

Projekt:

IZGRADNJA DESNOG NASIPA KORANE, DESNOG NASIPA KUPE I PROKOPA KORANA-KUPA S NASIPIMA I RJEŠENJEM ODVODNJE NA PODRUČJU GORNJEG MEKUŠJA TE IZGRADNJA CESTOVNOG MOSTA PREKO PROKOPA – 4. I 5. FAZA IZGRADNJE:

PROKOP KORANA-KUPA S PRATEĆIM OBJEKTIMA

Građevina / Dio građevine:

UPUSNA USTAVA

Investitor:	Hrvatske vode 10000 Zagreb, Ulica grada Vukovara 220 OIB: 28921383001		
Lokacija:	Karlovačka županija, Grad Karlovac, k.o. Gornje Mekušje		
Razina razrade:	Glavni projekt	R. br. mape: 10	R. br. sveska: 1 Br. izmjene: 0
Strukovna odrednica:	Građevinski projekt	Mjesto i datum: Zagreb, lipanj 2023. g.	
Oznaka mape:	VPB-TGP-20-0003	ZOP: GP-5986/23	

Glavni projektant:

Darko Jelašić
dipl.ing.građ.
G 160

Projektant:

Robert Alar
dipl.ing.građ.
G 4150

Direktor:

Enes Obarčanin
dipl.ing.građ.

OVJERA REVIDENTA

PREGLEDNI LIST MAPE

Izrađivač:	Vodoprivredno-projektni biro d.d. 10000 Zagreb, Ulica grada Vukovara 271 OIB: 35069807615
Investitor:	Hrvatske vode 10000 Zagreb, Ulica grada Vukovara 220 OIB: 28921383001
Projekt:	IZGRADNJA DESNOG NASIPA KORANE, DESNOG NASIPA KUPE I PROKOPA KORANA-KUPA S NASIPIMA I RJEŠENJEM ODVODNJE NA PODRUČJU GORNJEG MEKUŠJA TE IZGRADNJA CESTOVNOG MOSTA PREKO PROKOPA – 4. I 5. FAZA IZGRADNJE: PROKOP KORANA-KUPA S PRATEĆIM OBJEKTIMA
Broj ugovora:	VPB-KUG-20-0003
Građevina / Dio građevine:	Upusna ustava
Lokacija:	Karlovačka županija, Grad Karlovac, k.o. Gornje Mekušje
Razina razrade:	Glavni projekt
Strukovna odrednica:	Građevinski projekt
Oznaka mape:	VPB-TGP-20-0003
Redni broj mape:	10
Redni broj sveska:	1
Zajednička oznaka projekta (ZOP):	GP-5986/23
Glavni projektant:	Darko Jelašić, dipl.ing.građ., G 160
Projektant :	Robert Alar, dip.ing.građ., G 4150
Suradnici na izradi mape:	Damir Karačić, dipl.ing.građ. Dario Kolarić, dipl.ing.građ. Liljana Poslek, građ.teh.
Mjesto i datum:	Zagreb, lipanj 2023. g.
Broj izmjene:	0
Direktor:	Enes Obarčanin, dipl.ing.građ.

POPIS MAPA GLAVNOG PROJEKTA

Mapa	Naziv mape	Strukovna odrednica	Oznaka mape	Projektant	Tvrtka
1	Opća mapa	Građevinski projekt	VPB-TGP-20-0003	Darko Jelašić, dipl. ing. građ.	Vodoprivredno-projekttni biro d.d. Zagreb
2	Prokop s pratećim objektima: preljevnim pragom - stepenicom i uljevnim objektom u Kupu	Građevinski projekt	72160-GP-022-2023	Ante Ljubičić, dipl. ing. građ.	Institut IGH d.d. Zagreb
3	Nasip N1 - nasip uz desnu obalu prokopa i nasip N2 - nasip uz lijevu obalu prokopa	Građevinski projekt	I - 2165/22	Diana Šustić, dipl. ing. građ.	Hidroing d.o.o. Osijek
4	Nasip N1 - nasip uz desnu obalu prokopa i nasip N2 - nasip uz lijevu obalu prokopa, geotehnički projekt	Građevinski projekt	72150-GP-034-2023	Zoran Županić, dipl. ing. građ.	Institut IGH d.d. Zagreb
5	Nasip uz desnu obalu Kupe (Nasip N3) – građevinski dio	Građevinski projekt	G3-O91.01.01-G01.0	Janja Kelić, mag. ing. aedif.	Elektroprojekt d.d. Zagreb
6	Nasip uz desnu obalu Kupe (Nasip N3) - geotehnički dio	Građevinski projekt	G3-O91.01.01-G02.0	dr.sc. Krešo Ivandić, dipl. ing. građ.	Elektroprojekt d.d. Zagreb
7	Nasip 4 - nasip uz lijevu obalu Korane s nasutom pregradom korita rijeke	Građevinski projekt	VPB-TGP-20-0003	Ante Jerković, mag. ing. aedif.	Vodoprivredno-projekttni biro d.d. Zagreb
8	Nasip 4 - nasip uz lijevu obalu Korane s nasutom pregradom korita rijeke - geotehnički projekt nasipa i nasute pregrade	Građevinski projekt	E-155-18-08	Bojan Ninčević, mag. ing. aedif.	Geokon-Zagreb d.d.
9	Nasip 5 - nasip uz desnu obalu Korane	Građevinski projekt	E-155-18-02	Marko Kaić, dipl. ing. građ.	Geokon-Zagreb d.d.
10	Upusna ustava	Građevinski projekt	VPB-TGP-20-0003	Robert Alar dipl.ing.građ.	Vodoprivredno-projekttni biro d.d. Zagreb
11	Upusna ustava – geotehnički projekt zaštite građevinske jame, temeljenja i potpornih zidova	Građevinski projekt	E-155-18-04	Ivan Mihaljević, dipl. ing. građ.	Geokon-Zagreb d.d.
12	Upusna ustava	Strojarski projekt	E-155-18-05	Davorin Gržan, dipl. ing str.	Geokon-Zagreb d.d.
13	Upusna ustava - elektrotehnički dio	Elektrotehnički projekt	E3-O91.00.01-E02.0	Marko Grčić, struč.spec.ing.el.	Elektroprojekt d.d. Zagreb
14	Ispusna ustava	Građevinski projekt	E-155-18-06	Robert Alar dipl. ing. građ.	Geokon-Zagreb d.d.
15	Ispusna ustava – geotehnički projekt zaštite građevinske jame, temeljenja i potpornih zidova	Građevinski projekt	E-155-18-03	Ivan Mihaljević, dipl. ing. građ.	Geokon-Zagreb d.d.
16	Ispusna ustava	Strojarski projekt	E-155-18-07	Davorin Gržan, dipl. ing str.	Geokon-Zagreb d.d.

17	Ispusna ustava - elektrotehnički dio	Elektrotehnički projekt	E3-O91.00.01-E01.0	Marko Grčić, struč.spec.ing.el.	Elektroprojekt d.d. Zagreb
18	Crpna stanica Sajevec - konstrukcija	Građevinski projekt	G3-O91.02.01-G01.0	Ivor Joksović, mag. ing. aedif.	Elektroprojekt d.d. Zagreb
19	Crpna stanica Sajevec - geotehnički dio	Građevinski projekt	G3-O91.02.01-G02.0	Ivan Mališa, mag. ing. aedif.	Elektroprojekt d.d. Zagreb
20	Crpna stanica Sajevec - strojarski dio	Strojarski projekt	S3-O91.02.01-S01.0	Marko Išek, mag. ing. mech..	Elektroprojekt d.d. Zagreb
21	Crpna stanica Sajevec - elektrotehnički dio	Elektrotehnički projekt	E3-O91.02.01-E01.0	Marko Grčić, struč.spec.ing.el.	Elektroprojekt d.d. Zagreb
22	Trafostanica – građevinski dio	Građevinski projekt	G3-O91.02.01-G03.0	Darko Šilec, dipl. ing. građ.	Proing d.o.o. Varaždin
23	Trafostanica – elektrotehnički dio	Elektrotehnički projekt	E3-O91.02.01-E02.0	Damir Hodak, struč.spec.ing.el.	Elektroprojekt d.d. Zagreb
24	Cestovni most preko prokopa - konstrukcija	Građevinski projekt	72120 – GP – 285 – 2020	Mate Pezer, dipl. ing. građ.	Institut IGH d.d. Zagreb
25	Cestovni most preko prokopa - geotehnički dio	Građevinski projekt	72150 – GP – 035 – 2023	Zoran Županić, dipl. ing. građ.	Institut IGH d.d. Zagreb
26	Cestovni most preko prokopa - odvodnja mosta	Građevinski projekt	72150 – GP – 032 – 2023	Ante Ljubičić, dipl.ing. građ.	Institut IGH d.d. Zagreb
27	Cestovni most preko prokopa - javna rasvjeta	Građevinski projekt	RP2862G1	Dražan Raspudić, mag. ing. aedif.	Dalekovod-projekt d.o.o. Zagreb
28	Cestovni most preko prokopa - javna rasvjeta	Elektrotehnički projekt	RP2862E1	Deana Brujić Ilijašević, dipl. ing. el.	Dalekovod-projekt d.o.o. Zagreb
29	Cestovni most preko prokopa - uzemljenje	Elektrotehnički projekt	RP2863	Kristijan Stublić, dipl. ing. el.	Dalekovod-projekt d.o.o. Zagreb
30	Cestovni most preko prokopa – prometnica s pristupnim cestama	Građevinski projekt	GP2274-22	Antun Štefanić, dipl. ing. građ.	Projektni biro P45 d.o.o. Zagreb
31	Izmještanje SN i NN mreže	Elektrotehnički projekt	E3-O91.00.01-E03.0	Damir Hodak, struč.spec.ing.el.	Elektroprojekt d.d. Zagreb
32	Rekonstrukcija postojećeg kolektora ϕ 1100 Duga Resa - Karlovac	Građevinski projekt	72160-GP-023-2023	Ante Ljubičić, dipl. ing. građ.	Institut IGH d.d. Zagreb
33	Rekonstrukcija postojećeg vodoopskrbnog cjevovoda ϕ 150	Građevinski projekt	72160-GP-024-2023	Ante Ljubičić, dipl. ing. građ.	Institut IGH d.d. Zagreb
34	Rekonstrukcija postojećeg plinovoda ϕ 110	Strojarski projekt	S3-O91.00.01-S01.0	Mislav Crnković dipl.ing.stroj.	Elektroprojekt d.d. Zagreb
35	Rekonstrukcija postojećeg plinovoda ϕ 110	Građevinski projekt	72160-GP-120-2023	Ante Ljubičić, dipl.ing.građ.	Institut IGH d.d. Zagreb
36	Izmještanje SN i NN mreže	Građevinski projekt	72160-GP-121-2023	Ante Ljubičić, dipl.ing.građ.	Institut IGH d.d. Zagreb

SADRŽAJ MAPE

OPĆI DIO

OVJERA REVIDENTA	I
PREGLEDNI LIST MAPE.....	II
POPIS MAPA GLAVNOG PROJEKTA	III
SADRŽAJ MAPE.....	V
IZJAVA PROJEKTANTA	VII

TEKSTUALNI DIO

NASLOVNA STRANICA TEKSTUALNOG DIJELA	0-1
1. UVOD.....	1-1
2. TEHNIČKI OPIS	2-1
2.1. Namjena građevine	2-1
2.2. Smještaj građevine	2-1
2.3. Opis građevine	2-2
2.4. Izgradnja	2-4
2.5. Privremena regulacija prometa	2-4
2.6. Podatci iz elaborata geotehničkih istražnih radova.....	2-4
2.7. Projektirani vijek uporabe i održavanje građevine	2-7
2.7.1. Projektirani vijek uporabe	2-7
2.7.2. Održavanje građevine.....	2-7
2.8. Popis korištenih podloga	2-8
3. PRORAČUNI	3-1
3.1. Hidraulički proračun	3-1
3.2. Proračun mehaničke otpornosti i stabilnosti	3-5
3.2.1. Armiranobetonske konstrukcije.....	3-5
3.2.2. Upusna ustava	3-15
4. PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE	4-1
4.1. Općenito	4-1
4.2. Izvođenje radova.....	4-1
4.2.1. Opći uvjeti izvođenja radova	4-1
4.2.2. Redoslijed i dinamika izvođenja.....	4-1
4.2.3. Kontrola kvalitete	4-2
4.2.3.1. Kvaliteta materijala	4-2
4.2.3.2. Kvaliteta izvedbe	4-3
4.2.3.2.1. Investitor	4-3
4.2.3.2.2. Izvođač	4-3
4.2.3.2.3. Stručni nadzor.....	4-4
4.2.3.2.4. Projektantski nadzor	4-6
4.3. Gradiva.....	4-7
4.3.1. Konstrukcijski beton	4-7
4.3.2. Podložni beton	4-7

4.3.3. Čelična armatura.....	4-7
4.3.4. Čelik za bravarske radove	4-7
4.3.5. Zapornica regulacijske građevine	4-7
4.4. Radovi	4-7
4.4.1. Pripremni radovi.....	4-7
4.4.1.1. Geodetski radovi	4-7
4.4.1.2. Raščišćavanje terena.....	4-8
4.4.2. Zemljani radovi.....	4-8
4.4.2.1. Skidanje humusa.....	4-8
4.4.2.2. Široki iskop	4-8
4.4.2.3. Uređenje i priprema temeljnog tla	4-9
4.4.2.4. Nasipavanja	4-9
4.4.3. Gradnja betonskih i armiranobetonskih konstrukcija	4-10
4.4.3.1. Beton	4-10
4.4.3.1.1. Kontrola prije betoniranja.....	4-13
4.4.3.1.2. Ugradnja i zbijanje	4-14
4.4.3.1.3. Njega i zaštita ugrađenog betona.....	4-14
4.4.3.1.4. Geometrijska odstupanja	4-15
4.4.3.1.5. Odabrani razredi tlačne čvrstoće betona.....	4-17
4.4.3.2. Čelična armatura	4-17
4.4.3.3. Oplate i skele	4-18
4.4.3.4. Čelična oprema ustave	4-19
4.5. Ispitivanje građevine	4-19
4.6. Popis propisa čiju primjenu program određuje	4-19
4.6.1. Primjena propisa	4-19
Popis propisa	4-20
5. PODATCI ZA OBRAČUN KOMUNALNOG I VODNOG DOPRINOSA	5-1
5.1. Vodni doprinos	5-1
5.2. Komunalni doprinos	5-1
6. POSEBNI TEHNIČKI UVJETI I GOSPODARENJE OTPADOM.....	6-2
7. ISKAZ PROCIJENJENIH TROŠKOVA GRAĐENJA	7-1

GRAFIČKI PRIKAZI

NASLOVNA STRANICA GRAFIČKIH PRIKAZA	G-1
SADRŽAJ GRAFIČKIH PRIKAZA	G-2
SITUACIJA UPUSNE USTAVE NA GEODETSKOJ PODLOZI	
PRESJECI UPUSNE GRAĐEVINE U PROJEKTIRANOM TERENU	
TLOCRT GORNJE PLOČE UPUSNE GRAĐEVINE	
TLOCRT DONJE PLOČE UPUSNE GRAĐEVINE	
UZDUŽNI PRESJECI UPUSNE GRAĐEVINE A-A i B-B	
POPREČNI PRESJECI UPUSNE GRAĐEVINE C-C, D-D, E-E	
POPREČNI PRESJECI UPUSNE GRAĐEVINE F-F, G-G, H-H	

Temeljem članka 70. stavka 1. točke 1. Zakona o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19) daje se

IZJAVA PROJEKTANTA

da je glavni projekt izrađen u skladu s lokacijskom dozvolom i drugim propisima, uvjetima i pravilima iz članka 68. stavka 2. Zakona o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19)

Investitor:	Hrvatske vode 10000 Zagreb, Ulica grada Vukovara 220 OIB: 28921383001
Projekt:	Izgradnja desnog nasipa Korane, desnog nasipa Kupe i prokopa Korana-Kupa s nasipima i rješenjem odvodnje na području Gornjeg Mekušja te izgradnja cestovnog mosta preko prokopa – 4. i 5. faza izgradnje: prokop Korana-Kupa s pratećim objektima
Građevina / Dio građevine:	Upusna ustava
Strukovna odrednica:	Građevinski projekt
Oznaka mape:	VPB-TGP-20-0003
Redni broj mape:	GP-5986/23
Projektant:	Robert Alar, G 4150
Broj izmjene:	0
Mjesto i datum:	Zagreb, lipanj 2023. g.

Izjavljujem da je ovaj glavni projekt izrađen u skladu s:

- lokacijskom dozvolom (Klasa: UP/I-350-05/09-01/59; Urbroj: 531-06-10-13 od 29.04.2010. izdanom u Zagrebu),
- Izmjenom i dopunom lokacijske dozvole (Klasa: UP/I-350-05/10-01/138; Urbroj: 531-06-10-2 od 21.10.2010. izdanom u Zagrebu),
- II. Izmjenom i dopunom lokacijske dozvole (Klasa: UP/I-350-05/14-01/10; Urbroj: 531-05-14-2 od 24.03.2014. izdanom u Zagrebu),
- III. Izmjenom i dopunom lokacijske dozvole (Klasa: UP/I-350-05/20-01/000035; Urbroj: 531-06-02-02/02-22-0018 od 23.02.2022. izdanom u Zagrebu),
- propisima navedenim u popisu ove izjave
- drugim propisima, uvjetima i pravilima iz članka 68. stavka 2. Zakona o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19).

Popis propisa u skladu s kojima je izrađen glavni projekt:

Zakon o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19),
Zakon o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17, 114/18, 39/19, 98/19),
Zakon o vodama (NN 66/19),
Zakon o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjenjivanju sukladnosti (NN 80/13, 14/14, 32/19),
Zakon o normizaciji (NN 80/13),
Zakon o mjeriteljstvu (NN 74/14, 111/18),
Zakon o zaštiti okoliša (NN 80/13, 153/13, 78/15, 12/18, 118/18, 127/19),
Zakon o zaštiti prirode (NN 80/13, 15/18, 14/19, 127/19),
Zakon o zaštiti na radu (NN 71/14, 118/14, 154/14, 94/18, 96/18),
Zakon o zaštiti od požara (NN 92/10),
Zakon o cestama (NN 84/11, 22/13, 54/13, 148/13, 92/14, 110/19),
Zakon o sigurnosti prometa na cestama (NN 67/08, 48/10, 74/11, 80/13, 158/13, 92/14, 64/15, 108/17, 70/19, 42/20),

Pravilnik o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina (NN 118/19),
Pravilnik o kontroli projekata (NN 32/14),
Pravilnik o mjernim jedinicama (NN 88/15, 16/20),
Pravilnik o građevnom otpadu i otpadu koji sadrži azbest (NN 69/16),
Pravilnik o uvjetima za projektiranje i izgradnju priključaka i prilaza na javnu cestu (NN 95/14),
Pravilnik o prometnim znakovima, opremi i signalizaciji na cestama (NN 92/19),
Pravilnik o održavanju građevina (NN 122/14, 98/19),
Tehnički propis za građevinske konstrukcije (NN17/17, 75/20)

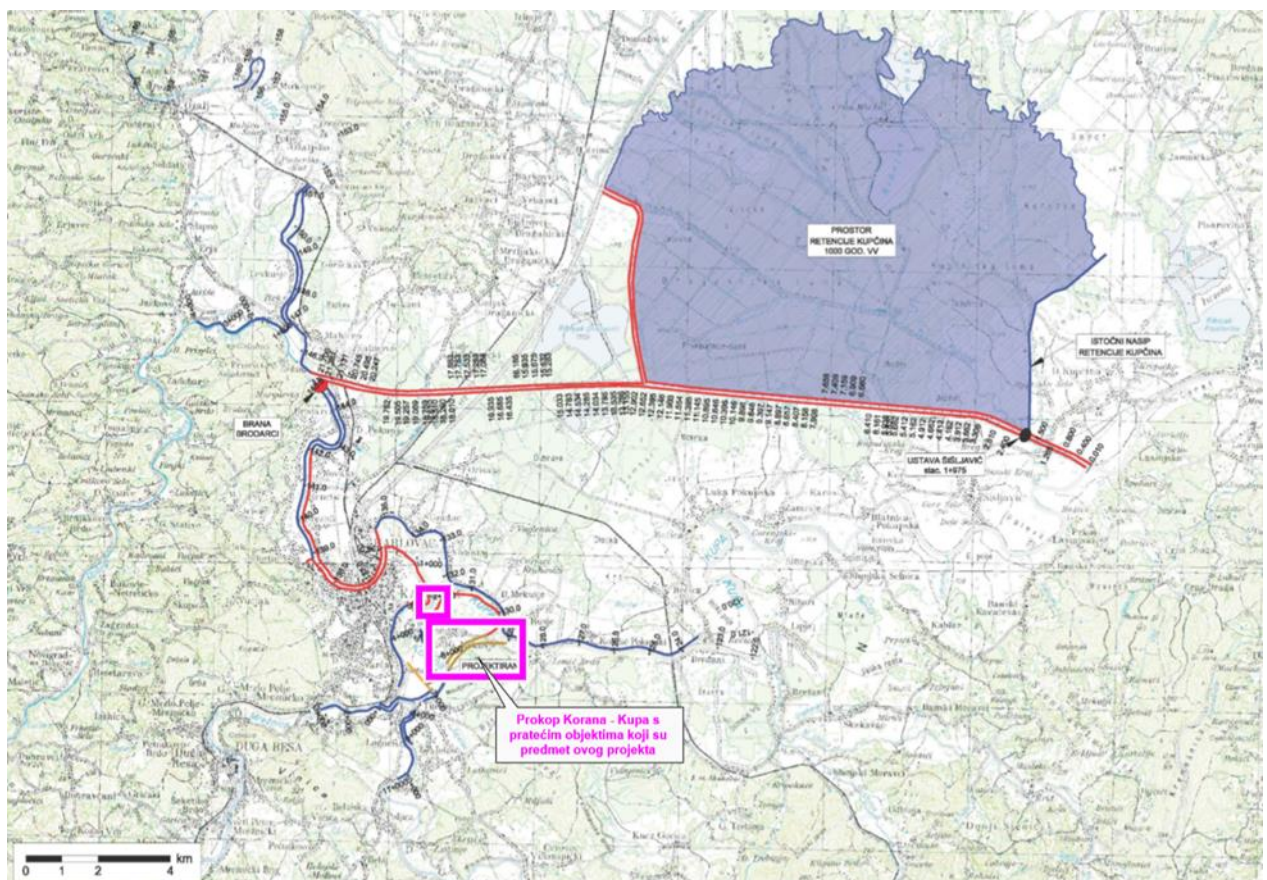
te ostali važeći zakonski i podzakonski propisi i dokumenti na koje upućuju navedeni propisi ili su na temelju njih doneseni.

Projektant:
Robert Alar, dipl.ing.građ.

TEKSTUALNI DIO

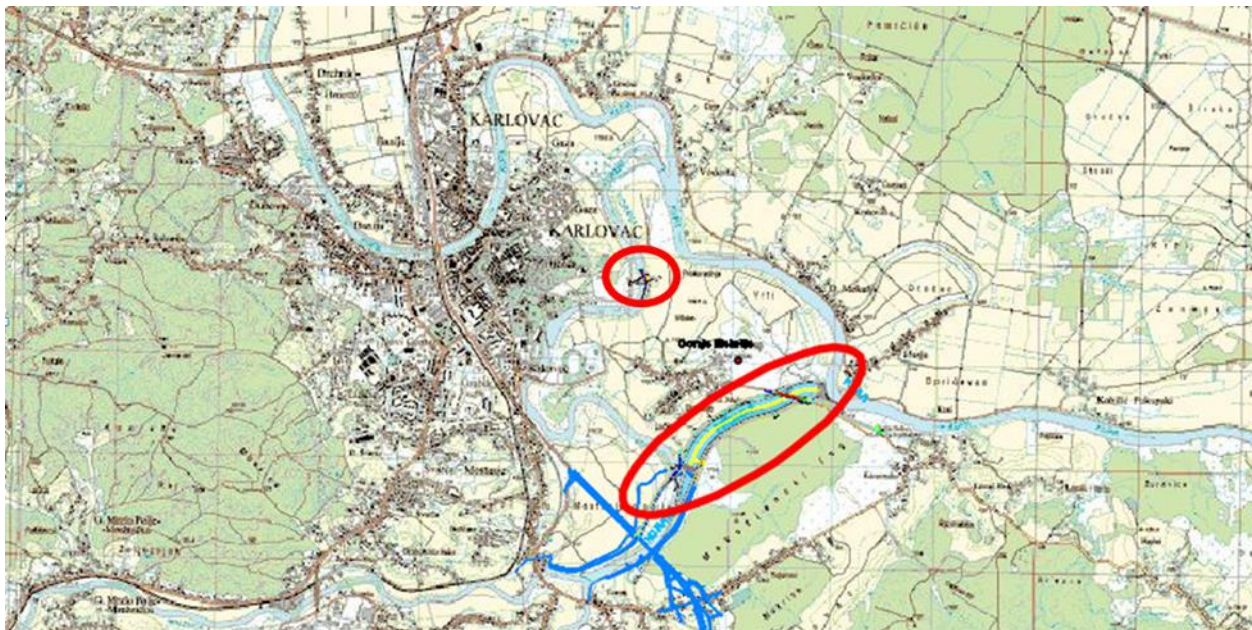
1. UVOD

Izgradnja i dovršetak cjelovitog sustava zaštite Grada Karlovca od poplava kao stalna i dugogodišnja potreba osobito se našla u središtu pozornosti nakon velikovodnih događaja u 2013. i 2014. godini. Ključne građevine ovoga sustava čine pregrada Brodarci na Kupi, oteretni kanal Kupa-Kupa s retencijom Kupčinom i ustavom Šišljavić, zaštitni nasipi i zidovi na rijekama Kupi, Dobri i Korani te prokop kanala Korana-Kupa s upusnom i ispusnom ustavom na rieci Korani koji je predmet ovoga projekta.



Slika 1-1: Sustav obrane od poplava grada Karlovca

Planirani zahvat prokopa s pratećim građevinama je smješten na području Karlovačke županije odnosno Grada Karlovca, na zemljištu k.o. Gornje Mekušje, k.o. Kamensko i k.o. Karlovac II. te čini četvrtu i petu fazu izgradnje zahvata u prostoru Desnog nasipa Korane, desnog nasipa Kupe i prokopa Korana-Kupa s nasipima i rješenjem odvodnje na području Gornjeg Mekušja te izgradnje cestovnog mosta preko prokopa (Lokacijska dozvola – III. Izmjena i dopuna, klasa UP/I-350-05/20-01/000035; urbroj: 531-06-02-02/02-22-0018 od 23.02.2022.).



Slika 1-2: Lokacija zahvata prokopa s pratećim objektima

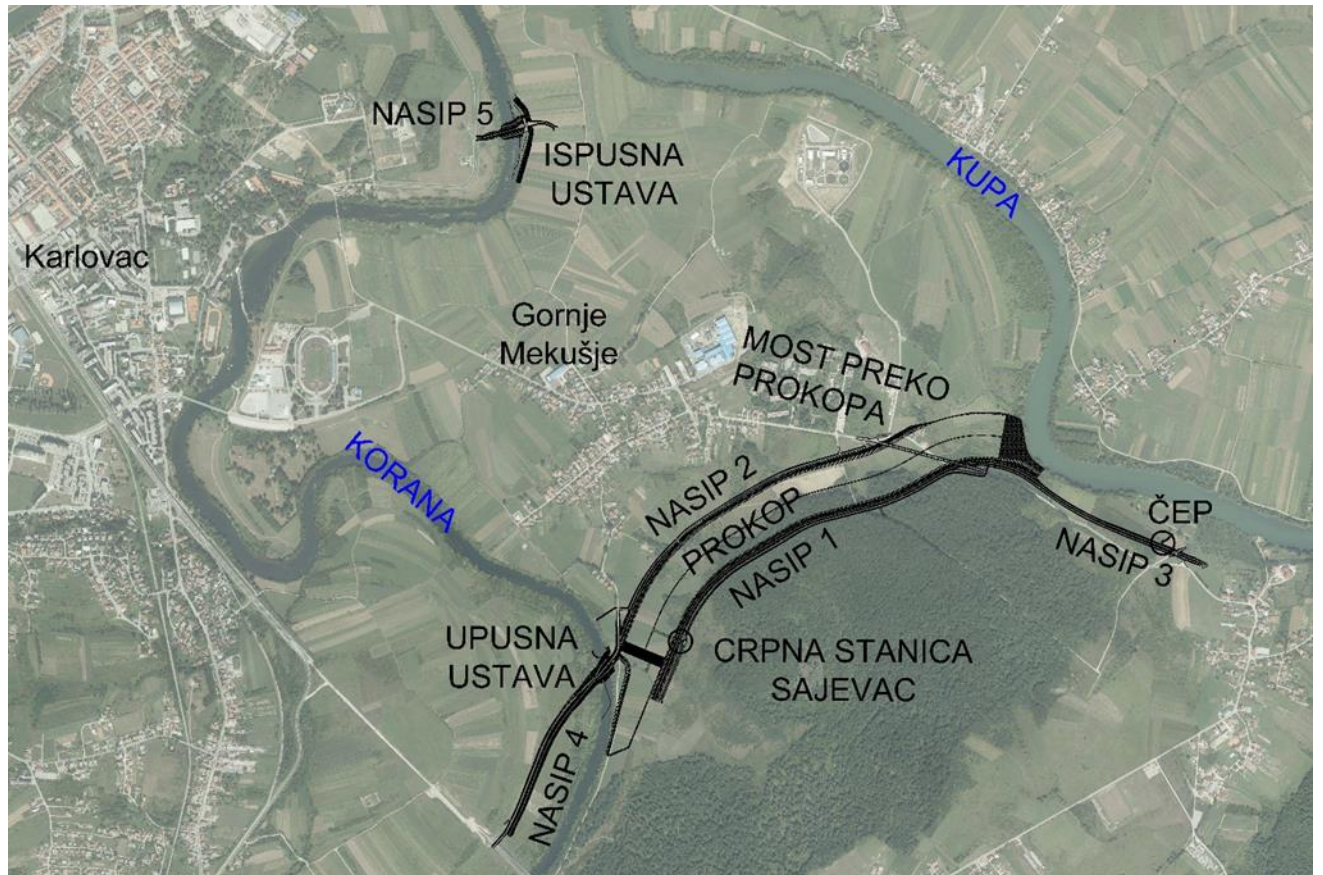
Namjena zahvata je preusmjeravanje velikih voda rijeke Korane prokopom u rijeku Kupu čime bi se izbjegli prolasci visokih vodnih valova kroz gradsko središte i postigla zaštita istočnog dijela Karlovca površine od oko 190 ha. Regulacijom protoka Korane planiranim ustavama, gradskim središtem bi se propuštali mali i srednji protoci vode do 112 m³/s što je unutar kapaciteta korita na tom dijelu.

Zahvat se sastoji od sljedećih građevina:

- prokop korita Korana-Kupa,
- prateći nasipi: nasip N1 uz desnu obalu prokopa, nasip N2 uz lijevu obalu prokopa, nasip N3 uz desnu obalu Kupe, nasip N4 uz lijevu obalu Korane i nasip N5 uz ispusnu ustavu,
- 2 ustave: upusna i ispusna ustava Korane,
- građevine za odvodnju zaobalnih voda: crpna stanica "Sajevac" s trafostanicom uz nasip N1 i propust Ø 100 kroz nasip N3 s automatskim zatvaračem i
- cestovni most preko prokopa na nerazvrstanoj cesti NC 340720 Gornje Mekušje – Kamensko

Ovim projektom obrađene su i rekonstrukcije postojeće infrastrukturne građevine u obuhvatu zahvata:

- izmještanje SN i NN elektroenergetske mreže
- rekonstrukcija postojećeg kolektora odvodnje otpadnih voda Ø1100 Duga Resa – Karlovac
- rekonstrukcija postojećeg vodoopskrbnog cjevovoda Ø150
- rekonstrukcija postojećeg plinovoda Ø 110



Slika 1-3: Građevine zahvata

Projektant:
Robert Alar,
dipl.ing.građ..

2. TEHNIČKI OPIS

Ovom mapom glavnog projekta daje se tehničko rješenje **središnje armiranobetonske građevine upusne ustave sa slapištem**.

Potporni zidovi za usmjeravanje tečenja vode kroz ustavu, nasuta zagatna konstrukcija i zaštita građevne jame za izvedbu ustave obrađeni su u mapi 11 glavnoga projekta (Geokon-Zagreb, d.d., E-155-18-04)

Mehanička oprema upusne ustave dana je strojarским projektom - mapa 12 (Eksperterm, d.o.o., E-155-18-05).

Elektrotehnička oprema upusne ustave dana je glavnim projektom - mapa 13 (Elektroprojekt, d.d., E3-O91.00.01-E02.0).

2.1. Namjena građevine

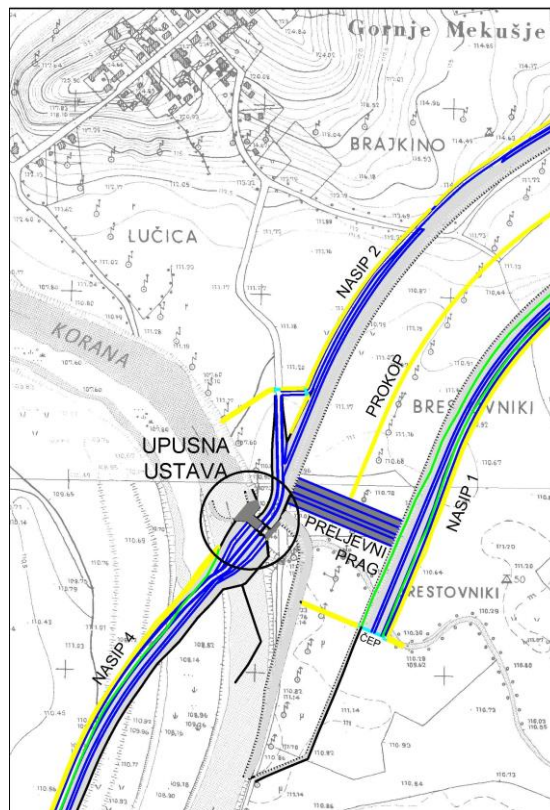
Projektirana upusna ustava kao dio infrastrukturnog regulacijskog i zaštitnog vodnogospodarskog sustava ima namjenu reguliranja (ograničenja) protoka Korane postojećim koritom nizvodno od nasute pregrade (nasip 4). Maksimalni propusni kapacitet ustave je 112 m³/s (10% trajanja). Pri većem protoku od 112 m³/s ustava se zatvara, a velike vode se evakuiraju preko preljevnog praga (stepenice) prokopa u Kupu.

Način funkcioniranja građevine određen je tehničkim rješenjem dok će se optimalni učinci postići izradom pravilnika upravljanja ustavom.

2.2. Smještaj građevine

Zahvat se nalazi na području Karlovačke županije i Grada Karlovca kod naselja Gornje Mekušje (k.o. Gornje Mekušje) i stacionaže rijeke Korane, približno u km 6+400. U ustroju teritorijalnih jedinica upravljanja vodama radi se o području Vodnogospodarskog odjela za srednju i donju Savu, Vodnogospodarska ispostava za mali sliv „Kupa“, Karlovac.

Ustava je smještena uz projektiranu nasutu pregradu korita rijeke Korane na trasi budućeg nasipa Korane (nasip 4), na njenoj desnoj obali i ispred početne dionice lijevog nasipa (nasip 2) budućeg prokopa Korana-Kupa kod preljevnog praga (*Slika 2-1*).



Slika 2-1: Smještaj građevine

2.3. Opis građevine

U sklopu sustava obrane od poplave Grada Karlovca i građenja prokopa Korana – Kupa s pratećim objektima izvodi se armirano betonska građevina upusne ustave sa slapištem u nastavku. Upusna ustava je tlocrtnih dimenzija 15,25 m x 12,20 m i visine 11,60 m, a tlocrtna dimenzije slapišta su 11,75 x 11,10 m, promjenjive visine od 8,35 do 11,60 m. Upusna ustava se sastoji od bočnih stranica koje su u kontaktu sa tlom i preuzimaju opterećenje tlaka tla s vozilima i radnim strojevima tijekom gradnje, i od središnjeg zida. Zidovi su debljine 180 cm i upeti su u temeljnu ploču i pokrovnu ploču. U zidovima se u primarnom betonu izvode vertikalni utori dubine 38 cm i širine 60 cm u koji se ugrađuju čelični profili HEA 300. Profili se sidre u armirano betonsku konstrukciju 1. faze i prostor između njih se ispunja sekundarnim betonom druge faze. Na udaljenosti 280 cm od ruba Upusne ustave ugrađuje se čelična tablasta zapornica koja je detaljno obrađena u strojarskom projektu upusne ustave, mapa 12 glavnog projekta. Na osnov udaljenosti 80 i 645 cm od ruba upusne ustave nalaze se vertikalni utori u koje se ugrađuje istovjetni profili kao i na mjestu zapornice i služe za ugradnju privremenih tablastih zatvarača u slučaju remonta ugrađene zapornice ili nekih izvanrednih situacija. Na vrhu temeljne ploče u ravnini zapornice i privremenih zapornica izvodi se horizontalni utor u primarnom betonu dimenzija 60 x 15 cm u koji se ugrađuje čelični UNP 300 profil koji se privremeno sidri i zalijeva sekundarnim betonom do svog gornjeg ruba koji je u ravnini gornjeg ruba temeljne ploče na koti 104.80 m.n.m. Pokrovnna ploča upusne ustave sastoji se od višeg dijela na kojem se nalazi operativni prostor za smještaj pogonskog dijela zapornice. Na tom dijelu ploča je debljine 50 cm s gornjom kotom 114.60 m.n.m. Na nizvodnom djelu pokrovnne ploče se nalazi kolni prijelaz (most) promjenjive debljine 53,5 do 68,5 cm i izvodi se u blagom nagibu od 2,5 % prema nizvodnom dijelu. Na pokrovnoj ploči se izvodi 4 do 7 cm habajućeg sloja asfalta u kojem će se dodatno izvesti poprečni nagib u jednom i drugom smjeru sa kojim će se osigurati otjecanje vode na

asfaltiranu prometnicu koja se izvodi na kruni brane. Sve oborinske vode sa ustave preuzimaju se odvodnjom ceste. Kota uređene prometnice na ustavi u osi iznosi 114.30 m.n.m. Prometnica je širine 6,0 m i sa svake strane izvodi se pješačka staza širine 100 cm.

Upusna ustava ima dva protjecajna otvora svaka dimenzija 340x400 cm. Upravljanje zapornicama se obavlja daljinski pomoću elektrotehničkih uređaja čije rješenje je dano elektrotehničkim projektom, mapa 13. Građevina upusne ustave je opremljena standardnim predgotovljenim kontejnerom veličine b/h/l=2438/2791/2991 mm koji će se nalaziti na AB konzolnoj ploči vanjskog zida ustave tlocrtnih dimenzija 280x360 cm, debljine 50 cm, u kojem je smještena oprema za energetska napajanje i upravljanje elektromotorima zapornica. Dopremljeni kontejner se naknadno sidri u betoniranoj ploči i učvršćuje kemijskim sidrima sukladno uputi proizvođača. Karakteristike kontejnera moraju zadovoljavati nosivost za opterećenje snijegom II. klimatske zone Hrvatske i opterećenje vjetrom I. područja (okolica Karlovca). Kontejner ima termoizolacijske fasadne, krovne i podne panele debljine 5 cm, opremljen je standardnim PVC vratima (90/200 cm) i prozorom (100/100 cm), unutarnjom i vanjskom električnom rasvjetom i utičnicom NN 220 V i u njemu nije predviđeno stalno radno mjesto.

Uz upusnu ustavu, s nizvodne strane se nalazi slapište od koje je dilatirano reškom 3 cm. Radi sprječavanja prodora vode kroz dilataciju, na vanjskoj strani temeljne ploče i vanjskih vertikalnih zidova koji su u kontaktu sa tlom ugrađuje se dilatacijska traka kao „Nitriflex DA 500/35“, u sredini presjeka temeljne ploče i vanjskih zidova se ugrađuje dilatacijska traka tipa kao „Nitriflex D500“, a s gornje strane radi sprječavanja ulaska nanosa i nečistoća u dilataciju, ona se zatvara sa trakom za zatvaranje fuga tipa kao „Nitriflex KLM 30“ ili nekim jednakovrijednim dilatacijskim brtvenim trakama koje trebaju zadovoljiti minimalno sljedeće mehaničke karakteristike: izduljenje kod prekida (23°C) > 350 %, izduljenje kod prekida (-20°C) > 200 %, otpornost na istezanje > 10 N/mm, tvrdoća po SHORE-u min. 60

Temeljna ploča upusne ustave je debljine 120 cm, odnosno 165 i 155 cm na svom početku i kraju. U temeljnu ploču su upeti bočni zidovi koji preuzimaju opterećenje tlom i debljine su 120 cm i zajedno s temeljnom pločom formiraju U-presjek kroz koji se propušta voda Korane. Na svome kontaktu sa Upusnom ustavom bočni zidovi su razuprti armirano betonskom gredom dimenzija 100 x 75 cm te na taj način čine pridržanje zidu na njegovom najvišem djelu. Na polovici svoga raspona greda se oslanja na armirano betonski stup dimenzija 100 x 180 cm koji se nalazi u ravnini središnjeg zida Upusne ustave i ne zadire u slobodni protjecajni profil vode. Stup je upet u temeljnu ploču i razupornu gredu.

Na rubu grede i pokrovne ploče nalazi se čelična ograda izrađena od cijevnih profila kruznoga presjeka. Prečke ograde su izrađene od cijevi ϕ 50 x 4 mm, a stupovi cijevi od ϕ 60,3 x 5 mm, kvalitete čelika S355 J2+N. Stupovi se učvršćuju sa naknadno bušenim kemijskim sidrima kao „Hilti HAS-U A4 M16“, 4 sidra po stupu. AKZ čelične konstrukcije izvodi se vrućim cinčanjem i bojanjem završnim premazom u RAL-u sukladno odabiru investitora. Čelična konstrukcija u skladu sa normom HRN EN 10210, HRN EN 10025, vruće valjani čelični limovi u skladu s normom HRN EN 10029. Radove antikorozivne zaštite provoditi prema HRN EN ISO 12944-5 za kategoriju okoliša C3 (prema HRN EN ISO 12944-2) i visoku trajnost zaštite (prema HRN EN ISO 12944-1). Čistoća konstrukcije prije nanošenja antikorozivne zaštite treba biti Sa 21/2. Zavari su razine kvalitete B. Vijci su kvalitete 8.8 i A4.

Armiranobetonska konstrukcija ustave je klase izvođenja EXC2 prema normi HRN EN 1090. Svi AB elementi izvode se od betona razreda tlačne čvrstoće C30/37 i vodonepropusnosti VDP2. Podložni beton je razreda tlačne čvrstoće C12/15. Sve dimenzije elemenata sukladno statičkom proračunu. Svi horizontalni dijelovi AB konstrukcije moraju biti poduprti do postizanja pune projektirane tlačne čvrstoće betona, 28 dana.

2.4. Izgradnja

Za izgradnju upusne ustave sa slapištem nije predviđena fazna niti etapna izgradnja. Pojedini dijelovi nisu samostalno funkcionalni u smislu namjene i svrhe zahvata pa stoga nije predviđena uporaba dijelova građevine prije dovršetka funkcionalne cjeline koju tvore nasipi, pilotne stijene i ostale hidrotehničke građevine. Iznimno je moguće koristiti građevinu kao cestovni prijelaz isključivo za potrebe gradilišta u vrijeme gradnje objekta, ali nakon postizanje pune projektirane nosivosti armirano betonske konstrukcije, odnosno nakon 28 dana od ugradnje betona i primjerene njege.

Građevina se može početi koristiti nakon obavljenog tehničkog pregleda i izdavanja uporabne dozvole u skladu s njenom namjenom.

Za predmetnu građevinu nije propisan pokusni rad kojim bi se ispitalo ispunjavanje temeljnih zahtjeva za građevinu i njena funkcionalnost niti se pokusni rad zahtijeva ovim projektom.

Izgradnji prethodi prijava početka građenja nadležnom tijelu graditeljstva pisanim putem najmanje 8 dana prije početka građenja i Hrvatskim vodama 15 dana ranije. Gradilište mora biti propisno označeno i opremljeno u smislu zaštite na radu i zaštite od požara. Granice područja gradnje je potrebno vidljivo označiti, a uz cestu postaviti prometnu signalizaciju.

Prije početka radova ukoliko je potrebno, mora se ishoditi Rješenje o dozvoli krčenja odnosno čiste sječe nakon kojega se podnosi zahtjev za doznaku stabala nadležnom uredu Ministarstva poljoprivrede. Sječa se obavlja nakon doznake stabala za sječu.

Tijekom obavljanja zemljanih radova potrebno je voditi računa o ev. arheološkim ostatcima, nakon čijih pronalazaka se radovi moraju obustaviti te obavijestiti Konzervatorski odjel. Iskopani zemljani materijal se ne smije trajno niti privremeno odlagati na okolnom šumskom zemljištu niti u protjecajnom profilu. Neiskoristiv materijal će se odlagati na lokaciji namijenjenoj za deponiju materijala.

Organizacija i plan izvođenja radova ne smije ugroziti moguću provedbu obrane od poplava niti postojeće objekte obrane u čijoj se blizini izvodi. Prije izvođenja radove na izgradnji Upusne ustave i slapišta potrebno je izvesti pilotske stijene, osiguranje iskopa i poboljšanje tla na mjestu izgradnje ustave sukladno projektu E-155-18-04 Upusna ustava – geotehnički projekt zaštite građevinske jame, temeljenja i potpornih zidova

2.5. Privremena regulacija prometa

Izgradnjom prokopa Korana-Kupa i upusne ustave u sklopu nasute pregrade Korane trajno se onemogućava i ukida cestovni prometni pravac između naselja Gornjeg Mekušja i Turnja nerazvrstanom cestom „Otok“. Tijekom izvođenja radova koristit će se alternativni obilazni pravci preko gradske četvrti Mostanje odnosno postojećom cestom Gornje Mekušje - Kamensko - Turanj (do početka radova na dijelu korita prokopa kojom prolazi ova cesta) u skladu s rasporedom i dinamikom izgradnje cjelokupnog zahvata temeljem kojega će izvođač radova načiniti prijedlog privremene regulacije prometa.

Prije početka radova potrebno je o tome obavijestiti nadležnu upravu za ceste te osigurati postavljanje odgovarajuće privremene prometne signalizacije.

2.6. Podatci iz elaborata geotehničkih istražnih radova

Za potrebe izrade tehničke dokumentacije za izgradnju Upusne ustave i slapišta provedeni su istražni radovi i izrađen je Geotehnički projekt zaštite građevinske jame, temeljenja i potpornih zidova Upusne ustave E-155-18-04 te su iz njega preuzeti slijedeći podatci.

U cilju osiguranja kvalitete i koordinacije terenskih i laboratorijskih istražnih radova te izrade geotehničkog elaborata istražno bušenje je izvedeno uz kontinuirani geotehnički nadzor. Terenski istražni radovi sastojali su se od sljedećih segmenata:

- Istražno bušenje uz geotehnički nadzor, identifikaciju i klasifikaciju jezgre bušenja
- Uzorkovanje tla
- Ispitivanje standardnog penetracijskog testa u bušotini (SPT)
- Ispitivanje džepnim penetrometrom i džepnom krilnom sondom na jezgri bušenja
- Praćenje pojave i razine podzemne vode u bušotinama.

Izvedeno je 7 istražnih bušotina dubine 5,00 do 25,00 m. Istražno bušenje izvedeno je u prosincu 2018- i 2019. godine na poziciji upusne ustave te u travnju 2019. godine na poziciji nasipa N4.

Istražne bušotine izvedene su strojnom garniturom "Geotech" promjera 131,116 i 101 mm. Bušenja su izvedena rotacijski, "na suho", uz kontinuirano jezgrovanje vidija bušačom krunom i jednostrukom jezgrenom cijevi. Od zarušavanja stjenke bušotina su štíčene čeličnim kolonama.

Terenska razredba (klasifikacija) i raspoznavanje (identifikacija) slojeva tla nabušene jezgre pomaže u odabiru mjerodavnih uzoraka tla dobivenih istražnim bušenjem kao i za daljnja detaljnija ispitivanja u laboratoriju.

Podatke o izvedenim bušotinama pruža sljedeća tablica (koordinatni sustav HTRS96/TM):

Građevina	Oznaka bušotine	Dubina bušotine(m)	Datum bušenja	Koordinate bušotine		Nivo vode	
				x	y	PPV	RPV
UPUSNA USTAVA	V1	25	03.-12.12. 2018	427861	5037675	3,50	2,60
	V2	25	16.-20.12.2019	427730	5037610	2,80	2,60
NASIP 4	V4	5	25.04.2019	427670	5037458	1,20	0,90
	V5	5	25.04.2019	427682	5037449	2,50	1,70
	V6	5	25.04.2019	427577	5037257	4,10	1,90
	V7	5	25.04.2019	427589	5037251	2,00	1,80

Dobivene karakteristike tla koje su korištene u daljnjem geomehaničkom proračunu su dane u slijedećoj tablici:

Tablica karakterističnih vrijednosti parametara materijala za proračun u programu Plaxis:

	(1) GLINA NISKE DO VIŠOKE PLASTIČNOST I	(2) ŠLJUNAK, DOBRO GRADUIRAN	(3) GLINA VIŠOKE PLASTIČNOST I	(4) ŠLJUNAK, DOBRO GRADUIRAN	(5) PRAH, NISKE DO VIŠOKE PLASTIČNOSTI	(6) MLAZNO INJEKTIRANI STUPNJACI
Materijal model	Hardening soil	Hardening soil	Hardening soil	Hardening soil	Hardening soil	Hardening soil
Materijal type	Drained	Drained	Drained	Drained	Drained	Drained
	CH-CL	GW_1	CH	GW_2	MH-ML	JET
Zapreminska težina γ (kN/m ³)	20,0	20,0	18,0	20,0	20,0	19,5
Efektivna čvrstoća c' (kPa)	15,0	0,5	12,0	0,5	15,0	50,0
Efektivni kut unutrašnjeg trenja φ' (°)	19,0	33,0	15,0	40,0	21,0	36,0
Modul stišljivosti E_{50}^{ref} , E_{ed}^{ref} (MPa)	8,0	11,4	5,0	25,0	17,0	1000,0
Povratni modul elastičnosti E_{ur} (MPa)	24,0	34,2	15,0	75,0	51,0	3000,0

Na osnovu tipova geotehničkih sredina propisanih Eurokodom 8, a koji se koriste za projektiranje objekata u dinamičkim uvjetima, predmetna lokacija se nakon usvojenih klasifikacijskih parametara može svrstati u **geotehničku sredinu C** sukladno sljedećoj tablici.

Tip tla	Opis geotehničkog profila tla	$V_{s,30}$ (m/s)	N_{SPT} (n/30cm)	C_u (kPa)
A	Stijena ili druga geološka formacija uključujući najviše 5 m slabijeg materijala na površini.	>800	-	-
B	Nanosi vrlo zbijenoga pijeska, šljunka ili vrlo krute gline debljine najmanje nekoliko desetaka metara, sa svojstvom postupnoga povećanja mehaničkih svojstava s dubinom.	360 - 800	>50	>250
C	Debeli nanosi srednje zbijenoga pijeska, šljunka ili srednje krute gline debljine od nekoliko desetaka do više stotina metara.	180 - 360	15-50	70 - 250
D	Nanosi slabo do srednje koherentni (sa ili bez mekih koherentnih slojeva) ili s predominantno mekim do srednje krutim koherentnim tlama.	<180	<15	<70
E	Profili koji sadrže površinski sloj koji karakterizira brzina v_s tzv. tipove tla C i D i debljine od 5 m do 20 m, a ispod njih je kruti materijal s brzinom većom od v_s 800 m/s			
S1	Nanosi koji sadrže najmanje 10 m debeli sloj mekane gline s visoko plastičnim indeksom ($PI > 40$) i visokim sadržajem vode	<100		10 - 20
S2	Nanosi likvefakcijski osjetljivog tla pijeska i gline ili bilo koji tip tla koji nije opisan od A do E i pod S1			

Vrijednosti poredbenih vršnih ubrzanja tla tipa A prikazane su u sljedećoj tablici.

Poredbeno vršno ubrzanje tla tipa A	
Povratni period	agR (g)
95 godina	0,075 - 0,076
475 godina	0,152 - 0,155

2.7. Projektirani vijek uporabe i održavanje građevine

2.7.1. Projektirani vijek uporabe

Pri određivanju kategorije projektiranog vijeka uporabe predmetne građevine (HRN EN 1990) u obzir su uzeti vrsta građevine, značaj građevine, geografska i klimatska obilježja lokacije, uvjeti i djelovanja pri gradnji i eksploataciji, zahtjevi koji se postavljaju na građevinu i njezine dijelove. U skladu s navedenim, armiranobetonske konstrukcije ustave su svrstane u IV. kategoriju s projektiranim vijekom trajanja 50 godina.

U skladu s važećim propisima i pravilima struke, ovim projektom su definirana gradiva i njihove značajke, predviđene mjere zaštite građevine, načini izvedbe i ugradnje, održavanje građevine i njenih dijelova te drugi potrebni kriteriji i mjere kako bi se postigao projektirani vijek uporabe građevine. Uz primijenjene mjere osiguranja kvalitete u projektiranju i uz propisane mjere osiguranja kvalitete pri izvedbi i održavanju, projektirani vijek trajanja za armiranobetonske konstrukcije ustava je ostvariv.

2.7.2. Održavanje građevine

Tijekom uporabnog vijeka predmetne građevine potrebno je provoditi mjere tehničkog praćenja i održavanja kojima će se osigurati ispunjavanje temeljnih zahtjeva za građevinu. To podrazumijeva

redovite i izvanredne preglede svih dijelova građevine te poduzimanje nužnih mjera održavanja radi očuvanja zahtijevanih tehničkih svojstava.

Zakonom o vodama određeno je da su za održavanje vodnih građevina kojima pripada ustava nadležne Hrvatske vode, pravna osoba za upravljanje vodama.

Prema propisanom sustavu Hrvatskih voda za gospodarenje, upravljanje i održavanje sve vodne građevine podložne su stalnoj dnevnoj kontroli i nadzoru vodočuvara. Tijekom njihova uporabnog vijeka sva se zapažanja evidentiraju u Knjizi vodočuvara i dostavljaju odgovornoj službenoj osobi koja pokreće aktivnosti provođenja mjera održavanja ili sanacije.

Održavanje projektirane građevine potrebno je provoditi u skladu s:

- Pravilnikom o održavanju građevina
- Tehničkim propisom za građevinske konstrukcije
- Pravilnikom upravljanja i održavanja (interni pravilnik Hrvatskih voda)

Tehnički pregledi stanja predmetne građevine obavljaju se:

- izvanredno: nakon izvanrednog događaja, prema procjeni stručnih službi Hrvatskih voda, uočavanjem nepravilnosti ili oštećenja građevine, po inspekcijskom nadzoru
- redovito: preporučuje se vršiti redovite preglede armiranobetonske konstrukcije, ne rjeđe od 10 godina, preporučljivo svakih 5 godina.

Pregledi građevine se obavljaju vizualno, a po potrebi se pristupa i drugim načinima kontrole i utvrđivanja stanja građevine. Kod armiranobetonskih konstrukcija se kontrolira stanje zaštitnog sloja betona uz armaturu i ev. veličina pukotina betona.

Kod čelične opreme građevina se vizualno kontroliraju ev. mehanička oštećenja i korodiranost.

Stroži kriteriji pregleda mogu se definirati pisanom izjavom izvođača o izvedenim radovima i o uvjetima održavanja građevine.

Nakon obavljenih pregleda građevine potrebno je izraditi dokumentaciju o stanju građevine (izvješća tj. zapisnici o pregledima i ispitivanjima građevine) s ev. potrebnim mjerama i radovima na održavanju i saniranju građevine. Vlasnik građevine dužan je postupiti prema zahtjevima iz dokumentacije o stanju građevine i po ispunjenju zahtjeva sastaviti pisano izvješće. Ovu i drugu dokumentaciju o održavanju građevine vlasnik građevine dužan je trajno čuvati.

Održavanjem građevine se ne smije mijenjati tehničko rješenje građevine niti se smije ugrožavati ispunjavanje temeljnih zahtjeva za građevinu ili uvjeta koje mora ispunjavati građevina prema projektu.

Sve radove pregleda i izvedbe radova na građevini potrebno je povjeriti osposobljenim i ovlaštenim osobama.

2.8. Popis korištenih podloga

Projekti:

- Prokop Korana-Kupa s pratećim objektima, idejni projekt, Hidroinženjering d.o.o. Zagreb, br. 04/2017-Hi, svibanj 2017.
- Izgradnja desnog nasipa Korane, desnog nasipa Kupe i prokopa Korana-Kupa s nasipima i rješenjem odvodnje na području Gornjeg Mekušja, idejni projekt - Izmjena i dopuna 4. faze izgradnje, Hidroinženjering d.o.o. Zagreb, oznaka 31/2019, prosinac 2019.
- Izgradnja desnog nasipa Korane, desnog nasipa Kupe i prokopa Korana-Kupa s nasipima i rješenjem odvodnje na području Gornjeg Mekušja te izgradnja cestovnog mosta preko prokopa, izmjena i dopuna, idejni projekt, Hidroinženjering d.o.o. Zagreb, oznaka 31/2019, studeni 2021.
- ispravak br.1

Elaborati:

- Izvještaj o provedbi geodetskih, geoloških i geotehničkih istražnih radova za idejni projekt, Hidroinženjering d.o.o. Zagreb, oznaka 03/2017, travanj 2017.
- Izvještaj o provedenim geotehničkim istražnim radovima za izradu glavne projektne dokumentacije za građevinu prokopa Korana-Kupa s pratećim objektima, nasip N4 i upusna ustava, Institut IGH d.d. Zagreb, oznaka 72150-205/22, ožujak 2020.

Ostale podloge:

- Topografske karte, MJ 1:25 000 (TK25)
- Hrvatska osnovna karta, MJ 1:5 000 (HOK)
- Geodetska snimka stvarnog stanja terena, VPB d.d. Zagreb, travanj 2019.
- Geodetska snimka stvarnog stanja terena, VPB d.d. Zagreb, ožujak 2023.

Projektant:

Robert Alar,
dipl.ing.građ.

3. PRORAČUNI

3.1. Hidraulički proračun

3.1.1. Opis modela

U sklopu izrade Glavnog projekta prokopa Korana-Kupa s pratećim objektima (u nastavku: „Glavni projekt“), provedeni su hidraulički proračuni korištenjem matematičkih modela izrađenih u HEC-RAS programskom paketu. Izvadak iz tog hidrauličkog proračuna prikazan je u nastavku. Cjelovit dokument je dan u sklopu ostatka dokumentacije i izradio ga je drugi ovlašteni projektant.

Hidraulički proračuni za Idejni projekt prokopa Korana-Kupa s pratećim objektima (u nastavku: „Idejni projekt“) su provedeni korištenjem matematičkog modela izrađenog u MIKE programskom paketu od strane tvrtke DHD d.o.o., Maribor, Slovenija (u nastavku „DHD Model 2017“). Opis modela i proračuni su detaljno prikazani u radnoj verziji idejnog projekta (Hidroinženjering d.o.o., broj elaborata 04/2017-Hi, Zagreb, svibanj 2017.), dok u konačnoj verziji idejnog projekta za lokacijsku dozvolu (Hidroinženjering d.o.o., broj elaborata 31/2019-Hi, Zagreb, prosinac 2019.) hidraulički proračuni nisu detaljno prikazani.

DHD Model 2017 je izrađen na temelju matematičkih modela koje je tijekom godina razvila tvrtka Vodoprivredno projektni biro d.d. (VPB) za potrebe planiranja, projektiranja i upravljanja objektima zaštite od poplava na slivu Kupe. Konkretno, DHD Model 2017 je izrađen kao prostorno reducirana verzija VPB modela iz 2015., razvijenog za potrebe pripreme projekata zaštite od poplava na slivu Kupe za sufinanciranje iz fondova EU (Projekt zaštite od poplava na slivu Kupe, Elektroprojekt d.d., VPB d.d., 2015 (VPB-TST-14-0006) (u nastavku „VPB model 2015“).

Prostorni obuhvat VPB Modela 2015 uključuje sliv Kupe između ulaznih vodomjernih postaja (VP) Kamanje na Kupi, Gornje Stative na Dobri, Velemerić na Korani i Mrzlo Polje na Mrežnici i izlazne VP Jamnička Kiselica na Kupi, te obuhvaća postojeće objekte zaštite od poplava na predmetnom području, uključujući Kanal Kupa-Kupa. U modelu za buduće stanje ugrađeni su novi objekti zaštite od poplava prema koncepciji projekta zaštite od poplava grada Karlovca iz 2015., uključujući pregradu Brodarci kojom se može povećati protok u Kanalu Kupa-Kupa te druge mjere obuhvaćene ovim projektom.

Prostorni obuhvat DHD Modela 2017 je reduciran u odnosu na prostorni obuhvat VPB Modela 2015 tako da na rijeci Kupi ovaj model obuhvaća dionicu od VP Brodarci, nizvodno od pregrade Brodarci, do naselja Banska Selnica koje se nalazi između VP Rečica i VP Jamnička Kiselica. Ulazni hidrogram Kupe na VP Brodarci, koji uključuje utjecaj pregrade Brodarci, i nizvodni nivogram na rijeci Kupi kod Banske Selnice za projektirano stanje su preuzeti iz rezultata VPB Modela 2015. U DHD Model 2017 je ugrađen Prokop Korana-Kupa s pratećim objektima sukladan Idejnom projektu. Ovim modelom su analizirani razni slučajevi od interesa za pripremu Idejnog projekta, a rezultati proračuna su detaljno prikazani u radnoj verziji Idejnog projekta (Hidroinženjering d.o.o., broj elaborata 04/2017-Hi, Zagreb, svibanj 2017.).

U međuvremenu je kroz izradu studijske i projektne dokumentacije za projekt zaštite od poplava karlovačkog i sisačkog područja došlo do novelacije hidroloških osnova, daljnje nadogradnje i proširenja prostornog obuhvata VPB Modela, te usklađivanja modeliranja planiranih objekata zaštite od poplava sa studijsko-projektnim rješenjima više razine. Aktualna verzija VPB Modela je izrađena u HEC-RAS programskom paketu i detaljno je prikazana u elaboratu Sustav zaštite od poplava karlovačko-sisačkog područja – Koncepcijsko rješenje, VPB d.d., 2021 (VPB-TST-14-0006) (u nastavku „VPB model 2021“).

VPB Model 2021 obuhvaća rijeku Kupu od ušća u rijeku Savu kod Siska do VP Kamanje, rijeku Koranu od ušća u Kupu do VP Velemerić, rijeku Mrežnicu od ušća u Koranu do VP Mrzlo Polje i rijeku Dobru od ušća u Kupu do VP Donje Stative. Unutar razmatranog područja nalaze se Kanal

Kupa-Kupa i niski tereni plavljeni velikim vodama rijeke Kupe – karlovačka depresija, koja je izgradnjom sustava odvodnje podijeljena na više manjih cjelina od kojih je najznačajnija retencija Kupčina te na nizvodnom dijelu retencija Odransko polje.

U prethodnim modelima modelirana su nestacionarna tečenja u sustavu za povijesne vodne valove za potrebe kalibracije i verifikacije te za teoretske vodne valove određenih povratnih perioda za potrebe planiranja i projektiranja. Modelirani su različiti scenariji za isti povratni period kao što su visoka Kupa/korespondentna Korana, visoka Korana/korespondentna Kupa, maksimalni volumen i dr.

U pojedinim elementima sustava, mjerodavne vodne razine određenog povratnog perioda dobivaju se kao anvelopa vodnih razina za razmatrane scenarije. Analizom rezultata utvrđeno je da su tako dobivene vodne razine praktički identične vodnim razinama koje se dobivaju za hibridni scenario u kojem su svi ulazni protoci istih povratnih perioda postavljeni istovremeno. Vodne razine za hibridni scenario su na strani sigurnosti u odnosu na vodne razine za anvelopu pojedinih scenarija.

Nadalje, na području prokopa Korana-Kupa i pratećih objekata, maksimalne vodne razine za nestacionarna tečenja su praktički identične vodnim razinama za stacionarna tečenja s maksimalnim protocima. Vodne razine za stacionarno tečenje su na strani sigurnosti u odnosu na vodne razine za nestacionarno tečenje.

Za potrebe izrade Glavnog projekta prokop Korana-Kupa s pratećim objektima izrađen je hidraulički model u HEC-RAS programskom paketu (u nastavku: „Hidraulički model“), koji predstavlja prostorno reduciranu verziju VPB Modela 2021 koncentriranu na područje prokopa Korana-Kupa.

Prostorni obuhvat Hidrauličkog modela je reduciran u odnosu na prostorni obuhvat VPB Modela 2021 tako da na rijeci Kupi ovaj model obuhvaća dionicu od VP Rečica do VP Karlovac, na rijeci Korani dionicu od ušća u Kupu do ušća Mrežnice, te prokop Korana-Kupa prema tehničkom rješenju iz Glavnog projekta. Obuhvat Hidrauličkog modela je manji u odnosu na prostorni obuhvat DHD Modela (2017), ali obuhvaća sve elemente bitne za izradu glavnog projekta.

S obzirom na gore navedeno, na Hidrauličkom modelu su analizirana stacionarna tečenja u sustavu za razne kombinacije protoka Korane nizvodno od ušća Mrežnice (Q_{Korana}) i Kupe na VP Karlovac uzvodno od ušća Korane (Q_{Kupa}), uključujući hibridni scenario istovremenih ulaznih protoka istog povratnog perioda od 100 godina, što predstavlja mjerodavni scenario. Kao donji rubni uvjet korišten je konsumpcijski odnos protoka i vodostaja na VP Rečica, koji je za manje protoke postavljen prema posljednjoj službenoj konsumpcijskoj krivulji DHMZ-a, a za veće protoke prema odnosima maksimalnih protoka i maksimalnih vodostaja dobivenih iz VPB modela 2021.

