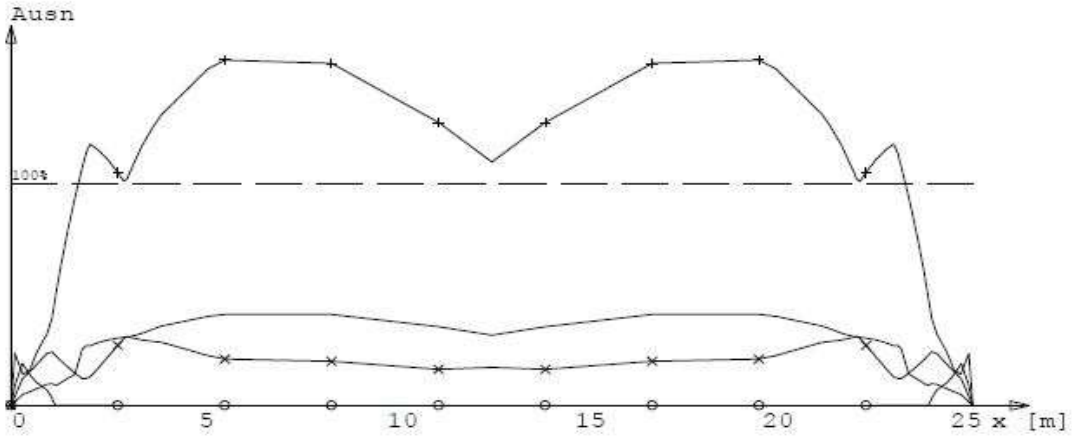
Failure safety

———	Flexural cap. bottom	η = 1.16	x= 7.97 m
×———	Flexural capacity top	η = 887.7	x= 0.30 m
+———	Resisting tens force bot	η = 1.18	x= 8.53 m
o———	Resisting tens force top	η = entf.	x= 0.00 m



Top-fibre stress precast component

———	Prc.: Compr str rare LC	σc =-12.61 N/mm2	x= 7.11 m
×———	Prc.: Compr str q-pe LC	σc = -3.79 N/mm2	x=22.51 m
+———	Prc.: Tens. str (bc)	> 100% condition II, informative only	
o———	Prc.: Tens. str (mc)	> 100% condition II, informative only	

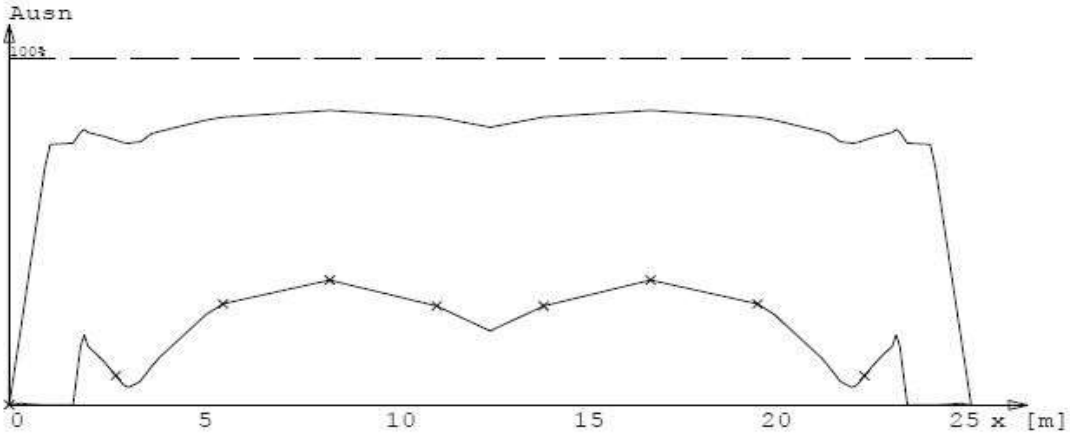


Prestressed Concrete Girder B8 01/2011/A Win 7 sheet 9

PROJECT: SN1 SUB: Glavni nosac

Tensile stress

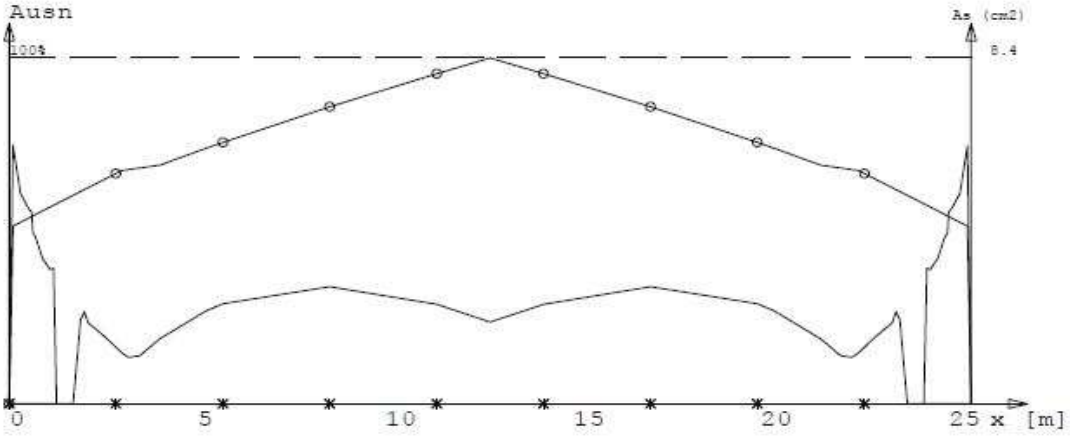
Tens. str. prestr. steel σp,Sk = 1189 N/mm2 x= 8.25 m
Tens. stress in reinforc. σs = 144.9 N/mm2 x= 8.25 m



Limitation of cracks

Crack width bottom wk = 0.07 mm x= 8.25 m
Crack width top wk = entf. x= 0.00 m

Crack minAs+AsRob bottom AsMin = 8.35 cm2 x=12.80 m
Crack minAs+AsRob top AsMin = 6.24 cm2 x=25.50 m

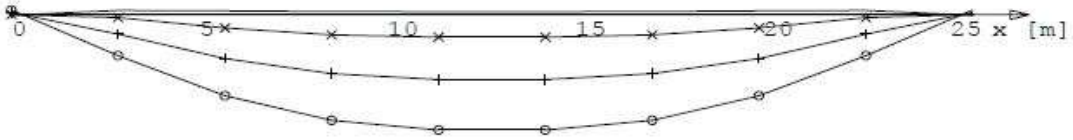


Prestressed Concrete Girder B8 01/2011/A Win 7 sheet 10

PROJECT: SN1 SUB: Glavni nosac

Deflections

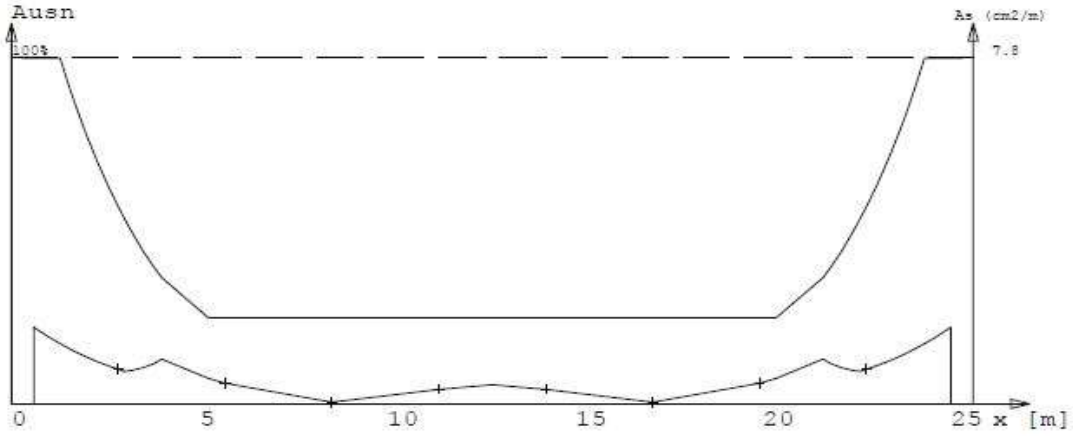
———	Deflection	t=tA storage	-0.04 cm
×———	Deflection	t=tE storage	0.21 cm
+———	Deflection	t=tA use	0.61 cm
o———	Deflection	t=tE use	1.08 cm



Shear covering

——— Prc.: Shear reinf (web) asw = 7.82 cm2/m x= 1.30 m

+——— Concrete strut capacity η = 4.51 x= 0.60 m



CHECK LATERAL BUCKLING (acc. to STIGLAT)

Safety lateral buckling for mounting state η = 2.64 > 2.00
Design overturning moment: 4729.61 KNm
Available moment : 1790.50 kNm without prestressing
Combination of characteristic values

Interim values acc. to 'Beton- und Stahlbetonbau' 1985, H. 9,10,11

Eb	= 36773.3 N/mm2	Gb	= 14709.3 N/mm2	It, Iy aver-	
It	=1.7e-003 m4	Iy	=2.8e-003 m4	aged n. Rafla	
Ix	=1.8e-001 m4	Ak	= 2696.5 MN2m4	(It 60% as Z.II)	
hc	= 1.685 m	β1	= 0.003	β2	= 0.005
k1	= 3.540	k2	= 1.017	k3	= 0.908
Mk	= 6790.1 kNm	Wxo	= 0.0953 m3	at x	= 5.69 m
σB	= 47.7 N/mm2	σT	= 33.2 N/mm2	λV	= 87.2

(σT acc. Gl.4.2 calculated !)

Prestressed Concrete Girder B8 01/2011/A Win 7 sheet 11

PROJECT: SN1 SUB: Glavni nosac

ANCHORAGE BY BOND (about the left bearing)

Anchorage length acc. to BK96, p1, p. 647, v. 6.4:
l = 1.31 m

Max. top-fibre tens. stress in ULS at x2=l:
Pct.: σX = 4.77 N/mm2 > 2.85 N/mm2 (fct;0.05)

Anchorage acc.to EC2, p1, 4.2.3.5.6 (9):
Fsd =197.74 kN (anch. tensile force=al/d *Vsd(x1= 0.30 m))
Ap = 3.74 cm2 (cross section of effective lower tendons)
2/3*l1 = 34.53 cm (requ. outstand about leading edge bearing)

Bearing stress w. length of bear.= 2/3*l1:
SC = 7.32 N/mm2 <= fcd = 33.33 N/mm2

ANCHORAGE BY BOND (about theright bearing)

Anchorage length acc. to BK96, p1, p. 647, v. 6.4:
l = 1.31 m

Max. top-fibre tens. stress in ULS at x2=l:
Pct.: σX = 4.77 N/mm2 > 2.85 N/mm2 (fct;0.05)

Anchorage acc.to EC2, p1, 4.2.3.5.6 (9):
Fsd =197.74 kN (anch. tensile force=al/d *Vsd(x1= 24.70 m))
Ap = 3.74 cm2 (cross section of effective lower tendons)
2/3*l1 = 34.53 cm (requ. outstand about leading edge bearing)

Bearing stress w. length of bear.= 2/3*l1:
SC = 7.32 N/mm2 <= fcd = 33.33 N/mm2

BURSTING REINFORCEMENT at beginning of beam

No.	< Transfer zone > from (fr. out. edge) [m]	to [m]	<-- Section about last effective layer --> dist. LEBe. [cm]	Increase conc. pre.st. [MN]	shear force [MN]	factor (inter-pol.)	req.As [cm2]
1	0.00	1.18	8.00	-0.10	0.39	0.29	0.36	2.86
2	2.00	3.18	13.00	-0.11	0.38	0.27	0.39	2.85

red. dispersion length indented wire w.o. strand 3/4*e= 0.78 m

The bursting reinforcement must be arranged in zone of reduced dispersion length.

BURSTING REINFORCEMENT at end of beam

No.	< Transfer zone > from (fr. out. edge) [m]	to [m]	<-- Section about last effective layer --> dist. LEBe. [cm]	Increase conc. pre.st. [MN]	shear force [MN]	factor (inter-pol.)	req.As [cm2]
1	25.60	24.42	8.00	-0.10	0.39	0.29	0.36	2.86
2	23.60	22.42	13.00	-0.11	0.38	0.27	0.39	2.85

Prestressed Concrete Girder B8 01/2011/A Win 7 sheet 12

PROJECT: SN1 SUB: Glavni nosac

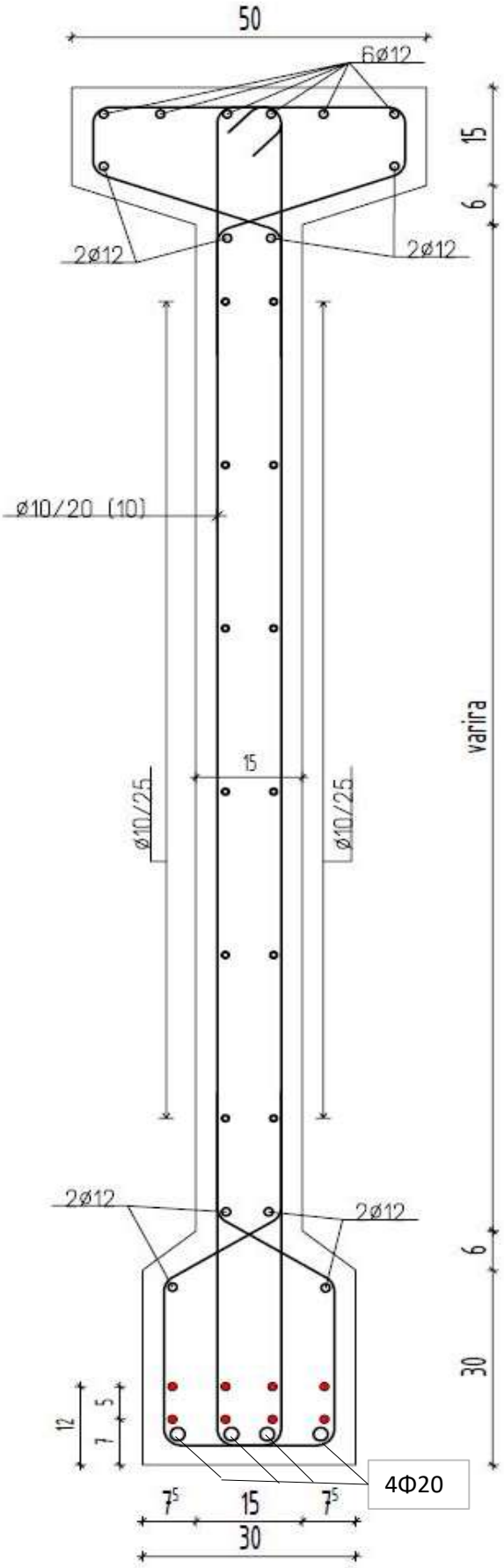
BURSTING REINFORCEMENT at end of beam

No.	< Transfer zone > from (fr. out. edge) [m]	to [m]	<-- Section about last effective layer --> dist. LEBe. [cm]	Increase conc. pre.st. [MN]	shear force [MN]	factor (inter-pol.)	req.As [cm2]

red. dispersion length indented wire w.o. strand 3/4*e= 0.78 m

The bursting reinforcement must be arranged in zone of reduced dispersion length.

Elongation: No results exist



Beton: C 50/60
Armatura: B 500B
Užad za prednaprezanje: 0,5"(Ø 12,5 mm), St 1670/1860
Sila prednaprezanja: 100 kN/uže
1. red=4 užeta
2. red=4 užeta (anulirati 200 cm obostrano na krajevima)

6. PRORAČUN VERTIKALNIH ELEMENATA - STUPOVI

6.1. SEIZMIČKO OPTEREĆENJE NA GRAĐEVINU

Horizontalno seizmičko opterećenje proračunato je u skladu s normom HRN EN 1998-1:2011: Eurokod 8: Projektiranje konstrukcija otpornih na potres – 1. dio: Opća pravila, potresna djelovanja i pravila za zgrade (EN 1998-1:2004/AC:2009) i odgovarajućim nacionalnim aneksom. Ulazni podaci za proračun su dani u poglavlju 2.4. Seizmičko opterećenje

Proračun seizmičkog djelovanja provodi se prema HRN EN 1998-1:2011 i HRN EN 1998-1:2011/NA:2011. Horizontalnu stabilnost građevine na seizmičko djelovanje osiguravaju konzolni AB stupovi.

Očitano poredbeno vršno ubrzanje u tlu razreda A (povratno razdoblje 475 g): a_{gR} = 0,185 g
Očitano poredbeno vršno ubrzanje u tlu razreda A (povrano razdoblje 95 g): a_{gR} = 0,092 g

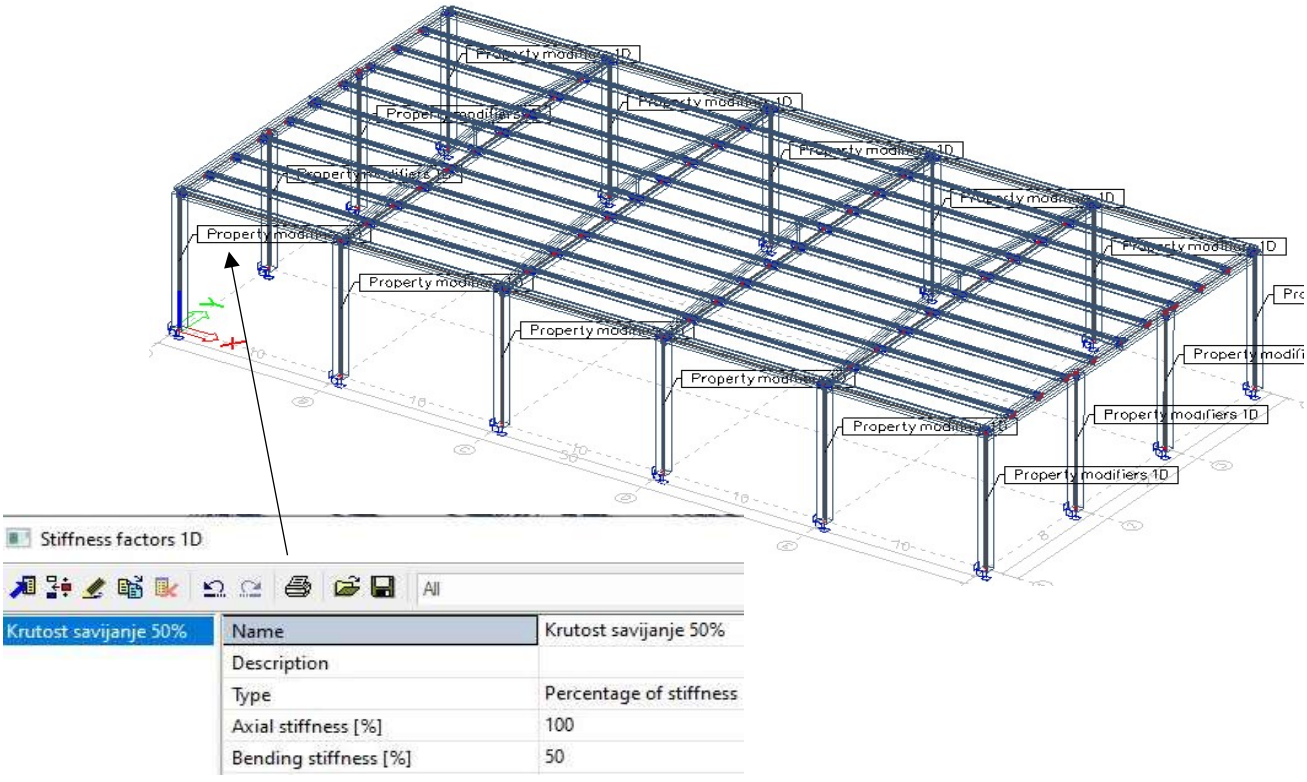
Faktor važnosti građevine: γ_I = 1,00
Temeljno tlo: tlo kategorije A S=1,0 T_B(s)=0,15 T_C(s)=0,4 T_D(s)=2,00

Faktor ponašanja: q=3,3
za montažnu AB konstrukciju (okvirni sustav) I srednju duktilnost (DC "M")

Proračun je proveden u programu SCIA Engineer na globalnom 3D modelu.
U globalnom modelu za proračun djelovanja potresa upisana su sljedeća opterećenja:
1. vlastita težina konstrukcije
2. dodatno stalno opterećenje

Vjetar I snijeg se ne uzimaju u obzir za seizmičku proračunsku situaciju te stoga nisu upisivani kao slučajevi opterećenja.
Modalna analiza je provedena na globalnom modelu kako bi se što točnije utvrdilo ponašanje konstrukcije kao I osnovni periodi osciliranja konstrukcije, na temelju kojih su generirane seizmičke sile.
Modalna analiza je provedena na modelu sa krutim osloncima, dok je krutost vertikalnih nosivih elemenata uzeta u iznosu od 50% sukladno zahtjevima norme HRN EN 1998-1:2011
Proračun nosive konstrukcije na seizmičko opterećenje proveo se multimodalnom analizom sukladno normi HRN EN 1998-1:2011 i HRN EN 1998-1:2011/NA:2011.

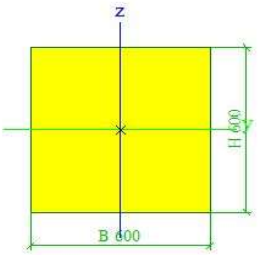
6.1.2. Prikaz nosive konstrukcije



Poprečni presjeci I materijal

STUPOVI

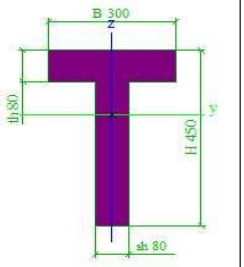
Name	Stupovi
Type	Rectangle
Detailed	600; 600
Item material	C30/37
Fabrication	concrete
Use 2D FEM analysis	×



A [m²]	3,6000e-01	
A y, z [m²]	3,0000e-01	3,0000e-01
I y, z [m⁴]	1,0800e-02	1,0800e-02
I w [m⁶], t [m⁴]	0,0000e+00	1,8239e-02
W_{el} y, z [m³]	3,6000e-02	3,6000e-02
W_{pl} y, z [m³]	0,0000e+00	0,0000e+00
d y, z [mm]	0	0
c YUCS, ZUCS [mm]	300	300
α [deg]	0,00	
A L, D [m²/m]	2,4000e+00	2,4000e+00
M_{ply} +, - [Nm]	0,00e+00	0,00e+00
M_{plz} +, - [Nm]	0,00e+00	0,00e+00

SEKUNDARNI KROVNI NOSAČI

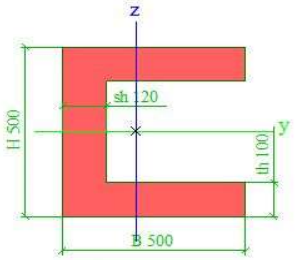
Name	Krovni sekundarac SN
Type	T g
Detailed	450; 300; 80; 80
Item material	C50/60
Fabrication	general
Use 2D FEM analysis	×



A [m²]	5,3600e-02	
A y, z [m²]	3,7729e-02	3,2501e-02
I y, z [m⁴]	1,0215e-03	1,9579e-04
I w [m⁶], t [m⁴]	0,0000e+00	1,9840e-04
W_{el} y, z [m³]	3,5747e-03	1,3052e-03
W_{pl} y, z [m³]	0,0000e+00	0,0000e+00
d y, z [mm]	0	0
c YUCS, ZUCS [mm]	150	286
α [deg]	0,00	
A L, D [m²/m]	1,5000e+00	1,5000e+00
M_{ply} +, - [Nm]	0,00e+00	0,00e+00
M_{plz} +, - [Nm]	0,00e+00	0,00e+00

OBODNA GREDA

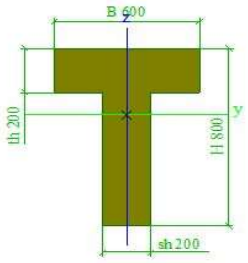
Name	OG
Type	U g
Detailed	500; 500; 100; 120
Item material	C50/60
Fabrication	general
Use 2D FEM analysis	×



A [m²]	1,3600e-01	
A y, z [m²]	9,4078e-02	6,0642e-02
I y, z [m⁴]	4,3533e-03	3,0821e-03
I w [m⁶], t [m⁴]	0,0000e+00	1,6034e-03
W_{el} y, z [m³]	1,7413e-02	1,0264e-02
W_{pl} y, z [m³]	0,0000e+00	0,0000e+00
d y, z [mm]	0	0
c YUCS, ZUCS [mm]	200	250
α [deg]	0,00	
A L, D [m²/m]	2,7600e+00	2,7600e+00
M_{ply} +, - [Nm]	0,00e+00	0,00e+00
M_{plz} +, - [Nm]	0,00e+00	0,00e+00

RUBNI KROVNI NOSAČ

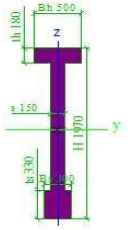
Name	Krovni GN1 rubni
Type	T g
Detailed	800; 600; 200; 200
Item material	C50/60
Fabrication	general
Use 2D FEM analysis	×



A [m²]	2,4000e-01	
A y, z [m²]	1,9550e-01	1,4935e-01
I y, z [m⁴]	1,3600e-02	4,0000e-03
I w [m⁶], t [m⁴]	0,0000e+00	5,8510e-03
W_{el} y, z [m³]	2,7200e-02	1,3333e-02
W_{pl} y, z [m³]	0,0000e+00	0,0000e+00
d y, z [mm]	0	0
c YUCS, ZUCS [mm]	300	500
α [deg]	0,00	
A L, D [m²/m]	2,8000e+00	2,8000e+00
M_{ply} +, - [Nm]	0,00e+00	0,00e+00
M_{plz} +, - [Nm]	0,00e+00	0,00e+00

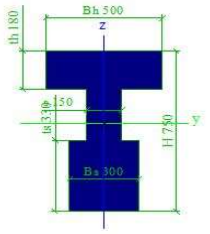
GLAVNI KROVNI NOSAČ PROMJENJIVE VISINE

Name	Krovni GN2 sredina
Type	I ng
Detailed	1970; 500; 300; 330; 180; 150
Item material	C50/60
Fabrication	concrete
Use 2D FEM analysis	×



A [m²]	4,0800e-01	
A y, z [m²]	3,4100e-01	2,7378e-01
I y, z [m⁴]	1,7932e-01	3,0281e-03
I w [m⁶], t [m⁴]	0,0000e+00	3,8626e-03
W_{el} y, z [m³]	1,7517e-01	1,2113e-02
W_{pl} y, z [m³]	0,0000e+00	0,0000e+00
d y, z [mm]	0	0
c YUCS, ZUCS [mm]	250	1024
α [deg]	0,00	
A L, D [m²/m]	5,2400e+00	5,2400e+00
M_{ply} +, - [Nm]	0,00e+00	0,00e+00
M_{plz} +, - [Nm]	0,00e+00	0,00e+00

Name	Krovni GN2 kraj
Type	I ng
Detailed	750; 500; 300; 330; 180; 150
Item material	C50/60
Fabrication	general
Use 2D FEM analysis	×

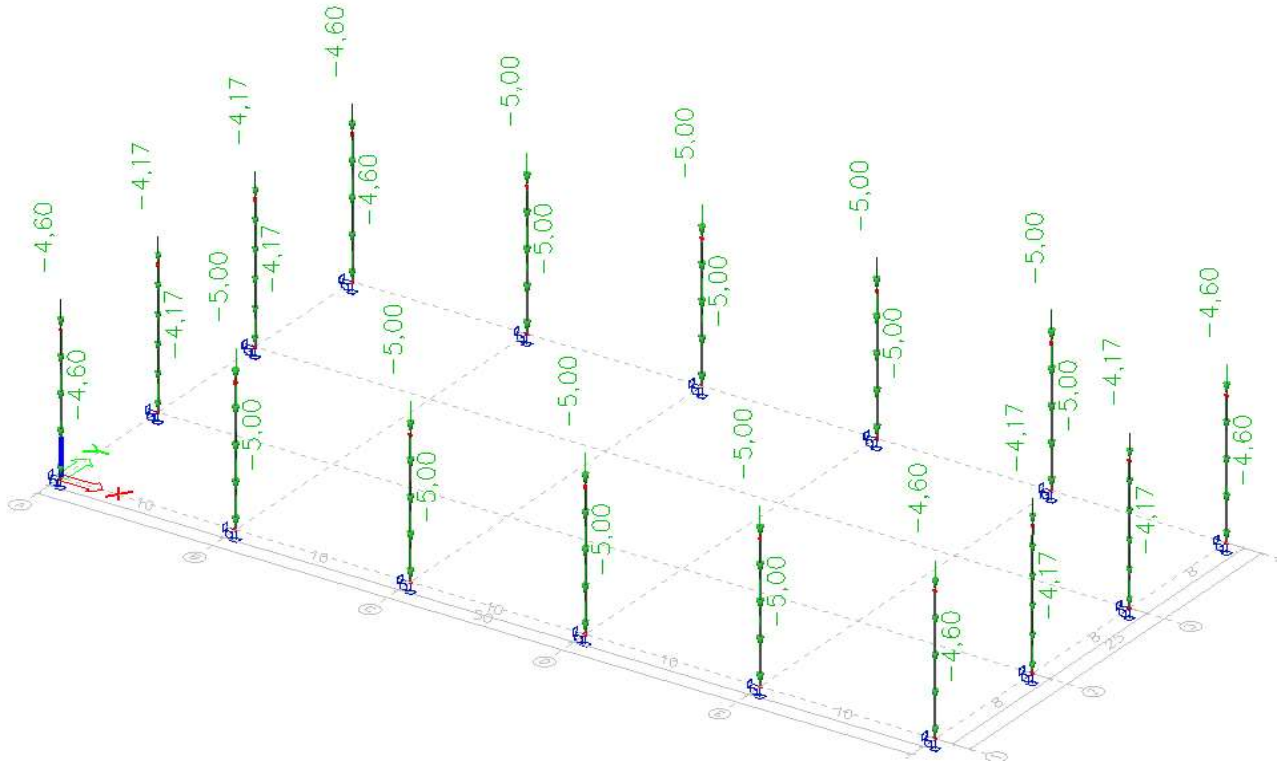


A [m²]	2,2500e-01	
A y, z [m²]	2,1295e-01	1,3032e-01
I y, z [m⁴]	1,2939e-02	2,6850e-03
I w [m⁶], t [m⁴]	0,0000e+00	4,8486e-03
W_{el} y, z [m³]	3,1666e-02	1,0740e-02
W_{pl} y, z [m³]	0,0000e+00	0,0000e+00
d y, z [mm]	0	0
c YUCS, ZUCS [mm]	250	409
α [deg]	0,00	
A L, D [m²/m]	2,8000e+00	2,8000e+00
M_{ply} +, - [Nm]	0,00e+00	0,00e+00
M_{plz} +, - [Nm]	0,00e+00	0,00e+00

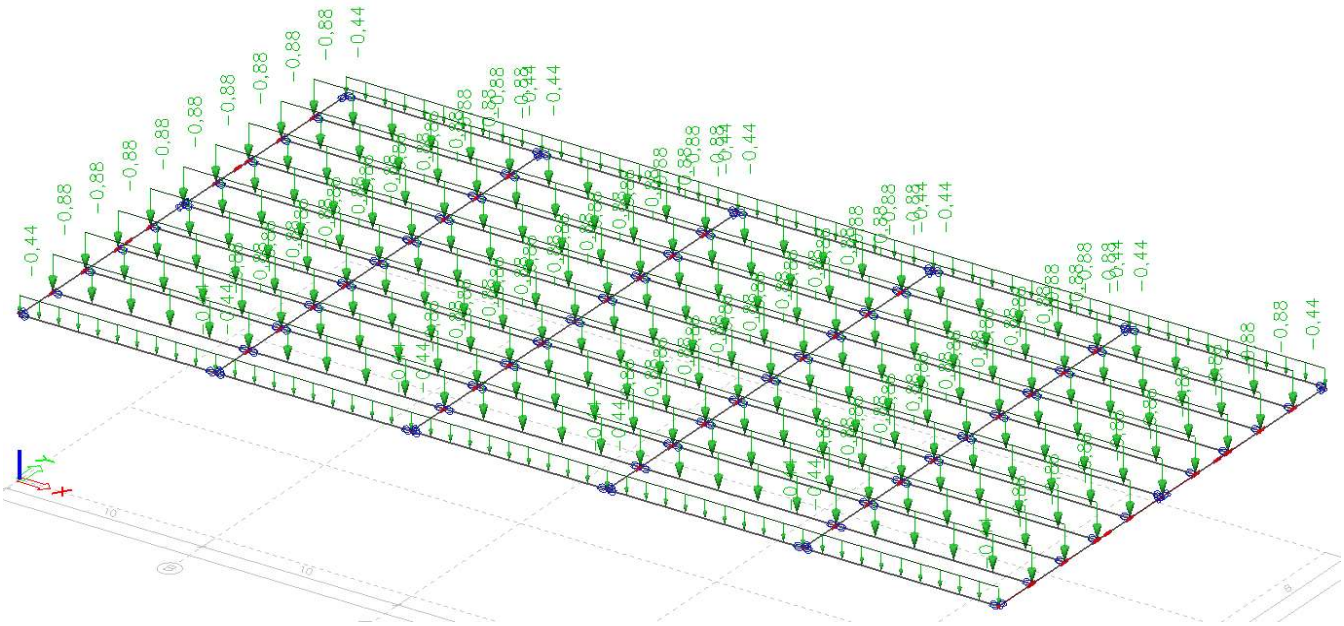
6.1.3. Slučajevi opterećenja za generiranje masa

Program sam uzima u obzir vlastitu težinu konstrukcije te generira masu za slučaj opterećenja SO1
Za slučaj opterećenja SO2 dodatno stalno je generirano iz prikazanih opterećenja
Premda se zidni paneli oslanjaju na stupove sa cca. 30% mase, prilikom djelovanja potresa ukrućeni su sustavom AB konzolnih stupova. Iz tog razloga cijela masa zidnih panela je zadana na stupove za generiranje mase sustava.

SO2-dodatno stalno opterećenje na stupove (kN/m')

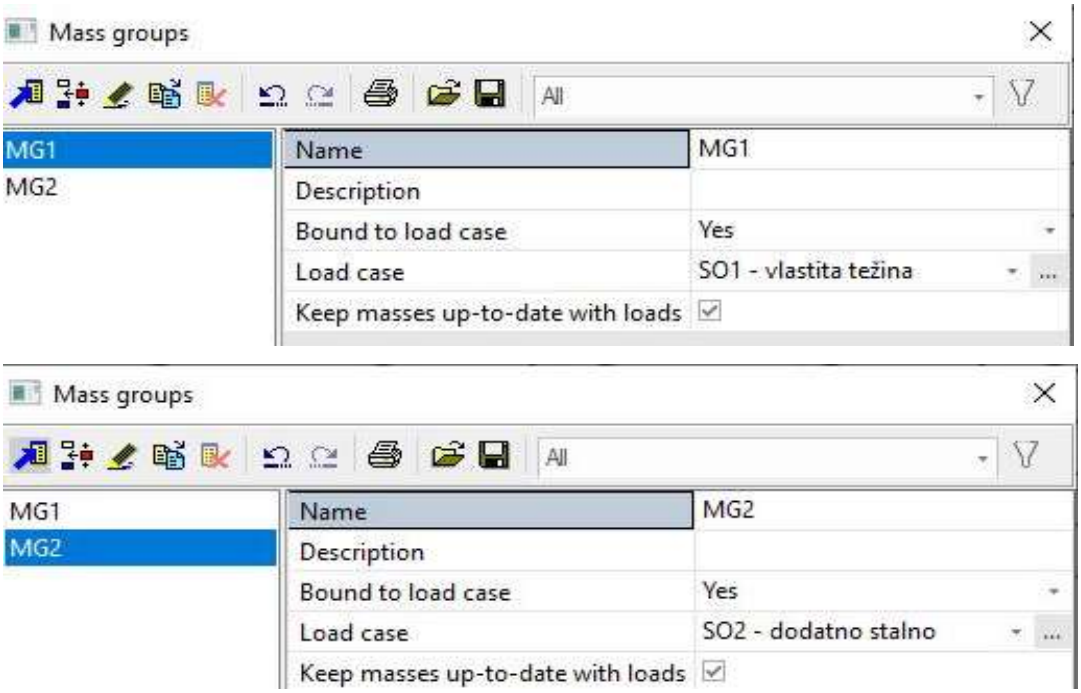


SO2-dodatno stalno opterećenje na krovnu konstrukciju (kN/m')



6.1.4. Proračun vlastitih frekvencija

Generirane mase



Proračun vlastitih frekvencija je proveden za kombinaciju masa CM1: 1,00*MG1+1,00*MG2

Vlastite frekvencije I periodi osciliranja konstrukcije

Sum of masses

	Mass type	X [kg]	Y [kg]	Z [kg]
1	Moving mass	344209,3	344209,3	344209,3
1	Total mass	440141,8	440141,8	440141,8

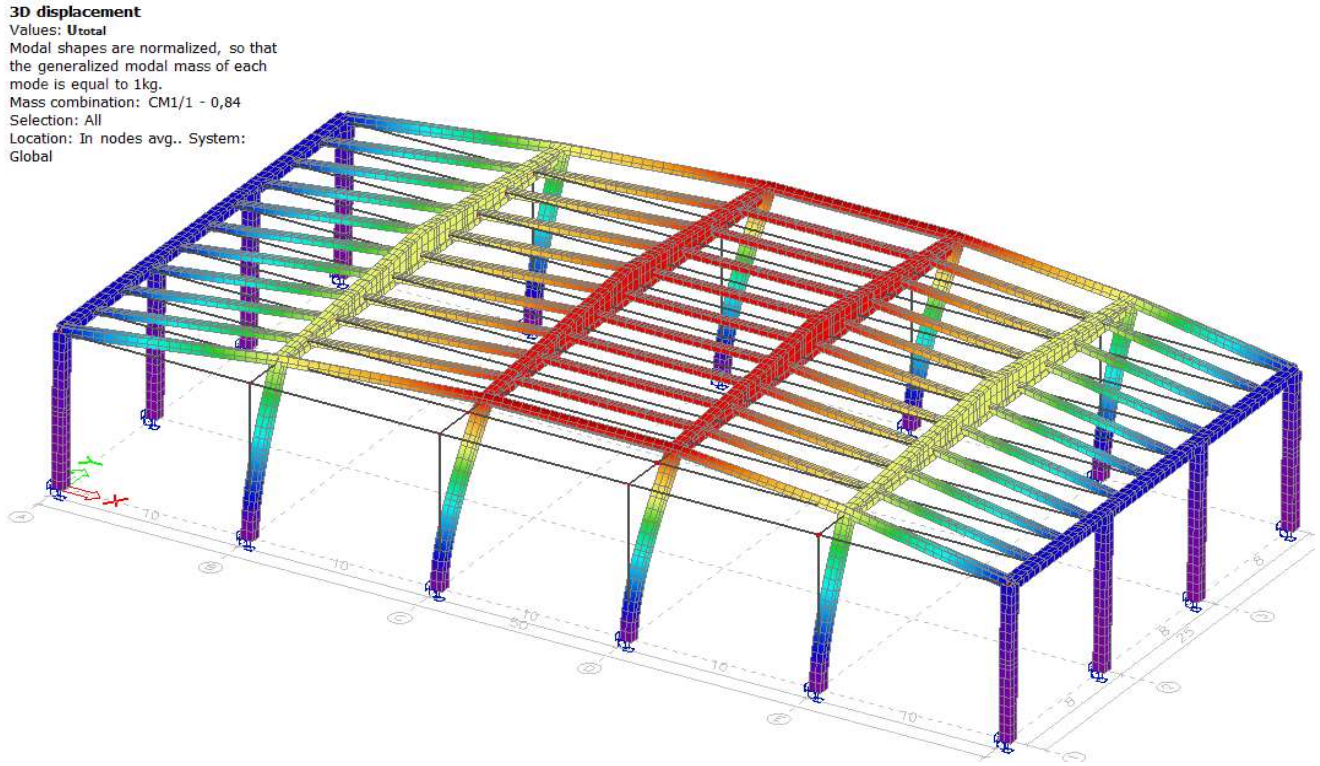
Relative modal masses

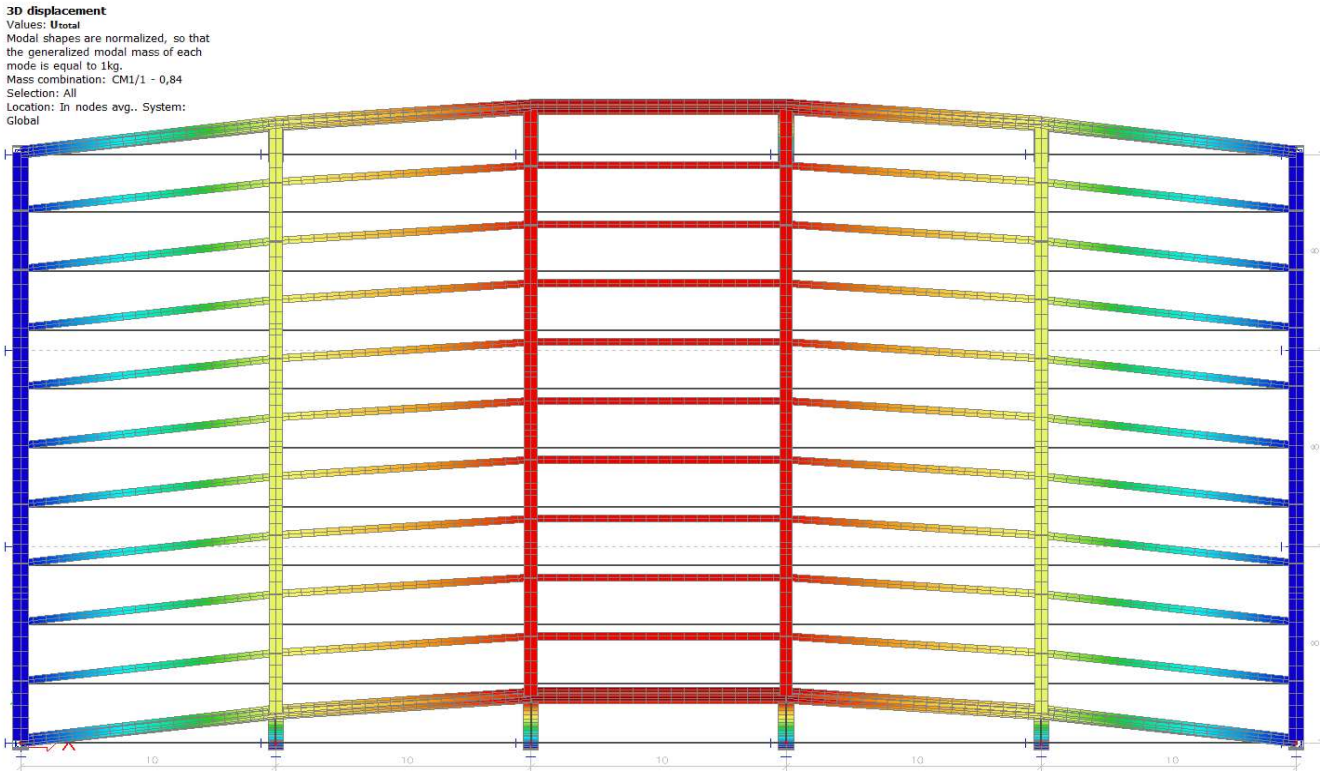
Mode	mega [rad/s	Period [s]	Freq. [Hz]	W_{xi}/W_{xtot}	W_{yi}/W_{ytot}	W_{zi}/W_{ztot}
1	5.28709	1,19	0,84	0,0000	0,6989	0,0000
2	5.31665	1,18	0,85	0,8780	0,0000	0,0000
3	5.49463	1,14	0,87	0,0000	0,0000	0,0000
4	5.73695	1,10	0,91	0,0000	0,0429	0,0000
5	5.92292	1,06	0,94	0,0000	0,0000	0,0000
6	8.02381	0,78	1,28	0,0000	0,2581	0,0000
7	8.02381	0,78	1,28	0,0000	0,0000	0,0000
8	8.40202	0,75	1,34	0,0000	0,0000	0,0000
9	10.1041	0,62	1,61	0,1220	0,0000	0,0000
10	20.3465	0,31	3,24	0,0000	0,0000	0,0000
				0,9999	1,0000	0,0000

W_{xi_R}/W_{xtot_R}	W_{yi_R}/W_{ytot_R}	W_{zi_R}/W_{ztot_R}
0,0000	0,0000	0,0000
0,0000	0,0000	0,0000
0,0000	0,0000	0,2785
0,0000	0,0000	0,0000
0,0000	0,0000	0,0172
0,0000	0,0000	0,0000
0,0000	0,0000	0,4823
0,0000	0,0000	0,2209
0,0000	0,0000	0,0000
0,0000	0,0000	0,0010
0,0000	0,0000	1,0000

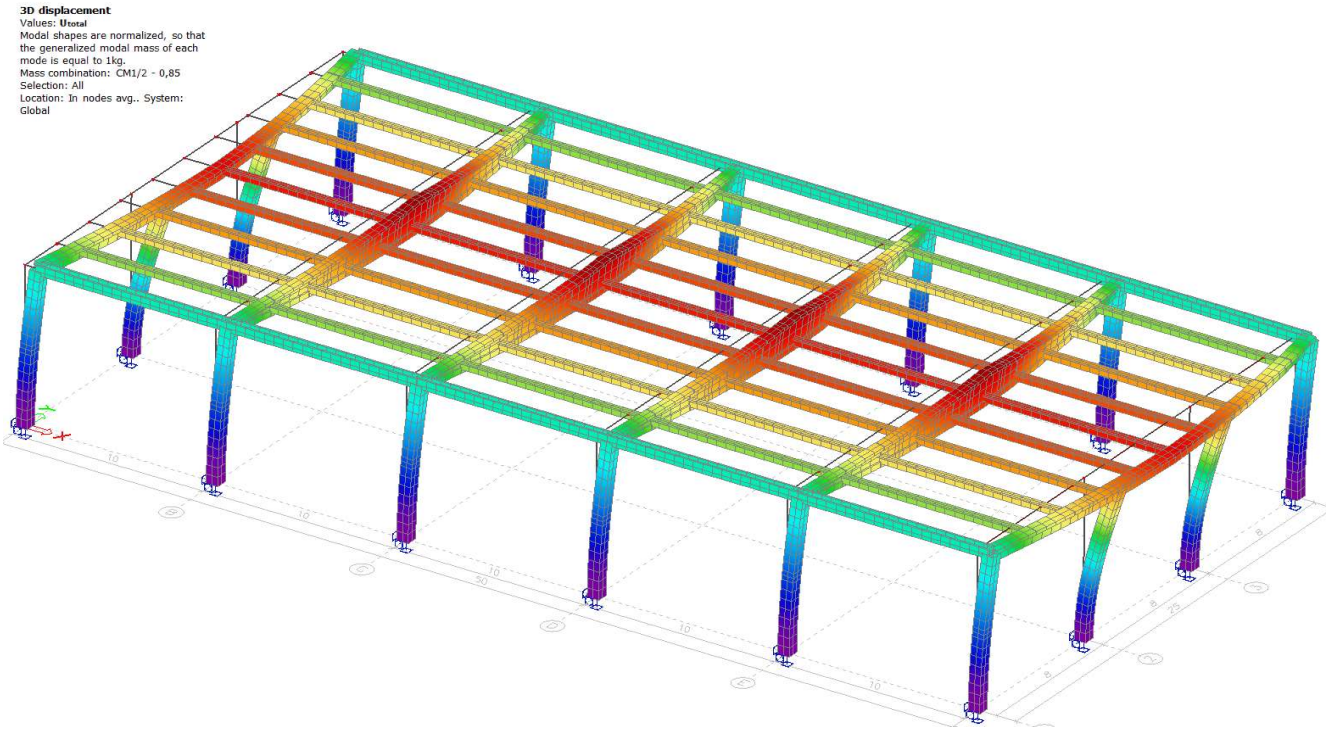
Iz tabličnog prikaza vidljivo je da prvi ton (0,84 Hz) pripada translaciji konstrukcije u poprečnom smjeru dok je drugi ton (0,85 Hz) translacija konstrukcije u uzdužnom smjeru

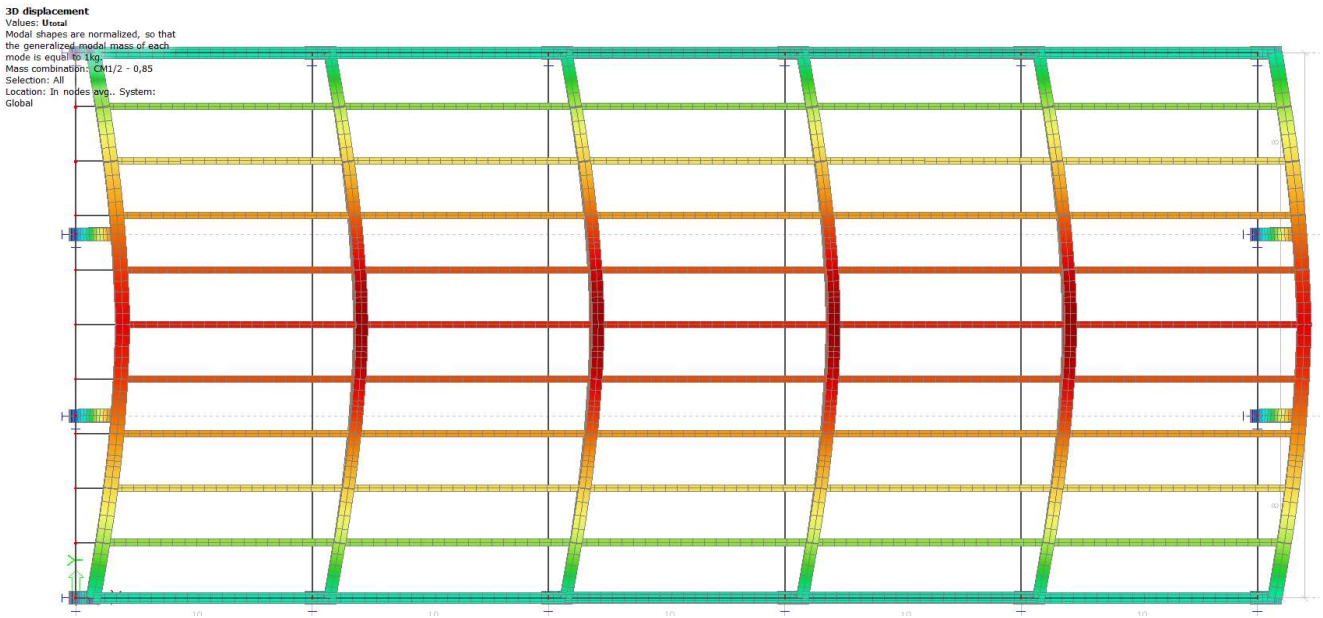
1. ton - 0,84 Hz - translacija u poprečnom (Y) smjeru





2. ton - 0,85 Hz - translacija u uzdužnom (X) smjeru





6.1.5. Ukupna posmična seizmička sila

$a_g=a_{gR}=$ 1,815 m/s^2

$T_C(s)=0,4$ < $T_1=1,19$ < $T_D(s)=2,00$
$T_C(s)=0,4$ < $T_1=1,18$ < $T_D(s)=2,00$

Za navedeno područje ordinata proračunskog spektra odziva za elastični proračun iznosi:

$$S_d(T)\begin{cases}=a_g S \dfrac{2,5}{q}\left[\dfrac{T_C}{T}\right] \\ \geq \beta a_g\end{cases}$$

=> $Sd(T_1)=$ 0,046 =4,6% > 3,63%
$Sd(T_2)=$ 0,047 =4,7% > 3,63%

Ukupna težina konstrukcije (g+Δg) iznad kote upetosti: $W_{uk}=$ 4318 kN

Ukupna očekivana posmična seizmička sila: poprečno smjer Y $V_{dy}=$ 198,63 kN
uzdužno smjer X $V_{dx}=$ 202,95 kN

6.1.6. Usporedba horizontalnog djelovanja vjetra I potresa

Vjetar okomito na uzdužnu fasadu
Površina fasade: A= 50*10,15= 507,5 m^2
Opterećenje vjetrom na uzdužne fasade: područje D pritisak w= 1,36 kN/m^2
područje E sisanje w= 0,05 kN/m^2

Ukupna sila vjetra okomito na uzdužnu fasadu $W_y=$ 715,58 kN

Nije prikazano djelovanje na plohe paralelne na smjer vjetra budući nisu mjerodavne za usporedbu (simetrija - sile istog iznosa I suprotnog predznaka)

Vjetar okomio na poprečnu fasadu
Površina fasade: A= 25*10,15= 253,75 m^2
Opterećenje vjetrom na uzdužne fasade: područje D pritisak w= 1,33 kN/m^2
područje E sisanje w= 0 kN/m^2

Ukupna sila vjetra okomito na uzdužnu fasadu $W_y=$ 337,49 kN

Nije prikazano djelovanje na plohe paralelne na smjer vjetra budući nisu mjerodavne za usporedbu (simetrija - sile istog iznosa I suprotnog predznaka)

Za proračun na djelovanje vjetra nije uzeta superpozicija maksimalnih utjecaja iz analize opterećenja vjetrom već stvarno djelovanje unutrašnjeg tlaka, sisanje na sve plohe ili pritisak na sve plohe.
Budući je ukupna horizontalna sila od vjetra puno veća od ukupne sile potresa, biti će proveden proračun za oba slučaja horizontalnog opterećenja.
Zbog velikih perioda osciliranja konstrukcije I male poprečne sile proračun na potres će biti proveden sa faktorom ponašanja q=1,5 čime je proračun na strani sigurnosti budući će konstrukcija biti dimenzionirana na veće potresne sile
Za faktor ponašanja q=1.5 ordinata proračunskog spektra I očekivana posmična sila su kako slijedi

$Sd(T_1)=$ 0,1017 =10,17% > 3,63%
$Sd(T_2)=$ 0,1025 =10,25% > 3,63%

Ukupna očekivana posmična seizmička sila: poprečno smjer Y $V_{dy}=$ 439,14 kN
uzdužno smjer X $V_{dx}=$ 442,60 kN

6.1.7. Rezultati proračuna - seizmika

Prikazani rezultati su od anvelope za seizmičko opterećenje

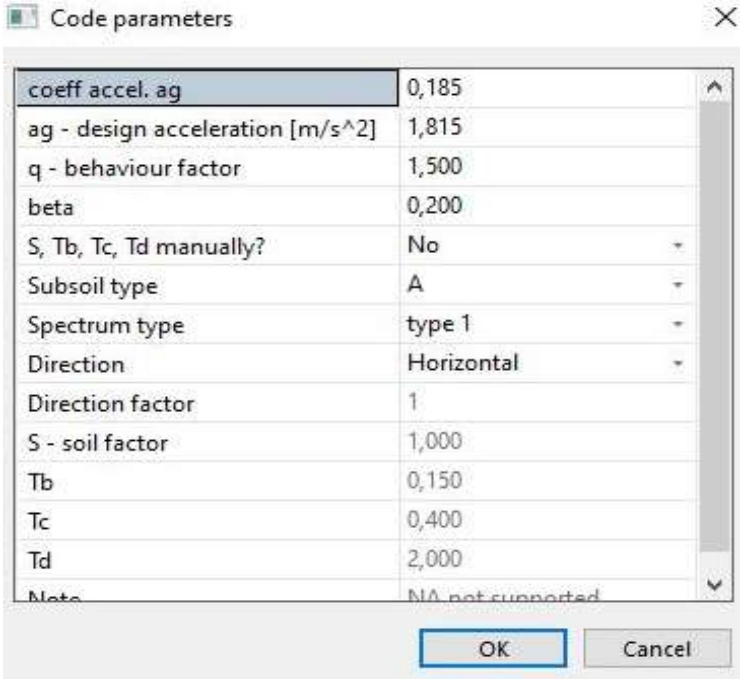
Razmatrani slučajevi opterećenja;

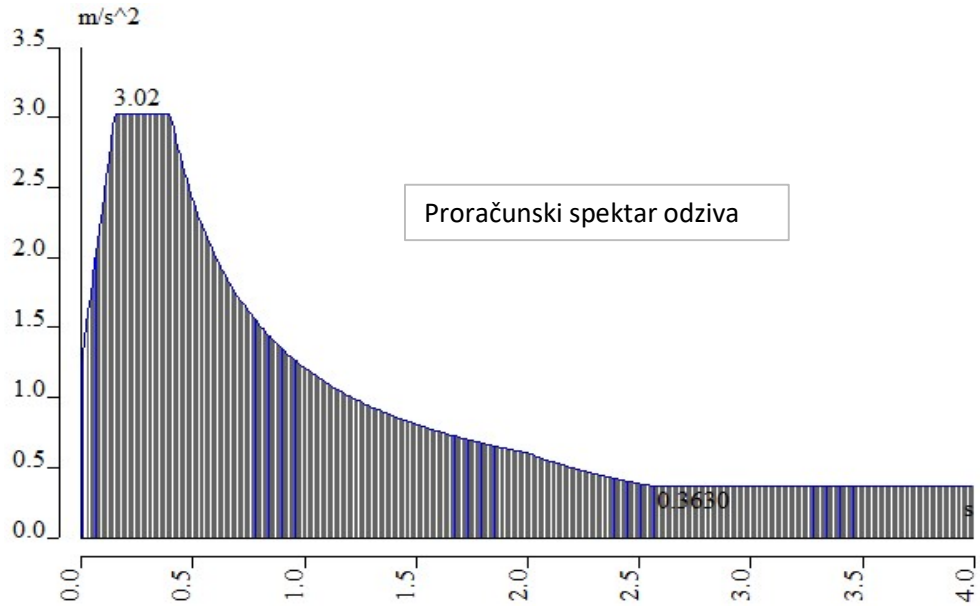
SO1	vlastita težina
SO2	dodatno stalno opterećenje
SO3	seizmika X
SO4	seizmika Y

Kombinacije opterećenja u anvelopi seizmičkih kombinacija opterećenja

KO1	1,00*SO1+1,00*SO2+1,00*SO3+0,3*SO4
KO2	1,00*SO1+1,00*SO2-1,00*SO3+0,3*SO4
KO3	1,00*SO1+1,00*SO2+1,00*SO3-0,3*SO4
KO4	1,00*SO1+1,00*SO2-1,00*SO3-0,3*SO4
KO5	1,00*SO1+1,00*SO2+1,00*SO4+0,3*SO3
KO6	1,00*SO1+1,00*SO2-1,00*SO4+0,3*SO3
KO7	1,00*SO1+1,00*SO2+1,00*SO4-0,3*SO3
KO8	1,00*SO1+1,00*SO2-1,00*SO4-0,3*SO3

Podaci o seizmičkom opterećenju



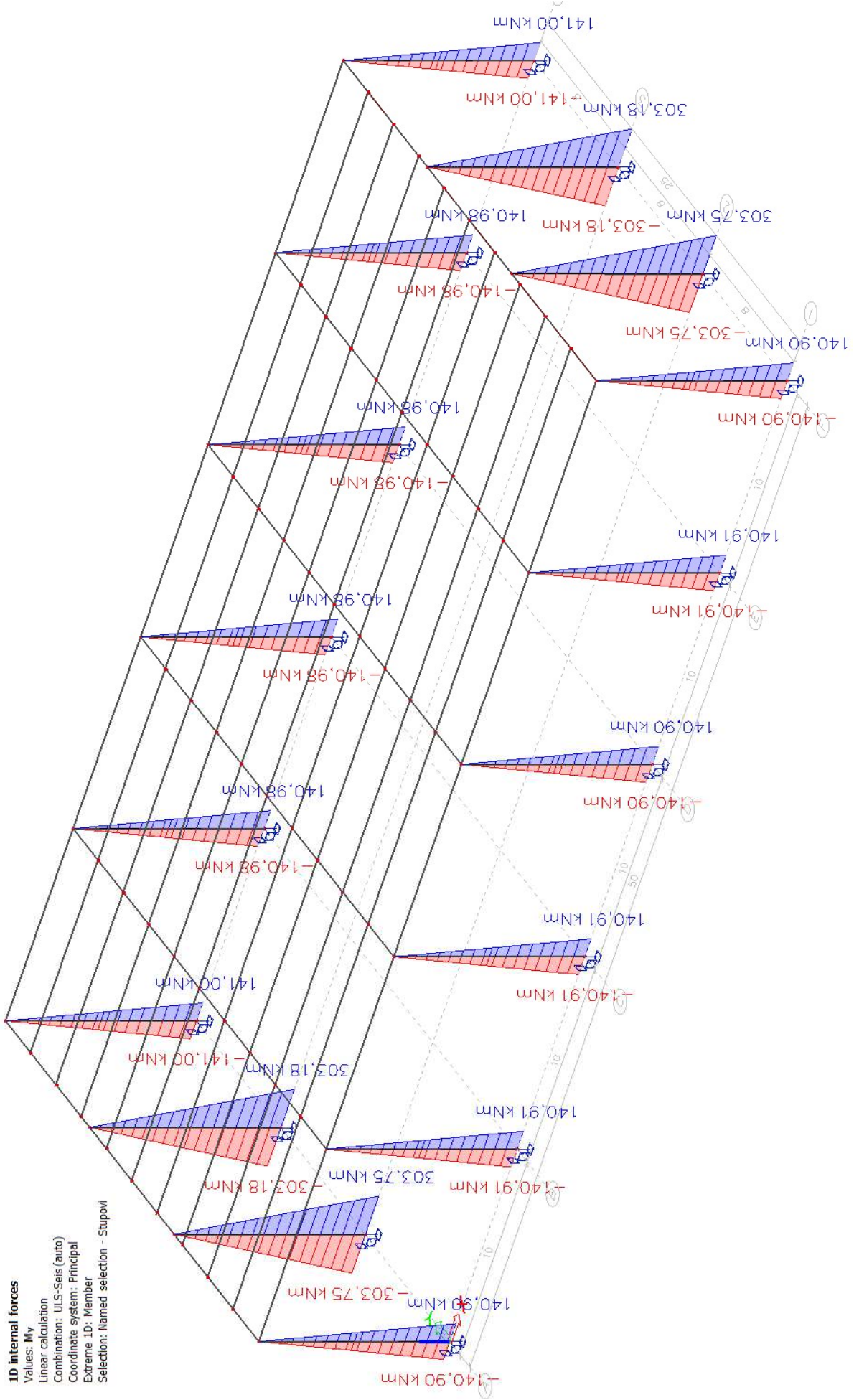


Proračunski spektar odziva

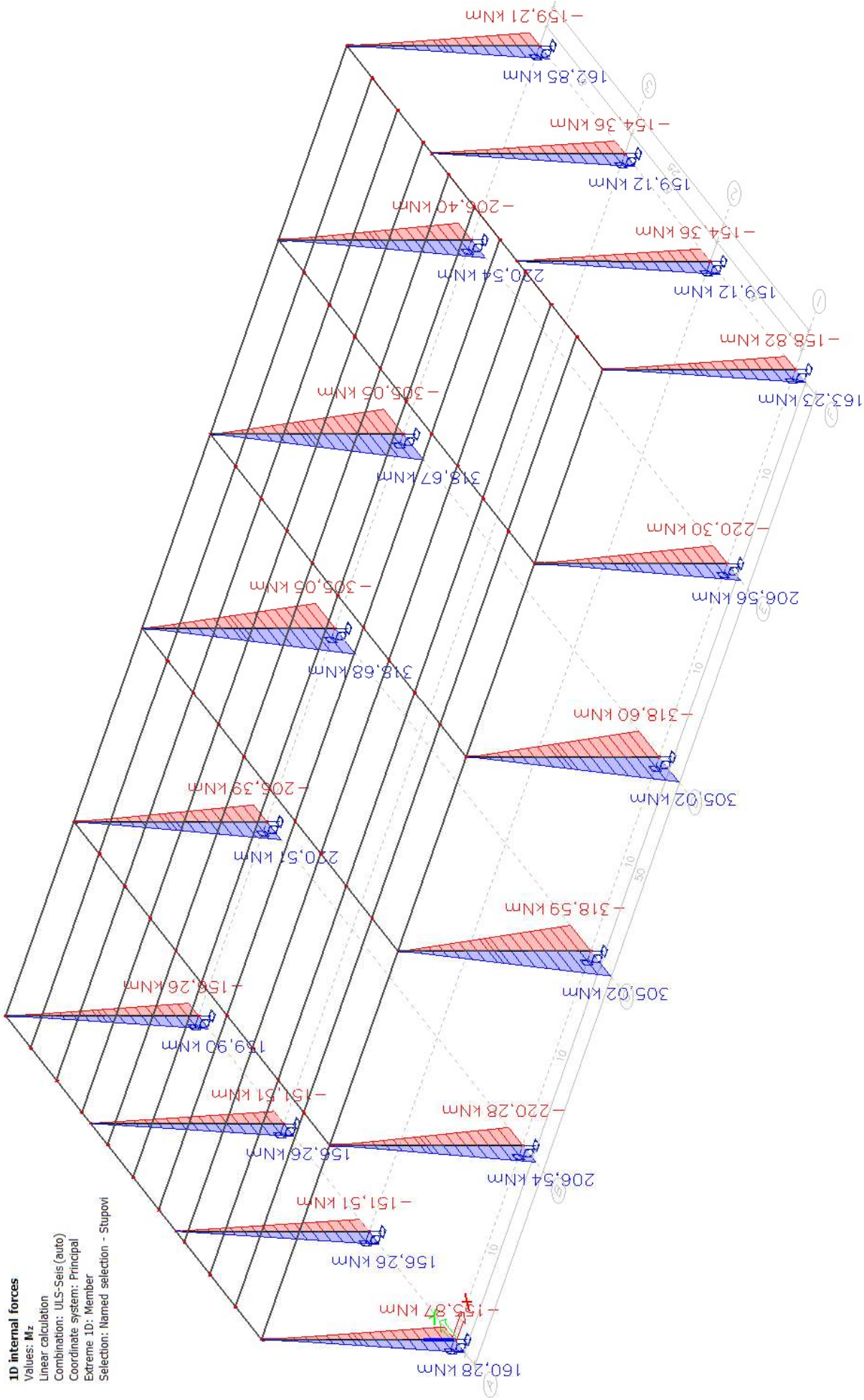
Name	SO3
Description	seizmika x
Action type	Variable
Load group	LG2
Load type	Dynamic
Specification	Seismicity
Parameters	
Direction X	
Direction X	☑
Response spectrum X	FS1
Factor X	1
Direction Y	
Direction Y	☐
Direction Z	
Direction Z	☐
Acceleration factor	1
Overturning reference level [cm]	0,000
Equivalent lateral forces	
ELF method	Disabled
Accidental eccentricity	
Method	Disabled
Modal superposition	
Type of superposition	CQC
Damping spectrum	CQC1
Multiple eigenshapes	
Unify eigenshapes	☐
Mode filtering	
Mode filtering	Disabled
Mass in analysis	Residual mode
Signed results	
Predominant mode	☑
Mode shape	2
Master load case	None
Mass combi	CM1
Stage for composite analysis model	Final stage, sho
3D Wind	☐

Name	SO4
Description	seizmika y
Action type	Variable
Load group	LG2
Load type	Dynamic
Specification	Seismicity
Parameters	
Direction X	
Direction X	☐
Direction Y	
Direction Y	☑
Response spectrum Y	FS1
Factor Y	1
Direction Z	
Direction Z	☐
Acceleration factor	1
Overturning reference level [cm]	0,000
Equivalent lateral forces	
ELF method	Disabled
Accidental eccentricity	
Method	Disabled
Modal superposition	
Type of superposition	CQC
Damping spectrum	CQC1
Multiple eigenshapes	
Unify eigenshapes	☐
Mode filtering	
Mode filtering	Disabled
Mass in analysis	Residual mode
Signed results	
Predominant mode	☑
Mode shape	1
Master load case	None
Mass combi	CM1
Stage for composite analysis model	Final stage, short
3D Wind	☐

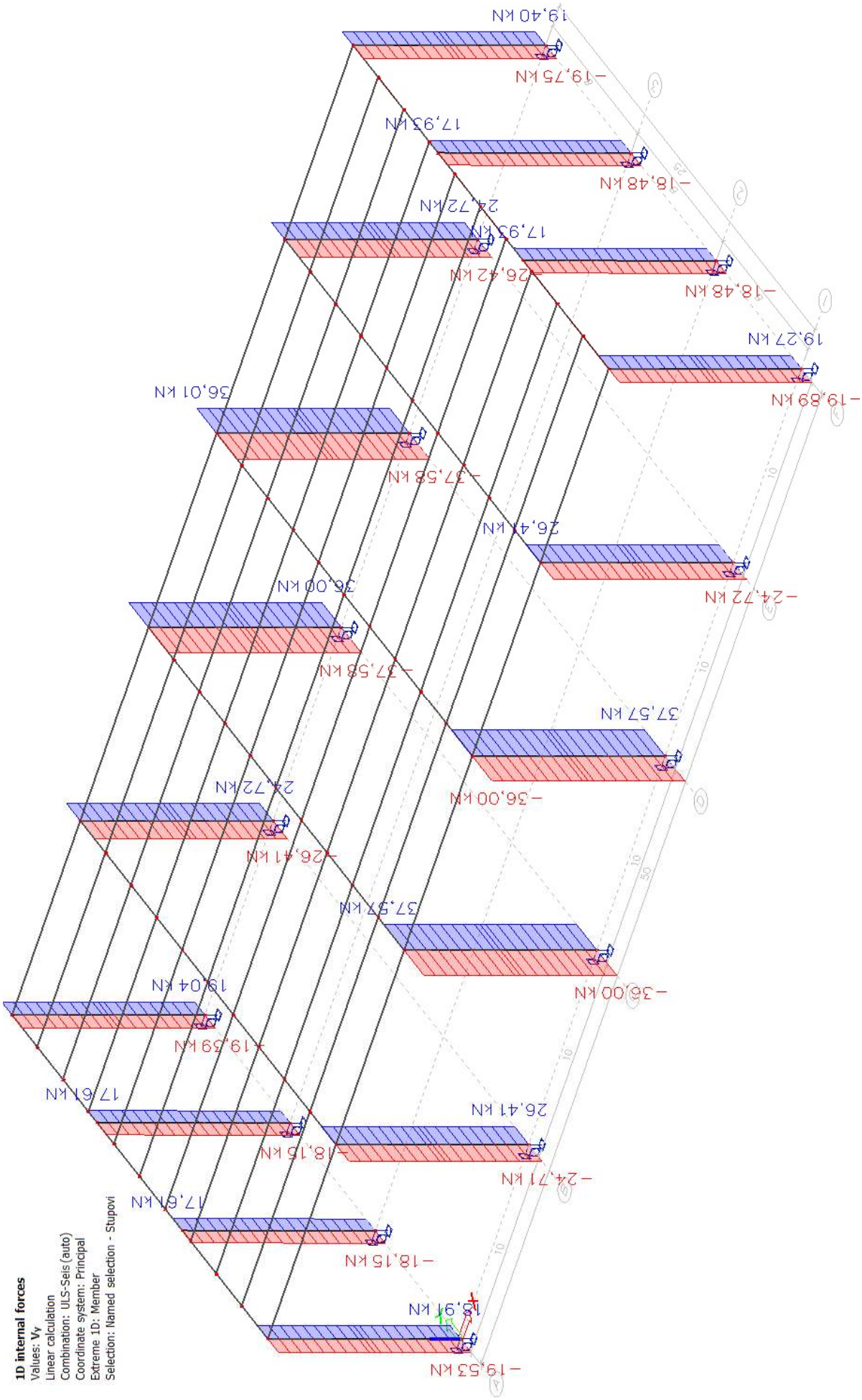
Momenti savijanja My (kNm) od anvelope potresnog opterećenja