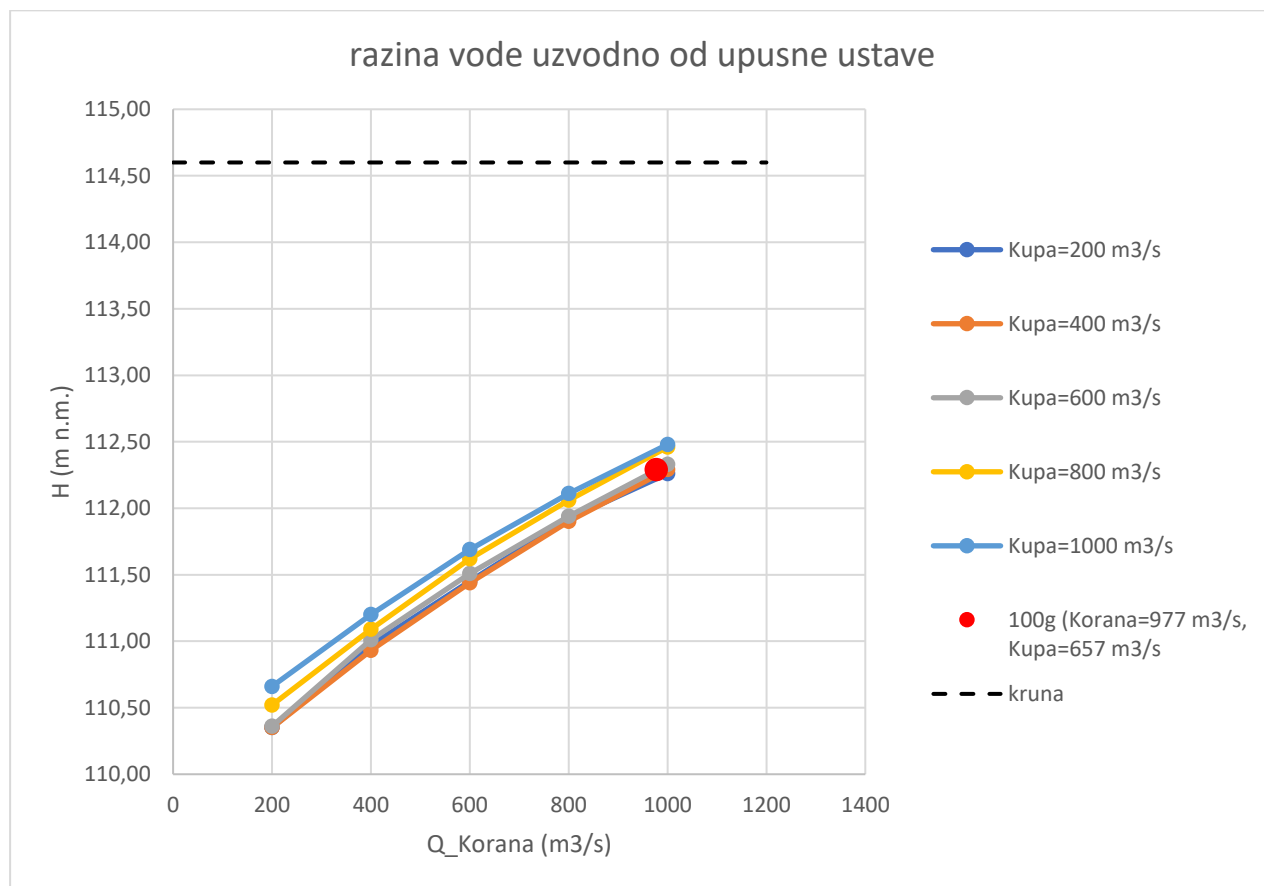
Ulazni protok Kupe na VP Karlovac, koji uključuje utjecaj pregrade Brodarci, je preuzet iz rezultata VPB Modela 2021, i iznosi 657 m³/s za 100-godišnji povratni period. Ulazni protok Korane nizvodno od ušća Mrežnice predstavlja zbroj maksimalnih protoka Korane na VP Velemerić i Mrežnice na VP Mrzlo Polje i iznosi 977 m³/s za 100-godišnji scenario.

3.1.2. Rezultati - upusna ustava

Upusna ustava je projektirana sa dvije zapornice širine 3,4 m i visine 4,0 m, s kotom praga zapornica 104,80 m n.m. i kotom krune građevine 114,60 m n.m.

Idejnim projektom je predviđeno da se upusna i ispusna ustava zatvaraju za protok Korane veći od 112 m³/s, tako da se cjelokupni protok Korane provodi prokopom Korana-Kupa u Kupu. U slučaju zatvorene ustave, hidrauličkim proračunom za razne kombinacije protoka Korane i Kupe određuju se vodne razine u prokopu Korana-Kupa i u rijeci Korani uzvodno od ustave. Te vodne razine ovise u većoj mjeri o protoku Korane nego o protoku Kupe, tako da se rezultati mogu prikazati u vidu konsumpcijskih krivulja za razinu vode uzvodno od ustave u funkciji protoka Korane za fiksne protoke Kupe.

Sljedeće tablica i slika prikazuju rezultate proračuna razina vode uzvodno od zatvorene upusne ustave za razne kombinacije protoka Korane i Kupe. Za 100-godišnji povratni period ($Q_{\text{Korana}}=977 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{\text{Kupa}}=657 \text{ m}^3/\text{s}$) dobiva se razina vode 112,29 m n.m., što je za 2,31 m niže od kote krune ustave.



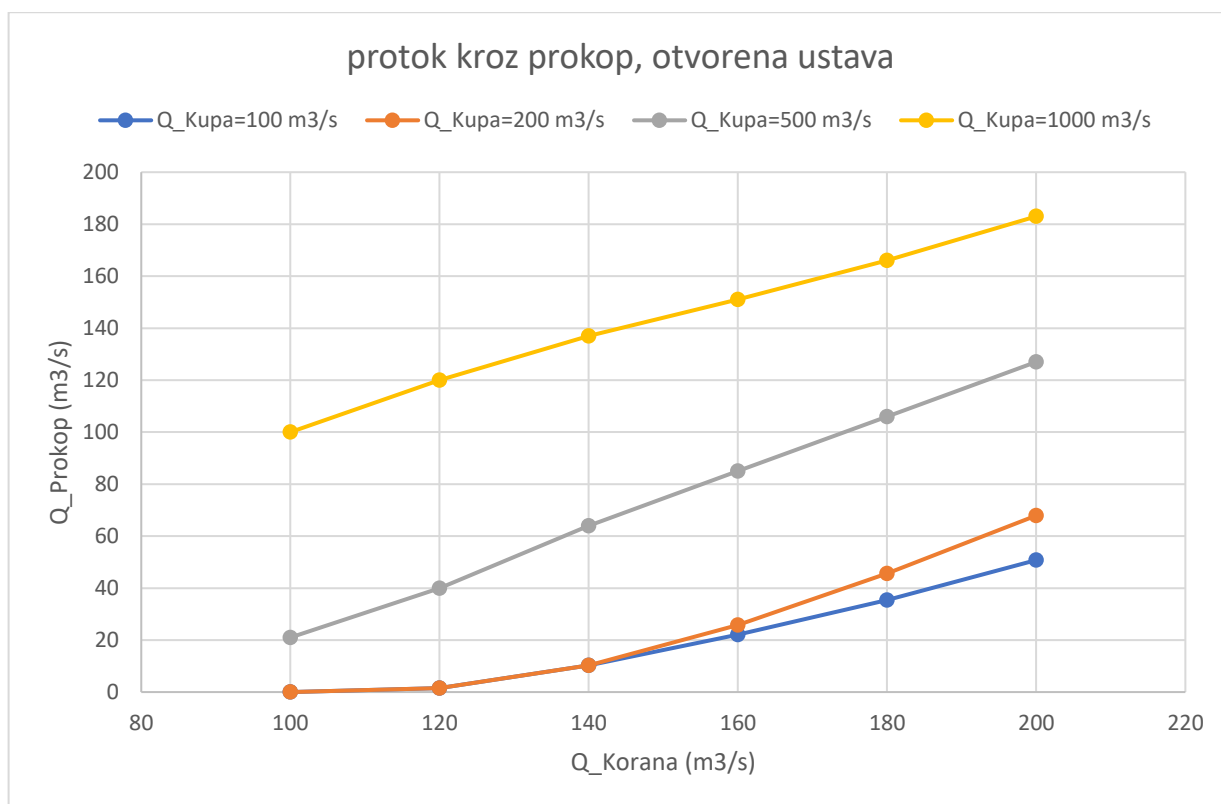
Razine vode uzvodno od upusne ustave za zatvorenu ustavu u funkciji protoka Korane za fiksne protoke Kupe

Razine vode uzvodno od upusne ustave za zatvorenu ustavu za razne kombinacije protoka Korane i Kupe:

Zatvorena ustava		Q_Kupa (m3/s)					
		200	400	600	657	800	1000
Q_Korana (m3/s)	200	110.35	110.35	110.36		110.52	110.66
	400	110.97	110.93	111.01		111.09	111.20
	600	111.45	111.44	111.51		111.62	111.69
	800	111.92	111.90	111.94		112.06	112.11
	977				112.29		
	1000	112.26	112.29	112.33		112.46	112.48

Za protoke Korane do 200 m^3/s provedeni su hidraulički proračuni za potpuno otvorene ustave. U ovom slučaju, pod uvjetom da je protok Kupe manji od 200 m^3/s , za protoke Korane do graničnog protoka od oko 110 m^3/s cjelokupni protok Korane teče kroz upusnu ustavu, postojećim koritom rijeke Korane, te kroz ispusnu ustavu u rijeku Kupu, dok je protok kroz prokop Korana-Kupa jednak nuli. Za protoke Korane veće od graničnog, dio protoka Korane teče prokopom Korana-Kupa a dio

kroz upusnu ustavu i postojećim koritom rijeke Kupe. Hidrauličkim proračunom određuje se protok koja teče kroz prokop Korana-Kupa, a rezultati ovise o protoku Kupe koji utječe na nizvodni rubni uvjet tečenja u prokopu Korana-Kupa. Sljedeća slika i tablica prikazuju rezultate ovih proračuna.



Protoci kroz prokop Korana-Kupa za otvorenu ustavu za razne kombinacije protoka Korane i Kupe

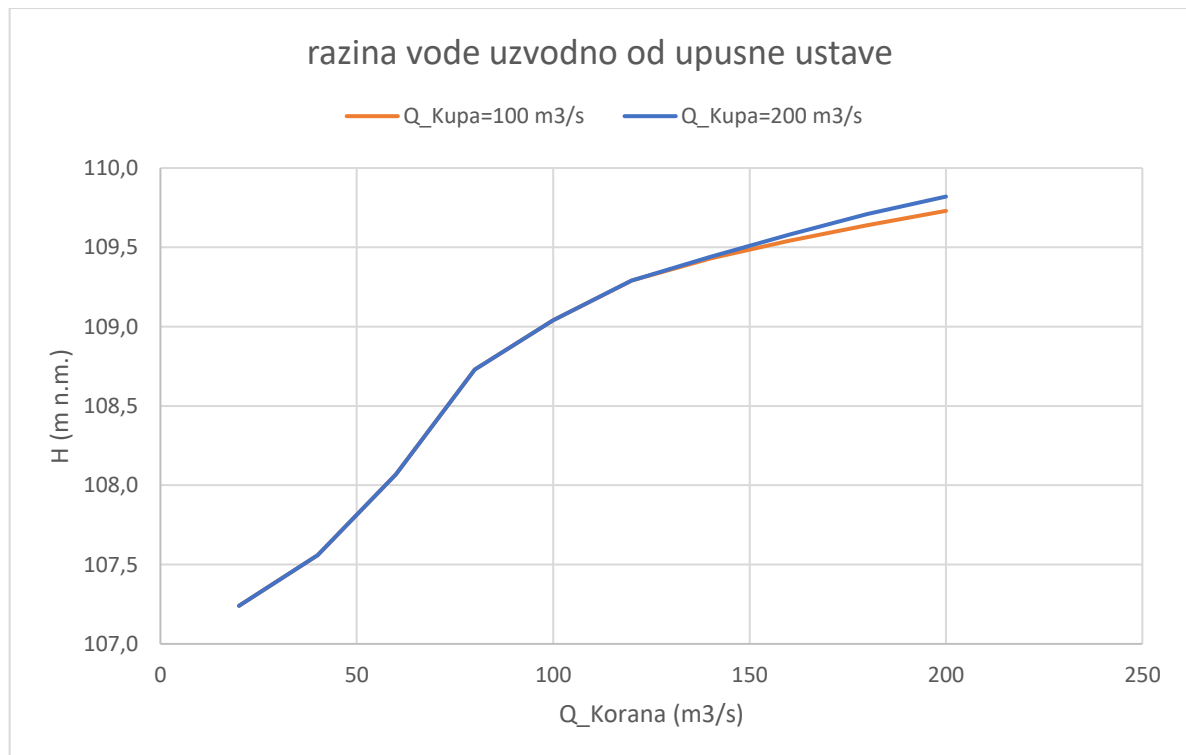
Protoci kroz prokop Korana-Kupa za otvorenu ustavu za razne kombinacije protoka Korane i Kupe:

Otvorena ustava		Q_Kupa (m3/s)			
		100	200	500	1000
Q_Korana (m3/s)	100	0	0	21	100
	120	2	2	40	120
	140	10	10	64	137
	160	22	26	85	151
	180	35	46	106	166
	200	51	68	127	183

Pri istom protoku Korane razdioba tog protoka između prokopa Korana-Kupa i Korane nizvodno od ustave ovisi o protoku Kupe, što je potrebno uzeti u obzir pri upravljanju ustavama. Trenutak zatvaranja ustava ne ovisi samo o protoku Korane nego i o protoku Kupe. Općenito, preporučuje se izrada upravljačkog modela i upravljačkih kriterija kojima će se definirati optimalno postupanje s ustavama u funkciji mjerenih vodostaja na vodomjernim postajama.

Za kompletnu sliku funkcioniranja upusne ustave, modelirani su protoci Korane do 100 m3/s. U tim slučajevima cjelokupni protok Korane teče kroz upusnu ustavu i nizvodno Koranom. Donju vodu nizvodno od

upusne ustave kontrolira prag u Korani na stacionaži 3438. Sljedeća slika prikazuje protočnu krivulju za otvorenu upusnu ustavu za protoke Korane do 200 m³/s, za protoke Kupe od 100 m³/s i 200 m³/s. Utjecaj protoka Kupe se očituje tek za protoke Koane veće od 150 m³/s.



Projektant:

Robert Alar, dipl.ing.građ.

3.2. Proračun mehaničke otpornosti i stabilnosti

3.2.1. Armiranobetonske konstrukcije

Ovim proračunima dokazuju se mehanička otpornosti, trajnost, uporabivost i lokalna stabilnosti predmetnih građevina i njihovih elemenata. Ovim proračunom je obrađena Upusna ustava i izlazna armirano betonska građevina sa krilnim zidovima.

Dokazi globalne stabilnosti okolnog tla, naponsko – deformacijske analize, analize procjeđivanja tj. hidrauličke stabilnosti tla nisu sastavni dio ovog poglavlja.

Analiza opterećenja napravljena je za karakteristične projektne situacije, zatvorena zapornica, maksimalna voda sa njene uzvodne strana i djelovanje uzgona sa donje strane temeljne ploče, bočnog tlaka tla i vode. S obzirom na simetričnu geometriju i na to da je sa prednje i stražnje strane ustava zbog svoje geometrije ne opterećena, promatrati će se samo vertikalno i bočno djelovanje opterećenja mehanizacijom tijekom gradnje i eksploatacije. Promatrana je i situacija djelovanja potresa okomito na smjer zidova upusne ustave. Zbog značajne krutosti zidova u smjeru svoje ravnine djelovanje potresa za taj smjer nije mjerodavno za dimenzioniranje armirano betonskih elemenata. Kombinacije opterećenja, rezultati proračuna unutrašnjih sila te proračuni graničnog stanja nosivosti i graničnog stanja uporabivosti obrađeni su na 3D modelu građevine. Mjerodavno

vertikalno opterećenje je prometno opterećenje, dozera gusjeničar ukupne mase 40 t, kamion kiper s četiri osovine, ukupne mase 50 t čiji je opterećenje detaljno definirano u poglavlju e) prometno opterećenje. Na tlocrtno isturenoj konzolnoj ploči predviđa se smještanje tipskog kontejnera kao gotovog proizvoda u koji će se smjestiti elektrotehnička oprema i oprema za upravljanje. U kontejneru nije predviđen trajni smještaj radnog osoblja.

- Tehnički propisi

Proračun je proveden prema odredbama važećih propisa te prema pravilima struke. Osnovni tehnički propis koji je korišten je važeći Tehnički propis za građevinske konstrukcije sa pripadajućim normama danim u njegovim priložima te odgovarajući propisi na koje se Tehnički propis poziva.

- Temeljne pretpostavke proračuna i modela

Proračunske pretpostavke proizlaze iz uvjeta smještaja, oblika i dimenzija građevina, pretpostavljenog načina izvedbe, karakteristika lokacije i tla, utjecaja vode te očekivanih djelovanja. Na osnovi smještaja i geometrije građevina, iznosa i raspodjele očekivanih djelovanja te parametara tla dobiveni su iznosi i raspodjele pripadajućih opterećenja te reakcija tla. Iznosi i raspodjele opterećenja pojašnjeni su za svako opterećenje ponaosob u sklopu analize opterećenja.

Pri modeliranju opterećenja i konstrukcije uvažavani su geometrijski odnosi, rubni uvjeti, očekivana točnost i kvaliteta izvođenja, važnost građevine te pouzdanost ulaznih parametara i samog proračuna.

Proračun unutrašnjih sila proveden je linearnoelastičnom analizom. Proračun je proveden računalnim programom Tower 6, programom za statičku i dinamičku analizu ravninskih i prostornih konstrukcija baziranom na metodi konačnih elemenata, dok je dio proračuna krajnjih graničnih stanja izvršen tabličnim kalkulatorom.

- Izloženost građevina, kvaliteta gradiva i zaštitni slojevi

Ovisno o uvjetima okoliša, građevine se svrstavaju u razrede izloženosti na temelju čega se definiraju minimalni kriteriji koje moraju zadovoljiti gradiva. Budući da se jedna građevina ili njezin dio može naći u različitim uvjetima okoliša tijekom svog projektiranog vijeka uporabe tj. može se svrstati pod više razreda izloženosti, mjerodavni su strožiji kriteriji. Na temelju tih kriterija i projektiranog vijeka uporabe građevine usvajaju se kriteriji za gradiva i zaštitne slojeve.

Većina elemenata predmetnih građevina je jednom stranom u kontaktu s tlom, a druga je izložena atmosferilijama i/ili utjecaju toka vode te smrzavanju, gornja ploča upusne građevine s obzirom da služi prometovanju vozila može biti izložena i djelovanju klorida. Obzirom da je mali broj elemenata predmetnih građevina izložen blažim uvjetima okoliša, za sve elemente su usvojeni jedinstveni, stroži kriteriji izloženosti:

XC4, XF3, XF4, XA1

Na temelju usvojenih razreda izloženosti i projektiranog vijeka uporabe predmetnih građevina od 100 godina, usvajaju se sljedeći kriteriji za beton:

- najmanji razred tlačne čvrstoće betona:	C30/37
- najveći vodocementni (v/c) omjer:	0,50
- najmanja količina cementa:	320 kg/m ³
- razred konstrukcije:	S4
- najmanja debljina zaštitnog sloja c_{min} :	40 mm
- nazivna debljina zaštitnog sloja $c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$:	50 mm
- usvojena nazivna debljina zaštitnog sloja c_{nom} :	50 mm
Armatura betona, rebrasta (šipke / mreže):	B 500B / B 500A

- Parametri tla

Geotehničkim projektom E-155-18-01, a na temelju provedenih istražnih i laboratorijskih ispitivanja zaključeno je da je temeljno tlo nedostatne nosivosti i odlučilo se pristupiti poboljšanju tla izvedbom jet grouting-a u zoni temeljenja. Način izvedbe i karakteristike poboljšanja tla detaljnije su opisane u navedenom projektu. Iz geomehaničkog projekta su preuzete reakcije poboljšanog temeljnog tla koje su u očekivanim vrijednostima $k_r = 5\,000 \div 6\,000 \text{ MN/m}^3$

Budući da je djelovanja opterećenja tla po bokovima gdje se građevina najvećim dijelom nalaze u kontaktu sa nasipom u kojem je glina niske plastičnosti (CL), usvajaju se sljedeće karakteristične vrijednosti:

- kohezija: $c = 10 \text{ kPa}$
- kut unutrašnjeg trenja: $\varphi = 26^\circ$

Prema hrvatskoj normi HRN EN 1997-1:2012/NA:2016, u proračunima se primjenjuje proračunski pristup 3 pa se proračunske vrijednosti parametara tla dobiju faktoriziranjem karakterističnih vrijednosti faktorom 1,25 za granično stanje nosivosti (GSN) tj. faktorom 1,0 za granično stanje uporabivosti (GSU). Stoga su proračunske vrijednosti:

- za granično stanje nosivosti: $\varphi_{d,GSN} = \arctg(\tan(\varphi_k)/1,25) = 21,3^\circ$
 $c_{d,GSN} = c_k/1,25 = 8,00 \text{ kPa}$
- za granično stanje uporabivosti: $\varphi_{d,GSU} = \arctg(\tan(\varphi_k)/1,0) = 26,0^\circ$
 $c_{d,GSU} = c_k/1,0 = 10,00 \text{ kPa}$

Prema istom geotehničkom izvještaju, zapreminska težina tla usvaja se vrijednost $\gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3$.

- Analiza opterećenja

U proračunu su analizirana sljedeća djelovanja:

- a) opterećenje vlastitom težinom konstrukcije i opreme
- b) potresna djelovanja na konstrukciju
- c) pritisak tla pri statičkim i potresnim uvjetima
- d) pritisak vode
- e) prometno opterećenje
- f) utjecaji diferencijalnog slijeganja i reakcije temeljnog tla
- g) Ostala djelovanja

a) Vlastita težina konstrukcije i opreme

Vlastita težina armiranobetonskih elemenata konstrukcije iznosi 25 kN/m^3 . Težina čeličnih elemenata iznosi **78,5 kN/m³**. Težina hidrotehničke opreme, zapornica, preuzeta je iz strojarskog projekta hidrotehničke opreme Strojarski projekt E-155-18-05, Upusna ustava i njena ukupna težina iznosi 6 000 kg. Sva težina i sile koje nastaju prilikom njene uporabe prenose se na vertikalno ubetonirane HEA 300 čelične profile koji ujedno služe i kao vodilice zapornica.

b) Potresno djelovanje

Za proračun potresnog opterećenja, potrebno je uzeti u obzir utjecaje lokalnih uvjeta temeljnog tla. Hrvatska norma HRN EN 1998-1:2011 svrstava temeljno tlo u nekoliko tipova, koje prikazuje ovdje prikazana tablica:

Tip temeljnog tla	Opis stratigrafskog profila	Parametri		
		$v_{s,30}$ (m/s)	N_{SPT} (udara/30 cm)	C_u (kPa)
A	Stijena ili druga geološka formacija poput stijene uključujući najviše 5 m slabijeg materijala na površini	> 800	-	-
B	Nanosi vrlo gustog pijeska, šljunka ili vrlo krute gline, debljine najmanje nekoliko desetaka metara, s postupnim povećanjem mehaničkih svojstava s dubinom	360-800	>50	>250
C	Duboki nanosi gustog ili srednje gustog pijeska, šljunka ili krute gline debljine od nekoliko desetaka metara do više stotina metara	180-360	15-50	70-250
D	Nanosi rahlog do srednje zbijenog nekoherentnog tla (s nešto mekih koherentnih slojeva ili bez njih), ili pretežno meko do dobro koherentno tlo	< 180	<15	<70
E	Profil tla koji se sastoji od površinskog aluvijskog sloja s vrijednostima v_s za tipove C ili D i debljinom između 5 i 20 m ispod kojeg je krući materijal s $v_s > 800$ m/s			
S ₁	Nanosi koji se sastoje od, ili sadrže, sloj debljine najmanje 10 m mekih glina/praha s velikim indeksom plastičnosti ($PI > 40$) i velikim sadržajem vode	100 (približno)	-	10-20
S ₂	Nanosi tla podložnih likvefakciji, osjetljivih glina ili svaki drugi profil tla koji nije obuhvaćen tipovima A do E ili S ₁			

Osim geometrije i parametara tla, potrebni parametri su maksimalna horizontalna i vertikalna ubrzanja temeljnog tla.

Na temelju karte potresnih područja Republike Hrvatske za povratno razdoblje od 475 godina, danoj u hrvatskoj normi HRN EN 1998-1:2011/NA:2011, određuje se poredbeno vršno ubrzanje tla a_{gR} temeljnog tla tipa A koje se primjenjuje za određivanje potresnog djelovanja u proračunu graničnog stanja nosivosti (stanja povezana s rušenjem ili drugim oblicima konstrukcijskoga sloma koja mogu ugroziti sigurnost ljudi).

Na temelju karte potresnih područja Republike Hrvatske za povratno razdoblje od 95 godina, danoj u hrvatskoj normi HRN EN 1998-1:2011/NA:2011, određuje se poredbeno vršno ubrzanje tla a_{gR} temeljnog tla tipa A koje se primjenjuje za određivanje potresnog djelovanja u proračunu graničnog stanja oštećenja (stanja povezana s oštećenjem nakon kojeg specificirani uporabni zahtjevi više nisu ispunjeni).

Za druge tipove tla, poredbeno vršno ubrzanje se dobije množenjem poredbenog vršnog ubrzanja temeljnog tla tipa A s faktorom tla S, danog u hrvatskoj normi HRN EN 1998-1:2011, ovisno o tipu elastičnog spektra odziva. Prema hrvatskoj normi HRN EN 1998-1:2011/NA:2011, primijenjen je elastični spektar odziva tipa 1, a za njega vrijednosti faktora tla S prikazuje ovdje dana sljedeća tablica:

Tip tla	S	T _B (s)	T _C (s)	T _D (s)
A	1,0	0,15	0,4	2,0
B	1,2	0,15	0,5	2,0
C	1,15	0,20	0,6	2,0
D	1,35	0,20	0,8	2,0
E	1,4	0,15	0,5	2,0

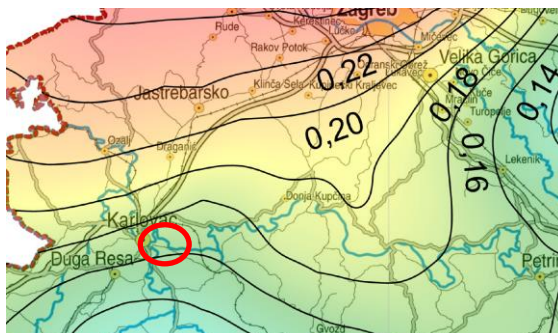
Proračunsko horizontalno ubrzanje tla se dobije iz poredbenog vršnog ubrzanja množeći ga sa faktorom važnosti građevine γ_I , danog u hrvatskoj normi HRN EN 1998-1:2011, a kojeg prikazuje sljedeća tablica:

Razred važnosti	Faktor važnosti	Zgrade
I	0,8	Zgrade manje važnosti za javnu sigurnost, npr. poljoprivredna zgrade itd.
II	1,0	Obične zgrade koje ne pripadaju drugim kategorijama
III	1,2	Zgrade čija je potresna otpornost važna s obzirom na posljedice vezane s rušenjem, npr. škole, dvorane za skupove, kulturne institucije itd.
IV	1,4	Zgrade čija je cjelovitost tijekom potresa od životne važnosti za civilnu zaštitu, npr. bolnice, vatrogasne postaje, energane itd.

Proračunsko vertikalno ubrzanje tla se dobije iz proračunskog horizontalnog ubrzanja tla uvažavajući tip elastičnog spektra odziva. Prema hrvatskoj normi HRN EN 1998-1:2011/NA:2011, za elastični spektar odziva tipa 1, su dane vrijednosti parametara vertikalnog elastičnog spektra odziva prikazana u sljedećoj tablici:

Spektar	a_{vg} / a_g	T _B (s)	T _C (s)	T _D (s)
Tip 1	0,90	0,05	0,15	1,0

Donje slike prikazuju isječke iz karata potresnih područja Republike Hrvatske za predmetnu lokaciju na kojima je prikazano poredbeno vršno ubrzanje tla tipa A za povratno razdoblje od 475 i 95 godina.



a) povratno razdoblje od 475 g



b) povratno razdoblje od 95 g



Očitana vrijednost poredbenog vršnog ubrzanja temeljnog tla tipa A, zaokružena na veću vrijednost dvije decimale, za povratno razdoblje od 475 g. iznosi $a_{gR,475} = 0,16$ a za povratno razdoblje od 95 g. iznosi $a_{gR,95} = 0,08$.

Već navedenim geotehničkim izvještajem, postojeće tlo predmetne lokacije je svrstano u C tip tla pa je za predmetne građevine usvojena jedinstvena vrijednost faktora tla S i iznosi 1,15.

Za predmetne građevine usvojen je razred važnosti IV pa faktor važnosti iznosi 1,4.

Sukladno tome, proračunsko ubrzanje tla iznosi:

- za povratno razdoblje od 475 g. $a_{g,475} = \gamma_I \cdot S \cdot a_{gR,475} = 0,258$,
- za povratno razdoblje od 95 g. $a_{g,95} = \gamma_I \cdot S \cdot a_{gR,95} = 0,128$

c) Pritisak tla

Vertikalni statički pritisak tla na određenoj dubini je umnožak efektivne zapreminske težine tla i dubine, dakle, linearno promjenjiv s dubinom. U razmatranje je uzeta zapreminska težina tla i uronjena zapreminska težina tla.

Horizontalni statički pritisak tla je umnožak efektivnog vertikalnog pritiska i koeficijenta horizontalnog pritiska, dakle linearno se mijenja od nule na površini do maksimalne vrijednosti na dnu građevine.

Ovisno o mogućnosti dovoljnih pomaka i/ili rotacije konstrukcije tj. aktiviranja aktivnog tlaka i pasivnog otpora tla, horizontalni statički pritisak se računa s koeficijentom aktivnog tlaka

$$k_a = \operatorname{tg}^2(45^\circ - \varphi_d / 2)$$

i koeficijentom pasivnog otpora

$$k_p = \operatorname{tg}^2(45^\circ + \varphi_d / 2)$$

ili s koeficijentom mirnog pritiska

$$k_0 = (1 - \sin\varphi_d) \cdot (1 + \sin\beta)$$

gdje su: φ – kut unutrašnjeg trenja tla; β – nagib površine opterećujući djelujućeg tla s horizontalom.

Smanjenje aktivnog tlaka zbog utjecaja kohezije u tlu iznosi

$$\Delta\sigma_a = 2 \cdot c_d \cdot \sqrt{k_a}$$

a povećanje pasivnog otpora

$$\Delta\sigma_p = 2 \cdot c_d \cdot \sqrt{k_p}$$

Kod konstrukcija kod kojih se ne može ostvariti dovoljan pomak i/ili rotacija da bi došlo do aktivnog stanja u tlu, dodatna sila prouzročena tlakom zemlje od potresnog djelovanja se računa prema hrvatskoj normi HRN EN 1998-5:2011, a iznosi

$$\Delta P_d = \gamma_l \cdot a_{gR} \cdot S \cdot \gamma \cdot H^2 = a_g \cdot \gamma \cdot H^2$$

Prema navedenoj normi, točka djelovanja se smije uzeti u polovici visine H, međutim raspodjela opterećenja po visini nije određena.

Prijedlozi raznih autora u stručnoj literaturi po pitanju točke djelovanja variraju od H/3 do 2H/3 a raspodjele opterećenja od konstantne do krivolinijske. Ovdje se usvajaju za točke djelovanja vrijednosti H/3 i 2H/3 s pripadajućom linearnom raspodjelom opterećenja, od nule na jednom kraju do maksimuma na drugom kraju koji iznosi

$$\sigma_{\max} = 2a_g \cdot \gamma \cdot H$$

Takav dvojaki odabir rubnih vrijednosti je na strani sigurnosti iz razloga što u različitim proračunskim situacijama različite točke djelovanja daju konzervativnije vrijednosti djelovanja.

Kod konstrukcija kod kojih se može ostvariti dovoljan pomak i/ili rotacija da bi došlo do aktivnog stanja u tlu ukupna sila prouzročena tlakom zemlje od statičkog i potresnog djelovanja tla se računa, prema hrvatskoj normi HRN EN 1998-5:2011, u skladu s Mononobeovom i Okabeovom formulom.

d) Pritisak vode

Djelovanje vode je izraženo kroz hidrostatički pritisak podzemne vode i vode u sklopu građevine. Linearno se mijenja s dubinom.

Pritisak podzemne vode djeluje okomito na površinu konstrukcije, jednakim iznosom u svim smjerovima.

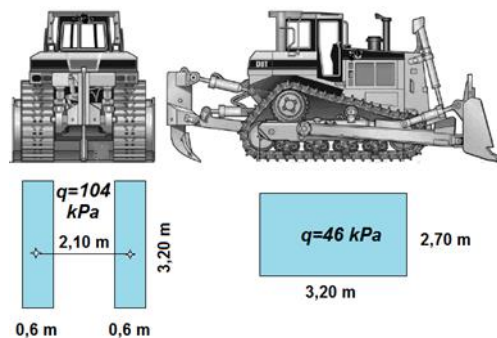
Proračunska visina vode je uzeta u visini okolnog terena krune brane što je maksimalna teoretska visina razina vode.

Hidrodinamički pritisak tj. utjecaj vodne struje nije uzet u obzir jer su učinci hidrodinamičkih pritisaka zanemarivi.

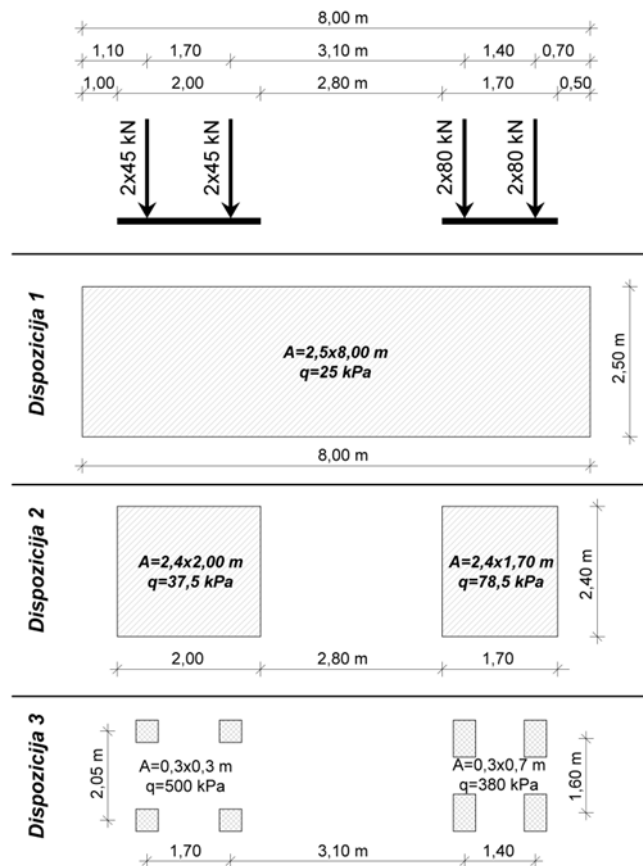
e) Prometno opterećenje

Prometnim opterećenjem je obuhvaćeno opterećenje vozila i radnih strojeva tijekom izgradnje i eksploatacije. Usvojena su dva tipa opterećenja s više dispozicija:

- realni dozer gusjeničar ukupne mase **40 t** (na skici):



- realni kamion kiper s četiri osovine, ukupne mase **50 t**. Raspodjelu i iznose djelovanja prikazuje sljedeća slika



Pretpostavljenim prometnim opterećenjem se modeliraju realna opterećenja tijekom izgradnje i eksploatacije. Pri odabiru rasporeda i iznosa opterećenja uzeto je u obzir da proračun bude pouzdan a istodobno ne bude suviše konzervativan.

Rasprostiranje prometnog opterećenja u tlu je uzeto u obzir, pod pretpostavkom linearne promjene opterećenja pod kutom rasprostiranja 2:1 i to u samo jednom smjeru. Pretpostavka je na strani sigurnosti a nije suviše konzervativna.

Iznos opterećenja na dubini z iznosi:

$$q(z) = q_{pov} \cdot b / (b+z)$$

gdje su: q_{pov} – opterećenje na razini tla; b – duljina opterećene površine na razini tla.

Raspodjela opterećenja po dubini po danom izrazu je kvadratna a usvojena je linearna, od maksimalne vrijednosti na površini do minimalne na dnu građevine, što je na strani sigurnosti.

Horizontalna opterećenja u tlu od prometnog opterećenja dobiju se umnoškom vertikalnog opterećenja s koeficijentom mirnog pritiska.

Rasprostiranje koncentriranog prometnog djelovanja pod kutem od 45° , do neutralne osi u AB konstrukciji, je također uzeto u obzir.

Opterećenje kočenja i pokretanja vozila nisu uzeta u obzir zbog malih manevarskih brzina vozila pri izgradnji i eksploataciji građevina.

f) Utjecaj diferencijalnog slijeganja i reakcije temeljnog tla

Krutost temeljnih ploča predmetnih građevina u odnosu na krutost temeljnog tla je značajno veća pa se temeljne ploče predmetnih građevina mogu u proračunskom smislu smatrati apsolutno krutim, što je za inženjersku praksu prihvatljiva pretpostavka.

Raspodjela kontaktnog naprezanja i slijeganja temeljnog tla je izvršena u realnom omjeru krutosti konstrukcije i poboljšanog temeljnog tla.

g) Ostala djelovanja

Opterećenja vjetrom, snijegom te uporabno opterećenje nisu uzete u obzir jer njihove vrijednosti djelovanja nisu niti reda veličine osnovnih opterećenja i u praktičnom smislu nemaju utjecaj na konačne rezultate proračuna.

Temperaturno djelovanje nije propisano za ovakve građevine a još k tomu predmetne građevine su najvećim dijelom ukopane ili velikom većinom u kontaktu s tlom pa temperaturno djelovanje nije uzeto u obzir.

Kombinacije opterećenja

Od promatranih opterećenja napravljene su kombinacije opterećenja za granično stanje nosivosti (GSN) i granično stanje uporabivosti (GSU) iz kojih su odabrane mjerodavne kombinacije potrebne za dimenzioniranje konstrukcija.

Kombinacije opterećenja, parcijalni koeficijenti sigurnosti za djelovanja, materijal i otpornost te koeficijenti kombinacija proizašle su iz važećih propisa uvažavajući važnost i projektirani vijek građevina, tip konstrukcija, predviđeni način i tijek izgradnje, način uporabe i očekivano održavanje, funkcionalnost građevina, uvjete koji proizlaze iz zahtjeva opreme i instalacija, proračunske pretpostavke, itd.

- granično stanje nosivosti

U nastavku slijede kombinacije djelovanja za GSN koje će se koristiti u proračunu:

- a) stalna ili prolazna proračunska situacija (osnovna kombinacija)

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} \text{ "+" } \gamma_{Q,1} Q_{k,1} \text{ "+" } \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{0,i} Q_{k,i}$$

- b) potresna proračunska situacija

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} \text{ "+" } A_{Ed} \text{ "+" } \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

A_{Ed} podrazumijeva seizmično djelovanje u samo jednom smjeru ili zbroj seizmičnog djelovanja u glavnom smjeru i 30% seizmičnog djelovanja u okomitom smjeru.

Izvanredna proračunska situacija se ne će koristiti jer je, obzirom na tip i namjenu građevina te način i dinamiku izgradnje, izvanredno djelovanje (eksplozija, požar, udar vozila i sl.) nije vjerojatno.

- granično stanje uporabljivosti

U nastavku slijede kombinacije djelovanja za GSU koje će se koristiti u proračunu:

a) karakteristična kombinacija

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} \text{ "+" } Q_{k,1} \text{ "+" } \sum_{i \geq 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

b) česta kombinacija

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} \text{ "+" } \psi_{1,1} Q_{k,1} \text{ "+" } \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

c) nazovistalna kombinacija

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} \text{ "+" } \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

- Parcijalni koeficijenti sigurnosti i koeficijenti kombinacija

Parcijalne koeficijente sigurnosti za granična stanja nosivosti i granična stanja uporabivosti prikazuje sljedeća tablica:

Djelovanje / Granično stanje	GSN	GSU
Stalno nepovoljno	1,35	1,0
Stalno povoljno	0,9	1,0
Promjenjivo nepovoljno	1,5	1,0
Promjenjivo povoljno	0,0	0,0
Voda	1,0	1,0

Obzirom da je proračunska visina vode uzeta kao maksimalna teoretska visina razina vode, da su iznos i raspodjela hidrostatičkog opterećenja egzaktni i pouzdani, vrijednost parcijalnih koeficijenata sigurnosti je uzet 1,0.

Koeficijenti kombinacije potrebni su samo za promjenjivo opterećenje od radnih strojeva. Pri modeliranju opterećenja pri izgradnji, pretpostavka je da će radni strojevi (kamion i dozeri) moći djelovati istodobno i da će im položaj biti neovisan. Iz tog razloga, koeficijenti kombinacije ψ_0 i ψ_1 za radne strojeve su uzeti 1,0 dok je $\psi_2 = 0$.

- Kriteriji uporabljivosti i trajnosti

Prema hrvatskoj normi HRN EN 1990:2011/NA:2011, usvojen je dozvoljeni progib konstruktivnog elementa

$$w_{max} = L/250$$

Prema hrvatskoj normi HRN EN 1992-2:2013/NA:2013, usvojena je dozvoljena širina pukotine

$$w_{\max}=0,3 \text{ mm}$$

- Proračun i dimenzioniranje građevina

Na temelju gore prikazane analize opterećenja te smještaja i dimenzija građevina, dobiveni su iznosi opterećenja.

Karakteristične vrijednosti opterećenja koja se dobivaju preko koeficijenta mirnog pritiska su različite za GSU od onih za GSN iz razloga što je različit kut unutarnjeg trenja tla, posljedično i koeficijenta mirnog pritiska. U nastavku se ne daju iznosi opterećenja ga GSU već se opterećenja za GSN u pripadajućim kombinacijama opterećenja množe s omjerom koeficijenata za GSU i GSN, čime se postiže isti učinak a pojednostavljuje modeliranje.

Analiza opterećenja, kombinacije opterećenja, rezultati proračuna unutrašnjih sila te proračuni graničnog stanja nosivosti i graničnog stanja uporabivosti detaljno su prikazani za donju ploču regulacijskog okna ustave dok su za ostale elemente i građevine, radi preglednosti i sažetosti prikaza proračuna, dani ulazni podatci i krajnji rezultati.

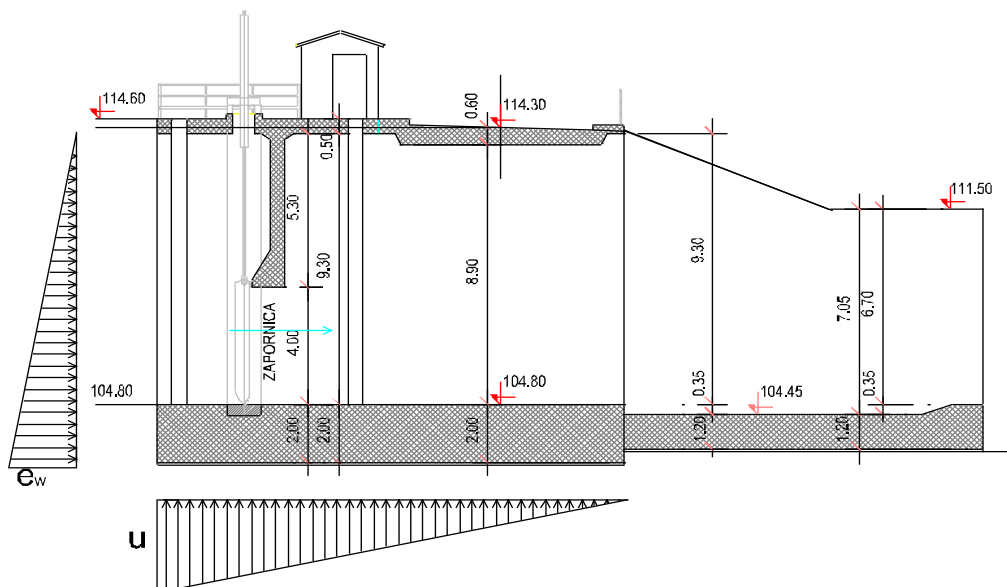
3.2.2. Upusna ustava

Stabilnost

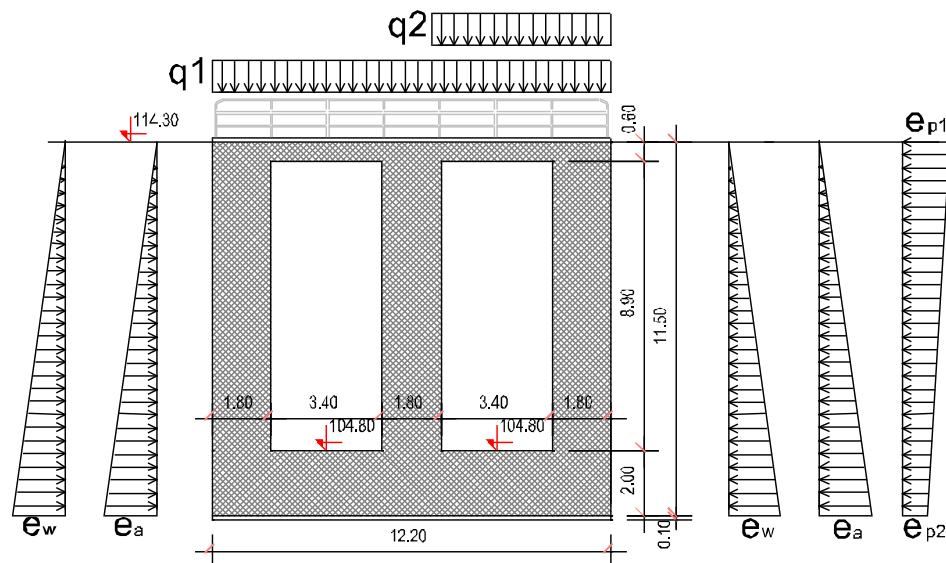
- Stalna ili prolazna proračunska situacija (osnovna kombinacija)

Za stalnu ili prolaznu proračunsku situaciju je uzeta situacija da je tlo s uzvodne strane saturirano vodom i da djeluje prometno opterećenje a s nizvodne strane je tlo ne saturirano. Takva pretpostavka je malo vjerojatna ali je na strani sigurnosti. Utjecaj kohezije je zanemaren, što je na strani sigurnosti. Iznos prometnog opterećenja uzet je u obzir s koeficijentom kombinacije 1,0 a koeficijent sigurnosti za opterećenje vodom je uzet 1,0 jer je to teoretski najveća moguća razina vode. Shema djelovanja su prikazana na donjoj skici.

Uzdužni presjek:



Karakteristični poprečni presjek:



- kohezija: $c = 10 \text{ kPa}$
- kut unutrašnjeg trenja: $\varphi = 26^\circ$

Prema hrvatskoj normi HRN EN 1997-1:2012/NA:2016, u proračunima se primjenjuje proračunski pristup 3 pa se proračunske vrijednosti parametara tla dobiju faktoriziranjem karakterističnih vrijednosti faktorom 1,25 za granično stanje nosivosti (GSN) tj. faktorom 1,0 za granično stanje uporabivosti (GSU). Stoga su proračunske vrijednosti:

- za granično stanje nosivosti: $\varphi_{d,GSN} = \arctg(\tan(\varphi_k)/1,25) = 21,3^\circ$
 $c_{d,GSN} = c_k/1,25 = 8,00 \text{ kPa}$
- za granično stanje uporabivosti: $\varphi_{d,GSU} = \arctg(\tan(\varphi_k)/1,0) = 26,0^\circ$
 $c_{d,GSU} = c_k/1,0 = 10,00 \text{ kPa}$

$$h = 9,8 \text{ m}$$

$$k_a = \text{tg}^2(45 - 21,3/2) = 0,47$$

$$k_p = \text{tg}^2(45 + 21,3/2) = 2,14$$

$$e_r = 9,8 \times 19,0 \times 2,14 = 398,47 \text{ kPa}$$

$$e_a = 9,8 \times 9 \times 0,47 = 41,46 \text{ kPa}$$

$$e_w = 9,8 \times 10 = 98,0 \text{ kPa}$$

$$e_{p1} = 25 \times 0,47 = 11,75 \text{ kPa}$$

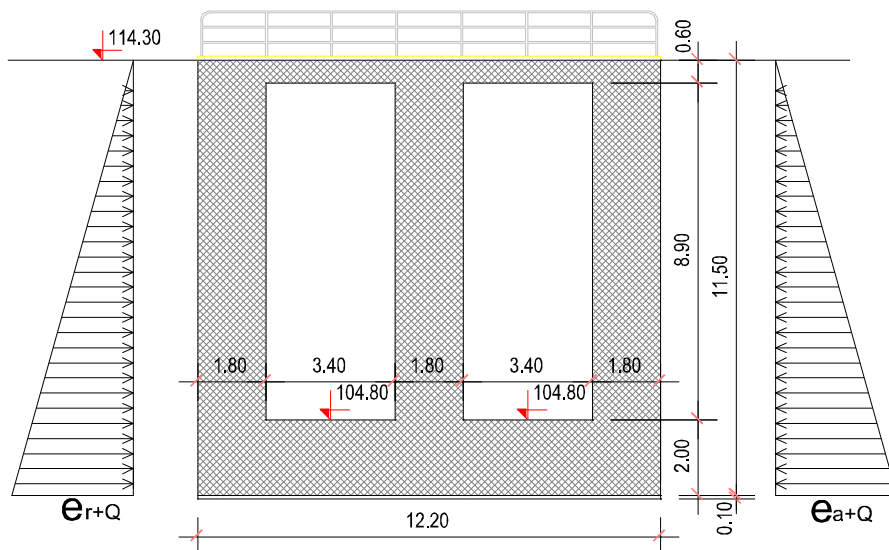
$$e_{p2} = 11,75 \times [8 / (8 + 9,8)] = 5,28 \text{ kPa}$$

$$u = 98,0 \text{ kPa}$$

- potresna proračunska situacija

Za potresnu proračunsku situaciju je uzeta situacija da je tlo s branjene strane nesaturirano vodom isto kao s vodne strane tj. da se utjecaj vode s jedne i druge strane poništava. Utjecaj kohezije je zanemaren, što je na strani sigurnosti. Shema djelovanja je prikazana na donjoj skici.

Koeficijenti aktivnog tlaka tla i pasivnog otpora prikazani su u nastavku. Navedeni koeficijenti su dobiveni prema Mononobeu i Okabeu i uključuju utjecaje statičkog i seizmičkog djelovanja tla.



$\varphi'_d = 26$ °

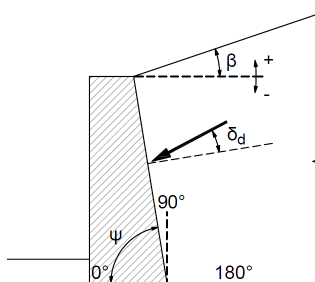
$\delta_d = 8$ °

$\psi = 90$ °

$\beta = 0$ °

$k_h = 0.258$

$k_v = 0.232$



k_h ↑ $+k_v$

$$K_{AE} = 0.7031$$

$$(1-k_v) \cdot K_{AE} = 0.5399$$

$$K_{PE} = 1.9174$$

$$(1-k_v) \cdot K_{PE} = 1.4726$$

Horizontalna komponenta seizmičkog djelovanja pozitivna

$$e_{r+Q} = 1,473 \times 9,8 \times 19 = 274,27 \text{ kPa}$$

$$e_{a+Q} = 0,540 \times 9,8 \times 19 = 100,55 \text{ kPa}$$

- **Opterećenja**

DUBINA (m)	0,00	9,80
TLO NEURONJENO (kPa)		
Statičko vertikalno	0,00	186,20
Statičko horizontalno	0,00	118,61
Seizmičko	0,00	274,27
TLO URONJENO (kPa)		
Statičko vertikalno	0,00	88,20
Statičko horizontalno	0,00	56,18
VODA (kPa)		
Vertikalno	0,00	98,00
Horizontalno	0,00	98,00
PROMETNO (kPa)		
Dozer vertikalno	46,00	46,00
Dozer horizontalno	29,30	29,30
Kamion vertikalno 1	25,00	25,00
Kamion horizontalno 1	15,93	15,93
Kamion vertikalno 2	78,50	78,50
Kamion horizontalno 2	50,00	50,00

KONSTRUKTIVNI ELEMENT: **gornja ploča upusne ustave kota +114,60**

DODATNO STALNO OPTEREĆENJE

SLOJ	MATERIJAL	SPECIFIČNA TEŽINA (kN/m ³)	DEBLJINA (m)	OPTEREĆENJE SLOJA (kN/m ²)
1.	asfaltni habajući sloj	19,00	0,050	0,950
UKUPNO $\Delta g =$				0,95

kN/m²

OPTEREĆENJE OD OPEČNOG ZIDA KUĆICE: **d = 25 cm; h = 2,8 m**
 $\Delta g = h \times \Delta g = 2,80 \times 14 \times 0,25 = 9,8 \text{ kN/m}^2$

PROMETNO OPTEREĆENJE

Dispozicija 1	A=2,5m x 8,0m	q = 25,00	kN/m²
Dispozicija 2	A=1,7m x 2,4m	q = 78,50	kN/m²
Dispozicija 3	4 x A=0,3m x 0,7m	q = 380,00	kN/m²

STATIČKI PRORAČUN – 3D MODEL

Prikaz modela:

Osnovni podaci o modelu

Datoteka: 8 Upusna građevina_9_30000+ ojačanje_twr8.twp
Datum proračuna: 15.3.2023

Način proračuna: 3D model

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

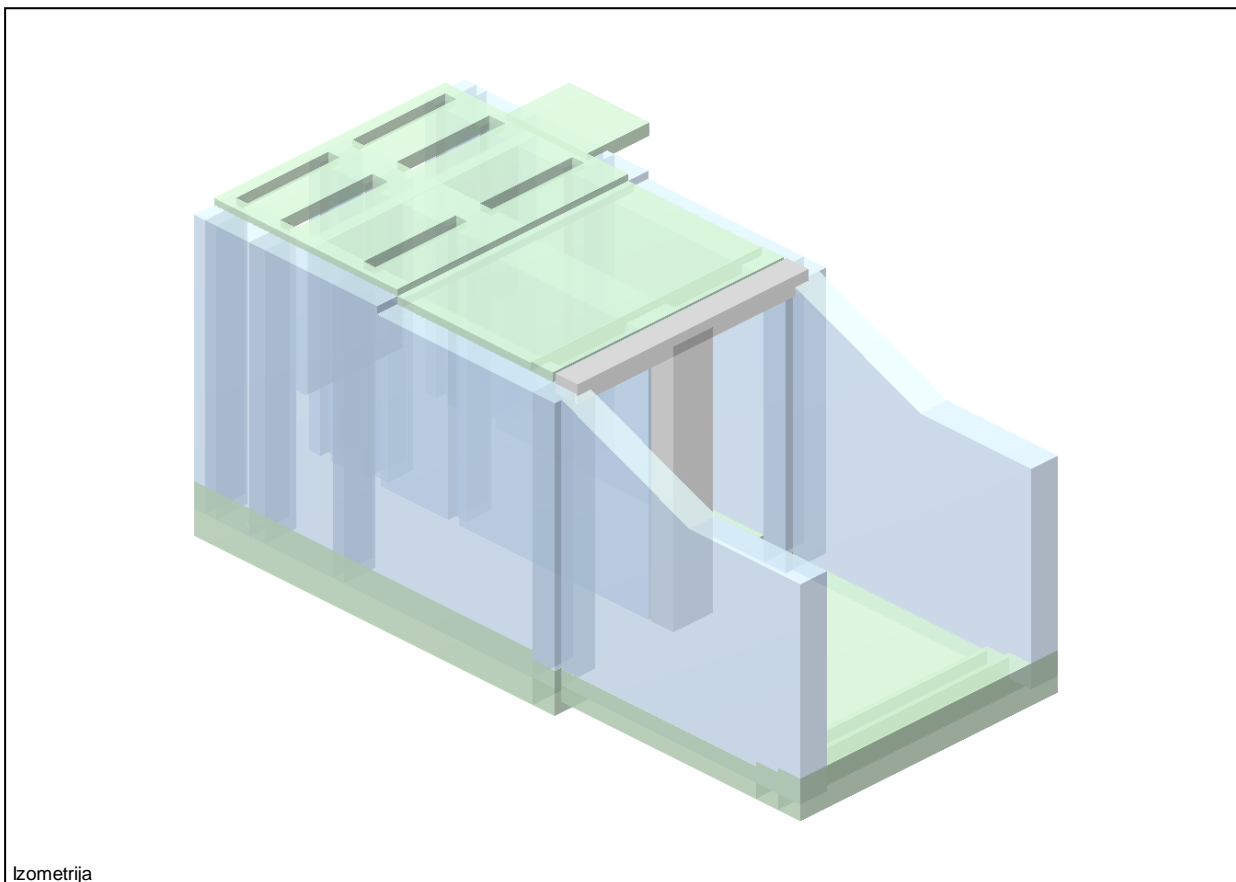
Veličina modela

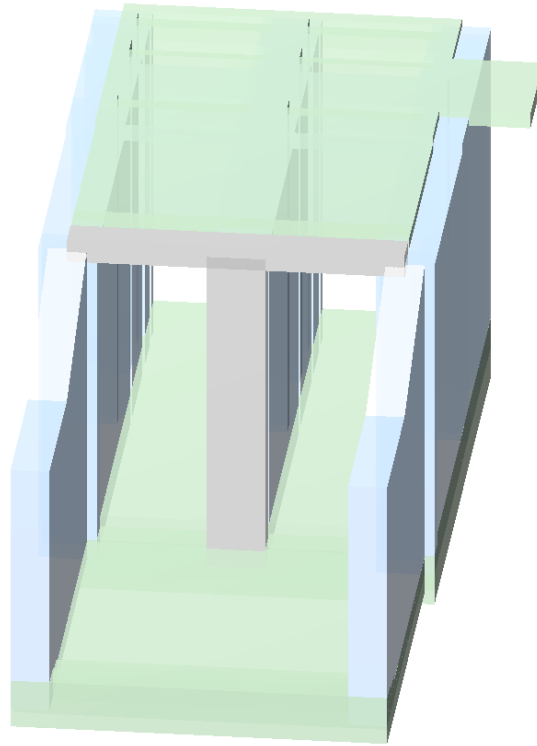
Broj čvorova: 14073
Broj pločastih elemenata: 13640
Broj grednih elemenata: 3
Broj graničnih elemenata: 41880
Broj osnovnih slučajeva opterećenja: 12
Broj kombinacija opterećenja: 25

Jedinice mjera

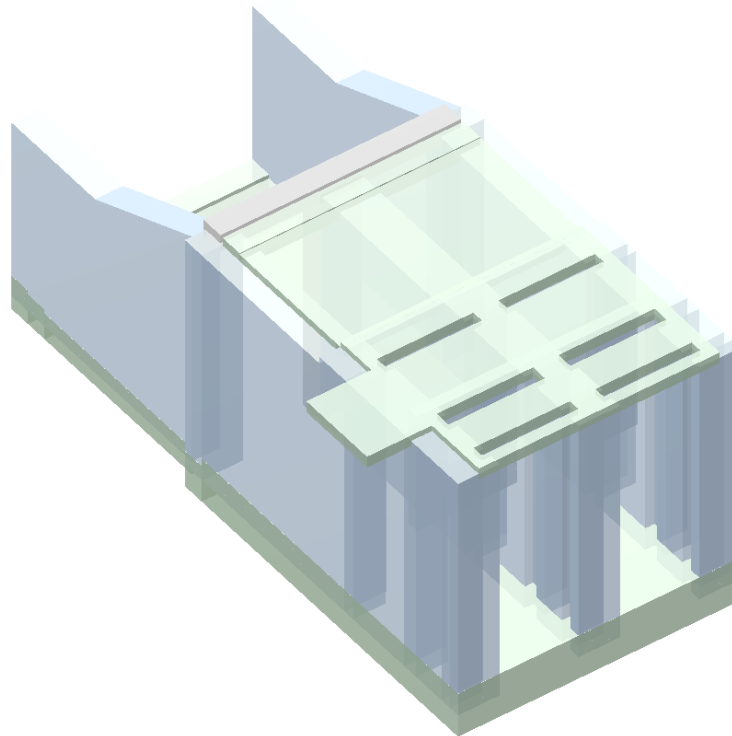
Dužina: m [cm,mm]
Sila: kN
Temperatura: Celsius

3D prikaz konstrukcije:





Izometrija



Izometrija

Ulazni podaci - Konstrukcija

Shema nivoa

Naziv	z [m]	h [m]
-------	-------	-------

ploča zapornica +114,6	10.80	0.30
ploča kolnog prelaza +114,3	10.50	10.50
temeljna ploča +104,8	0.00	

Tabela materijala

No	Naziv materijala	E[kN/m ²]	μ	γ[kN/m ³]	α[1/C]	Em[kN/m ²]	μm
----	------------------	-----------------------	---	-----------------------	--------	------------------------	----

1	C 30/37	3.300e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.300e+7	0.20
---	---------	----------	------	-------	----------	----------	------

Setovi ploča

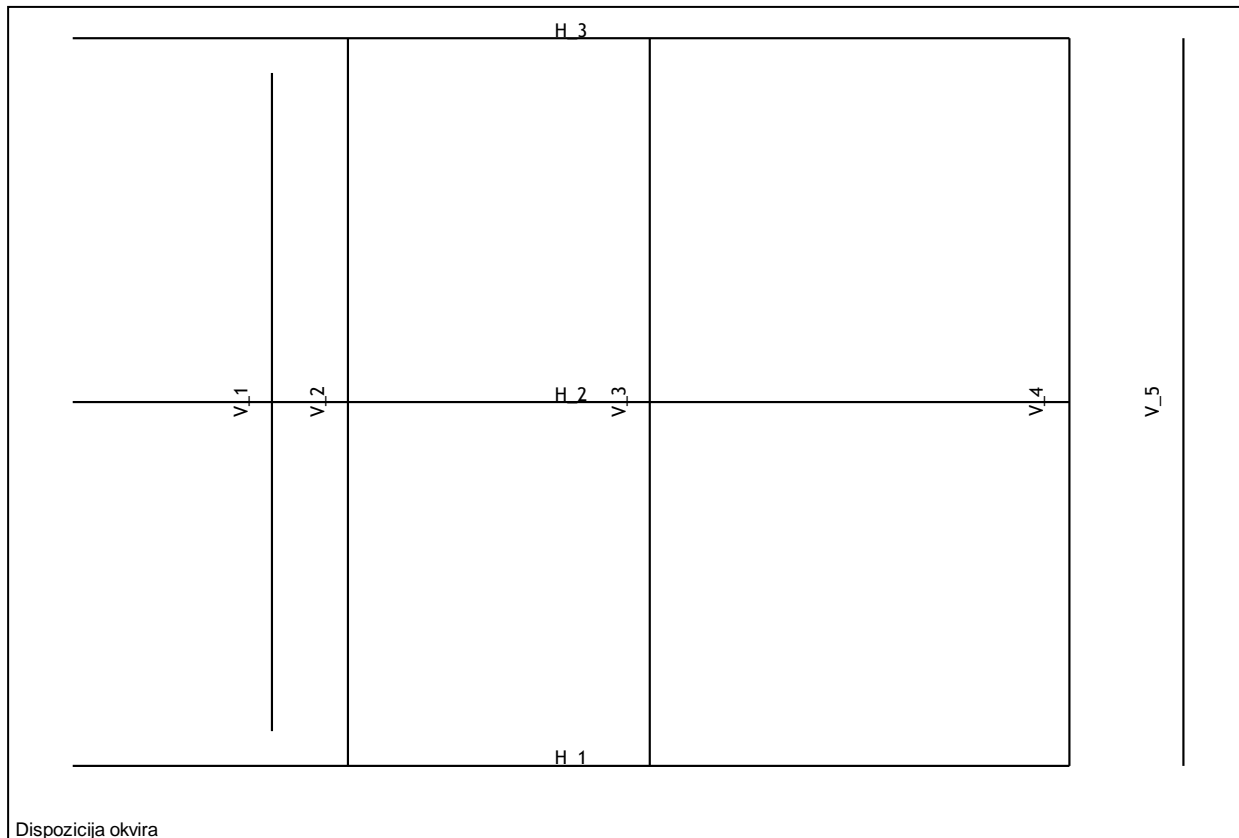
No	d[m]	e[m]	Materijal	Tip proračuna	Ortotropija	E2[kN/m ²]	G[kN/m ²]	α
----	------	------	-----------	---------------	-------------	------------------------	-----------------------	---

<1>	2.000	1.000	1	Tanka ploča	Izotropna			
<2>	0.600	0.300	1	Tanka ploča	Izotropna			
<3>	1.800	0.900	1	Tanka ploča	Izotropna			
<4>	0.500	0.250	1	Tanka ploča	Izotropna			
<5>	0.700	0.350	1	Tanka ploča	Izotropna			
<6>	1.200	0.600	1	Tanka ploča	Izotropna			
<7>	1.400	0.500	1	Tanka ploča	Izotropna			
<8>	1.400	0.900	1	Tanka ploča	Izotropna			
<9>	1.100	0.550	1	Tanka ploča	Izotropna			
<10>	1.650	0.650	1	Tanka ploča	Izotropna			
<11>	1.550	0.950	1	Tanka ploča	Izotropna			
<12>	1.375	0.775	1	Tanka ploča	Izotropna			

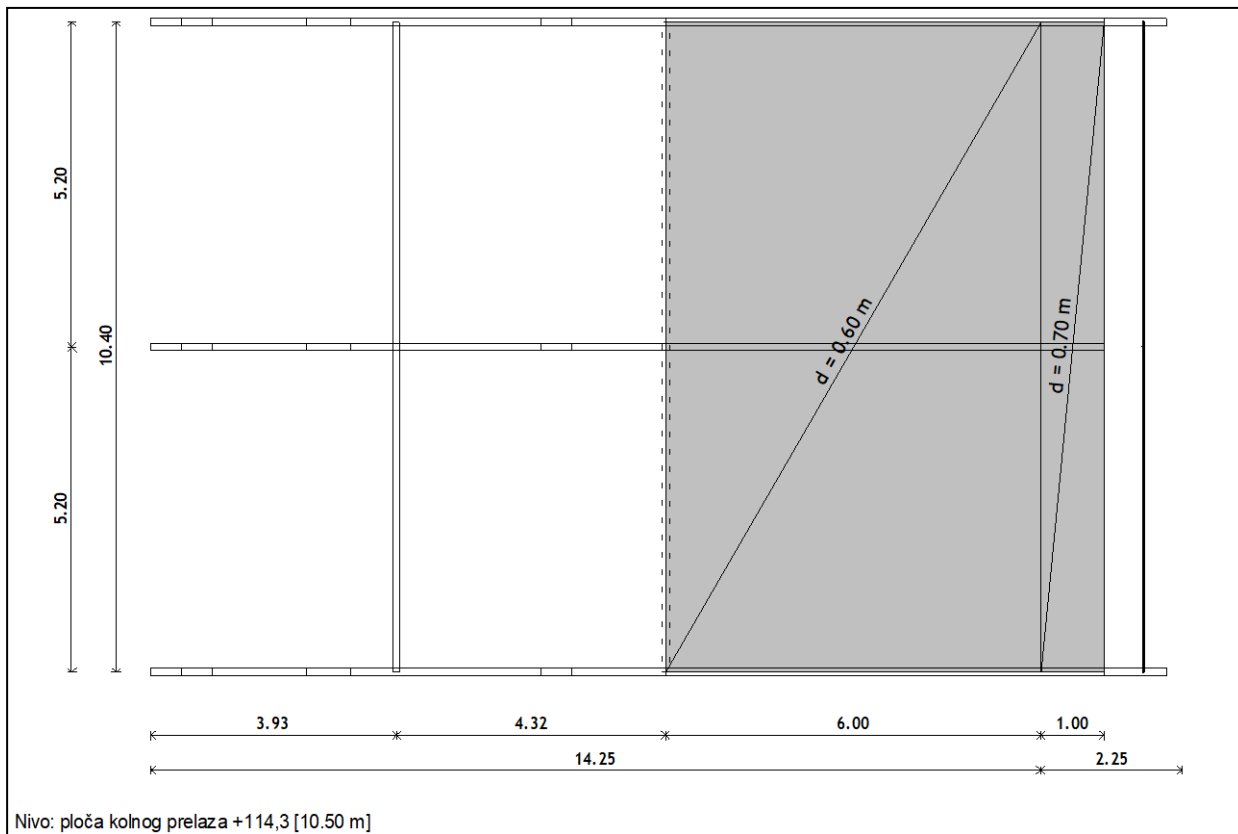
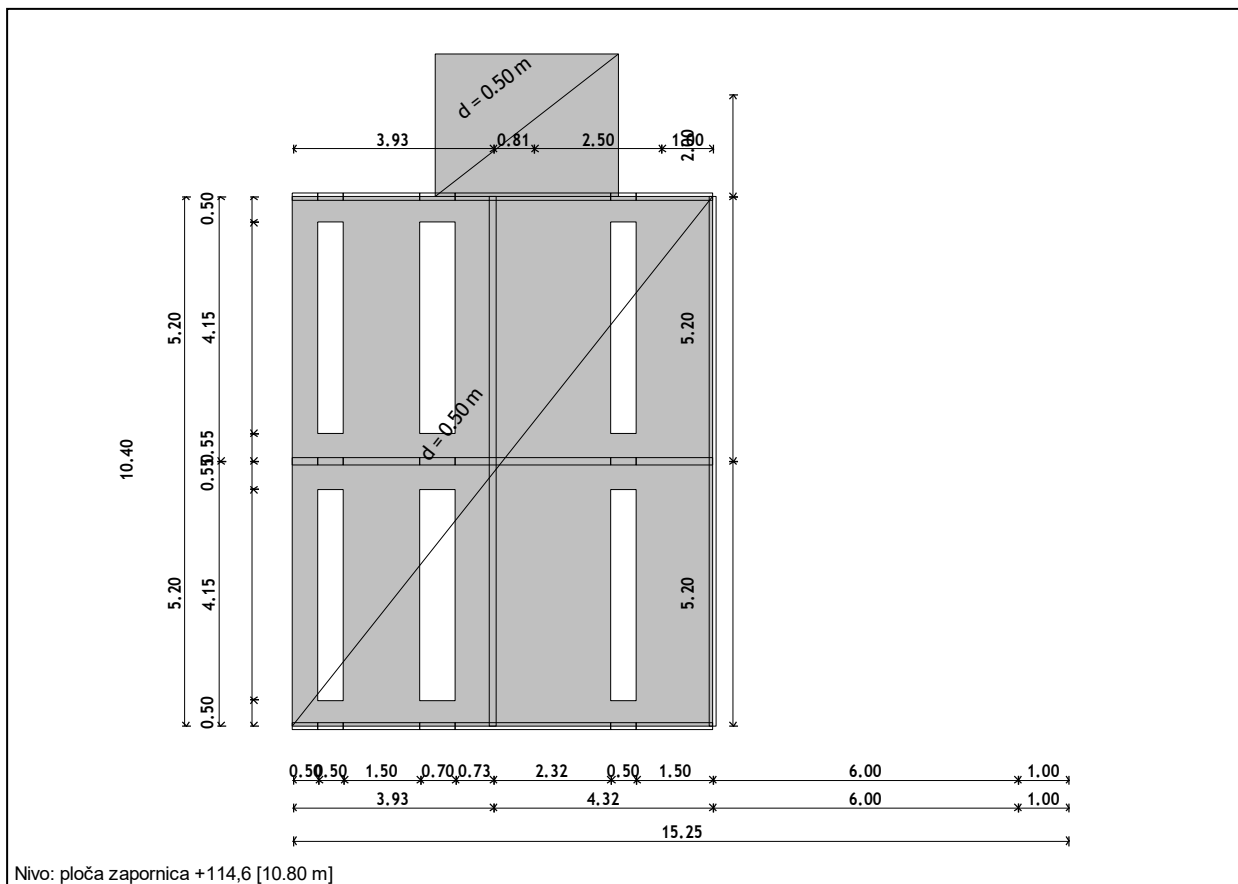
Setovi površinskih ležajeva

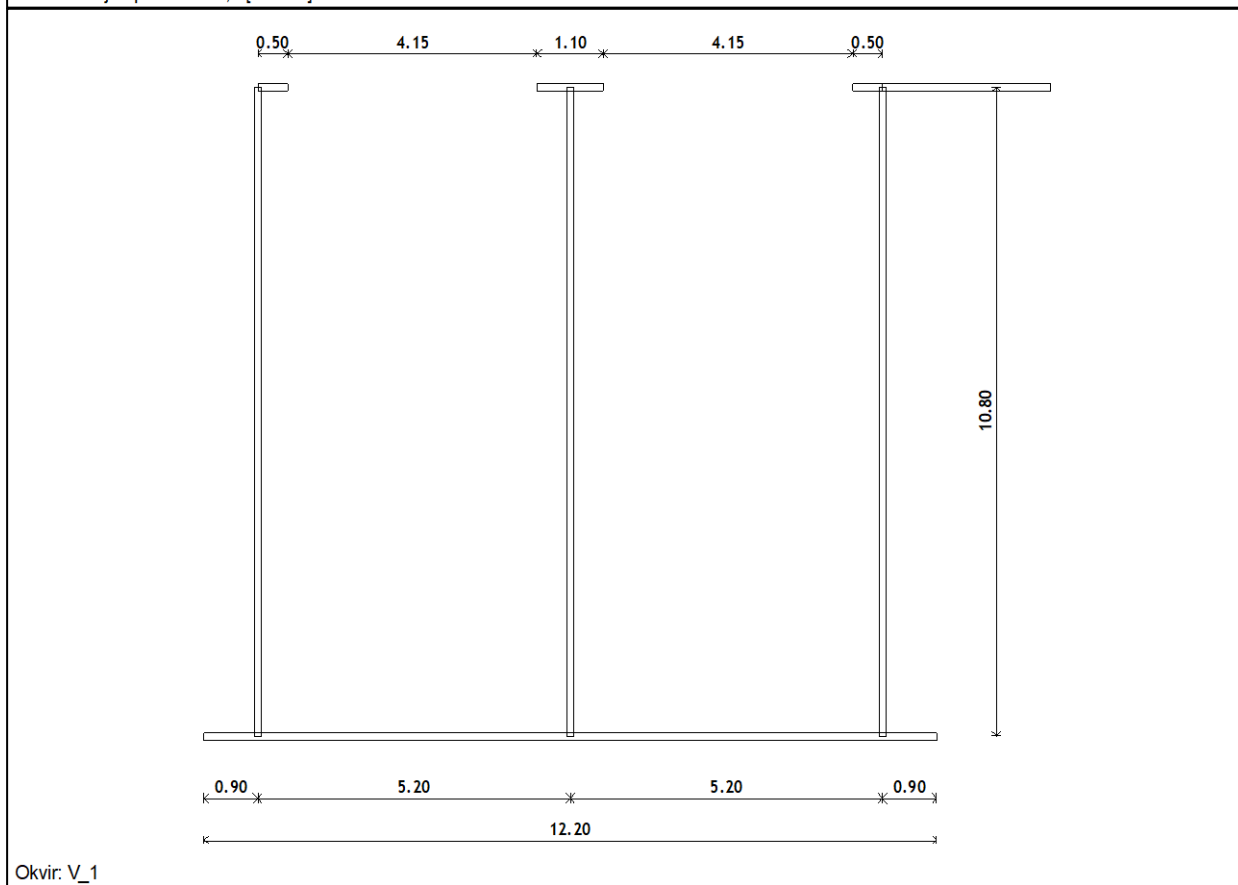
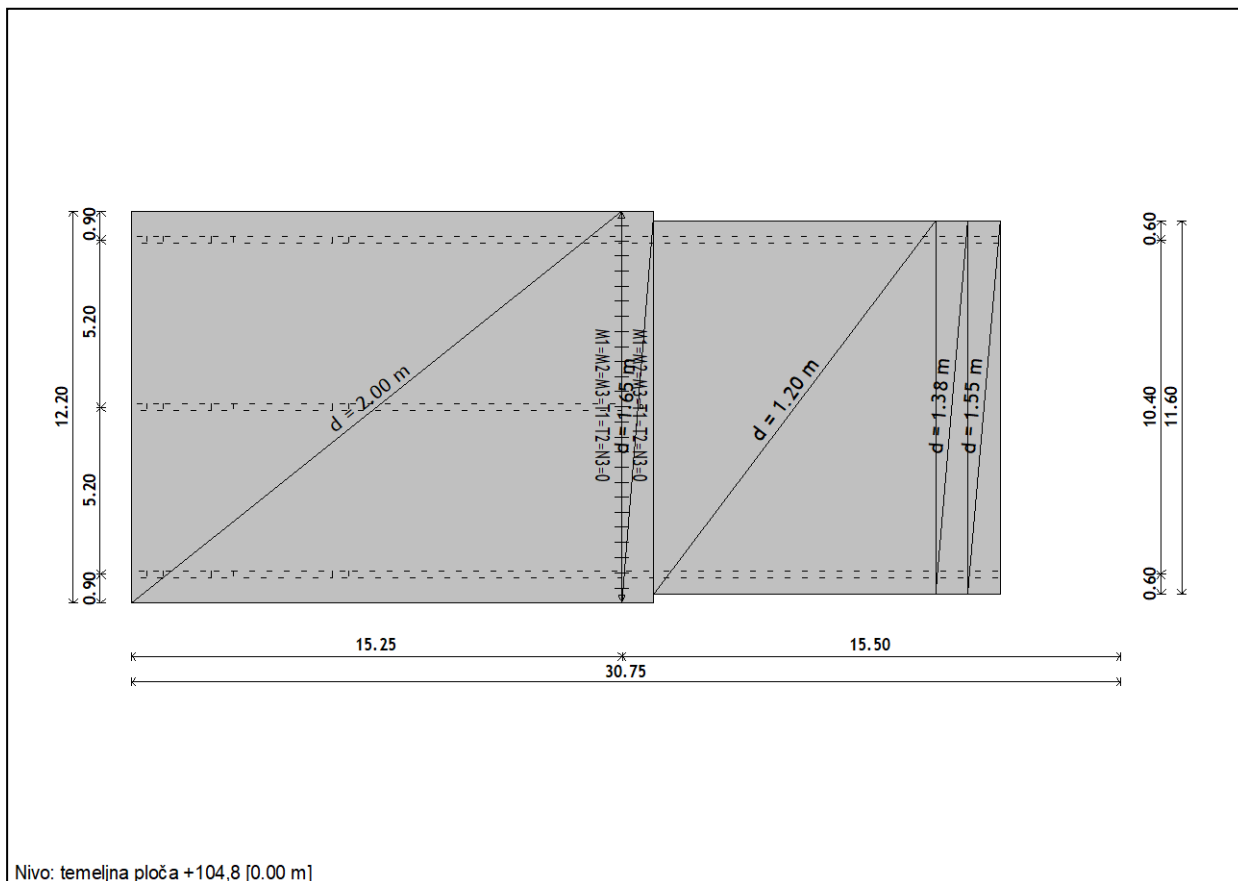
Set	K,R1	K,R2	K,R3
-----	------	------	------

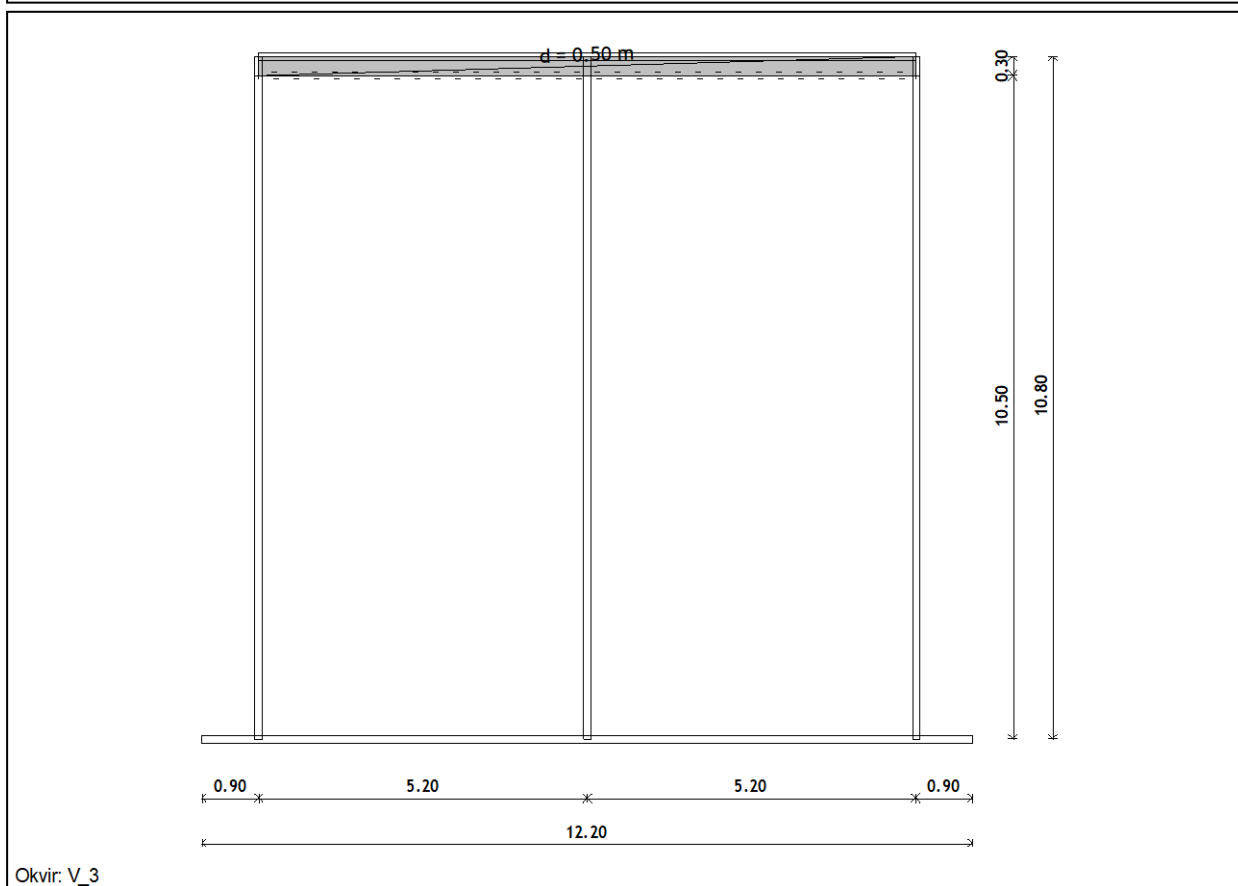
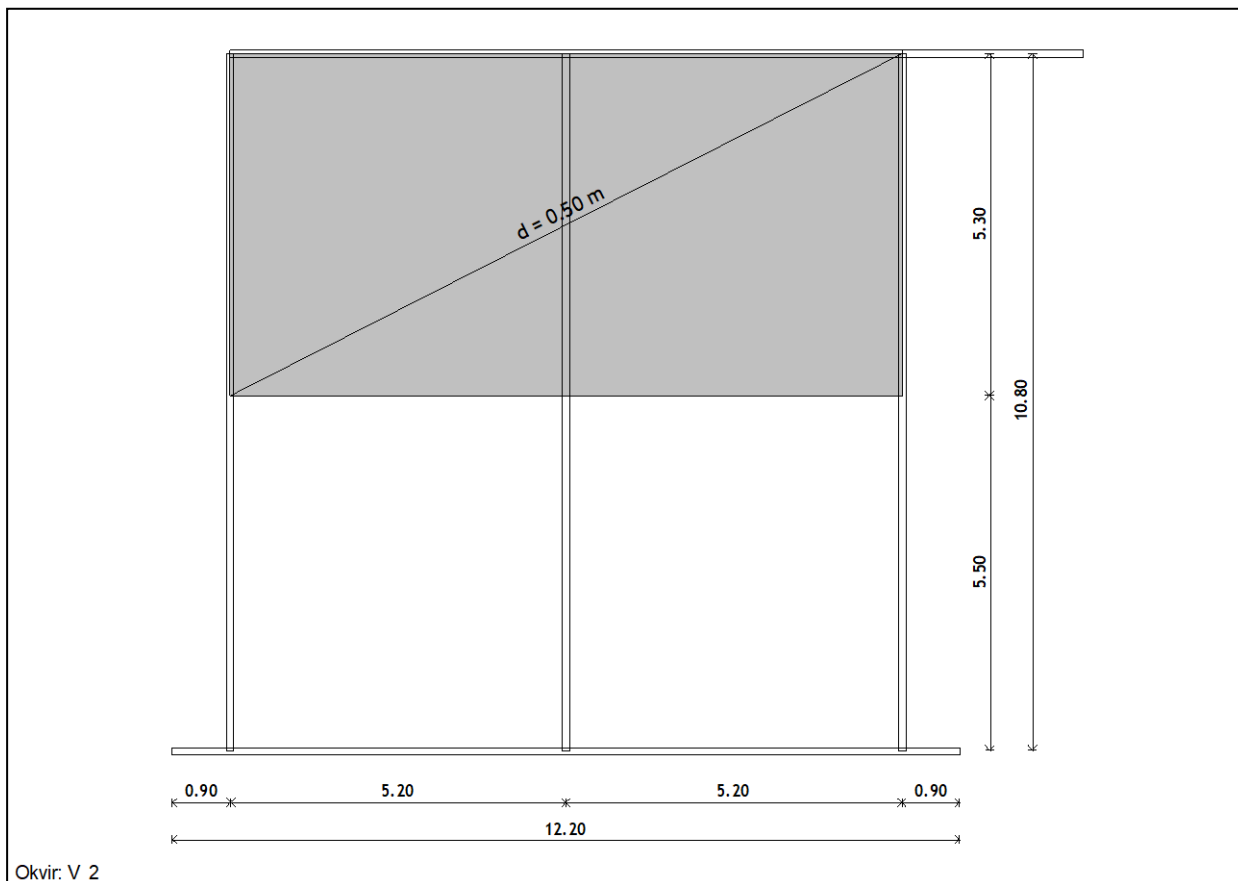
Dispozicija okvira:

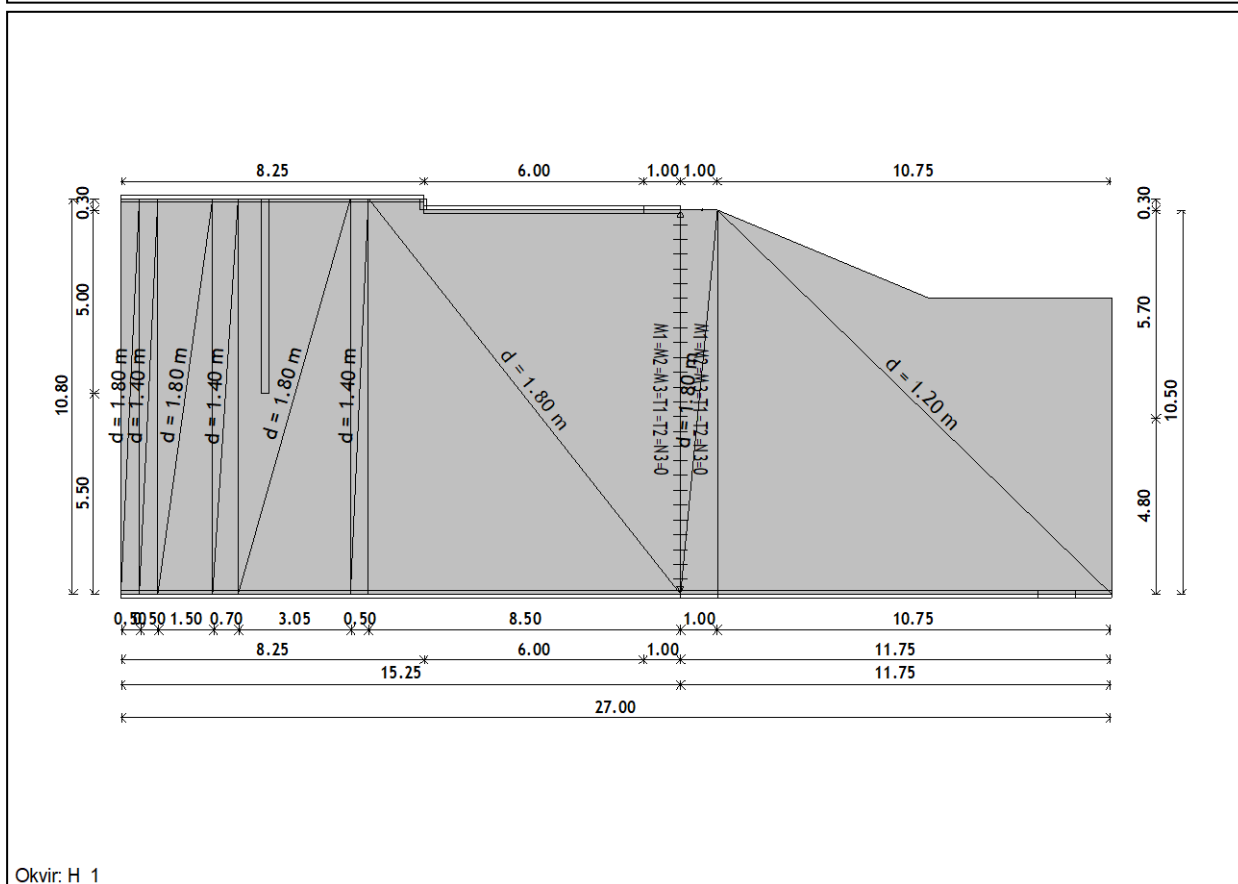
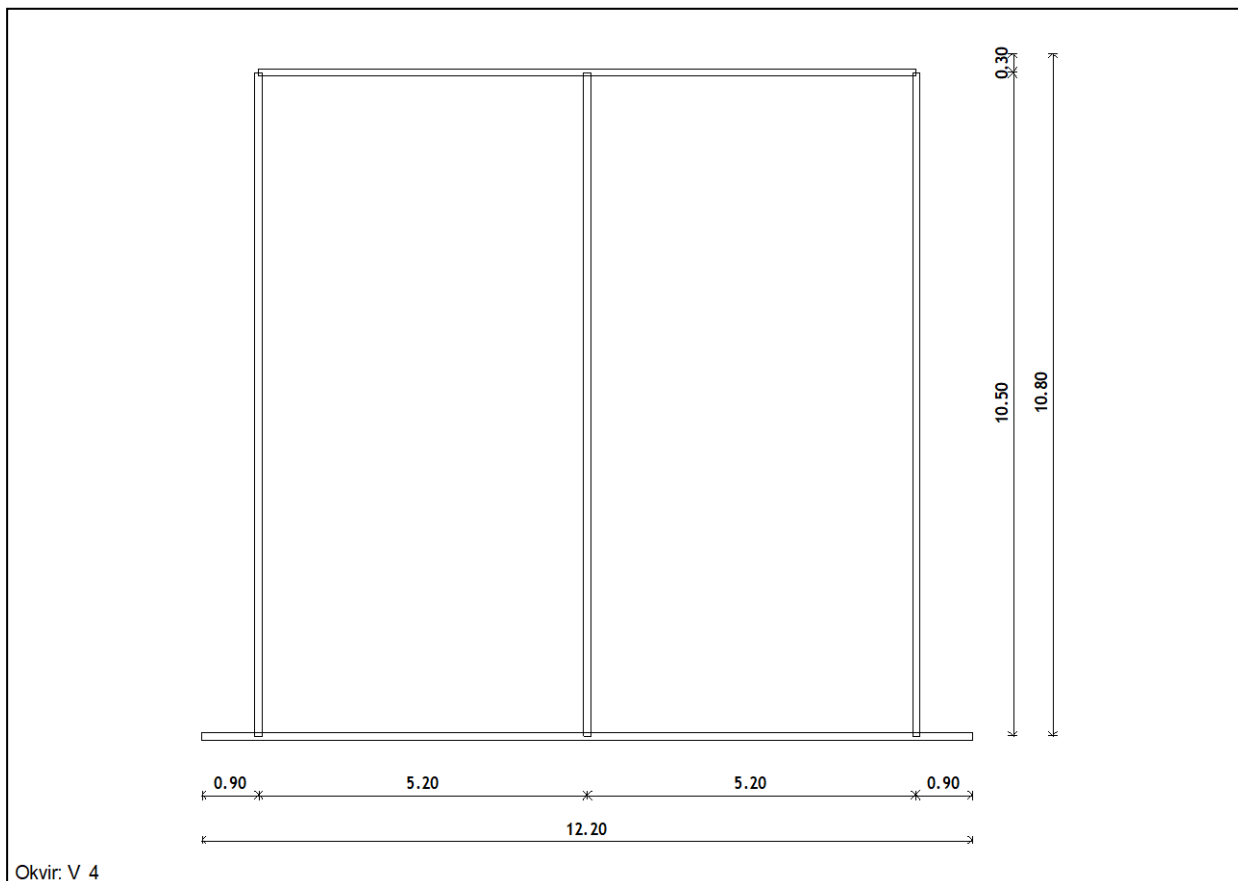


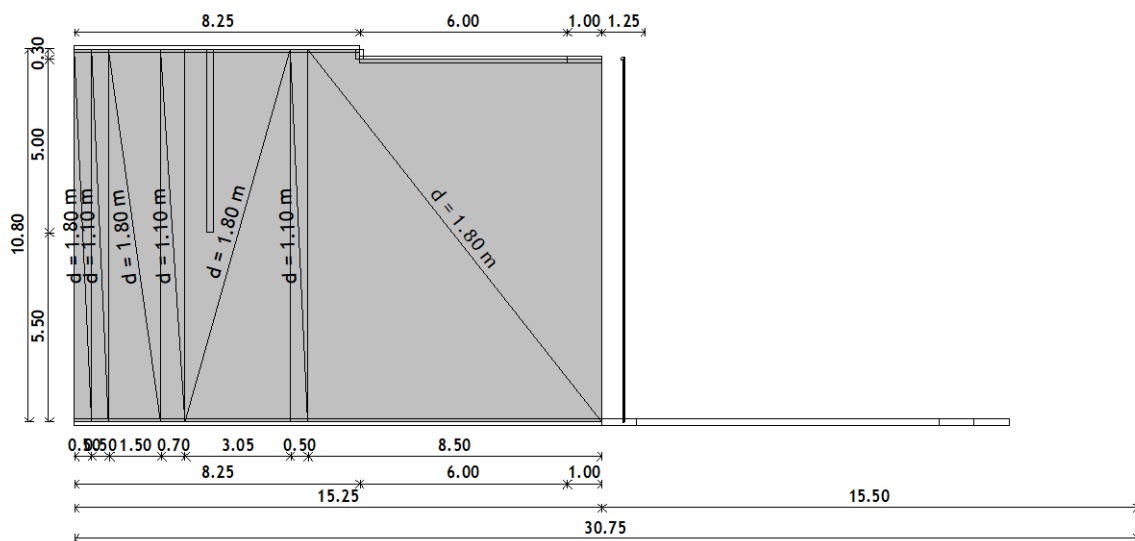
Prikaz konstrukcije po okvirima i ravninama:



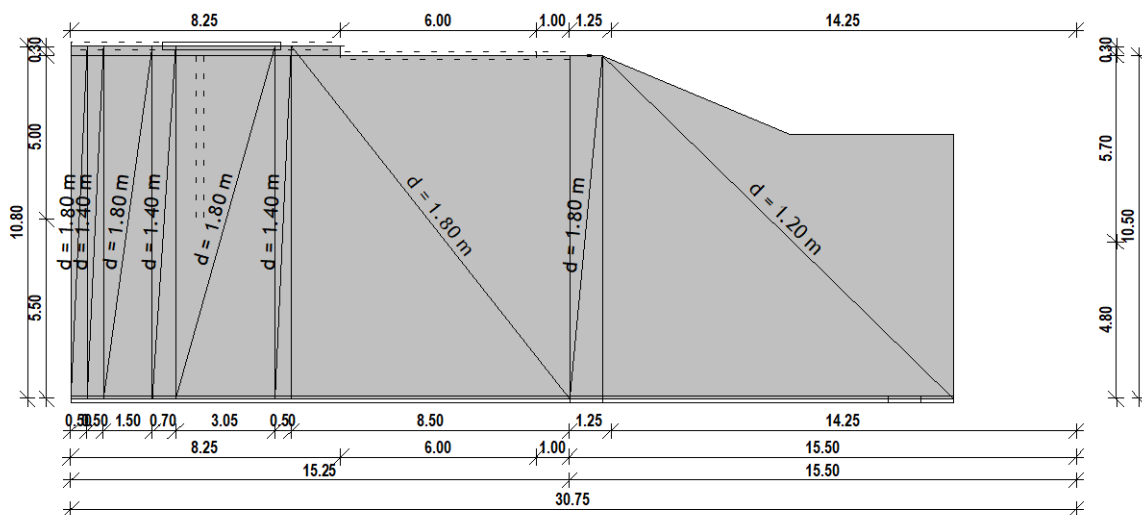






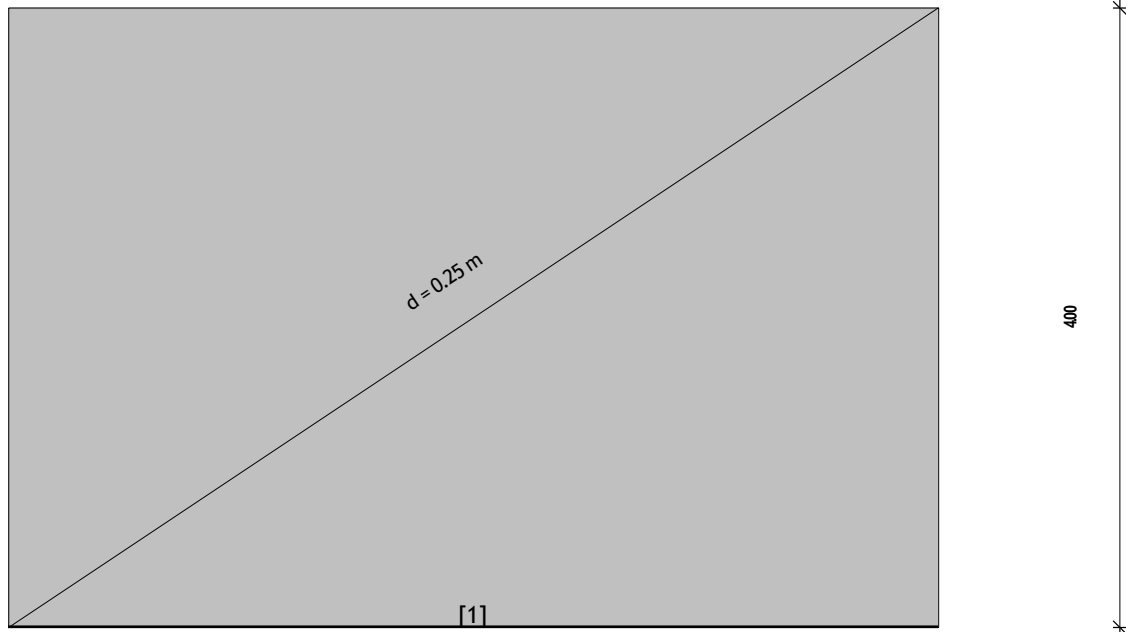


Okvir: H_2



Okvir: H_3

Opt. 1: vlastita težina (g)



Pogled: prelazna ploča
Vektorski presjeci: Ms

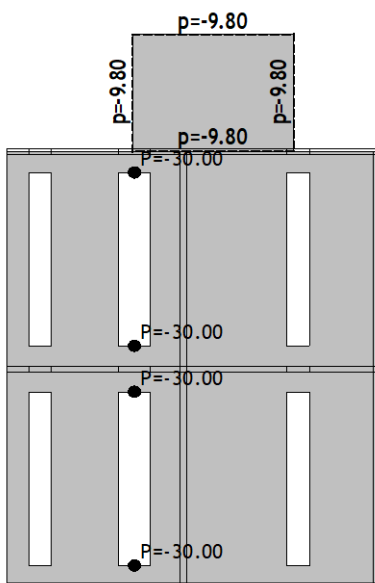
Ulazni podaci - Opterećenje

Lista slučajeva opterećenja

LC	Naziv	pX [kN]	pY [kN]	pZ [kN]
1	vlastita težina (g)	0.00	0.00	-45082.9
2	dodatno stalno	0.00	0.00	-350.21
3	opterećenje vodom	1460.68	-0.00	-31649.1
4	opterećenje vodom spuštenu zapornica	5536.68	-0.02	-4699.53
5	opterećenje tlom	0.00	3269.41	0.00
6	opterećenje prometom1	0.00	-251.56	-680.24
7	opterećenje prometom 2	-0.00	-0.00	-949.56
8	opterećenje prometom 3	-0.00	11284.7	-748.80
9	potres tlo poprečno smjer y	0.00	21670.6	0.00
10	uzgon	0.00	0.00	19283.1
11	potres x			
12	potres y			
13	Komb.: I+II	0.00	0.00	-45433.1
14	Komb.: I+II+III+V	1460.68	3269.41	-77082.2
15	Komb.: I+II+IV+V	5536.68	3269.40	-50132.6
16	Komb.: I+II+IV+V+VI	5536.68	3017.84	-50812.9
17	Komb.: I+II+IV+V+VII	5536.68	3269.40	-51082.2
18	Komb.: I+II+IV+V+VIII	5536.68	14554.1	-50881.4
19	Komb.: I+II+III+V+VI	1460.68	3017.85	-77762.4
20	Komb.: I+II+III+V+VII	1460.68	3269.41	-78031.7
21	Komb.: I+II+III+V+VIII	1460.68	14554.1	-77831.0
22	Komb.: I+0.9xII+IV+V+X	5536.68	3269.40	-30814.5
23	Komb.: 1.35xI+1.35xII+IV+1.35xV+1.5xVI	5536.68	4036.35	-67054.6
24	Komb.: 1.35xI+1.35xII+IV+1.35xV+1.5xVII	5536.68	4413.69	-67458.5
25	Komb.: 1.35xI+1.35xII+IV+1.35xV+1.5xVIII	5536.68	21340.8	-67157.4
26	Komb.: 1.35xI+1.35xII+III+1.35xV+1.5xVI	1460.68	4036.37	-94004.1
27	Komb.: 1.35xI+1.35xII+III+1.35xV+1.5xVII	1460.68	4413.71	-94408.1
28	Komb.: 1.35xI+1.35xII+III+1.35xV+1.5xVIII	1460.68	21340.8	-94107.0
29	Komb.: 1.35xI+0.9xII+IV+1.35xV+1.35xX	5536.68	4413.69	-39844.4
30	Komb.: I+II+0.3xIX+XI+0.3xXII			
31	Komb.: I+II-0.3xIX+XI-0.3xXII			
32	Komb.: I+II+0.3xIX-1xXI+0.3xXII			
33	Komb.: I+II-0.3xIX-1xXI-0.3xXII			
34	Komb.: I+II+IX+0.3xXI+XII			
35	Komb.: I+II+IX-0.3xXI+XII			
36	Komb.: I+II-1xIX+0.3xXI-1xXII			
37	Komb.: I+II-1xIX-0.3xXI-1xXII			

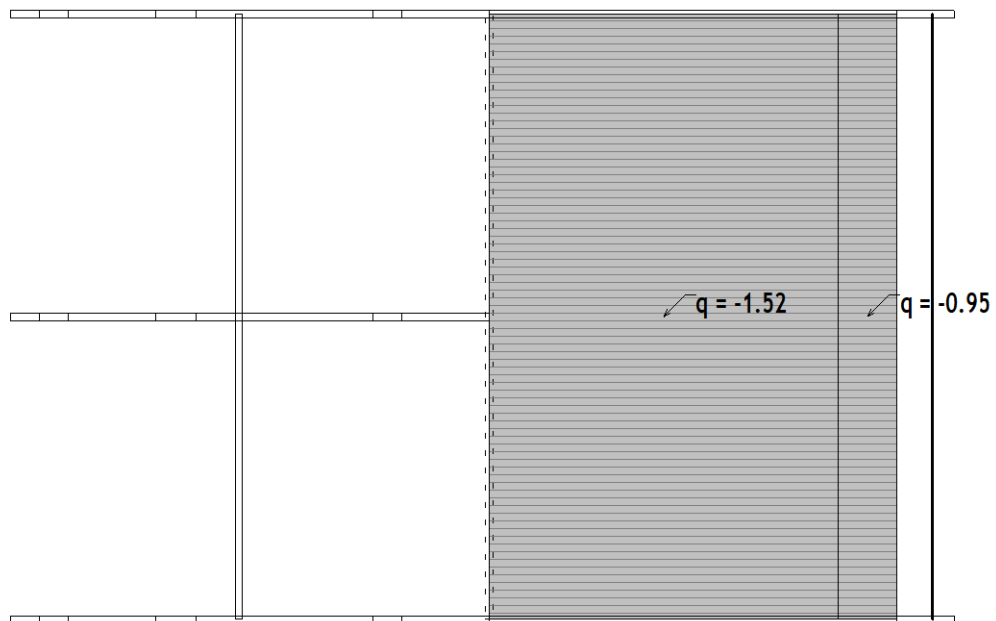
Prikaz opterećenja:

Opt. 2: dodatno stalno



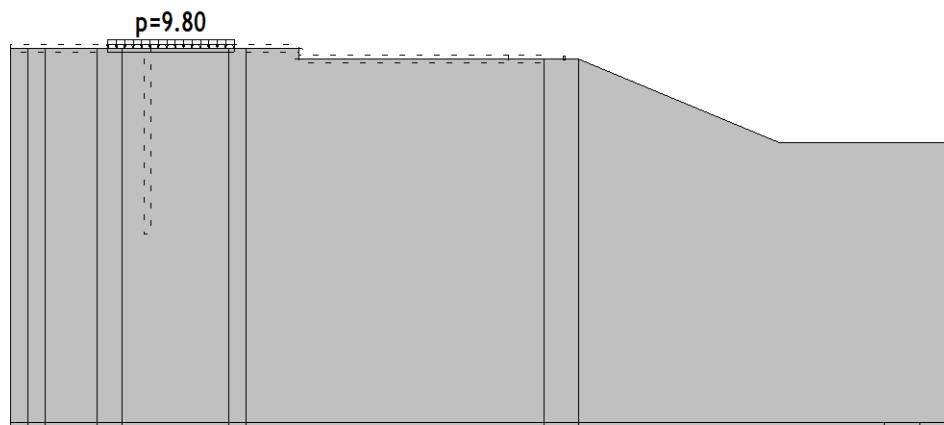
Nivo: ploča zapornica +114,6 [10.80 m]

Opt. 2: dodatno stalno



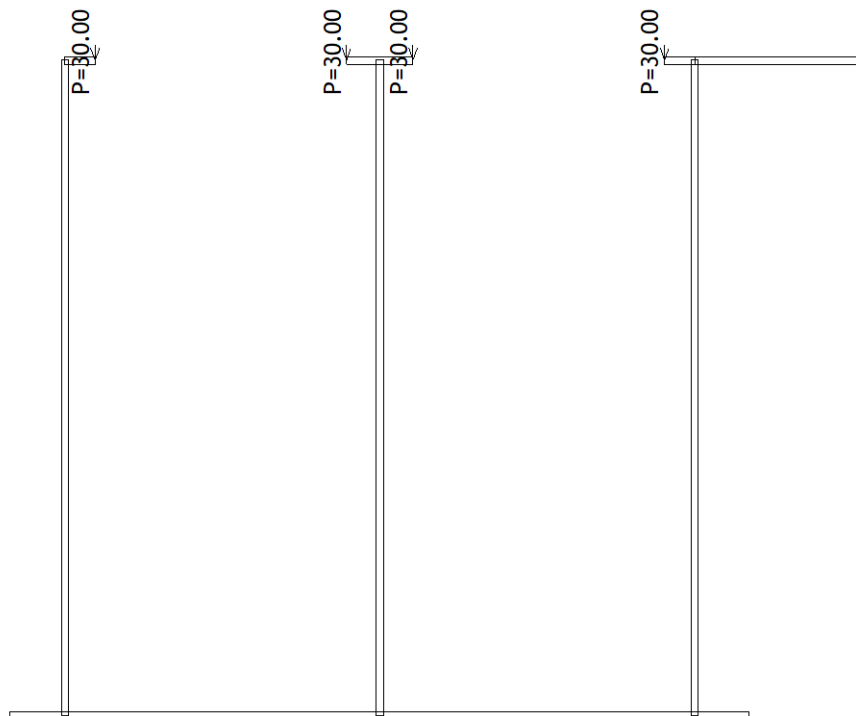
Nivo: ploča kolnog prelaza +114,3 [10.50 m]

Opt. 2: dodatno stalno



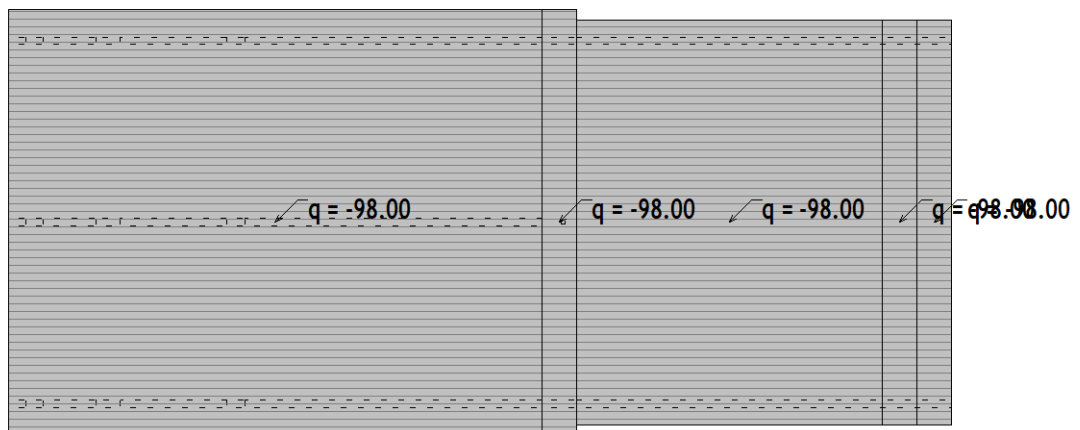
Okvir: H_3

Opt. 2: dodatno stalno



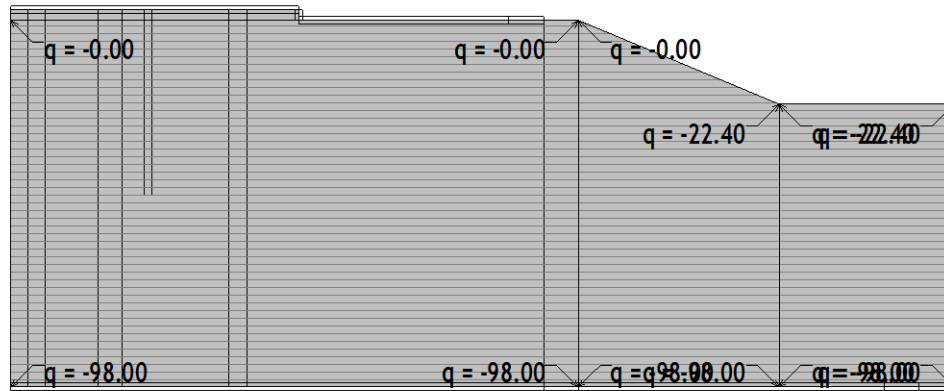
Okvir: V_1

Opt. 3: opterećenje vodom



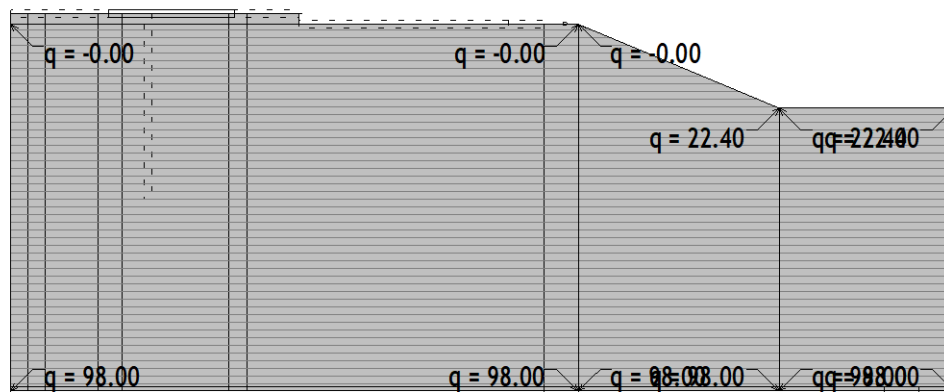
Nivo: temeljna ploča +104,8 [0.00 m]

Opt. 3: opterećenje vodom



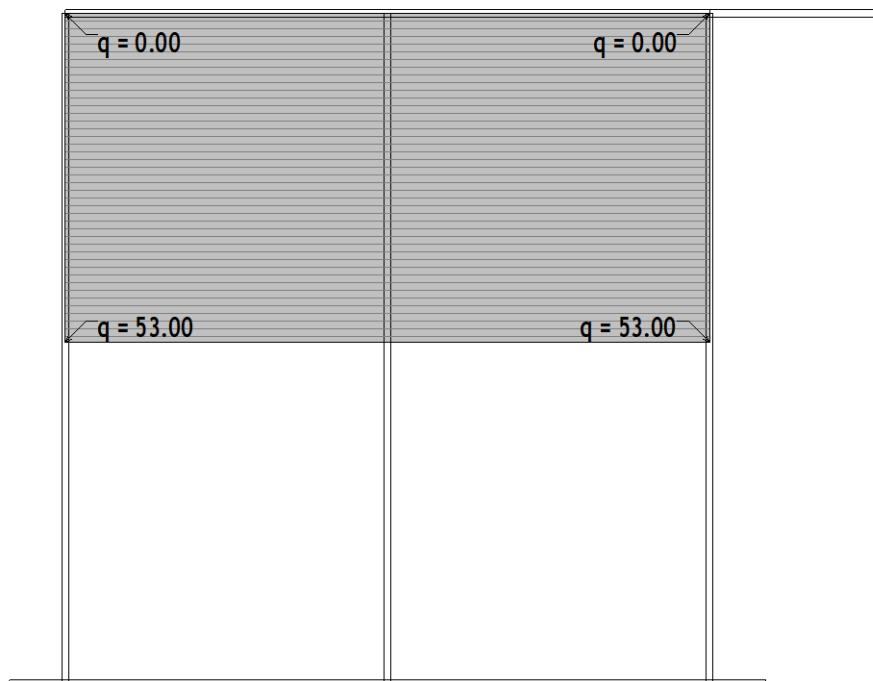
Okvir: H_1

Opt. 3: opterećenje vodom



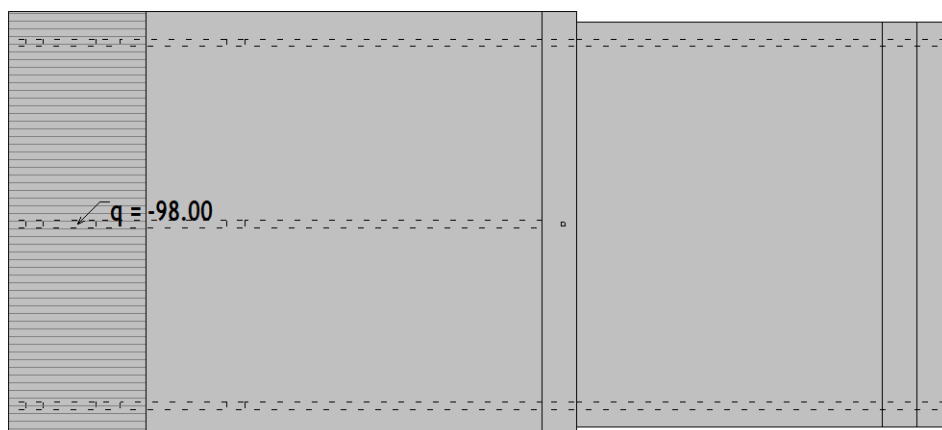
Okvir: H_3

Opt. 3: opterećenje vodom



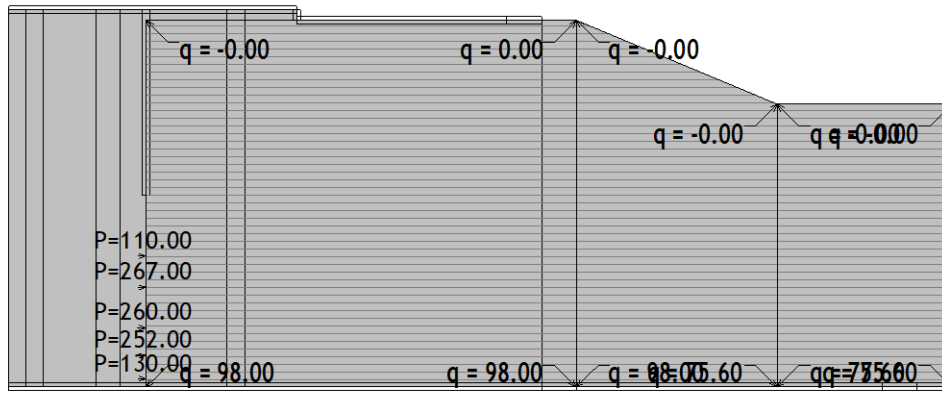
Okvir: V_2

Opt. 4: opterećenje vodom spuštenu zapomicu



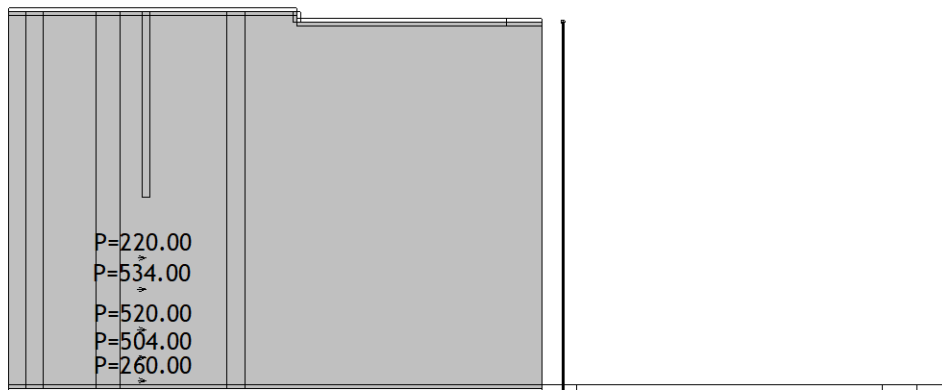
Nivo: temeljna ploča +104,8 [0.00 m]

Opt. 4: opterećenje vodom spuštena zapornica



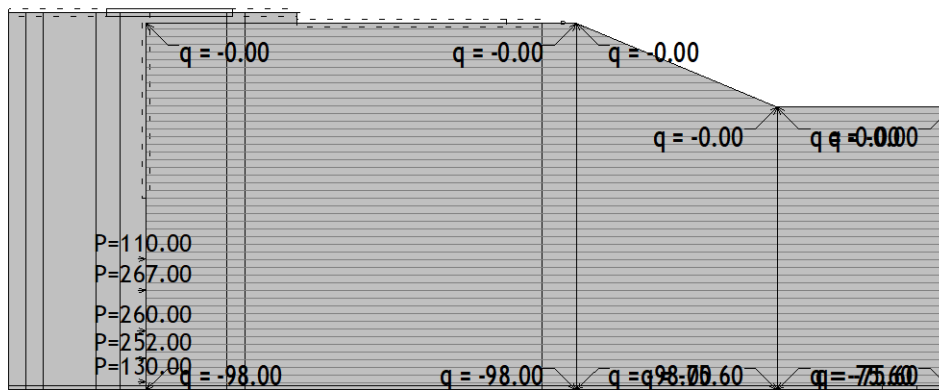
Okvir: H_1

Opt. 4: opterećenje vodom spuštena zapornica



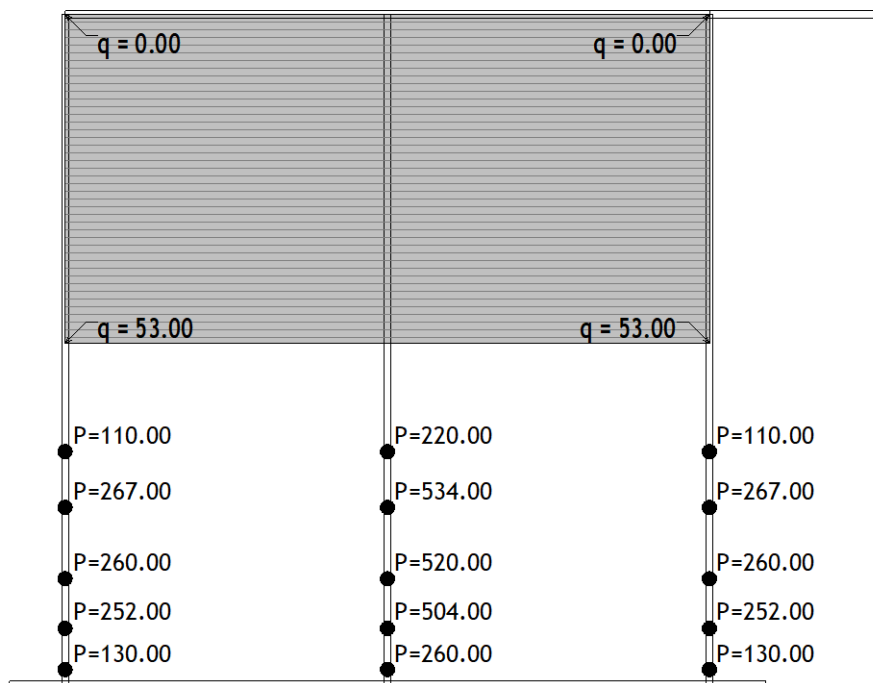
Okvir: H_2

Opt. 4: opterećenje vodom spuštenu zapomica



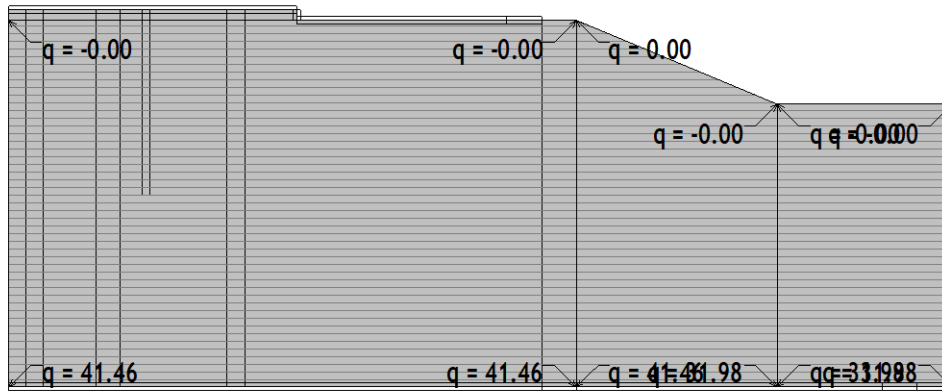
Okvir: H_3

Opt. 4: opterećenje vodom spuštenu zapomica



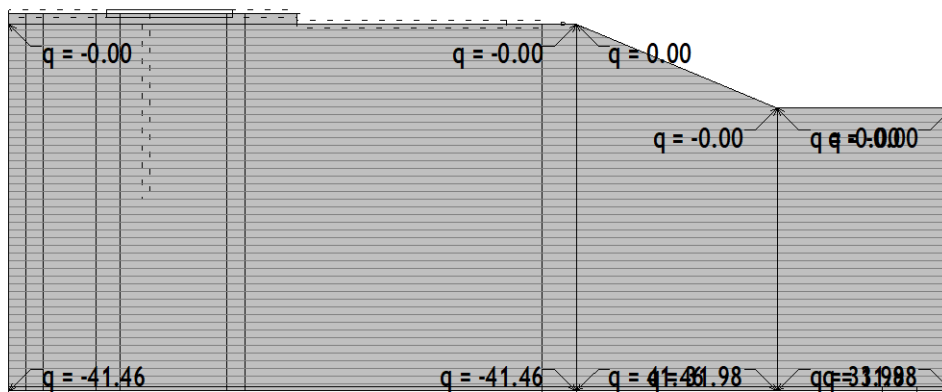
Okvir: V_2

Opt. 5: opterećenje tlom



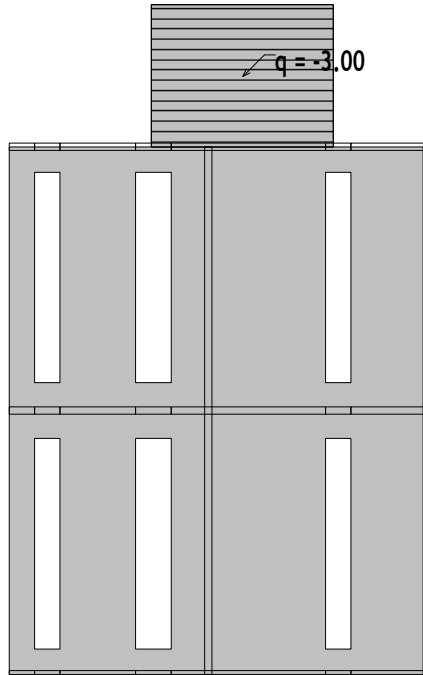
Okvir: H_1

Opt. 5: opterećenje tlom



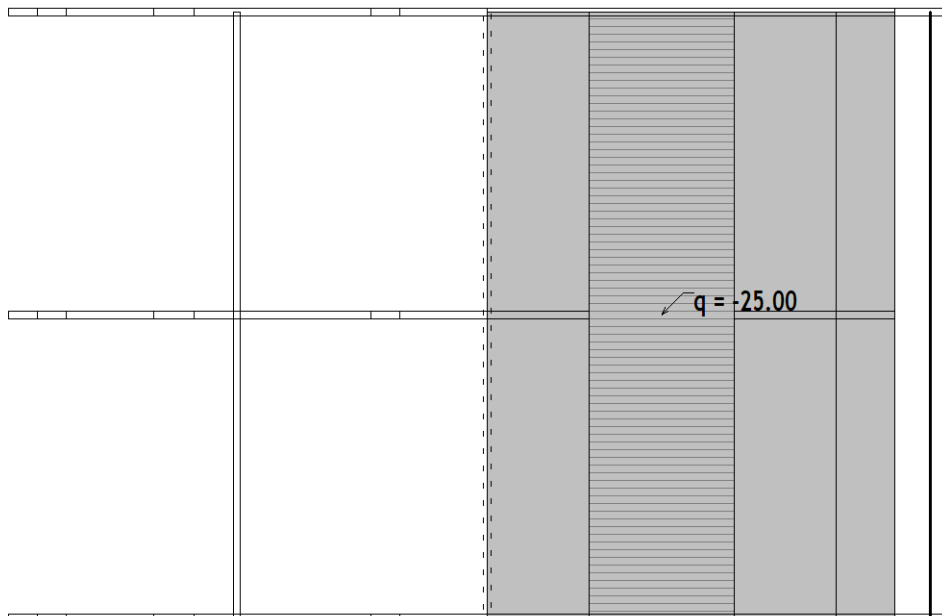
Okvir: H_3

Opt. 6: opterećenje prometom 1



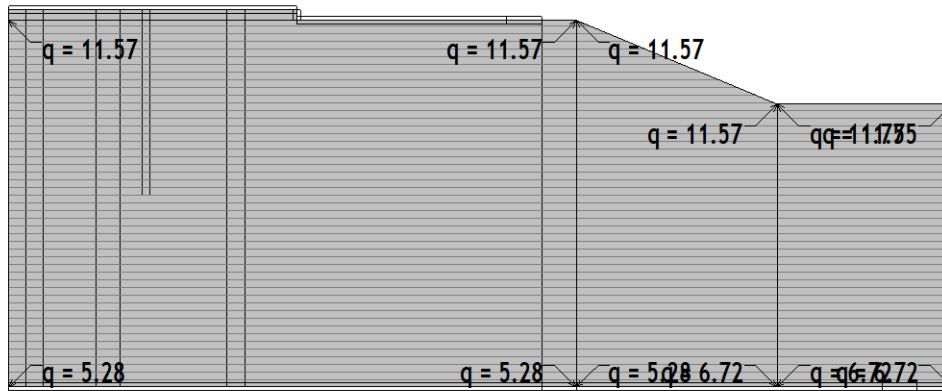
Nivo: ploča zapornica +114,6 [10.80 m]

Opt. 6: opterećenje prometom 1



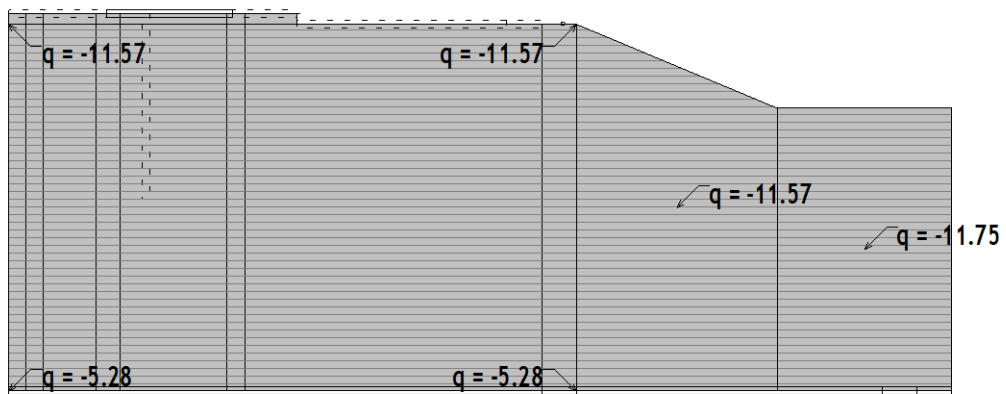
Nivo: ploča kolnog prelaza +114,3 [10.50 m]

Opt. 6: opterećenje prometom 1



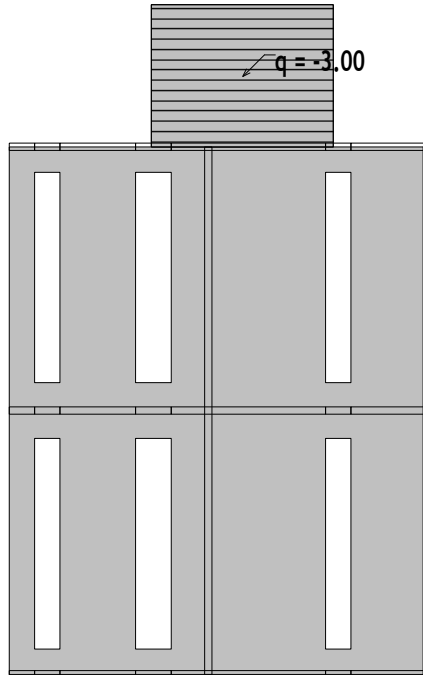
Okvir: H_1

Opt. 6: opterećenje prometom 1



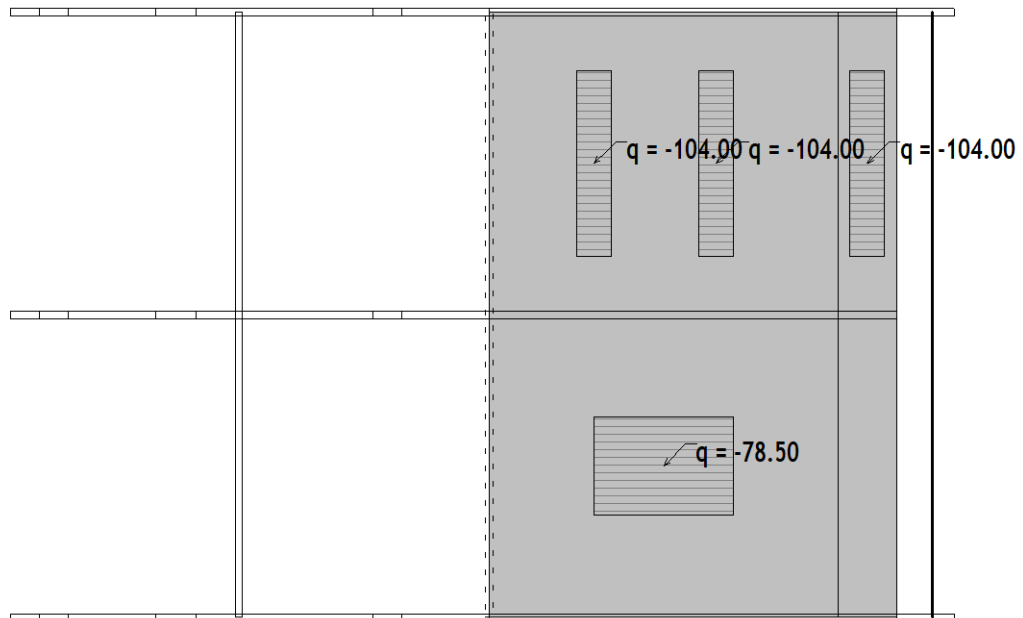
Okvir: H_3

Opt. 7: opterećenje prometom 2



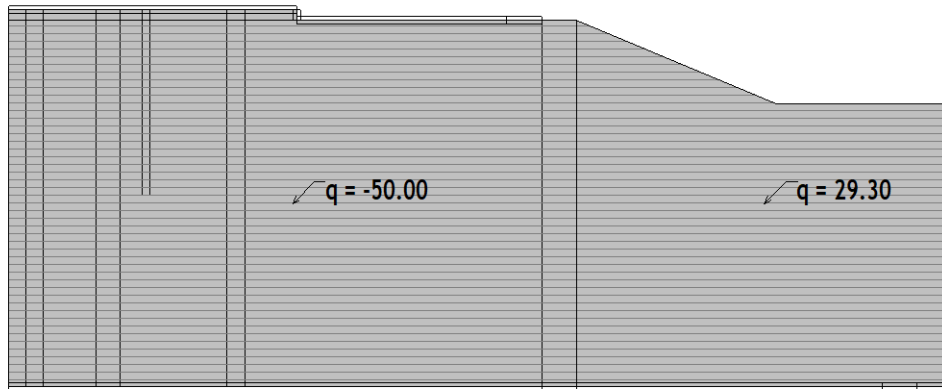
Nivo: ploča zapornica +114,6 [10.80 m]

Opt. 7: opterećenje prometom 2



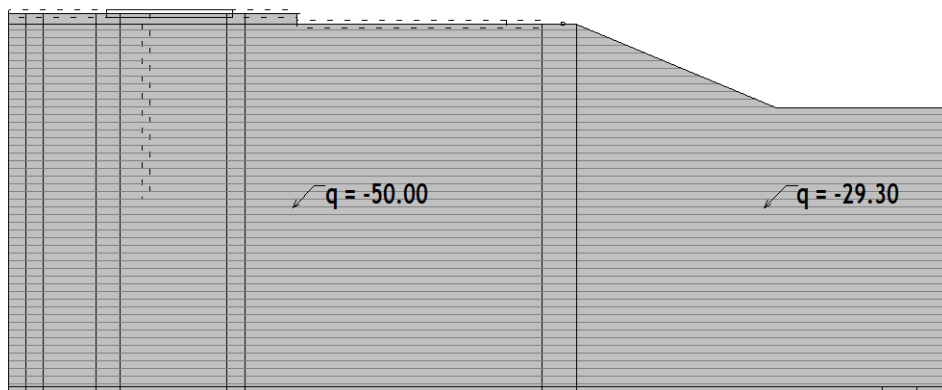
Nivo: ploča kolnog prelaza +114,3 [10.50 m]