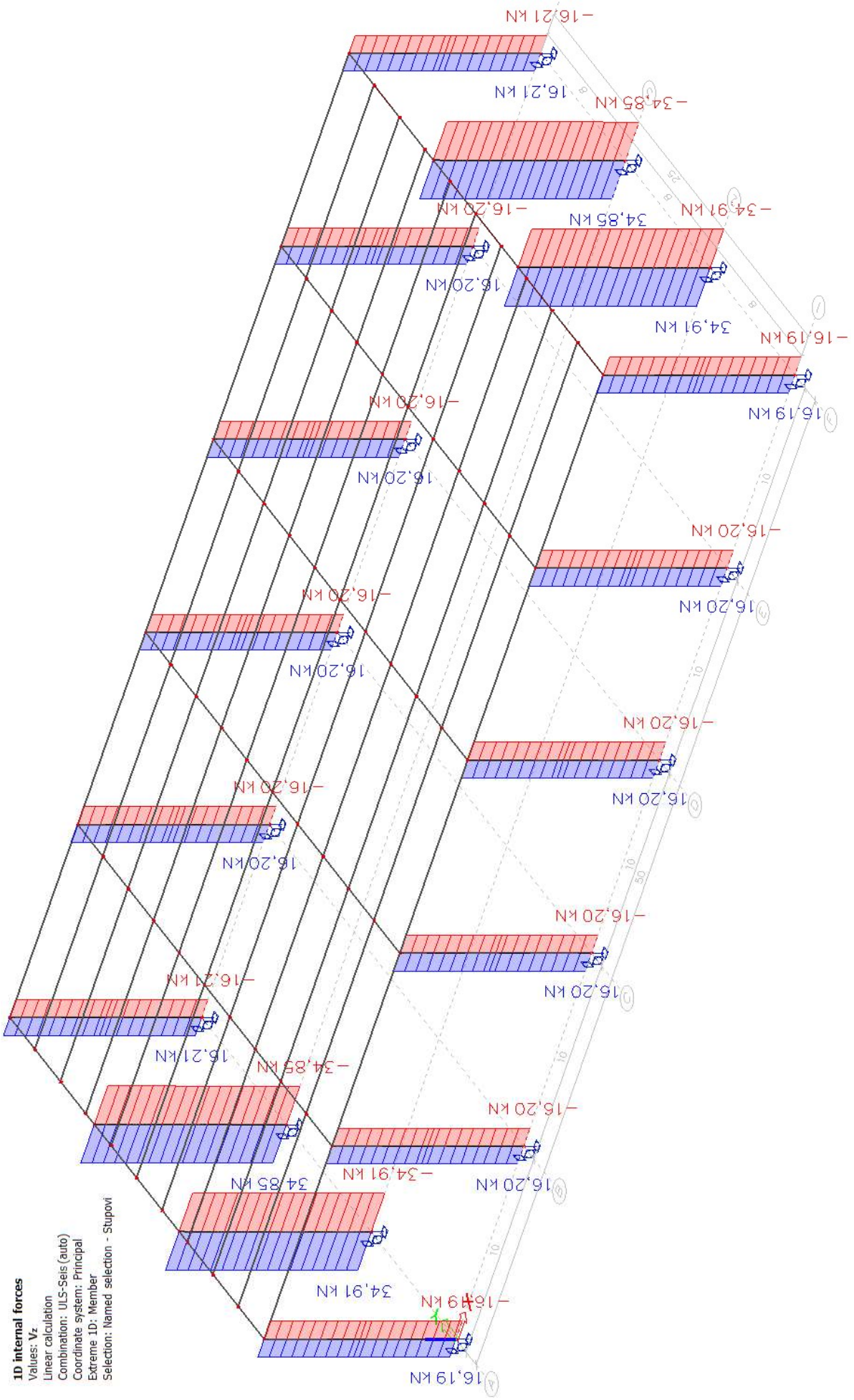
Momenti savijanja Mz (kNm) od anvelope potresnog opterećenja



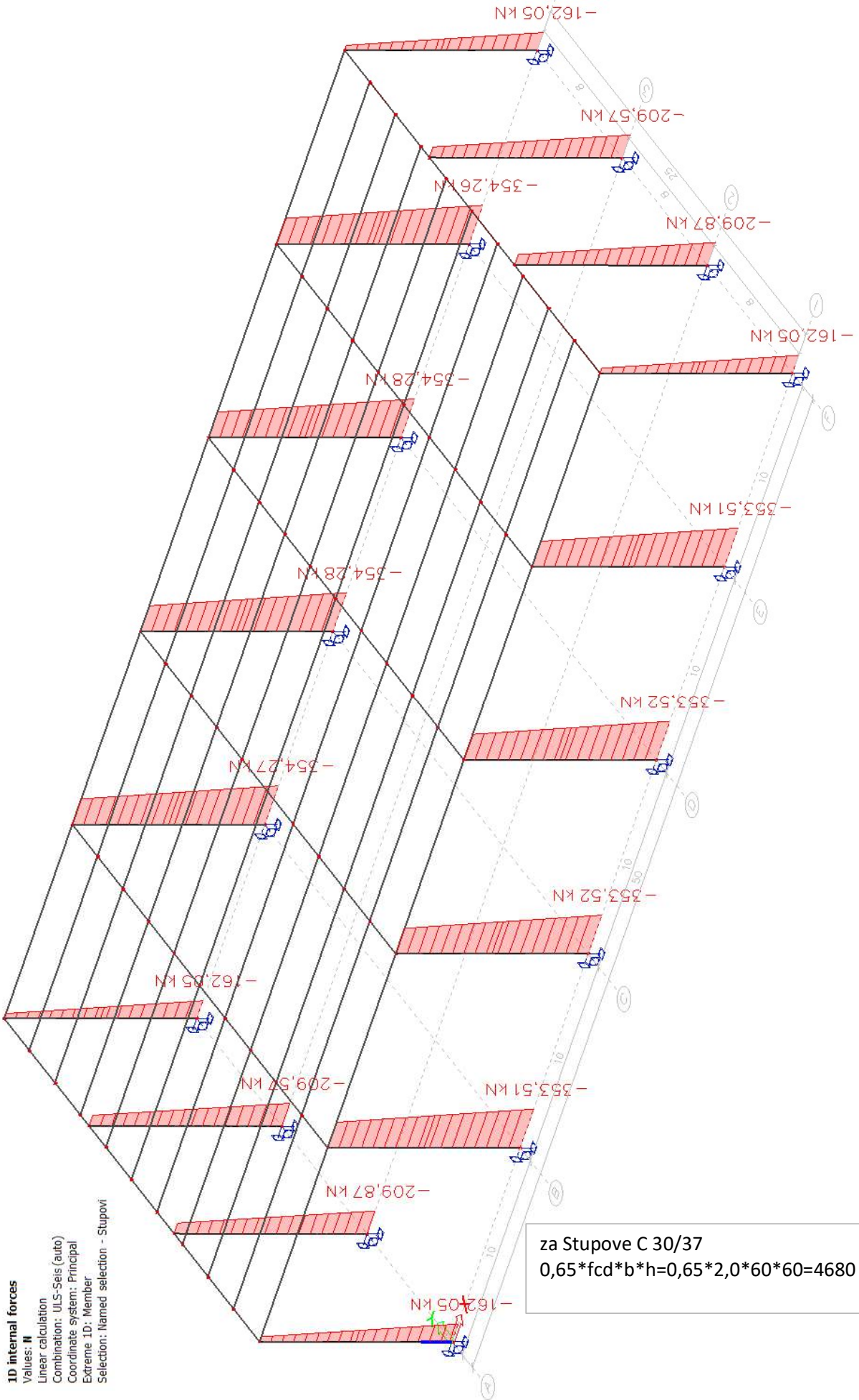
Poprečna sila Vy (kN) od anvelope potresnog opterećenja



Poprečna sila Vz (kN) od anvelope potresnog opterećenja

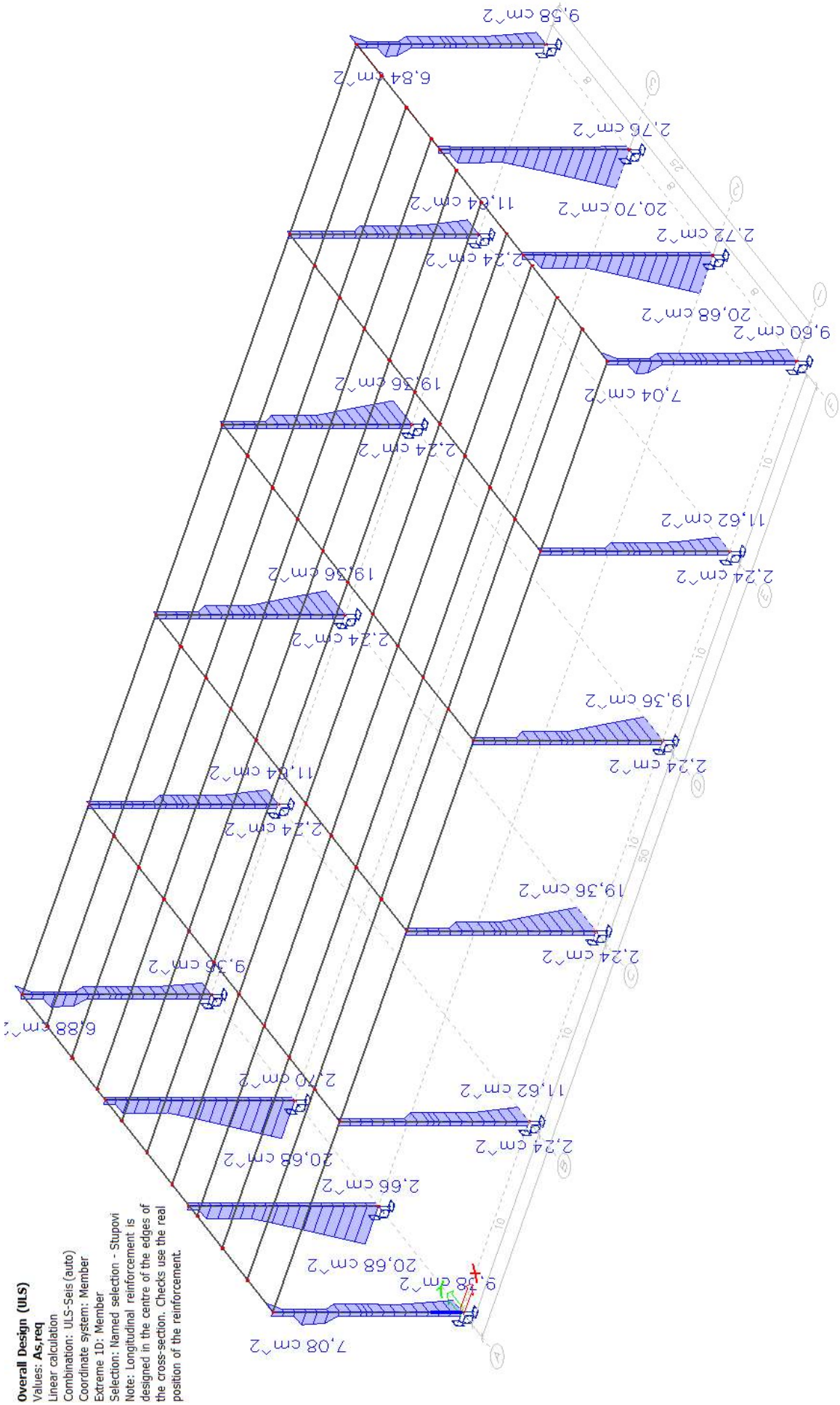


Uzdužna sila N (kN) od anvelope potresnog opterećenja

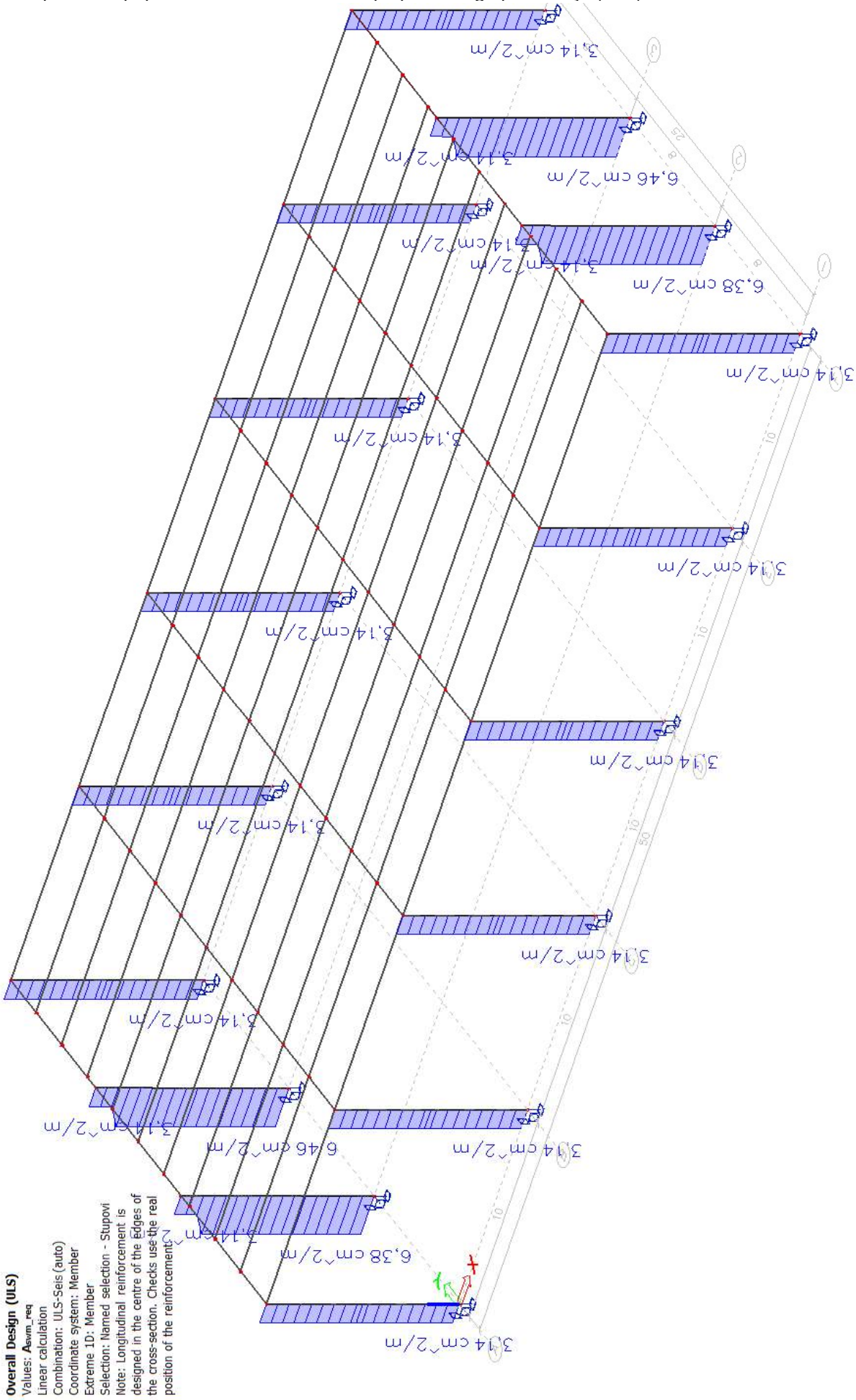


za Stupove C 30/37
0,65*fcd*b*h=0,65*2,0*60*60=4680 kN

Prikaz potrebne uzdužne armature u stupovima od anvelope potresnog opterećenja (cm^2)



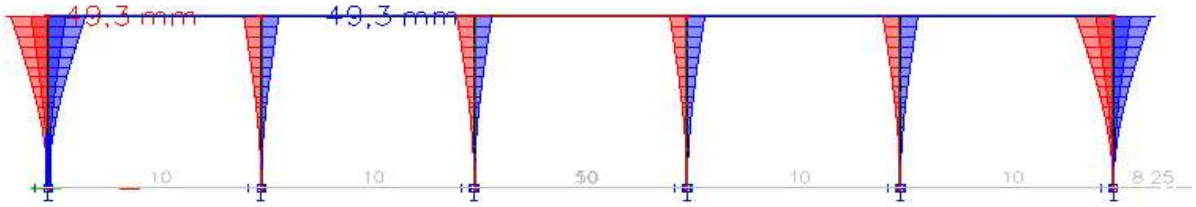
Prikaz potrebne poprečne armature od anvelope potresnog opterećenja (cm^2)



6.1.8. Kontrola horizontalnog pomaka - seizmika

Pomak u smjeru X od seizmičke kombinacije opterećenja (mm)

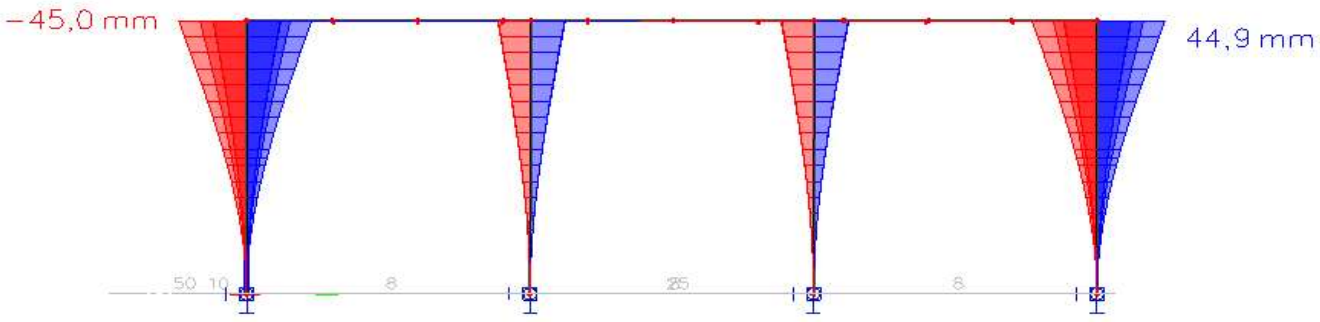
1D deformations
Values: ux
Linear calculation
Combination: ULS-Seis (auto)
Coordinate system: Global
Extreme 1D: Global
Selection: All



Faktor redukcije ν=0,5 d_r=49,3*1,5=73,8 mm
Faktor ponašanja q=1,5 d_r*ν=73,8*0,5=36,9 mm<0,01*h=0,01*8700=87 mm

Pomak u smjeru Y od seizmičke kombinacije opterećenja (mm)

1D deformations
Values: uy
Linear calculation
Combination: ULS-Seis (auto)
Coordinate system: Global
Extreme 1D: Global
Selection: All



Faktor redukcije ν=0,5 d_r=45*1,5=67,5 mm
Faktor ponašanja q=1,5 d_r*ν=67,5*0,5=33,75 mm<0,01*h=0,01*8700=87 mm

Svi pomaci iz seizmičke kombinacije opterećenja zadovoljavaju.
Građevina ima zadovoljavajuću krutost

Analiza učinka drugog reda na proračun konstrukcije
Provedeno na stupu sa najvećom tlačnom silom

Smjer X			Smjer Y		
N_{Ed}=	354,28	kN	N_{Ed}=	354,28	kN
V_{Ed}=	16,2	kN	V_{Ed}=	36	kN
d_r=	30,15	mm	d_r=	67,5	mm
h=	8700	mm	h=	8700	mm
Θ=(N_{Ed}*d_r)/(V_{Ed}*h)=	0,076		Θ=(N_{Ed}*d_r)/(V_{Ed}*h)=	0,076	

NIJE POTREBNO UZIMATI UČINKE II. REDA U OBZIR!

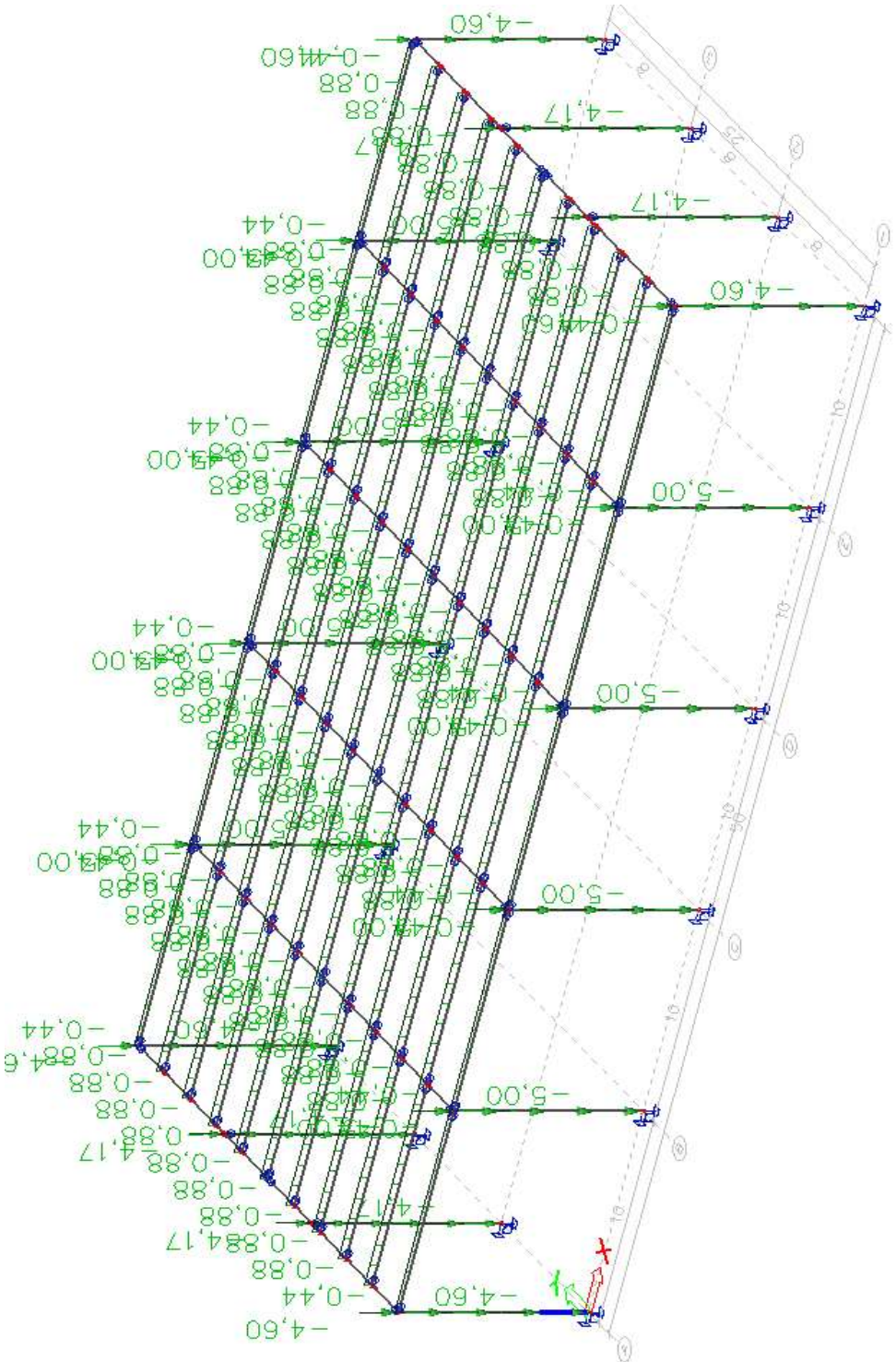
Prilikom dimenzioniranja stupovi će se proračunati po teoriji II. Reda kao dodatno osiguranje za horizontalno opterećenje

6.2. HORIZONTALNO OPTEREĆENJE VJETROM NA GRAĐEVINU

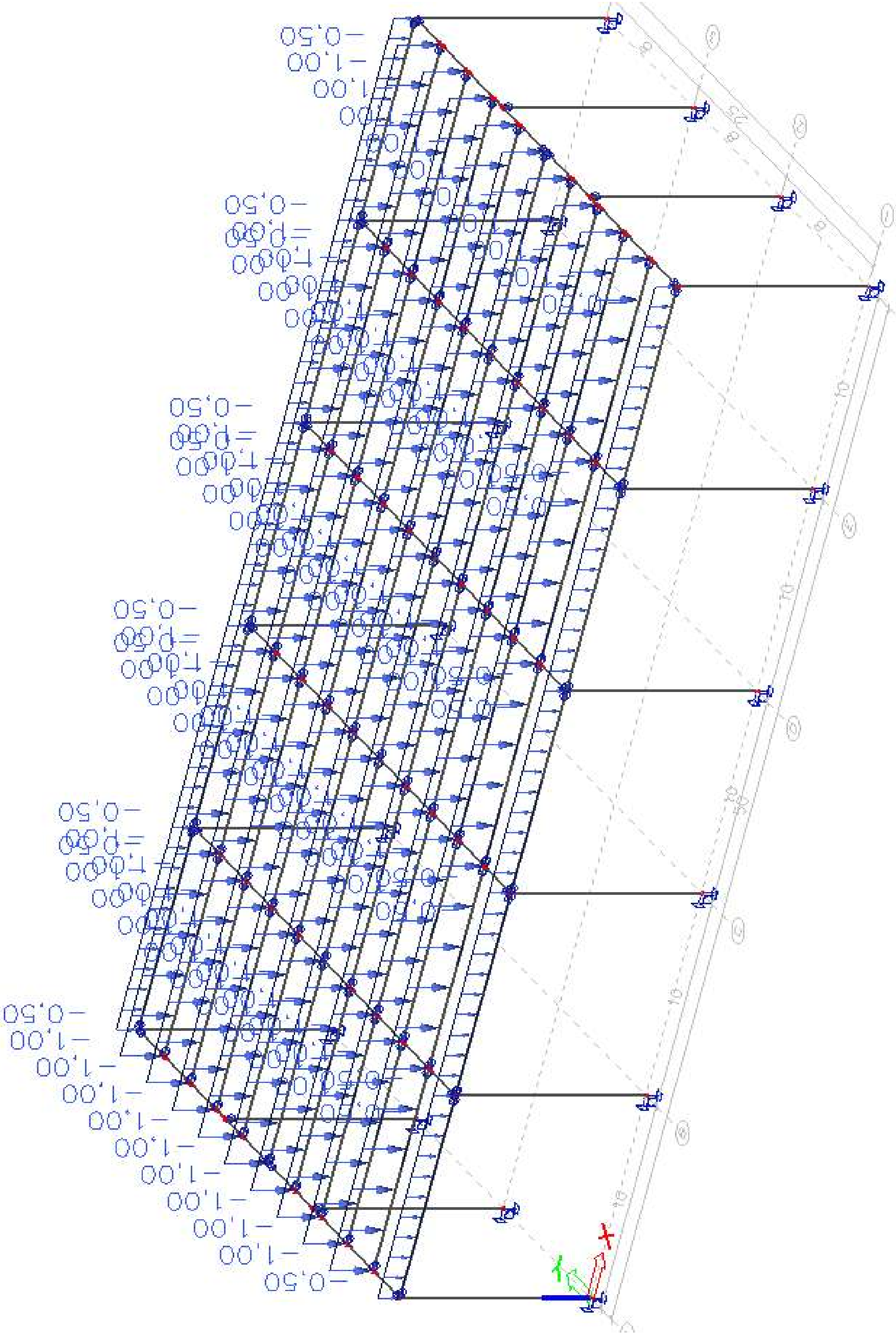
Paralelno seizmičkom proračunu je proveden proračun na horizontalno opterećenje na AB konzolne stupove Preliminarna usporedba I analiza seizmičkog opterećenja I opterećenja vjetrom pokazuje da je opterećenje vjetrom veće od seizmičkog, čak I za najmanji koeficijent ponašanja q=1,5.
Za proračun opterećenja vjetrom su zadana slučajevi opterećenja vlastitom težinom, dodatnim stalnim, snijegom te dva slučaja opterećenja vjetrom, na zabatnu I na uzdužnu stranu.
Vjetar je zadan na stupove, opterećenje koje se preko sekundarne konstrukcije direktno prenosi na njih, te na rubne grede I rubne krovne nosače, dio opterećenja koje sa vertikalnih elemenata fasade otpada na njih.
Zbog simetrije djelovanja vjetrom zadano je po jedno opterećenje vjetrom za uzdužni I poprečni smjer.

6.2.1. Prikaz slučajeva opterećenja

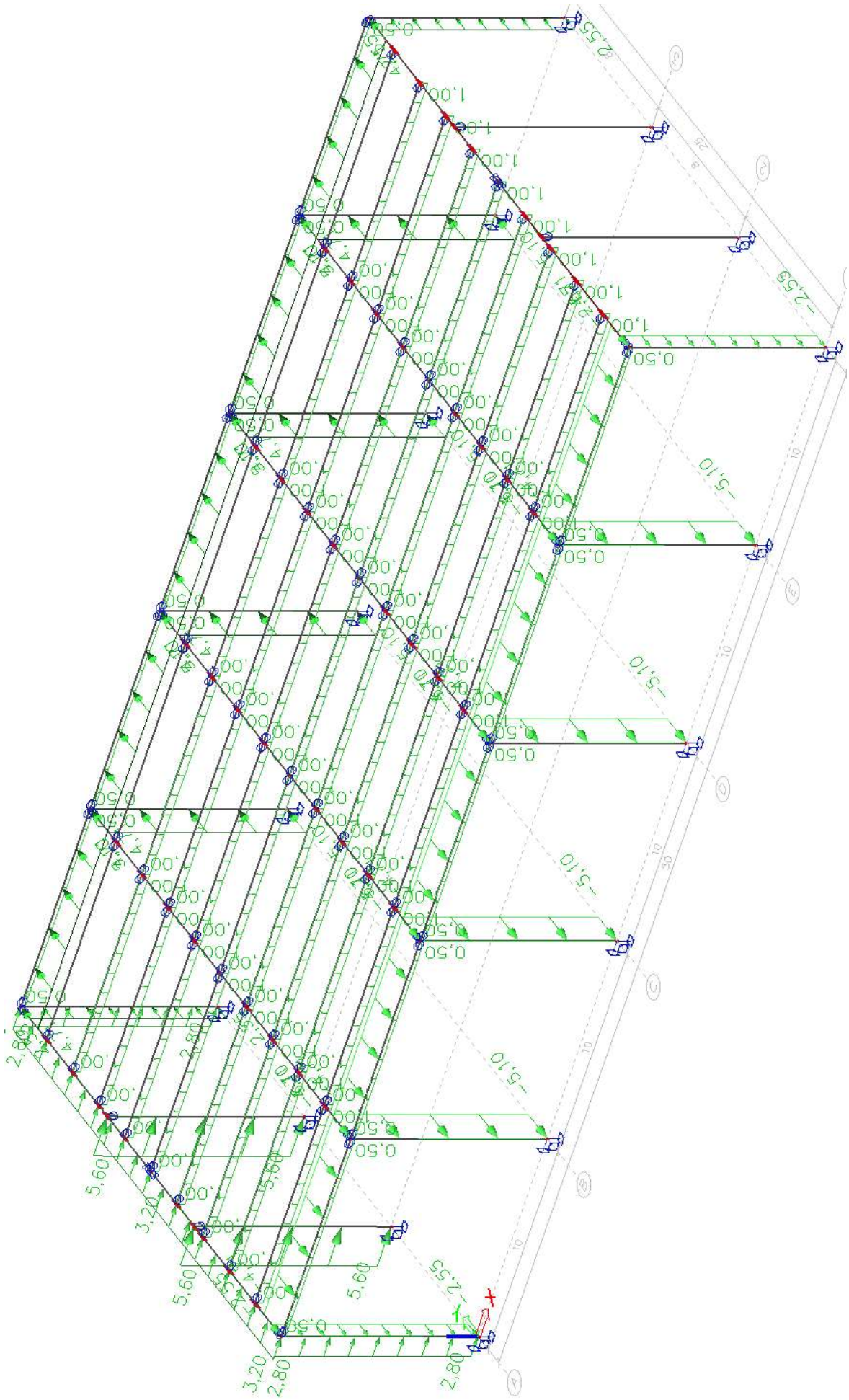
SO2 - dodatno stalno opterećenje (kN/m')



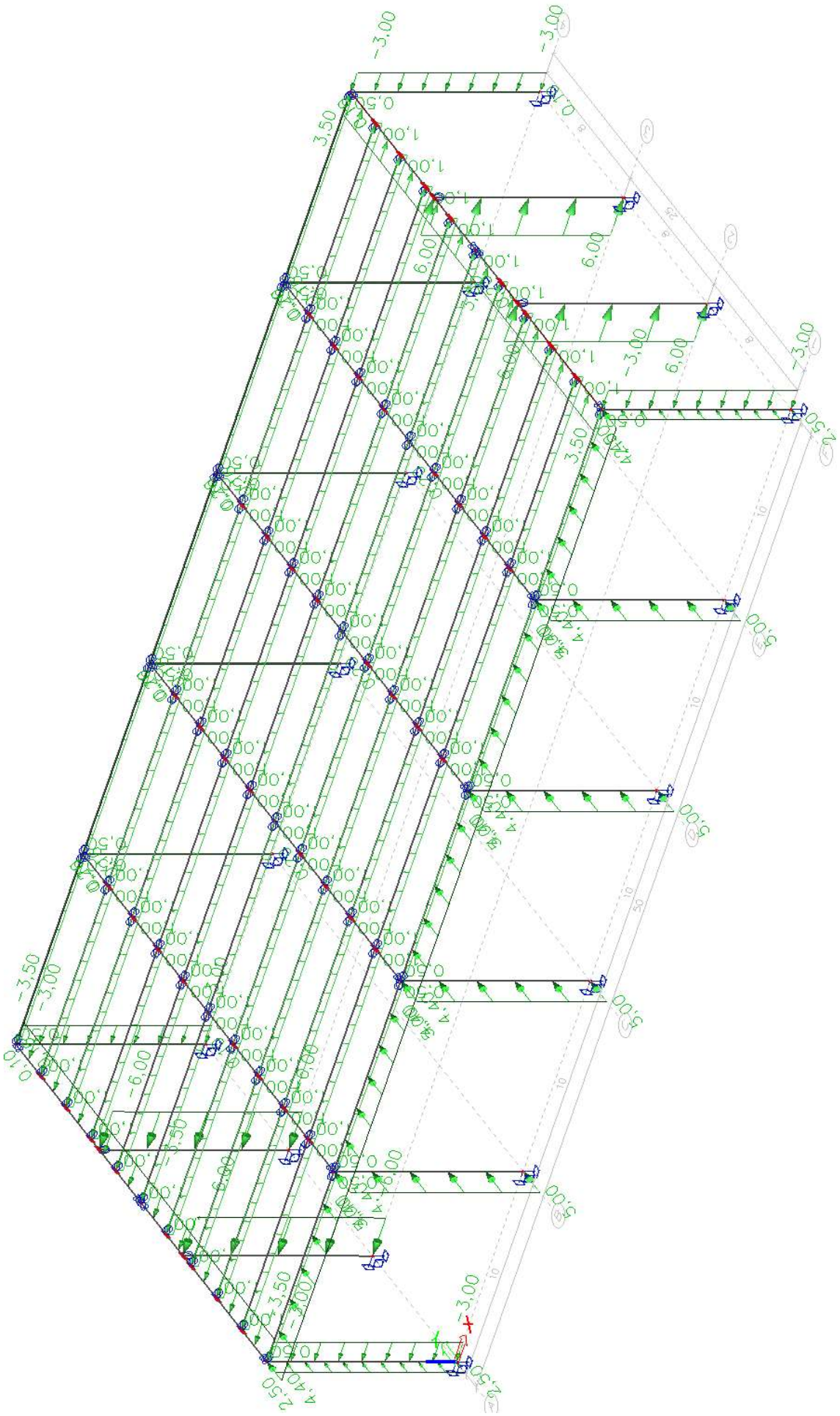
SO3 - opterećenje snijegom (kN/m')



SO4 - vjetar uzdužno (na zabat) (kN/m')



SO5 - vjetar poprečno (na uzdužnu fasadu) (kN/m')