Opt. 7: opterećenje prometom 2



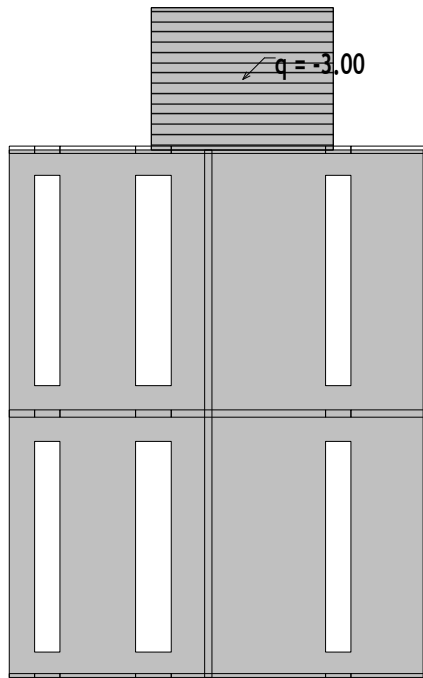
Okvir: H_1

Opt. 7: opterećenje prometom 2



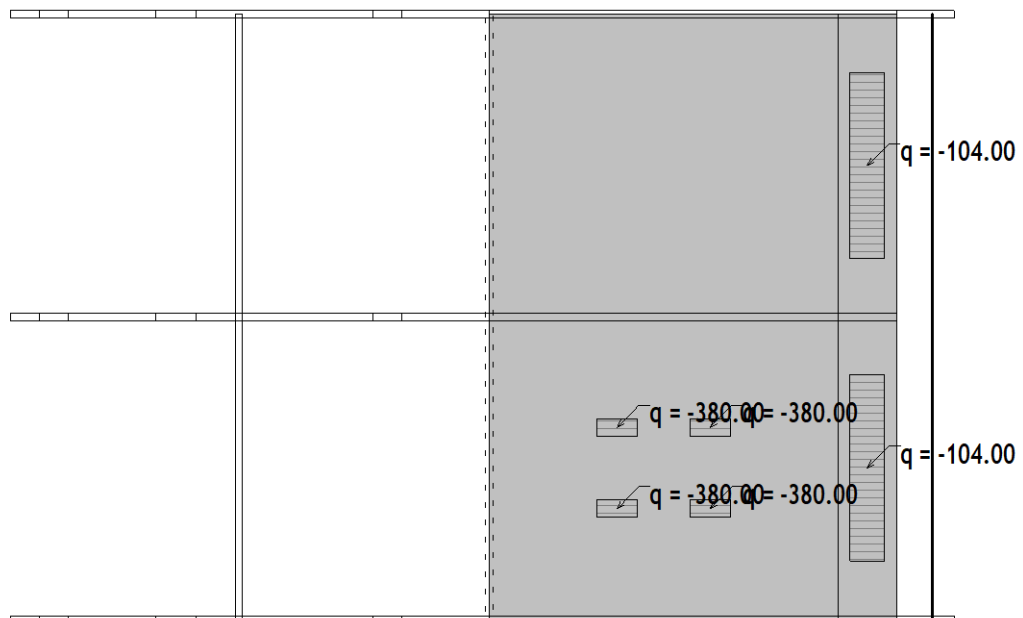
Okvir: H_3

Opt. 8: opterećenje prometom 3



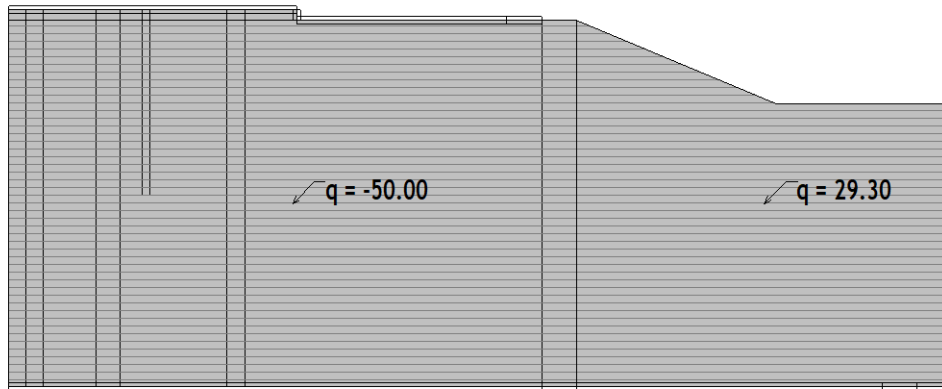
Nivo: ploča zapornica +114,6 [10.80 m]

Opt. 8: opterećenje prometom 3



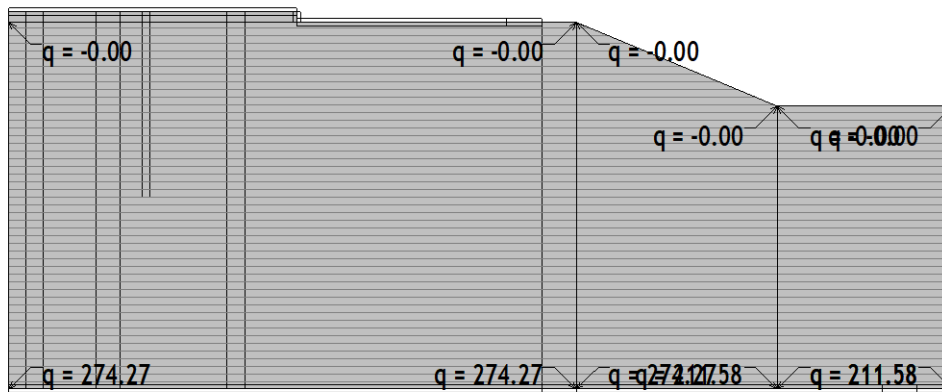
Nivo: ploča kolnog prelaza +114,3 [10.50 m]

Opt. 8: opterećenje prometom 3



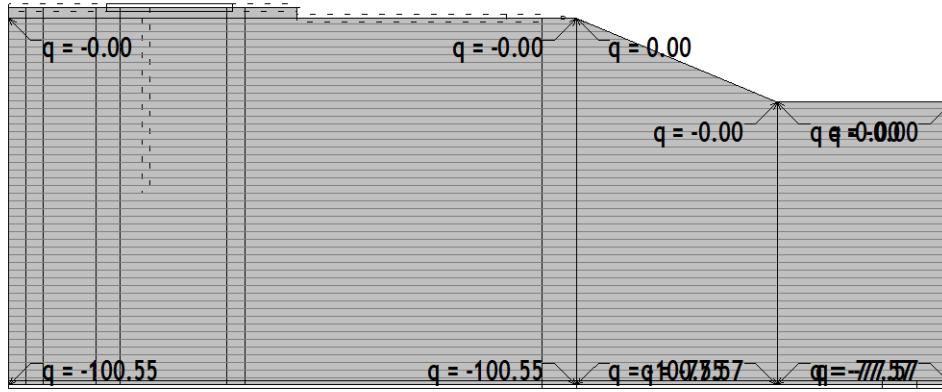
Okvir: H_1

Opt. 9: potres tlo poprečno smjer y



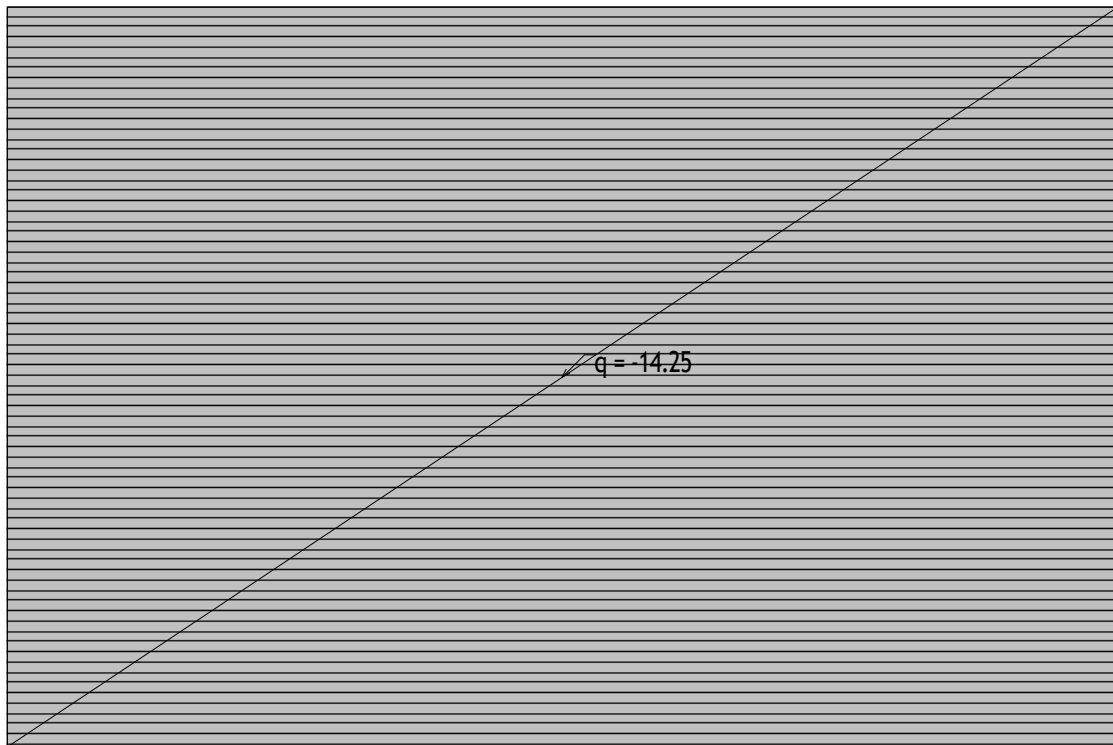
Okvir: H_1

Opt. 9: potres tlo poprečno smjer y



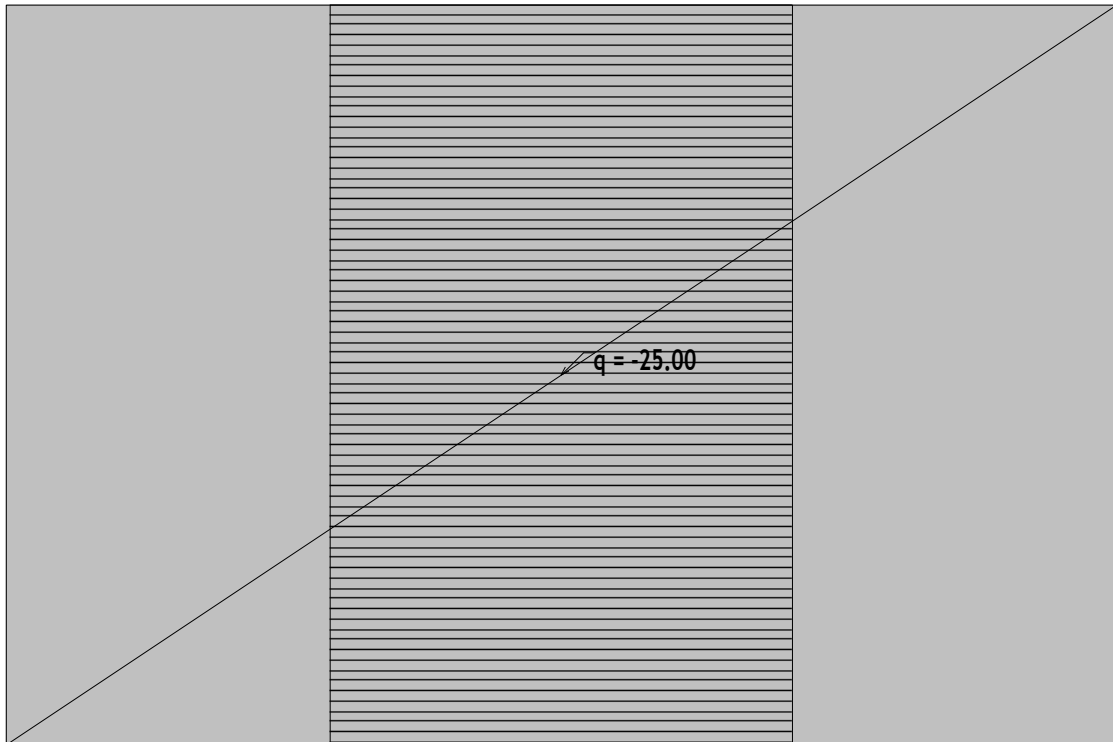
Okvir: H_3

Opt. 2: dodatno stalno



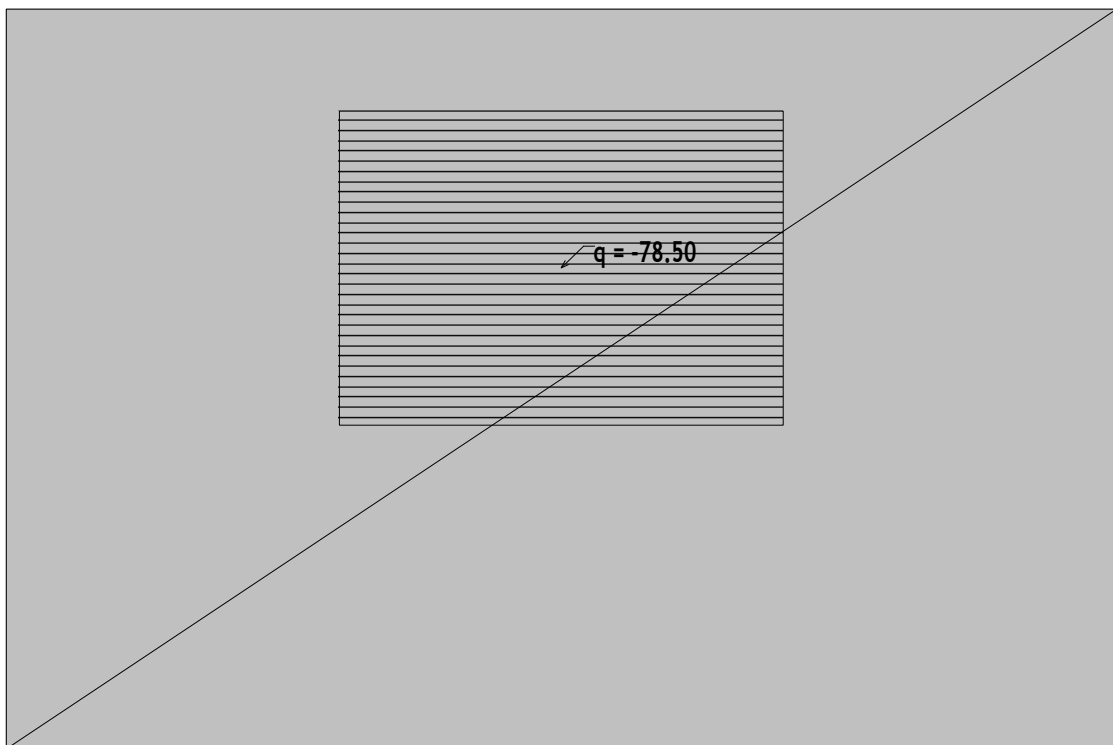
Pogled: prelazna ploča

Opt. 3: opterećenje prometom 1



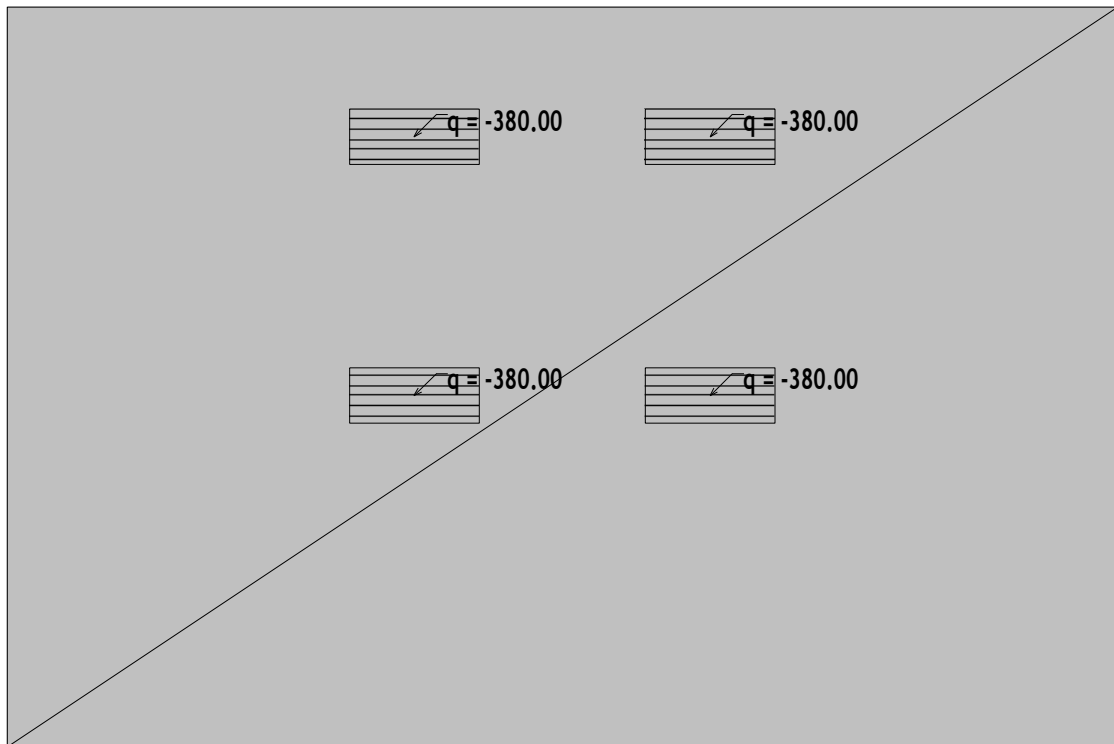
Pogled: prelazna ploča
Vektorski presjeci: Ms

Opt. 4: opterećenje prometom 2



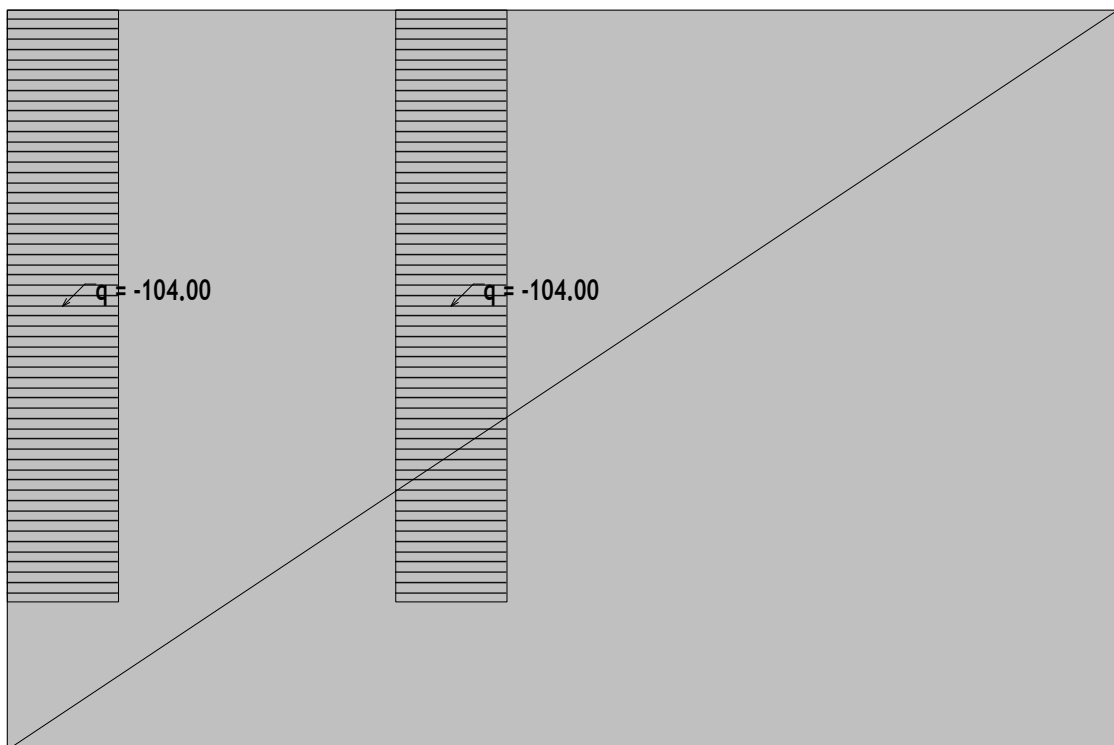
Pogled: prelazna ploča
Vektorski presjeci: Ms

Opt. 5: opterećenje prometom 3



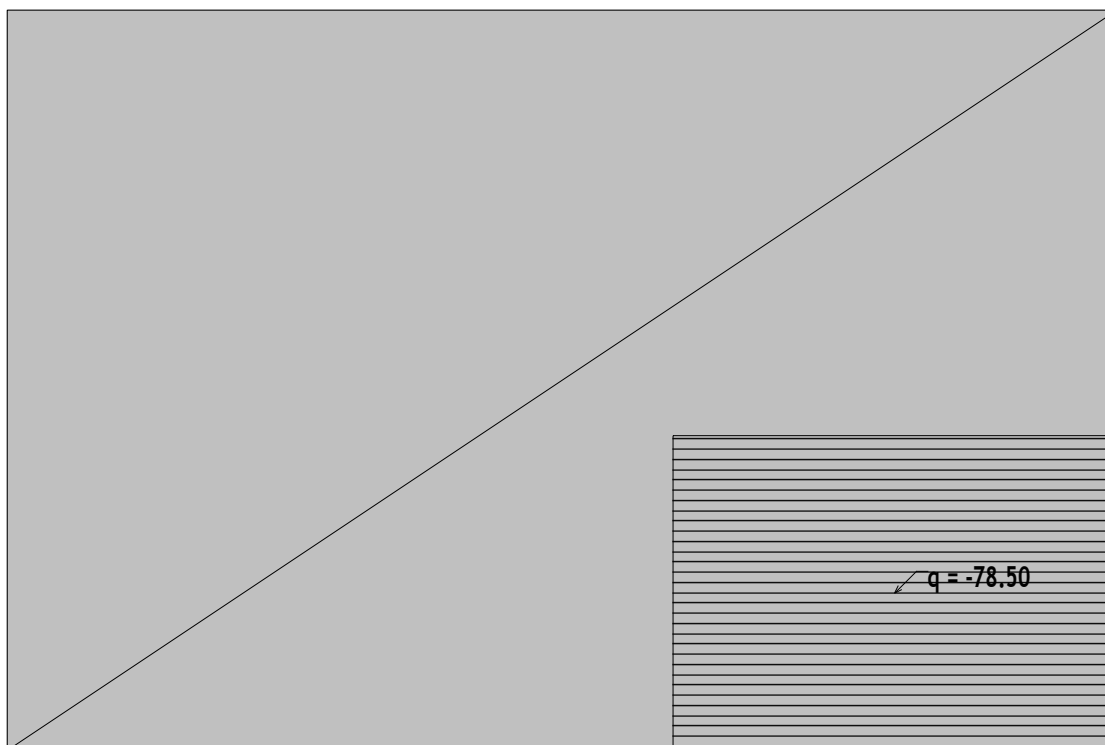
Pogled: prelazna ploča
Vektorski presjeci: Ms

Opt. 6: opterećenje prometom 4



Pogled: prelazna ploča
Vektorski presjeci: Ms

Opt. 7: opterećenje prometom 5



Pogled: prelazna ploča
Vektorski presjeci: Ms

Modalna analiza

Napredne opcije seizmičkog proračuna:

Multiplikator krutosti ležajeva: 10.000

Faktori opterećenja za proračun masa

No	Naziv	Koeficijent
1	vlastita težina (g)	1.00
2	dodatno stalno	1.00
3	opterećenje vodom	0.00
4	opterećenje vodom spuštena zapornica	0.00
5	opterećenje tlom	0.00
6	opterećenje prometom 1	0.00
7	opterećenje prometom 2	0.00
8	opterećenje prometom 3	0.00
9	potres tlo poprečno smjer y	0.00
10	uzgon	0.00

Raspored masa po visini objekta

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]	Masa [T]	T/m ²
ploča zapornica +114,6	10.80	-2.27	1.13	149.28	1.83
ploča kolnog prelaza +114,3	10.50	3.71	-0.00	1600.47	21.97
temeljna ploča +104,8	0.00	5.12	-0.00	2883.14	8.93
Ukupno:	3.98	4.40	0.04	4632.88	

Položaj centara krutosti po visini objekta (približna metoda)

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]
ploča zapornica +114,6	10.80	-0.63	-0.00
ploča kolnog prelaza +114,3	10.50	-0.83	-0.00
temeljna ploča +104,8	0.00	3.54	-0.00

Ekscentricitet po visini objekta (približna metoda)

Nivo	Z [m]	eox [m]	eoy [m]
ploča zapornica +114,6	10.80	1.65	1.13
ploča kolnog prelaza +114,3	10.50	4.55	0.00
temeljna ploča +104,8	0.00	1.59	0.00

Periodi osciliranja konstrukcije

No	T [s]	f [Hz]
1	0.1338	7.4732
2	0.0987	10.1274
3	0.0795	12.5790
4	0.0665	15.0342
5	0.0622	16.0779
6	0.0474	21.0904
7	0.0438	22.8415
8	0.0410	24.3787
9	0.0362	27.6141
10	0.0349	28.6334
11	0.0328	30.4594
12	0.0276	36.1907
13	0.0271	36.9572
14	0.0266	37.5914
15	0.0246	40.6435
16	0.0226	44.2241
17	0.0216	46.2702
18	0.0214	46.6480
19	0.0214	46.7220
20	0.0204	48.9920

Seizmički proračun

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

Razred tla:	C
Razred važnosti:	IV ($\gamma=1.4$)
Odnos agR/g :	0.16
Koeficijent prigušenja	0.05

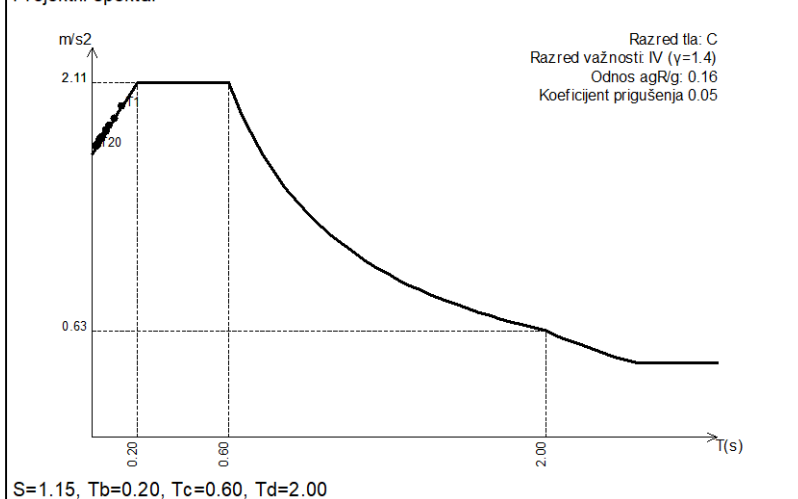
Faktori pravca potresa:

Slučaj opterećenja	Kut α [°]	k, α	$k, \alpha+90^\circ$	k_z	Faktor P _i
potres x	0	1.000	0.000	0.000	3.000
potres y	90	1.000	0.000	0.000	3.000

Tip spektra

Slučaj opterećenja	S	T _b	T _c	T _d	avg/ag
potres x	1.150	0.200	0.600	2.000	1.000
potres y	1.150	0.200	0.600	2.000	1.000

Projektni spektar



Raspored seizmičkih sila po visini objekta - potres x

Nivo	Z [m]	Ton 1			Ton 2			Ton 3		
		P _x [kN]	P _y [kN]	P _z [kN]	P _x [kN]	P _y [kN]	P _z [kN]	P _x [kN]	P _y [kN]	P _z [kN]
ploča zapornica +114,6	10.80	0.00	-0.00	0.00	0.02	-0.93	0.04	0.00	0.00	0.00
ploča kolnog prelaza +114,3	10.50	0.00	-0.00	0.00	0.00	-6.74	0.00	45.75	0.00	-1.72
temeljna ploča +104,8	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-1.54	0.00	5.53	-0.00	-4.35
	Σ=	0.00	-0.00	0.00	0.02	-9.21	0.04	51.28	0.00	-6.08

Nivo	Z [m]	Ton 4			Ton 5			Ton 6		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
ploča zapornica +114,6	10.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	7.19	18.30	2.54
ploča kolnog prelaza +114,3	10.50	67.54	0.00	5.50	0.00	0.00	-0.00	13.17	1.47	-0.01
temeljna ploča +104,8	0.00	7.30	0.00	5.20	0.00	0.00	-0.00	4.76	10.20	0.15
	Σ=	74.84	0.00	10.70	0.00	0.00	-0.00	25.12	29.97	2.68

Nivo	Z [m]	Ton 7			Ton 8			Ton 9		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
ploča zapornica +114,6	10.80	4.96	-3.20	38.71	308.76	-15.39	26.90	-0.00	-0.00	0.00
ploča kolnog prelaza +114,3	10.50	37.62	13.73	5.11	2064.0	-6.30	-56.95	180.81	-0.00	35.05
temeljna ploča +104,8	0.00	13.10	5.32	5.00	767.15	-13.61	-20.07	110.14	0.00	17.99
	Σ=	55.68	15.84	48.81	3139.9	-35.30	-50.12	290.95	-0.00	53.04

Nivo	Z [m]	Ton 10			Ton 11			Ton 12		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
ploča zapornica +114,6	10.80	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00
ploča kolnog prelaza +114,3	10.50	0.00	0.00	-0.00	268.85	-0.00	25.83	0.00	-0.00	-0.00
temeljna ploča +104,8	0.00	0.00	-0.00	0.00	174.93	-0.00	-5.01	0.00	-0.00	-0.00
	Σ=	0.00	-0.00	-0.00	443.78	-0.00	20.82	0.00	-0.00	-0.00

Nivo	Z [m]	Ton 13			Ton 14			Ton 15		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
ploča zapornica +114,6	10.80	-0.30	0.89	-0.01	0.82	0.01	3.89	-0.08	0.02	-0.02
ploča kolnog prelaza +114,3	10.50	0.46	-1.17	-0.22	7.71	0.07	29.52	0.15	-0.66	-0.01
temeljna ploča +104,8	0.00	0.17	-2.42	-0.16	5.30	-0.57	22.45	0.07	1.05	-0.01
	Σ=	0.33	-2.70	-0.38	13.83	-0.49	55.86	0.13	0.41	-0.05

Nivo	Z [m]	Ton 16			Ton 17			Ton 18		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
ploča zapornica +114,6	10.80	0.09	0.09	0.17	0.31	0.82	-11.64	-0.00	0.00	-0.00
ploča kolnog prelaza +114,3	10.50	0.70	-0.02	1.03	7.36	-1.33	-65.56	0.00	0.00	-0.00
temeljna ploča +104,8	0.00	0.57	-0.20	0.92	10.52	-1.24	-59.53	0.00	-0.00	-0.00
	Σ=	1.36	-0.12	2.11	18.20	-1.75	-136.74	0.00	-0.00	-0.00

Nivo	Z [m]	Ton 19			Ton 20		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
ploča zapornica +114,6	10.80	0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.04	0.10
ploča kolnog prelaza +114,3	10.50	0.37	-0.00	-2.54	0.00	0.42	0.72
temeljna ploča +104,8	0.00	0.18	-0.00	-3.49	0.01	-0.10	0.67
	Σ=	0.55	-0.00	-6.03	0.01	0.27	1.50

Raspored seizmičkih sila po visini objekta - potres y

Nivo	Z [m]	Ton 1			Ton 2			Ton 3		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
ploča zapornica +114,6	10.80	-0.00	0.00	-0.00	-7.06	348.91	-13.22	0.00	0.00	0.00
ploča kolnog prelaza +114,3	10.50	-0.00	682.77	-0.00	-1.66	2517.0	-0.32	0.00	0.00	-0.00
temeljna ploča +104,8	0.00	-0.00	203.68	-0.00	-0.49	573.54	-0.33	0.00	-0.00	-0.00
	Σ=	-0.00	886.45	-0.00	-9.21	3439.4	-13.87	0.00	0.00	-0.00

Nivo	Z [m]	Ton 4			Ton 5			Ton 6		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
ploča zapornica +114,6	10.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	8.58	21.84	3.03
ploča kolnog prelaza +114,3	10.50	0.00	0.00	0.00	0.00	25.05	-0.00	15.71	1.76	-0.01
temeljna ploča +104,8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	48.34	-0.00	5.68	12.16	0.18
	Σ=	0.00	0.00	0.00	0.00	73.39	-0.00	29.97	35.76	3.20

Nivo	Z [m]	Ton 7			Ton 8			Ton 9		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
ploča zapornica +114,6	10.80	1.41	-0.91	11.01	-3.47	0.17	-0.30	0.00	0.00	-0.00
ploča kolnog prelaza +114,3	10.50	10.70	3.90	1.45	-23.20	0.07	0.64	-0.00	0.00	-0.00
temeljna ploča +104,8	0.00	3.73	1.51	1.42	-8.62	0.15	0.23	-0.00	-0.00	-0.00
	Σ=	15.84	4.51	13.89	-35.30	0.40	0.56	-0.00	0.00	-0.00

Nivo	Z [m]	Ton 10			Ton 11			Ton 12		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
ploča zapornica +114,6	10.80	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00
ploča kolnog prelaza +114,3	10.50	-0.00	-0.06	0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.77	0.00
temeljna ploča +104,8	0.00	-0.00	1.42	-0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	81.43	0.00
	Σ=	-0.00	1.36	0.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	82.20	0.00

Nivo	Z [m]	Ton 13			Ton 14			Ton 15		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
ploča zapornica +114,6	10.80	2.40	-7.16	0.06	-0.03	-0.00	-0.14	-0.25	0.05	-0.08
ploča kolnog prelaza +114,3	10.50	-3.69	9.43	1.77	-0.27	-0.00	-1.05	0.45	-2.01	-0.04
temeljna ploča +104,8	0.00	-1.41	19.59	1.26	-0.19	0.02	-0.80	0.21	3.20	-0.03
	Σ=	-2.70	21.86	3.09	-0.49	0.02	-1.99	0.41	1.24	-0.15

Nivo	Z [m]	Ton 16			Ton 17			Ton 18		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
ploča zapornica +114,6	10.80	-0.01	-0.01	-0.01	-0.03	-0.08	1.12	0.00	-0.00	0.00
ploča kolnog prelaza +114,3	10.50	-0.06	0.00	-0.09	-0.71	0.13	6.29	-0.00	-19.89	0.00
temeljna ploča +104,8	0.00	-0.05	0.02	-0.08	-1.01	0.12	5.71	-0.00	108.76	0.00
	Σ=	-0.12	0.01	-0.19	-1.75	0.17	13.12	-0.00	88.88	0.00

Nivo	Z [m]	Ton 19			Ton 20		
		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]
ploča zapornica +114,6	10.80	-0.00	-0.00	0.00	-0.01	-1.06	2.42
ploča kolnog prelaza +114,3	10.50	-0.00	0.00	0.00	0.01	9.84	17.14
temeljna ploča +104,8	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.27	-2.41	15.86
	Σ=	-0.00	0.00	0.00	0.27	6.37	35.42

Faktori participacije - Relativno učešće

Ton \ Naziv	1. potres x	2. potres y
1	0.000	0.191
2	0.000	0.741
3	0.012	0.000
4	0.018	0.000
5	0.000	0.016
6	0.006	0.008
7	0.014	0.001
8	0.763	0.000
9	0.071	0.000
10	0.000	0.000
11	0.108	0.000
12	0.000	0.018
13	0.000	0.005
14	0.003	0.000
15	0.000	0.000
16	0.000	0.000
17	0.004	0.000
18	0.000	0.019
19	0.000	0.000
20	0.000	0.001

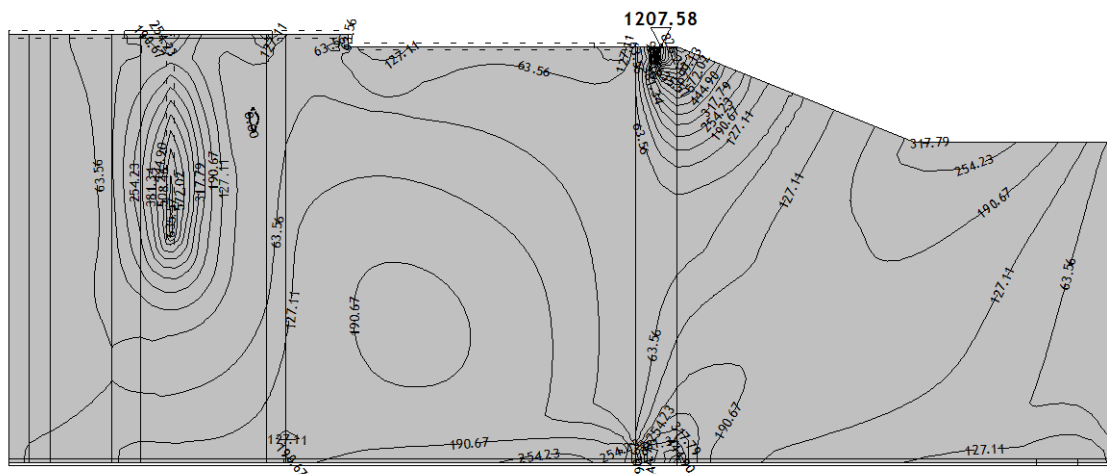
Faktori participacije - Sudjelujuće mase

Ton	U [α=0°]	U [α=90°]	U [Z]
1	0.00	9.73	0.00
2	0.00	39.24	0.00
3	0.60	0.00	0.01
4	0.89	0.00	0.02
5	0.00	0.87	0.00
6	0.30	0.43	0.00
7	0.68	0.05	0.52
8	38.28	0.00	0.01
9	3.57	0.00	0.12
10	0.00	0.02	0.00
11	5.46	0.00	0.01
12	0.00	1.02	0.00
13	0.00	0.27	0.01
14	0.17	0.00	2.80
15	0.00	0.02	0.00
16	0.02	0.00	0.04
17	0.23	0.00	12.82
18	0.00	1.11	0.00
19	0.01	0.00	0.83
20	0.00	0.08	2.46
ΣU (%)	50.20	52.85	19.64

Statički proračun

Prikaz reznih sila:

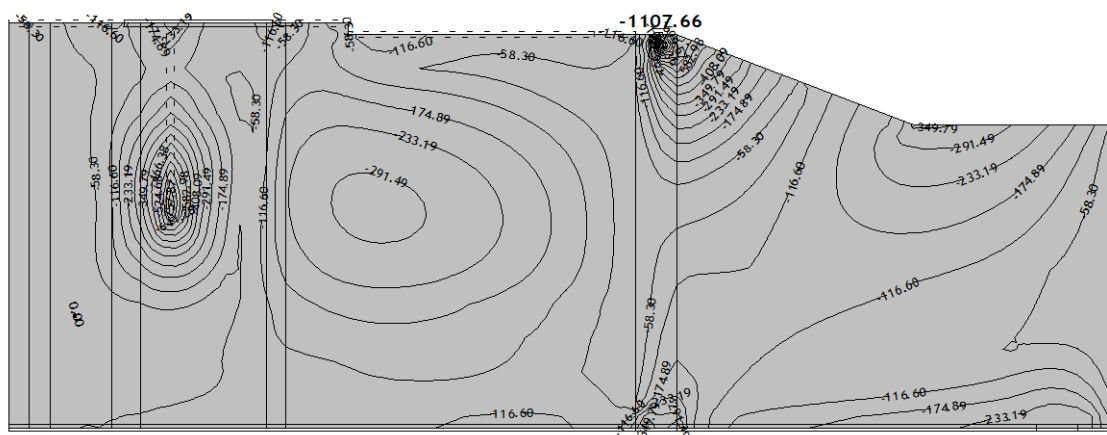
Opt. 38: [GSN] 23-37



Okvir: H_3

Utjecaji u ploči: max Mx= 1207.58 / min Mx= 0.00 kNm/m

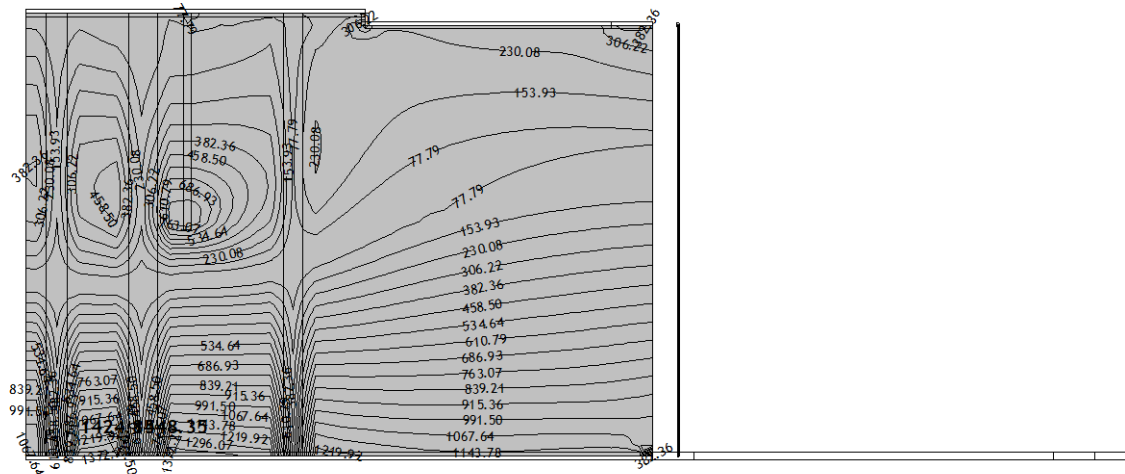
Opt. 38: [GSN] 23-37



Okvir: H_3

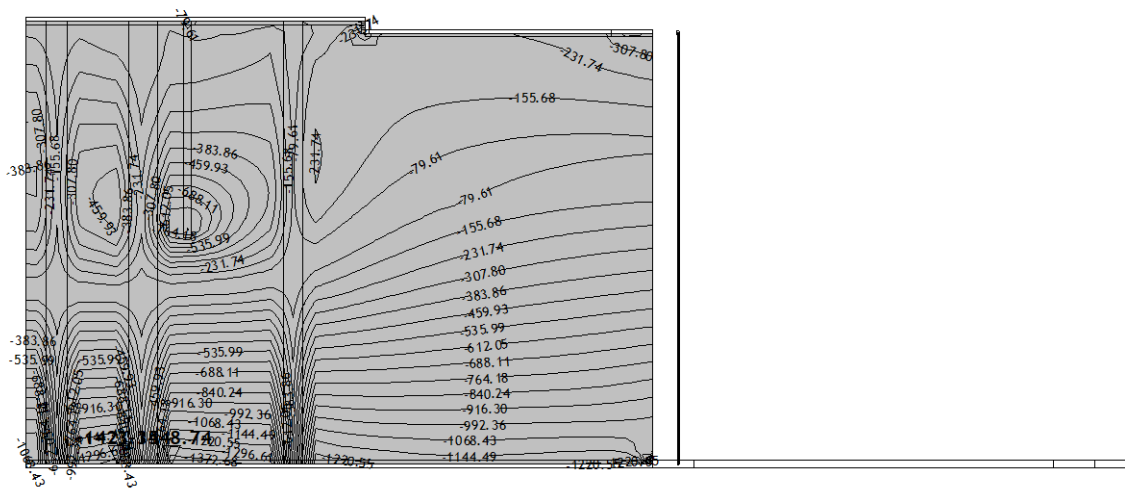
Utjecaji u ploči: max Mx= 0.00 / min Mx= -1107.66 kNm/m

Opt. 38: [GSN] 23-37



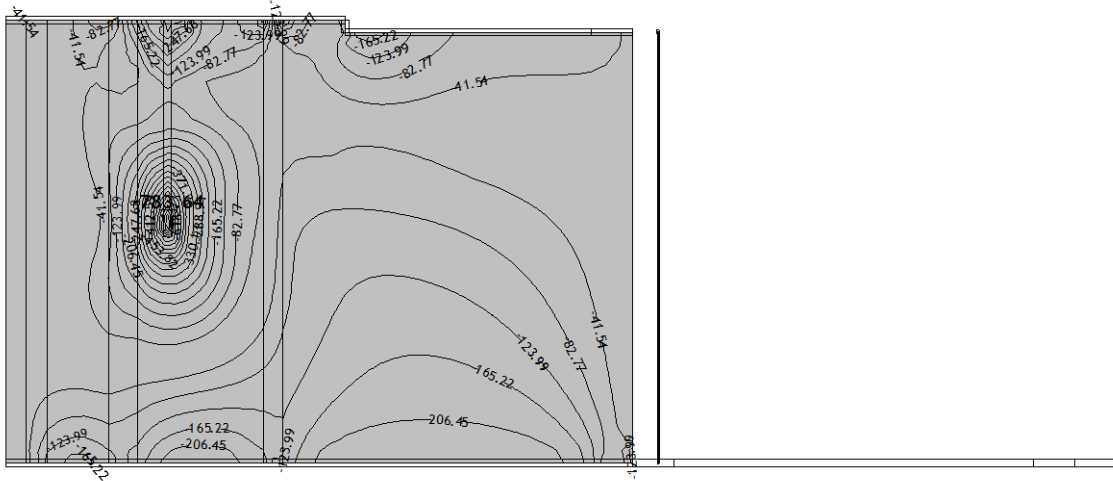
Okvir: H_2
 Utjecaji u ploči: max $M_y = 1448.35$ / min $M_y = 1.66$ kNm/m

Opt. 38: [GSN] 23-37



Okvir: H_2
 Utjecaji u ploči: max $M_y = -3.55$ / min $M_y = -1448.74$ kNm/m

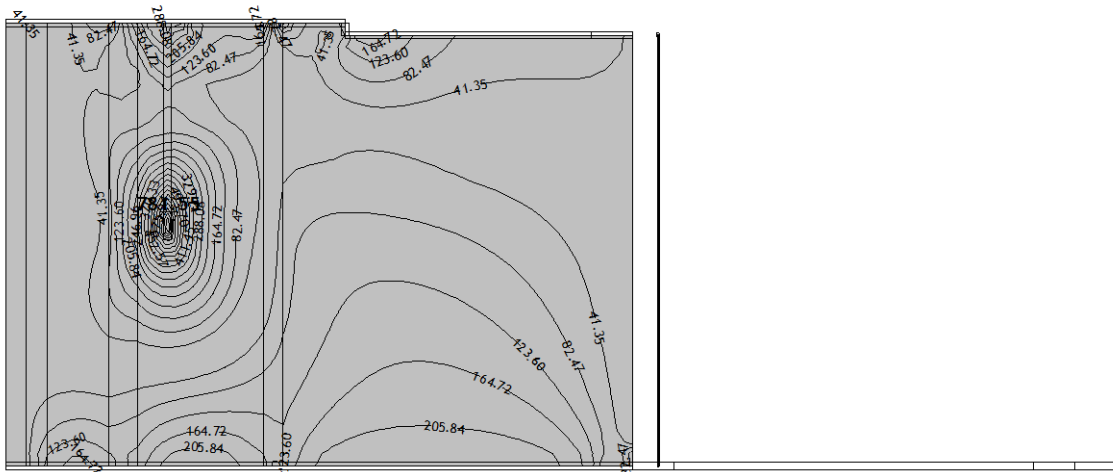
Opt. 38: [GSN] 23-37



Okvir: H_2

Utjecaji u ploči: max $M_x = -0.31$ / min $M_x = -783.64$ kNm/m

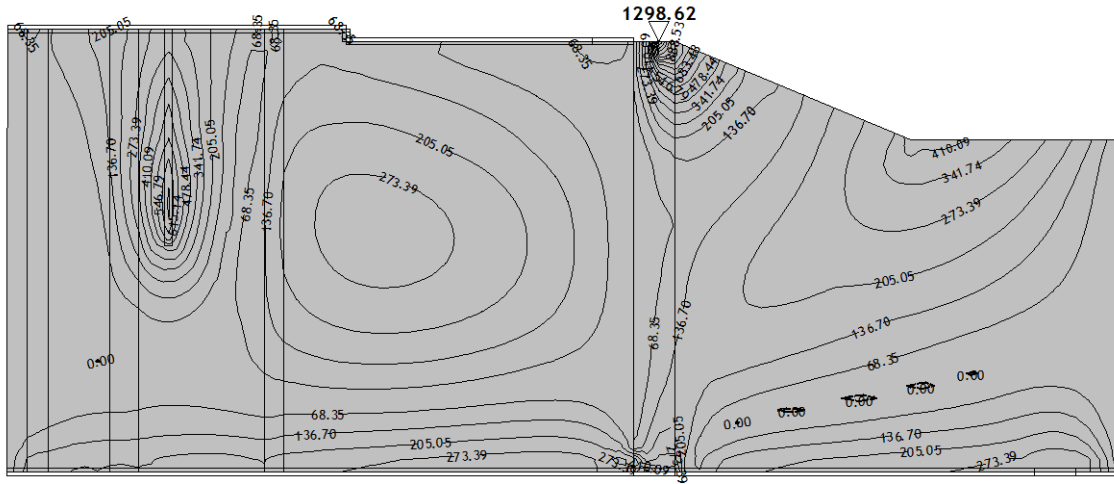
Opt. 38: [GSN] 23-37



Okvir: H_2

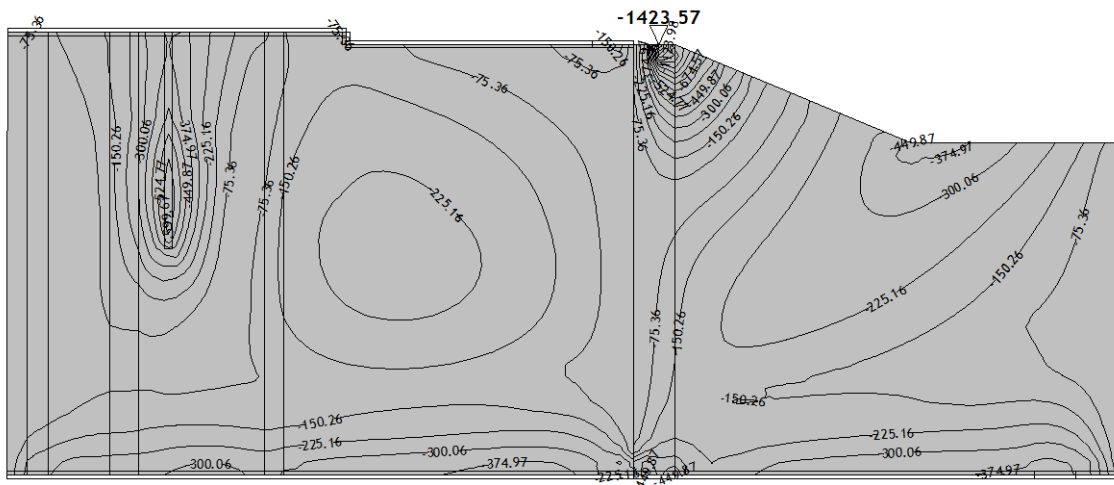
Utjecaji u ploči: max $M_x = 781.55$ / min $M_x = 0.24$ kNm/m

Opt. 38: [GSN] 23-37



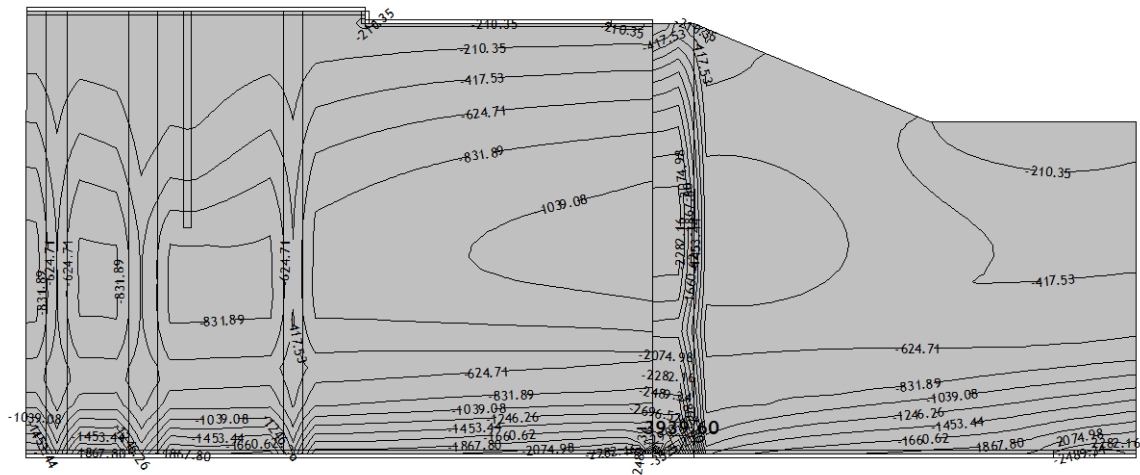
Okvir: H_1
Utjecaji u ploči: max $M_x = 1298.62$ / min $M_x = 0.00$ kNm/m

Opt. 38: [GSN] 23-37



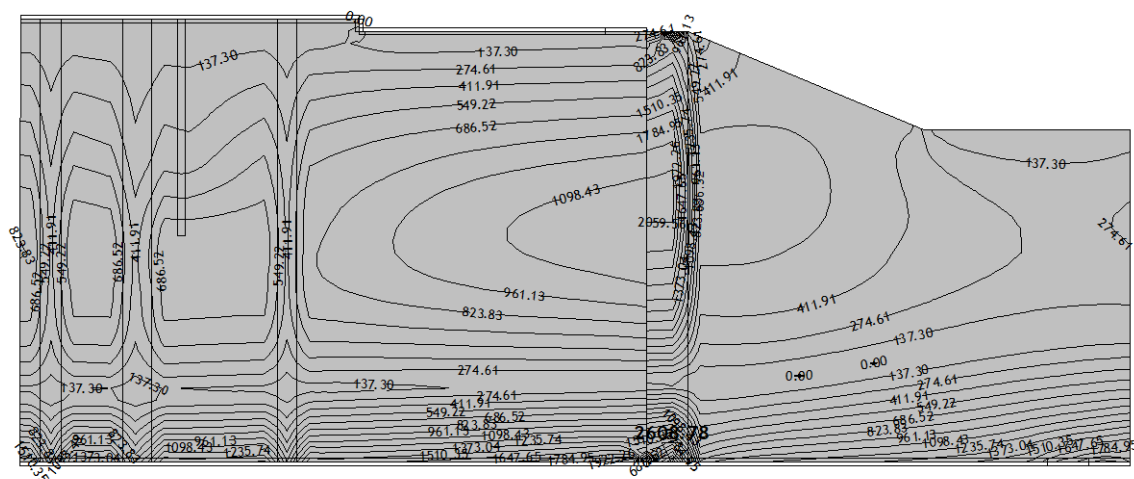
Okvir: H_1
Utjecaji u ploči: max $M_x = -0.47$ / min $M_x = -1423.57$ kNm/m

Opt. 38: [GSN] 23-37



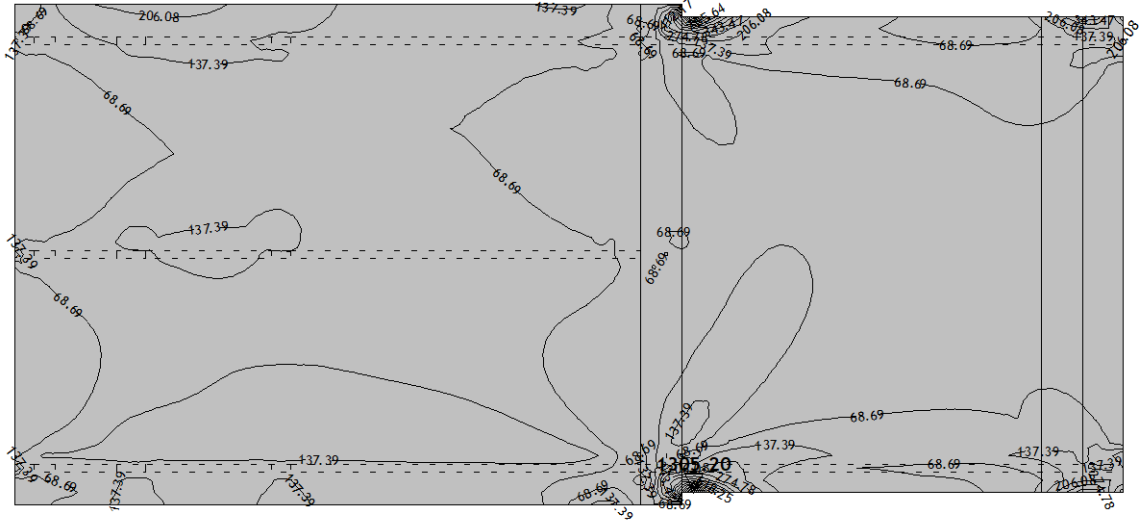
Okvir: H_1
 Utjecaji u ploči: max $M_y = -3.17$ / min $M_y = -3939.60$ kNm/m

Opt. 38: [GSN] 23-37



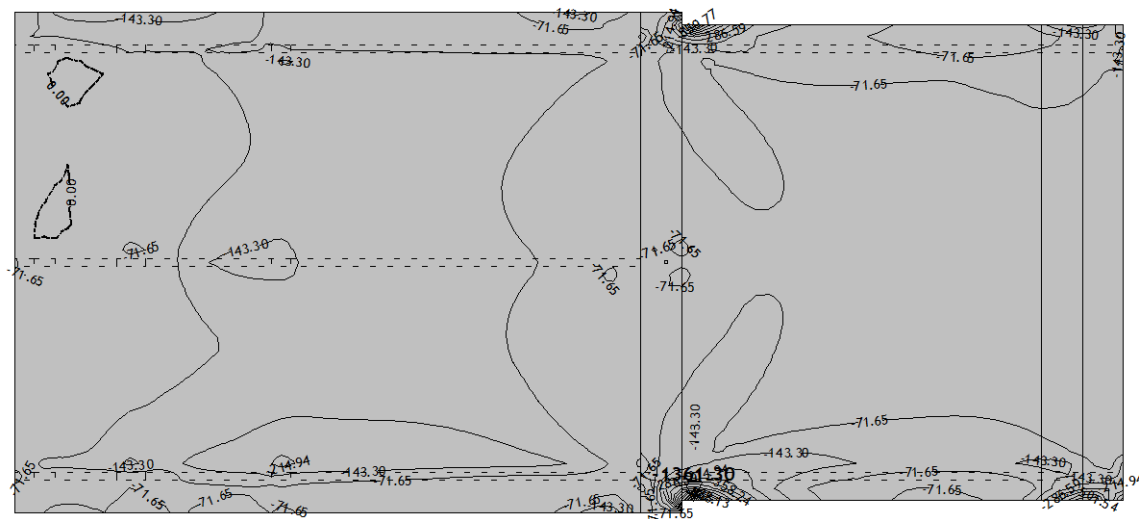
Okvir: H_1
 Utjecaji u ploči: max $M_y = 2608.78$ / min $M_y = 0.00$ kNm/m

Opt. 38: [GSN] 23-37



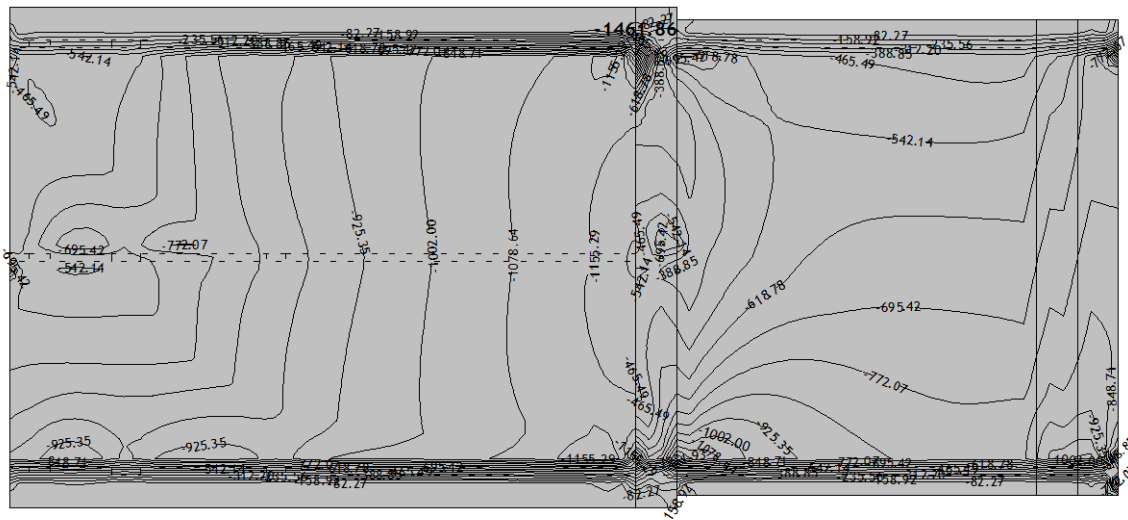
Nivo: temeljna ploča +104,8 [0.00 m]
Utjecaji u ploči: max $N_x = 1305.20$ / min $N_x = 0.01$ kN/m

Opt. 38: [GSN] 23-37



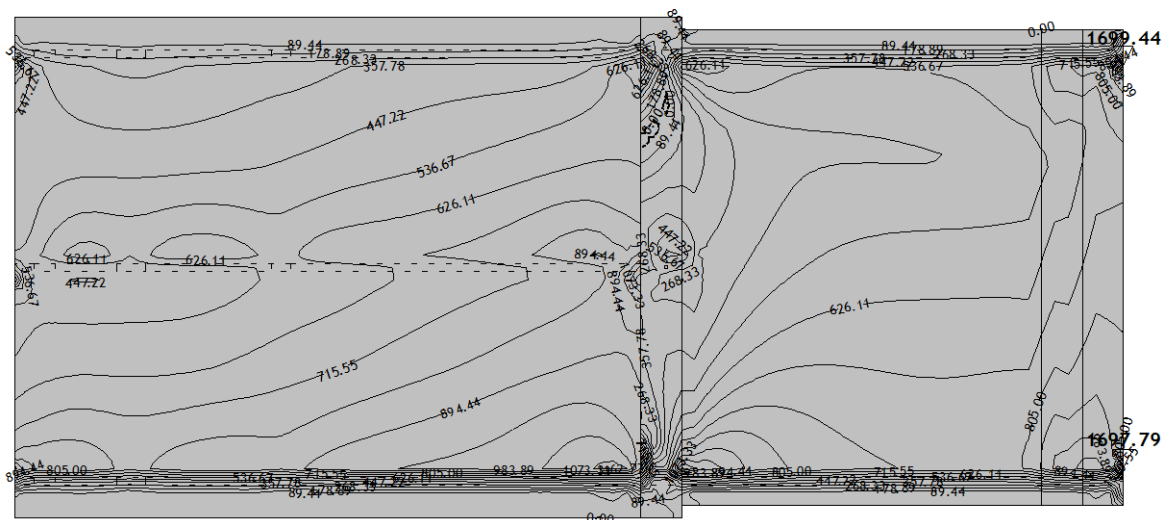
Nivo: temeljna ploča +104,8 [0.00 m]
Utjecaji u ploči: max $N_x = 0.00$ / min $N_x = -1361.30$ kN/m

Opt. 38: [GSN] 23-37



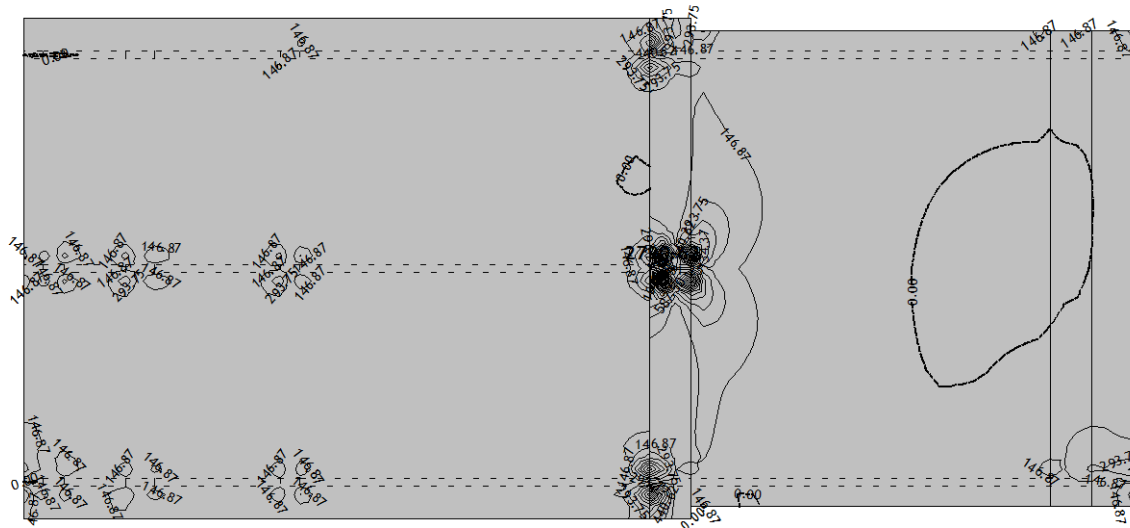
Nivo: temeljna ploča +104,8 [0.00 m]
Utjecaji u ploči: max $N_y = -5.64$ / min $N_y = -1461.86$ kN/m

Opt. 38: [GSN] 23-37



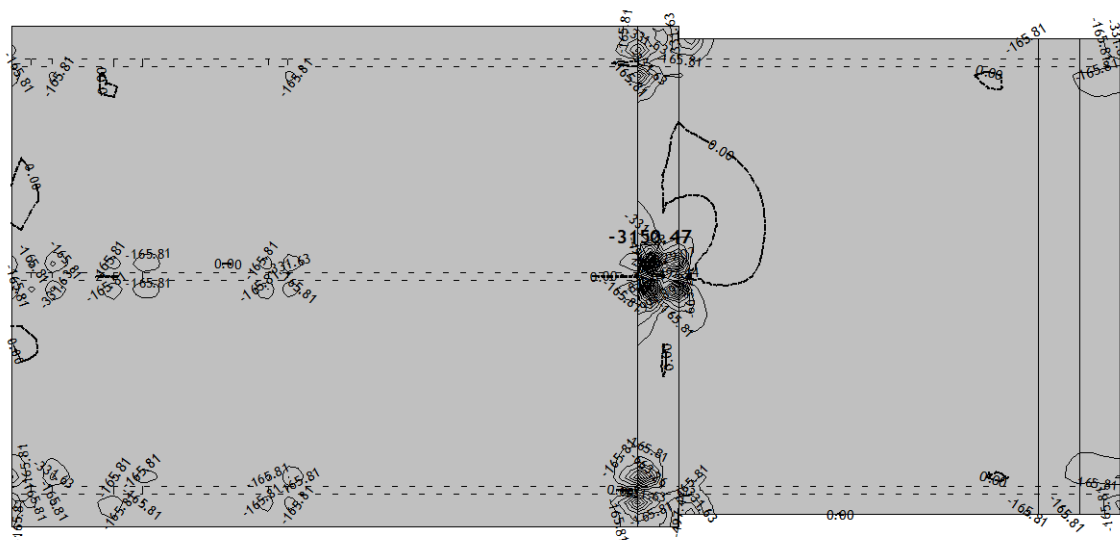
Nivo: temeljna ploča +104,8 [0.00 m]
Utjecaji u ploči: max $N_y = 1699.44$ / min $N_y = 0.00$ kN/m

Opt. 38: [GSN] 23-37



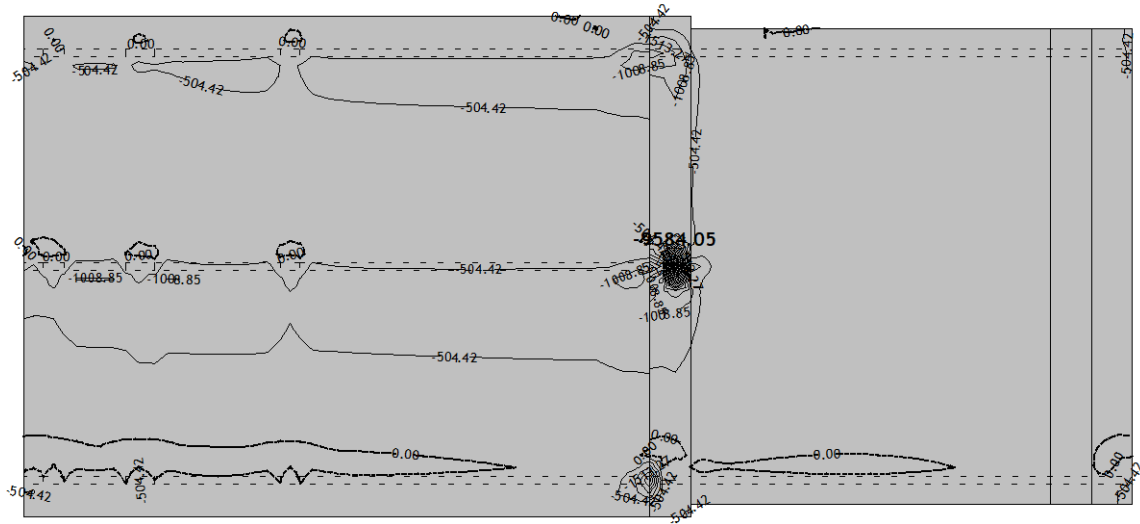
Nivo: temeljna ploča +104,8 [0.00 m]
Utjecaji u ploči: max $T_{z,x}$ = 2790.62 / min $T_{z,x}$ = 0.00 kN/m

Opt. 38: [GSN] 23-37



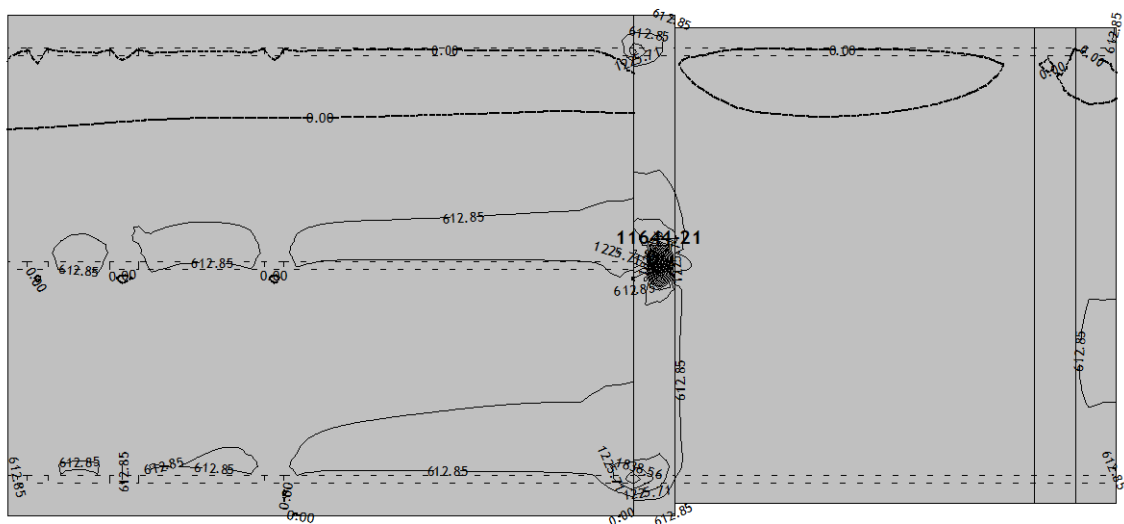
Nivo: temeljna ploča +104,8 [0.00 m]
Utjecaji u ploči: max $T_{z,x}$ = 0.00 / min $T_{z,x}$ = -3150.47 kN/m

Opt. 38: [GSN] 23-37



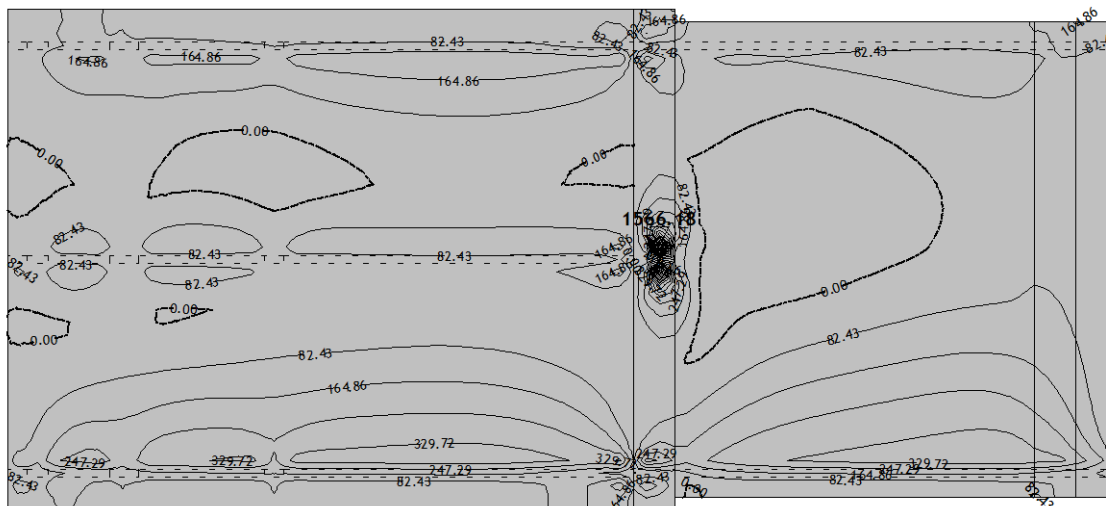
Nivo: temeljna ploča +104,8 [0.00 m]
 Utjecaji u ploči: max $T_{z,y} = 0.00$ / min $T_{z,y} = -9584.05$ kN/m

Opt. 38: [GSN] 23-37



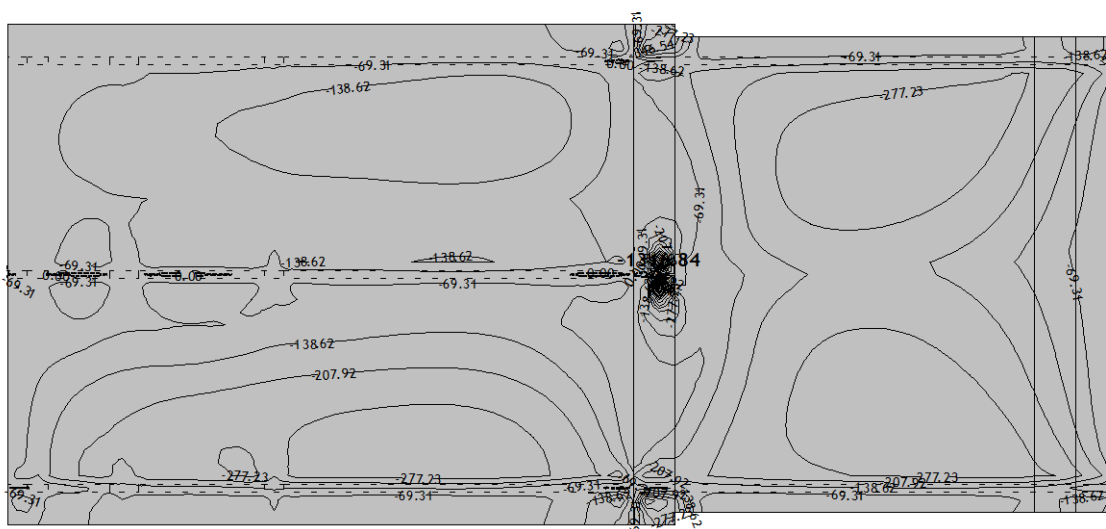
Nivo: temeljna ploča +104,8 [0.00 m]
 Utjecaji u ploči: max $T_{z,y} = 11644.21$ / min $T_{z,y} = 0.00$ kN/m

Opt. 38: [GSN] 23-37



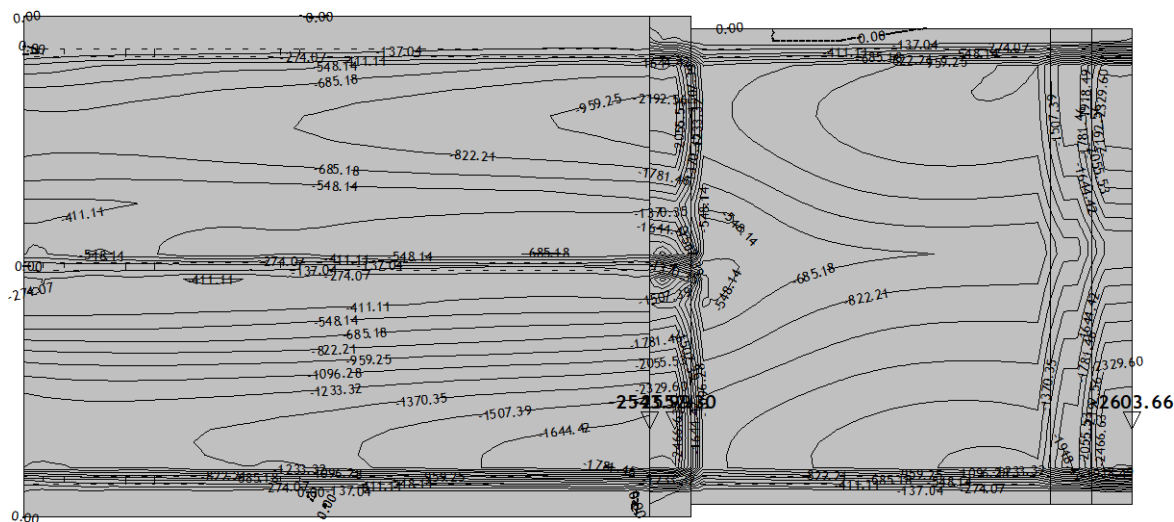
Nivo: temeljna ploča +104,8 [0.00 m]
 Utjecaji u ploči: max $M_x = 1566.18$ / min $M_x = 0.00$ kNm/m

Opt. 38: [GSN] 23-37



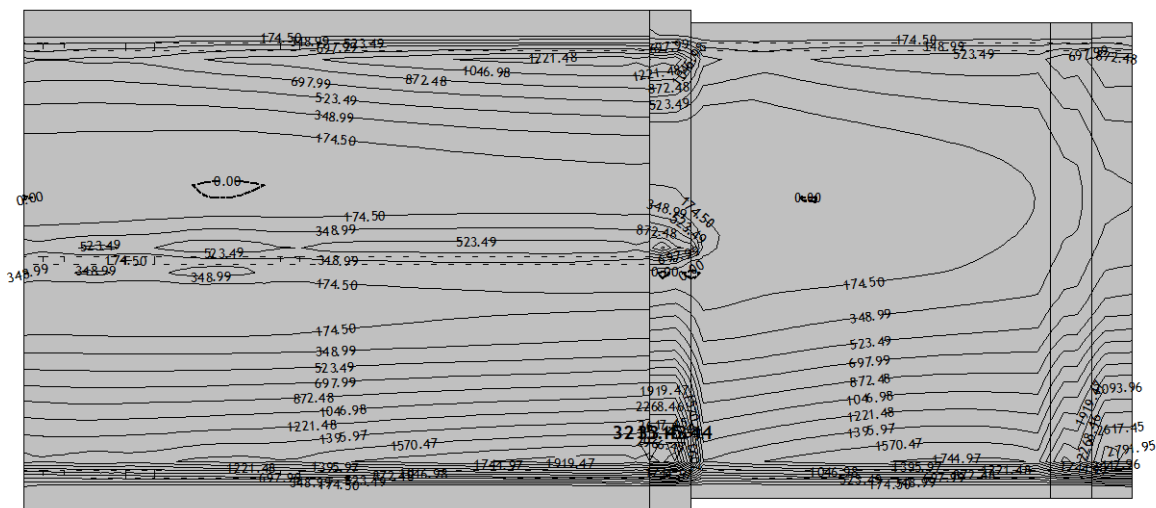
Nivo: temeljna ploča +104,8 [0.00 m]
 Utjecaji u ploči: max $M_x = 0.00$ / min $M_x = -1316.84$ kNm/m

Opt. 38: [GSN] 23-37



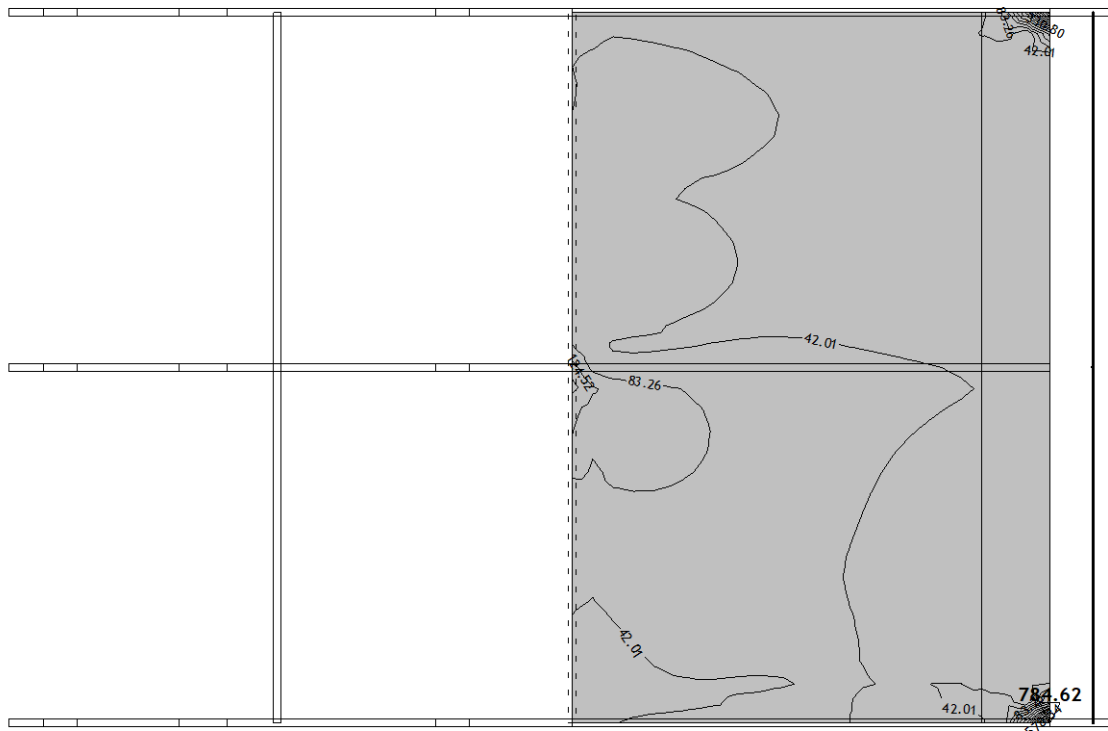
Nivo: temeljna ploča +104,8 [0.00 m]
 Utjecaji u ploči: max $M_y = 0.00$ / min $M_y = -2603.66$ kNm/m

Opt. 38: [GSN] 23-37



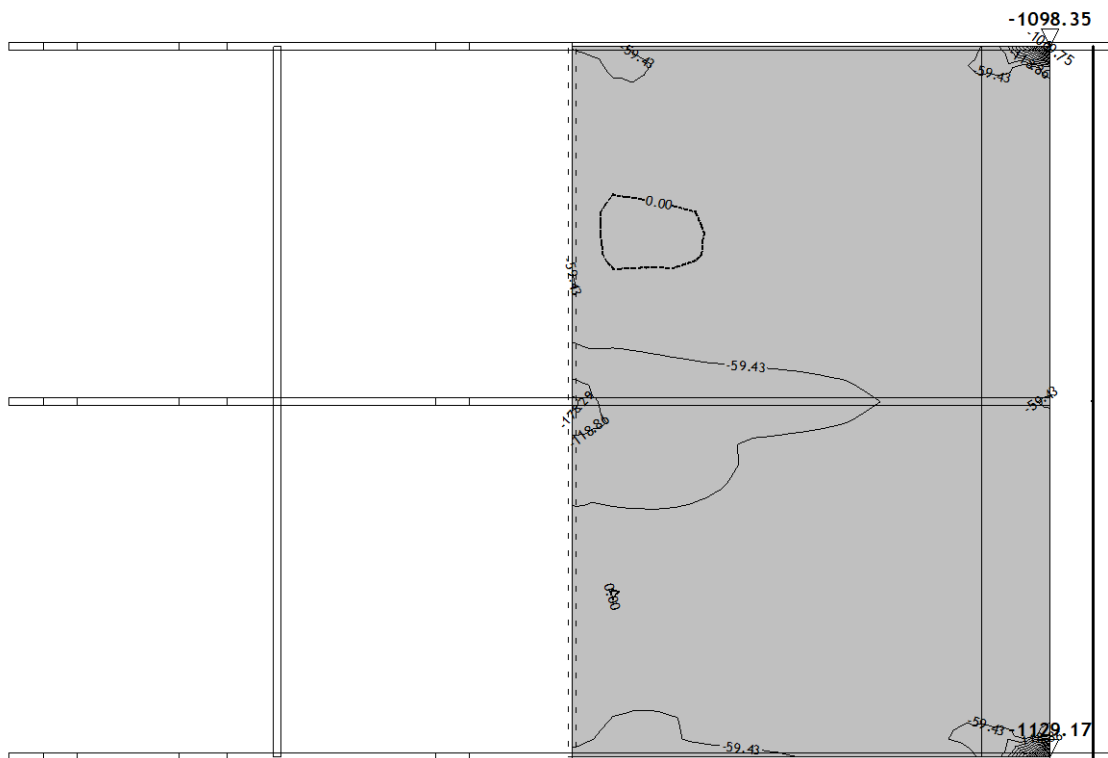
Nivo: temeljna ploča +104,8 [0.00 m]
 Utjecaji u ploči: max $M_y = 3315.44$ / min $M_y = 0.00$ kNm/m

Opt. 38: [GSN] 23-37



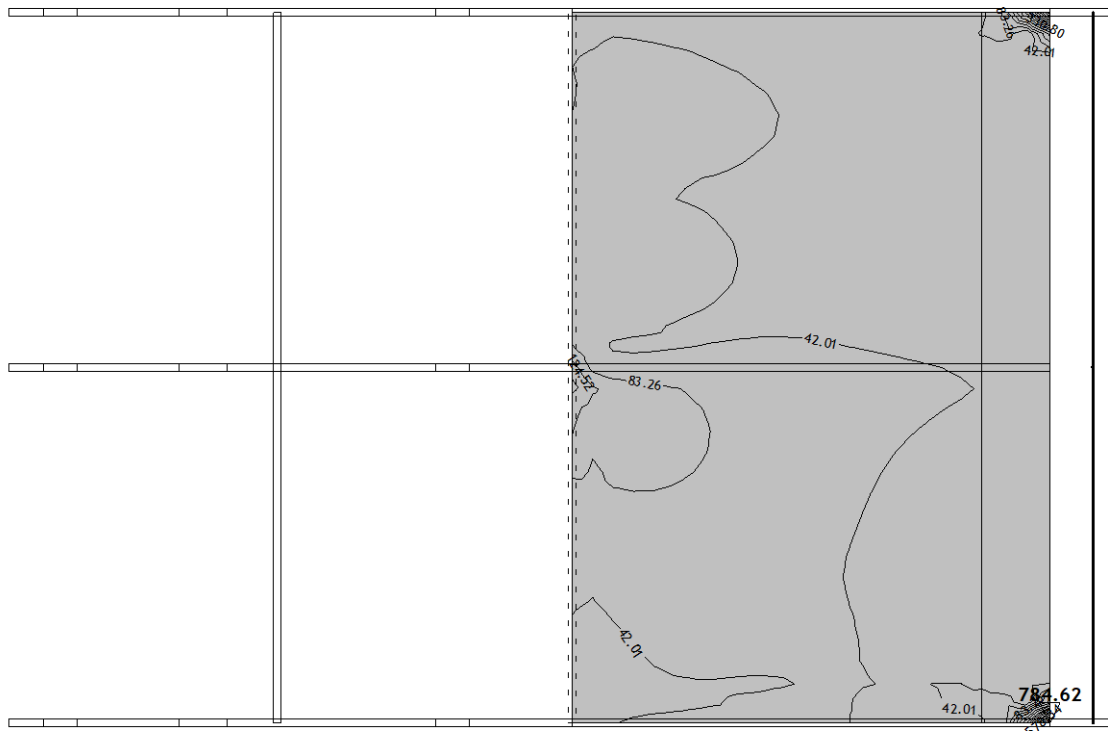
Nivo: ploča kolnog prelaza +114,3 [10.50 m]
 Utjecaji u ploči: max $N_x = 784.62$ / min $N_x = 0.75$ kN/m

Opt. 38: [GSN] 23-37



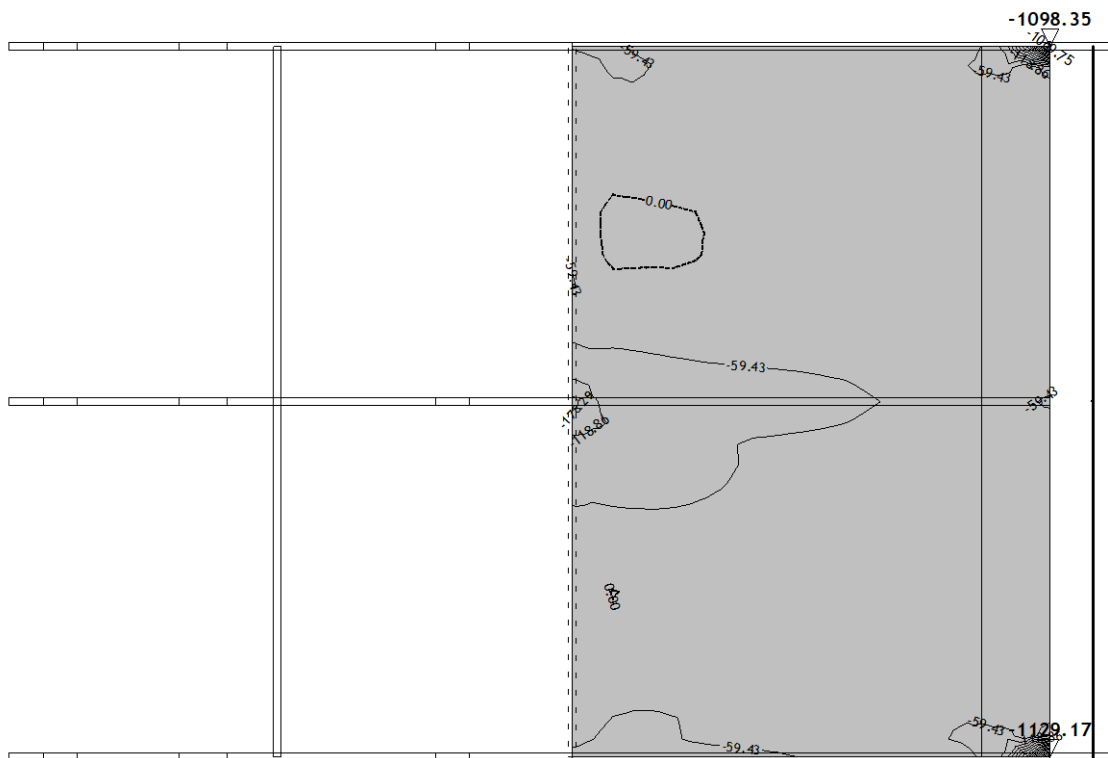
Nivo: ploča kolnog prelaza +114,3 [10.50 m]
 Utjecaji u ploči: max $N_x = 0.00$ / min $N_x = -1129.17$ kN/m

Opt. 38: [GSN] 23-37



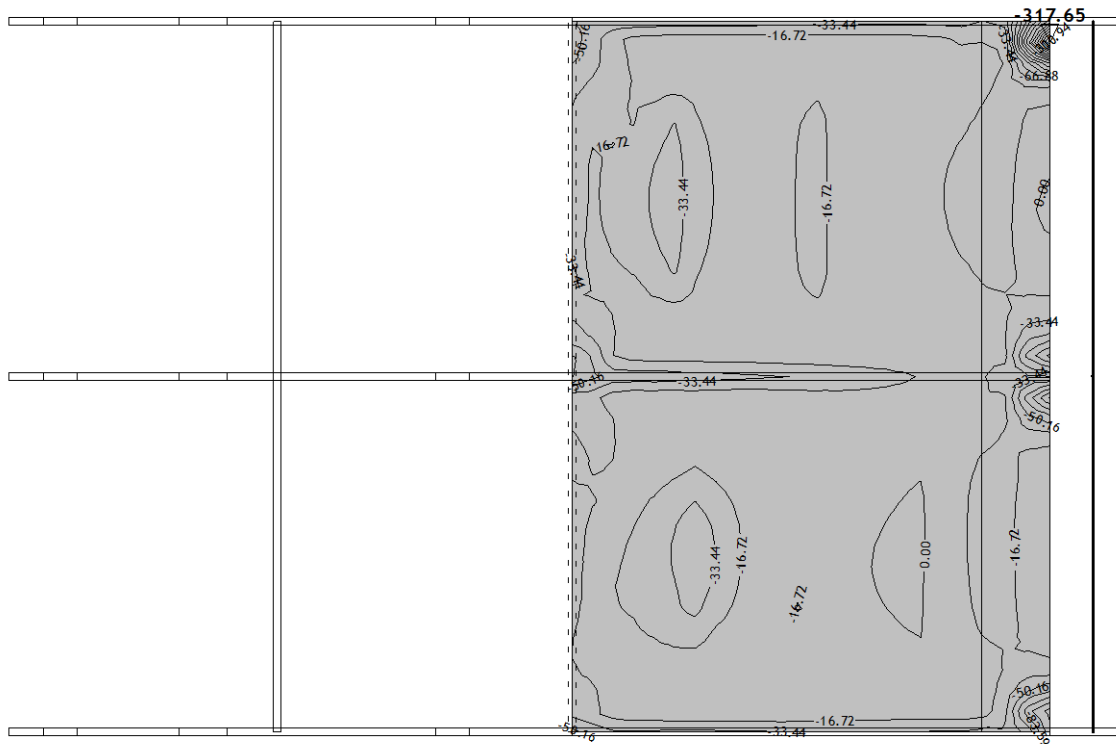
Nivo: ploča kolnog prelaza +114,3 [10.50 m]
Utjecaji u ploči: max Nx= 784.62 / min Nx= 0.75 kN/m

Opt. 38: [GSN] 23-37



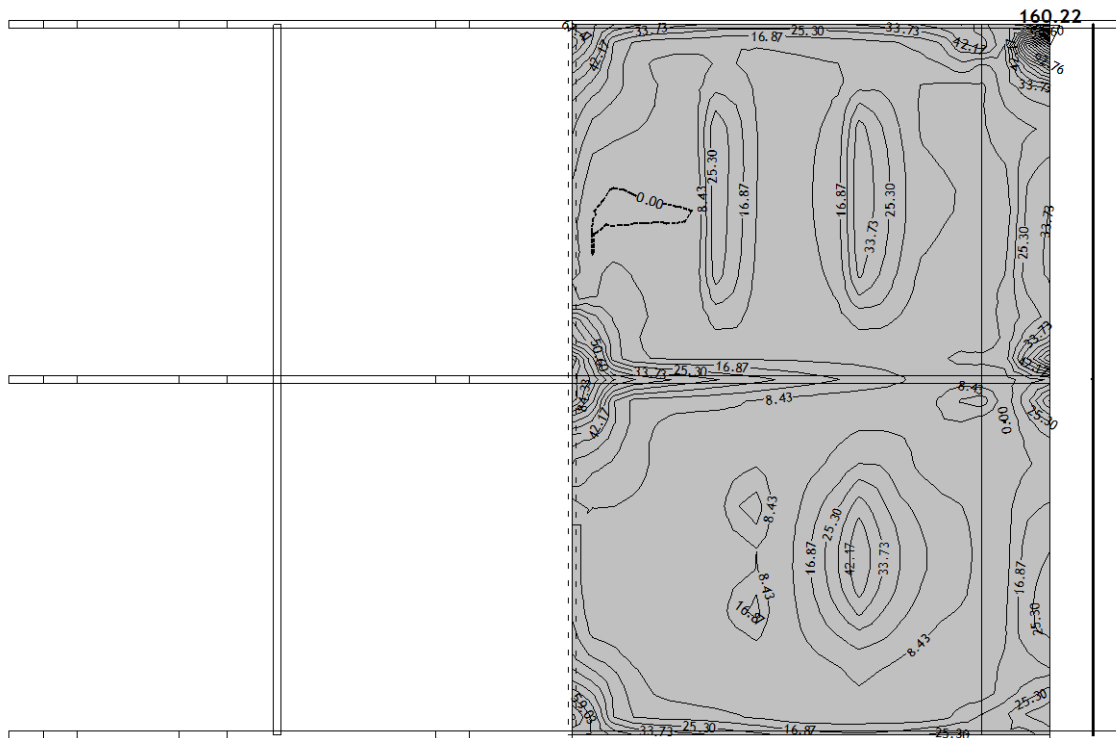
Nivo: ploča kolnog prelaza +114,3 [10.50 m]
Utjecaji u ploči: max Nx= 0.00 / min Nx= -1129.17 kN/m

Opt. 38: [GSN] 23-37



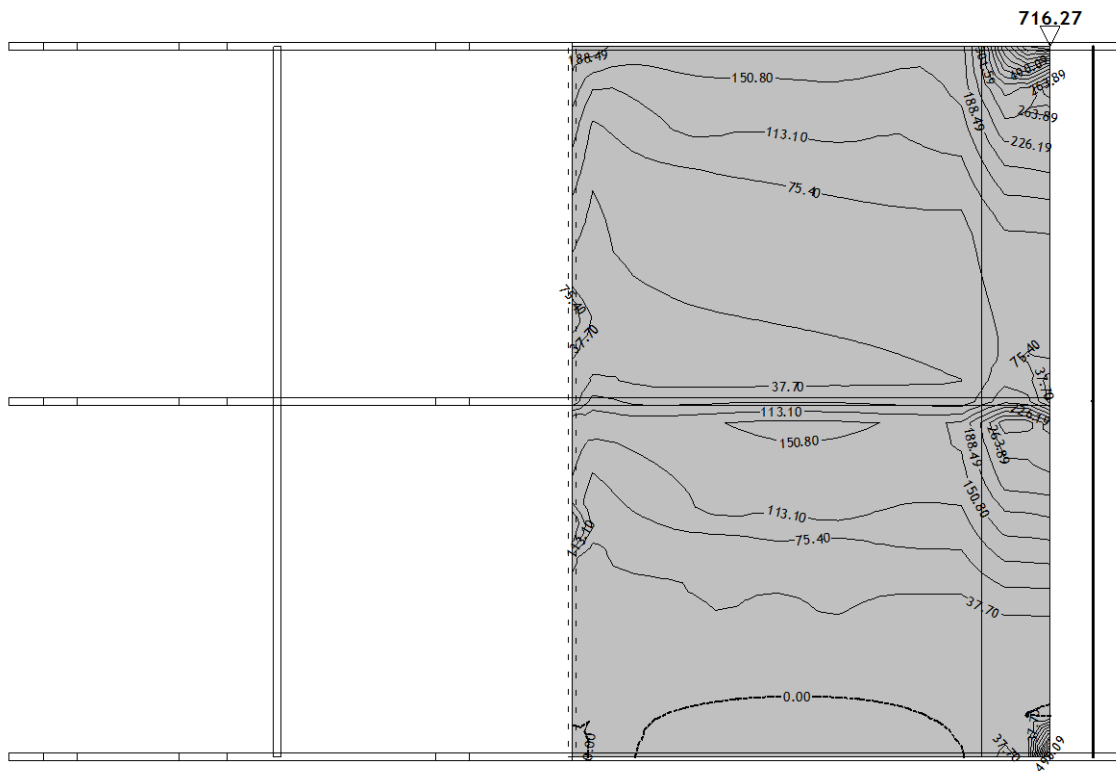
Nivo: ploča kolnog prelaza +114,3 [10.50 m]
Utjecaji u ploči: max $T_{z,x} = 0.00$ / min $T_{z,x} = -317.65$ kN/m

Opt. 38: [GSN] 23-37



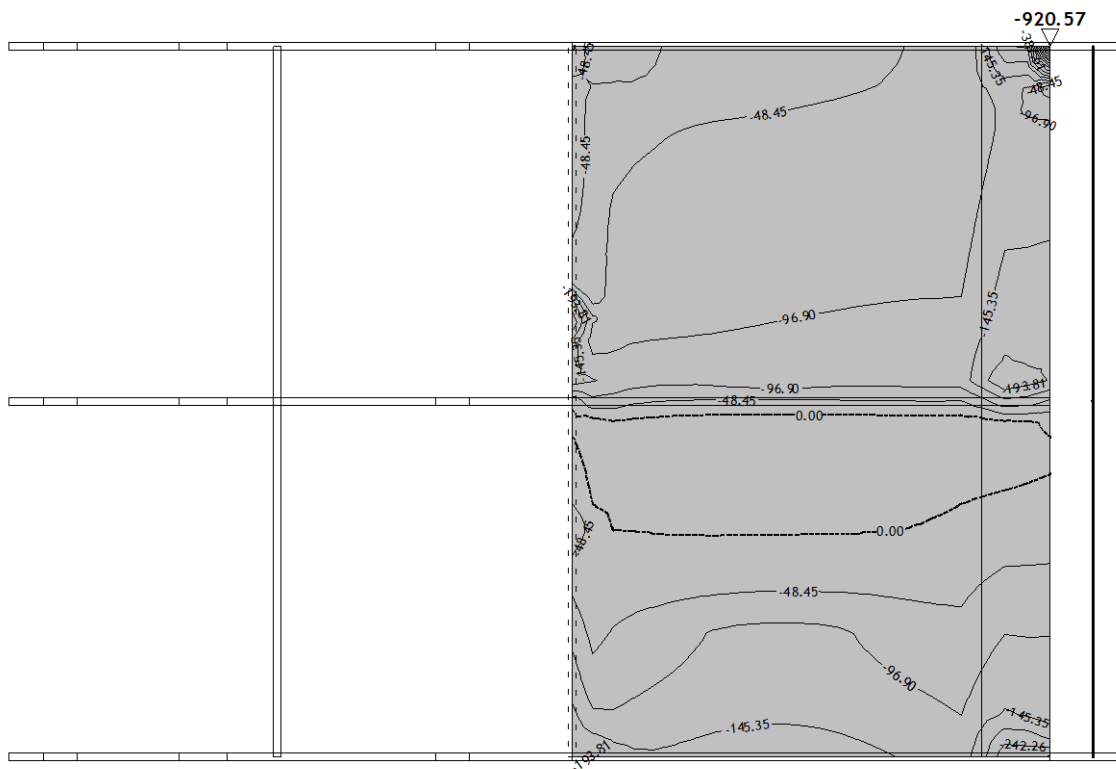
Nivo: ploča kolnog prelaza +114,3 [10.50 m]
Utjecaji u ploči: max $T_{z,x} = 160.22$ / min $T_{z,x} = 0.00$ kN/m

Opt. 38: [GSN] 23-37



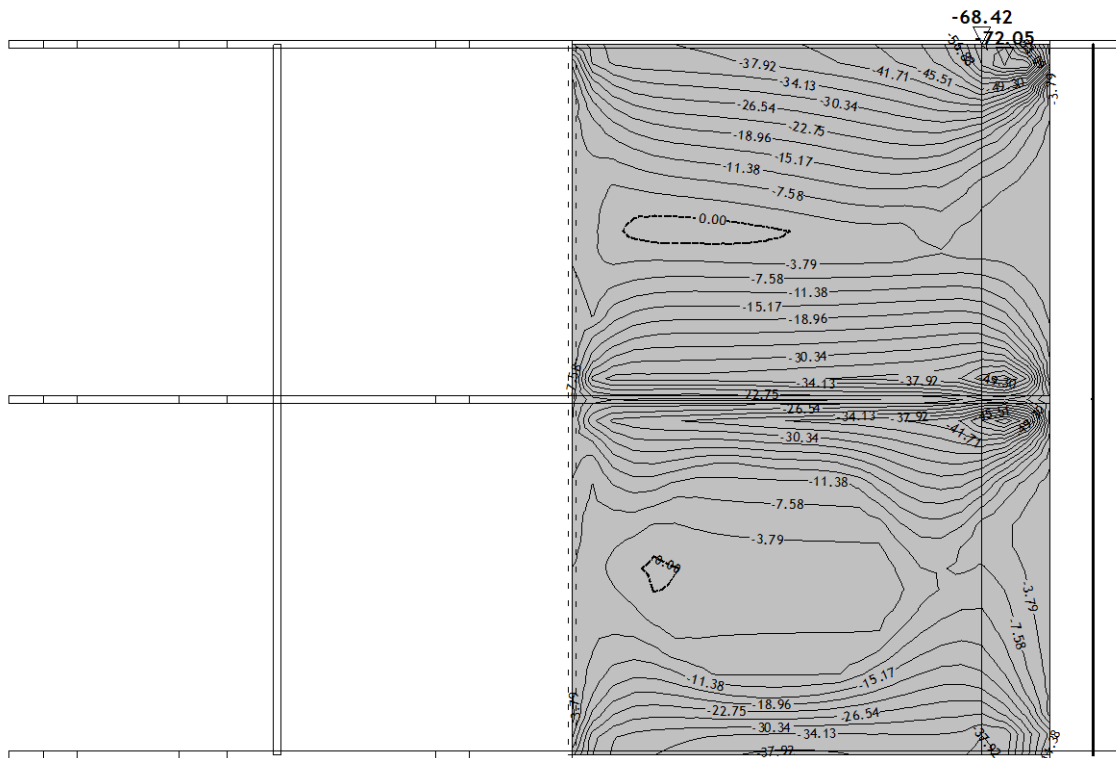
Nivo: ploča kolnog prelaza +114,3 [10.50 m]
Utjecaji u ploči: max $T_{z,y} = 716.27$ / min $T_{z,y} = 0.00$ kN/m

Opt. 38: [GSN] 23-37



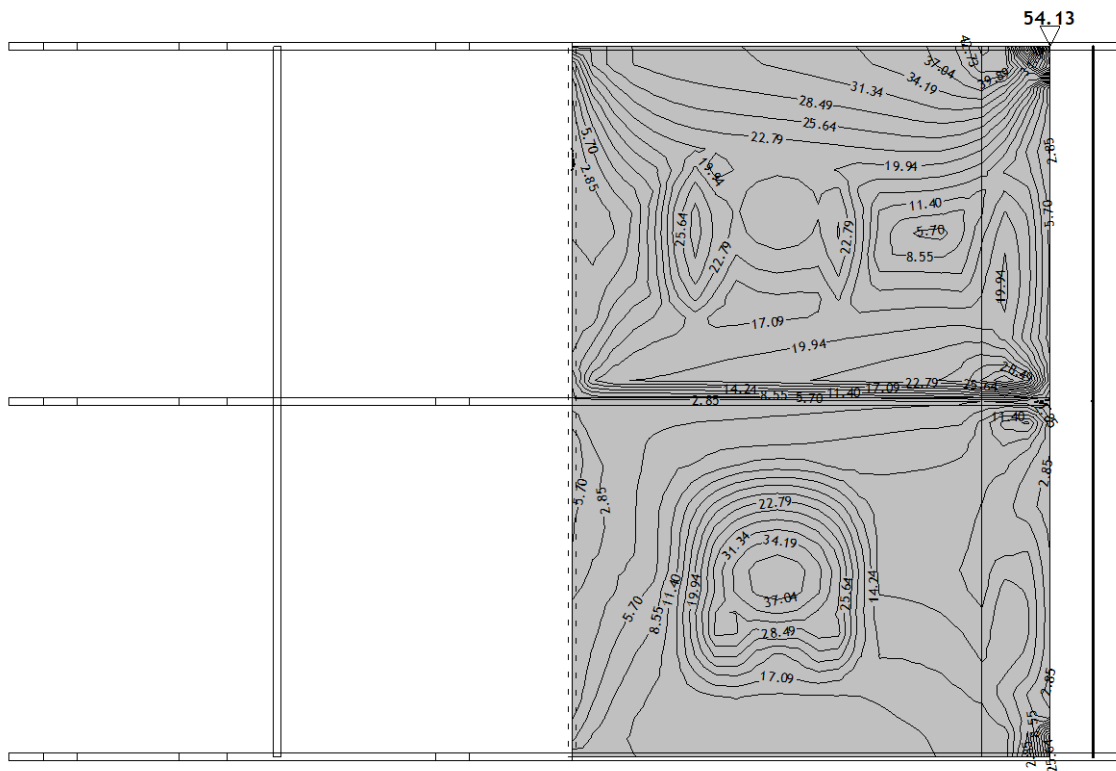
Nivo: ploča kolnog prelaza +114,3 [10.50 m]
Utjecaji u ploči: max $T_{z,y} = 0.00$ / min $T_{z,y} = -920.57$ kN/m

Opt. 38: [GSN] 23-37



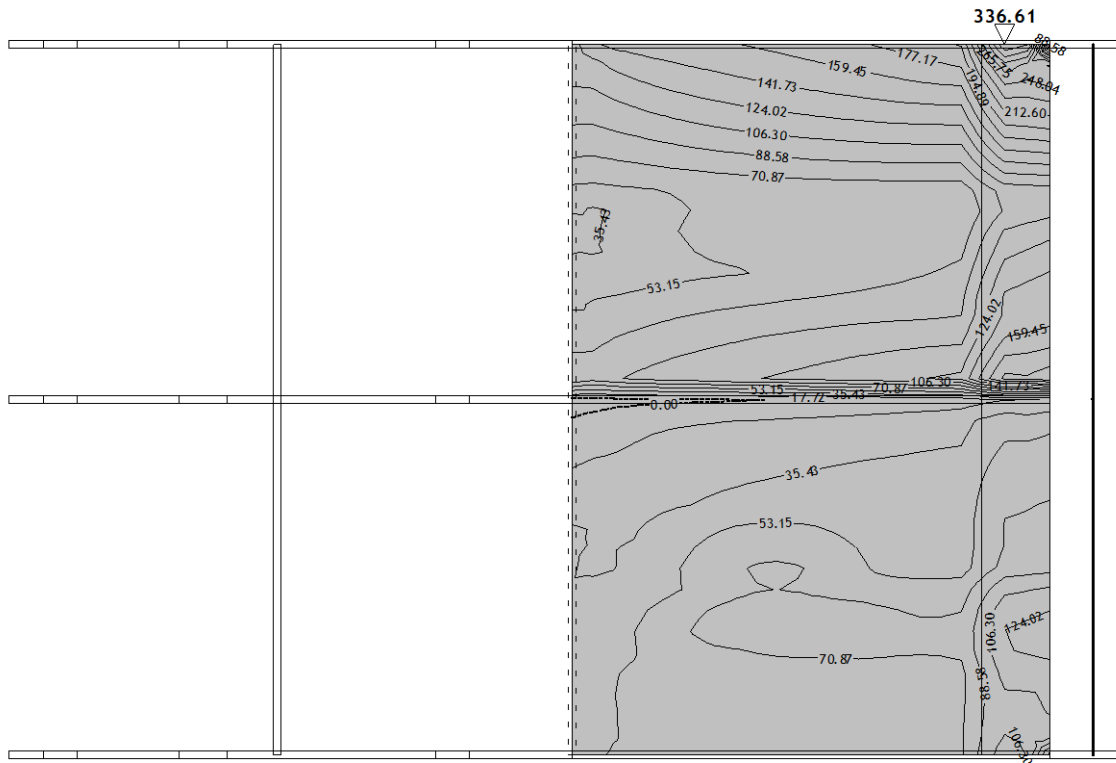
Nivo: ploča kolnog prelaza +114,3 [10.50 m]
 Utjecaji u ploči: max $M_x = 0.00$ / min $M_x = -72.05$ kNm/m

Opt. 38: [GSN] 23-37



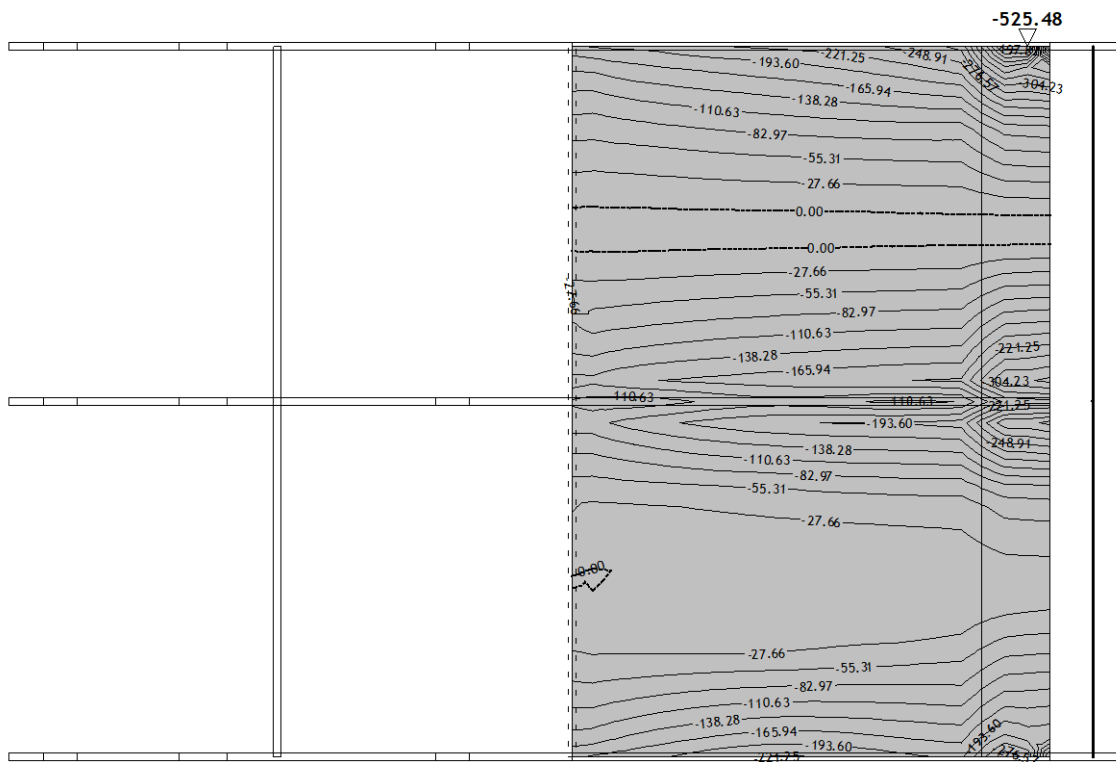
Nivo: ploča kolnog prelaza +114,3 [10.50 m]
 Utjecaji u ploči: max $M_x = 54.13$ / min $M_x = 0.00$ kNm/m

Opt. 38: [GSN] 23-37



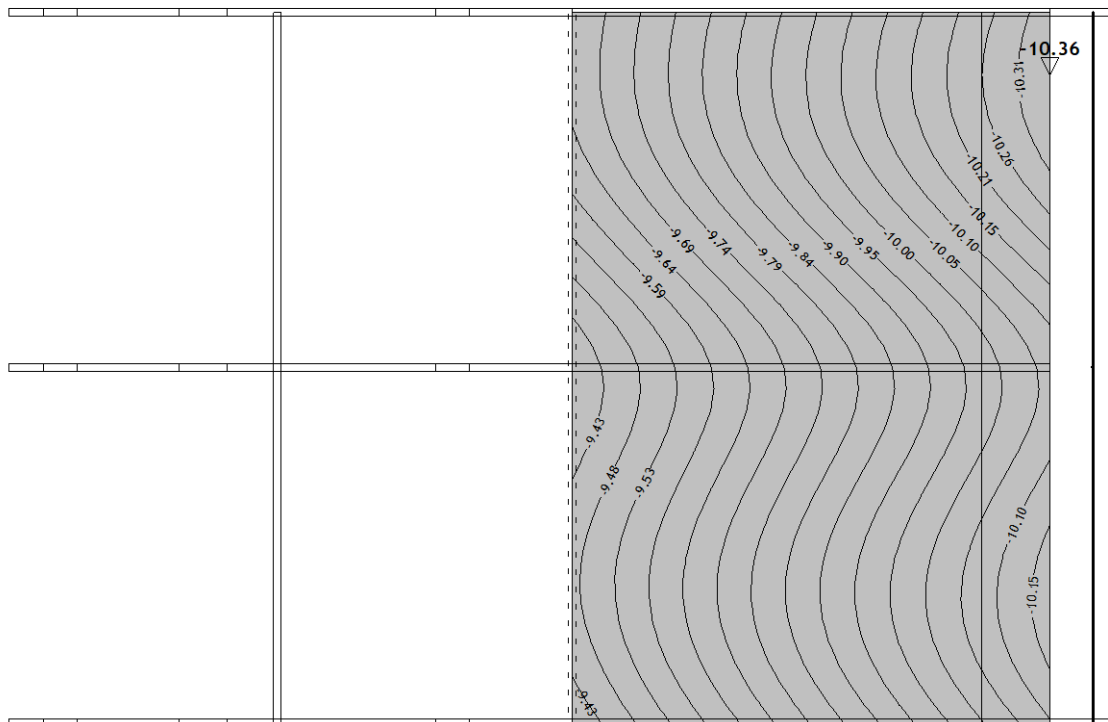
Nivo: ploča kolnog prelaza +114,3 [10.50 m]
 Utjecaji u ploči: max $M_y = 336.61$ / min $M_y = 0.00$ kNm/m

Opt. 38: [GSN] 23-37



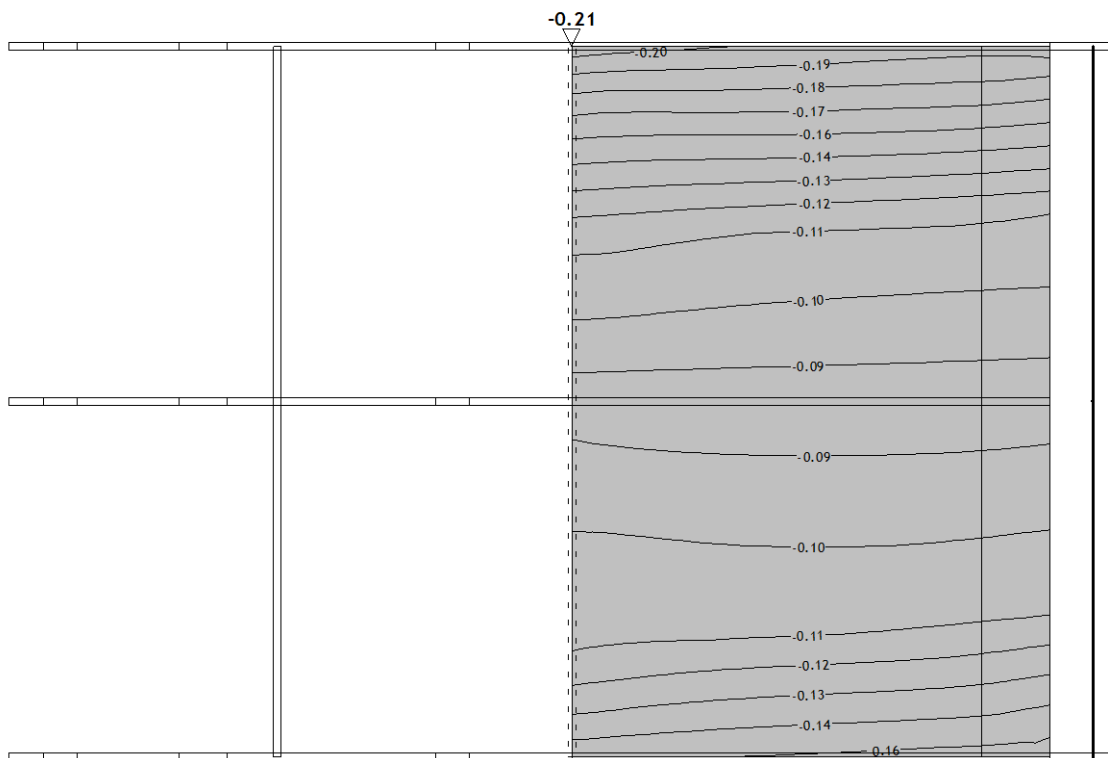
Nivo: ploča kolnog prelaza +114,3 [10.50 m]
 Utjecaji u ploči: max $M_y = 0.00$ / min $M_y = -525.48$ kNm/m

Opt. 41: [GSU vert.] 12-16



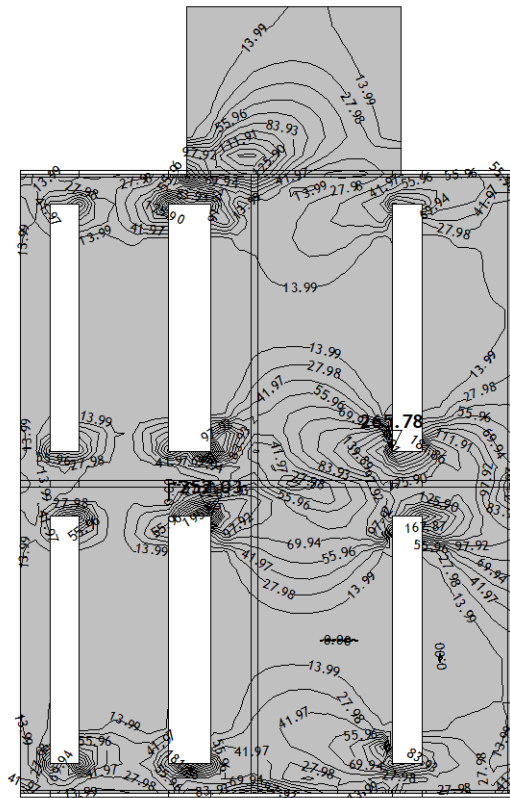
Nivo: ploča kolnog prelaza +114,3 [10.50 m]
 Utjecaji u ploči: max $Z_p = -9.39$ / min $Z_p = -10.36$ m / 1000

Opt. 40: [GSU potres+vert.] 12-22,30-37



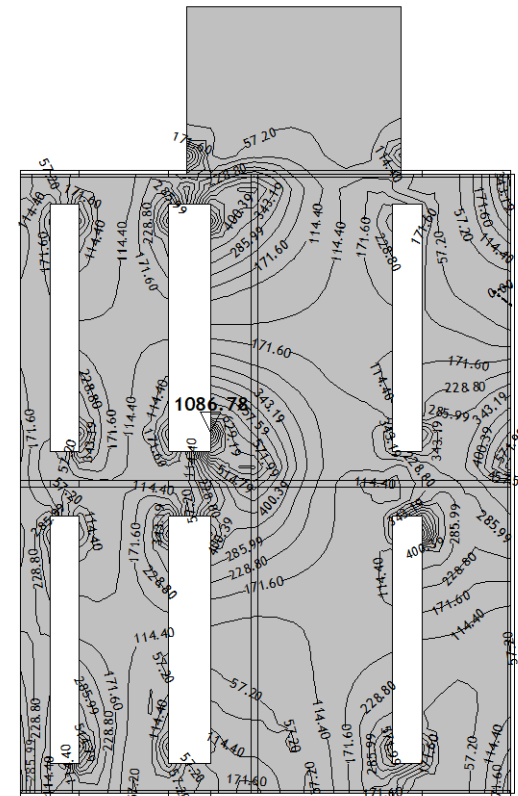
Nivo: ploča kolnog prelaza +114,3 [10.50 m]
 Utjecaji u ploči: max $X_p = -0.08$ / min $X_p = -0.21$ m / 1000

Opt. 38: [GSN] 23-37



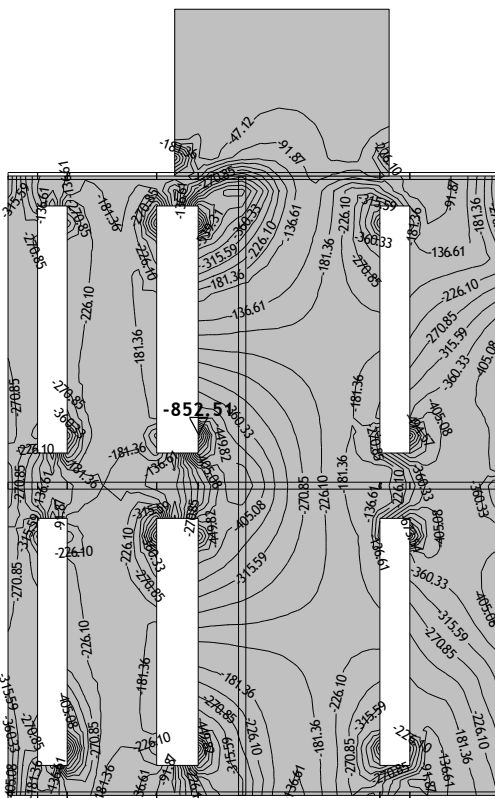
Nivo: ploča zapomica +114,6 [10.80 m]
Utjecaji u ploči: max Nx= 265.78 / min Nx= 0.00 kN/m

Opt. 38: [GSN] 23-37



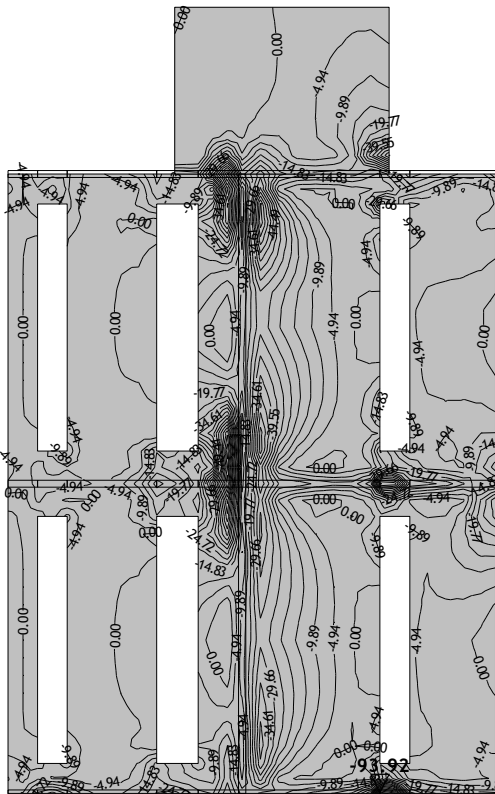
Nivo: ploča zapomica +114,6 [10.80 m]
Utjecaji u ploči: max Ny= 1086.78 / min Ny= 0.00 kN/m

Opt. 38: [GSN] 23-37



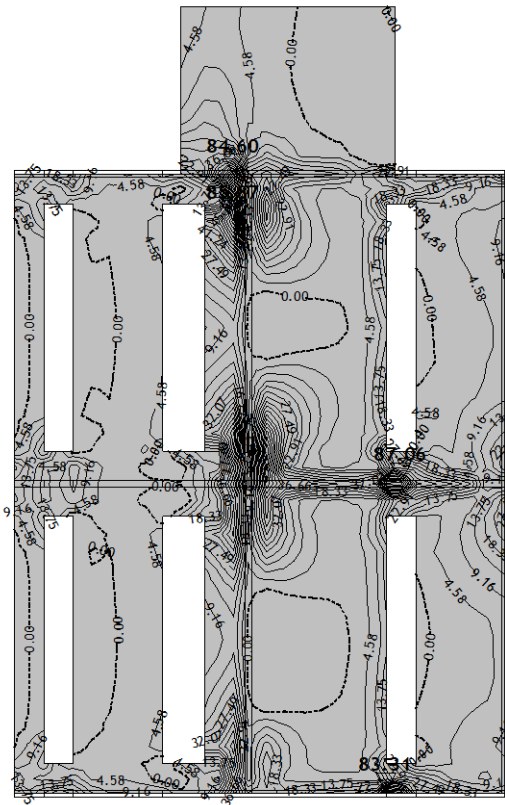
Nivo: ploča zapornica +114,6 [10.80 m]
Utjecaji u ploči: max $N_y = -2.38$ / min $N_y = -852.51$ kN/m

Opt. 38: [GSN] 23-37



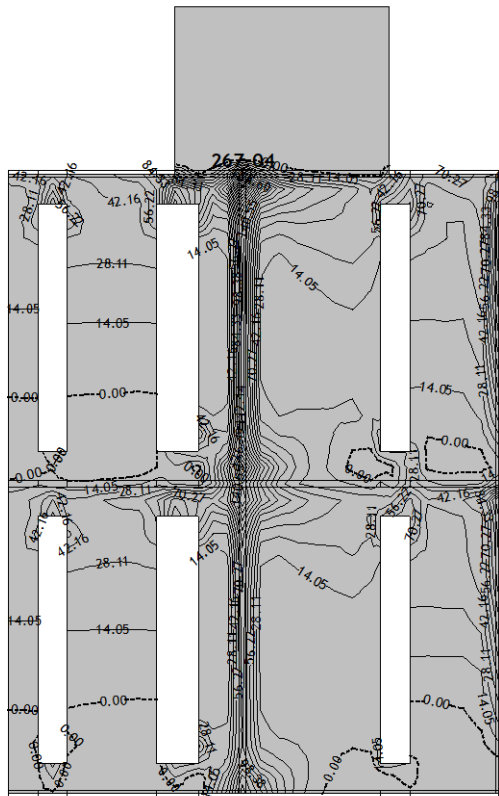
Nivo: ploča zapornica +114,6 [10.80 m]
Utjecaji u ploči: max $T_{z,x} = 0.00$ / min $T_{z,x} = -93.92$ kN/m

Opt. 38: [GSN] 23-37



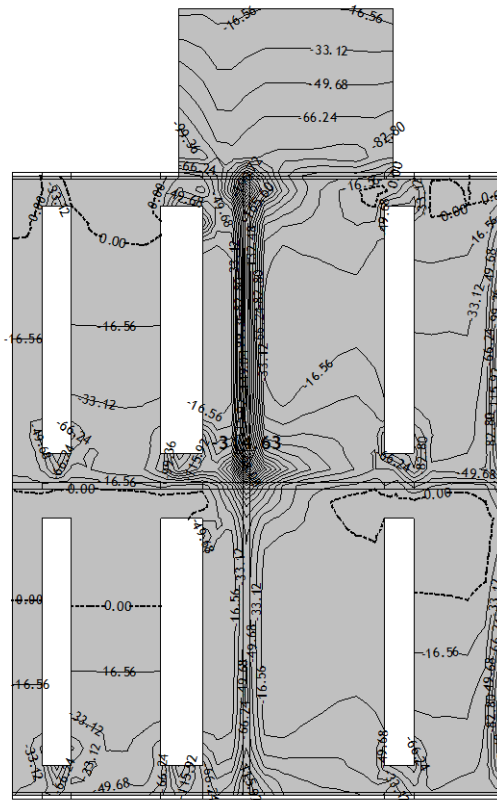
Nivo: ploča zapomica +114,6 [10.80 m]
Utjecaji u ploči: max $T_{z,x} = 87.06$ / min $T_{z,x} = 0.00$ kN/m

Opt. 38: [GSN] 23-37



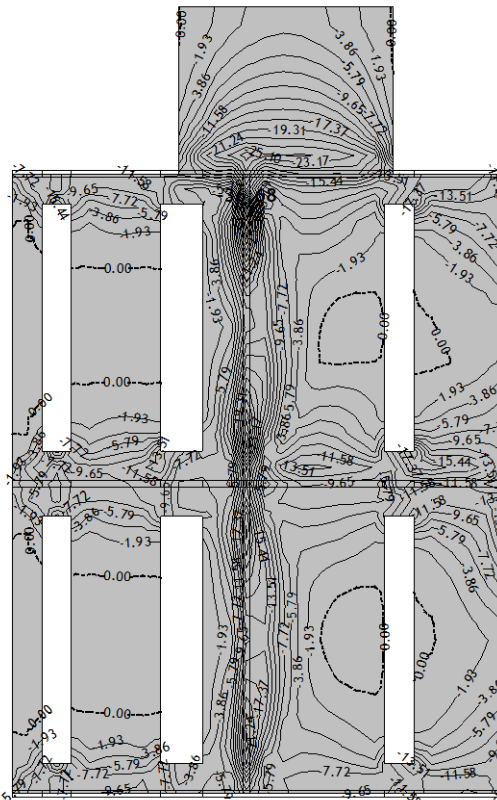
Nivo: ploča zapomica +114,6 [10.80 m]
Utjecaji u ploči: max $T_{z,y} = 267.04$ / min $T_{z,y} = 0.00$ kN/m

Opt. 38: [GSN] 23-37



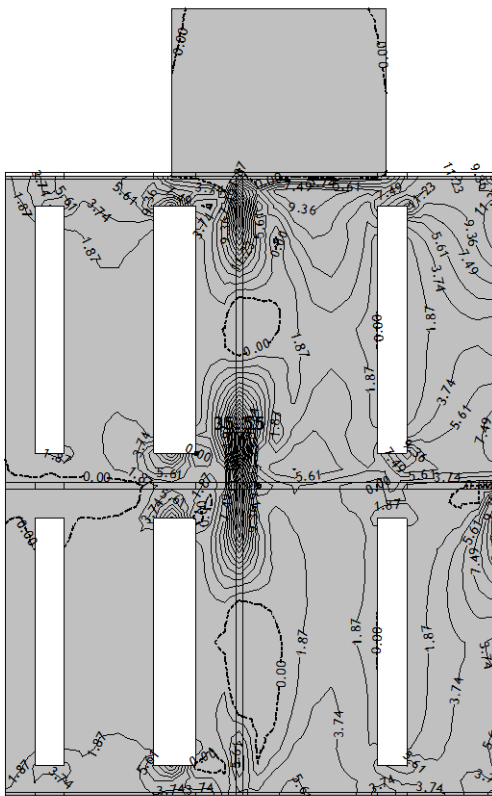
Nivo: ploča zapomica +114,6 [10.80 m]
Utjecaji u ploči: max $T_{z,y} = 0.00$ / min $T_{z,y} = -314.63$ kN/m

Opt. 38: [GSN] 23-37



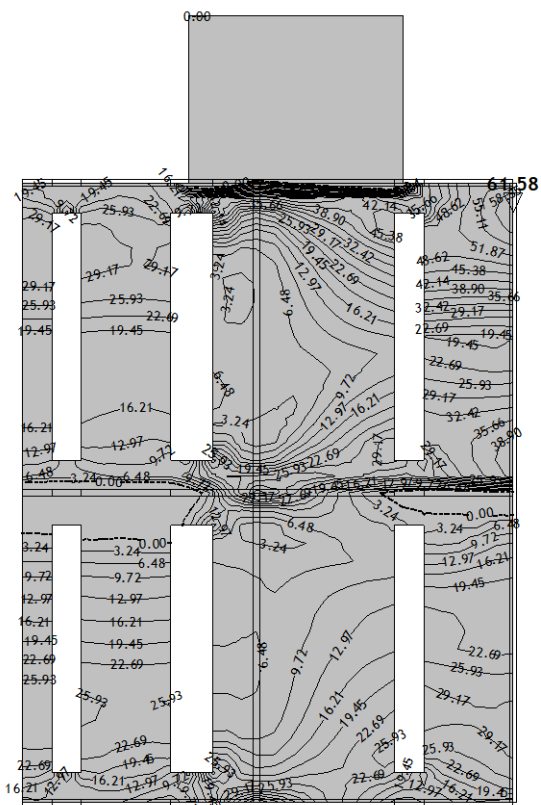
Nivo: ploča zapomica +114,6 [10.80 m]
Utjecaji u ploči: max $M_x = 0.00$ / min $M_x = -36.68$ kNm/m