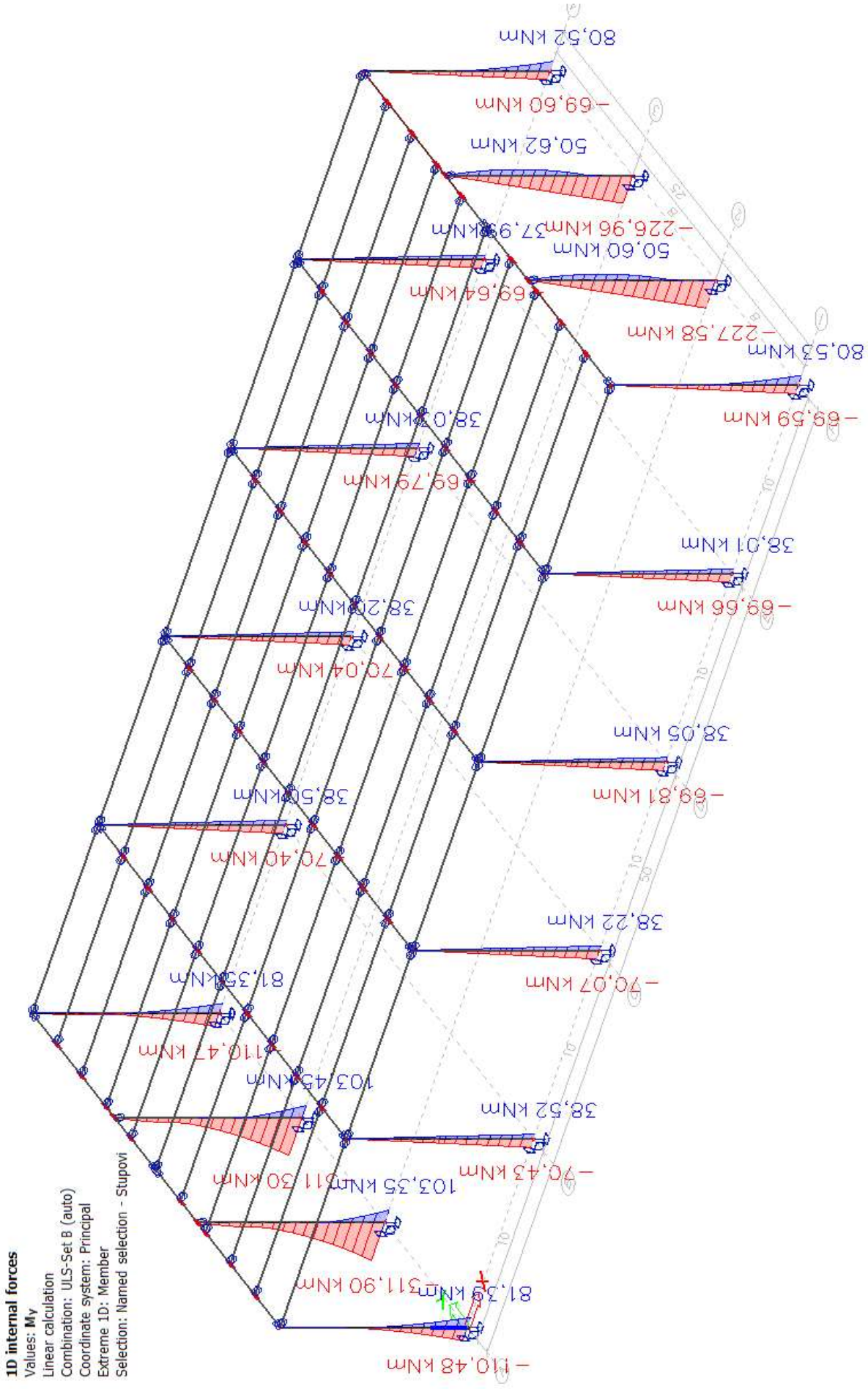


6.2.2. Rezultati proračuna

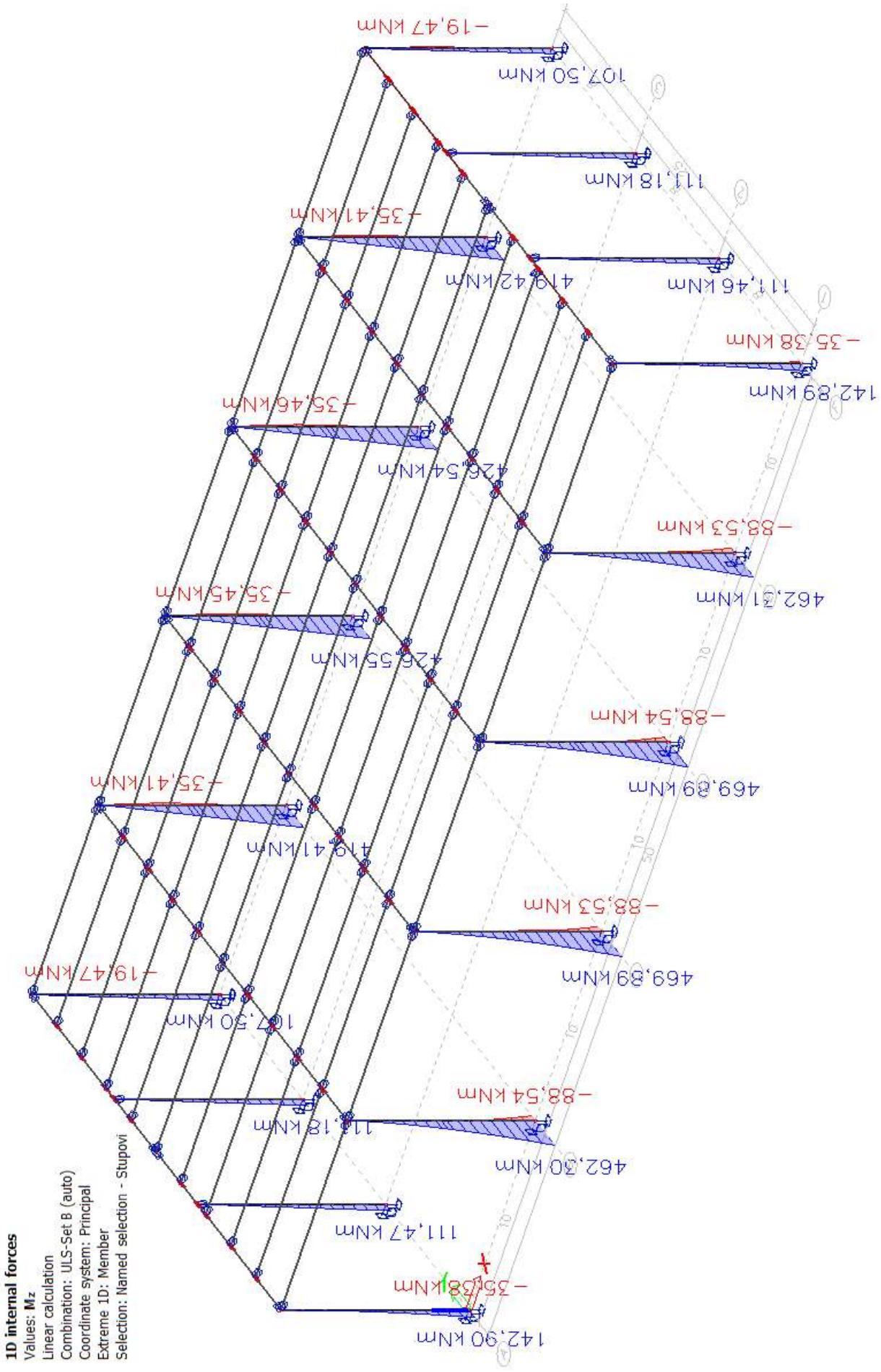
Prikazani su rezultati od anvelope kombinacija opterećenja od dolje navedenih kombinacija opterećenja

ULS-Set B (auto)1		Linear - ultimate	SO1 - vlastita težina	1,35
			SO2 - dodatno stalno	1,35
ULS-Set B (auto)2		Linear - ultimate	SO1 - vlastita težina	1,00
			SO2 - dodatno stalno	1,00
ULS-Set B (auto)3		Linear - ultimate	SO1 - vlastita težina	1,35
			SO2 - dodatno stalno	1,35
			SO4 - vjetar X	0,90
ULS-Set B (auto)4		Linear - ultimate	SO1 - vlastita težina	1,35
			SO2 - dodatno stalno	1,35
			SO5 - vjetar Y	0,90
ULS-Set B (auto)5		Linear - ultimate	SO1 - vlastita težina	1,35
			SO2 - dodatno stalno	1,35
			SO3 - snijeg	1,50
ULS-Set B (auto)6		Linear - ultimate	SO1 - vlastita težina	1,35
			SO2 - dodatno stalno	1,35
			SO3 - snijeg	1,50
			SO4 - vjetar X	0,90
ULS-Set B (auto)7		Linear - ultimate	SO1 - vlastita težina	1,35
			SO2 - dodatno stalno	1,35
			SO3 - snijeg	1,50
			SO5 - vjetar Y	0,90
ULS-Set B (auto)8		Linear - ultimate	SO1 - vlastita težina	1,00
			SO2 - dodatno stalno	1,00
			SO4 - vjetar X	0,90
ULS-Set B (auto)9		Linear - ultimate	SO1 - vlastita težina	1,00
			SO2 - dodatno stalno	1,00
			SO5 - vjetar Y	0,90
ULS-Set B (auto)10		Linear - ultimate	SO1 - vlastita težina	1,00
			SO2 - dodatno stalno	1,00
			SO3 - snijeg	1,50
ULS-Set B (auto)11		Linear - ultimate	SO1 - vlastita težina	1,00
			SO2 - dodatno stalno	1,00
			SO3 - snijeg	1,50
			SO4 - vjetar X	0,90
ULS-Set B (auto)12		Linear - ultimate	SO1 - vlastita težina	1,00
			SO2 - dodatno stalno	1,00
			SO3 - snijeg	1,50
			SO5 - vjetar Y	0,90
ULS-Set B (auto)13		Linear - ultimate	SO1 - vlastita težina	1,35
			SO2 - dodatno stalno	1,35
			SO3 - snijeg	0,75
ULS-Set B (auto)14		Linear - ultimate	SO1 - vlastita težina	1,35
			SO2 - dodatno stalno	1,35
			SO4 - vjetar X	1,50
ULS-Set B (auto)15		Linear - ultimate	SO1 - vlastita težina	1,35
			SO2 - dodatno stalno	1,35
			SO5 - vjetar Y	1,50
ULS-Set B (auto)16		Linear - ultimate	SO1 - vlastita težina	1,35
			SO2 - dodatno stalno	1,35
			SO3 - snijeg	0,75
			SO4 - vjetar X	1,50
ULS-Set B (auto)17		Linear - ultimate	SO1 - vlastita težina	1,35
			SO2 - dodatno stalno	1,35
			SO3 - snijeg	0,75
			SO5 - vjetar Y	1,50
ULS-Set B (auto)18		Linear - ultimate	SO1 - vlastita težina	1,00
			SO2 - dodatno stalno	1,00
			SO3 - snijeg	0,75
ULS-Set B (auto)19		Linear - ultimate	SO1 - vlastita težina	1,00
			SO2 - dodatno stalno	1,00
			SO4 - vjetar X	1,50
ULS-Set B (auto)20		Linear - ultimate	SO1 - vlastita težina	1,00
			SO2 - dodatno stalno	1,00
			SO5 - vjetar Y	1,50
ULS-Set B (auto)21		Linear - ultimate	SO1 - vlastita težina	1,00
			SO2 - dodatno stalno	1,00
			SO3 - snijeg	0,75
			SO4 - vjetar X	1,50
ULS-Set B (auto)22		Linear - ultimate	SO1 - vlastita težina	1,00
			SO2 - dodatno stalno	1,00
			SO3 - snijeg	0,75
			SO5 - vjetar Y	1,50

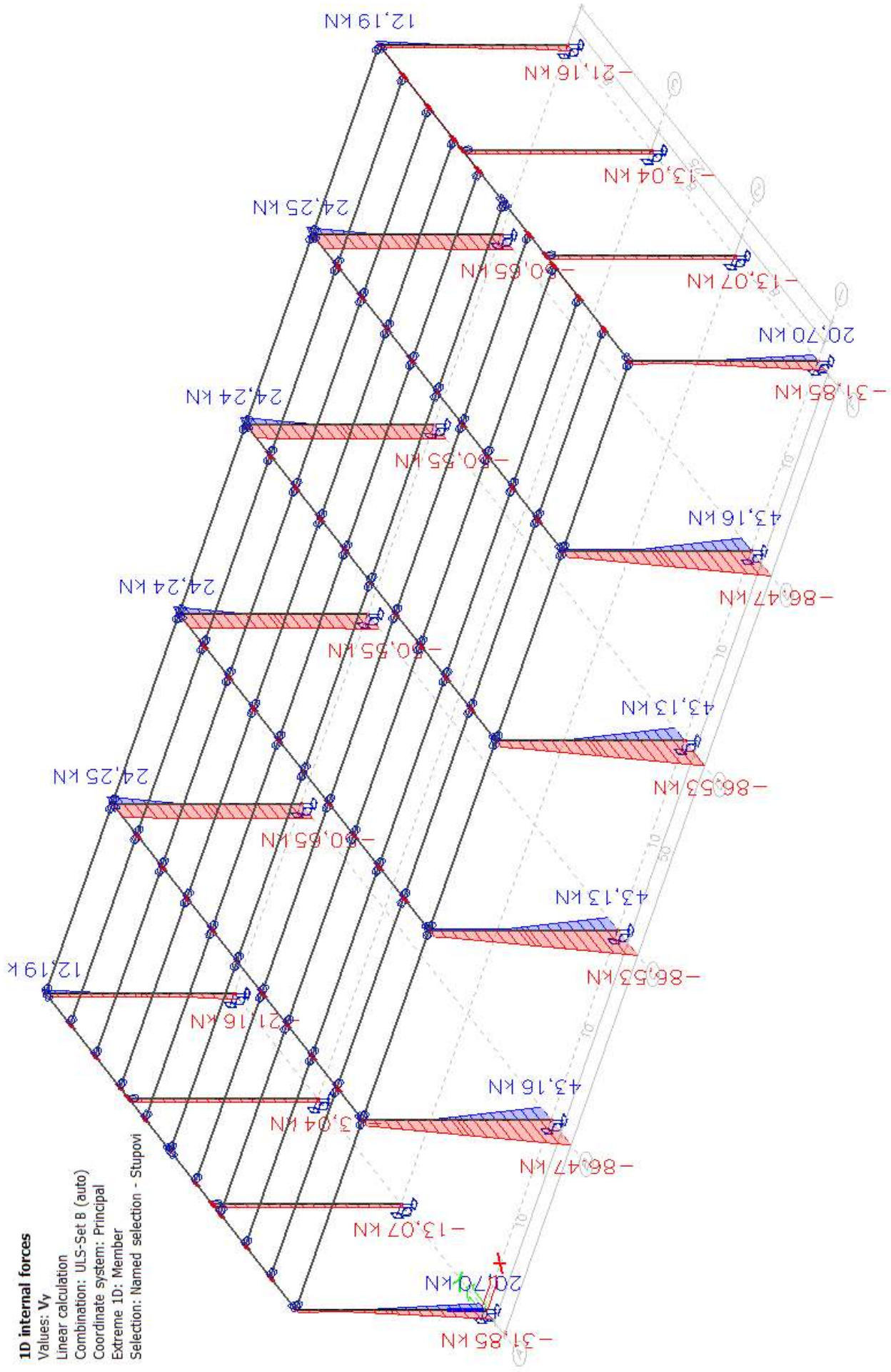
Momenti savijanja My (kNm) od anvelope opterećenja



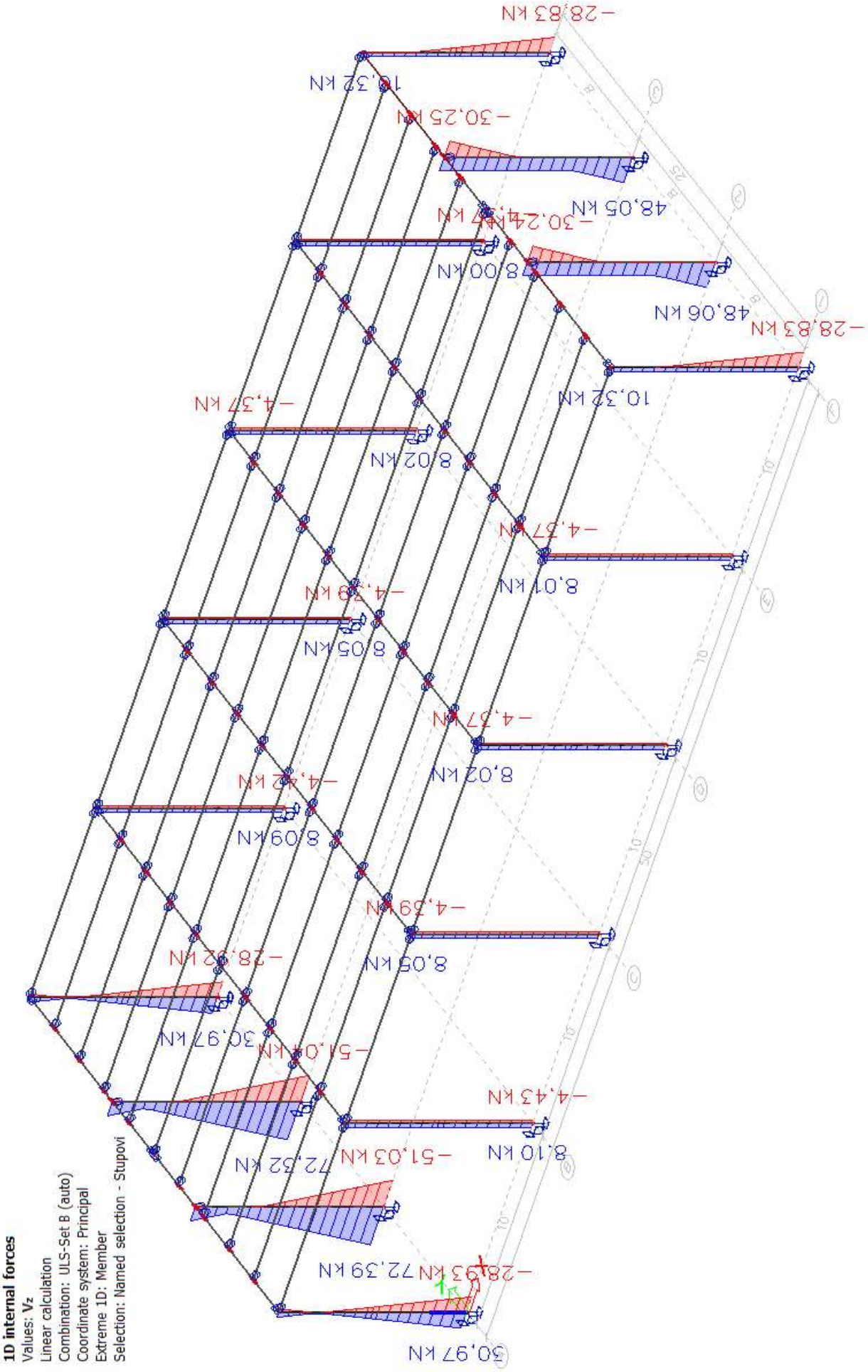
Momenti savijanja Mz (kNm) od anvelope opterećenja



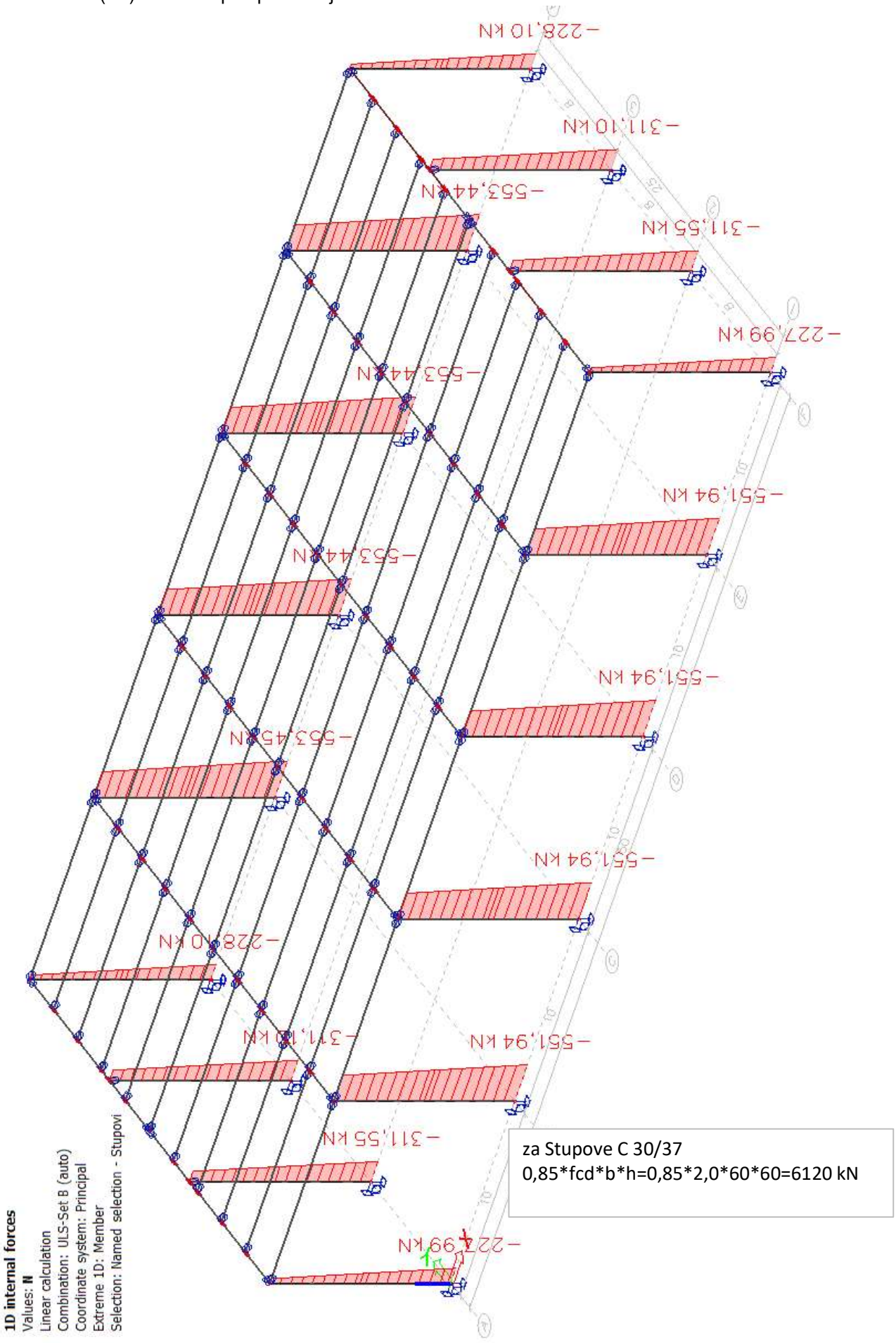
Poprečna sila Vy (kN) od anvelope opterećenja



Poprečna sila Vz (kN) od anvelope opterećenja

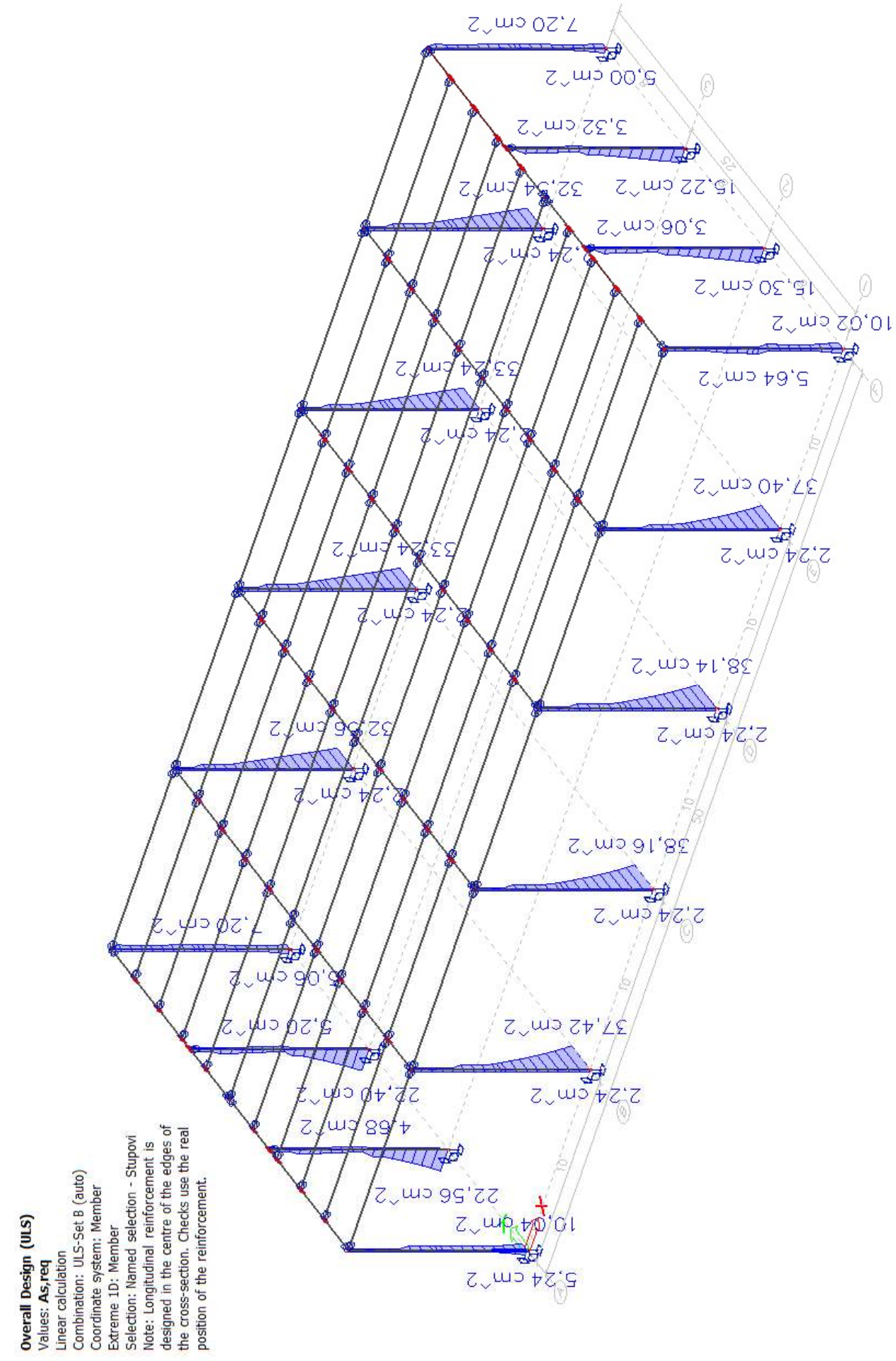


Uzdužna sila N (kN) od anvelope opterećenja

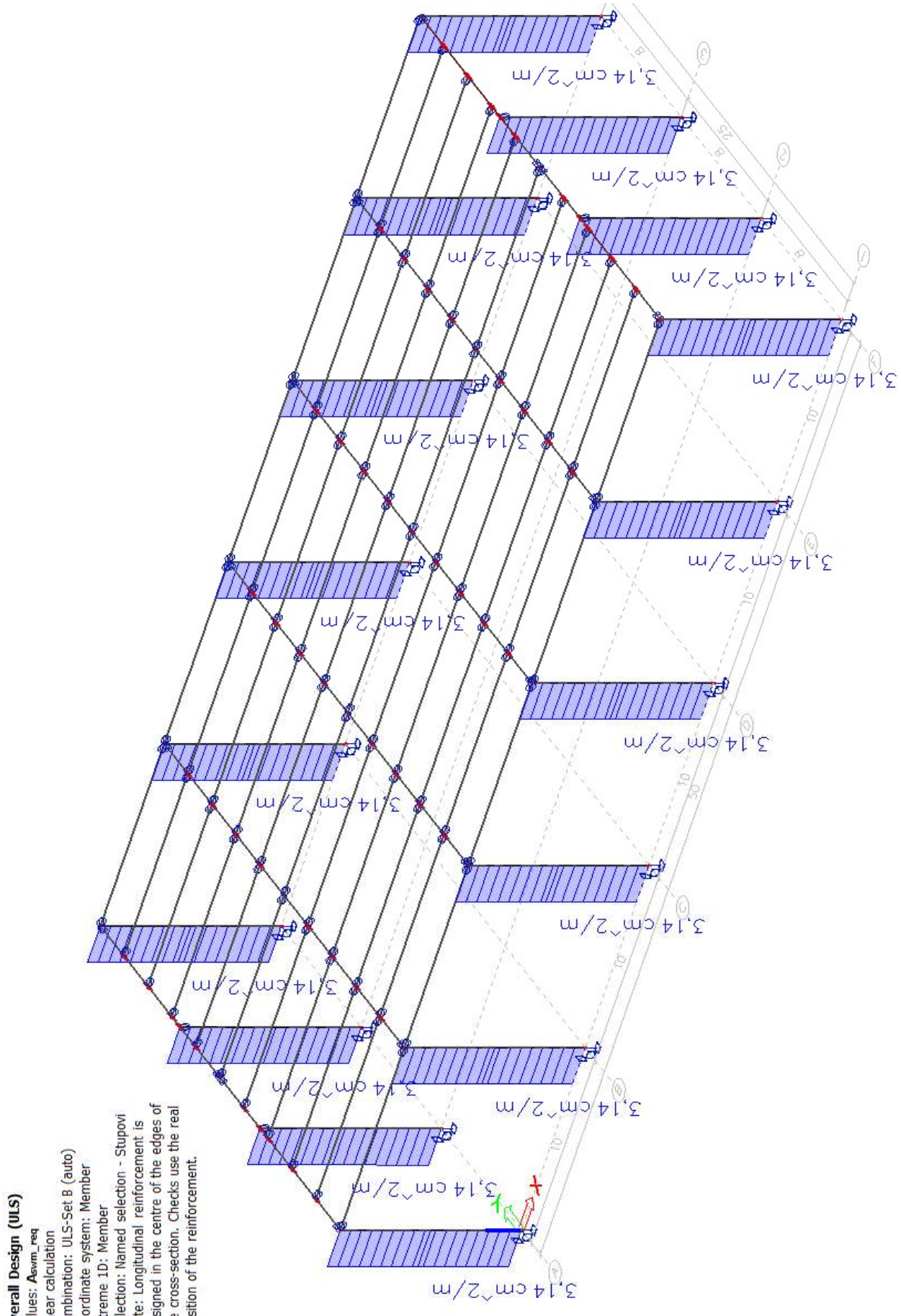


za Stupove C 30/37
0,85*fcd*b*h=0,85*2,0*60*60=6120 kN

Prikaz potrebne uzdužne armature u stupovima od anvelope kombinacija opterećenja (cm^2)

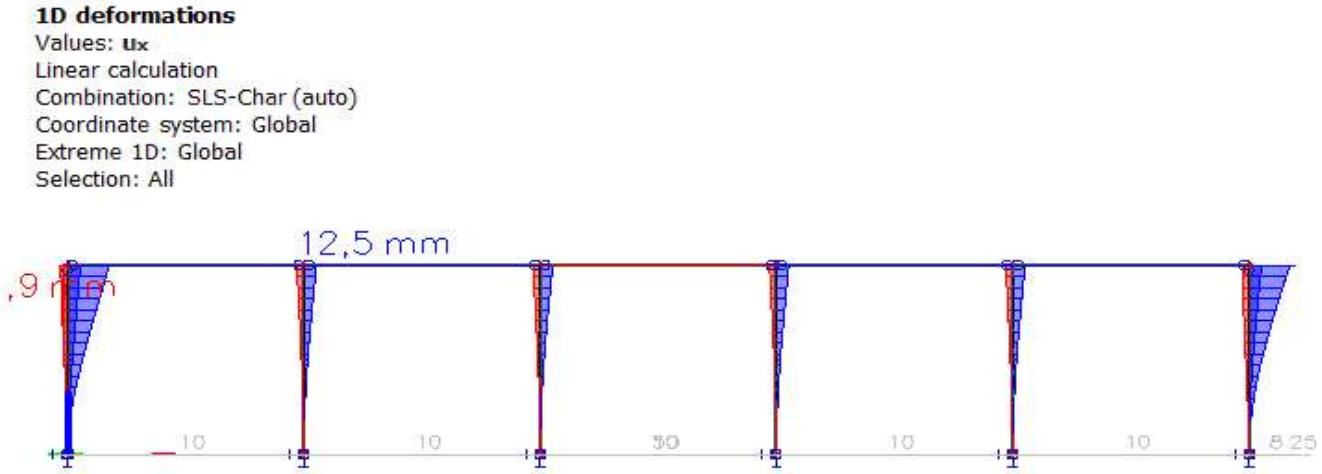


Prikaz potrebne poprečne armature od anvelope opterećenja (cm^2)

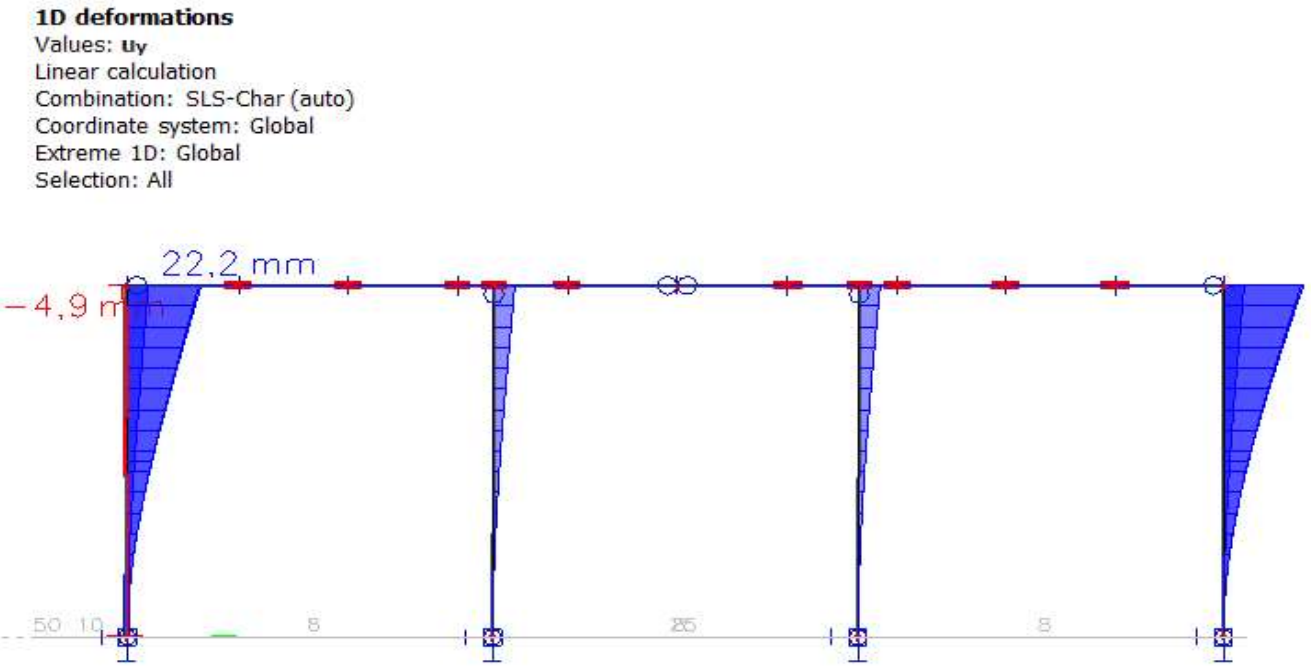


6.2.3. Kontrola horizontalnog pomaka

Pomak u smjeru X od anvelope karakteristične kombinacije opterećenja GSU (mm)



Pomak u smjeru Y od anvelope karakteristične kombinacije opterećenja GSU (mm)

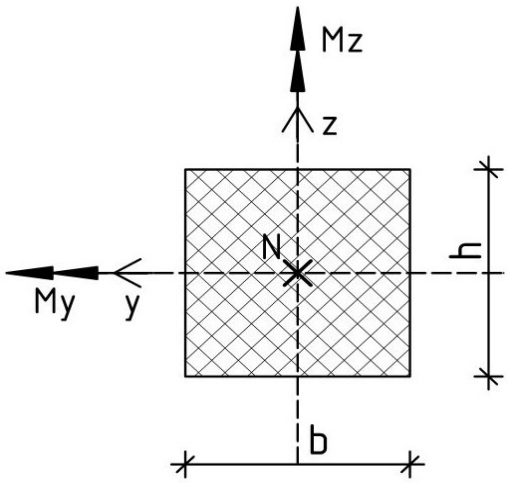


Dozvoljeni pomak: h/150= 870/150= 5,8 cm

Građevina ima dostatnu krutost, pomak zadovoljava!

6.3.1. PRORAČUN KONZOLNOG AB STUPA - SEIZMIKA X - UZDUŽNI SMJER

1. GEOMETRIJA STUPA i MATERIJAL



Dimenzije poprečnog presjeka:	b=	**60,0**	cm
	h=	**60,0**	cm
Visina stupa:	L=	**870**	cm
	β=	2	
Proračunska dužina stupa:	L_0 =	1740	cm
Polumjeri tromosti:	$i_y = 0,289 \times h$ =	17,34	cm
	$i_z = 0,289 \times b$ =	17,34	cm

Beton **C 30/37**

f_{ck} = 30 N/mm²

$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{f_{ck}}{1,5}$ = 2,00 kN/cm²

B 500A

f_{yk} = 50 kN/cm²

$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_S} = \frac{f_{yk}}{1,15}$ = 43,48 kN/cm²

2. OPTEREĆENJA NA STUP

Rezne sile iz seizmičkih kombinacija opterećenja:

N_{Ed} = **209,86** kN

M_{Ed} = **303,75** kNm

3. VITKOST STUPA

$\lambda = \frac{L_0}{i}$ = 100,35

granična vitkost stupa:

$A = \frac{1}{1+0,2 \times \varphi_{ef}}$ = 0,7 $B = \sqrt{1+2 \times \omega}$ = 1,1 $C = 1,7 - r_m$ = 0,7

$n = \frac{N_{Ed}}{A_c \times f_{cd}}$ = 0,029 $\lambda_{lim} = \frac{20 \times A \times B \times C}{\sqrt{n}}$ = **63,14**

λ = 100,35 **>** λ_{lim} = 63,14

Vitki stup! Potreban je proračun po teoriji 2. reda!

4. DIMENZIONIRANJE

konačni koeficijent puzanja: očitano: $\varphi(\infty, t_0)$ = **2,2**

moment savijanja 1. reda u nazovistalnoj kombinaciji opterećenja: $M_{z,0Eqp}$ = **0,00** kNm

moment savijanja 1. reda u proračunskoj kombinaciji opterećenja: $M_{0,Ed}$ = **303,75** kNm

proračunski koeficijent puzanja: $\varphi_{ef} = \varphi(\infty, t_0) \times \frac{M_{0,Eqp}}{M_{0,Ed}}$ = 0,0

popravni faktor ovisan o osnom opterećenju $K_r = \frac{n_u - n}{n_u - n_{bal}} \le 1,0$

$n_u = 1 + \omega$ = 1,08 n_{bal} = 0,4 n= 0,029

K_r = 1

faktor kojim se u obzir uzima puzanje: $K_\varphi = 1 + \beta \times \varphi_{ef} \geq 1{,}0$

$\beta = 0{,}35 + \frac{fck}{200} - \frac{\lambda_z}{150} =$ -0,169

$K_\varphi =$ 1

$\varepsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} =$ 0,00207 $c_{nom} =$ 3,0 cm $d_z =$ 56,0 cm

$\frac{1}{r_0} = \frac{\varepsilon_{yd}}{0{,}45 \times d} =$ 0,000082 $\frac{1}{r} = \frac{1}{r_0} \times K_r \times K_\varphi =$ 0,000082

$c = \pi^2 =$ 9,87 $e_2 = \frac{1}{r} \times \frac{L_0^2}{c} =$ 25,20 cm

Moment savijanja po teoriji II. Reda: $M_{2,Ed} = N_{Ed} \times e_2 =$ 52,89 kNm

Moment savijanja 1. reda uvećan za učinke nesavršenosti $M_{0,Ed} = M_{z,Ed} + e_0 \times N_{Ed}$

$e_0 = \frac{L_0}{400} =$ 4,35 cm

$M_{0,Ed} =$ 312,88 kNm

Proračunski moment savijanja poteoriji drugog reda: $M_{Ed} = M_{0,Ed} + M_{2,Ed} =$ 365,77 kNm

Bezdimenzijska uzdužna sila: $v_{Ed} = \frac{N_{Ed}}{b \times h \times f_{cd}} =$ -0,029

Bezdimenzijski moment savijanja: $\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \times h^2 \times f_{cd}} =$ 0,085

Očitan mehanički koeficijent armiranja: $\omega =$ **0,08**

Potrebna armatura: $A_{s1} = A_{s2} = \omega \times \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \times b \times h =$ 13,248 cm^2

ODABRANA UZDUŽNA ARMATURA: $A_{s1} = A_{s2} =$ **4** **Φ 25** **19,63** **cm^2**

MINIMALNA i MAKSIMALNA UZDUŽNA ARMATURA:

prema HRN EN 1992-1-1:2013 $A_{s,min} = \max\left\{\frac{0{,}1 \times N_{Ed}}{f_{yd}}; 0{,}002 \times A_c\right\} =$ 7,2 cm^2

$A_{s,max} = 0{,}04 \times A_c =$ 144 cm^2

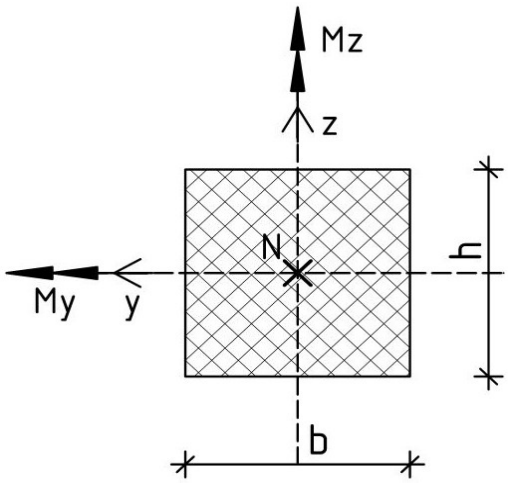
prema HRN EN 1998-1-1:2011 $A_{s,min} = 0{,}01 \times A_c =$ 36 cm^2

RAZMAK POPREČNE ARMATURE:

u kritičnom području: $s = \min\left\{\frac{b}{2}; 175\ mm; 8\Phi_s\right\} =$ 17,5 cm

6.3.2. PRORAČUN KONZOLNOG AB STUPA - SEIZMIKA Y - POPREČNI SMJER

1. GEOMETRIJA STUPA i MATERIJAL



Dimenzije poprečnog presjeka:	b=	**60,0**	cm
	h=	**60,0**	cm
Visina stupa:	L=	**870**	cm
	β=	2	
Proračunska dužina stupa:	L_0 =	1740	cm
Polumjeri tromosti:	$i_y = 0,289 \times h$ =	17,34	cm
	$i_z = 0,289 \times b$ =	17,34	cm

Beton **C 30/37**

f_{ck} = 30 N/mm²

$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{f_{ck}}{1,5}$ = 2,00 kN/cm²

B 500A

f_{yk} = 50 kN/cm²

$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_S} = \frac{f_{yk}}{1,15}$ = 43,48 kN/cm²

2. OPTEREĆENJA NA STUP

Rezne sile iz seizmičkih kombinacija opterećenja:

N_{Ed} = **354,28** kN

M_{Ed} = **318,59** kNm

3. VITKOST STUPA

$\lambda = \frac{L_0}{i}$ = 100,35

granična vitkost stupa:

$A = \frac{1}{1+0,2 \times \varphi_{ef}}$ = 0,7 $B = \sqrt{1+2 \times \omega}$ = 1,1 $C = 1,7 - r_m$ = 0,7

$n = \frac{N_{Ed}}{A_c \times f_{cd}}$ = 0,049 $\lambda_{lim} = \frac{20 \times A \times B \times C}{\sqrt{n}}$ = **48,60**

λ = 100,35 **>** λ_{lim} = 48,60

Vitki stup! Potreban je proračun po teoriji 2. reda!

4. DIMENZIONIRANJE

konačni koeficijent puzanja: očitano: $\varphi(\infty, t_0)$ = **2,2**

moment savijanja 1. reda u nazovistalnoj kombinaciji opterećenja: $M_{z,0Eqp}$ = **0,00** kNm

moment savijanja 1. reda u proračunskoj kombinaciji opterećenja: $M_{0,Ed}$ = **318,59** kNm

proračunski koeficijent puzanja: $\varphi_{ef} = \varphi(\infty, t_0) \times \frac{M_{0,Eqp}}{M_{0,Ed}}$ = 0,0

popravni faktor ovisan o osnom opterećenju $K_r = \frac{n_u - n}{n_u - n_{bal}} \le 1,0$

$n_u = 1 + \omega$ = 1,1 n_{bal} = 0,4 n= 0,049

K_r = 1

faktor kojim se u obzir uzima puzanje: $K_\varphi = 1 + \beta \times \varphi_{ef} \geq 1{,}0$

$\beta = 0{,}35 + \frac{fck}{200} - \frac{\lambda_z}{150} =$ -0,169

$K_\varphi =$ 1

$\varepsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} =$ 0,00207 $c_{nom} =$ 3,0 cm $d_z =$ 56,0 cm

$\frac{1}{r_0} = \frac{\varepsilon_{yd}}{0{,}45 \times d} =$ 0,000082 $\frac{1}{r} = \frac{1}{r_0} \times K_r \times K_\varphi =$ 0,000082

$c = \pi^2 =$ 9,87 $e_2 = \frac{1}{r} \times \frac{L_0^2}{c} =$ 25,20 cm

Moment savijanja po teoriji II. Reda: $M_{2,Ed} = N_{Ed} \times e_2 =$ 89,29 kNm

Moment savijanja 1. reda uvećan za učinke nesavršenosti $M_{0,Ed} = M_{z,Ed} + e_0 \times N_{Ed}$

$e_0 = \frac{L_0}{400} =$ 4,35 cm

$M_{0,Ed} =$ 334,00 kNm

Proračunski moment savijanja poteoriji drugog reda: $M_{Ed} = M_{0,Ed} + M_{2,Ed} =$ 423,29 kNm

Bezdimenzijska uzdužna sila: $v_{Ed} = \frac{N_{Ed}}{b \times h \times f_{cd}} =$ -0,049

Bezdimenzijski moment savijanja: $\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \times h^2 \times f_{cd}} =$ 0,098

Očitan mehanički koeficijent armiranja: $\omega =$ **0,1**

Potrebna armatura: $A_{s1} = A_{s2} = \omega \times \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \times b \times h =$ 16,56 cm^2

ODABRANA UZDUŽNA ARMATURA: $A_{s1} = A_{s2} =$ **4** **Φ 25** **19,63** **cm^2**

MINIMALNA i MAKSIMALNA UZDUŽNA ARMATURA:

prema HRN EN 1992-1-1:2013 $A_{s,min} = \max\left\{\frac{0{,}1 \times N_{Ed}}{f_{yd}}; 0{,}002 \times A_c\right\} =$ 7,2 cm^2

$A_{s,max} = 0{,}04 \times A_c =$ 144 cm^2

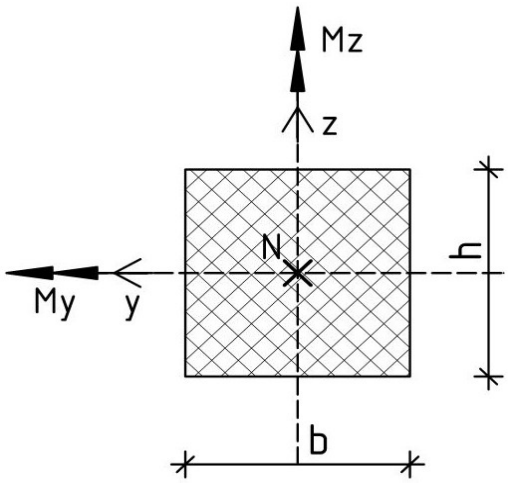
prema HRN EN 1998-1-1:2011 $A_{s,min} = 0{,}01 \times A_c =$ 36 cm^2

RAZMAK POPREČNE ARMATURE:

u kritičnom području: $s = \min\left\{\frac{b}{2}; 175\ mm; 8\Phi_s\right\} =$ 17,5 cm

6.3.3. PRORAČUN KONZOLNOG AB STUPA - VERTIKALNO - 1*SO1+1*SO2+1,5*SO5

1. GEOMETRIJA STUPA i MATERIJAL



Dimenzije poprečnog presjeka:	b=	**60,0**	cm
	h=	**60,0**	cm
Visina stupa:	L=	**870**	cm
	β=	2	
Proračunska dužina stupa:	L_0 =	1740	cm
Polumjeri tromosti:	$i_y = 0,289 \times h$ =	17,34	cm
	$i_z = 0,289 \times b$ =	17,34	cm

Beton **C 30/37**

f_{ck} = 30 N/mm²

$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{f_{ck}}{1,5}$ = 2,00 kN/cm²

B 500A

f_{yk} = 50 kN/cm²

$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_S} = \frac{f_{yk}}{1,15}$ = 43,48 kN/cm²

2. OPTEREĆENJA NA STUP

Mjerodavne rezne sile od vertiklanog opterećenja+vjetar:

N_{Ed} = **279,00** kN

M_{Ed} = **470,00** kNm

3. VITKOST STUPA

$\lambda = \frac{L_0}{i}$ = 100,35

granična vitkost stupa:

$A = \frac{1}{1+0,2 \times \varphi_{ef}}$ = 0,7 $B = \sqrt{1+2 \times \omega}$ = 1,1 $C = 1,7 - r_m$ = 0,7

$n = \frac{N_{Ed}}{A_c \times f_{cd}}$ = 0,039 $\lambda_{lim} = \frac{20 \times A \times B \times C}{\sqrt{n}}$ = **54,76**

λ = 100,35 **>** λ_{lim} = 54,76

Vitki stup! Potreban je proračun po teoriji 2. reda!

4. DIMENZIONIRANJE

konačni koeficijent puzanja: očitano: $\varphi(\infty, t_0)$ = **2,2**

moment savijanja 1. reda u nazovistalnoj kombinaciji opterećenja: $M_{z,0Eqp}$ = **0,00** kNm

moment savijanja 1. reda u proračunskoj kombinaciji opterećenja: $M_{0,Ed}$ = **470,00** kNm

proračunski koeficijent puzanja: $\varphi_{ef} = \varphi(\infty, t_0) \times \frac{M_{0,Eqp}}{M_{0,Ed}}$ = 0,0

popravni faktor ovisan o osnom opterećenju $K_r = \frac{n_u - n}{n_u - n_{bal}} \le 1,0$

$n_u = 1 + \omega$ = 1,14 n_{bal} = 0,4 n= 0,039

K_r = 1

faktor kojim se u obzir uzima puzanje: $K_\varphi = 1 + \beta \times \varphi_{ef} \geq 1{,}0$

$\beta = 0{,}35 + \frac{fck}{200} - \frac{\lambda_z}{150} =$ -0,169

$K_\varphi =$ 1

$\varepsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} =$ 0,00207 $c_{nom} =$ 3,0 cm $d_z =$ 56,0 cm

$\frac{1}{r_0} = \frac{\varepsilon_{yd}}{0{,}45 \times d} =$ 0,000082 $\frac{1}{r} = \frac{1}{r_0} \times K_r \times K_\varphi =$ 0,000082

$c = \pi^2 =$ 9,87 $e_2 = \frac{1}{r} \times \frac{L_0^2}{c} =$ 25,20 cm

Moment savijanja po teoriji II. Reda: $M_{2,Ed} = N_{Ed} \times e_2 =$ 70,32 kNm

Moment savijanja 1. reda uvećan za učinke nesavršenosti $M_{0,Ed} = M_{z,Ed} + e_0 \times N_{Ed}$

$e_0 = \frac{L_0}{400} =$ 4,35 cm

$M_{0,Ed} =$ 482,14 kNm

Proračunski moment savijanja poteoriji drugog reda: $M_{Ed} = M_{0,Ed} + M_{2,Ed} =$ 552,45 kNm

Bezdimenzijska uzdužna sila: $v_{Ed} = \frac{N_{Ed}}{b \times h \times f_{cd}} =$ -0,039

Bezdimenzijski moment savijanja: $\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \times h^2 \times f_{cd}} =$ 0,128

Očitan mehanički koeficijent armiranja: $\omega =$ 0,14

Potrebna armatura: $A_{s1} = A_{s2} = \omega \times \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \times b \times h =$ 23,184 cm^2

ODABRANA UZDUŽNA ARMATURA: $A_{s1} = A_{s2} =$ **5** **Φ 25** **24,54** **cm^2**

MINIMALNA i MAKSIMALNA UZDUŽNA ARMATURA:

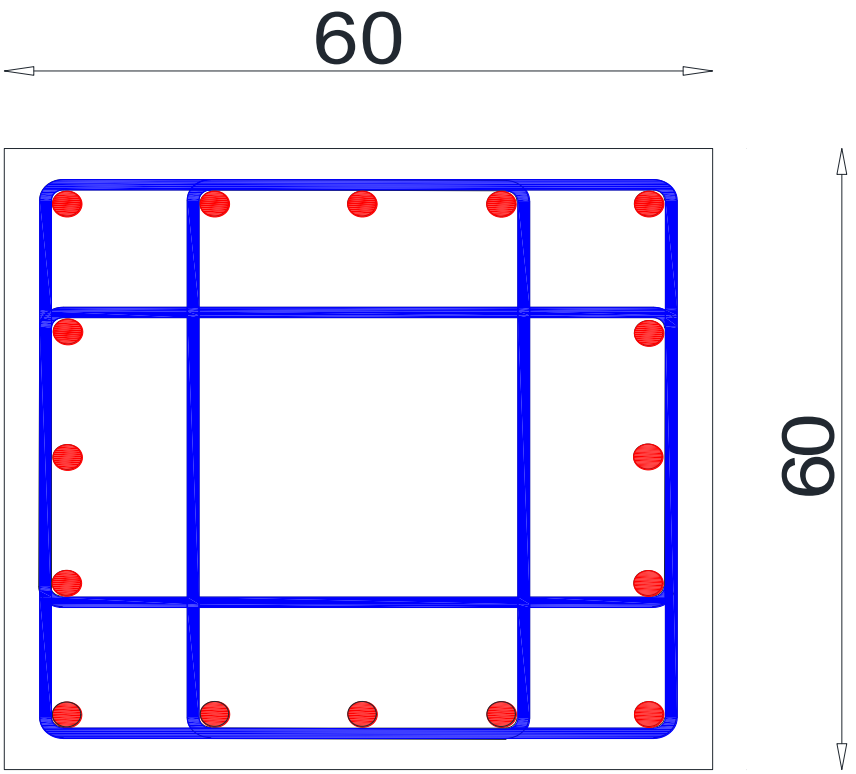
prema HRN EN 1992-1-1:2013 $A_{s,min} = \max\begin{cases} \frac{0{,}1 \times N_{Ed}}{f_{yd}} \\ 0{,}002 \times A_c \end{cases} =$ 7,2 cm^2

$A_{s,max} = 0{,}04 \times A_c =$ 144 cm^2

prema HRN EN 1998-1-1:2011 $A_{s,min} = 0{,}01 \times A_c =$ 36 cm^2

RAZMAK POPREČNE ARMATURE:

u kritičnom području: $s = \min\begin{cases} \frac{b}{2} \\ 175\ mm \\ 8\Phi_s \end{cases} =$ 17,5 cm



UZDUŽNA ARMATURA: 16ϕ25
VILICE: 3Xϕ10/15/7,5 cm

Vilice progustiti na 7.5 cm u području čašice I u području L=870/6=145 cm, te 100 cm od vrha stupa

Sve stupove u zoni čašica temelja izvesti sa nazubljenjem debljine 5 cm.isto nazubljenje izvesti i na unutrašnjem licu čašice kako bi se osigurao prijenos sile sa stupa na čašicu. Uzdužnu armaturu stupa na dnu poviti za 50cm. Prostor između čašice i stupa zapuniti mortom koji ima ograničeno skupljanje i tlačnu čvrstoću > 60 N/mm^2

7. PRORAČUN TEMELJNE KONSTRUKCIJE

Temeljne stope sa čašicom za montažne stupove; C 30/37, B500B, c_{nom}=4,0 cm

Temeljenje nosive konstrukcije građevine predviđeno je na armiranobetonskim temeljnim stopama visine h = 60 cm. Visina čašica iznosi 100 cm. Čašice se svojom gornjom kotom nalaze na donjoj koti podne ploče. Širina čašice za stupove 60x60 pri vrhu iznosi 25 cm, a širina čašice pri dnu iznosi 30 cm. Odmak od stupa pri vrhu iznosi 7,5 cm za svake strane, a pri dnu 5 cm sa svake strane.
Dimenzije temeljnih stopa dane su na planu pozicija. Proračun temeljnih stopa proveden je zasebno za svaku poziciju stope za reakcije iz modela za vertikalno opterećenje i vjetar te iz modela za seizmički proračun. Nosivost temeljnog tla je uzeta je sukladno Geotehničkom elaboratu te je za dopušteno proračunsko naprezanje ispod temeljnih stopa uzeto u iznosu $\sigma_{max,Ed}$ = 368 kN/m2.

Podna ploča PP, d=20 cm ; C 30/37, B500B, c_{nom}=3,0 cm

Pod građevine čini podna armirano-betonska ploča debljine 20 cm izrađena iz betona C30/37. Armiranobetonsku ploču potrebno je izvesti na dobro zbijenom tamponu od tucanika minimalnog modula stišljivosti Ms > 80 MN/m^2 minimalne debljine h = 30 cm. Tucanik zbijati u slojevima kako bi se postigla tražena zbijenost i modul stišljivosti tamponskog sloja. Ploču je potrebno armirati konstruktivno i to u donjoj i gornjoj zoni s mrežama Q-424. Po rubu postaviti U - vilice Φ10/15cm i po 4Φ14 u gornju i donju zonu. Podnu ploču povezati s rubnim temeljnim gredama, ne povezivati sa čašicama temeljnih stopa. Podnu ploču je potrebno prorezati do dubine 3,0 cm na segmente prema polovicama osnog razmaka stupova (cca 4x5=20 m2) i proreze zapuniti trajnoelastičnim kitom ili lijevanim asfaltom.

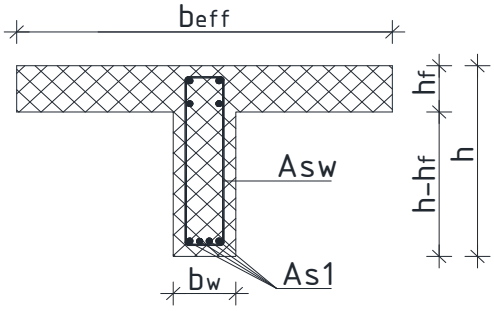
Temeljne vezne grede VG, b/h=40/50 cm; C 30/37, B500B, c_{nom}=3,0 cm

Rubne fasadne grede su predviđene kao montažne dimenzija su b/h = 40/50 cm te su predviđene iz betona C30/37. Temeljne grede se oslanjaju na temeljne stope glavnih stupova te u polovici raspona na međustopu dimenzija poprečnog presjeka b/h/d=100/100/40 cm. Najveći raspon temeljne grede je 5,0 m i on se uzima kao mjerodavan u proračunu. Temeljne grede se oslanjanju na temeljne stope i na međustope 100×100×40 cm u sredini glavnih raspona. Vezne grede će biti dimenzionirane na vertikalno opterećenje od vlastite težine grede, podne ploče, i od fasadnih panela i potkonstrukcije. Uzeto je u obzir i uporabno opterećenje na podnoj ploči. Horizontalno djelovanje od potkonstrukcije fasadnih panela (vjetar) nije uzeto u proračun jer je vezna greda monolitizirana sa podnom pločom i horizontalno djelovanje se prenosi na podnu ploču.

Stalno opterećenje:	v.t. vezne grede: 0,4*0,5*25	g=	5,0	kN/m'
	v.t. podne ploče 1m širine	g_{pl}=	5,0	kN/m'
Uporabno opterećenje:		q=	5,0	kN/m'
Proračunsko opterećenje:		q_{Ed}=	21,0	kN/m'
Moment savijanja od kontinuiranog opterećenja:		$M_{Ed}=21*5^2/8$=	65,63	kNm
Moment savijanja od vertikale potkonstrukcije fasade:		$M_{Ed}=23,69*5/4$=	29,61	kNm
Ukupni proračunski moment savijanja:		M_{Ed}=	95,24	kNm
Ukupna poprečna sila na ležaju vezne grede:	$V_{Ed}=(q*L/2)+K/2=(21*5/2)+23,69/2$=		64,35	kN

7.1. PRORAČUN VEZNE AB GREDE , b/h=40/50 cm

1. POPREČNI PRESJEK I GEOMETRIJA PLOČE



Širina grede	b_w =	40	cm
Efektina širina grede:	b_{eff} =	40	cm
Visina grede:	h=	50	cm
Visina ploče:	h_f =	20	cm
Debljina zaštitnog sloja:	c_{nom} =	4	cm
Udaljenost do težišta armature:	d_1 =	5,5	cm
Statička visine presjeka:	$d = h - d_1$ =	44,5	cm

2. KARAKTERISTIKE GRADIVA

2.1. Beton

Razred tlačne čvrstoće betona: **C 30/37**

Karakteristična tlačna čvrstoća betona: f_{ck} = 30 N/mm²

Proračunska tlačna čvrstoća betona: $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{f_{ck}}{1,5}$ = 2,00 kN/cm²

Srednja vlačna čvrstoća betona: f_{ctm} = 2,9 N/mm²

2.2. Armaturni čelik

B 500B

Karakteristična granica popuštanja čelika: f_{yk} = 50 kN/cm²

Proračunska granica popuštanja čelika: $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_S} = \frac{f_{yk}}{1,15}$ = 43,48 kN/cm²

3. DJELOVANJA

Proračunski moment savijanja u polju: M_{Ed} = **95,24** kNm

Proračunska poprečna sila na ležaju: V_{Ed} = **64,35** kN

4. DIMENZIONIRANJE NA SAVIJANJE

Bezdimenzionalni moment savijanja: $\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b_{eff} \times d^2 \times f_{cd}}$ = 0,060

μ_{Ed} = 0,060 < $\mu_{Rd,lim}$ = 0,296 za μ_{Ed} = **0,063** očitano:

koeficijent kraka unutrašnjih sila	ζ =	0,964	deformacija betona	ε_c =	-2,1 ‰
koeficijent položaja neutralne osi	ξ =	0,095	deformacija čelika	ε_{s1} =	20,0 ‰

Potrebna površina armature: $A_{s1,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \times d \times f_{yd}}$ = **5,11** **cm²**

Minimalna površina armature (polje): $A_{s1,min} = \max\left\{0,26 \times b_w \times d \times \frac{f_{ctm}}{f_{yk}};\ 0,0013 \times b_w \times d\right\}$ = 2,68 cm²

Maksimalna površina armature (polje): $A_{s1,max} = 0,022 \times A_c = 0,022 \times b_{eff} \times h$ = 44,00 cm²

ODABRANO ŠIPKE (uzdužna armatura):

4	Φ 14	6,16	cm²
0	--	0,00	cm²
UKUPNO :	$A_{s1,prov}$ =	6,16	cm²

5. DIMENZIONIRANJE NA POPREČNU SILU

4.1.Proračunska nosivost na poprečnu silu bez poprečne armature

Površina zategnute armature u presjeku: **1/1 iz polja →** $A_{s1} =$ 6,16 cm²

Koeficijent armiranja uzdužnom armaturom: $\rho_l = \frac{A_{s1}}{b_w \times d} \le 0{,}02$ $\rho_l =$ 0,00346

Koeficijent visine poprečnog presjeka: $k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \le 2{,}0$ $k =$ 1,670

$C_{Rd,c} = \frac{0{,}18}{\gamma_c} = \frac{0{,}18}{1{,}5} =$ 0,12

Koeficijent smanjenja čvrstoće zbog pukotina: $v_{min} = 0{,}035 \times k^{1{,}5} \times f_{ck}^{0{,}5} =$ 0,414 N/mm²

Proračunska nosivost elementa bez poprečne armature:

$$V_{Rd,c} = \max\left\{\begin{matrix}\left[C_{Rd,c} \times k \times (100 \times \rho_1 \times f_{ck})^{1/3}\right] \times b_w \times d \\ v_{min} \times b_w \times d\end{matrix}\right. = \mathbf{77{,}83}\ \mathbf{kN}$$

64,35 < 77,83 kN

Nije potrebno proračunati poprečnu armaturu!

4.2. Proračun poprečne armature

Nagib tlačnih štapova: $\theta =$ 39,8 ° $tg\theta =$ 0,833 $ctg\theta =$ 1,20

Koeficijent smanjenja čvrstoće zbog pukotina: $v_1 = 0{,}6 \times \left[1 - \frac{f_{ck}}{250}\right] =$ 0,528

Krak unutrašnjih sila: $z = 0{,}9 \times d =$ 40,05 cm

Koeficijent kojim se uzima u obzir stanje napona u pritisnutom pojasu $\alpha_{cw} =$ 1,0

Proračunska nosivost tlačnih štapova: $V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \times b_w \times z \times v_1 \times f_{cd}}{ctg\theta + tg\theta} =$ 832,0 kN

64,35 < 831,96 kN

ZADOVOLJAVA!

Odabrana poprečna armatura: reznost: **m= 2** **Φ 8**

$A_{sw} =$ **1,01** cm²

Potreban razmak armature: $s_{w,req} = \frac{A_{sw} \times z \times f_{ywd} \times ctg\theta}{V_{Ed}} =$ 32,7 cm

Odabran razmak armature: $s_{w,prov} =$ **15,0** cm

Minimalni koeficijent armiranja: $\rho_{w,min} = \max\left\{0{,}08 \times \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}}; 0{,}15 \times \frac{f_{ctm}}{f_{yd}}\right\} =$ 0,00100

Maksimalan razmak spona 1: $s_{w,max1} = \frac{A_{sw}}{\rho_{w,min} \times b_w} =$ 25,12 cm

Maksimalan razmak spona 2:

$V_{Ed} \le 0{,}3 \times V_{Rd,max}$ → min(0.75d, 30 cm)

$0{,}3 \times V_{Rd,max} < V_{Ed} \le 0{,}6 \times V_{Rd,max}$ → min(0.55d, 30 cm)

$0{,}6 \times V_{Rd,max} < V_{Ed} \le 1{,}0 \times V_{Rd,max}$ → min(0.30d, 20 cm)

$s_{w,max2} =$ 30,0 cm

ODABRANA POPREČNA ARMATURA: **m= 2 Φ 8 / 15 cm**

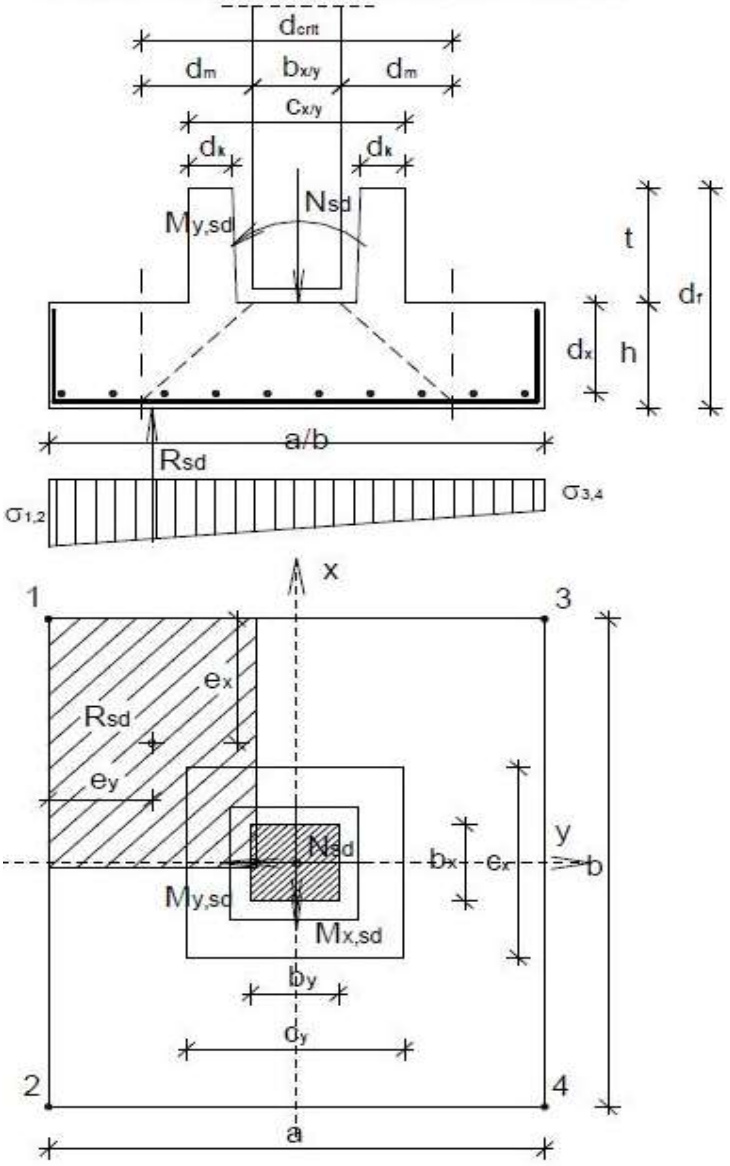
$s_{w,max} =$ 25 cm

ARMIRATI U GORNJOJ I DONJOJ ZONI SA 4Φ14 I VILICAMA Φ8/15 cm

7.2. PRORAČUN TEMELJNIH STOPA

7.2.1. TEMELJNE STOPE STUPOVA TS1 - UZDUŽNA STRANA

1. STATIČKI SISTEM I POPREČNI PRESJEK



Dimenzije temelja:

a =	**420**	**cm**
b =	**420**	**cm**
h=	**60,00**	**cm**

zaštitni sloj temelja c = 4,00 cm

Dimenzije čašice:

$d_k = 0{,}5d_{x/y}$ =	25,00	cm
$c_x=2d_k+b_x+15$=	125,00	cm
$c_y=2d_k+b_y+15$=	125,00	cm
$t = 1{,}5b_{x/y}$ =	100,00	cm
$d_r = t+h$ =	160,00	cm

Dimenzije stupa:

širina b_x =	**60**	**cm**
visina b_y =	**60**	**cm**
statička visina presjeka stupa		
zaštitni sloj stupa c=	3,00	cm
uzdužna armatura stupa ϕ=	25	mm
vilice ϕ_v=	10	mm
$d_x=b_x-c-\phi_v-\phi/2$=	54,75	cm
$d_y=b_y-c-\phi_v-\phi/2$=	54,75	cm
statička visina temelja		
d_s =	16	mm
$d_x = h-c-d_s/2$ =	55,2	cm
$d_y = d_x-d_s$ =	53,6	cm
$d_m = (d_x+d_y)/2$=	54,4	cm
dubina zemlje		
d_z=	120	cm
ukupna visina temeljne stope		
$d_t = d_z + h$=	160	cm

2. KAKVOĆA MATERIJALA

Beton	C30/37	
f_{ck}=	30	N/mm^2
$f_{cd} = f_{ck}/1.5$=	20,0	N/mm^2
E_{cm}=	3200	kN/cm^2
γ_b=	25	kN/m^3
Čelik	B-500B	
f_{yk}=	50	kN/cm^2
$f_{yd} = f_{yk}/1.15$=	43,48	kN/cm^2
E_s=	20500	kN/cm^2

težina zemlje: γ_z= 20,00 kN/m^3

3. OPTEREĆENJA

opterećenje	peta stupa					
	$V_{x,Sd}$	$V_{y,Sd}$	N_{Sd}	$M_{x,Sd}$	$M_{y,Sd}$	
max. ekscentricitet	86,53	4,39	278,70	38,22	469,89	1,0*SO1+1,0*SO2+1,5*SO5
seizmika X	11,82	16,20	354,28	140,90	100,36	
seizmika Y	37,58	4,86	354,28	42,28	318,59	
dimenzioniranje stopa	50,65	4,42	440,59	38,50	426,54	

4. NAPREZANJA ISPOD TEMELJNE STOPE

4.1. VERTIKALNO OPTEREĆENJE

- uzdužna vertikalna sila za proračun temeljne stope $N_{Sd,uk}=N_{Sd}+N_{Sd,ts}+N_{Sd,z}$

vlastita težina temeljne stope $N_{Sd,ts}=abh\gamma_b=$ 264,60 kN

težina zemlje iznad temeljne stope $N_{Sd,z}=(ab-d_xd_y)d_z\gamma_z=$ 414,72 kN

$N_{Sd,uk}=$ 958,02 kN

- horizontalne sile za proračun temeljne stope: $V_{x,Sd}=$ 86,53 kN; $V_{y,Sd}=$ 4,39 kN
- momenti za proračun temeljne stope: $M_{x,Sd,uk}=M_{x,Sd}+V_{y,Sd}*d_t$ = 45,24 kNm; $M_{y,Sd,uk}=M_{y,Sd}+V_{x,Sd}*d_t$ = 608,34 kNm

ekscentricitet vertikalne sile

$e_x=M_{x,Sd,uk}/N_{Sd,uk}=$ 4,72 cm; $e_y=M_{y,Sd,uk}/N_{Sd,uk}=$ 63,50 cm

$e_x/b+e_y/a=$ 0,16 < 1/6= 0,17 m **sila u jezgri poprečnog presjeka**

naprezanja ispod temeljne stope

$A_{temelja}=a\cdot b=$ 17,64 m²; $W_x=a^2b/6=$ 12,35 m³; $W_y=ab^2/6=$ 12,35 m³

$\sigma_1=N_{sd,uk}/A+M_{x,Sd,uk}/W_x+M_{y,Sd,uk}/W_y=$ **107,24** kN/m²

$\sigma_2=N_{sd,uk}/A+M_{x,Sd,uk}/W_x-M_{y,Sd,uk}/W_y=$ **8,71** kN/m²

$\sigma_3=N_{sd,uk}/A-M_{x,Sd,uk}/W_x+M_{y,Sd,uk}/W_y=$ **99,91** kN/m²

$\sigma_4=N_{sd,uk}/A-M_{x,Sd,uk}/W_x-M_{y,Sd,uk}/W_y=$ **1,38** kN/m²

efektivna širina temelja

$a'=a(1-2e_y/a)=$ 293 cm

$b'=b(1-2e_x/b)=$ 410,6 cm

efektivna površina $A'_{temelja}=a'\cdot b'=$ 12,03 m²; $\sigma_0=N_{Sd}/A'=$ **79,64** kN/m²

dopušteno naprezanje za osnovno opterećenje $\sigma_{doz}=$ 200,00 kN/m² ☑ **ZADOVOLJAVA**