Opt. 38: [GSN] 23-37



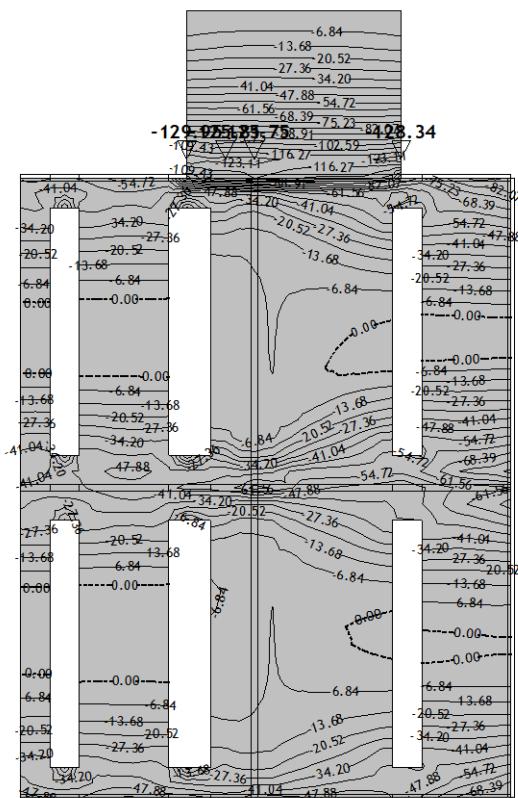
Nivo: ploča zapomica +114,6 [10.80 m]
Utjecaji u ploči: max $M_x = 35.55$ / min $M_x = 0.00$ kNm/m

Opt. 38: [GSN] 23-37



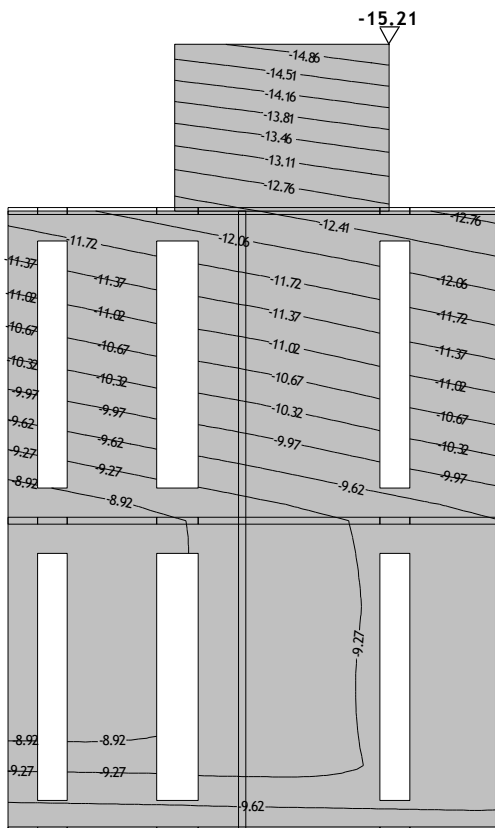
Nivo: ploča zapomica +114,6 [10.80 m]
Utjecaji u ploči: max $M_y = 61.58$ / min $M_y = 0.00$ kNm/m

Opt. 38: [GSN] 23-37



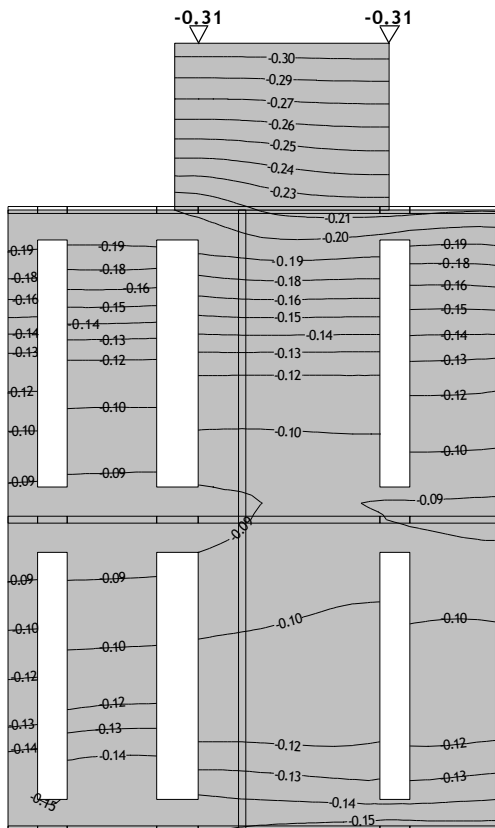
Nivo: ploča zapornica +114,6 [10.80 m]
 Utjecaji u ploči: max $M_y = 0.00$ / min $M_y = -129.95$ kNm/m

Opt. 40: [GSU potres+vert.] 12-22,30-37



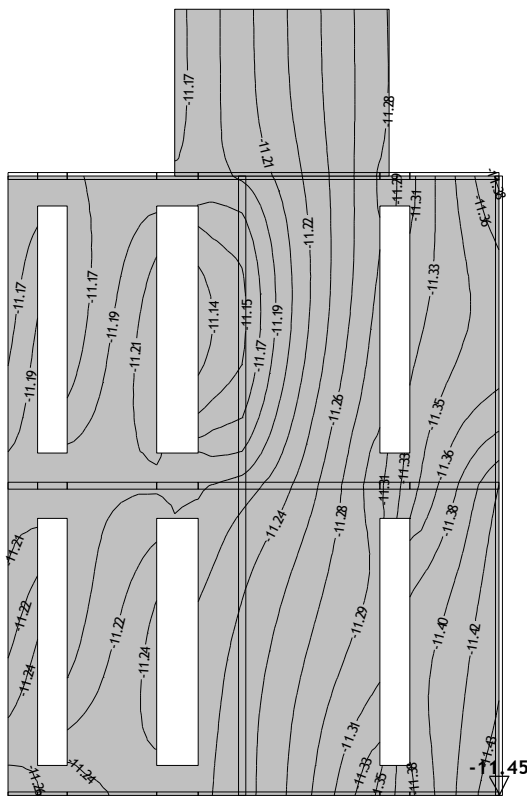
Nivo: ploča zapornica +114,6 [10.80 m]
 Utjecaji u ploči: max $Z_p = -8.58$ / min $Z_p = -15.21$ m / 1000

Opt. 40: [GSU potres+vert.] 12-22,30-37



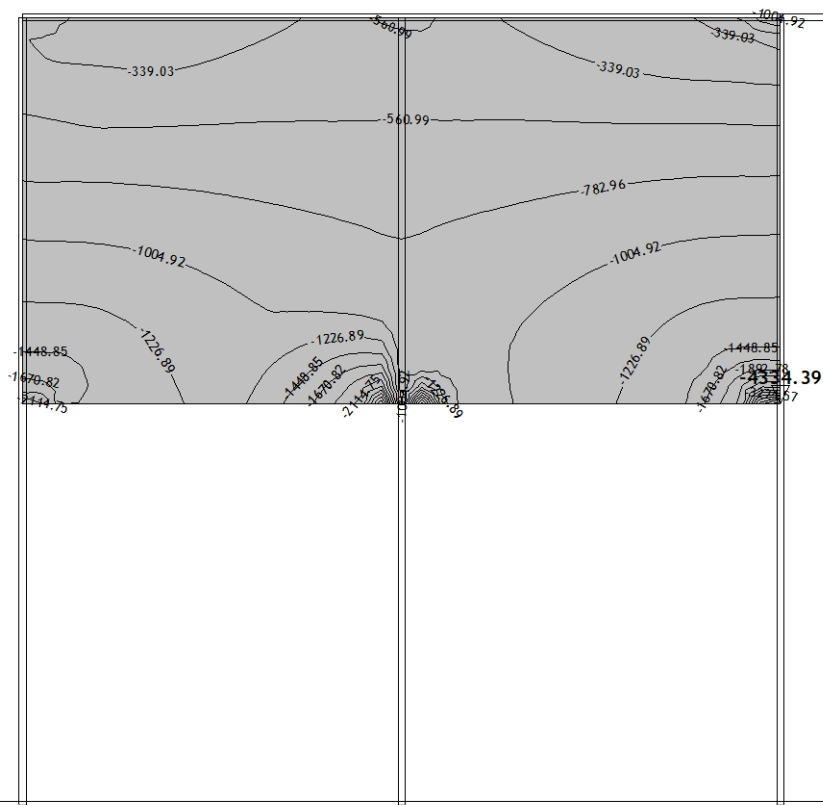
Nivo: ploča zapornica +114,6 [10.80 m]
 Utjecaji u ploči: max $X_p = -0.09$ / min $X_p = -0.31$ m / 1000

Opt. 40: [GSU potres+vert.] 12-22,30-37



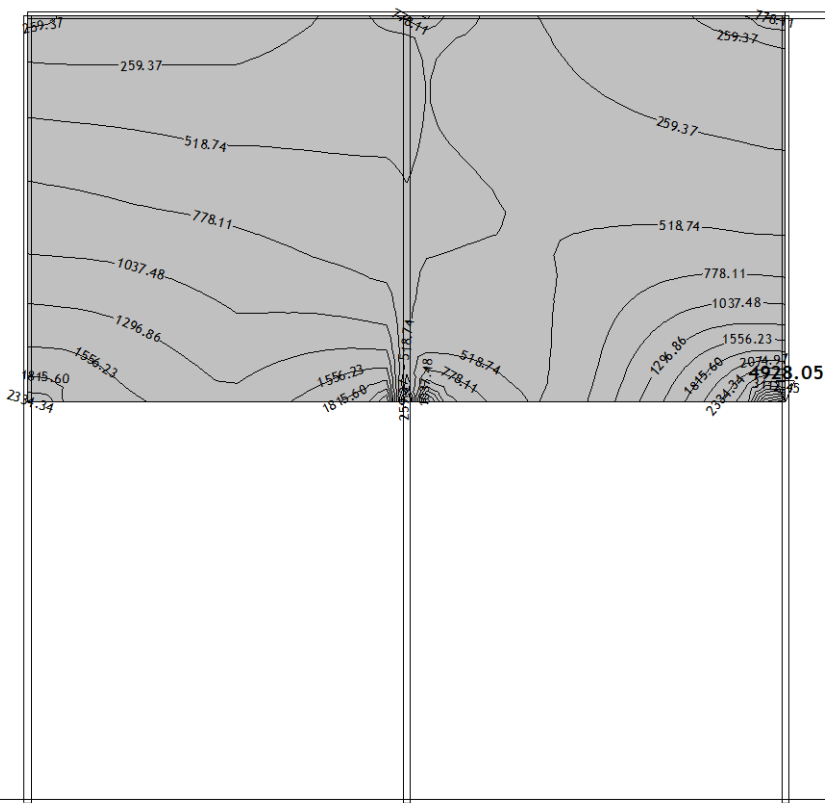
Nivo: ploča zapornica +114,6 [10.80 m]
 Utjecaji u ploči: max $Y_p = -11.13$ / min $Y_p = -11.45$ m / 1000

Opt. 38: [GSN] 23-37



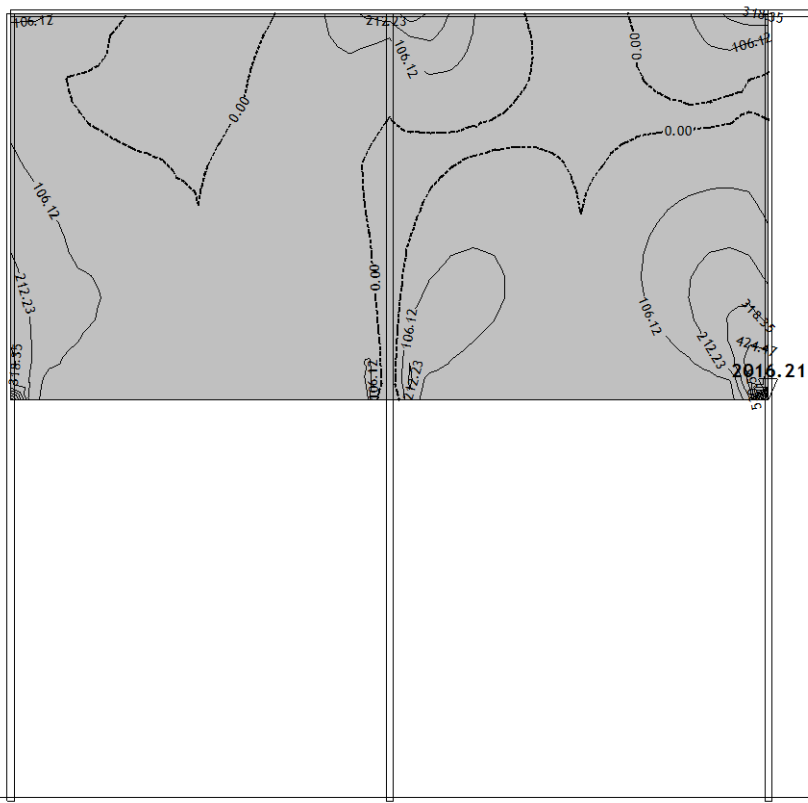
Okvir: V_2
Utjecaji u ploči: max $N_x = -117.07$ / min $N_x = -4334.39$ kN/m

Opt. 38: [GSN] 23-37



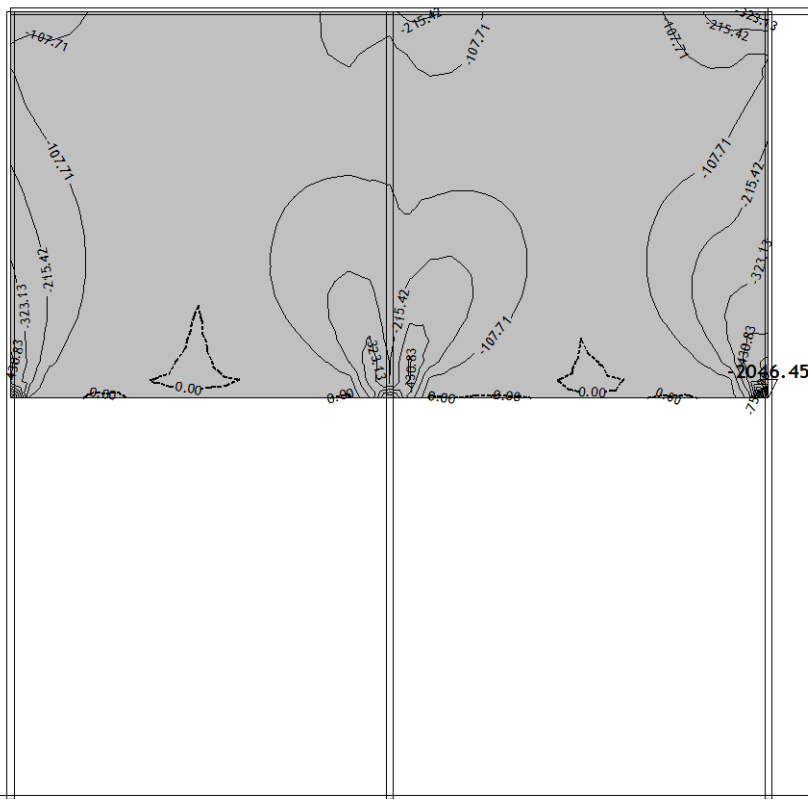
Okvir: V_2
Utjecaji u ploči: max $N_x = 4928.05$ / min $N_x = 0.00$ kN/m

Opt. 38: [GSN] 23-37



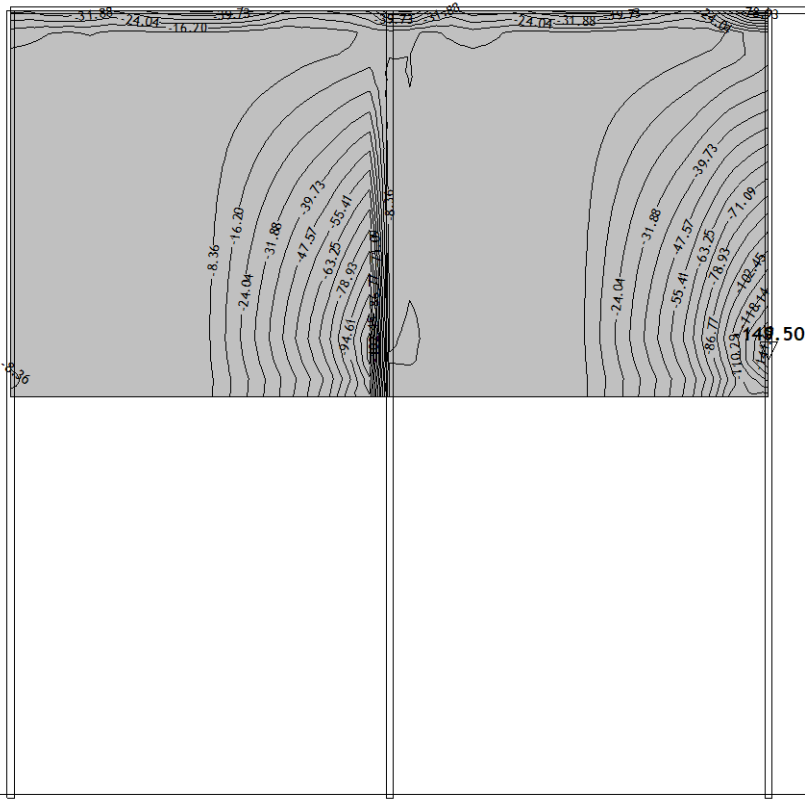
Okvir: V_2
Utjecaji u ploči: max N_y = 2016.21 / min N_y = 0.00 kN/m

Opt. 38: [GSN] 23-37



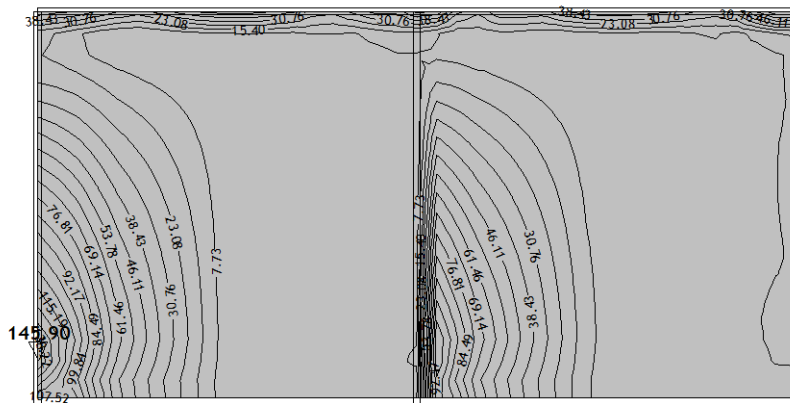
Okvir: V_2
Utjecaji u ploči: max N_y = 0.00 / min N_y = -2046.45 kN/m

Opt. 38: [GSN] 23-37



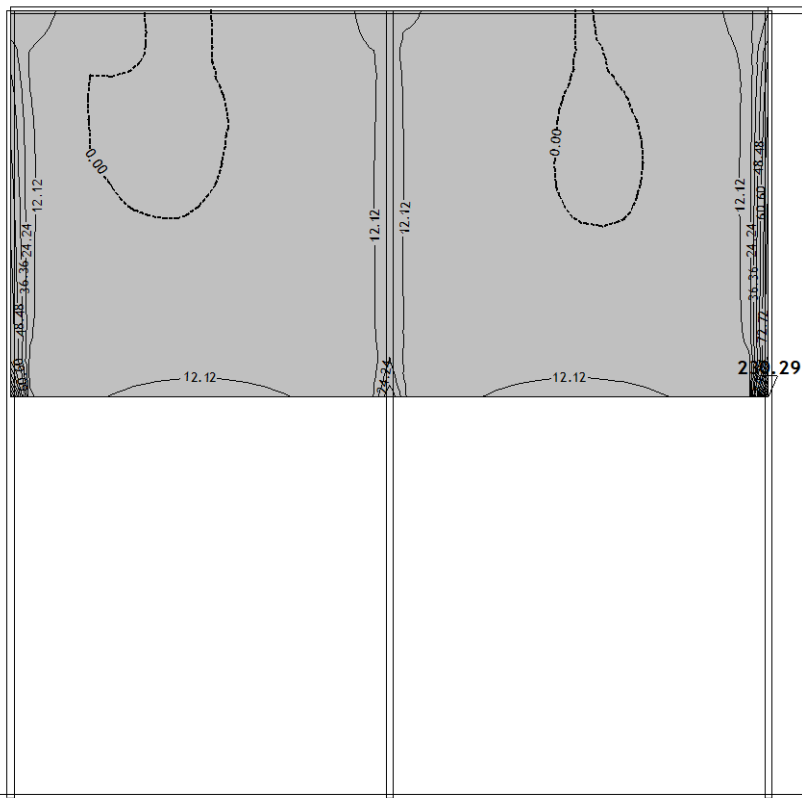
Okvir: V_2
Utjecaji u ploči: max $T_{z,x} = -0.53$ / min $T_{z,x} = -149.50$ kN/m

Opt. 38: [GSN] 23-37



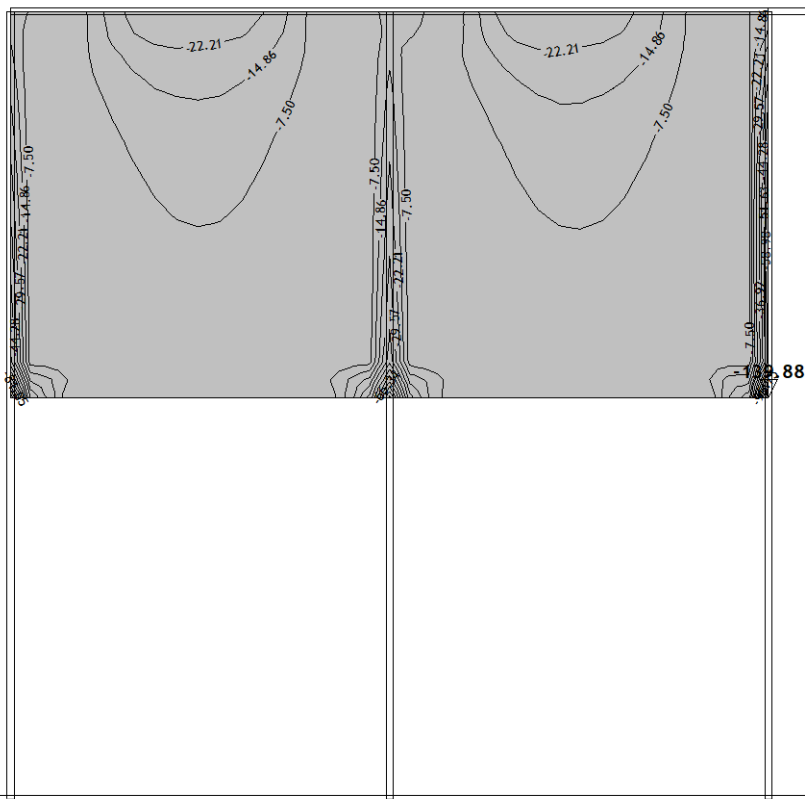
Okvir: V_2
Utjecaji u ploči: max $T_{z,x} = 145.90$ / min $T_{z,x} = 0.06$ kN/m

Opt. 38: [GSN] 23-37



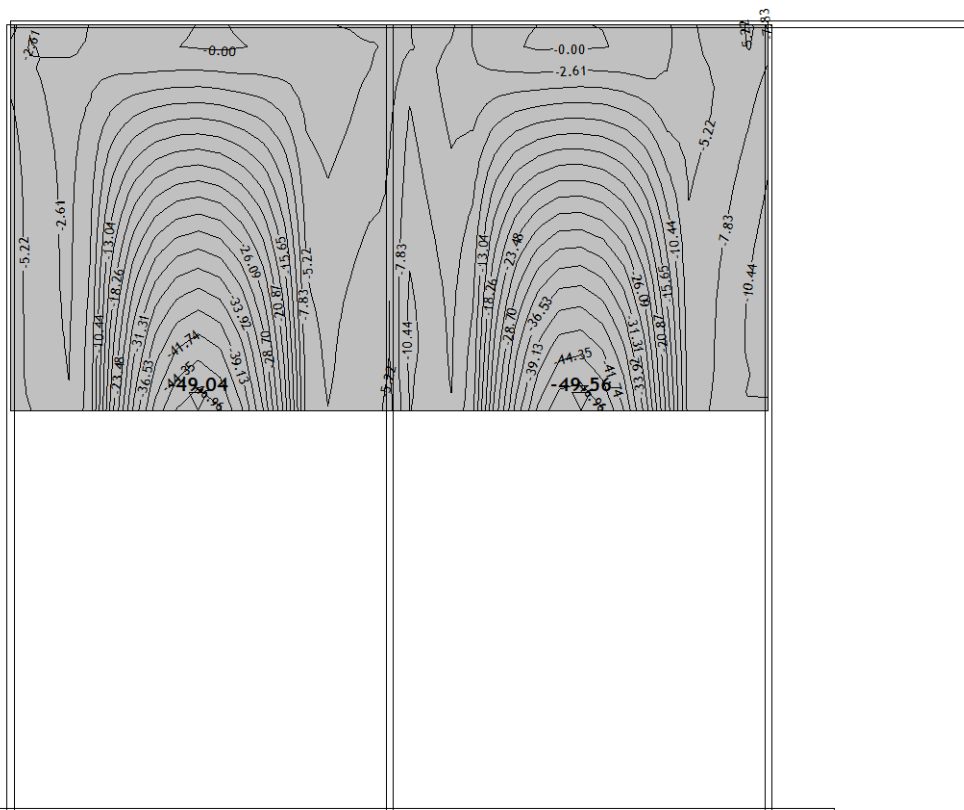
Okvir: V_2
Utjecaji u ploči: max $T_{z,y} = 230.29$ / min $T_{z,y} = 0.00$ kN/m

Opt. 38: [GSN] 23-37



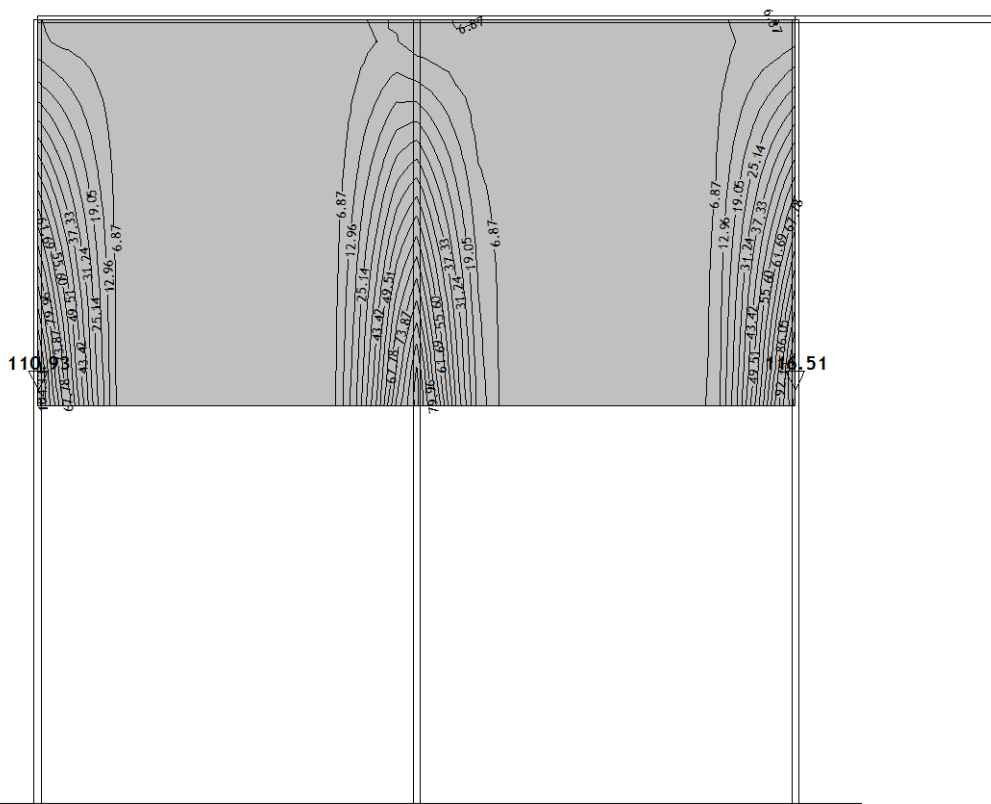
Okvir: V_2
Utjecaji u ploči: max $T_{z,y} = -0.15$ / min $T_{z,y} = -139.88$ kN/m

Opt. 38: [GSN] 23-37



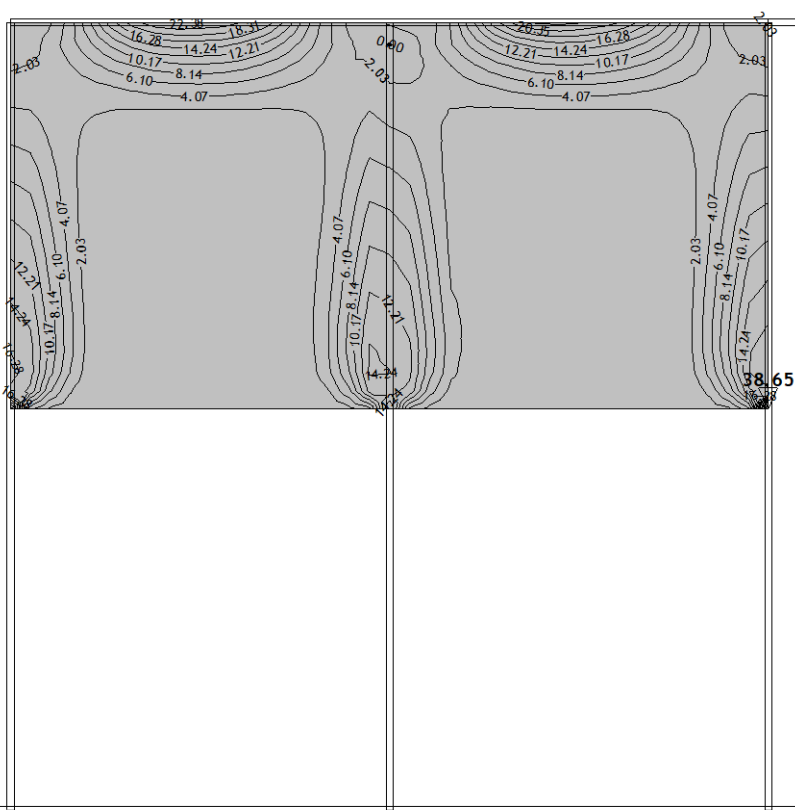
Okvir: V_2
Utjecaji u ploči: max $M_x = 0.00$ / min $M_x = -49.56$ kNm/m

Opt. 38: [GSN] 23-37



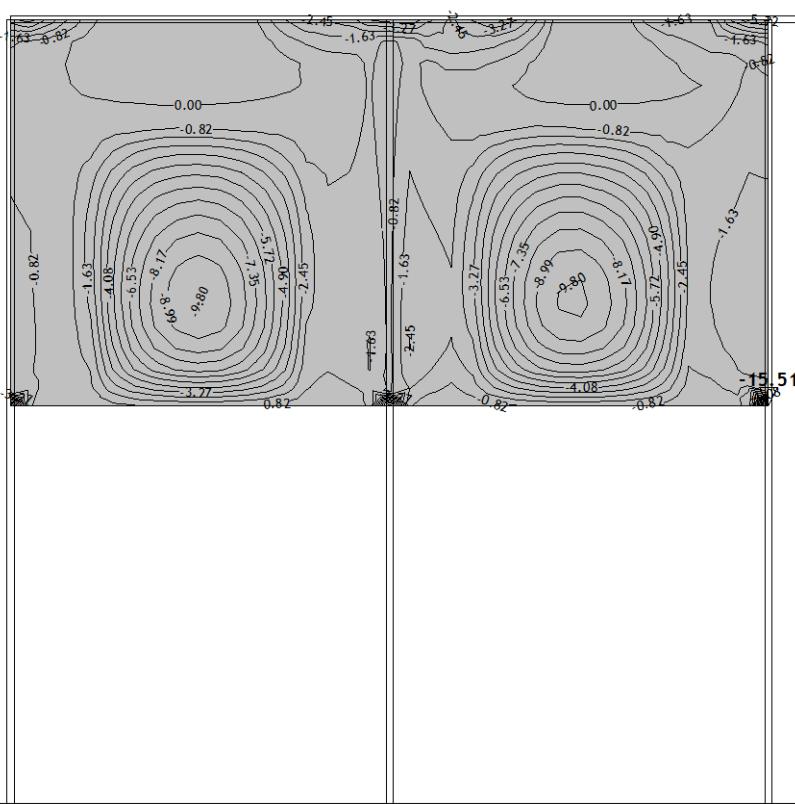
Okvir: V_2
Utjecaji u ploči: max $M_x = 116.51$ / min $M_x = 0.79$ kNm/m

Opt. 38: [GSN] 23-37



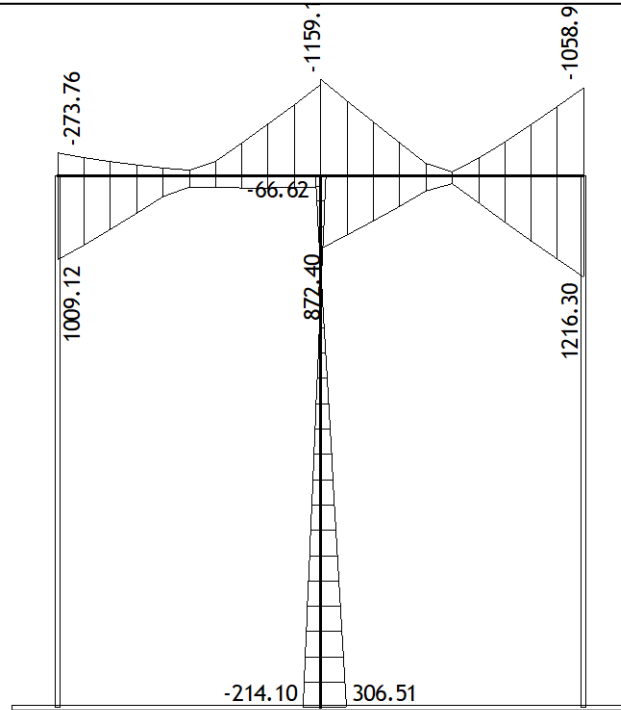
Okvir: V_2
Utjecaji u ploči: max $M_y = 38.65$ / min $M_y = 0.00$ kNm/m

Opt. 38: [GSN] 23-37



Okvir: V_2
Utjecaji u ploči: max $M_y = 0.00$ / min $M_y = -15.51$ kNm/m

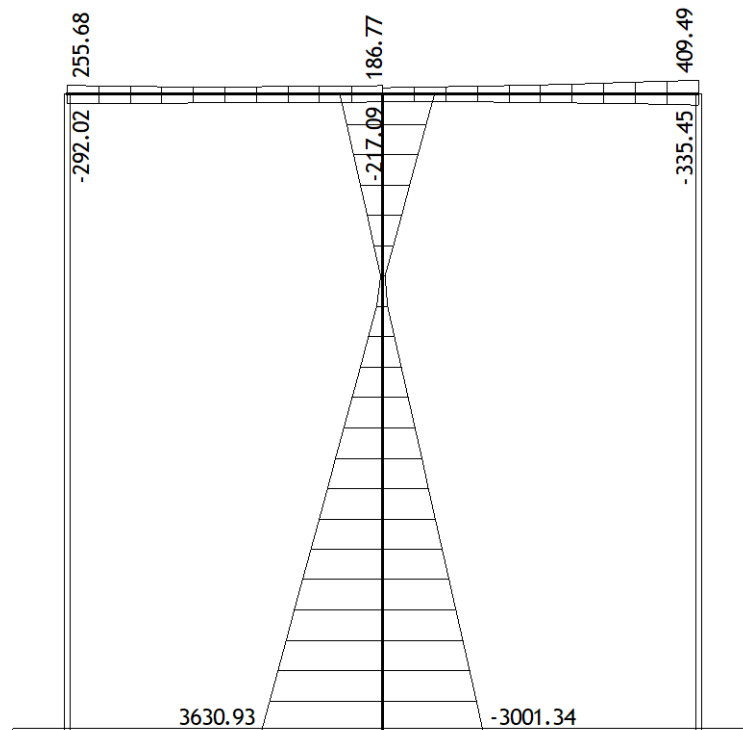
Opt. 38: [GSN] 23-37



Okvir: V_5

Utjecaji u gredi: max M3= 1216.30 / min M3= -1159.13 kNm

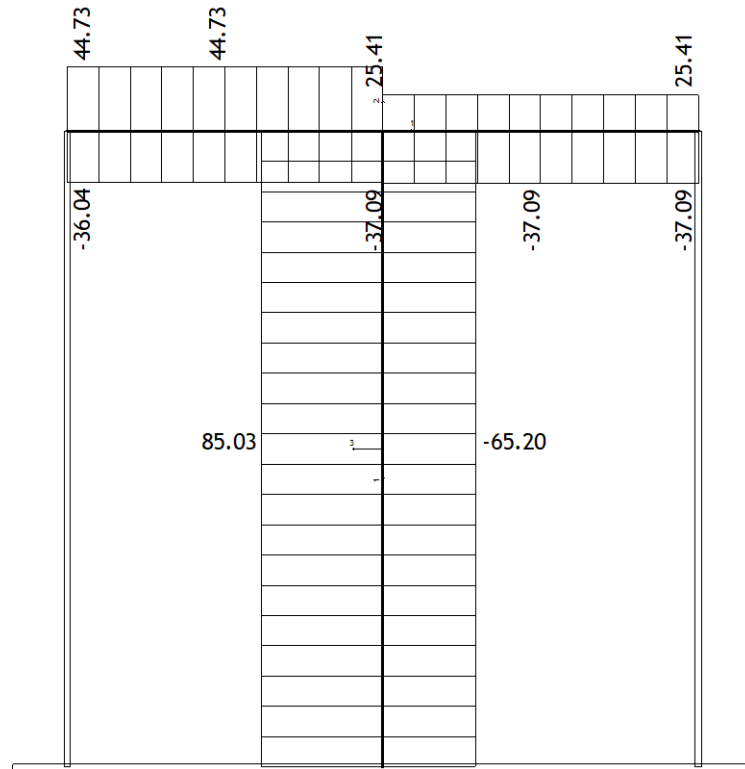
Opt. 38: [GSN] 23-37



Okvir: V_5

Utjecaji u gredi: max M2= 3630.93 / min M2= -3001.34 kNm

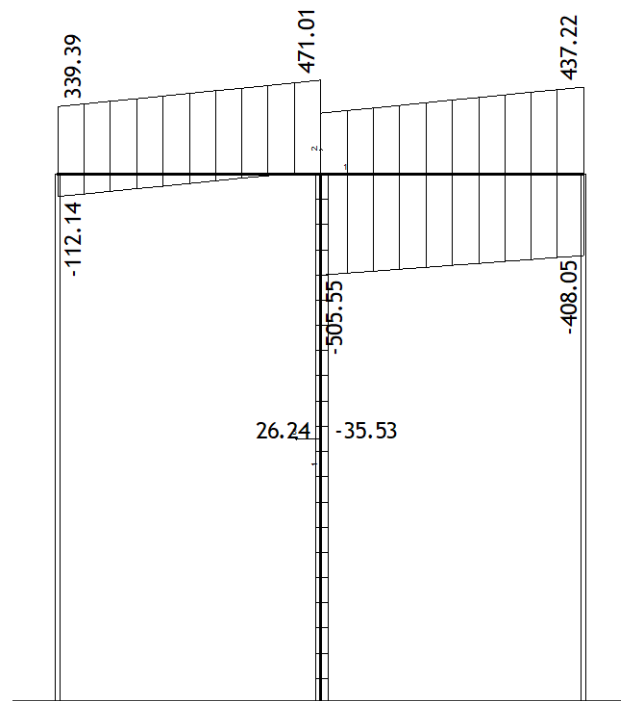
Opt. 38: [GSN] 23-37



Okvir: V_5

Utjecaji u gredi: max M1= 85.03 / min M1= -65.20 kNm

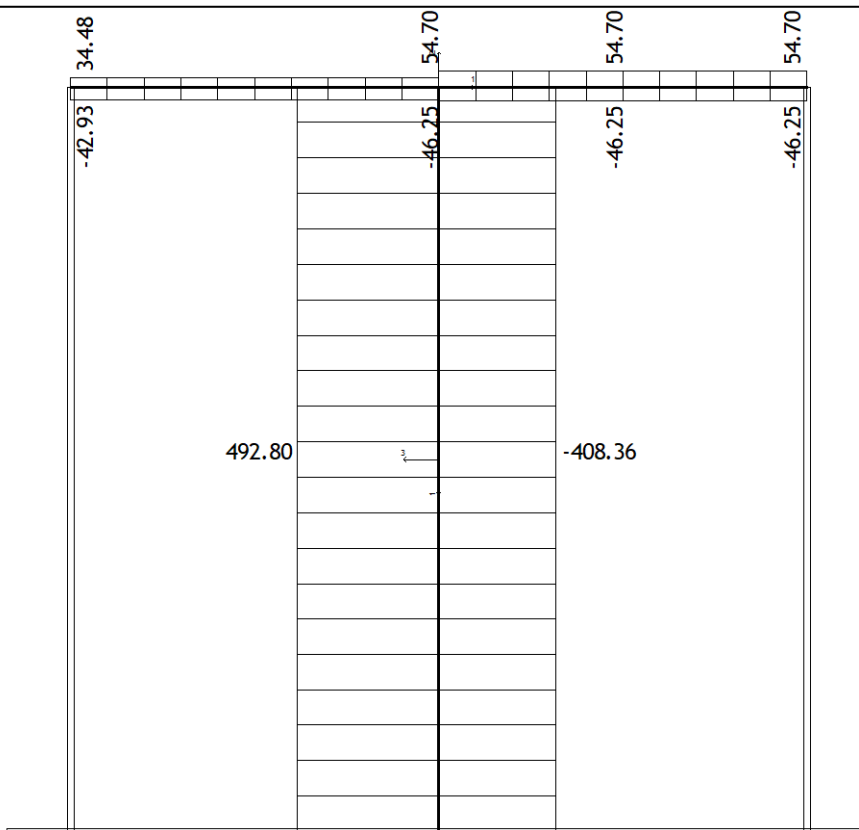
Opt. 38: [GSN] 23-37



Okvir: V_5

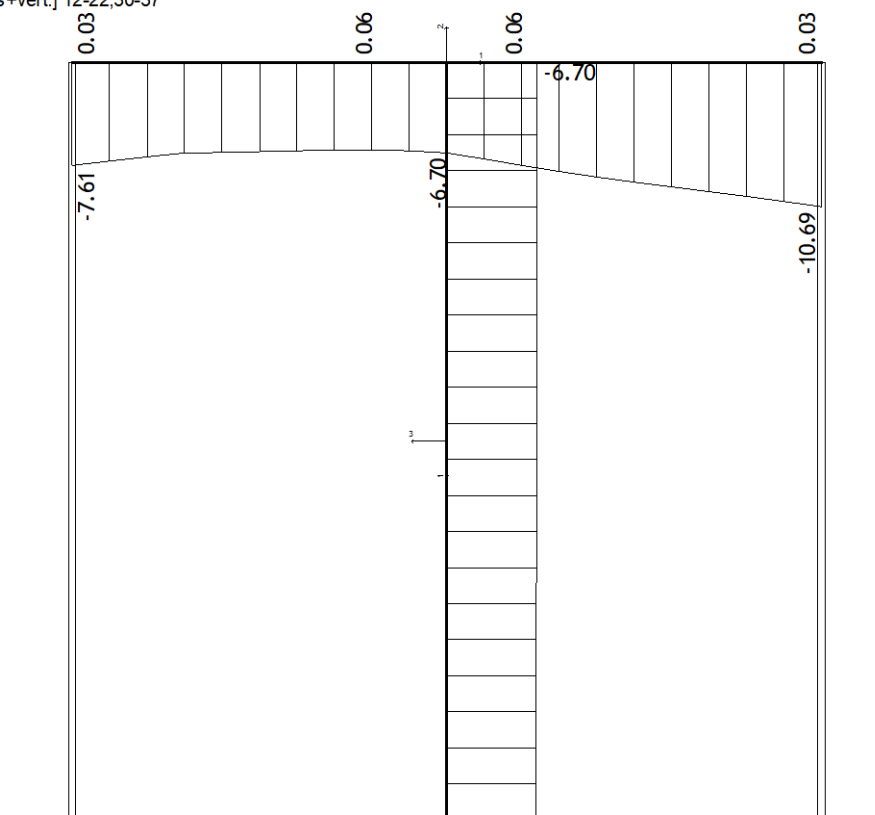
Utjecaji u gredi: max T2= 471.01 / min T2= -505.55 kN

Opt. 38: [GSN] 23-37



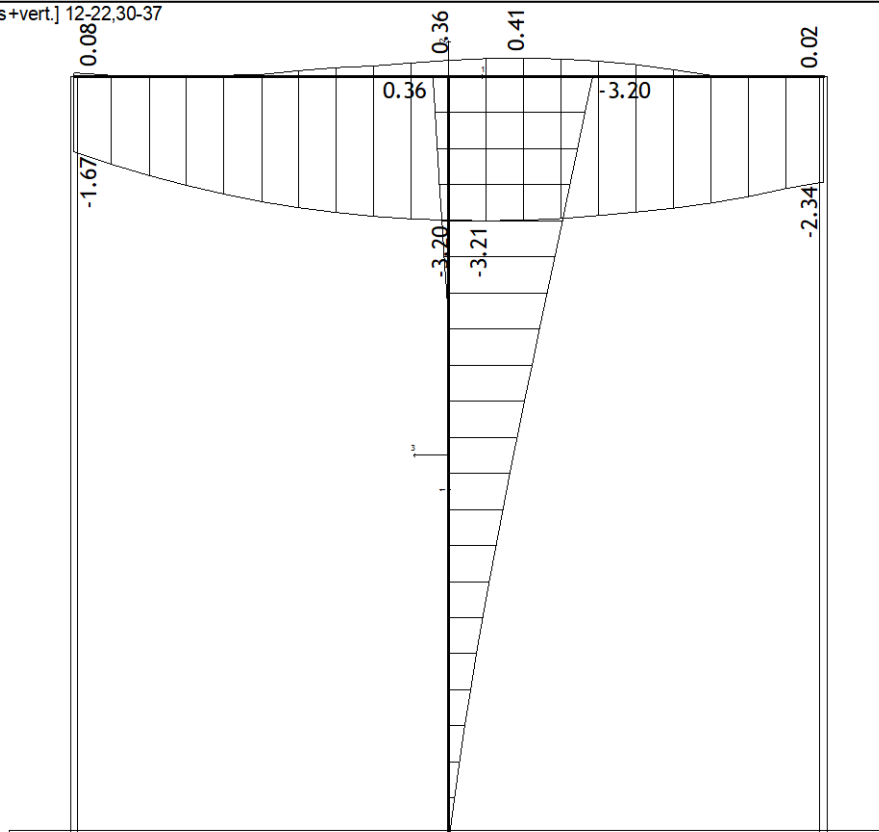
Okvir: V_5
Utjecaji u gredi: max T3= 492.80 / min T3= -408.36 kN

Opt. 40: [GSU potres+vert.] 12-22,30-37



Okvir: V_5
Utjecaji u gredi: max Zp= 0.06 / min Zp= -10.69 m / 1000

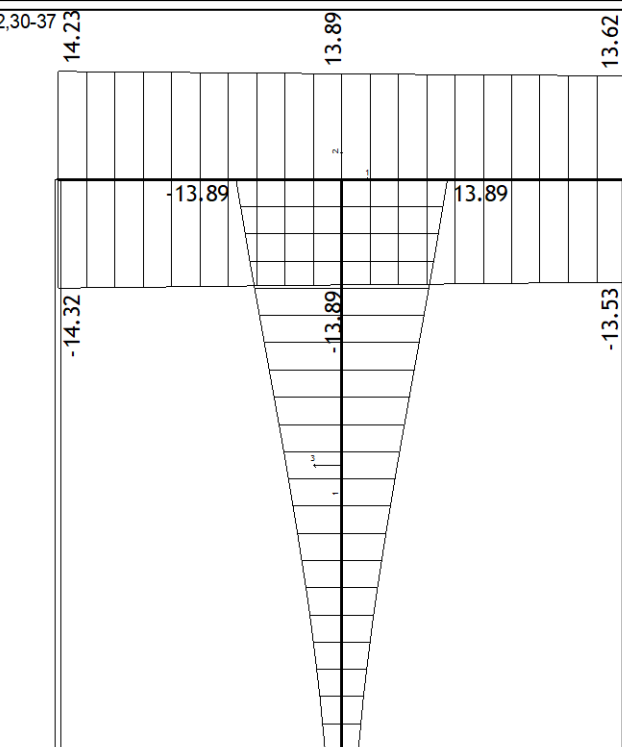
Opt. 40: [GSU potres+vert.] 12-22,30-37



Okvir: V_5

Utjecaji u gredi: max Xp= 0.41 / min Xp= -3.21 m / 1000

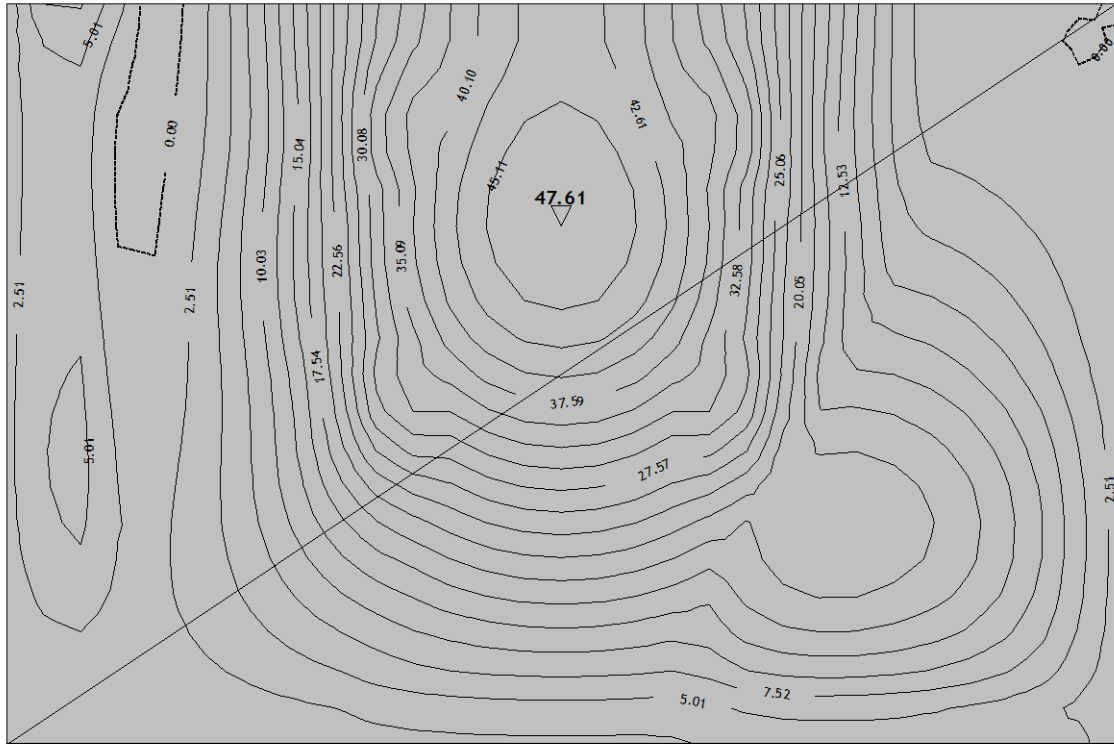
Opt. 40: [GSU potres+vert.] 12-22,30-37



Okvir: V_5

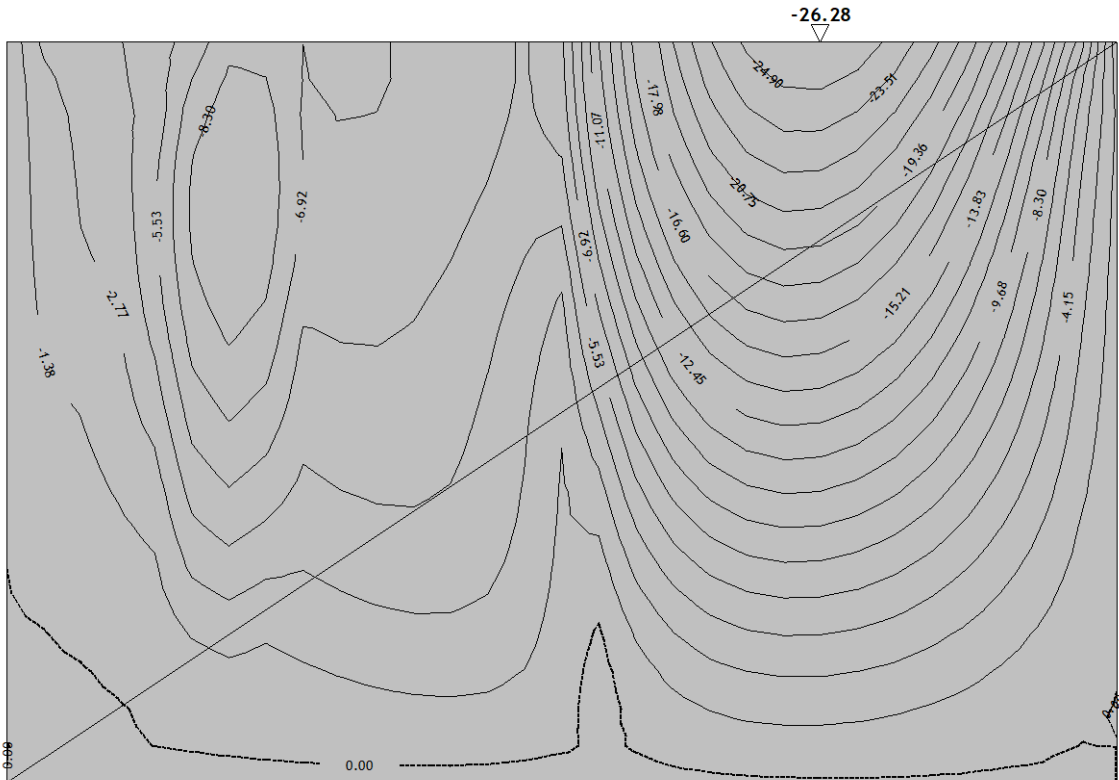
Utjecaji u gredi: max Yp= 14.23 / min Yp= -14.32 m / 1000

Opt. 19: [GSN] 14-18



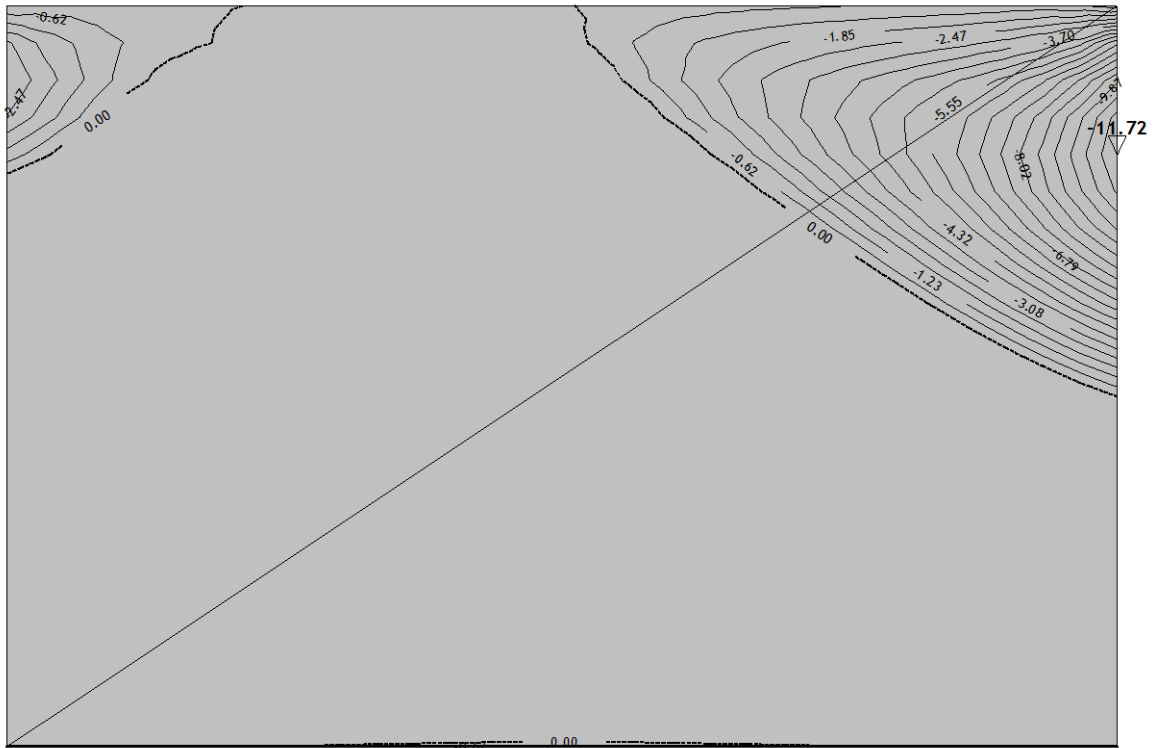
Pogled: prelazna ploča
Utjecaji u ploči: max $M_x = 47.61$ / min $M_x = 0.00$ kNm/m

Opt. 19: [GSN] 14-18



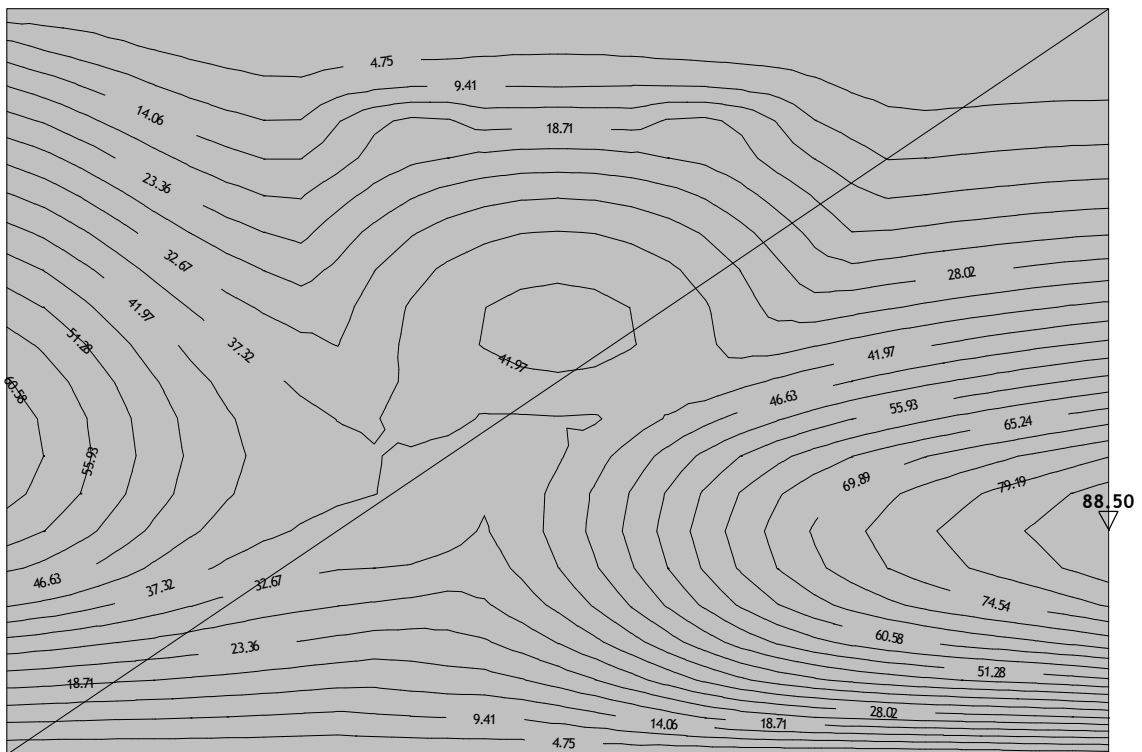
Pogled: prelazna ploča
Utjecaji u ploči: max $M_x = 0.00$ / min $M_x = -26.28$ kNm/m

Opt. 19: [GSN] 14-18



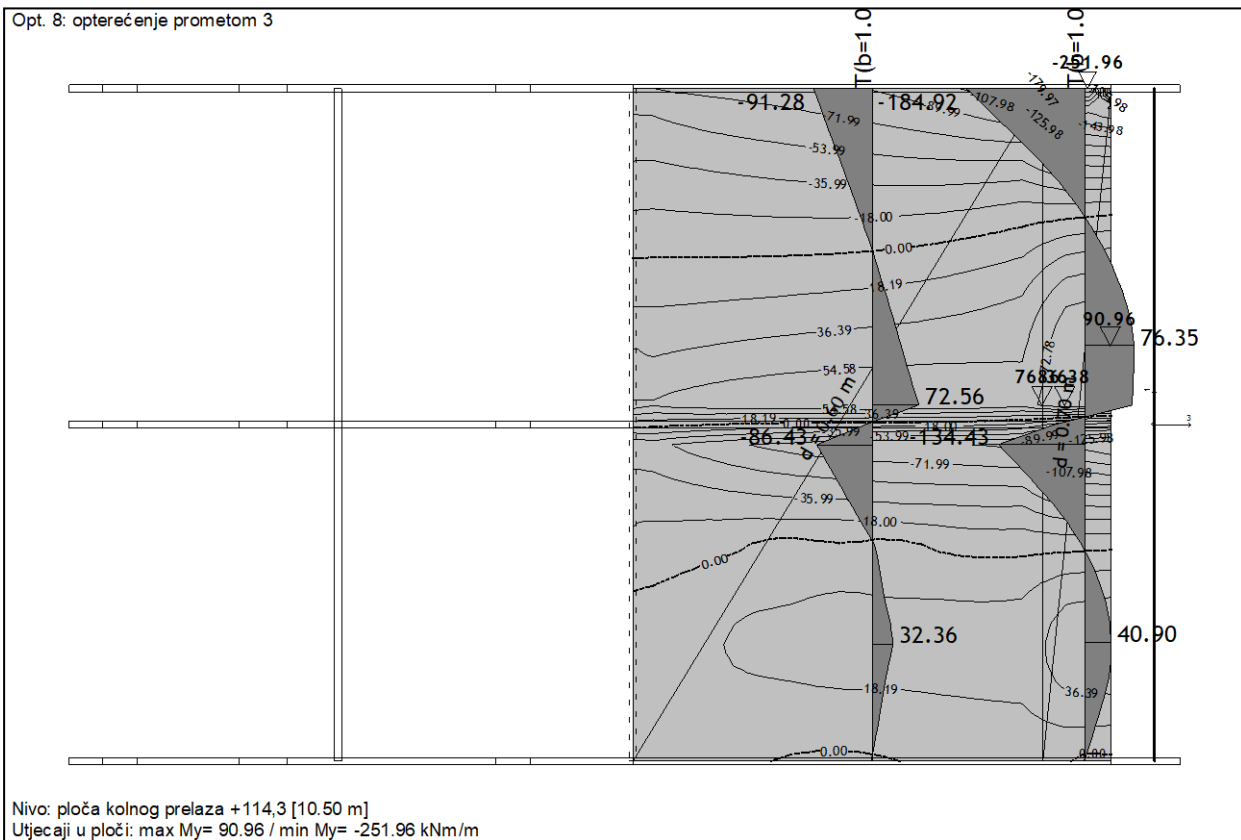
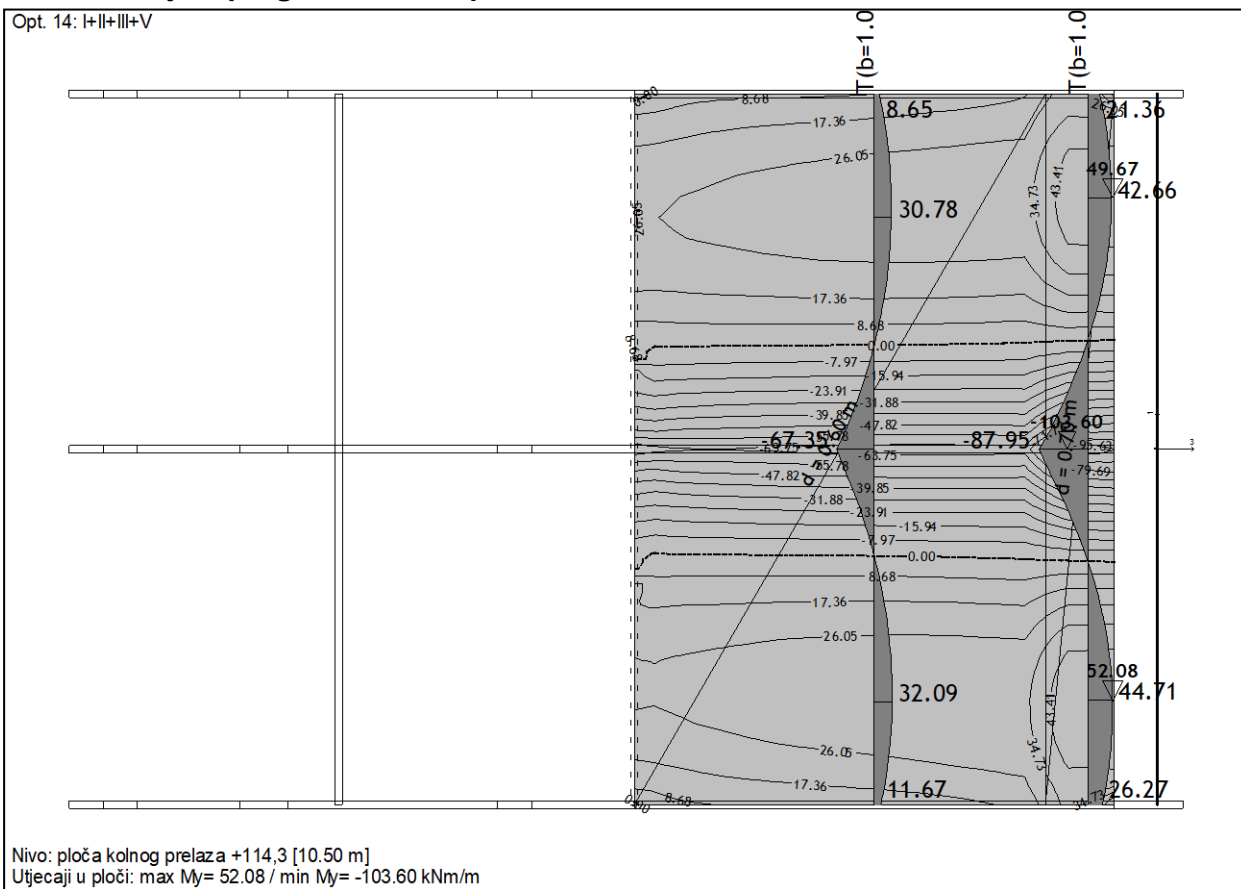
Pogled: prelazna ploča
Utjecaji u ploči: max $M_y = 0.00$ / min $M_y = -11.72$ kNm/m

Opt. 19: [GSN] 14-18



Pogled: prelazna ploča
Utjecaji u ploči: max $M_y = 88.50$ / min $M_y = 0.11$ kNm/m

Kontrola trajnih progiba kolničke ploče na koti 114,30 m.n.m.