4.2. SEIZMIKA X

- uzdužna vertikalna sila za proračun temeljne stope $N_{Sd,uk}=N_{Sd}+N_{Sd,ts}+N_{Sd,z}$

vlastita težina temeljne stope $N_{Sd,ts}=abh\gamma_b=$ 264,60 kN

težina zemlje iznad temeljne stope $N_{Sd,z}=(ab-d_xd_y)d_z\gamma_z=$ 414,72 kN

$N_{Sd,uk}=$ 1033,60 kN

- horizontalna sila za proračun temeljne stope $V_{x,Sd}=$ 11,82 kN; $V_{y,Sd}=$ 16,20 kN
- moment za proračun temeljne stope $M_{x,Sd,uk}=M_{x,Sd}+V_{y,Sd}*d_t$ = 166,82 kNm; $M_{y,Sd,uk}=M_{y,Sd}+V_{x,Sd}*d_t$ = 119,27 kNm

ekscentricitet vertikalne sile

$e_x=M_{x,Sd,uk}/N_{Sd,uk}=$ 16,14 cm; $e_y=M_{y,Sd,uk}/N_{Sd,uk}=$ 11,54 cm

$(e_x/b)^2+(e_y/a)^2=$ 0,00 < 1/9= 0,11 m **sila u jezgri poprečnog presjeka**

naprezanja ispod temeljne stope

$A_{temelja}=a\cdot b=$ 17,64 m²; $W_x=a^2b/6=$ 12,35 m³; $W_y=ab^2/6=$ 12,35 m³

$\sigma_1=N_{sd,uk}/A+M_{x,Sd,uk}/W_x+M_{y,Sd,uk}/W_y=$ **81,76** kN/m²

$\sigma_2=N_{sd,uk}/A+M_{x,Sd,uk}/W_x-M_{y,Sd,uk}/W_y=$ **62,44** kN/m²

$\sigma_3=N_{sd,uk}/A-M_{x,Sd,uk}/W_x+M_{y,Sd,uk}/W_y=$ **54,74** kN/m²

$\sigma_4=N_{sd,uk}/A-M_{x,Sd,uk}/W_x-M_{y,Sd,uk}/W_y=$ **35,43** kN/m²

efektivna širina temelja

$a'=a(1-2e_y/a)=$ 396,9 cm

$b'=b(1-2e_x/b)=$ 387,7 cm

efektivna površina $A'_{temelja}=a'\cdot b'=$ 15,39 m²; $\sigma_0=N_{Sd}/A'=$ **67,16** kN/m²

dopušteno naprezanje za osnovno+dopunsko opterećenje $\sigma_{doz}=$ 200,00 kN/m²

☑ **ZADOVOLJAVA**

4.3. SEIZMIKA Y

- uzdužna vertikalna sila za proračun temeljne stope $N_{Sd,uk}=N_{Sd}+N_{Sd,ts}+N_{Sd,z}$

vlastita težina temeljne stope $N_{Sd,ts}=abh\gamma_b=$ 264,60 kN

težina zemlje iznad temeljne stope $N_{Sd,z}=(ab-d_xd_y)d_z\gamma_z=$ 414,72 kN $N_{Sd,uk}=$ 1033,60 kN

- horizontalna sila za proračun temeljne stope $V_{x,Sd}=$ 37,58 kN $V_{y,Sd}=$ 4,86 kN
- moment za proračun temeljne stope $M_{x,Sd,uk}=M_{x,Sd}+V_{y,Sd}t$ $M_{x,Sd,uk}=$ 50,06 kNm
  $M_{y,Sd,uk}=M_{y,Sd}+V_{x,Sd}t$ $M_{y,Sd,uk}=$ 378,72 kNm

ekscentricitet vertikalne sile

$e_x=M_{x,Sd,uk}/N_{Sd,uk}=$ 4,84 cm $e_y=M_{y,Sd,uk}/N_{Sd,uk}=$ 36,64 cm

$(e_x/b)^2+(e_y/a)^2=$ 0,01 < 1/9= 0,11 m **sila u jezgri poprečnog presjeka**

naprezanja ispod temeljne stope

$A_{temelja}=a\cdot b=$ 17,64 m^2 $\sigma_1 = N_{sd,uk}/A + M_{x,Sd,uk}/W_x + M_{y,Sd,uk}/W_y=$ **93,32** kN/m^2

$W_x=a^2b/6=$ 12,35 m^3 $\sigma_2 = N_{sd,uk}/A + M_{x,Sd,uk}/W_x - M_{y,Sd,uk}/W_y=$ **31,98** kN/m^2

$W_y=ab^2/6=$ 12,35 m^3 $\sigma_3 = N_{sd,uk}/A - M_{x,Sd,uk}/W_x + M_{y,Sd,uk}/W_y=$ **85,21** kN/m^2

$\sigma_4 = N_{sd,uk}/A - M_{x,Sd,uk}/W_x - M_{y,Sd,uk}/W_y=$ **23,87** kN/m^2

efektivna širina temelja $a' = a(1-2e_y/a)=$ 346,7 cm

$b' = b(1-2e_x/b)=$ 410,3 cm

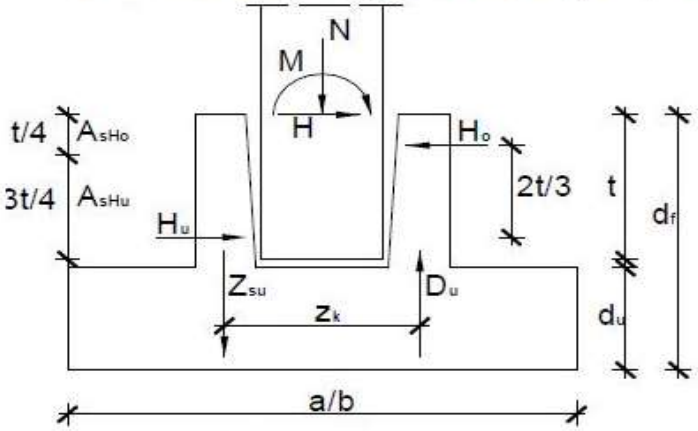
efektivna površina $A'_{temelja}=a'\cdot b'=$ 14,23 m^2 $\sigma_0=N_{Sd}/A' =$ **72,65** kN/m^2

dopušteno naprezanje za osnovno+dopunsko opterećenje $\sigma_{doz} =$ 200,00 kN/m^2

☑ **ZADOVOLJAVA**

5. DIMENZIONIRANJE TEMELJNE ČAŠICE I STOPE

za dimenzioniranje temeljne čašice i temeljne stope mjerodavno je opterećenje Sx I Sy



$z_k = c - d_k =$ 100,00 cm

5.1. TEMELJNA ČAŠICA

Faktorizirane rezne sile iz pete stupa:

	N_{Sd}	$M_{x,Sd}$	$M_{y,Sd}$	$V_{x,Sd}$	$V_{y,Sd}$
	354,28	140,90	100,36	11,82	16,20
	278,70	38,20	469,89	86,53	4,39

Armatura čašice u smjeru x:

- momenti za proračun temeljne čašice (iz dimenzioniranja stupova) $M_{y,Sd} =$ 469,89 kNm
- horizontalna sila za proračun temeljne čašice (reakcija) $V_{x,Sd} =$ 86,53 kN

$H_o = 3M^{II}_{y,Sd}/(2t)+5V_{x,Sd}/4 =$ 813,0 kN — $A_s^g = H_o/f_{yd} =$ 18,70 cm^2 — **(2x2x3 ϕ14=18,48 cm^2)**

$H_u = 3M^{II}_{y,Sd}/(2t)+V_{x,Sd}/4 =$ 726,5 kN — $A_s^d = H_u/f_{yd} =$ 16,71 cm^2 — **(2x2x3 ϕ14=18,48 cm^2)**

$Z_{su} = H_o t/z_k =$ 813,0 kN — $A_s^v = Z_{su}/f_{yd} =$ 18,70 cm^2 — **(2x2x3 ϕ14=18,48 cm^2)**

Armatura čašice u smjeru y:

- momenti za proračun temeljne čašice (iz dimenzioniranja stupova) $M_{x,Sd} =$ 140,90 kNm
- horizontalna sila za proračun temeljne čašice (reakcija) $V_{y,Sd} =$ 16,20 kN

$H_o = 3M^{II}_{x,Sd}/(2t)+5V_{y,Sd}/4 =$ 231,6 kN — $A_s^g = H_o/f_{yd} =$ 5,33 cm^2 — **(2x2x3 ϕ10=9,42 cm^2)**

$H_u = 3M^{II}_{x,Sd}/(2t)+V_{y,Sd}/4 =$ 215,4 kN — $A_s^d = H_u/f_{yd} =$ 4,95 cm^2 — **(2x2x3 ϕ10=9,42 cm^2)**

$Z_{su} = H_o t/z_k =$ 231,6 kN — $A_s^v = Z_{su}/f_{yd} =$ 5,33 cm^2 — **(2x2x3 ϕ10=9,42 cm^2)**

odabrano: 2x2x3 ϕ14=18,48 cm^2

5.2. DIMENZIONIRANJE TEMELJNE STOPE

SEIZMIKA X

$M_{max,Sd} = 1/48\ (5\sigma' + \sigma'')\ b^3$

$\sigma_1 = N_{sd,uk}/A + M_{x,Sd,uk}/W_x + M_{y,Sd,uk}/W_y =$ 81,76 kN/m²
$\sigma_2 = N_{sd,uk}/A + M_{x,Sd,uk}/W_x - M_{y,Sd,uk}/W_y =$ 62,44 kN/m²
$\sigma_3 = N_{sd,uk}/A - M_{x,Sd,uk}/W_x + M_{y,Sd,uk}/W_y =$ 54,74 kN/m²
$\sigma_4 = N_{sd,uk}/A - M_{x,Sd,uk}/W_x - M_{y,Sd,uk}/W_y =$ 35,43 kN/m²

za $M_{max,x}$: $\sigma' = (\sigma_1+\sigma_2)/2$, $\sigma'' = (\sigma_3+\sigma_4)/2$
za $M_{max,y}$: $\sigma' = (\sigma_1+\sigma_3)/2$, $\sigma'' = (\sigma_2+\sigma_4)/2$

$M_{max,x} =$ **626,05** kNm
$M_{max,y} =$ **602,28** kNm

SEIZMIKA Y

$\sigma_1 = N_{sd,uk}/A + M_{x,Sd,uk}/W_x + M_{y,Sd,uk}/W_y =$ 93,32 kN/m²
$\sigma_2 = N_{sd,uk}/A + M_{x,Sd,uk}/W_x - M_{y,Sd,uk}/W_y =$ 31,98 kN/m²
$\sigma_3 = N_{sd,uk}/A - M_{x,Sd,uk}/W_x + M_{y,Sd,uk}/W_y =$ 85,21 kN/m²
$\sigma_4 = N_{sd,uk}/A - M_{x,Sd,uk}/W_x - M_{y,Sd,uk}/W_y =$ 23,87 kN/m²

za $M_{max,x}$: $\sigma' = (\sigma_1+\sigma_2)/2$, $\sigma'' = (\sigma_3+\sigma_4)/2$
za $M_{max,y}$: $\sigma' = (\sigma_1+\sigma_3)/2$, $\sigma'' = (\sigma_2+\sigma_4)/2$

$M_{max,x} =$ **567,67** kNm
$M_{max,y} =$ **732,00** kNm

VERTIKALNA OPTEREĆENJA

- uzdužna vertikalna sila za proračun temeljne stope $N_{Sd,uk} = N_{Sd} + N_{Sd,ts} + N_{Sd,z}$

vlastita težina temeljne stope $N_{Sd,ts} = abh\gamma_b =$ 264,60 kN

težina zemlje iznad temeljne stope $N_{Sd,z} = (ab - d_x d_y) d_z \gamma_z =$ 414,72 kN

$N_{Sd,uk} =$ 1119,91 kN

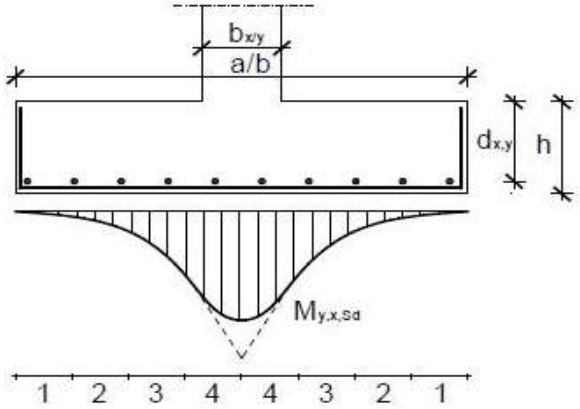
- horizontalne sile za proračun temeljne stope: $V_{x,Sd} =$ 50,65 kN; $V_{y,Sd} =$ 4,42 kN
- momenti za proračun temeljne stope: $M_{x,Sd,uk} = M_{x,Sd} + V_{y,Sd} * d_t$ = 45,57 kNm; $M_{y,Sd,uk} = M_{y,Sd} + V_{x,Sd} * d_t$ = 507,58 kNm

$\sigma_1 = N_{sd,uk}/A + M_{x,Sd,uk}/W_x + M_{y,Sd,uk}/W_y =$ 108,3 kN/m²
$\sigma_2 = N_{sd,uk}/A + M_{x,Sd,uk}/W_x - M_{y,Sd,uk}/W_y =$ 26,07 kN/m²
$\sigma_3 = N_{sd,uk}/A - M_{x,Sd,uk}/W_x + M_{y,Sd,uk}/W_y =$ 100,9 kN/m²
$\sigma_4 = N_{sd,uk}/A - M_{x,Sd,uk}/W_x - M_{y,Sd,uk}/W_y =$ 18,69 kN/m²

za $M_{max,x}$: $\sigma' = (\sigma_1+\sigma_2)/2$, $\sigma'' = (\sigma_3+\sigma_4)/2$
za $M_{max,y}$: $\sigma' = (\sigma_1+\sigma_3)/2$, $\sigma'' = (\sigma_2+\sigma_4)/2$

$M_{max,x} =$ **610,74** kNm
$M_{max,y} =$ **841,74** kNm

Mjerodavni momenti: $M_{max,x} =$ **626,05 kNm**
$M_{max,y} =$ **841,74 kNm**



koeficijenti raspodjele momenta savijanja α_j (j=1,2,3,4)

	$b_x/b, b_y/a$		
traka	0,10	0,20	0,30
1	0,07	0,08	0,09
2	0,10	0,10	0,11
3	0,14	0,14	0,14
4	0,19	0,18	0,16
suma	0,50	0,50	0,50

$\Delta M_{Sd,j} = \alpha_j M_{Sd}$ moment u j traci

smjer Y b_y/a= 0,14 ≈ 0,20

traka 1

$\Delta M_{Sd,x,1} = \alpha_1 M_{Sd,x}$= 0,08 x 626,05 = 50,08 kNm očitano ζ = 0,987 ε_{c2} = -0,75 ‰

$\mu_{Sd} = M_{Sd}/(b\,d^2 f_{cd})$= 0,01 ξ = 0,036 ε_{s1} = 20,00 ‰

$A_{s1} = M_{sd}/(\zeta\, d\, f_{yd})$ = **2,15** cm²

odabrano: **2 Φ 16** A_{s1}= **4,02** cm²

traka 2

$\Delta M_{Sd,x,2} = \alpha_2 M_{Sd,x}$= 0,1 x 626,05 = 62,61 kNm očitano ζ = 0,987 ε_{c2} = -0,75 ‰

$\mu_{Sd} = M_{Sd}/(b\,d^2 f_{cd})$= 0,01 ξ = 0,036 ε_{s1} = 20,00 ‰

$A_{s1} = M_{sd}/(\zeta\, d\, f_{yd})$ = **2,68** cm²

odabrano: **2 Φ 16** A_{s1}= **4,02** cm²

traka 3

$\Delta M_{Sd,x,3} = \alpha_3 M_{Sd,x}$= 0,14 x 626,05 = 87,65 kNm očitano ζ = 0,987 ε_{c2} = -0,75 ‰

$\mu_{Sd} = M_{Sd}/(b\,d^2 f_{cd})$= 0,01 ξ = 0,036 ε_{s1} = 20,00 ‰

$A_{s1} = M_{sd}/(\zeta\, d\, f_{yd})$ = **3,75** cm²

odabrano: **3 Φ 16** A_{s1}= **6,03** cm²

traka 4

$\Delta M_{Sd,x,4} = \alpha_4 M_{Sd,x}$= 0,18 x 626,05 = 112,69 kNm očitano ζ = 0,987 ε_{c2} = -0,75 ‰

$\mu_{Sd} = M_{Sd}/(b\,d^2 f_{cd})$= 0,01 ξ = 0,036 ε_{s1} = 20,00 ‰

$A_{s1} = M_{sd}/(\zeta\, d\, f_{yd})$ = **4,83** cm²

odabrano: **4 Φ 16** A_{s1}= **8,04** cm²

smjer X b_x/b= 0,14 ≈ 0,20

traka 1

$\Delta M_{Sd,y,1} = \alpha_1 M_{Sd,y}$= 0,08 x 841,75 = 67,34 kNm očitano ζ = 0,987 ε_{c2} = -0,75 ‰

$\mu_{Sd} = M_{Sd}/(b\,d^2 f_{cd})$= 0,01 ξ = 0,036 ε_{s1} = 20,00 ‰

$A_{s1} = M_{sd}/(\zeta\, d\, f_{yd})$ = **2,88** cm²

odabrano: **2 Φ 16** A_{s1}= **4,02** cm²

traka 2

$\Delta M_{Sd,y,2} = \alpha_2 M_{Sd,y}$= 0,1 x 841,75 = 84,17 kNm očitano ζ = 0,987 ε_{c2} = -0,75 ‰

$\mu_{Sd} = M_{Sd}/(b\,d^2 f_{cd})$= 0,01 ξ = 0,036 ε_{s1} = 20,00 ‰

$A_{s1} = M_{sd}/(\zeta\, d\, f_{yd})$ = **3,61** cm²

odabrano: **2 Φ 16** A_{s1}= **4,02** cm²

traka 3

$\Delta M_{Sd,y,3} = \alpha_3 M_{Sd,y}$= 0,14 x 841,75 = 117,84 kNm očitano ζ = 0,987 ε_{c2} = -0,75 ‰

$\mu_{Sd} = M_{Sd}/(b\,d^2 f_{cd})$= 0,01 ξ = 0,036 ε_{s1} = 20,00 ‰

$A_{s1} = M_{sd}/(\zeta\, d\, f_{yd})$ = **5,05** cm²

odabrano: **3 Φ 16** A_{s1}= **6,03** cm²

traka 4

$\Delta M_{Sd,y,4} = \alpha_4 M_{Sd,y}$= 0,18 x 841,75 = 151,51 kNm očitano ζ = 0,987 ε_{c2} = -0,75 ‰

$\mu_{Sd} = M_{Sd}/(b\,d^2 f_{cd})$= 0,01 ξ = 0,036 ε_{s1} = 20,00 ‰

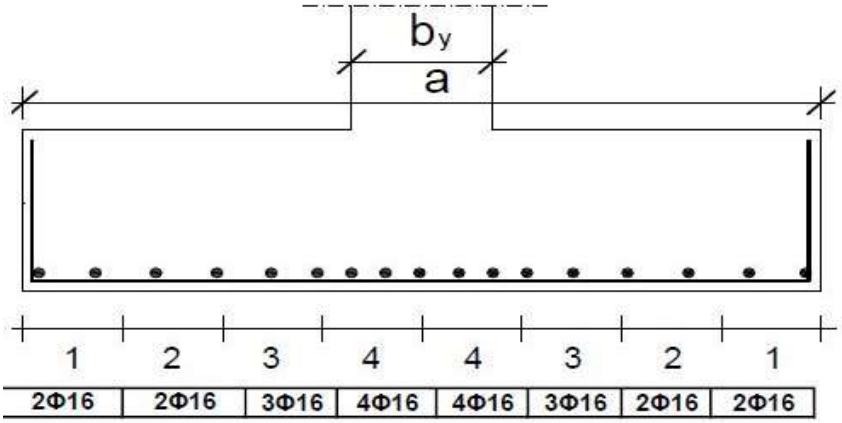
$A_{s1} = M_{sd}/(\zeta\, d\, f_{yd})$ = **6,49** cm²

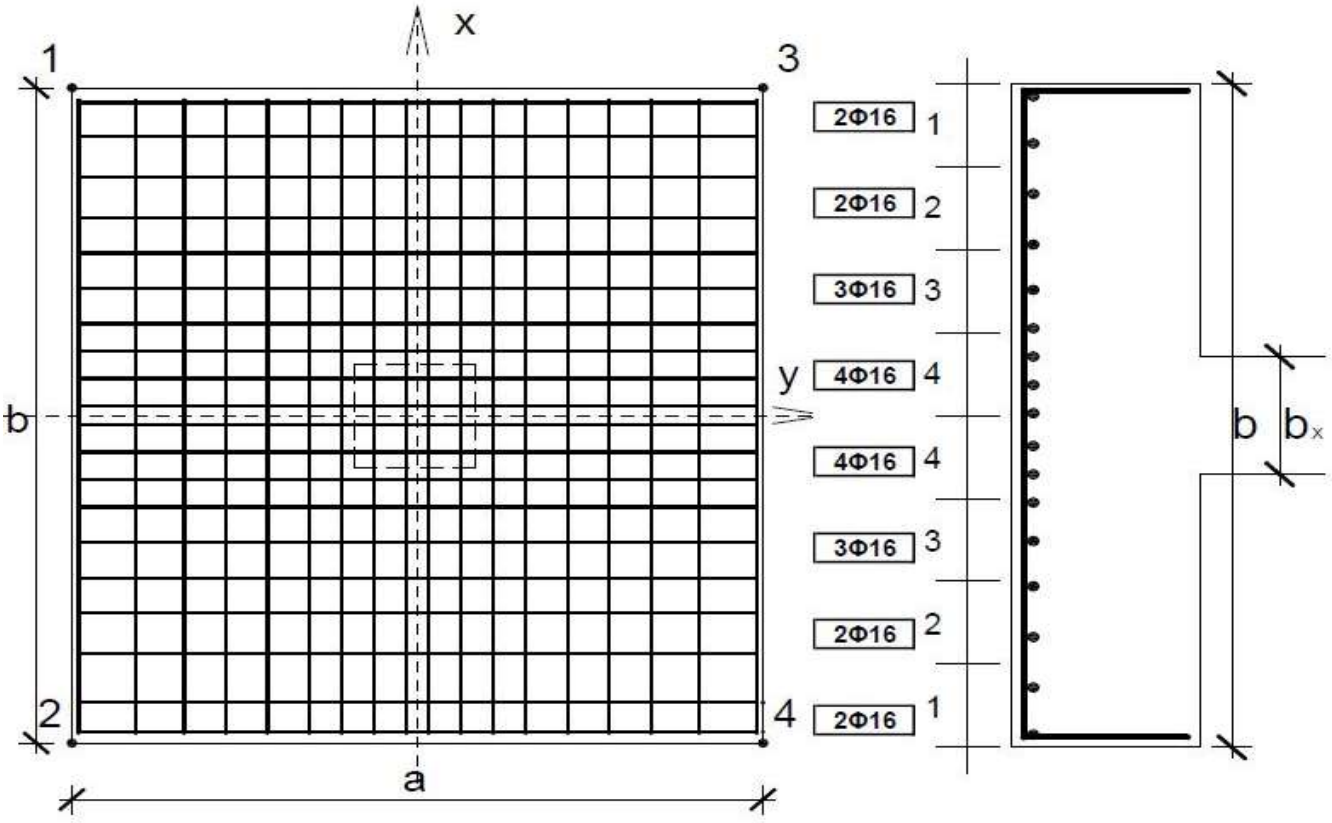
odabrano: **4 Φ 16** A_{s1}= **8,04** cm²

$A_{s,min} = 0{,}0015\, b\, d$ = **37,80** cm² $\Sigma A_{s1,X}$ = **44,21** cm²

$A_{s,max} = 0{,}04\, A_c$ = **1008** cm² $\Sigma A_{s1,Y}$ = **44,21** cm²

☑ **ZADOVOLJAVA**

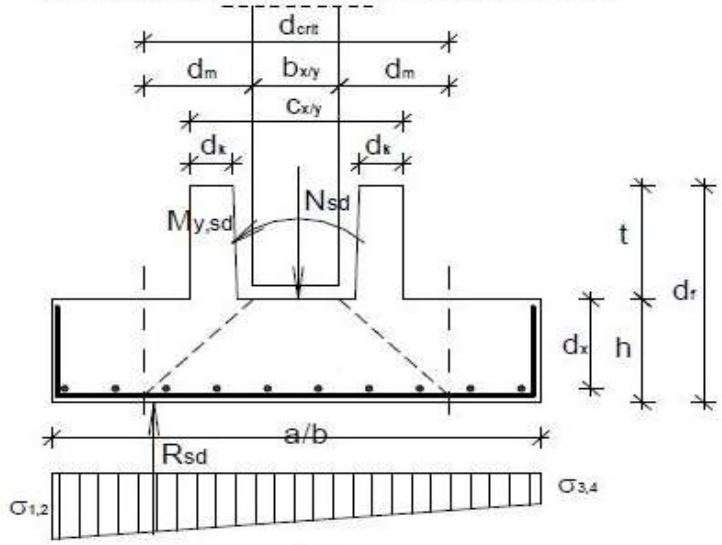


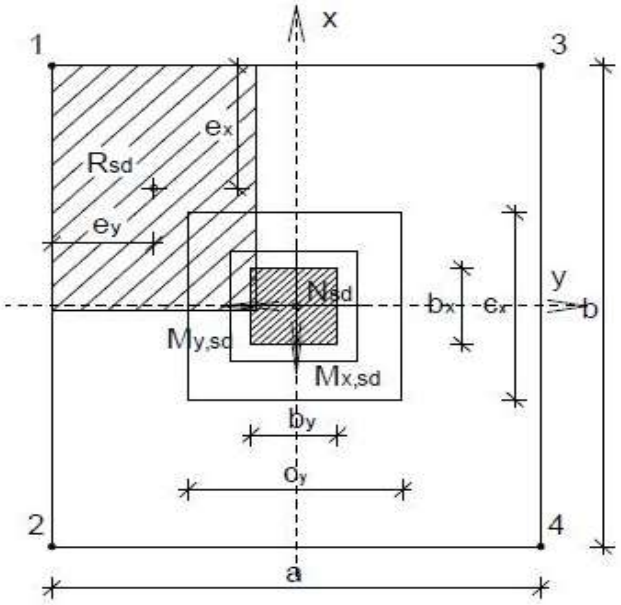


Temelj armirati sa Φ16/15 u donjoj zoni I Φ12/15 u gornjoj zoni
Donju zonu u srednjoj trećini progustiti Φ16/12,5 u oba smjera

7.2.2. TEMELJNE STOPE STUPOVA TS2 - RUBNI STUPOVI

1. STATIČKI SISTEM I POPREČNI PRESJEK





Dimenzije temelja:

a =	**340**	**cm**
b =	**340**	**cm**
h=	**60,00**	**cm**

zaštitni sloj temelja c = 4,00 cm

Dimenzije čašice:

$d_k = 0{,}5d_{x/y}$ =	25,00	cm
$c_x=2d_k+b_x+15$=	125,00	cm
$c_y=2d_k+b_y+15$=	125,00	cm
$t=1{,}5b_{x/y}$ =	100,00	cm
$d_f = t+h$ =	160,00	cm

Dimenzije stupa:

širina b_x =	**60**	**cm**
visina b_y =	**60**	**cm**
statička visina presjeka stupa		
zaštitni sloj stupa c=	3,00	cm
uzdužna armatura stupa ϕ=	25	mm
vilice ϕ_v=	10	mm
$d_x=b_x-c-\phi_v-\phi/2$=	54,75	cm
$d_y=b_y-c-\phi_v-\phi/2$=	54,75	cm
statička visina temelja		
d_s =	16	mm
$d_x = h-c-d_s/2$ =	55,2	cm
$d_y = d_x-d_s$ =	53,6	cm
$d_m = (d_x+d_y)/2$=	54,4	cm
dubina zemlje		
d_z=	120	cm
ukupna visina temeljne stope		
$d_t = d_z + h$=	160	cm

2. KAKVOĆA MATERIJALA

Beton C30/37

f_{ck}=	30	N/mm^2
$f_{cd}=f_{ck}/1.5$=	20,0	N/mm^2
E_{cm}=	3200	kN/cm^2
γ_b=	25	kN/m^3

Čelik B-500B

f_{yk}=	50	kN/cm^2
$f_{yd}=f_{yk}/1.15$=	43,48	kN/cm^2
E_s=	20500	kN/cm^2

težina zemlje: γ_z= 20,00 kN/m^3

3. OPTEREĆENJA

opterećenje	peta stupa					
	$V_{x,Sd}$	$V_{y,Sd}$	N_{Sd}	$M_{x,Sd}$	$M_{y,Sd}$	
vertikalno + vjetar	31,71	28,93	152,84	81,39	142,90	1,0*SO1+1,0*SO2+1,5*SO5
seizmika X	6,18	16,21	162,05	141,00	50,52	
seizmika Y	19,89	4,86	162,05	42,31	163,23	
anvelopa GSN	31,85	28,93	214,17	81,39	142,90	

4. NAPREZANJA ISPOD TEMELJNE STOPE

4.1. VERTIKALNO OPTEREĆENJE

- uzdužna vertikalna sila za proračun temeljne stope $N_{Sd,uk}=N_{Sd}+N_{Sd,ts}+N_{Sd,z}$

vlastita težina temeljne stope $N_{Sd,ts}=abh\gamma_b=$ 173,40 kN

težina zemlje iznad temeljne stope $N_{Sd,z}=(ab-d_xd_y)d_z\gamma_z=$ 268,80 kN

$N_{Sd,uk}=$ 595,04 kN

- horizontalne sile za proračun temeljne stope: $V_{x,Sd}=$ 31,71 kN; $V_{y,Sd}=$ 28,93 kN
- momenti za proračun temeljne stope: $M_{x,Sd,uk}=M_{x,Sd}+V_{y,Sd}*d_t=$ 127,68 kNm; $M_{y,Sd,uk}=M_{y,Sd}+V_{x,Sd}*d_t=$ 193,64 kNm

ekscentricitet vertikalne sile

$e_x=M_{x,Sd,uk}/N_{Sd,uk}=$ 21,46 cm; $e_y=M_{y,Sd,uk}/N_{Sd,uk}=$ 32,54 cm

$e_x/b+e_y/a=$ 0,16 < 1/6= 0,17 m **sila u jezgri poprečnog presjeka**

naprezanja ispod temeljne stope

$A_{temelja}=a\cdot b=$ 11,56 m^2

$W_x=a^2b/6=$ 6,55 m^3

$W_y=ab^2/6=$ 6,55 m^3

$\sigma_1=N_{sd,uk}/A+M_{x,Sd,uk}/W_x+M_{y,Sd,uk}/W_y=$ **100,52** kN/m^2

$\sigma_2=N_{sd,uk}/A+M_{x,Sd,uk}/W_x-M_{y,Sd,uk}/W_y=$ **41,41** kN/m^2

$\sigma_3=N_{sd,uk}/A-M_{x,Sd,uk}/W_x+M_{y,Sd,uk}/W_y=$ **61,54** kN/m^2

$\sigma_4=N_{sd,uk}/A-M_{x,Sd,uk}/W_x-M_{y,Sd,uk}/W_y=$ **2,42** kN/m^2

efektivna širina temelja

$a'=a(1-2e_y/a)=$ 274,9 cm

$b'=b(1-2e_x/b)=$ 297,1 cm

efektivna površina $A'_{temelja}=a'\cdot b'=$ 8,17 m^2; $\sigma_0=N_{Sd}/A'=$ **72,86** kN/m^2

dopušteno naprezanje za osnovno opterećenje $\sigma_{doz}=$ 200,00 kN/m^2 ☑ **ZADOVOLJAVA**

4.2. SEIZMIKA X

- uzdužna vertikalna sila za proračun temeljne stope $N_{Sd,uk}=N_{Sd}+N_{Sd,ts}+N_{Sd,z}$

vlastita težina temeljne stope $N_{Sd,ts}=abh\gamma_b=$ 173,40 kN

težina zemlje iznad temeljne stope $N_{Sd,z}=(ab-d_xd_y)d_z\gamma_z=$ 268,80 kN

$N_{Sd,uk}=$ 604,25 kN

- horizontalna sila za proračun temeljne stope $V_{x,Sd}=$ 6,18 kN; $V_{y,Sd}=$ 16,21 kN
- moment za proračun temeljne stope $M_{x,Sd,uk}=M_{x,Sd}+V_{y,Sd}*d_t=$ 166,94 kNm; $M_{y,Sd,uk}=M_{y,Sd}+V_{x,Sd}*d_t=$ 60,41 kNm

ekscentricitet vertikalne sile

$e_x=M_{x,Sd,uk}/N_{Sd,uk}=$ 27,63 cm; $e_y=M_{y,Sd,uk}/N_{Sd,uk}=$ 10,00 cm

$(e_x/b)^2+(e_y/a)^2=$ 0,01 < 1/9= 0,11 m **sila u jezgri poprečnog presjeka**

naprezanja ispod temeljne stope

$A_{temelja}=a\cdot b=$ 11,56 m^2

$W_x=a^2b/6=$ 6,55 m^3

$W_y=ab^2/6=$ 6,55 m^3

$\sigma_1=N_{sd,uk}/A+M_{x,Sd,uk}/W_x+M_{y,Sd,uk}/W_y=$ **86,98** kN/m^2

$\sigma_2=N_{sd,uk}/A+M_{x,Sd,uk}/W_x-M_{y,Sd,uk}/W_y=$ **68,53** kN/m^2

$\sigma_3=N_{sd,uk}/A-M_{x,Sd,uk}/W_x+M_{y,Sd,uk}/W_y=$ **36,01** kN/m^2

$\sigma_4=N_{sd,uk}/A-M_{x,Sd,uk}/W_x-M_{y,Sd,uk}/W_y=$ **17,57** kN/m^2

efektivna širina temelja

$a'=a(1-2e_y/a)=$ 320 cm

$b'=b(1-2e_x/b)=$ 284,7 cm

efektivna površina $A'_{temelja}=a'\cdot b'=$ 9,11 m^2; $\sigma_0=N_{Sd}/A'=$ **66,31** kN/m^2

dopušteno naprezanje za osnovno+dopunsko opterećenje $\sigma_{doz}=$ 200,00 kN/m^2