KOLNA PLOČA NA KOTI +114,30
PROVJERA GRANIČNOG STANJA DEFORMIRANJA
za element naprezan momentima savijanja

1. DIMENZIJE ELEMENTA

širina $b = 100$ cm
visina $h = 60$ cm
raspon $l = 5,20$ m
zaštitni sloj $c = 5$ cm

2. DJELOVANJA

Stalno opterećenje $M_G = 44,71$ kNm
Pokretno opterećenje $M_Q = 76,35$ kNm

3. KAKVOĆA MATERIJALA

C30/37 $f_{ck} = 30$ N/mm²
B 500B $f_{yk} = 50$ kN/cm²
 $E_s = 20500$ kN/cm²

4. UVJETI

koeficijent puzanja $\varphi(t, \infty) = 2,5$
deformacija skupljanja $\varepsilon_{cs\infty} = 0,5$ ‰
kombinacija djelovanja **česta**

sekantni modul elastičnosti
računska tlačna čvrstoća betona
računska granica popuštanja čelika

$E_{cm} = 9500 \cdot \sqrt[3]{f_{ck} + 8} = 31939$ N/mm²
 $f_{cd} = 20,0$ N/mm²
 $f_{yd} = 43,48$ kN/cm²

5. PRORAČUN PROGIBA

armatura ploče $M_{Sd} = 1.35 \times M_G + 1.5 \times M_Q = 174,88$ kNm

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,030 < \mu_{Rdim} = 0,332$$

koeficijent kraka unutrašnjih sila $\zeta = 0,976$ deformacija betona $\varepsilon_{c2} = -1,43$ ‰
koeficijent položaja neutralne osi $\xi = 0,067$ deformacija čelika $\varepsilon_{s1} = 20,00$ ‰

Vlačna $A_{s1} = 7,36$ cm²

odabrano A_{s1} :

$\Phi 14$ / 10,0 cm	15,39	cm ²
$A_{s1} =$	15,39	cm ²

minimalna armatura $A_{s,min} = 0,022 \frac{f_{ck}}{f_{yk}} b_t d = 7,92$ cm²

maksimalna armatura $A_{s,max} = 0,4 \frac{f_{ck}}{f_{yk}} b_t d = 144,00$ cm²

$A_{s,max} = 0,310 \frac{f_{cd}}{f_{yd}} b_t d = 85,56$ cm²

vitkost elementa $l / d = 8,6667$

korekcijski faktor $f_3 = \frac{400}{f_{yk} \cdot \frac{A_{sodabrano}}{A_{spotrebno}}} = 1,67$ $f_3 = 250 / \sigma_s = 2,74$

koeficijent armiranja vlačne armature

dopušteni odnos l / d za jako napregnut beton $\rho > 1.5$ ‰ $l / d = 18$

dopušteni odnos l / d za slabo napregnut beton $\rho < 0.5$ ‰ $l / d = 25$

$$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b \cdot d} = 0,28 \text{ ‰} \quad \left(\frac{l}{d} \right)_{dop} = 69 > 8,67$$

NIJE POTREBNO KONTROLIRATI PROGIB

GRANIČNO STANJE PROGIBANJA

A) PRORAČUN SREDNJE ZAKRIVLJENOSTI IZAZVANE OPTEREĆENJEM

efektivni modul elastičnosti uz pužanje betona $E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \varphi(t, \infty)} = 9125 \text{ N/mm}^2$

odnos modula elastičnosti čelika i betona $\alpha_e = 23,0$

9) vozila težine između 30 kN i 60 kN

koeficijent kombinacije opterećenja $\psi_{2,i} = 0,3$

Računski moment za granično stanje uporabljivosti $M_{Sd} = M_G + \psi_{2,i} M_Q = 67,62 \text{ kNm}$

$$S_{idx} = \frac{b \cdot x^2}{2} + ((\alpha_e - 1) \cdot A_{s2} \cdot (x - 2 \cdot a) - \alpha_e \cdot A_{s1} \cdot (h - x))$$

iz uvjeta $S_{idx} = 0$ slijedi: $50 x^2 + 353,88 x - 18047,78 = 0$
 $x = 15,79 \text{ cm}$ $z = h - a - x/2 = 48,24 \text{ cm}$

naprezanje u armaturi $\sigma_s = \frac{M}{z \cdot A_{s1}} = 9,11 \text{ kN/cm}^2$

naprezanje u betonu $\sigma_c = \frac{2 \cdot M}{b \cdot x \cdot z} = 0,18 \text{ kN/cm}^2$

deformacija vlačne armature $\varepsilon_{s1} = \frac{\sigma_s}{E_s} = 0,00044$

srednja zakrivljenost zbog skupljanja $\frac{1}{r_{II}} = \frac{\varepsilon_{s1}}{h - x} = 1,18E-05 \text{ cm}^{-1}$

idealni moment tromosti betonskog presjeka $d_2 = 6 \text{ cm}$

$$I_{id} = \frac{b \cdot h^3}{12} + (\alpha_e - 1) \cdot (A_{s1} + A_{s2}) \cdot \left(\frac{d - d_2}{2}\right)^2 = 2007348 \text{ cm}^4$$

zakrivljenost za naponsko stanje I $\frac{1}{r_I} = \frac{M_{Sd}}{E_{c,eff} \cdot I_{id}} = 3,69E-07 \text{ cm}^{-1}$

srednja vlačna čvrstoća betona $f_{ctm} = 2,9 \text{ N/mm}^2$

moment savijanja pri kojem dolazi do pojave pukotina $M_{cr} = \frac{f_{ct,m} \cdot b \cdot d^2}{6} = 17400,00 \text{ kNm}$

naprezanje na mjestu pojave prve pukotine $\sigma_{sr} = \frac{M_{cr}}{A_{s1} \cdot 0,9 \cdot d} = 23,49 \text{ kN/cm}^2$

koeficijent ovisan o prionljivosti armature i betona $\beta_1 = 1,0$

koeficijent ovisan o vrsti djelovanja $\beta_2 = 0,5$

faktor raspodjele $\zeta = \left[1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s}\right)^2 \right] = -2,323$

SREDNJA ZAKRIVLJENOST IZAZVANA OPTEREĆENJEM

$$\frac{1}{r_m} = \zeta \cdot \frac{1}{r_{II}} + (1 - \zeta) \cdot \frac{1}{r_I} = -2,61E-05 \text{ cm}^{-1}$$

B) PRORAČUN SREDNJE ZAKRIVLJENOSTI ZBOG SKUPLJANJA

za naponsko stanje 1

$$I_I = I_{id} = 2007348 \text{ cm}^4$$

$$S_I = (A_{S1} - A_{S2}) \cdot (d - \frac{h}{2}) = 361,571 \text{ cm}^3$$

$$\frac{1}{r_{csI}} = \frac{\varepsilon_{cs} \cdot \alpha_e \cdot S_I}{I_I} = 2,0714E-06 \text{ cm}^{-1}$$

za naponsko stanje 2

$$S_{II} = A_{S1} \cdot (d - x) - A_{S2} \cdot (x - d_2) = 580,26 \text{ cm}^3$$

$$I_{II} = \frac{b \cdot x^3}{3} + \alpha_e \cdot A_{S1} \cdot (d - x)^2 + (\alpha_e - 1) \cdot A_{S2} \cdot (x - d_2)^2 = 634463,33 \text{ cm}^4$$

$$\frac{1}{r_{cs,II}} = \frac{\varepsilon_{cs} \cdot \alpha_e \cdot S_{II}}{I_{II}} = 1,05E-05 \text{ cm}^{-1}$$

SREDNJA ZAKRIVLJENOST ZBOG SKUPLJANJA

$$\frac{1}{r_{cs,m}} = \zeta \cdot \frac{1}{r_{cs,I}} + (1 - \zeta) \cdot \frac{1}{r_{cs,II}} = -1,76E-05 \text{ cm}^{-1}$$

C) UKUPNA ZAKRIVLJENOST $\frac{1}{r_{tot}} = \frac{1}{r_m} + \frac{1}{r_{cs,m}} = -4,37E-05 \text{ cm}^{-1}$

KONTROLA PROGIBA $f_{tot} = K \cdot l^2 \cdot \frac{1}{r_{tot}} < f_{dop} = \frac{l}{250}$

$K = 1 / k_1 =$ koeficijent ovisan o statičkom sistemu i opterećenju

$$k_1 = 16,0$$

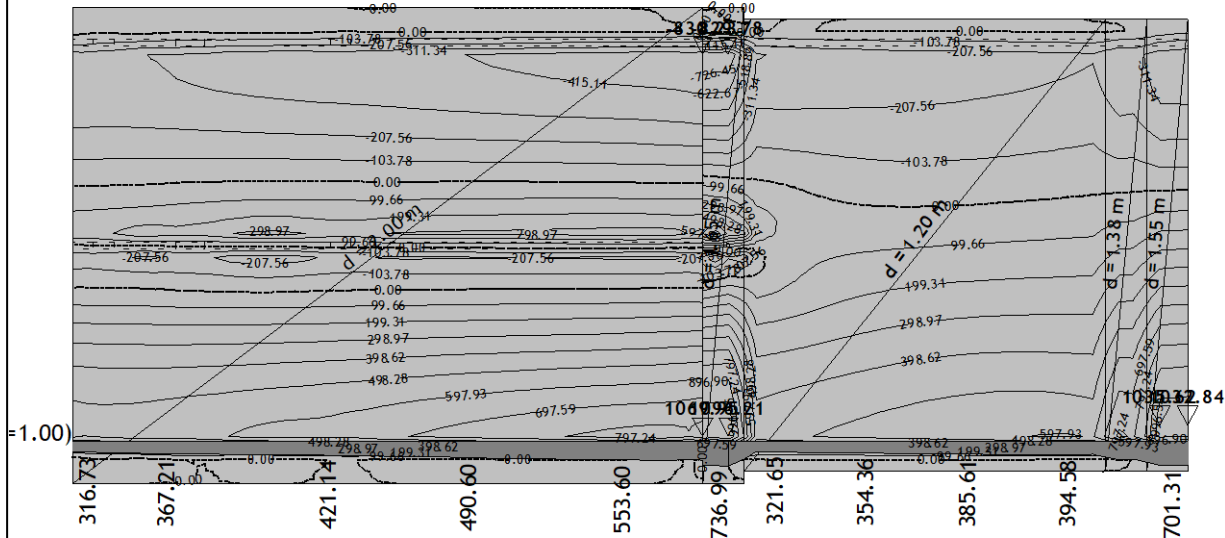
(obostrano upeto)

$$f_{tot} = -0,74 \text{ cm} < f_{dop} = 2,08 \text{ cm}$$

ZADOVOLJAVA

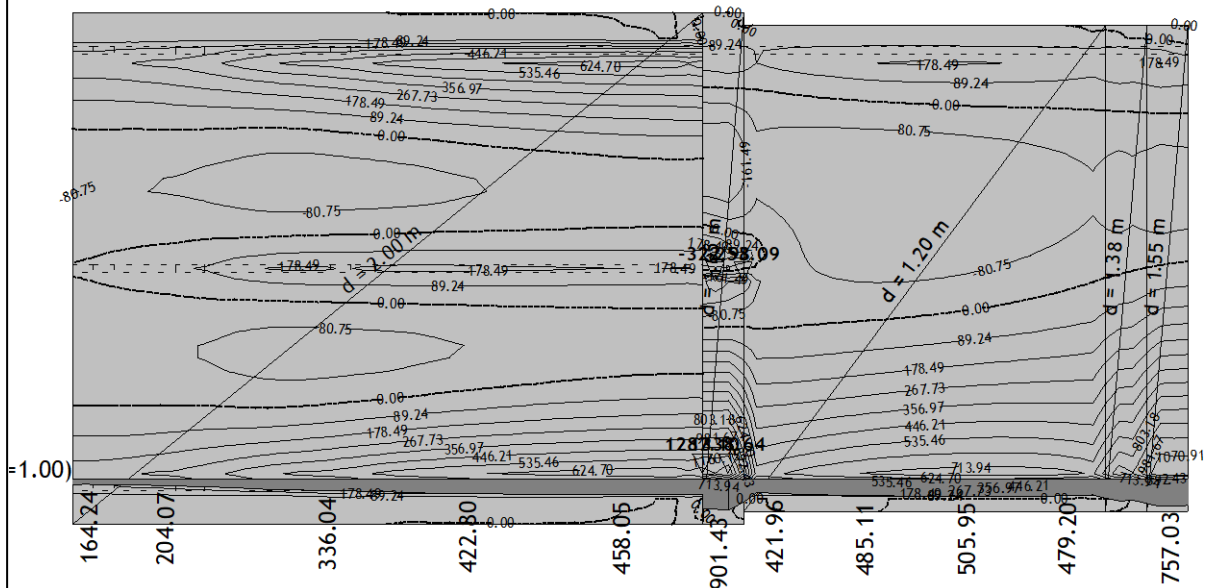
Kontrola pukotina temeljne ploče na koti 104,45 i 104,80 m.n.m.

Opt. 8: opterećenje prometom 3



Nivo: temeljna ploča +104,8 [0.00 m]
 Utjecaji u ploči: max $M_y = 1096.21$ / min $M_y = -830.23$ kNm/m

Opt. 15: I+II+IV+V



Nivo: temeljna ploča +104,8 [0.00 m]
 Utjecaji u ploči: max $M_y = 1338.64$ / min $M_y = -322.98$ kNm/m

GRANIČNO STANJE PUKOTINA - PLOČA na koti 104,45 d=120 cm

Ulazni podaci:

Proračunski moment savijanja od stalnog opterećenja (nefaktorizirani):		$M_g =$	505,95	kNm
Proračunski moment savijanja od uporabnog opt. (nefaktorizirano):		$M_q =$	385,61	kNm
Klasa betona:	C30/37	$f_{ck} =$	30,0	N/mm ²
Modul elastičnosti betonskog čelika:		$E_s =$	200000,0	N/mm ²
Visina ploče:		$h =$	120,0	cm
Širina ploče:		$b =$	100,0	cm
Površina poprečnog presjeka ploče:	$A_c = b \cdot h$	$A_c =$	12000,0	cm ²
Vanjska ploština promatranog presjeka:	$u = 2 \cdot b$	$u =$	200,0	cm
Debljina zaštitnog sloja armature:		$c =$	5,0	cm
Odabrana armatura ploče u promatranom presjeku u vlak:		$\phi =$	28,0	mm
Odabrana armatura ploče u promatranom presjeku u tlaku:		$\phi_1 =$	28,0	mm
Odabrana armatura spona u promatranom presjeku:		$\phi_v =$	10,0	mm
Odabrana površina armature ploče u promatranom presjeku u vlak	$A_{s1,prov} =$	41,05	cm ² po m'	
Odabrana površina armature ploče u promatranom presjeku u tlaku	$A_{s2} =$	41,05	cm ² po m'	
Statička visina:	$d = h - c - \phi/2 - \phi_v$	$d =$	112,60	cm
Udaljenost tlačnog ruba do težišta tlačne armature:	$d_2 = c + \phi_v + \phi_1/2$	$d_2 =$	7,40	cm

Za elemente konstantne visine koristi se pojednostavljena metoda proračuna po kojoj se proračunava zakrivljeno: na mjestu maksimalnog momenta.

Promatraju se dvije granične mogućnosti:

- I. neraspucalo stanje - armatura i beton zajedno sudjeluju u nošenju
- II. potpuno raspucalo stanje - nosivosti vlačnog područja betona se zanemaruju

PRORAČUN:

Za proračun pukotina ploče potrebno je proračunati geometrijske karakteristike poprečnog presjeka ploče za vrijeme $t = 0$ i $t = \infty$:

• Geometrijske karakteristike za kratkotrajno djelovanje $t = 0$:

Sekantni modul elastičnosti betona:	$E_{cm} = 9500 \cdot (f_{ck} + 8)^{1/3}$	$E_{cm} =$	31938,8	N/mm ²
Omjer modula elastičnosti čelika i betona za $t = 0$:	$\alpha_c = E_s / E_{cm}$	$\alpha_c =$	6,26	
Koeficijent armiranja uzdužnom armaturom:	$\rho_I = A_{s1,prov} / b \cdot h$	$\rho_I =$	0,00342	
	$\rho_{II} = A_{s1,prov} / b \cdot d$	$\rho_{II} =$	0,00365	

Momenti tromosti poprečnog presjeka ploče:

$$I_0 = b \cdot h^3 / 12 \quad I_0 = 14400000,0 \text{ cm}^4$$

$$I_I = 1/3 \cdot b \cdot (y_{Id}^3 + y_{Ig}^3) + (\alpha_c - 1) \cdot (A_{s1,prov} \cdot (d - y_{Ig})^2 + A_{s2} \cdot (y_{Ig} - d_2)^2) \quad I_I = 17357599,7 \text{ cm}^4$$

$$I_{II} = 1/3 \cdot b \cdot y_{IIg}^3 + \alpha_c \cdot A_{s1,prov} \cdot (d - y_{IIg})^2 + (\alpha_c - 1) \cdot A_{s2} \cdot (y_{IIg} - d_2)^2 \quad I_{II} = 5059730,2 \text{ cm}^4$$

Statički momenti ploština armature:

$$S_I = A_{s1,prov} \cdot (d - y_{Ig}) - A_{s2} \cdot (y_{Ig} - d_2) \quad S_I = 0,00 \text{ cm}^3$$

$$S_{II} = A_{s1,prov} \cdot (d - y_{IIg}) - A_{s2} \cdot (y_{IIg} - d_2) \quad S_{II} = 2690,62 \text{ cm}^3$$

• Minimalna površina armature za ograničenje pukotina:

Moment savijanja za dugotrajno djelovanje: $M_{Sds} = M_g + \Psi_2 \cdot M_q$ $M_{Sds} = 621,63 \text{ kNm}$

- gdje je $\Psi_2 = 0,3$

Vlačna površina presjeka neposredno prije pojave prve pukotine:

$$A_{ct} = b \cdot h / 2 \quad A_{ct} = 6000,0 \text{ cm}^2$$

Krak unutarnjih sila:

$$z = d - y_{IIg} / 3 \quad z = 104,02 \text{ cm}$$

Naprezanje u armaturi:

$$\sigma_s = M_{Sds} / (A_{s1,prov} \cdot z) \quad \sigma_s = 14,56 \text{ kN/cm}^2$$

Moment savijanja prilikom pojave prve pukotine: $M_{cr} = f_{ctm} \cdot b \cdot h^2 / 6$ $M_{cr} = 69600,00 \text{ kNcm}$

- gdje je $f_{ctm} = 2,9 \text{ N/mm}^2$ - srednja osna vlačna čvrstoća betona s obzirom na klasu betona

**Uvjet: $M_{Sds} < M_{cr}$ NE PROVODI SE DALJNI PRORAČUN
KONTROLE NA PUKOTINE**

Vlačna čvrstoća betona u vrijeme pojave prve pukotine $f_{ct,eff}$. Kada starost nije moguće točno utvrditi uzeti $f_{ct,eff} > f_{ctm}$, odn. $f_{ct,eff} \geq 0,3 \text{ N/mm}^2$ (uzeti 0,3 kod manjih klasa betona zbog sigurnosti):

$$f_{ct,eff} = 0,3 \text{ N/mm}^2$$

Koeficijent kojim se uzima u obzir raspodjela naprezanja po visini presjeka pri pojavi prve pukotine:

$$k_c = 0,40$$

Koeficijent umanjenja kojim se uzima u obzir nelinearna raspodjela vlačnog naprezanja po presjeku izazvanog temperaturnim promjenama i/ili skupljanjem unutar elementa (izravno djelovanje):

$$k = 0,50$$

Minimalna površina armature:

$$A_{s1,min} = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / \sigma_s \quad A_{s1,min} = 24,73 \text{ cm}^2$$

Koeficijenti za proračun položaja neutralne osi poprečnog presjeka:

$$\begin{aligned} A_I &= \alpha_c \cdot \rho_I \cdot d / h \cdot (1 + A_{s2} \cdot d_2 / (A_{s1,prov} \cdot d)) & A_I &= 0,02142 \\ B_I &= \alpha_c \cdot \rho_I \cdot (1 + A_{s2} / A_{s1,prov}) & B_I &= 0,04284 \\ A_{II} &= \alpha_c \cdot \rho_{II} \cdot (1 + A_{s2} \cdot d_2 / (A_{s1,prov} \cdot d)) & A_{II} &= 0,02411 \\ B_{II} &= \alpha_c \cdot \rho_{II} \cdot (1 + A_{s2} / A_{s1,prov}) & B_{II} &= 0,04546 \\ k_{xI} &= (0,5 + A_I) / (1 + B_I) & k_{xI} &= 0,5 \\ k_{xII} &= - B_{II} + (B_{II}^2 + 2 \cdot A_{II})^{1/2} & k_{xII} &= 0,1788106 \end{aligned}$$

Udaljenost neutralne osi od gornjeg ruba poprečnog presjeka ploče:

$$\begin{aligned} y_{Ig} &= k_{xI} \cdot h & y_{Ig} &= 60,00 \text{ cm} \\ y_{Id} &= h - y_{Ig} & y_{Id} &= 60,00 \text{ cm} \\ y_{IIg} &= k_{xII} \cdot d & y_{IIg} &= 20,22 \text{ cm} \end{aligned}$$

Momenti tromosti poprečnog presjeka ploče:

$$\begin{aligned} I_0 &= b \cdot h^3 / 12 & I_0 &= 14400000,0 \text{ cm}^4 \\ I_I &= 1/3 \cdot b \cdot (y_{Id}^3 + y_{Ig}^3) + (\alpha_c - 1) \cdot (A_{s1,prov} \cdot (d - y_{Ig})^2 + A_{s2} \cdot (y_{Ig} - d_2)^2) & I_I &= 15618096,3 \text{ cm}^4 \\ I_{II} &= 1/3 \cdot b \cdot y_{IIg}^3 + \alpha_c \cdot A_{s1,prov} \cdot (d - y_{IIg})^2 + (\alpha_c - 1) \cdot A_{s2} \cdot (y_{IIg} - d_2)^2 & I_{II} &= 2531413,6 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

• Geometrijske karakteristike za dugotrajno djelovanje $t = \infty$:

$$\begin{aligned} \text{Srednji polumjer promatranog presjeka:} & \quad h_m = 2 \cdot A_c / u & h_m &= 1200,0 \text{ mm} \\ \text{Koeficijent puzanja za beton (očitano iz tablice):} & \quad \varphi (\infty , t_0) = & \varphi (\infty , t_0) &= 1,20 \\ \text{Proračunski modul elastičnosti betona} & \quad E_{c,eff} = E_{cm} / (1 + \varphi (\infty , t_0)) & E_{c,eff} &= 14517,6 \text{ N/mm}^2 \\ \text{Omjer modula elastičnosti čelika i betona za } t = 0: & \quad \alpha_c = E_s / E_{cm} & \alpha_c &= 13,78 \\ \text{Koeficijent armiranja uzdužnom armaturom:} & \quad \rho_I = A_{s1,prov} / b \cdot h & \rho_I &= 0,00342 \\ & \quad \rho_{II} = A_{s1,prov} / b \cdot d & \rho_{II} &= 0,00363 \end{aligned}$$

Koeficijenti za proračun položaja neutralne osi poprečnog presjeka:

$$\begin{aligned} A_I &= \alpha_c \cdot \rho_I \cdot d / h \cdot (1 + A_{s2} \cdot d_2 / (A_{s1,prov} \cdot d)) & A_I &= 0,04713 \\ B_I &= \alpha_c \cdot \rho_I \cdot (1 + A_{s2} / A_{s1,prov}) & B_I &= 0,09425 \\ A_{II} &= \alpha_c \cdot \rho_{II} \cdot (1 + A_{s2} \cdot d_2 / (A_{s1,prov} \cdot d)) & A_{II} &= 0,05305 \\ B_{II} &= \alpha_c \cdot \rho_{II} \cdot (1 + A_{s2} / A_{s1,prov}) & B_{II} &= 0,10000 \\ k_{xI} &= (0,5 + A_I) / (1 + B_I) & k_{xI} &= 0,5 \\ k_{xII} &= - B_{II} + (B_{II}^2 + 2 \cdot A_{II})^{1/2} & k_{xII} &= 0,2407386 \end{aligned}$$

Udaljenost neutralne osi od gornjeg ruba poprečnog presjeka ploče:

$$\begin{aligned} y_{Ig} &= k_{xI} \cdot h & y_{Ig} &= 60,00 \text{ cm} \\ y_{Id} &= h - y_{Ig} & y_{Id} &= 60,00 \text{ cm} \\ y_{IIg} &= k_{xII} \cdot d & y_{IIg} &= 27,23 \text{ cm} \end{aligned}$$

Uvjet: $A_{s1,prov} \geq A_{s1,min}$ **ZADOVOLJAVA**

• Proračun pukotina od kratkotrajnog djelovanja $t = 0$:

Kod proračuna pukotina od kratkotrajnog djelovanja u obzir se uzimaju stalno i uporabno opterećenje u punom i bez utjecaja skupljanja i puzanja betona.

Moment savijanja: $M_{Sd} = M_g + M_q$ $M_{Sd} = 891,56$ kNm

Krak unutarnjih sila: $z = d - y_{IIg} / 3$ $z = 106,36$ cm

Naprezanje u armaturi:

$$\sigma_s = M_{Sd} / (A_{s1,prov} \cdot z) \quad \sigma_s = 20,42 \text{ kN/cm}^2$$

Moment savijanja prilikom pojave prve pukotine: $M_{cr} = f_{ctm} \cdot b \cdot h^2 / 6$ $M_{cr} = 69600,00$ kNm

- gdje je $f_{ctm} = 2,9$ N/mm² - srednja osna vlačna čvrstoća betona s obzirom na klasu betona

Naprezanje u armaturi prilikom pojave prve pukotine:

$$\sigma_{sr} = M_{cr} / (A_{s1,prov} \cdot z) \quad \sigma_{sr} = 15,94 \text{ kN/cm}^2$$

$\beta_1 = 1,0$ koeficijent kojim se uzima u obzir prionjivost armature i betona

$\beta_2 = 1,0$ koeficijent kojim se obuhvaća utjecaj trajanja ili učestalosti opterećenja

Srednja relativna deformacija armature:

$$\epsilon_{sm} = \sigma_s / E_s \cdot (1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2) \quad \epsilon_{sm} = 0,0003988$$

Koeficijent kojim se uzima u obzir prionjivost armature i betona (0,8 za rebrastu i 1,6 za glatku armaturu):

$$k_1 = 0,8$$

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj raspodjele deformacija (očitano iz tablice):

$$k_2 = 0,5$$

Sudjelujuća vlačna površina presjeka $A_{c,eff}$ se računa tako da se širina presjeka b pomnoži sa manjom vrijednošću od dvije proračunate ispod:

$$\begin{array}{r} 2,5 \cdot (c + \varphi / 2) = 14,75 \text{ cm} \quad \text{MJERODAVNO} \\ (h - y_{IIg}) / 3 = 33,26 \text{ cm} \\ \hline A_{c,eff} = 1475,00 \text{ cm}^2 \end{array}$$

Djelotvorni koeficijent armiranja: $\rho_r = A_{s1,prov} / A_{c,eff}$ $\rho_r = 0,028$

Srednji razmak pukotina: $s_{rm} = 50 + 0,25 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \varphi / \rho_r$ $s_{rm} = 150,61$ mm

Omjer proračunske i srednje širine pukotina: $\beta = 1,7$

Karakteristična širina pukotina za kratkotrajno djelovanje:

$$w_k = \beta \cdot s_{rm} \cdot \epsilon_{sm} \quad w_k = 0,102 \text{ mm}$$

Granična širina pukotine:

$$w_g = 0,3 \text{ mm}$$

Uvjet koji mora biti zadovoljen:

$w_k \leq w_g$	ZADOVOLJAVA
----------------	--------------------

• Proračun pukotina od dugotrajnog djelovanja $t = \infty$:

Kod proračuna pukotina od dugotrajnog djelovanja u obzir se uzima stalno opterećenje u punom iznosu i uporabi opterećenje umanjeno koeficijentom učestalosti opterećenja Ψ_2 . U obzir se uzima utjecaj skupljanja i puzanja be

Moment savijanja: $M_{sd} = M_g + \Psi_2 \cdot M_q$ $M_{sd} = 621,63 \text{ kNm}$
- gdje je $\Psi_2 = 0,3$

Krak unutarnjih sila: $z = d - y_{IIg} / 3$ $z = 104,02 \text{ cm}$

Naprezanje u armaturi:

$$\sigma_s = M_{sd} / (A_{s1,prov} \cdot z) \quad \sigma_s = 14,56 \text{ kN/cm}^2$$

Moment savijanja prilikom pojave prve pukotine: $M_{cr} = f_{ctm} \cdot b \cdot h^2 / 6$ $M_{cr} = 69600,00 \text{ kNm}$

- gdje je $f_{ctm} = 2,9 \text{ N/mm}^2$ - srednja osna vlačna čvrstoća betona s obzirom na klasu betona

Naprezanje u armaturi prilikom pojave prve pukotine:

$$\sigma_{sr} = M_{cr} / (A_{s1,prov} \cdot z) \quad \sigma_{sr} = 16,30 \text{ kN/cm}^2$$

$\beta_1 = 1,0$ koeficijent kojim se uzima u obzir prionjivost armature i betona

$\beta_2 = 0,5$ koeficijent kojim se obuhvaća utjecaj trajanja ili učestalosti opterećenja

Srednja relativna deformacija armature:

$$\epsilon_{sm} = \sigma_s / E_s \cdot (1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2) \quad \epsilon_{sm} = 0,0002717$$

Koeficijent kojim se uzima u obzir prionjivost armature i betona (0,8 za rebrastu i 1,6 za glatku armaturu):

$$k_1 = 0,8$$

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj raspodjele deformacija (očitano iz tablice):

$$k_2 = 0,5$$

Sudjelujuća vlačna površina presjeka $A_{c,eff}$ se računa tako da se širina presjeka b pomnoži sa manjom vrijednošću od dvije proračunate ispod:

$$\begin{aligned} 2,5 \cdot (c + \varphi / 2) &= 14,75 \text{ cm} && \text{MJERODAVNO} \\ (h - y_{IIg}) / 3 &= 30,92 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$A_{c,eff} = 1475,00 \text{ cm}^2$$

Djelotvorni koeficijent armiranja: $\rho_r = A_{s1,prov} / A_{c,eff}$ $\rho_r = 0,0278$

Srednji razmak pukotina: $s_{rm} = 50 + 0,25 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \varphi / \rho_r$ $s_{rm} = 150,61 \text{ mm}$

Omjer proračunske i srednje širine pukotina: $\beta = 1,7$

Karakteristična širina pukotina za dugotrajno djelovanje:

$$w_k = \beta \cdot S_{rm} \cdot \epsilon_{sm} \quad w_k = 0,070 \text{ mm}$$

Granična širina pukotine:

$$w_g = 0,3 \text{ mm}$$

Uvjet koji mora biti zadovoljen:

$w_k \leq w_g$	ZADOVOLJAVA
----------------	--------------------

GRANIČNO STANJE PUKOTINA - PLOČA na koti 104,45 d=165 cm

Ulazni podaci:

Proračunski moment savijanja od stalnog opterećenja (nefaktorizirano):		$M_g =$	737,00	kNm
Proračunski moment savijanja od uporabnog opt. (nefaktorizirano):		$M_q =$	901,43	kNm
Klasa betona:	C30/37	$f_{ck} =$	30,0	N/mm ²
Modul elastičnosti betonskog čelika:		$E_s =$	200000,0	N/mm ²
Visina ploče:		$h =$	165,0	cm
Širina ploče:		$b =$	100,0	cm
Površina poprečnog presjeka ploče:	$A_c = b \cdot h$	$A_c =$	16500,0	cm ²
Vanjska ploština promatranog presjeka:	$u = 2 \cdot b$	$u =$	200,0	cm
Debljina zaštitnog sloja armature:		$c =$	5,0	cm
Odabrana armatura ploče u promatranom presjeku u vlak:		$\phi =$	28,0	mm
Odabrana armatura ploče u promatranom presjeku u tlaku:		$\phi_1 =$	28,0	mm
Odabrana armatura spona u promatranom presjeku:		$\phi_v =$	10,0	mm
Odabrana površina armature ploče u promatranom presjeku u vlak	$A_{s1,prov} =$	$A_{s1,prov} =$	41,05	cm ² po m
Odabrana površina armature ploče u promatranom presjeku u tlaku	$A_{s2} =$	$A_{s2} =$	41,05	cm ² po m
Statička visina:	$d = h - c - \phi/2 - \phi_v$	$d =$	157,60	cm
Udaljenost tlačnog ruba do težišta tlačne armature:	$e = c + \phi_v + \phi_1/2$	$e =$	7,40	cm

Za elemente konstantne visine koristi se pojednostavljena metoda proračuna po kojoj se proračunava zakrivljeno na mjestu maksimalnog momenta.

Promatraju se dvije granične mogućnosti:

- I. neraspucalo stanje - armatura i beton zajedno sudjeluju u nošenju
- II. potpuno raspucalo stanje - nosivosti vlačnog područja betona se zanemaruju

PRORAČUN:

Za proračun pukotina ploče potrebno je proračunati geometrijske karakteristike poprečnog presjeka ploče za vrijeme $t = 0$ i $t = \infty$:

• Geometrijske karakteristike za kratkotrajno djelovanje $t = 0$:

Sekantni modul elastičnosti betona:	$E_{cm} = 9500 \cdot (f_{ck} + 8)^{1/3}$	$E_{cm} =$	31938,8	N/mm ²
Omjer modula elastičnosti čelika i betona za $t = 0$:	$\alpha_c = E_s / E_{cm}$	$\alpha_c =$	6,26	
Koeficijent armiranja uzdužnom armaturom:	$\rho_I = A_{s1,prov} / b \cdot h$	$\rho_I =$	0,00249	
	$\rho_{II} = A_{s1,prov} / b \cdot d$	$\rho_{II} =$	0,00260	

Koeficijenti za proračun položaja neutralne osi poprečnog presjeka:

$$\begin{aligned} A_I &= \alpha_c \cdot \rho_I \cdot d / h \cdot (1 + A_{s2} \cdot d_2 / (A_{s1,prov} \cdot d)) & A_I &= 0,01558 \\ B_I &= \alpha_c \cdot \rho_I \cdot (1 + A_{s2} / A_{s1,prov}) & B_I &= 0,03116 \\ A_{II} &= \alpha_c \cdot \rho_{II} \cdot (1 + A_{s2} \cdot d_2 / (A_{s1,prov} \cdot d)) & A_{II} &= 0,01697 \\ B_{II} &= \alpha_c \cdot \rho_{II} \cdot (1 + A_{s2} / A_{s1,prov}) & B_{II} &= 0,03252 \\ k_{xI} &= (0,5 + A_I) / (1 + B_I) & k_{xI} &= 0,5 \\ k_{xII} &= -B_{II} + (B_{II}^2 + 2 \cdot A_{II})^{1/2} & k_{xII} &= 0,1545504 \end{aligned}$$

Udaljenost neutralne osi od gornjeg ruba poprečnog presjeka ploče:

$$\begin{aligned} y_{Ig} &= k_{xI} \cdot h & y_{Ig} &= 82,50 \text{ cm} \\ y_{Id} &= h - y_{Ig} & y_{Id} &= 82,50 \text{ cm} \\ y_{IIg} &= k_{xII} \cdot d & y_{IIg} &= 24,43 \text{ cm} \end{aligned}$$

Momenti tromosti poprečnog presjeka ploče:

$$\begin{aligned} I_0 &= b \cdot h^3 / 12 & I_0 &= 37434375,0 \text{ cm}^4 \\ I_I &= 1/3 \cdot b \cdot (y_{Id}^3 + y_{Ig}^3) + (\alpha_c - 1) \cdot (A_{s1,prov} \cdot (d - y_{Ig})^2 + A_{s2} \cdot (y_{Ig} - d_2)^2) & I_I &= 39903460,7 \text{ cm}^4 \\ I_{II} &= 1/3 \cdot b \cdot y_{IIg}^3 + \alpha_c \cdot A_{s1,prov} \cdot (d - y_{IIg})^2 + (\alpha_c - 1) \cdot A_{s2} \cdot (y_{IIg} - d_2)^2 & I_{II} &= 5145349,0 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

• Geometrijske karakteristike za dugotrajno djelovanje $t = \infty$:

Srednji polumjer promatranog presjeka: $h_m = 2 \cdot A_c / u$ $h_m = 1650,0 \text{ mm}$

Koeficijent puzanja za beton (očitano iz tablice): $\varphi(\infty, t_0) = 1,20$

Proračunski modul elastičnosti betona $E_{c,eff} = E_{cm} / (1 + \varphi(\infty, t_0))$ $E_{c,eff} = 14517,6 \text{ N/mm}^2$

Omjer modula elastičnosti čelika i betona za $t = 0$: $\alpha_c = E_s / E_{cm}$ $\alpha_c = 13,78$

Koeficijent armiranja uzdužnom armaturom: $\rho_I = A_{s1,prov} / b \cdot h$ $\rho_I = 0,00249$

$\rho_{II} = A_{s1,prov} / b \cdot d$ $\rho_{II} = 0,00260$

Koeficijenti za proračun položaja neutralne osi poprečnog presjeka:

$$\begin{aligned} A_I &= \alpha_c \cdot \rho_I \cdot d / h \cdot (1 + A_{s2} \cdot d_2 / (A_{s1,prov} \cdot d)) & A_I &= 0,03427 \\ B_I &= \alpha_c \cdot \rho_I \cdot (1 + A_{s2} / A_{s1,prov}) & B_I &= 0,06855 \\ A_{II} &= \alpha_c \cdot \rho_{II} \cdot (1 + A_{s2} \cdot d_2 / (A_{s1,prov} \cdot d)) & A_{II} &= 0,03733 \\ B_{II} &= \alpha_c \cdot \rho_{II} \cdot (1 + A_{s2} / A_{s1,prov}) & B_{II} &= 0,07154 \\ k_{xI} &= (0,5 + A_I) / (1 + B_I) & k_{xI} &= 0,5 \\ k_{xII} &= -B_{II} + (B_{II}^2 + 2 \cdot A_{II})^{1/2} & k_{xII} &= 0,2109133 \end{aligned}$$

Udaljenost neutralne osi od gornjeg ruba poprečnog presjeka ploče:

$$\begin{aligned} y_{Ig} &= k_{xI} \cdot h & y_{Ig} &= 82,50 \text{ cm} \\ y_{Id} &= h - y_{Ig} & y_{Id} &= 82,50 \text{ cm} \\ y_{IIg} &= k_{xII} \cdot d & y_{IIg} &= 33,35 \text{ cm} \end{aligned}$$

Momenti tromosti poprečnog presjeka ploče:

$$I_0 = b \cdot h^3 / 12 \quad I_0 = 37434375,0 \text{ cm}^4$$

$$I_I = 1/3 \cdot b \cdot (y_{Id}^3 + y_{Ig}^3) + (\alpha_c - 1) \cdot (A_{s1,prov} \cdot (d - y_{Ig})^2 + A_{s2} \cdot (y_{Ig} - d_2)^2) \quad I_I = 43429440,7 \text{ cm}^4$$

$$I_{II} = 1/3 \cdot b \cdot y_{IIg}^3 + \alpha_c \cdot A_{s1,prov} \cdot (d - y_{IIg})^2 + (\alpha_c - 1) \cdot A_{s2} \cdot (y_{IIg} - d_2)^2 \quad I_{II} = 10404285,8 \text{ cm}^4$$

Statički momenti ploština armature:

$$S_I = A_{s1,prov} \cdot (d - y_{Ig}) - A_{s2} \cdot (y_{Ig} - d_2) \quad S_I = 0,00 \text{ cm}^3$$

$$S_{II} = A_{s1,prov} \cdot (d - y_{IIg}) - A_{s2} \cdot (y_{IIg} - d_2) \quad S_{II} = 4035,59 \text{ cm}^3$$

• Minimalna površina armature za ograničenje pukotina:

Moment savijanja za dugotrajno djelovanje: $M_{Sds} = M_g + \Psi_2 \cdot M_q$ $M_{Sds} = 1007,43 \text{ kNm}$

- gdje je $\Psi_2 = 0,3$

Vlačna površina presjeka neposredno prije pojave prve pukotine:

$$A_{ct} = b \cdot h / 2 \quad A_{ct} = 8250,0 \text{ cm}^2$$

Krak unutarnjih sila:

$$z = d - y_{IIg} / 3 \quad z = 146,98 \text{ cm}$$

Naprezanje u armaturi:

$$\sigma_s = M_{Sds} / (A_{s1,prov} \cdot z) \quad \sigma_s = 16,70 \text{ kN/cm}^2$$

Moment savijanja prilikom pojave prve pukotine: $M_{cr} = f_{ctm} \cdot b \cdot h^2 / 6$ $M_{cr} = 131587,50 \text{ kNcm}$

- gdje je $f_{ctm} = 2,9 \text{ N/mm}^2$ - srednja osna vlačna čvrstoća betona s obzirom na klasu betona

Uvjet: $M_{Sds} < M_{cr}$ NE PROVODI SE DALJNI PRORAČUN KONTROLE NA PUKOTINE

Vlačna čvrstoća betona u vrijeme pojave prve pukotine $f_{ct,eff}$. Kada starost nije moguće točno utvrditi uzeti $f_{ct,eff} > f_{ctm}$, odn. $f_{ct,eff} \geq 0,3 \text{ N/mm}^2$ (uzeti 0,3 kod manjih klasa betona zbog sigurnosti):

$$f_{ct,eff} = 0,3 \text{ N/mm}^2$$

Koeficijent kojim se uzima u obzir raspodjela naprezanja po visini presjeka pri pojavi prve pukotine:

$$k_c = 0,40$$

Koeficijent umanjenja kojim se uzima u obzir nelinearna raspodjela vlačnog naprezanja po presjeku izazvanog temperaturnim promjenama i/ili skupljanjem unutar elementa (izravno djelovanje):

$$k = 0,50$$

Minimalna površina armature:

$$A_{s1,min} = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / \sigma_s \quad A_{s1,min} = 29,65 \text{ cm}^2$$

Uvjet:

$$A_{s1,prov} \geq A_{s1,min} \quad \text{ZADOVOLJAVA}$$

• Proračun pukotina od kratkotrajnog djelovanja $t = 0$:

Kod proračuna pukotina od kratkotrajnog djelovanja u obzir se uzimaju stalno i uporabno opterećenje u punom izi bez utjecaja skupljanja i puzanja betona.

Moment savijanja: $M_{Sd} = M_g + M_q \quad M_{Sd} = 1638,43 \text{ kNm}$

Krak unutarnjih sila: $z = d - y_{IIg} / 3 \quad z = 149,96 \text{ cm}$

Naprezanje u armaturi:

$$\sigma_s = M_{sd} / (A_{s1,prov} \cdot z) \quad \sigma_s = 26,62 \text{ kN/cm}^2$$

Moment savijanja prilikom pojave prve pukotine: $M_{cr} = f_{ctm} \cdot b \cdot h^2 / 6 \quad M_{cr} = 131587,50 \text{ kNcm}$

- gdje je $f_{ctm} = 2,9 \text{ N/mm}^2$ - srednja osna vlačna čvrstoća betona s obzirom na klasu betona

Naprezanje u armaturi prilikom pojave prve pukotine:

$$\sigma_{sr} = M_{cr} / (A_{s1,prov} \cdot z) \quad \sigma_{sr} = 21,38 \text{ kN/cm}^2$$

$\beta_1 = 1,0$ koeficijent kojim se uzima u obzir prionjivost armature i betona

$\beta_2 = 1,0$ koeficijent kojim se obuhvaća utjecaj trajanja ili učestalosti opterećenja

Srednja relativna deformacija armature:

$$\epsilon_{sm} = \sigma_s / E_s \cdot (1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2) \quad \epsilon_{sm} = 0,0004724$$

Koeficijent kojim se uzima u obzir prionjivost armature i betona (0,8 za rebrastu i 1,6 za glatku armaturu):

$$k_1 = 0,8$$

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj raspodjele deformacija (očitano iz tablice):

$$k_2 = 0,5$$

Sudjelujuća vlačna površina presjeka $A_{c,eff}$ se računa tako da se širina presjeka b pomnoži sa manjom vrijednošću od dvije proračunate ispod:

$$\begin{aligned} 2,5 \cdot (c + \varphi / 2) &= 14,75 \text{ cm} && \text{MJERODAVNO} \\ (h - y_{IIg}) / 3 &= 46,86 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$A_{c,eff} = 1475,00 \text{ cm}^2$$

Djelotvorni koeficijent armiranja: $\rho_r = A_{s1,prov} / A_{c,eff} \quad \rho_r = 0,028$

Srednji razmak pukotina: $s_{rm} = 50 + 0,25 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \varphi / \rho_r \quad s_{rm} = 150,61 \text{ mm}$

Omjer proračunske i srednje širine pukotina: $\beta = 1,7$

Karakteristična širina pukotina za kratkotrajno djelovanje:

$$w_k = \beta \cdot S_{rm} \cdot \epsilon_{sm} \quad w_k = 0,121 \quad \text{mm}$$

Granična širina pukotine:

$$w_g = 0,3 \quad \text{mm}$$

Uvjet koji mora biti zadovoljen:

$w_k \leq w_g$	ZADOVOLJAVA
----------------	--------------------

• Proračun pukotina od dugotrajnog djelovanja $t = \infty$:

Kod proračuna pukotina od dugotrajnog djelovanja u obzir se uzima stalno opterećenje u punom iznosu i uporabno opterećenje umanjeno koeficijentom učestalosti opterećenja Ψ_2 . U obzir se uzima utjecaj skupljanja i puzanja bet

Moment savijanja:

$$M_{sd} = M_g + \Psi_2 \cdot M_q \quad M_{sd} = 1007,43 \quad \text{kNm}$$

- gdje je $\Psi_2 = 0,3$

Krak unutarnjih sila:

$$z = d - y_{IIg} / 3 \quad z = 146,98 \quad \text{cm}$$

Naprezanje u armaturi:

$$\sigma_s = M_{sd} / (A_{s1,prov} \cdot z) \quad \sigma_s = 16,70 \quad \text{kN/cm}^2$$

Moment savijanja prilikom pojave prve pukotine: $M_{cr} = f_{ctm} \cdot b \cdot h^2 / 6 \quad M_{cr} = 131587,50 \quad \text{kNcm}$

- gdje je $f_{ctm} = 2,9 \quad \text{N/mm}^2$ - srednja osna vlačna čvrstoća betona s obzirom na klasu betona

Naprezanje u armaturi prilikom pojave prve pukotine:

$$\sigma_{sr} = M_{cr} / (A_{s1,prov} \cdot z) \quad \sigma_{sr} = 21,81 \quad \text{kN/cm}^2$$

$\beta_1 = 1,0$ koeficijent kojim se uzima u obzir prionjivost armature i betona

$\beta_2 = 0,5$ koeficijent kojim se obuhvaća utjecaj trajanja ili učestalosti opterećenja

Srednja relativna deformacija armature:

$$\epsilon_{sm} = \sigma_s / E_s \cdot (1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2) \quad \epsilon_{sm} = 0,0001227$$

Koeficijent kojim se uzima u obzir prionjivost armature i betona (0,8 za rebrastu i 1,6 za glatku armaturu):

$$k_1 = 0,8$$

Koeficijent kojim se uzima u obzir utjecaj raspodjele deformacija (očitano iz tablice):

$$k_2 = 0,5$$

Sudjelujuća vlačna površina presjeka $A_{c,eff}$ se računa tako da se širina presjeka b pomnoži sa manjom vrijednošću od dvije proračunate ispod:

$$\begin{aligned} 2,5 \cdot (c + \varphi / 2) &= 14,75 \text{ cm} && \text{MJERODAVNO} \\ (h - y_{IIg}) / 3 &= 43,88 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$A_{c,eff} = 1475,00 \text{ cm}^2$$

Djelotvorni koeficijent armiranja: $\rho_r = A_{s1,prov} / A_{c,eff}$ $\rho_r = 0,0278$

Srednji razmak pukotina: $s_{rm} = 50 + 0,25 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \varphi / \rho_r$ $s_{rm} = 150,61 \text{ mm}$

Omjer proračunske i srednje širine pukotina: $\beta = 1,7$

Karakteristična širina pukotina za dugotrajno djelovanje:

$$w_k = \beta \cdot s_{rm} \cdot \epsilon_{sm} \quad w_k = 0,031 \text{ mm}$$

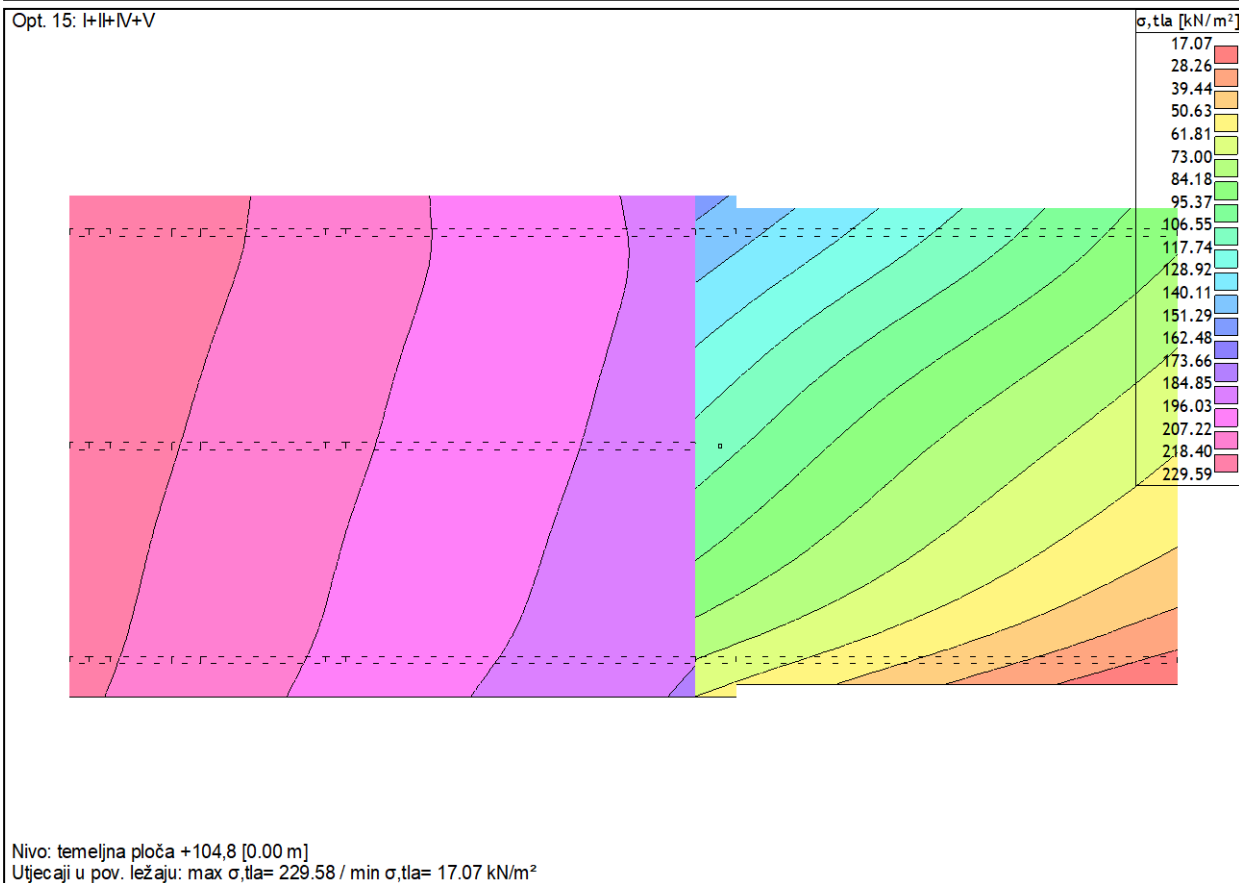
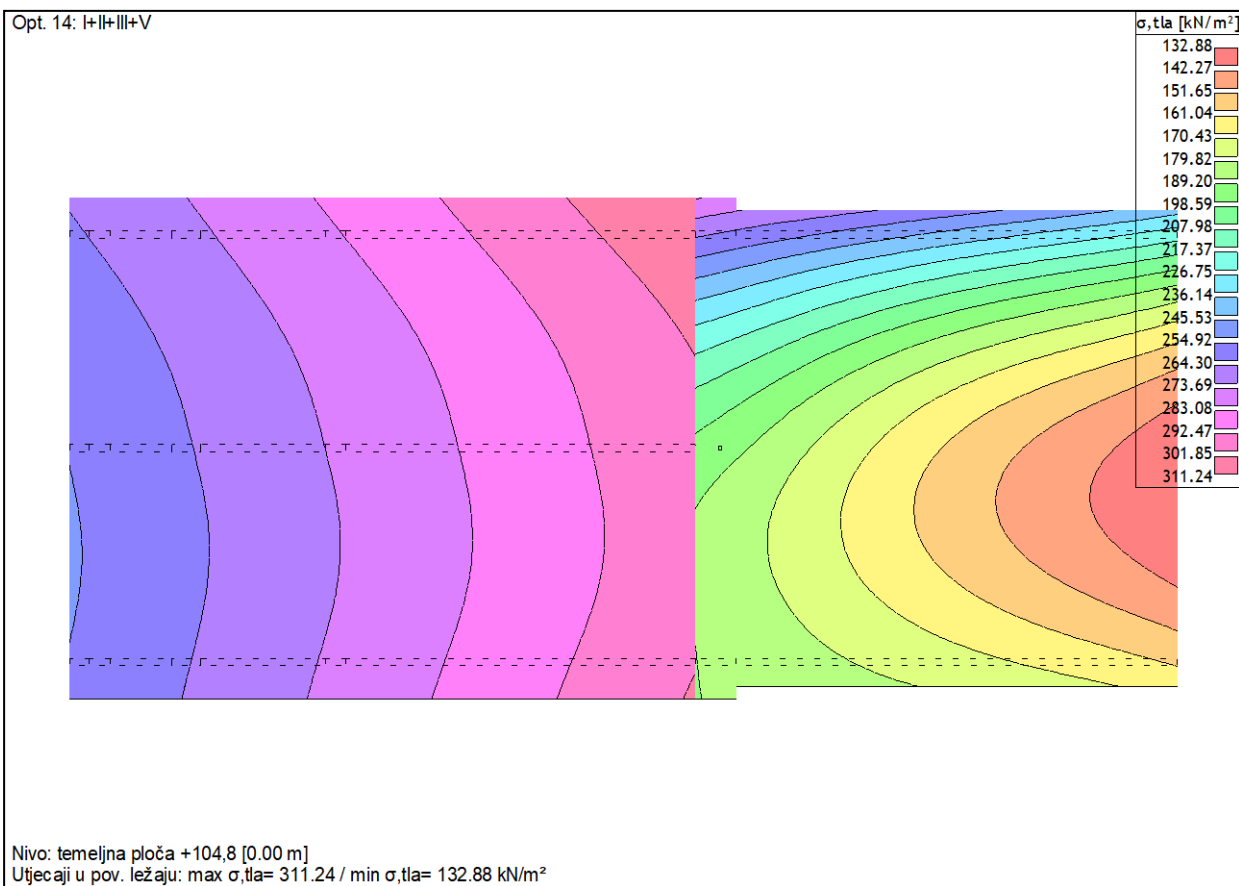
Granična širina pukotine:

$$w_g = 0,3 \text{ mm}$$

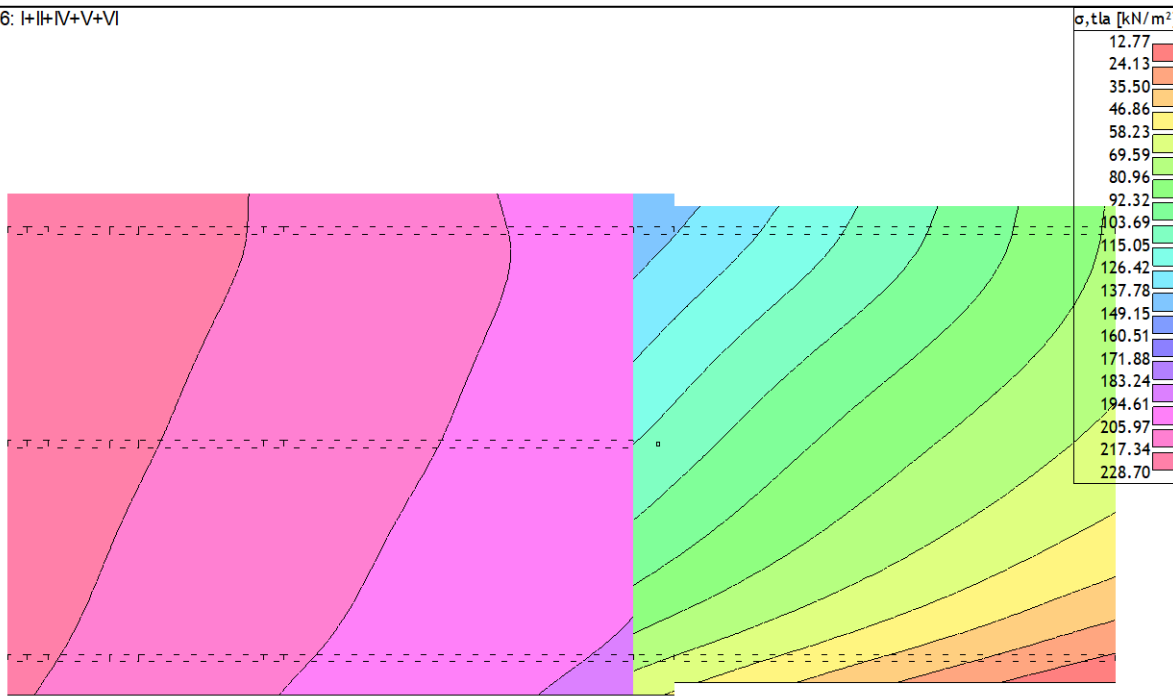
Uvjet koji mora biti zadovoljen:

w_k	\leq	w_g	ZADOVOLJAVA
-------	--------	-------	--------------------

Prikaz naprezanja i slijeganja temeljnog tla



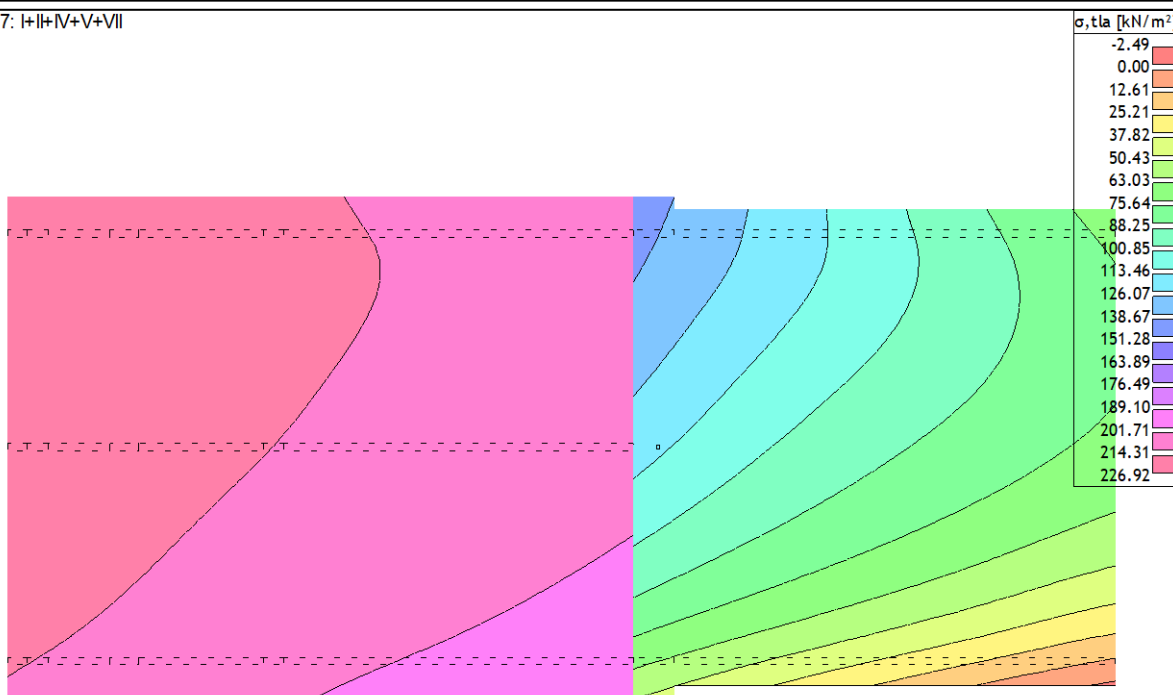
Opt. 16: I+II+IV+V+VI



Nivo: temeljna ploča +104,8 [0.00 m]

Utjecaji u pov. ležaju: max σ, tla = 228.69 / min σ, tla = 12.78 kN/m²

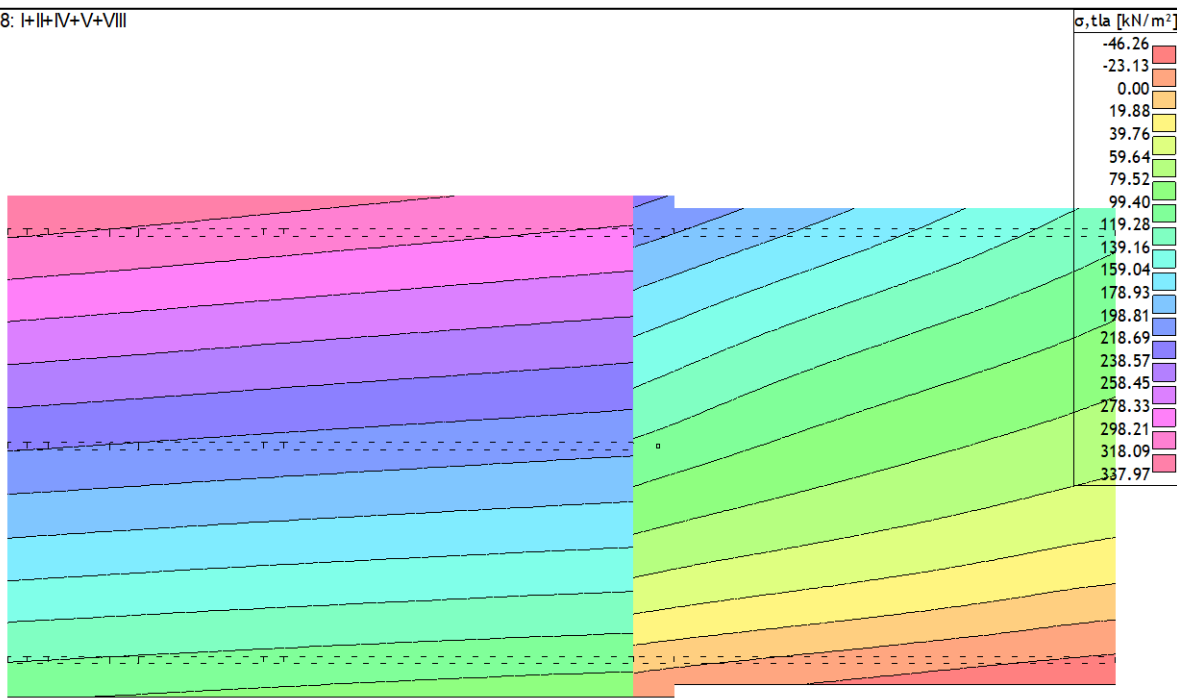
Opt. 17: I+II+IV+V+VII



Nivo: temeljna ploča +104,8 [0.00 m]

Utjecaji u pov. ležaju: max σ, tla = 226.91 / min σ, tla = -2.49 kN/m²

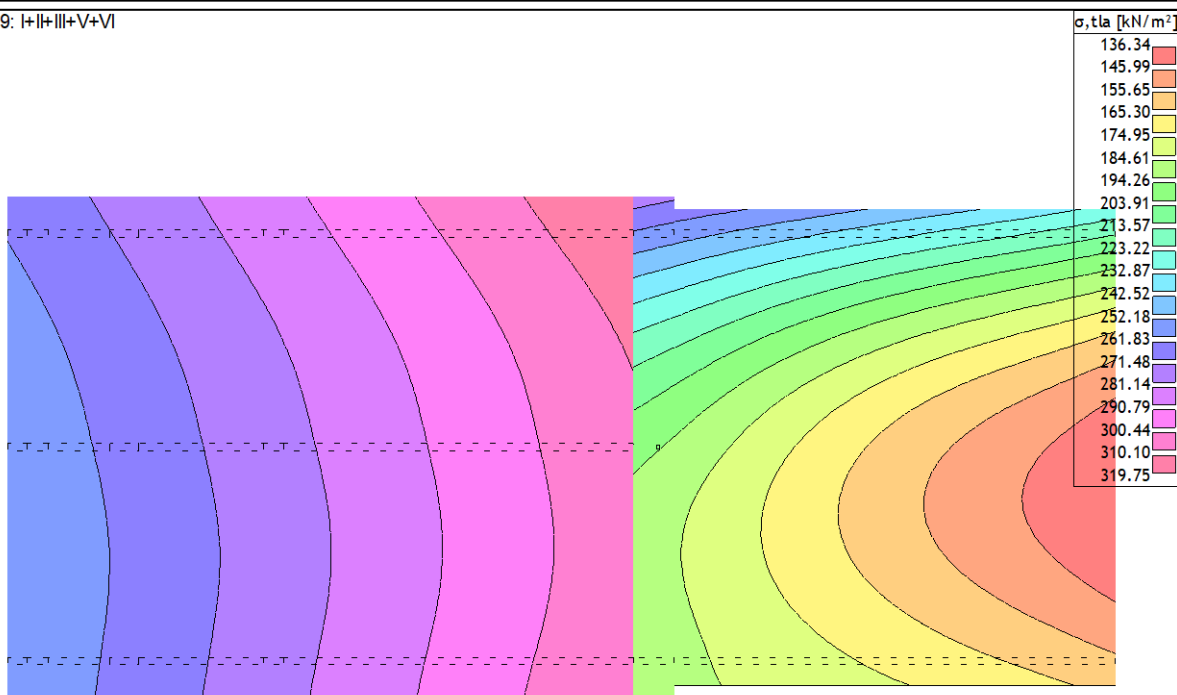
Opt. 18: I+II+IV+V+VIII



Nivo: temeljna ploča +104,8 [0.00 m]