☑ **ZADOVOLJAVA**

4.3. SEIZMIKA Y

- uzdužna vertikalna sila za proračun temeljne stope $N_{Sd,uk}=N_{Sd}+N_{Sd,ts}+N_{Sd,z}$

vlastita težina temeljne stope $N_{Sd,ts}=abh\gamma_b=$ 173,40 kN

težina zemlje iznad temeljne stope $N_{Sd,z}=(ab-d_xd_y)d_z\gamma_z=$ 268,80 kN

$N_{Sd,uk}=$ 604,25 kN

- horizontalna sila za proračun temeljne stope $V_{x,Sd}=$ 19,89 kN $V_{y,Sd}=$ 4,86 kN
- moment za proračun temeljne stope $M_{x,Sd,uk}=M_{x,Sd}+V_{y,Sd}t$ $M_{x,Sd,uk}=$ 50,09 kNm
  $M_{y,Sd,uk}=M_{y,Sd}+V_{x,Sd}t$ $M_{y,Sd,uk}=$ 195,05 kNm

ekscentricitet vertikalne sile

$e_x=M_{x,Sd,uk}/N_{Sd,uk}=$ 8,29 cm $e_y=M_{y,Sd,uk}/N_{Sd,uk}=$ 32,28 cm

$(e_x/b)^2+(e_y/a)^2=$ 0,01 < 1/9= 0,11 m **sila u jezgri poprečnog presjeka**

naprezanja ispod temeljne stope

$A_{temelja}=a\cdot b=$ 11,56 m^2
$W_x=a^2b/6=$ 6,55 m^3
$W_y=ab^2/6=$ 6,55 m^3

$\sigma_1 = N_{sd,uk}/A + M_{x,Sd,uk}/W_x + M_{y,Sd,uk}/W_y=$ **89,69** kN/m^2
$\sigma_2 = N_{sd,uk}/A + M_{x,Sd,uk}/W_x - M_{y,Sd,uk}/W_y=$ **30,14** kN/m^2
$\sigma_3 = N_{sd,uk}/A - M_{x,Sd,uk}/W_x + M_{y,Sd,uk}/W_y=$ **74,40** kN/m^2
$\sigma_4 = N_{sd,uk}/A - M_{x,Sd,uk}/W_x - M_{y,Sd,uk}/W_y=$ **14,85** kN/m^2

efektivna širina temelja $a' = a(1-2e_y/a)=$ 275,4 cm
$b' = b(1-2e_x/b)=$ 323,4 cm
efektivna površina $A'_{temelja}=a'\cdot b'=$ 8,91 m^2

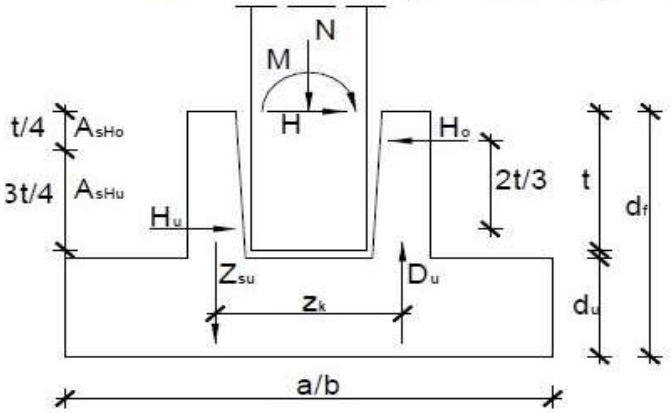
$\sigma_0=N_{Sd}/A' =$ **67,83** kN/m^2

dopušteno naprezanje za osnovno+dopunsko opterećenje $\sigma_{doz} =$ 200,00 kN/m^2

☑ **ZADOVOLJAVA**

5. DIMENZIONIRANJE TEMELJNE ČAŠICE I STOPE

za dimenzioniranje temeljne čašice i temeljne stope mjerodavno je opterećenje Sx I Sy



$z_k = c - d_k =$ 100,00 cm

5.1. TEMELJNA ČAŠICA

Faktorizirane rezne sile iz pete stupa:

	N_{Sd}	$M_{x,Sd}$	$M_{y,Sd}$	$V_{x,Sd}$	$V_{y,Sd}$
	162,05	141,00	50,52	6,18	16,21
	162,05	42,31	163,23	19,89	4,86

Armatura čašice u smjeru x:

- momenti za proračun temeljne čašice (iz dimenzioniranja stupova) — $M_{y,Sd} =$ 163,23 kNm
- horizontalna sila za proračun temeljne čašice (reakcija) — $V_{x,Sd} =$ 19,89 kN

$H_o = 3M^{II}_{y,Sd}/(2t)+5V_{x,Sd}/4 =$ 269,7 kN — $A_s^g = H_o/f_{yd} =$ 6,20 cm² — **(2x2x3 ϕ12=13,57 cm²)**

$H_u = 3M^{II}_{y,Sd}/(2t)+V_{x,Sd}/4 =$ 249,8 kN — $A_s^d = H_u/f_{yd} =$ 5,75 cm² — **(2x2x3 ϕ12=13,57 cm²)**

$Z_{su} = H_o t/z_k =$ 269,7 kN — $A_s^v = Z_{su}/f_{yd} =$ 6,20 cm² — **(2x2x3 ϕ12=13,57 cm²)**

Armatura čašice u smjeru y:

- momenti za proračun temeljne čašice (iz dimenzioniranja stupova) — $M_{x,Sd} =$ 141,00 kNm
- horizontalna sila za proračun temeljne čašice (reakcija) — $V_{y,Sd} =$ 16,21 kN

$H_o = 3M^{II}_{x,Sd}/(2t)+5V_{y,Sd}/4 =$ 231,8 kN — $A_s^g = H_o/f_{yd} =$ 5,33 cm² — **(2x2x3 ϕ10=9,42 cm²)**

$H_u = 3M^{II}_{x,Sd}/(2t)+V_{y,Sd}/4 =$ 215,6 kN — $A_s^d = H_u/f_{yd} =$ 4,96 cm² — **(2x2x3 ϕ10=9,42 cm²)**

$Z_{su} = H_o t/z_k =$ 231,8 kN — $A_s^v = Z_{su}/f_{yd} =$ 5,33 cm² — **(2x2x3 ϕ10=9,42 cm²)**

odabrano: 2x2x3 ϕ12=13,57 cm²

5.2. DIMENZIONIRANJE TEMELJNE STOPE

SEIZMIKA X

$M_{max,Sd} = 1/48\ (5\sigma' + \sigma'')\ b^3$

$\sigma_1 = N_{sd,uk}/A + M_{x,Sd,uk}/W_x + M_{y,Sd,uk}/W_y =$ 86,98 kN/m²
$\sigma_2 = N_{sd,uk}/A + M_{x,Sd,uk}/W_x - M_{y,Sd,uk}/W_y =$ 68,53 kN/m²
$\sigma_3 = N_{sd,uk}/A - M_{x,Sd,uk}/W_x + M_{y,Sd,uk}/W_y =$ 36,01 kN/m²
$\sigma_4 = N_{sd,uk}/A - M_{x,Sd,uk}/W_x - M_{y,Sd,uk}/W_y =$ 17,57 kN/m²

za $M_{max,x}$: $\sigma' = (\sigma_1+\sigma_2)/2$, $\sigma'' = (\sigma_3+\sigma_4)/2$
za $M_{max,y}$: $\sigma' = (\sigma_1+\sigma_3)/2$, $\sigma'' = (\sigma_2+\sigma_4)/2$

$M_{max,x} =$ **340,27** kNm
$M_{max,y} =$ **287,01** kNm

SEIZMIKA Y

$\sigma_1 = N_{sd,uk}/A + M_{x,Sd,uk}/W_x + M_{y,Sd,uk}/W_y =$ 89,69 kN/m²
$\sigma_2 = N_{sd,uk}/A + M_{x,Sd,uk}/W_x - M_{y,Sd,uk}/W_y =$ 30,14 kN/m²
$\sigma_3 = N_{sd,uk}/A - M_{x,Sd,uk}/W_x + M_{y,Sd,uk}/W_y =$ 74,40 kN/m²
$\sigma_4 = N_{sd,uk}/A - M_{x,Sd,uk}/W_x - M_{y,Sd,uk}/W_y =$ 14,85 kN/m²

za $M_{max,x}$: $\sigma' = (\sigma_1+\sigma_2)/2$, $\sigma'' = (\sigma_3+\sigma_4)/2$
za $M_{max,y}$: $\sigma' = (\sigma_1+\sigma_3)/2$, $\sigma'' = (\sigma_2+\sigma_4)/2$

$M_{max,x} =$ **281,85** kNm
$M_{max,y} =$ **354,33** kNm

VERTIKALNA OPTEREĆENJA

- uzdužna vertikalna sila za proračun temeljne stope $N_{Sd,uk} = N_{Sd} + N_{Sd,ts} + N_{Sd,z}$

vlastita težina temeljne stope $N_{Sd,ts} = abh\gamma_b =$ 173,40 kN

težina zemlje iznad temeljne stope $N_{Sd,z} = (ab - d_x d_y) d_z \gamma_z =$ 268,80 kN

$N_{Sd,uk} =$ 656,37 kN

- horizontalne sile za proračun temeljne stope: $V_{x,Sd} =$ 31,85 kN, $V_{y,Sd} =$ 28,93 kN
- momenti za proračun temeljne stope:

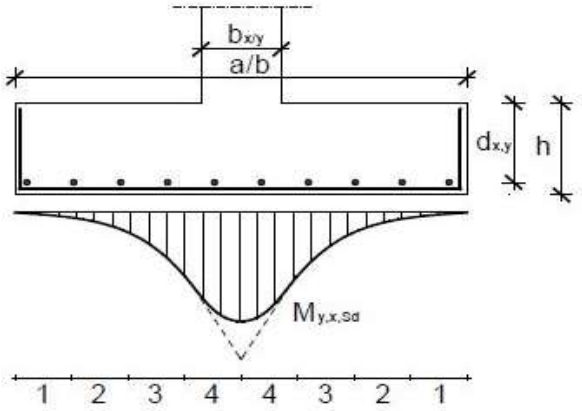
$M_{x,Sd,uk} = M_{x,Sd} + V_{y,Sd} * d_t$ = 127,68 kNm
$M_{y,Sd,uk} = M_{y,Sd} + V_{x,Sd} * d_t$ = 193,86 kNm

$\sigma_1 = N_{sd,uk}/A + M_{x,Sd,uk}/W_x + M_{y,Sd,uk}/W_y =$ 105,9 kN/m²
$\sigma_2 = N_{sd,uk}/A + M_{x,Sd,uk}/W_x - M_{y,Sd,uk}/W_y =$ 46,68 kN/m²
$\sigma_3 = N_{sd,uk}/A - M_{x,Sd,uk}/W_x + M_{y,Sd,uk}/W_y =$ 66,88 kN/m²
$\sigma_4 = N_{sd,uk}/A - M_{x,Sd,uk}/W_x - M_{y,Sd,uk}/W_y =$ 7,69 kN/m²

za $M_{max,x}$: $\sigma' = (\sigma_1+\sigma_2)/2$, $\sigma'' = (\sigma_3+\sigma_4)/2$
za $M_{max,y}$: $\sigma' = (\sigma_1+\sigma_3)/2$, $\sigma'' = (\sigma_2+\sigma_4)/2$

$M_{max,x} =$ **342,80** kNm
$M_{max,y} =$ **375,89** kNm

Mjerodavni momenti: $M_{max,x} =$ **342,80** kNm
$M_{max,y} =$ **375,89** kNm



koeficijenti raspodjele momenta savijanja α_j (j=1,2,3,4)

	$b_x/b, b_y/a$		
traka	0,10	0,20	0,30
1	0,07	0,08	0,09
2	0,10	0,10	0,11
3	0,14	0,14	0,14
4	0,19	0,18	0,16
suma	0,50	0,50	0,50

$\Delta M_{Sd,j} = \alpha_j M_{Sd}$ moment u j traci

smjer Y b_y/a= 0,18 ≈ 0,20

traka 1

$\Delta M_{Sd,x,1} = \alpha_1 M_{Sd,x}$ = 0,08 x 342,8 = 27,42 kNm očitano ζ = 0,987 ε_{c2} = -0,75 ‰

$\mu_{Sd} = M_{Sd}/(b\,d^2 f_{cd})$ = 0,01 ξ = 0,036 ε_{s1} = 20,00 ‰

$A_{s1} = M_{sd}/(\zeta\, d\, f_{yd})$ = **1,17** cm²

odabrano: **2 Φ 14** A_{s1}= **3,08** cm²

traka 2

$\Delta M_{Sd,x,2} = \alpha_2 M_{Sd,x}$ = 0,1 x 342,8 = 34,28 kNm očitano ζ = 0,987 ε_{c2} = -0,75 ‰

$\mu_{Sd} = M_{Sd}/(b\,d^2 f_{cd})$ = 0,01 ξ = 0,036 ε_{s1} = 20,00 ‰

$A_{s1} = M_{sd}/(\zeta\, d\, f_{yd})$ = **1,47** cm²

odabrano: **2 Φ 14** A_{s1}= **3,08** cm²

traka 3

$\Delta M_{Sd,x,3} = \alpha_3 M_{Sd,x}$ = 0,14 x 342,8 = 47,99 kNm očitano ζ = 0,987 ε_{c2} = -0,75 ‰

$\mu_{Sd} = M_{Sd}/(b\,d^2 f_{cd})$ = 0,01 ξ = 0,036 ε_{s1} = 20,00 ‰

$A_{s1} = M_{sd}/(\zeta\, d\, f_{yd})$ = **2,06** cm²

odabrano: **3 Φ 14** A_{s1}= **4,62** cm²

traka 4

$\Delta M_{Sd,x,4} = \alpha_4 M_{Sd,x}$ = 0,18 x 342,8 = 61,70 kNm očitano ζ = 0,987 ε_{c2} = -0,75 ‰

$\mu_{Sd} = M_{Sd}/(b\,d^2 f_{cd})$ = 0,01 ξ = 0,036 ε_{s1} = 20,00 ‰

$A_{s1} = M_{sd}/(\zeta\, d\, f_{yd})$ = **2,64** cm²

odabrano: **3 Φ 14** A_{s1}= **4,62** cm²

smjer X b_x/b= 0,18 ≈ 0,20

traka 1

$\Delta M_{Sd,y,1} = \alpha_1 M_{Sd,y}$ = 0,08 x 375,89 = 30,07 kNm očitano ζ = 0,987 ε_{c2} = -0,75 ‰

$\mu_{Sd} = M_{Sd}/(b\,d^2 f_{cd})$ = 0,01 ξ = 0,036 ε_{s1} = 20,00 ‰

$A_{s1} = M_{sd}/(\zeta\, d\, f_{yd})$ = **1,29** cm²

odabrano: **2 Φ 14** A_{s1}= **3,08** cm²

traka 2

$\Delta M_{Sd,y,2} = \alpha_2 M_{Sd,y}$ = 0,1 x 375,89 = 37,59 kNm očitano ζ = 0,987 ε_{c2} = -0,75 ‰

$\mu_{Sd} = M_{Sd}/(b\,d^2 f_{cd})$ = 0,01 ξ = 0,036 ε_{s1} = 20,00 ‰

$A_{s1} = M_{sd}/(\zeta\, d\, f_{yd})$ = **1,61** cm²

odabrano: **2 Φ 14** A_{s1}= **3,08** cm²

traka 3

$\Delta M_{Sd,y,3} = \alpha_3 M_{Sd,y}$ = 0,14 x 375,89 = 52,62 kNm očitano ζ = 0,987 ε_{c2} = -0,75 ‰

$\mu_{Sd} = M_{Sd}/(b\,d^2 f_{cd})$ = 0,01 ξ = 0,036 ε_{s1} = 20,00 ‰

$A_{s1} = M_{sd}/(\zeta\, d\, f_{yd})$ = **2,25** cm²

odabrano: **3 Φ 14** A_{s1}= **4,62** cm²

traka 4

$\Delta M_{Sd,y,4} = \alpha_4 M_{Sd,y}$ = 0,18 x 375,89 = 67,66 kNm očitano ζ = 0,987 ε_{c2} = -0,75 ‰

$\mu_{Sd} = M_{Sd}/(b\,d^2 f_{cd})$ = 0,01 ξ = 0,036 ε_{s1} = 20,00 ‰

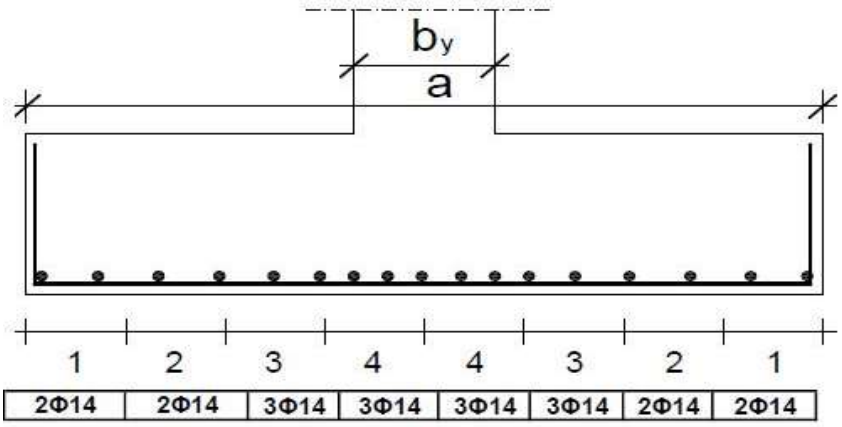
$A_{s1} = M_{sd}/(\zeta\, d\, f_{yd})$ = **2,90** cm²

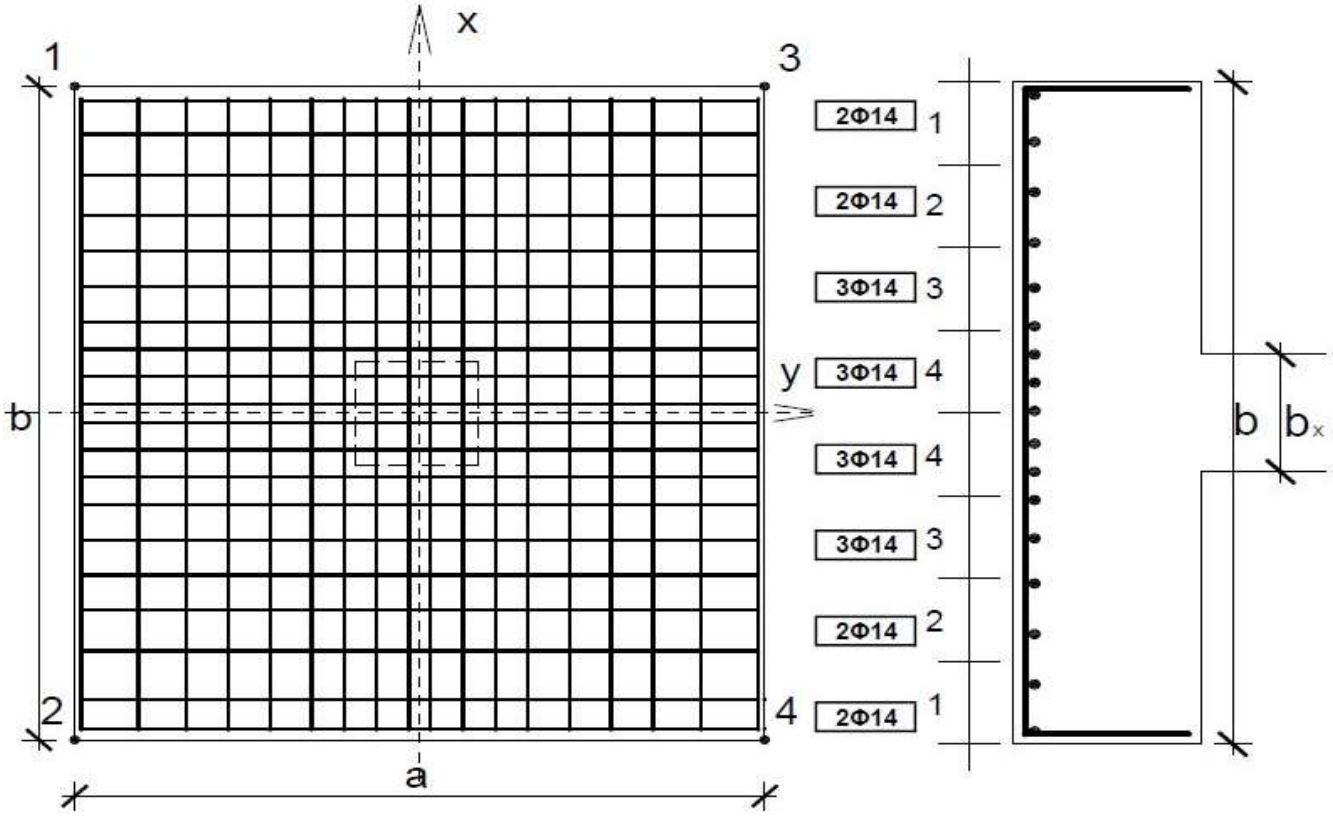
odabrano: **3 Φ 14** A_{s1}= **4,62** cm²

$A_{s,min} = 0{,}0015\, b\, d$ = **30,60** cm² $\Sigma A_{s1,X}$ = **30,77** cm²

$A_{s,max} = 0{,}04\, A_c$ = **816** cm² $\Sigma A_{s1,Y}$ = **30,77** cm²

☑ **ZADOVOLJAVA**

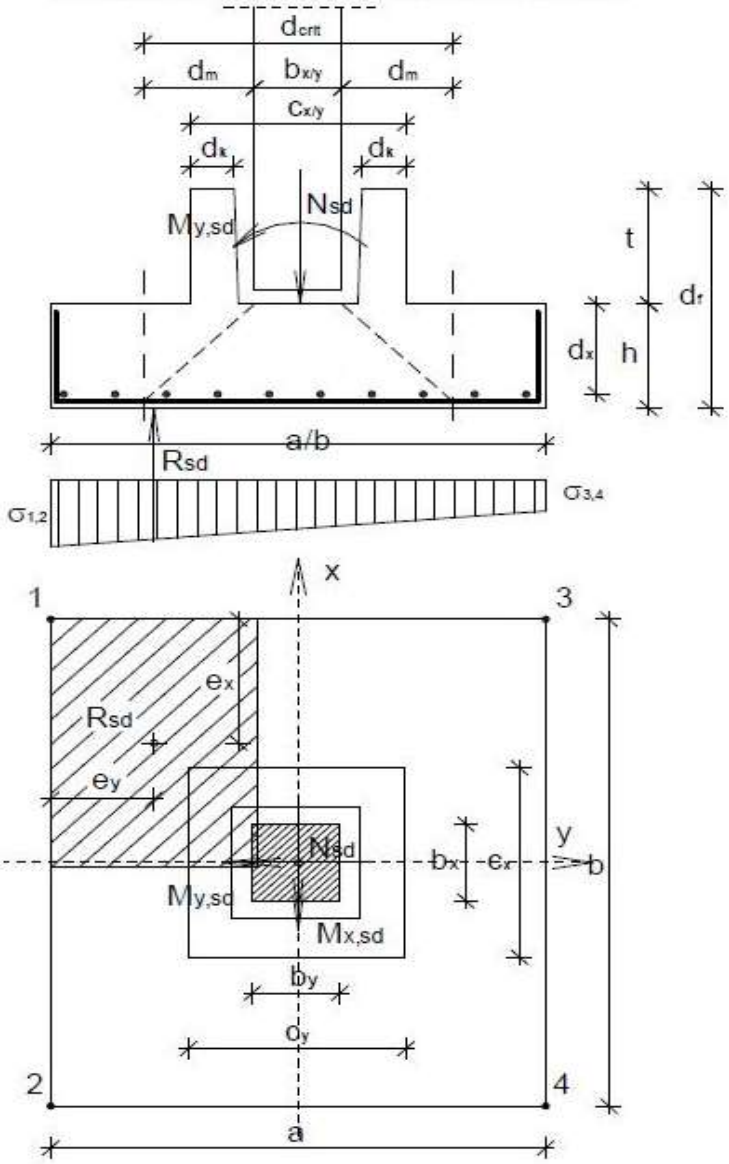




Temelj armirati sa Φ14/15 u donjoj zoni I Φ12/15 u gornjoj zoni
Donju zonu u srednjoj trećini progustiti Φ14/12,5 u oba smjera

7.2.3. TEMELJNE STOPE STUPOVA TS3 - ZABATNA STRANA

1. STATIČKI SISTEM I POPREČNI PRESJEK



Dimenzije temelja:

a =	**380**	**cm**
b =	**380**	**cm**
h=	**60,00**	**cm**

zaštitni sloj temelja c = 4,00 cm

Dimenzije čašice:

$d_k = 0{,}5d_{x/y}$ =	25,00	cm
$c_x=2d_k+b_x+15$=	125,00	cm
$c_y=2d_k+b_y+15$=	125,00	cm
$t=1{,}5b_{x/y}$ =	100,00	cm
$d_f = t+h$ =	160,00	cm

Dimenzije stupa:

širina b_x =	**60**	**cm**
visina b_y =	**60**	**cm**
statička visina presjeka stupa		
zaštitni sloj stupa c=	3,00	cm
uzdužna armatura stupa ϕ=	25	mm
vilice ϕ_v=	10	mm
$d_x=b_x-c-\phi_v-\phi/2$=	54,75	cm
$d_y=b_y-c-\phi_v-\phi/2$=	54,75	cm
statička visina temelja		
d_s =	16	mm
$d_x = h-c-d_s/2$ =	55,2	cm
$d_y = d_x-d_s$ =	53,6	cm
$d_m = (d_x+d_y)/2$=	54,4	cm
dubina zemlje		
d_z=	120	cm
ukupna visina temeljne stope		
$d_t = d_z + h$=	160	cm

2. KAKVOĆA MATERIJALA

Beton	C30/37	
f_{ck}=	30	N/mm^2
$f_{cd}= f_{ck}/1.5$=	20,0	N/mm^2
E_{cm}=	3200	kN/cm^2
γ_b=	25	kN/m^3
Čelik	B-500B	
f_{yk}=	50	kN/cm^2
$f_{yd}= f_{yk}/1.15$=	43,48	kN/cm^2
E_s=	20500	kN/cm^2

težina zemlje: γ_z= 20,00 kN/m^3

3. OPTEREĆENJA

opterećenje	peta stupa					
	$V_{x,Sd}$	$V_{y,Sd}$	N_{Sd}	$M_{x,Sd}$	$M_{y,Sd}$	
vertikalno + vjetar	0,58	72,39	184,55	311,30	2,77	1,0*SO1+1,0*SO2+1,5*SO5
seizmika X	5,87	34,91	209,85	303,75	49,40	
seizmika Y	18,48	10,48	209,54	91,15	159,12	
anvelopa GSN	0,58	72,39	268,23	311,90	2,77	

4. NAPREZANJA ISPOD TEMELJNE STOPE

4.1. VERTIKALNO OPTEREĆENJE

- uzdužna vertikalna sila za proračun temeljne stope $N_{Sd,uk}=N_{Sd}+N_{Sd,ts}+N_{Sd,z}$

vlastita težina temeljne stope $N_{Sd,ts}=abh\gamma_b=$ 216,60 kN

težina zemlje iznad temeljne stope $N_{Sd,z}=(ab-d_xd_y)d_z\gamma_z=$ 337,92 kN

$N_{Sd,uk}=$ 739,07 kN

- horizontalne sile za proračun temeljne stope: $V_{x,Sd}=$ 0,58 kN $V_{y,Sd}=$ 72,39 kN
- momenti za proračun temeljne stope: $M_{x,Sd,uk}=M_{x,Sd}+V_{y,Sd}*d_t$ $M_{x,Sd,uk}=$ 427,12 kNm
  $M_{y,Sd,uk}=M_{y,Sd}+V_{x,Sd}*d_t$ $M_{y,Sd,uk}=$ 3,70 kNm

ekscentricitet vertikalne sile

$e_x=M_{x,Sd,uk}/N_{Sd,uk}=$ 57,79 cm $e_y=M_{y,Sd,uk}/N_{Sd,uk}=$ 0,50 cm

$e_x/b+e_y/a=$ 0,15 < 1/6= 0,17 m **sila u jezgri poprečnog presjeka**

naprezanja ispod temeljne stope

$A_{temelja}=a\cdot b=$ 14,44 m^2
$W_x=a^2b/6=$ 9,15 m^3
$W_y=ab^2/6=$ 9,15 m^3

$\sigma_1=N_{sd,uk}/A+M_{x,Sd,uk}/W_x+M_{y,Sd,uk}/W_y=$ **98,29** kN/m^2
$\sigma_2=N_{sd,uk}/A+M_{x,Sd,uk}/W_x-M_{y,Sd,uk}/W_y=$ **97,48** kN/m^2
$\sigma_3=N_{sd,uk}/A-M_{x,Sd,uk}/W_x+M_{y,Sd,uk}/W_y=$ **4,88** kN/m^2
$\sigma_4=N_{sd,uk}/A-M_{x,Sd,uk}/W_x-M_{y,Sd,uk}/W_y=$ **4,07** kN/m^2

efektivna širina temelja $a'=a(1-2e_y/a)=$ 379 cm
$b'=b(1-2e_x/b)=$ 264,4 cm

efektivna površina $A'_{temelja}=a'\cdot b'=$ 10,02 m^2 $\sigma_0=N_{Sd}/A'=$ **73,75** kN/m^2

dopušteno naprezanje za osnovno opterećenje $\sigma_{doz}=$ 200,00 kN/m^2 ☑ **ZADOVOLJAVA**

4.2. SEIZMIKA X

- uzdužna vertikalna sila za proračun temeljne stope $N_{Sd,uk}=N_{Sd}+N_{Sd,ts}+N_{Sd,z}$

vlastita težina temeljne stope $N_{Sd,ts}=abh\gamma_b=$ 216,60 kN

težina zemlje iznad temeljne stope $N_{Sd,z}=(ab-d_xd_y)d_z\gamma_z=$ 337,92 kN

$N_{Sd,uk}=$ 764,37 kN

- horizontalna sila za proračun temeljne stope $V_{x,Sd}=$ 5,87 kN $V_{y,Sd}=$ 34,91 kN
- moment za proračun temeljne stope $M_{x,Sd,uk}=M_{x,Sd}+V_{y,Sd}*d_t$ $M_{x,Sd,uk}=$ 359,61 kNm
  $M_{y,Sd,uk}=M_{y,Sd}+V_{x,Sd}*d_t$ $M_{y,Sd,uk}=$ 58,79 kNm

ekscentricitet vertikalne sile

$e_x=M_{x,Sd,uk}/N_{Sd,uk}=$ 47,05 cm $e_y=M_{y,Sd,uk}/N_{Sd,uk}=$ 7,69 cm

$(e_x/b)^2+(e_y/a)^2=$ 0,02 < 1/9= 0,11 m **sila u jezgri poprečnog presjeka**

naprezanja ispod temeljne stope

$A_{temelja}=a\cdot b=$ 14,44 m^2
$W_x=a^2b/6=$ 9,15 m^3
$W_y=ab^2/6=$ 9,15 m^3

$\sigma_1=N_{sd,uk}/A+M_{x,Sd,uk}/W_x+M_{y,Sd,uk}/W_y=$ **98,68** kN/m^2
$\sigma_2=N_{sd,uk}/A+M_{x,Sd,uk}/W_x-M_{y,Sd,uk}/W_y=$ **85,83** kN/m^2
$\sigma_3=N_{sd,uk}/A-M_{x,Sd,uk}/W_x+M_{y,Sd,uk}/W_y=$ **20,04** kN/m^2
$\sigma_4=N_{sd,uk}/A-M_{x,Sd,uk}/W_x-M_{y,Sd,uk}/W_y=$ **7,18** kN/m^2

efektivna širina temelja $a'=a(1-2e_y/a)=$ 364,6 cm
$b'=b(1-2e_x/b)=$ 285,9 cm

efektivna površina $A'_{temelja}=a'\cdot b'=$ 10,42 m^2 $\sigma_0=N_{Sd}/A'=$ **73,32** kN/m^2

dopušteno naprezanje za osnovno+dopunsko opterećenje $\sigma_{doz}=$ 200,00 kN/m^2

☑ **ZADOVOLJAVA**

4.3. SEIZMIKA Y

- uzdužna vertikalna sila za proračun temeljne stope $N_{Sd,uk}=N_{Sd}+N_{Sd,ts}+N_{Sd,z}$

vlastita težina temeljne stope $N_{Sd,ts}=abh\gamma_b=$ 216,60 kN

težina zemlje iznad temeljne stope $N_{Sd,z}=(ab-d_xd_y)d_z\gamma_z=$ 337,92 kN $N_{Sd,uk}=$ 764,06 kN

- horizontalna sila za proračun temeljne stope $V_{x,Sd}=$ 18,48 kN $V_{y,Sd}=$ 10,48 kN
- moment za proračun temeljne stope $M_{x,Sd,uk}=M_{x,Sd}+V_{y,Sd}t$ $M_{x,Sd,uk}=$ 107,92 kNm
  $M_{y,Sd,uk}=M_{y,Sd}+V_{x,Sd}t$ $M_{y,Sd,uk}=$ 188,69 kNm

ekscentricitet vertikalne sile

$e_x=M_{x,Sd,uk}/N_{Sd,uk}=$ 14,12 cm $e_y=M_{y,Sd,uk}/N_{Sd,uk}=$ 24,70 cm

$(e_x/b)^2+(e_y/a)^2=$ 0,01 < 1/9= 0,11 m **sila u jezgri poprečnog presjeka**

naprezanja ispod temeljne stope

$A_{temelja}=a\cdot b=$ 14,44 m^2 $\sigma_1 = N_{sd,uk}/A + M_{x,Sd,uk}/W_x + M_{y,Sd,uk}/W_y=$ **85,35** kN/m^2

$W_x=a^2b/6=$ 9,15 m^3 $\sigma_2 = N_{sd,uk}/A + M_{x,Sd,uk}/W_x - M_{y,Sd,uk}/W_y=$ **44,08** kN/m^2

$W_y=ab^2/6=$ 9,15 m^3 $\sigma_3 = N_{sd,uk}/A - M_{x,Sd,uk}/W_x + M_{y,Sd,uk}/W_y=$ **61,74** kN/m^2

$\sigma_4 = N_{sd,uk}/A - M_{x,Sd,uk}/W_x - M_{y,Sd,uk}/W_y=$ **20,48** kN/m^2

efektivna širina temelja $a' = a(1-2e_y/a)=$ 330,6 cm

$b' = b(1-2e_x/b)=$ 351,8 cm

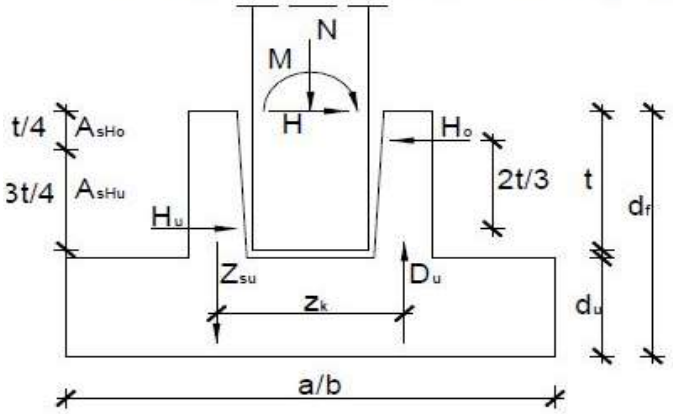
efektivna površina $A'_{temelja}=a'\cdot b'=$ 11,63 m^2 $\sigma_0=N_{Sd}/A' =$ **65,70** kN/m^2

dopušteno naprezanje za osnovno+dopunsko opterećenje $\sigma_{doz} =$ 200,00 kN/m^2

☑ **ZADOVOLJAVA**

5. DIMENZIONIRANJE TEMELJNE ČAŠICE I STOPE

za dimenzioniranje temeljne čašice i temeljne stope mjerodavno je opterećenje Sx I Sy



$z_k = c - d_k =$ 100,00 cm

5.1. TEMELJNA ČAŠICA

Faktorizirane rezne sile iz pete stupa:

	N_{Sd}	$M_{x,Sd}$	$M_{y,Sd}$	$V_{x,Sd}$	$V_{y,Sd}$
	184,55	311,30	2,77	0,58	72,39
	209,54	91,15	159,12	18,48	10,48

Armatura čašice u smjeru x:

- momenti za proračun temeljne čašice (iz dimenzioniranja stupova) — $M_{y,Sd} =$ 159,12 kNm
- horizontalna sila za proračun temeljne čašice (reakcija) — $V_{x,Sd} =$ 18,48 kN

$H_o = 3M^{II}_{y,Sd}/(2t)+5V_{x,Sd}/4 =$ 261,8 kN — $A_s^g = H_o/f_{yd} =$ 6,02 cm^2 — **(2x2x3 ϕ10=9,42 cm^2)**

$H_u = 3M^{II}_{y,Sd}/(2t)+V_{x,Sd}/4 =$ 243,3 kN — $A_s^d = H_u/f_{yd} =$ 5,60 cm^2 — **(2x2x3 ϕ10=9,42 cm^2)**

$Z_{su} = H_o t/z_k =$ 261,8 kN — $A_s^v = Z_{su}/f_{yd} =$ 6,02 cm^2 — **(2x2x3 ϕ10=9,42 cm^2)**

Armatura čašice u smjeru y:

- momenti za proračun temeljne čašice (iz dimenzioniranja stupova) — $M_{x,Sd} =$ 311,30 kNm
- horizontalna sila za proračun temeljne čašice (reakcija) — $V_{y,Sd} =$ 72,39 kN

$H_o = 3M^{II}_{x,Sd}/(2t)+5V_{y,Sd}/4 =$ 557,4 kN — $A_s^g = H_o/f_{yd} =$ 12,82 cm^2 — **(2x2x3 ϕ12=13,57 cm^2)**

$H_u = 3M^{II}_{x,Sd}/(2t)+V_{y,Sd}/4 =$ 485,0 kN — $A_s^d = H_u/f_{yd} =$ 11,16 cm^2 — **(2x2x3 ϕ12=13,57 cm^2)**

$Z_{su} = H_o t/z_k =$ 557,4 kN — $A_s^v = Z_{su}/f_{yd} =$ 12,82 cm^2 — **(2x2x3 ϕ12=13,57 cm^2)**

odabrano: 2x2x3 ϕ12=13,57 cm^2

5.2. DIMENZIONIRANJE TEMELJNE STOPE

SEIZMIKA X

$M_{max,Sd} = 1/48\ (5\sigma' + \sigma'')\ b^3$

$\sigma_1 = N_{sd,uk}/A + M_{x,Sd,uk}/W_x + M_{y,Sd,uk}/W_y =$ 98,68 kN/m²
$\sigma_2 = N_{sd,uk}/A + M_{x,Sd,uk}/W_x - M_{y,Sd,uk}/W_y =$ 85,83 kN/m²
$\sigma_3 = N_{sd,uk}/A - M_{x,Sd,uk}/W_x + M_{y,Sd,uk}/W_y =$ 20,04 kN/m²
$\sigma_4 = N_{sd,uk}/A - M_{x,Sd,uk}/W_x - M_{y,Sd,uk}/W_y =$ 7,18 kN/m²

za $M_{max,x}$: $\sigma' = (\sigma_1+\sigma_2)/2$, $\sigma'' = (\sigma_3+\sigma_4)/2$
za $M_{max,y}$: $\sigma' = (\sigma_1+\sigma_3)/2$, $\sigma'' = (\sigma_2+\sigma_4)/2$

$M_{max,x} =$ **542,88** kNm
$M_{max,y} =$ **392,47** kNm

SEIZMIKA Y

$\sigma_1 = N_{sd,uk}/A + M_{x,Sd,uk}/W_x + M_{y,Sd,uk}/W_y =$ 85,35 kN/m²
$\sigma_2 = N_{sd,uk}/A + M_{x,Sd,uk}/W_x - M_{y,Sd,uk}/W_y =$ 44,08 kN/m²
$\sigma_3 = N_{sd,uk}/A - M_{x,Sd,uk}/W_x + M_{y,Sd,uk}/W_y =$ 61,74 kN/m²
$\sigma_4 = N_{sd,uk}/A - M_{x,Sd,uk}/W_x - M_{y,Sd,uk}/W_y =$ 20,48 kN/m²

za $M_{max,x}$: $\sigma' = (\sigma_1+\sigma_2)/2$, $\sigma'' = (\sigma_3+\sigma_4)/2$
za $M_{max,y}$: $\sigma' = (\sigma_1+\sigma_3)/2$, $\sigma'' = (\sigma_2+\sigma_4)/2$

$M_{max,x} =$ **416,89** kNm
$M_{max,y} =$ **457,27** kNm

VERTIKALNA OPTEREĆENJA

- uzdužna vertikalna sila za proračun temeljne stope $N_{Sd,uk} = N_{Sd} + N_{Sd,ts} + N_{Sd,z}$

vlastita težina temeljne stope $N_{Sd,ts} = abh\gamma_b =$ 216,60 kN

težina zemlje iznad temeljne stope $N_{Sd,z} = (ab - d_x d_y) d_z \gamma_z =$ 337,92 kN

$N_{Sd,uk} =$ 822,75 kN

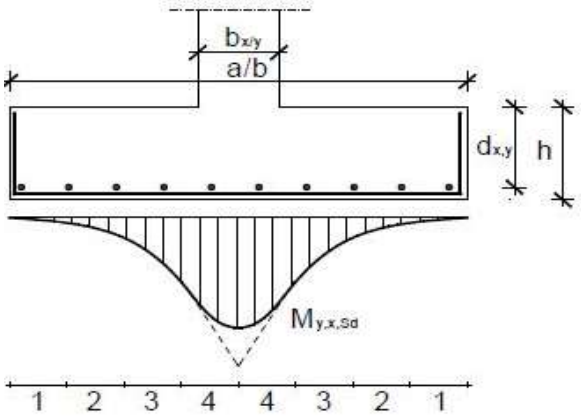
- horizontalne sile za proračun temeljne stope: $V_{x,Sd} =$ 0,58 kN, $V_{y,Sd} =$ 72,39 kN
- momenti za proračun temeljne stope:
  $M_{x,Sd,uk} = M_{x,Sd} + V_{y,Sd} * d_t =$ 427,72 kNm
  $M_{y,Sd,uk} = M_{y,Sd} + V_{x,Sd} * d_t =$ 3,70 kNm

$\sigma_1 = N_{sd,uk}/A + M_{x,Sd,uk}/W_x + M_{y,Sd,uk}/W_y =$ 104,2 kN/m²
$\sigma_2 = N_{sd,uk}/A + M_{x,Sd,uk}/W_x - M_{y,Sd,uk}/W_y =$ 103,3 kN/m²
$\sigma_3 = N_{sd,uk}/A - M_{x,Sd,uk}/W_x + M_{y,Sd,uk}/W_y =$ 10,61 kN/m²
$\sigma_4 = N_{sd,uk}/A - M_{x,Sd,uk}/W_x - M_{y,Sd,uk}/W_y =$ 9,80 kN/m²

za $M_{max,x}$: $\sigma' = (\sigma_1+\sigma_2)/2$, $\sigma'' = (\sigma_3+\sigma_4)/2$
za $M_{max,y}$: $\sigma' = (\sigma_1+\sigma_3)/2$, $\sigma'' = (\sigma_2+\sigma_4)/2$

$M_{max,x} =$ **604,67** kNm
$M_{max,y} =$ **392,66** kNm

Mjerodavni momenti: $M_{max,x} =$ **604,67 kNm**
$M_{max,y} =$ **457,27 kNm**



koeficijenti raspodjele momenta savijanja α_j (j=1,2,3,4)

	$b_x/b, b_y/a$		
traka	0,10	0,20	0,30
1	0,07	0,08	0,09
2	0,10	0,10	0,11
3	0,14	0,14	0,14
4	0,19	0,18	0,16
suma	0,50	0,50	0,50

$\Delta M_{Sd,j} = \alpha_j M_{Sd}$ moment u j traci

smjer Y b_y/a= 0,16 ≈ 0,20

traka 1

$\Delta M_{Sd,x,1} = \alpha_1 M_{Sd,x}$= 0,08 x 604,67 = 48,37 kNm očitano ζ = 0,987 ε_{c2} = -0,75 ‰

$\mu_{Sd} = M_{Sd}/(b\,d^2 f_{cd})$= 0,01 ξ = 0,036 ε_{s1} = 20,00 ‰

$A_{s1} = M_{sd}/(\zeta\, d\, f_{yd})$ = **2,07** cm²

odabrano: **2 Φ 14** A_{s1}= **3,08** **cm²**

traka 2

$\Delta M_{Sd,x,2} = \alpha_2 M_{Sd,x}$= 0,1 x 604,67 = 60,47 kNm očitano ζ = 0,987 ε_{c2} = -0,75 ‰

$\mu_{Sd} = M_{Sd}/(b\,d^2 f_{cd})$= 0,01 ξ = 0,036 ε_{s1} = 20,00 ‰

$A_{s1} = M_{sd}/(\zeta\, d\, f_{yd})$ = **2,59** cm²

odabrano: **2 Φ 14** A_{s1}= **3,08** **cm²**

traka 3

$\Delta M_{Sd,x,3} = \alpha_3 M_{Sd,x}$= 0,14 x 604,67 = 84,65 kNm očitano ζ = 0,987 ε_{c2} = -0,75 ‰

$\mu_{Sd} = M_{Sd}/(b\,d^2 f_{cd})$= 0,01 ξ = 0,036 ε_{s1} = 20,00 ‰

$A_{s1} = M_{sd}/(\zeta\, d\, f_{yd})$ = **3,63** cm²

odabrano: **3 Φ 14** A_{s1}= **4,62** **cm²**

traka 4

$\Delta M_{Sd,x,4} = \alpha_4 M_{Sd,x}$= 0,18 x 604,67 = 108,84 kNm očitano ζ = 0,987 ε_{c2} = -0,75 ‰

$\mu_{Sd} = M_{Sd}/(b\,d^2 f_{cd})$= 0,01 ξ = 0,036 ε_{s1} = 20,00 ‰

$A_{s1} = M_{sd}/(\zeta\, d\, f_{yd})$ = **4,66** cm²

odabrano: **4 Φ 14** A_{s1}= **6,15** **cm²**

smjer X b_x/b= 0,16 ≈ 0,20

traka 1

$\Delta M_{Sd,y,1} = \alpha_1 M_{Sd,y}$= 0,08 x 457,28 = 36,58 kNm očitano ζ = 0,987 ε_{c2} = -0,75 ‰

$\mu_{Sd} = M_{Sd}/(b\,d^2 f_{cd})$= 0,01 ξ = 0,036 ε_{s1} = 20,00 ‰

$A_{s1} = M_{sd}/(\zeta\, d\, f_{yd})$ = **1,57** cm²

odabrano: **2 Φ 14** A_{s1}= **3,08** **cm²**

traka 2

$\Delta M_{Sd,y,2} = \alpha_2 M_{Sd,y}$= 0,1 x 457,28 = 45,73 kNm očitano ζ = 0,987 ε_{c2} = -0,75 ‰

$\mu_{Sd} = M_{Sd}/(b\,d^2 f_{cd})$= 0,01 ξ = 0,036 ε_{s1} = 20,00 ‰

$A_{s1} = M_{sd}/(\zeta\, d\, f_{yd})$ = **1,96** cm²

odabrano: **2 Φ 14** A_{s1}= **3,08** **cm²**

traka 3

$\Delta M_{Sd,y,3} = \alpha_3 M_{Sd,y}$= 0,14 x 457,28 = 64,02 kNm očitano ζ = 0,987 ε_{c2} = -0,75 ‰

$\mu_{Sd} = M_{Sd}/(b\,d^2 f_{cd})$= 0,01 ξ = 0,036 ε_{s1} = 20,00 ‰

$A_{s1} = M_{sd}/(\zeta\, d\, f_{yd})$ = **2,74** cm²

odabrano: **3 Φ 14** A_{s1}= **4,62** **cm²**

traka 4

$\Delta M_{Sd,y,4} = \alpha_4 M_{Sd,y}$= 0,18 x 457,28 = 82,31 kNm očitano ζ = 0,987 ε_{c2} = -0,75 ‰

$\mu_{Sd} = M_{Sd}/(b\,d^2 f_{cd})$= 0,01 ξ = 0,036 ε_{s1} = 20,00 ‰

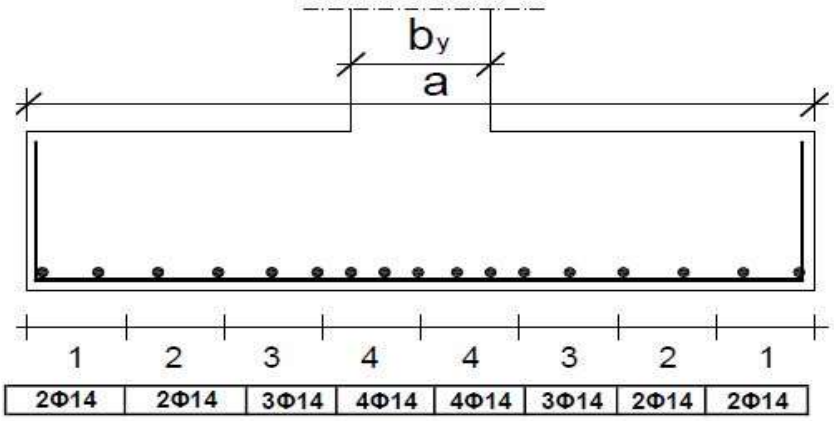
$A_{s1} = M_{sd}/(\zeta\, d\, f_{yd})$ = **3,53** cm²

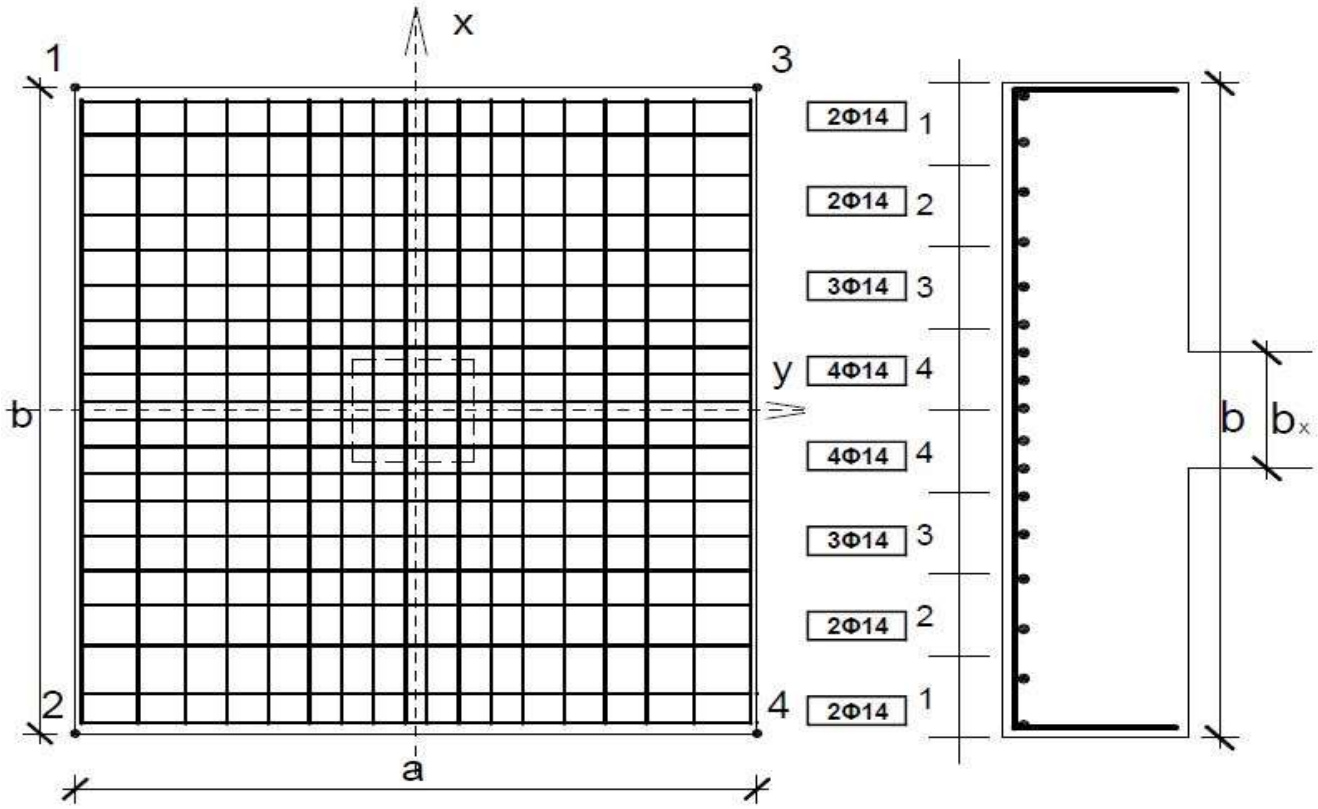
odabrano: **4 Φ 14** A_{s1}= **6,15** **cm²**

$A_{s,min} = 0{,}0015\, b\, d$ = **34,20** cm² $\Sigma A_{s1,X}$ = **33,85** cm²

$A_{s,max} = 0{,}04\, A_c$ = **912** cm² $\Sigma A_{s1,Y}$ = **33,85** cm²

☑ **NE ZADOVOLJAVA**





Temelj armirati sa Φ14/15 u donjoj zoni I Φ12/15 u gornjoj zoni
Donju zonu u srednjoj trećini progustiti Φ14/12,5 u oba smjera

8. ANALIZA AB KONSTRUKCIJE NA POŽAR

8.1. ČELIČNA KONSTRUKCIJA

Za sve čelične elemente nosive konstrukcije potrebno je izvesti odgovarajuću zaštitu premazima ili oblaganjem prema Elaboratu zaštite od požara. Izvođač mora dokazati traženu požarnu otpornost primijenjenog načina zaštite čeličnih nosivih elemenata.

8.2. ARMIRANOBETONSKA KONSTRUKCIJA

Dokaz požarne otpornosti armiranobetonskih konstrukcijskih elemenata provesti će se sukladno normi HRN EN 1992-1-2:2013: Eurokod 2: Projektiranje betonskih konstrukcija -- Dio 1-2: Opća pravila -- Projektiranje konstrukcija na djelovanje požara (EN 1992-1-2:2004/AC:2008), primjenom propisanih pravila i tabličnom kontrolom potrebnih zaštitnih slojeva i minimalnih dimenzija armiranobetonskih konstrukcijskih elemenata. Za svaki pojedini tip nosive konstrukcije će se odrediti minimalna izmjera poprečnog presjeka i minimalni zaštitni sloj koji nosivi element mora zadovoljavati.

8.2.1. Otpornost AB stupova na djelovanje požara

Prema tablici 5.2a norme HRN EN 1992-1-2 za R 60 zahtjevani osni razmak do uzdužnih čeličnih šipki je 25 mm.

Tablica 5.2a – Najmanje dimenzije stupa i osni razmaci za stupove pravokutnog i kružnog presjeka

Normirana požarna otpornost	Najmanje dimenzije [mm] Širina stupova b_{min} / osni razmak glavnih šipki			
	Stup izložen na više strana			Izložen na jednoj strani
	$\mu_{fi} = 0,2$	$\mu_{fi} = 0,5$	$\mu_{fi} = 0,7$	$\mu_{fi} = 0,7$
1	2	3	4	5
R 30	200/25	200/25	200/32 300/27	155/25
R 60	200/25	200/36 300/31	250/46 350/40	155/25
R 90	200/31 300/25	300/45 400/38	350/53 450/40**	155/25
R 120	250/40 350/35	350/45** 450/40**	350/57** 450/51**	175/35
R 180	350/45**	350/63**	450/70**	230/55
R 240	350/61**	450/75**	–	295/70

** Najmanje 8 šipki
〈AC〉 Za prednapete stupove, treba spomenuti povećanje osnoga razmaka u skladu s točkom 5.2(5). 〈AC〉

Predmetna građevina zadovoljava prethodno navedeni uvjet:
1. debljine zaštitnih slojeva stupova su 30 mm, dimenzije stupova 60 cm

8.2.3. Otpornost AB greda na djelovanje požara

Prema tablici 5.5 norme HRN EN 1992-1-2 za širinu grede od 200 mm za R 60 zahtjevani osni razmak do uzdužnih čeličnih šipki je 30 mm.

Tablica 5.5 – Najmanje dimenzije i osni razmaci slobodno oslonjenih greda od armiranoga i prednapetoga betona

Normirana požarna otpornost	Najmanje dimenzije [mm]						
	Moguće kombinacije a i b_{min}, gdje je a prosječni osni razmak, a b_{min} širina grede				Debljina hrpta b_w		
					Razred WA[NB 4)]	Razred WB	Razred WC
1	2	3	4	5	6	7	8
R 30	b_{min} = 80 a = 25	120 20	160 15*	200 15*	80	80	80
R 60	b_{min} = 120 a = 40	160 35	200 30	300 25	100	80	100
R 90	b_{min} = 150 a = 55	200 45	300 40	400 35	110	100	100
R 120	b_{min} = 200 a = 65	240 60	300 55	500 50	130	120	120
R 180	b_{min} = 240 a = 80	300 70	400 65	600 60	150	150	140
R 240	b_{min} = 280 a = 90	350 80	500 75	700 70	170	170	160
$a_{sd} = a + 10$ mm (vidjeti napomenu)							

Za prednapete grede, treba u obzir uzeti povećanje osnog razmaka u skladu s točkom 5.2(5).

a_{sd} je osni razmak do bočnih strana grede za kutne šipke (ili natege ili žice) grede sa samo jednim slojem armature. Ako su vrijednosti b_{min} veće od onih danih u stupcu 4, ne zahtijeva se povećanje a_{sd}.

* Obično će biti mjerodavan zaštitni sloj zahtijevan prema normi EN 1992-1-1.

Predmetna građevina zadovoljava prethodno navedeni uvjet:

1. debljine zaštitnih slojeva prostih greda su 30 mm za debljine hrpta 20 cm

2. debljine zaštitnih slojeva prostih greda su 25 mm za debljine hrpta 8 I 15 cm

9. PROCJENA TROŠKOVA GRAĐENJA

Investitor: KELAVA d.o.o.
Hrvatskog sabora 1b, Zadar

Građevina: PROIZVODNO-POSLOVNA GRAĐEVINA

Lokacija: k.č.br. 945/71
k.o. Murvica

Razina projekta: Glavni projekt

Broj projekta: 65/2020-G

ZOP: 65/2020-KEL

	količina B(m^3), Č(kg)	jedinična cijena B(kn/m3), Č(kn/kg)	procjena (kn)
A. Armiranobetonska konstrukcija			
A.1. Beton C 30/37 (monolitna konstrukcija)	446	850	379100
A.2. Beton C 50/60 (montažna konstrukcija)	82	1000	82000
A.3. Beton C 30/37 (montažna konstrukcija)	57	850,00	48450
A.4. Armatura B500B	70200	7,50	526500
C. Čelična konstrukcija			
C.1. Čelik kvalitete S235JR	17486,80	20	349736

U cijenu nije uključena cijena iskopa i izolacijskih sendvič panela na krovu i na fasadi. Procjena je izvršena na temelju glavnog projekta. Podaci za Hrvatsku procijenjeni su uvažavajući karakteristike tržišta građevinskih usluga. Dobivena procjena ne može služiti kao podatak za stvarnu kalkulaciju troškova i rezervaciju sredstva.

Troškovi gradnje nosive konstrukcije ukupno iznose: **1385786,00 kn + PDV**

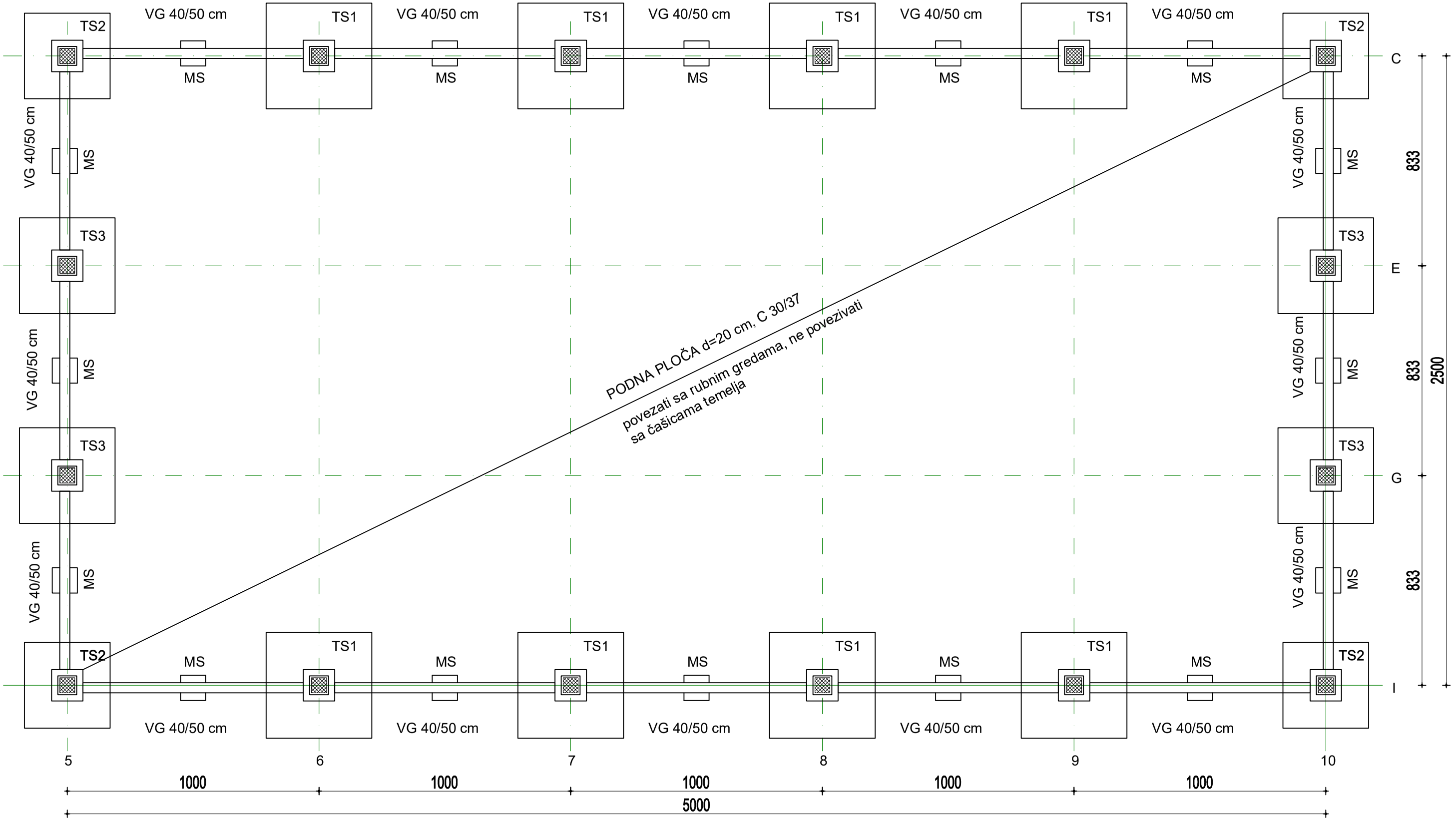
U Samoboru, studeni 2020

Projektant:
Mate Baričević, dipl.ing.građ.

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Mate Baričević
dipl.ing.građ.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 5562

10. SHEMA POZICIJA

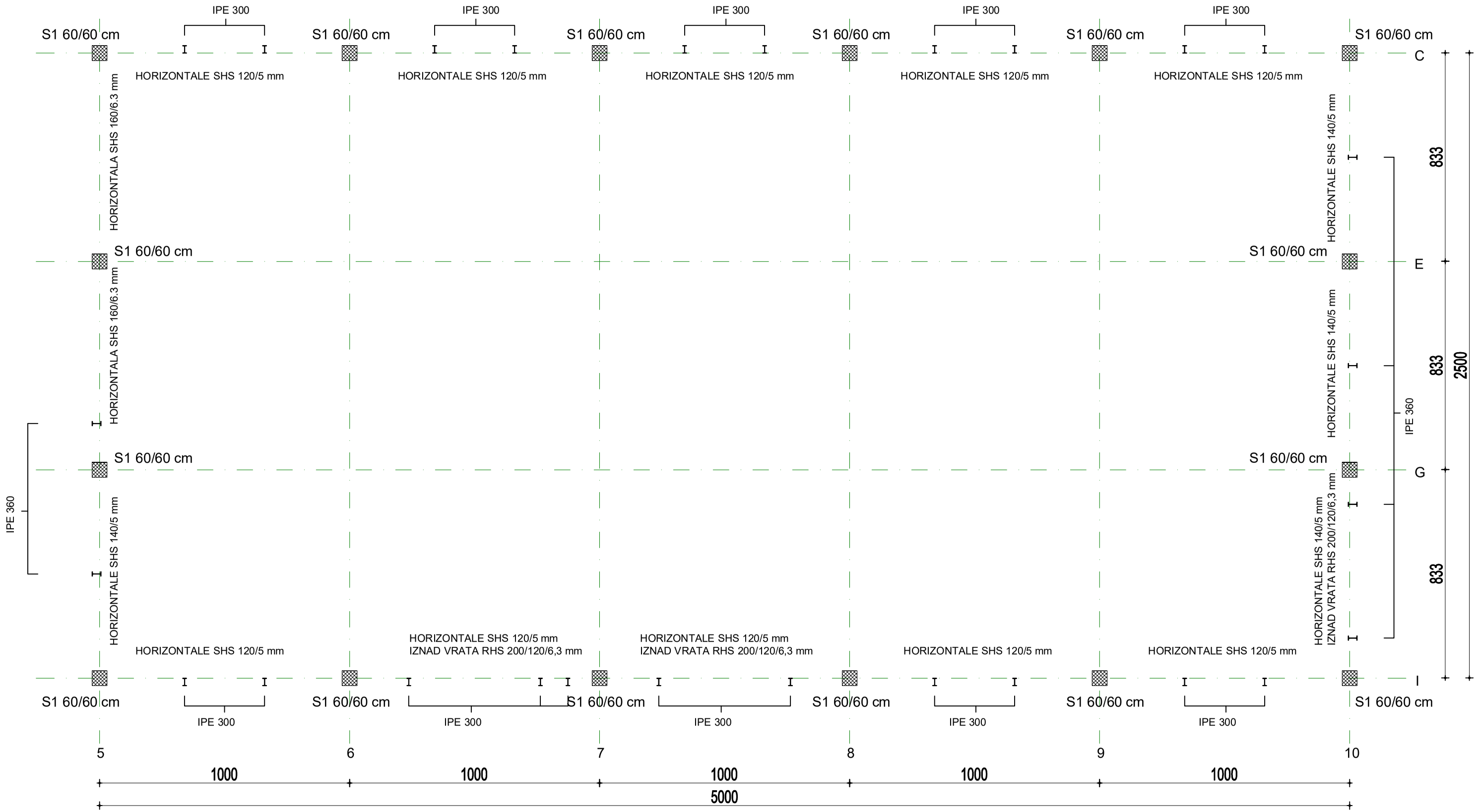
SHEMA POZICIJA - TEMELJNA KONSTRUKCIJA



BETON: C 30/37
ARMATURA: B500 B

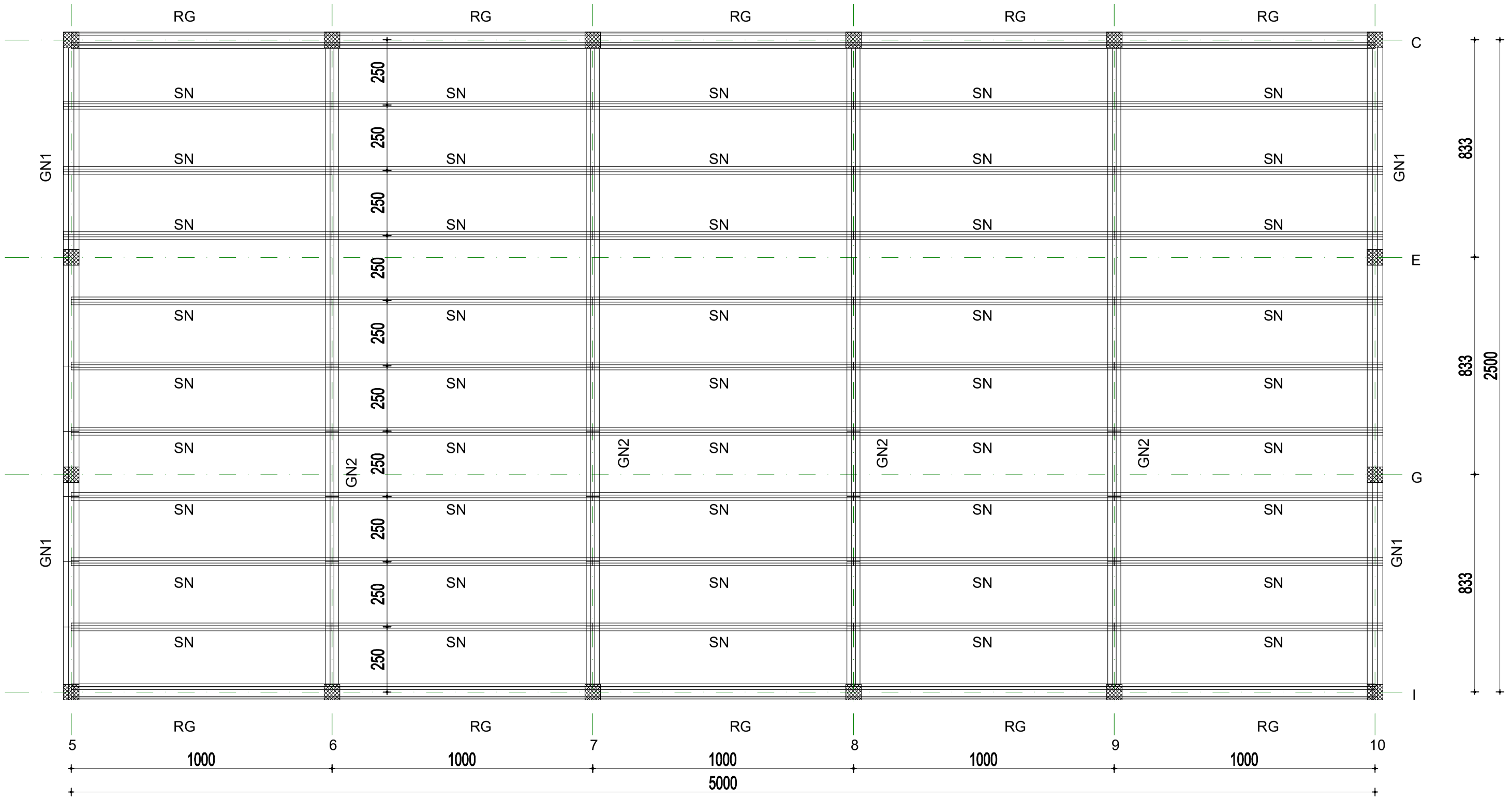
TS1=>420/420/60 cm
TS2=>340/340/60 cm
TS3=>380/380/60 cm
MS=>100/100/40 cm

SHEMA POZICIJA - AB STUPOVI I ČELIČNA POTKONSTRUKCIJA PANELA

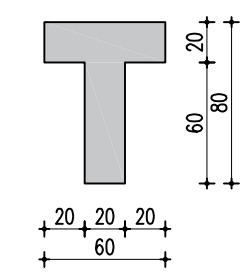


BETON STUPOVI: C 30/37
ARMATURA: B500 B
ČELIK: S235 JR

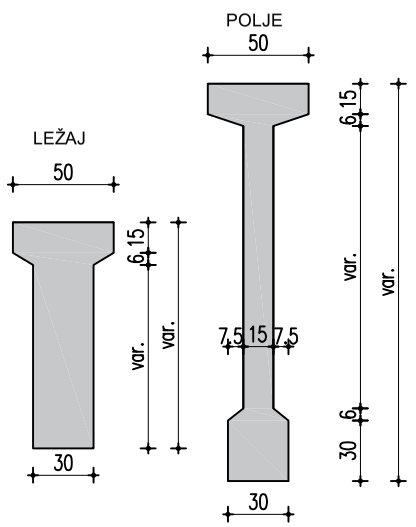
SHEMA POZICIJA - AB KROVNI NOSAČI



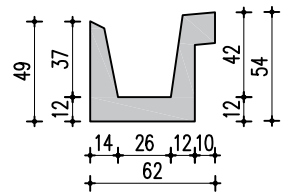
KROVNI NOSAČ GN1



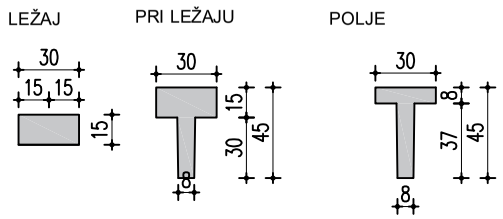
KROVNI NOSAČ GN2



RUBNA GREDA "KORITO" - RG



SEKUNDARNI NOSAČ - SN



BETON: C 50/60
ARMATURA:B500 B
UŽAD ZA PREDNAPINJANJE: St1670/1860

SHEMA POZICIJA - KARAKTERISTIČNI POPREČNI PRESJECI