Utjecaji u pov. ležaju: max σ, t_{la} = 337.96 / min σ, t_{la} = -46.25 kN/m²

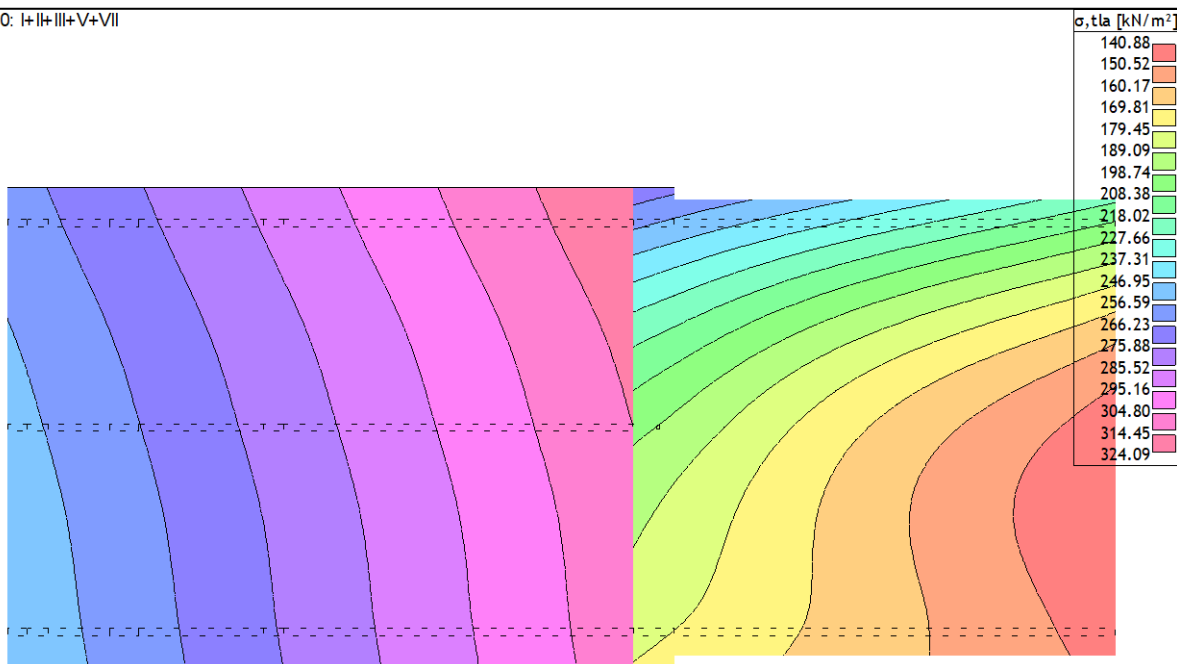
Opt. 19: I+II+III+V+VI



Nivo: temeljna ploča +104,8 [0.00 m]

Utjecaji u pov. ležaju: max σ, t_{la} = 319.74 / min σ, t_{la} = 136.35 kN/m²

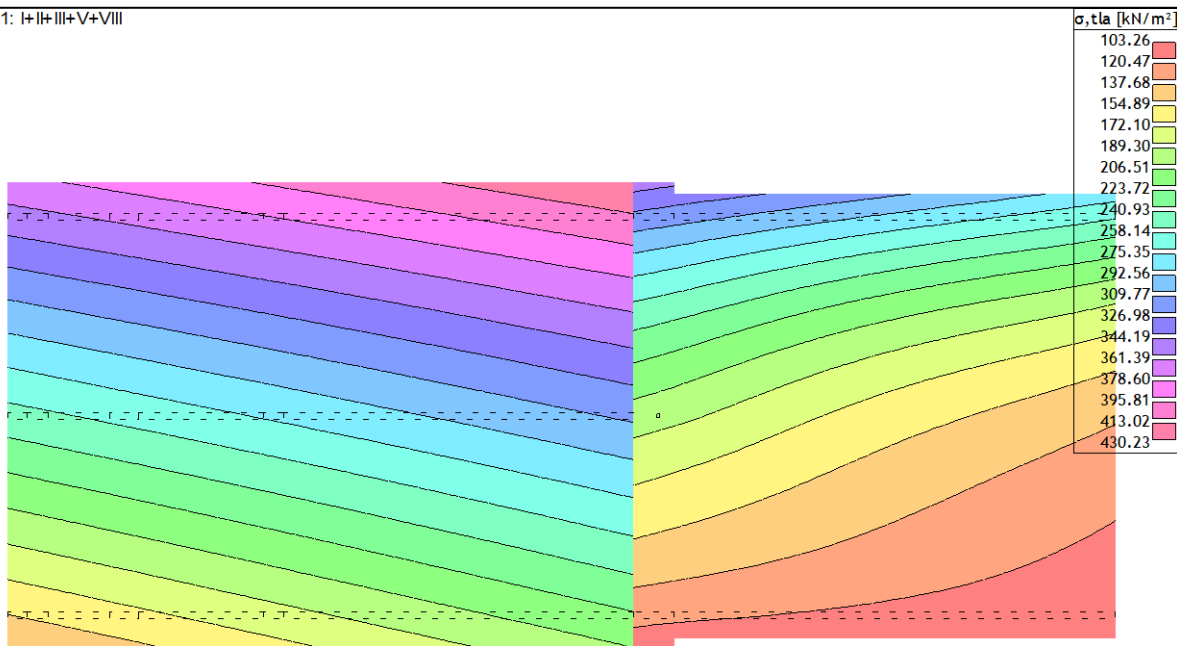
Opt. 20: I+II+III+V+VII



Nivo: temeljna ploča +104,8 [0.00 m]

Utjecaji u pov. ležaju: max σ, tla= 324.09 / min σ, tla= 140.89 kN/m²

Opt. 21: I+II+III+V+VIII



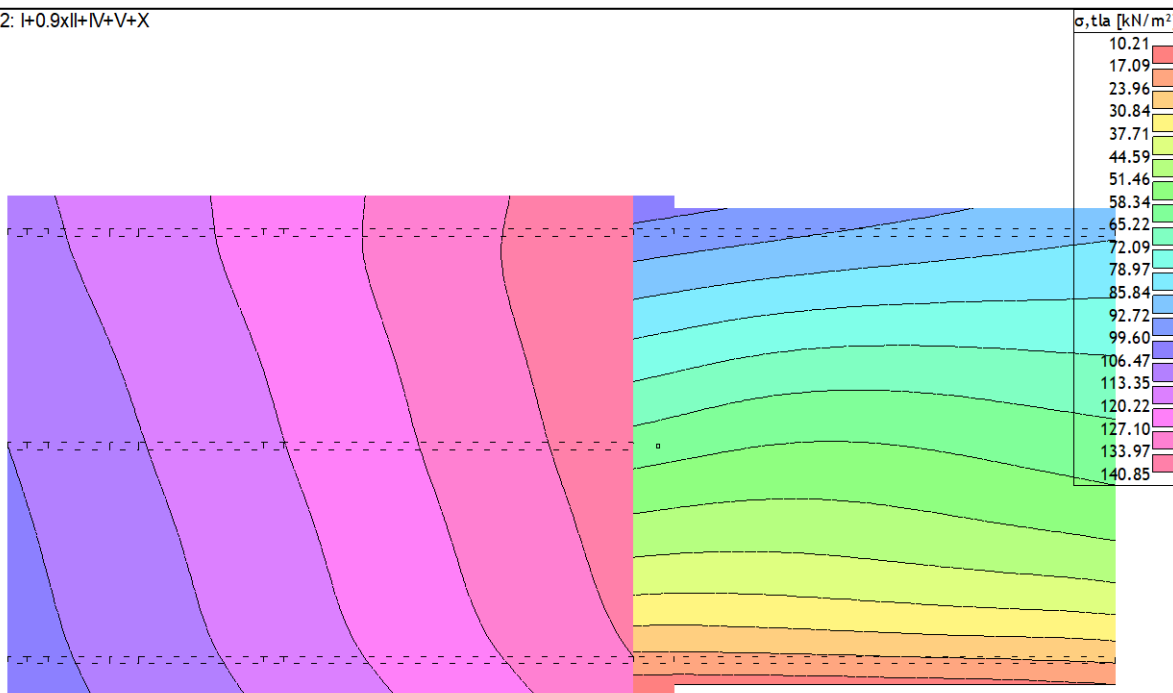
Nivo: temeljna ploča +104,8 [0.00 m]

Utjecaji u pov. ležaju: max σ, tla= 430.23 / min σ, tla= 103.27 kN/m²

Maksimalno naprežanje u tlu od vertikalnog opterećenja:

$$\sigma_{\max} = 430,23 \text{ kN/m}^2 < \sigma_{\text{dop}} = 500 \text{ kN/m}^2$$

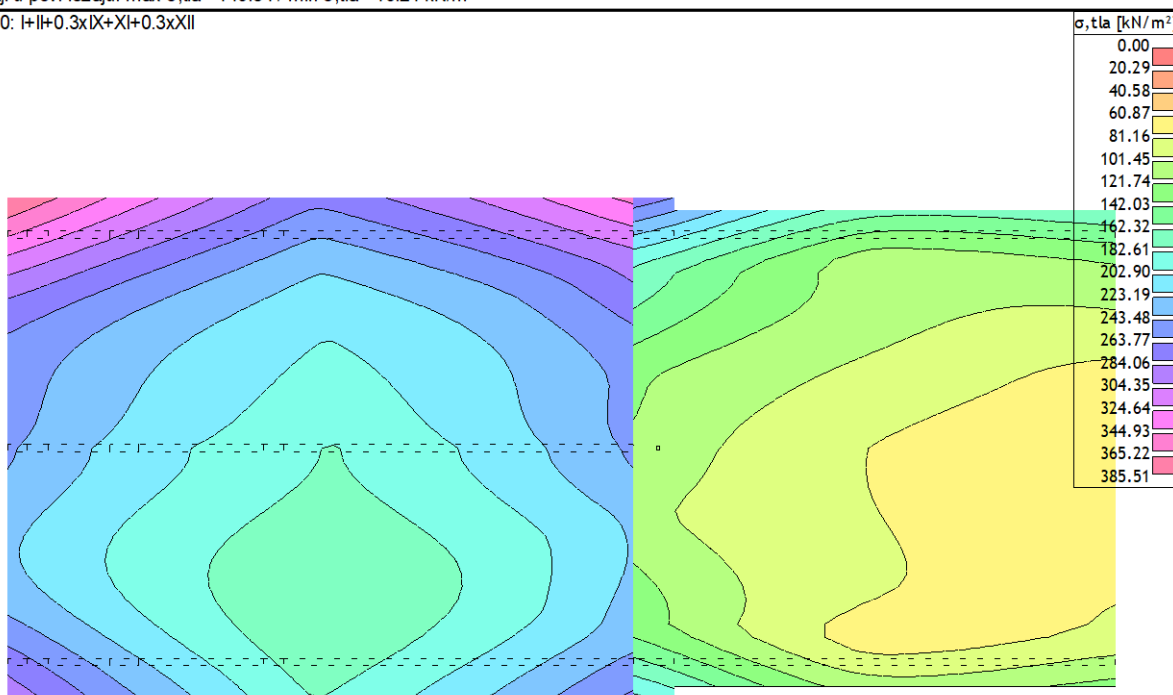
Opt. 22: I+0.9xII+IV+V+X



Nivo: temeljna ploča +104,8 [0.00 m]

Utjecaji u pov. ležaju: max σ, tla= 140.84 / min σ, tla= 10.21 kN/m²

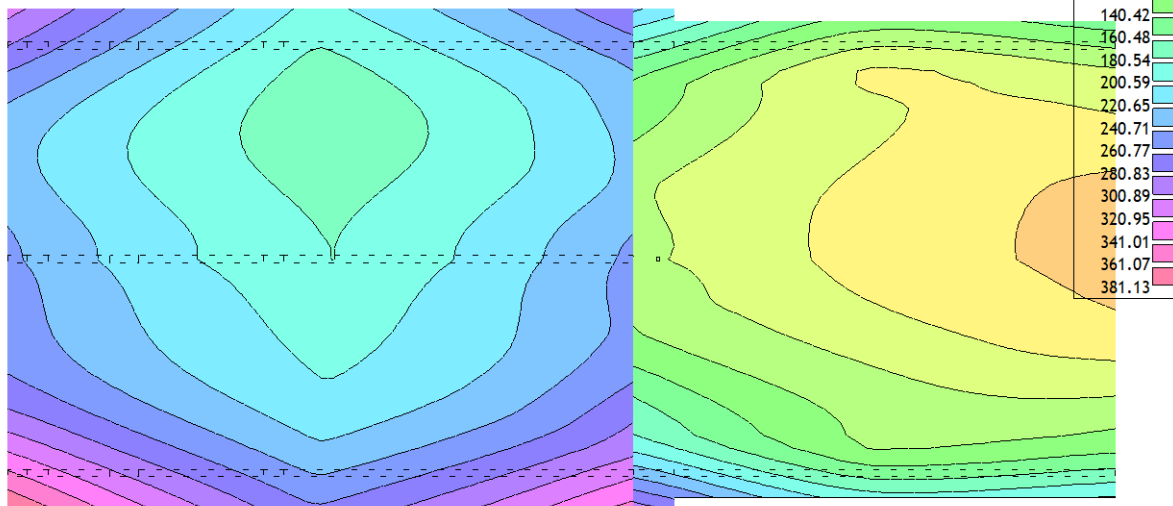
Opt. 30: I+II+0.3xIX+XI+0.3xXII



Nivo: temeljna ploča +104,8 [0.00 m]

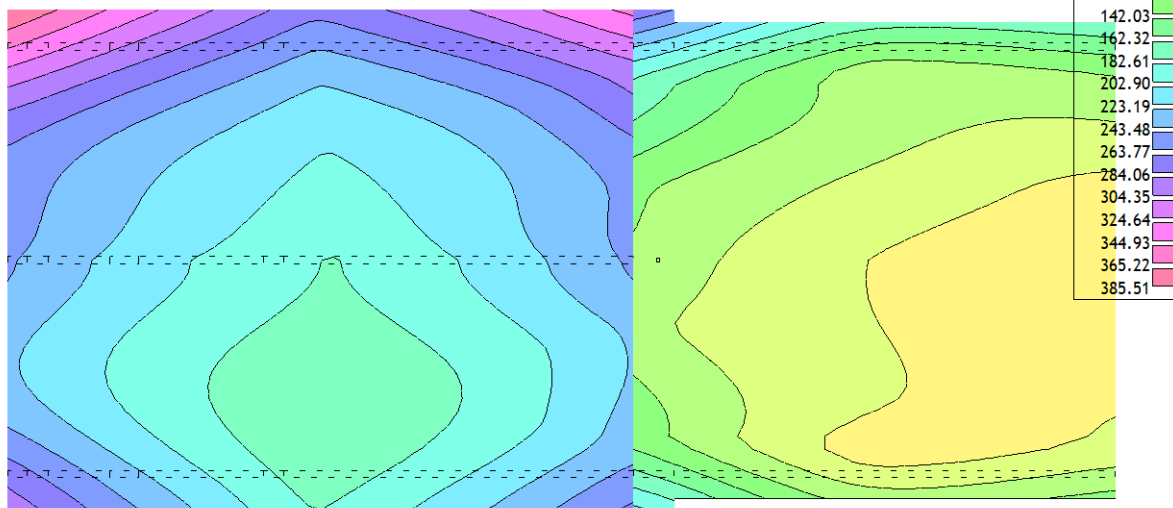
Utjecaji u pov. ležaju: max σ, tla= 385.50 / min σ, tla= 0.00 kN/m²

Opt. 31: I+II-0.3xIX+XI-0.3xXII



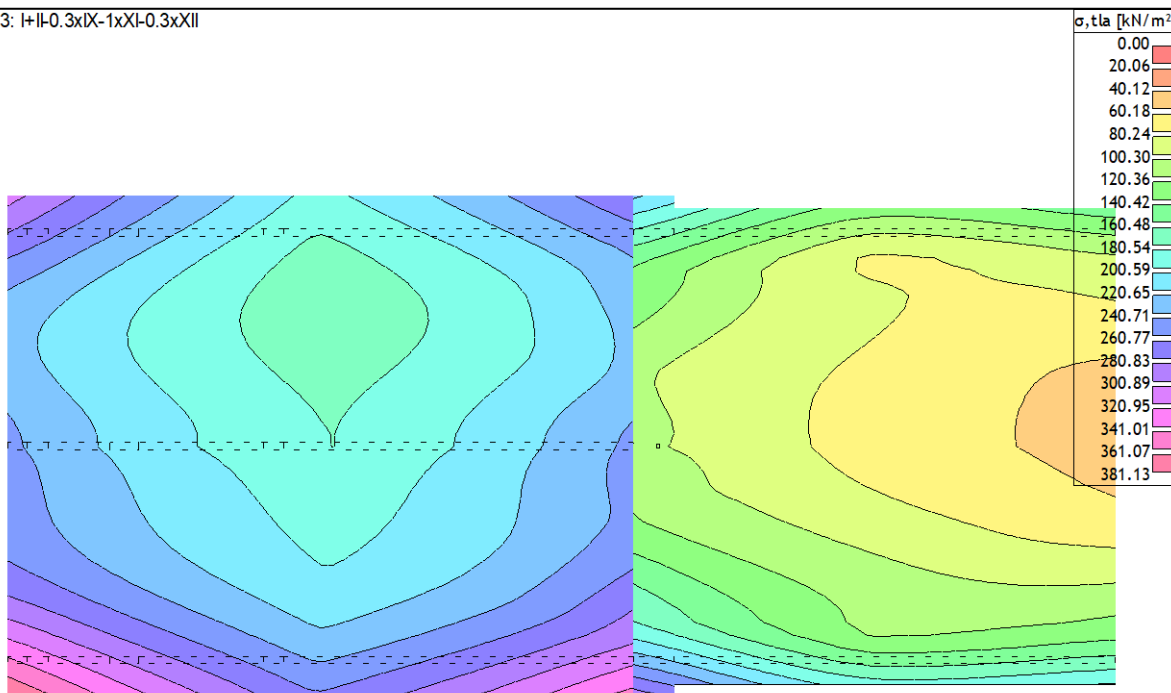
Nivo: temeljna ploča +104,8 [0.00 m]
 Utjecaji u pov. ležaju: max σ, tla = 381.13 / min σ, tla = 0.00 kN/m²

Opt. 32: I+II+0.3xIX-1xXI+0.3xXII



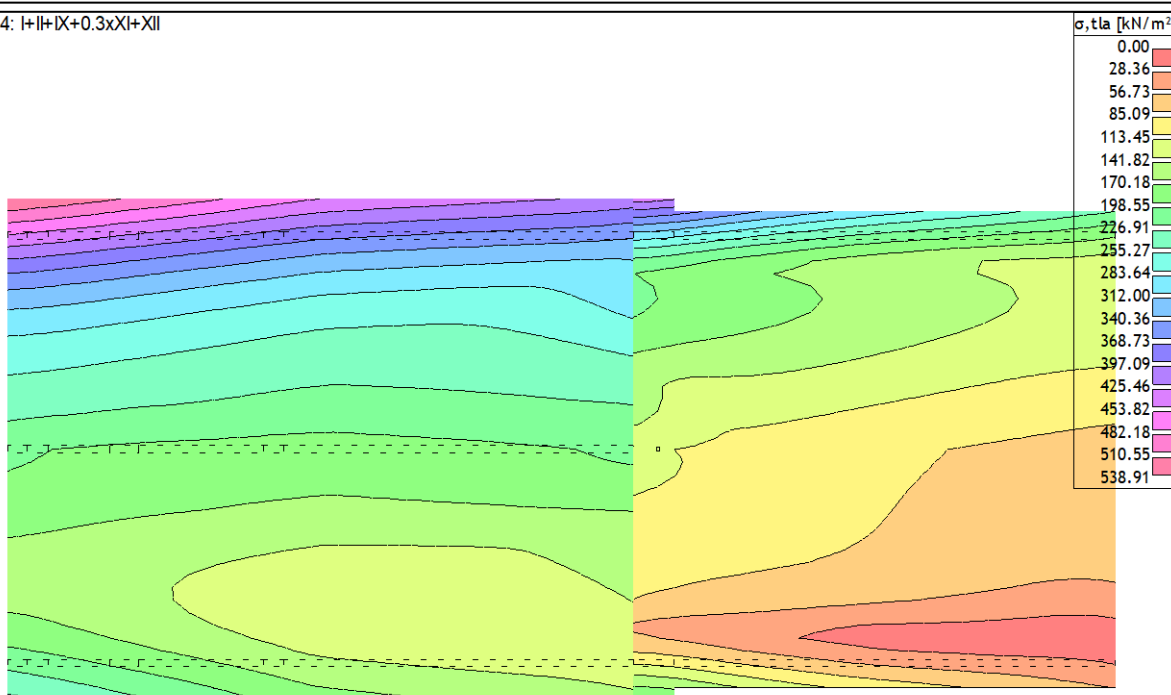
Nivo: temeljna ploča +104,8 [0.00 m]
 Utjecaji u pov. ležaju: max σ, tla = 385.50 / min σ, tla = 0.00 kN/m²

Opt. 33: I+II-0.3xIX-1xXI-0.3xXII



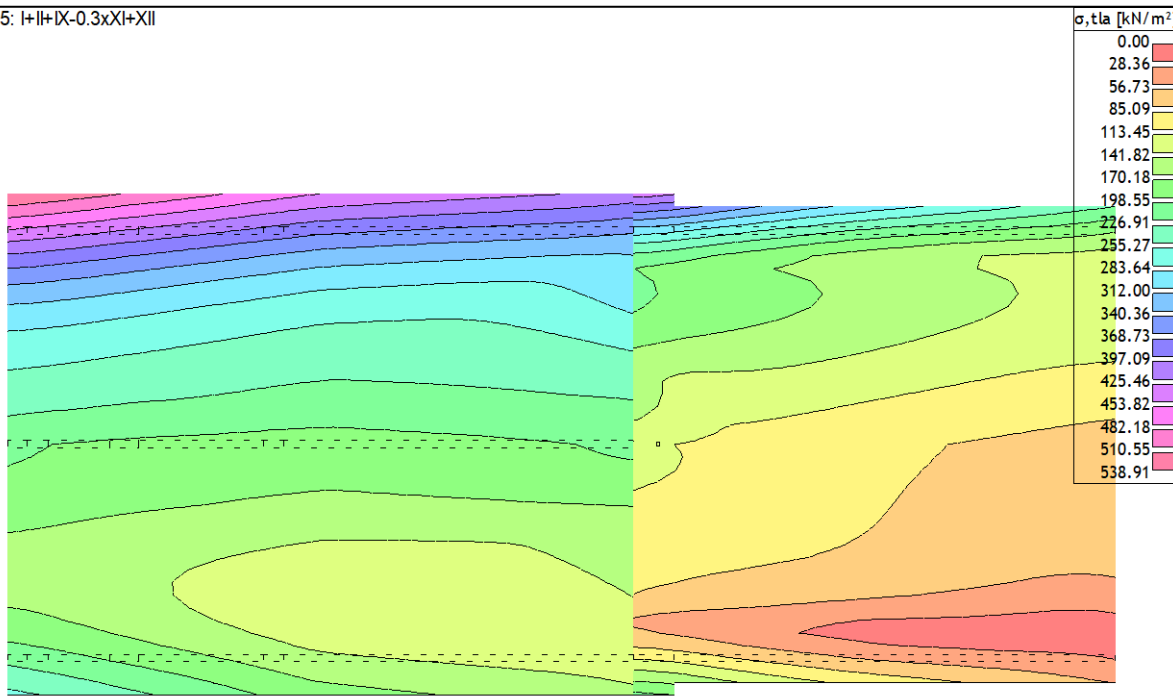
Nivo: temeljna ploča +104,8 [0.00 m]
 Utjecaji u pov. ležaju: max σ, tla = 381.13 / min σ, tla = 0.00 kN/m²

Opt. 34: I+II+IX+0.3xXI+XII



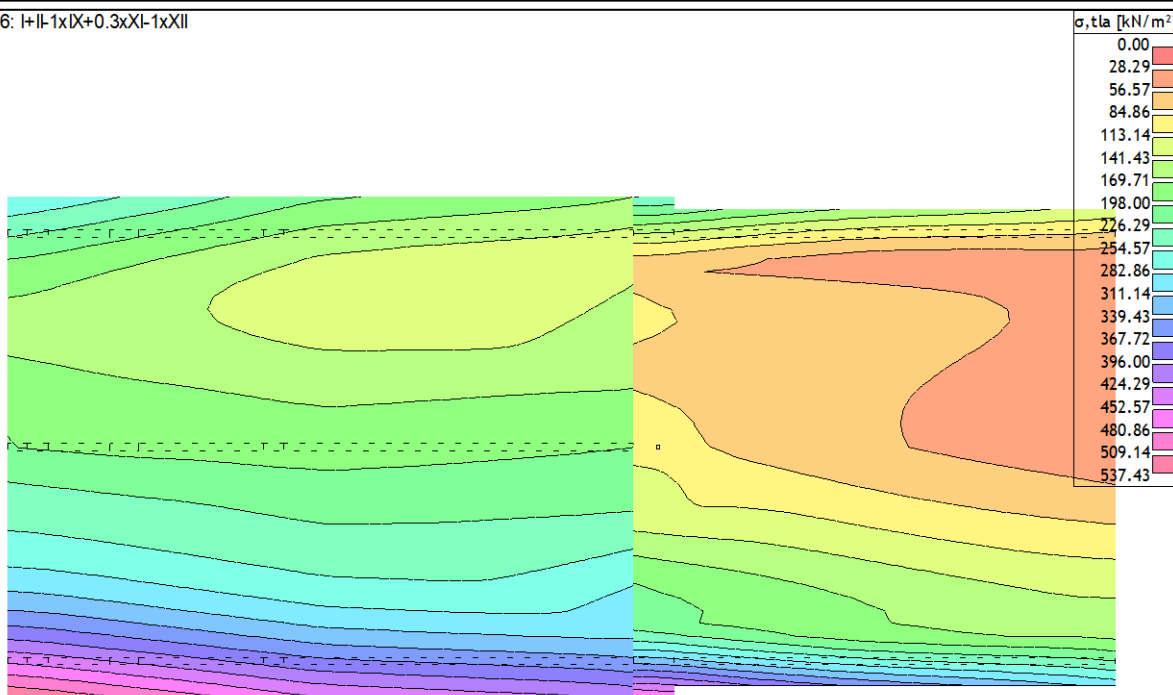
Nivo: temeljna ploča +104,8 [0.00 m]
 Utjecaji u pov. ležaju: max σ, tla = 538.91 / min σ, tla = 0.00 kN/m²

Opt. 35: I+II+IX-0.3xXI+XII



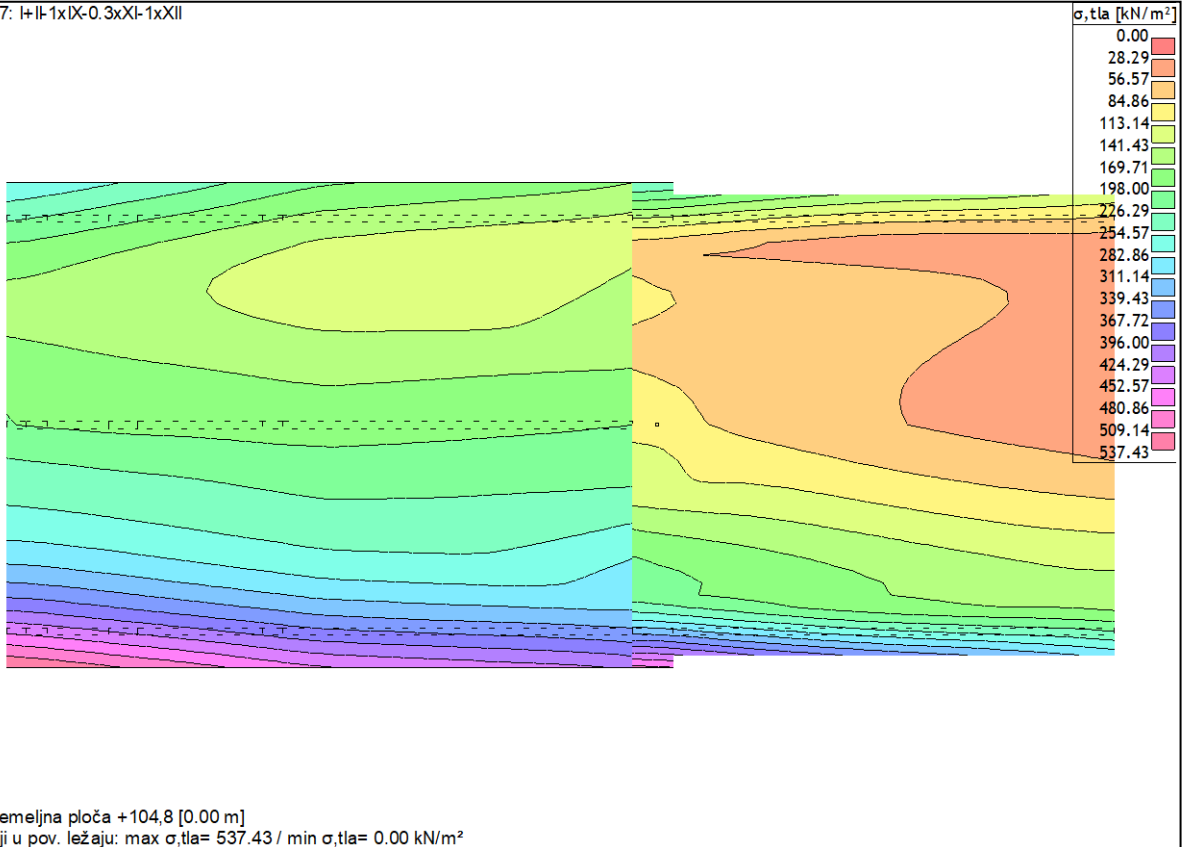
Nivo: temeljna ploča +104,8 [0.00 m]
 Utjecaji u pov. ležaju: max σ_{tla} = 538.91 / min σ_{tla} = 0.00 kN/m²

Opt. 36: I+II-1xIX+0.3xXI-1xXII



Nivo: temeljna ploča +104,8 [0.00 m]
 Utjecaji u pov. ležaju: max σ_{tla} = 537.43 / min σ_{tla} = 0.00 kN/m²

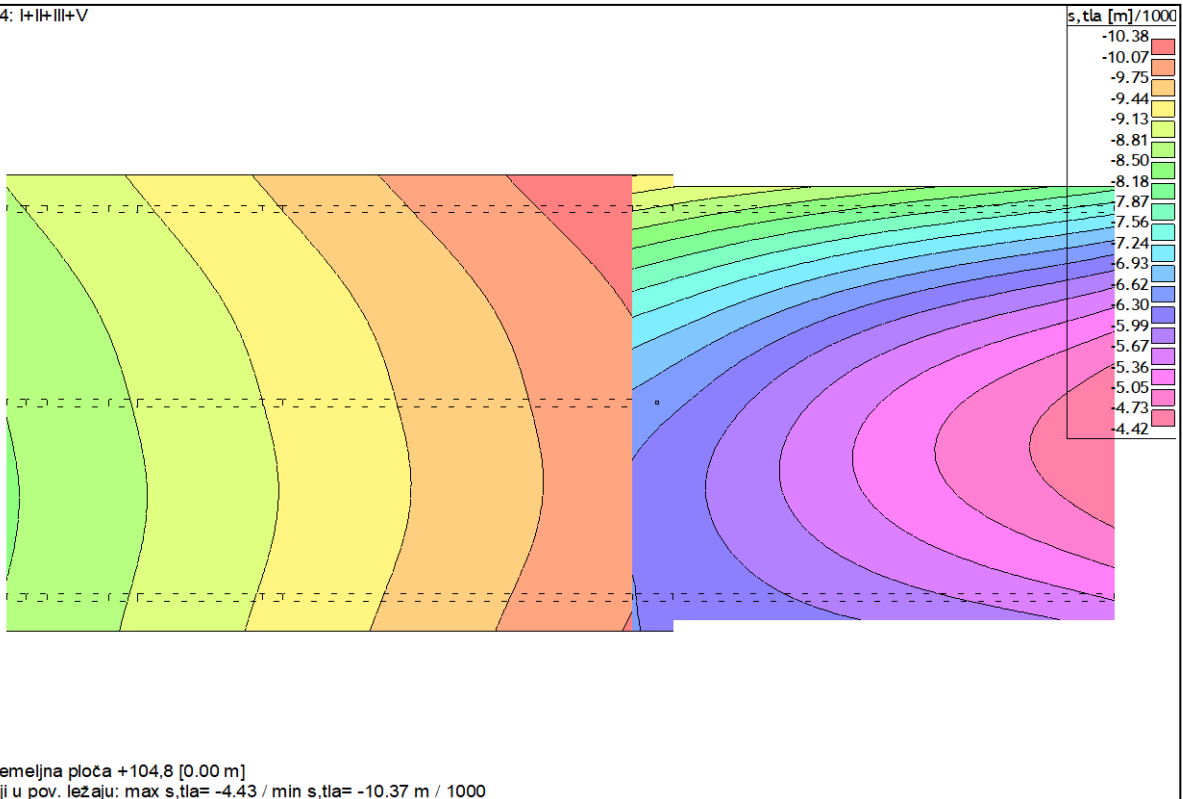
Opt. 37: I+II-1xIX-0.3xXI-1xXII



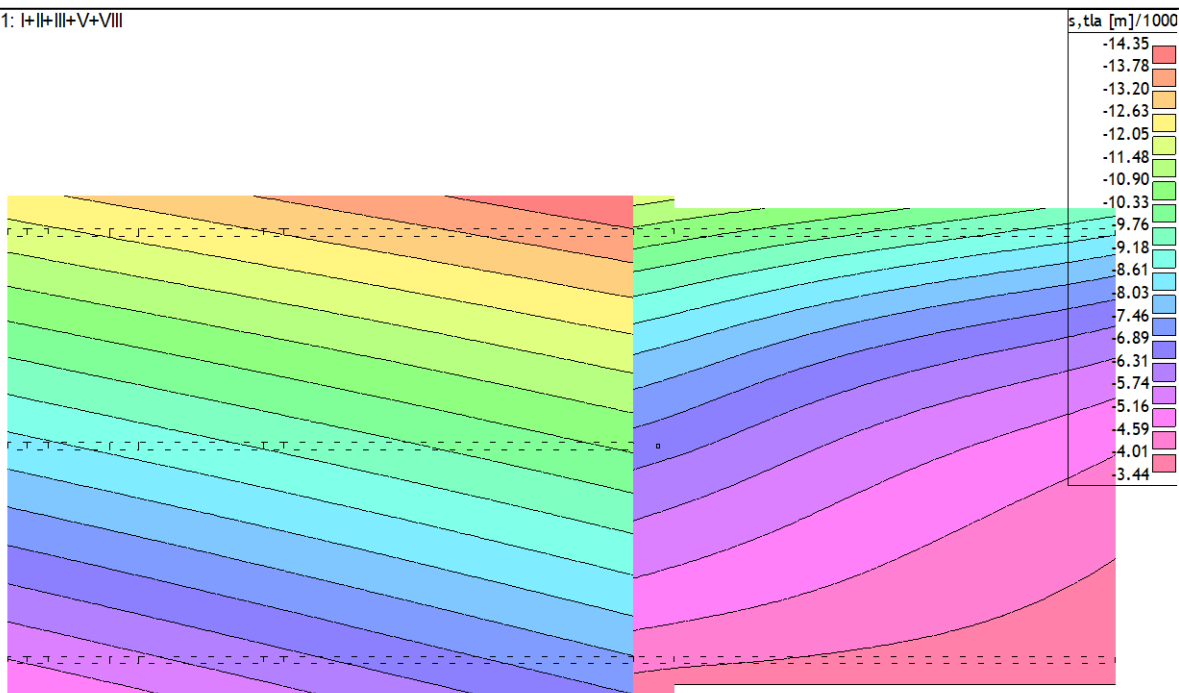
Maksimalno naprezanje u tlu od potresnog opterećenja:

$$\sigma_{max} = 538,91 \text{ kN/m}^2 < \sigma_{dop} = 600 \text{ kN/m}^2$$

Opt. 14: I+II+III+V

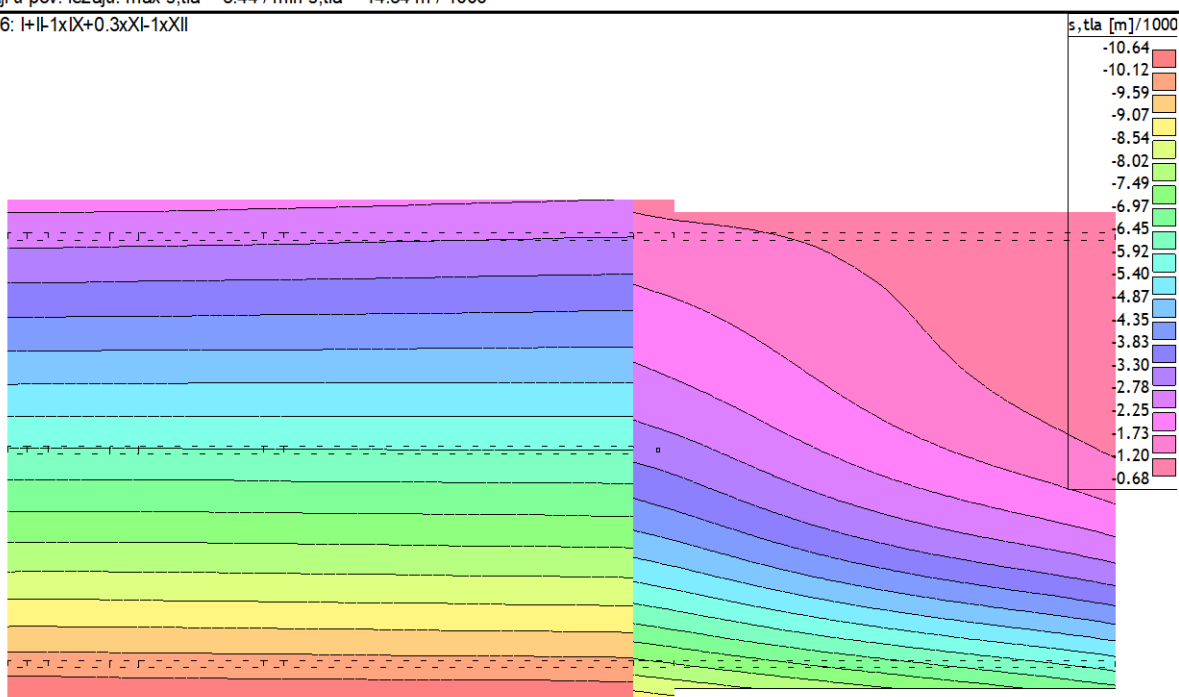


Opt. 21: I+II+III+V+VIII



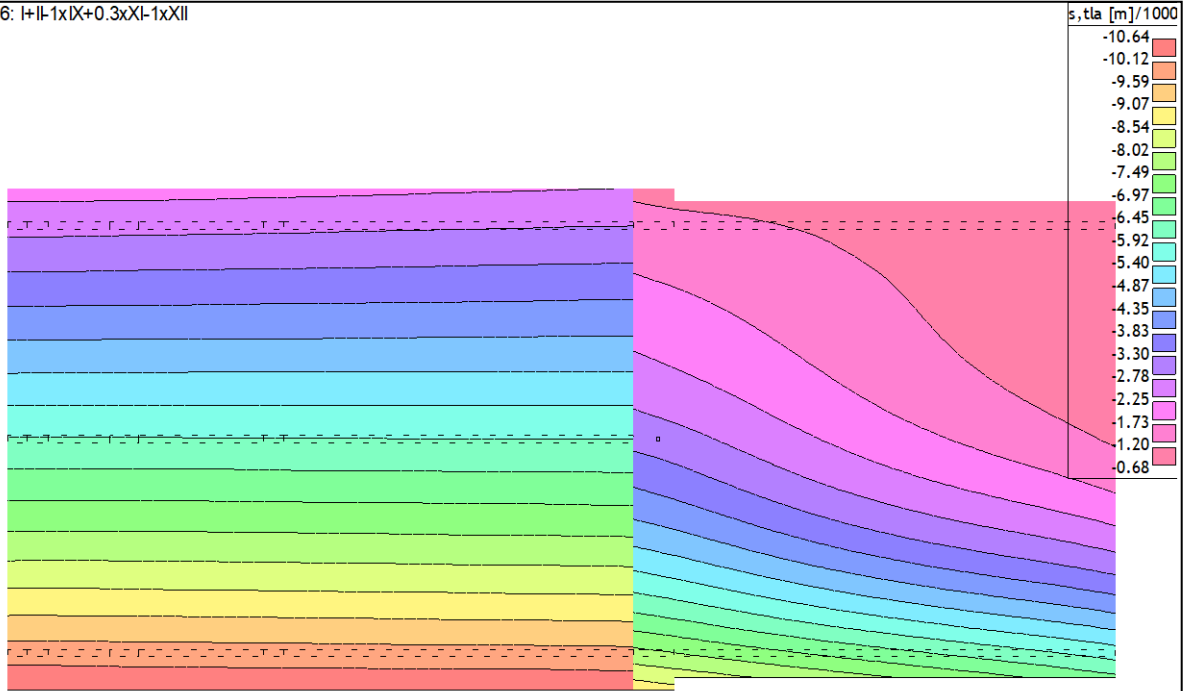
Nivo: temeljna ploča +104,8 [0.00 m]
 Utjecaji u pov. ležaju: max s,tla= -3.44 / min s,tla= -14.34 m / 1000

Opt. 36: I+II-1xIX+0.3xXI-1xXII



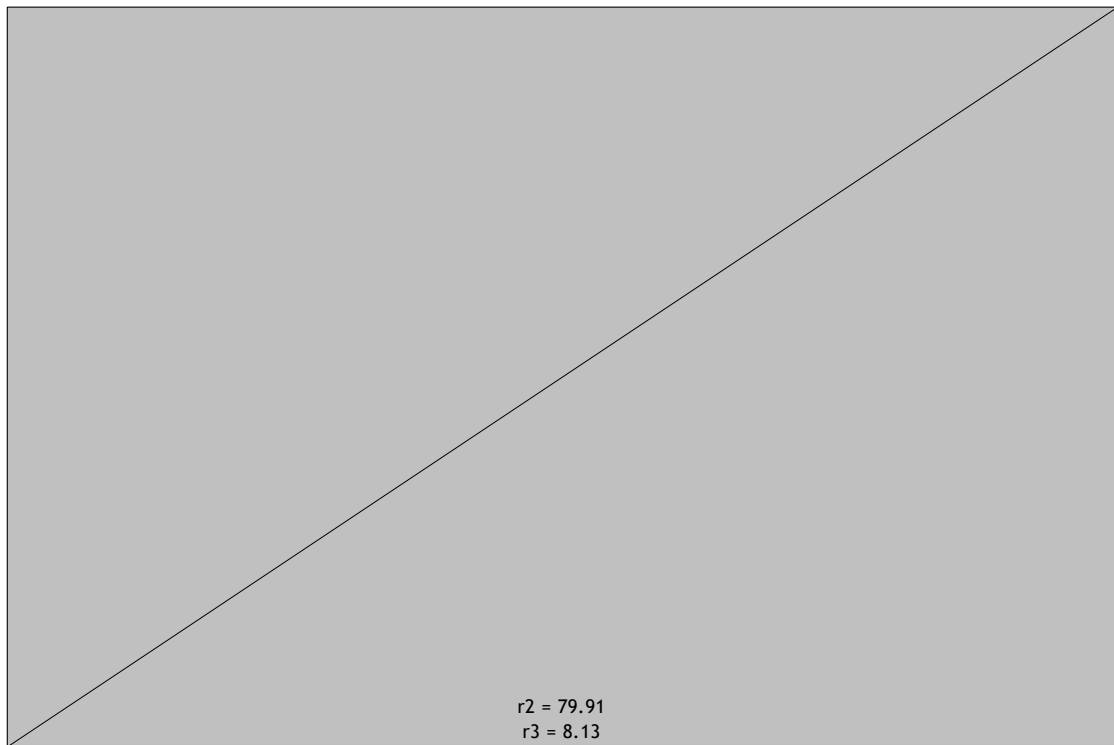
Nivo: temeljna ploča +104,8 [0.00 m]
 Utjecaji u pov. ležaju: max s,tla= -0.69 / min s,tla= -10.63 m / 1000

Opt. 36: I+II-1xIX+0.3xXI-1xXII



Nivo: temeljna ploča +104,8 [0.00 m]
 Utjecaji u pov. ležaju: max s,tla= -0.69 / min s,tla= -10.63 m / 1000

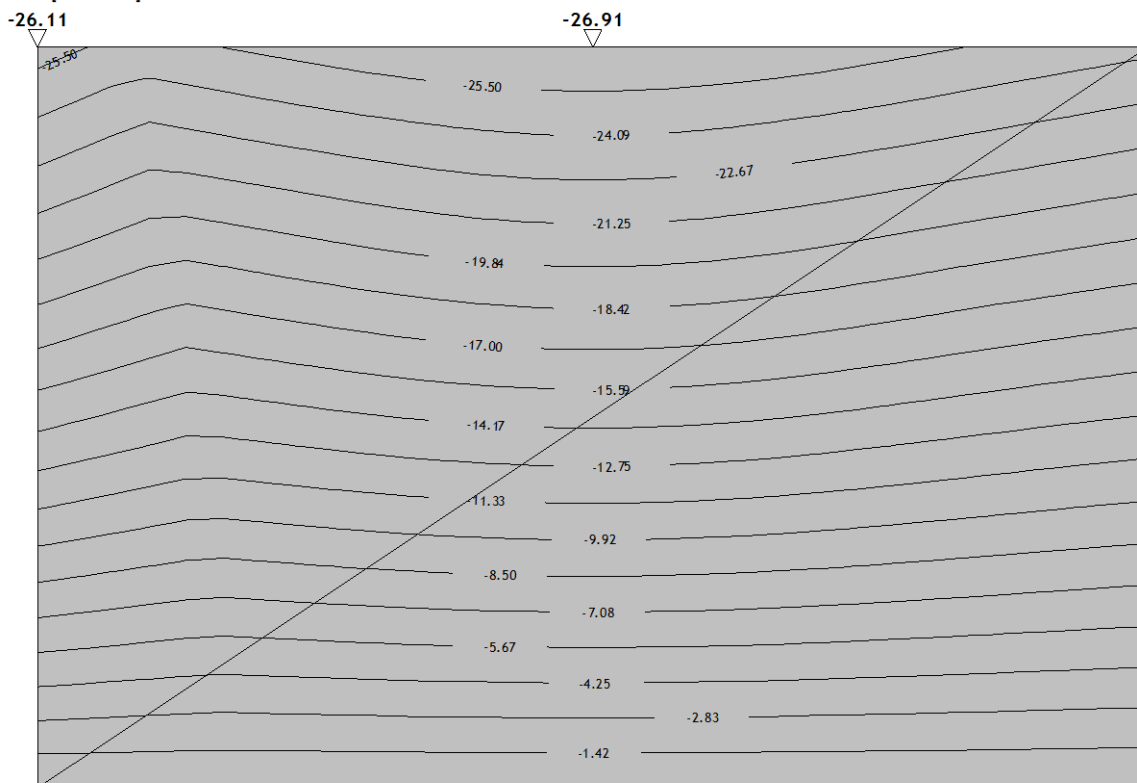
Opt. 19: [GSN] 14-18



Pogled: prelazna ploča
 Reakcije ležajeva

r2 = 79.91
 r3 = 8.13
 r2 = 29.02
 r3 = 3.05

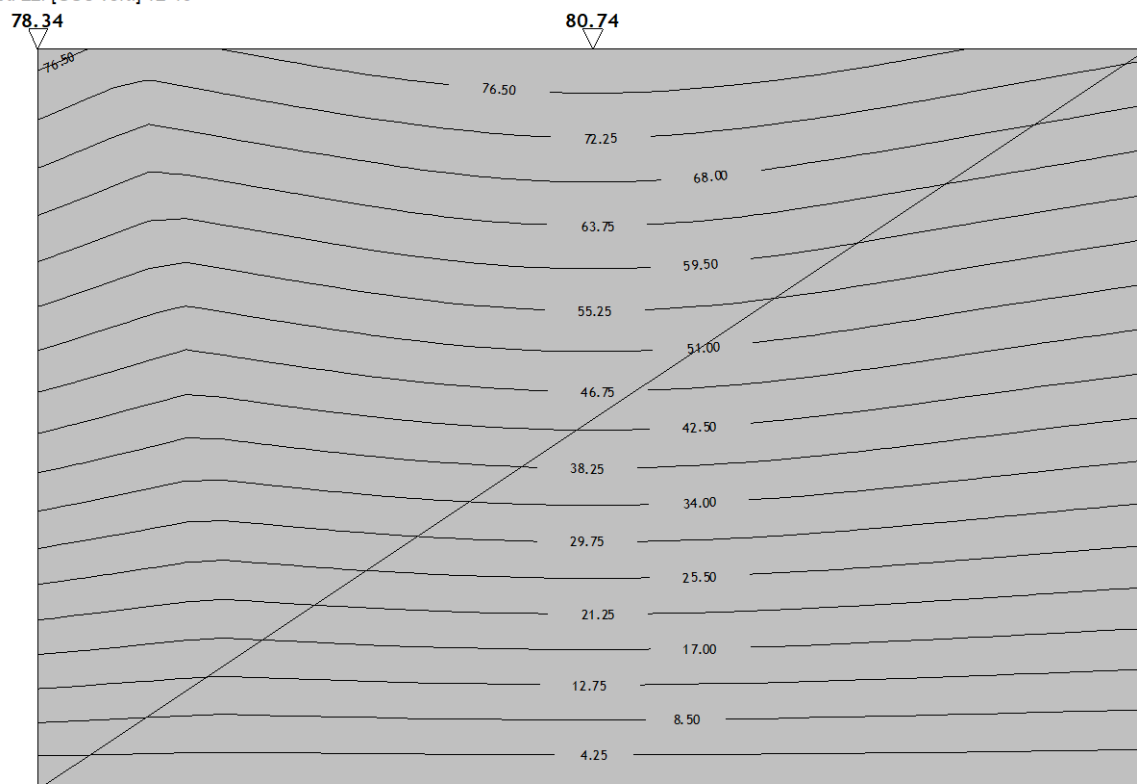
Opt. 22: [GSU vert.] 12-16



Pogled: prelazna ploča

Utjecaji u pov. ležaju: max s, tla= 0.00 / min s, tla= -26.91 m / 1000

Opt. 22: [GSU vert.] 12-16

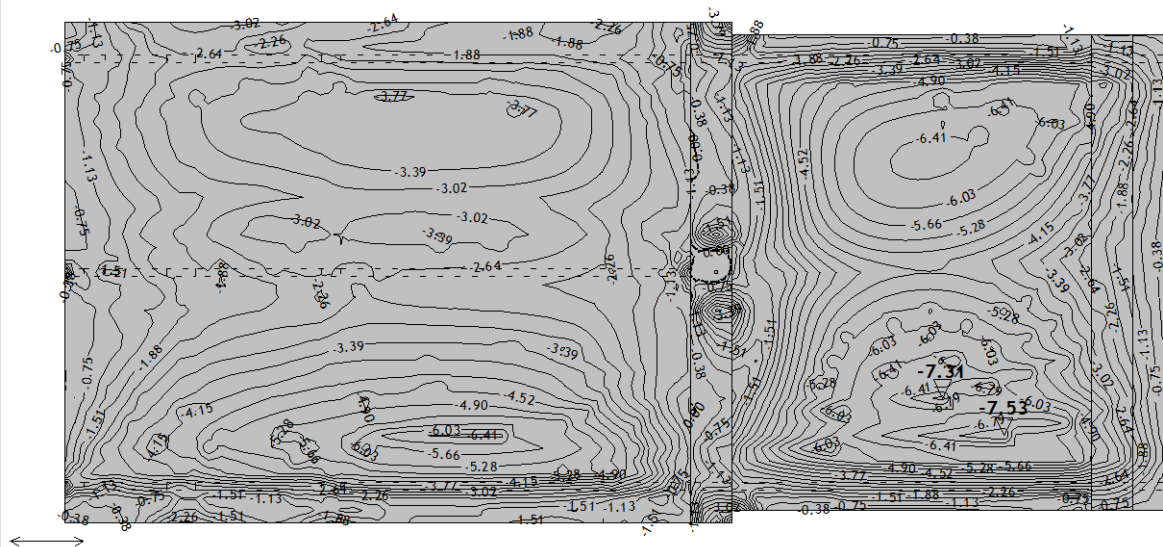


Pogled: prelazna ploča

Utjecaji u pov. ležaju: max σ , tla= 80.74 / min σ , tla= 0.00 kN/m²

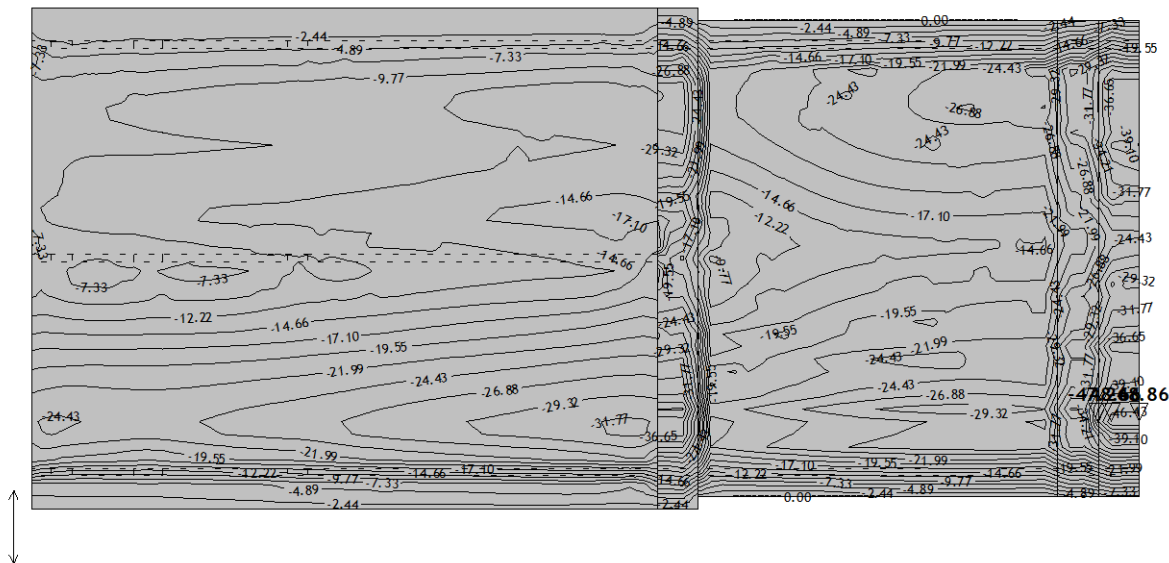
Dimenzioniranje (beton)

Mjеровadno opterećenje: 23-37
 EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30/37, B 500B, a=5.00 cm



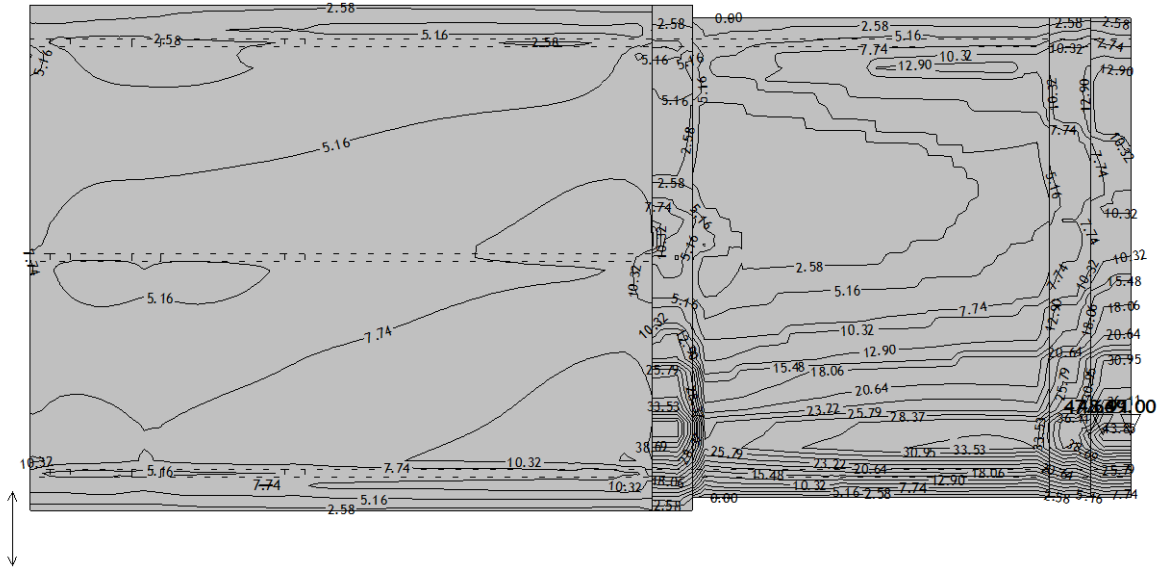
Nivo: temeljna ploča +104,8 [0,00 m]
 Aa - g.zona - Pravac 1 - max Aa1,g= -7.53 cm²/m

Mjеровadno opterećenje: 23-37
 EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30/37, B 500B, a=5.00 cm



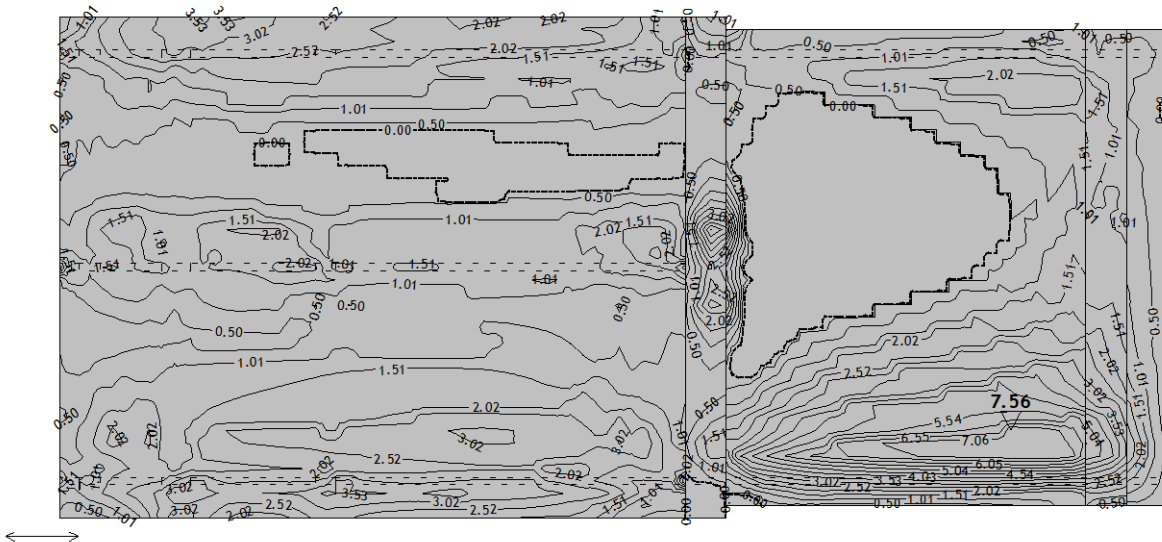
Nivo: temeljna ploča +104,8 [0,00 m]
 Aa - g.zona - Pravac 2 - max Aa2,g= -48.86 cm²/m

Mjerodavno opterećenje: 23-37
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30/37, B 500B, a=5.00 cm



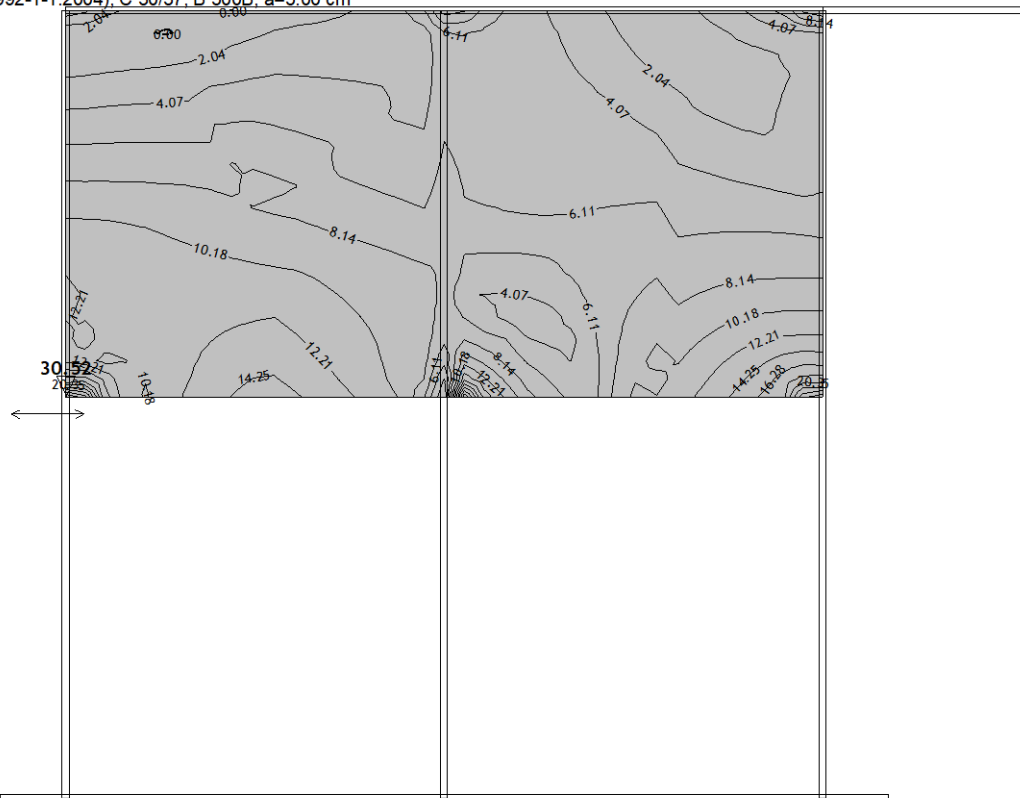
Nivo: temeljna ploča +104,8 [0.00 m]
Aa - d.zona - Pravac 2 - max Aa2,d= 49.00 cm²/m

Mjerodavno opterećenje: 23-37
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30/37, B 500B, a=5.00 cm



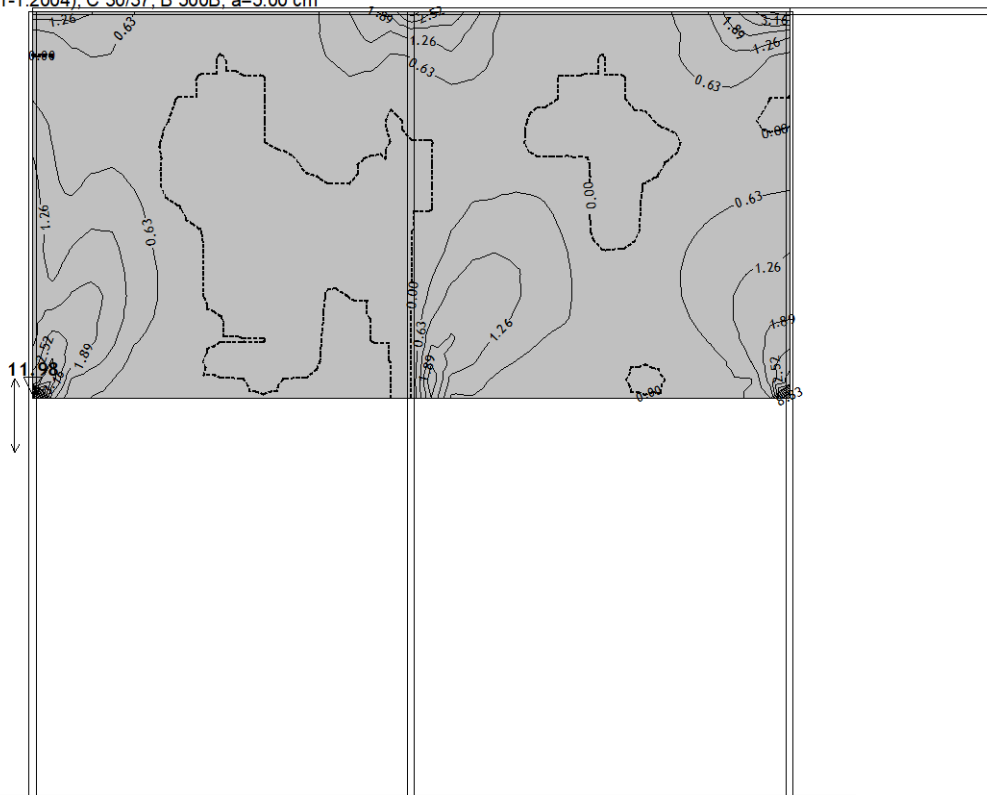
Nivo: temeljna ploča +104,8 [0.00 m]
Aa - d.zona - Pravac 1 - max Aa1,d= 7.56 cm²/m

Mjerslavno opterećenje: 23-37
 EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30/37, B 500B, a=5.00 cm



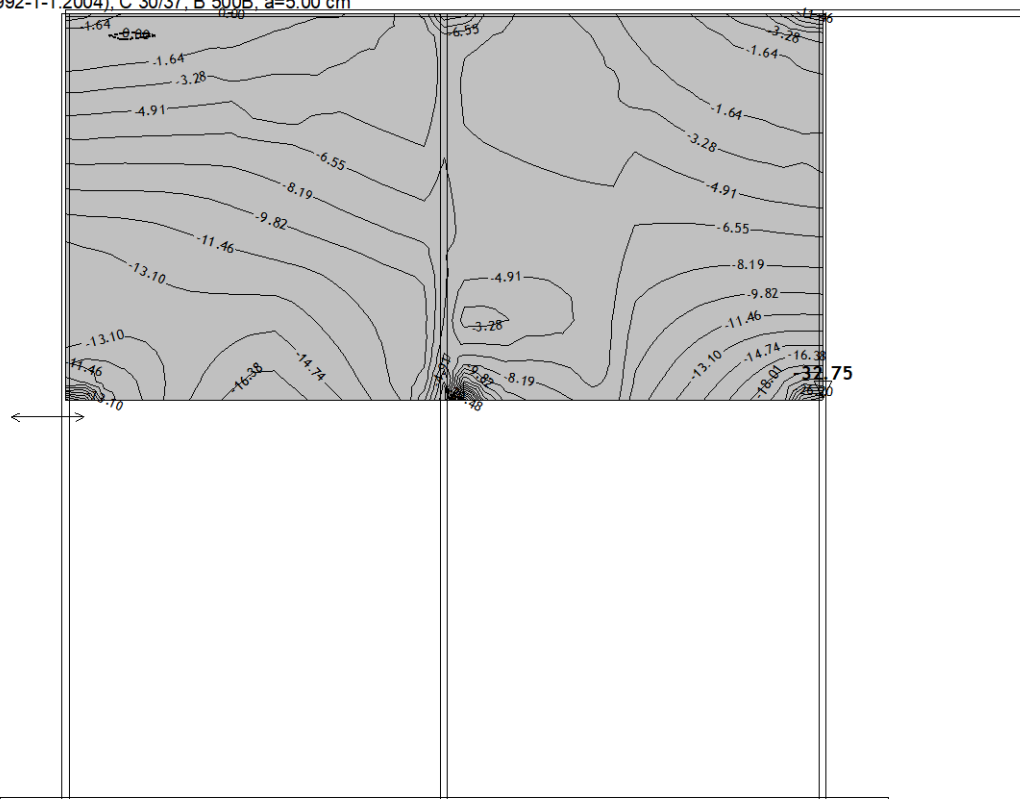
Okvir: V_2
 Aa - d.zona - Pravec 1 - max Aa1,d= 30.52 cm²/m

Mjerslavno opterećenje: 23-37
 EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30/37, B 500B, a=5.00 cm



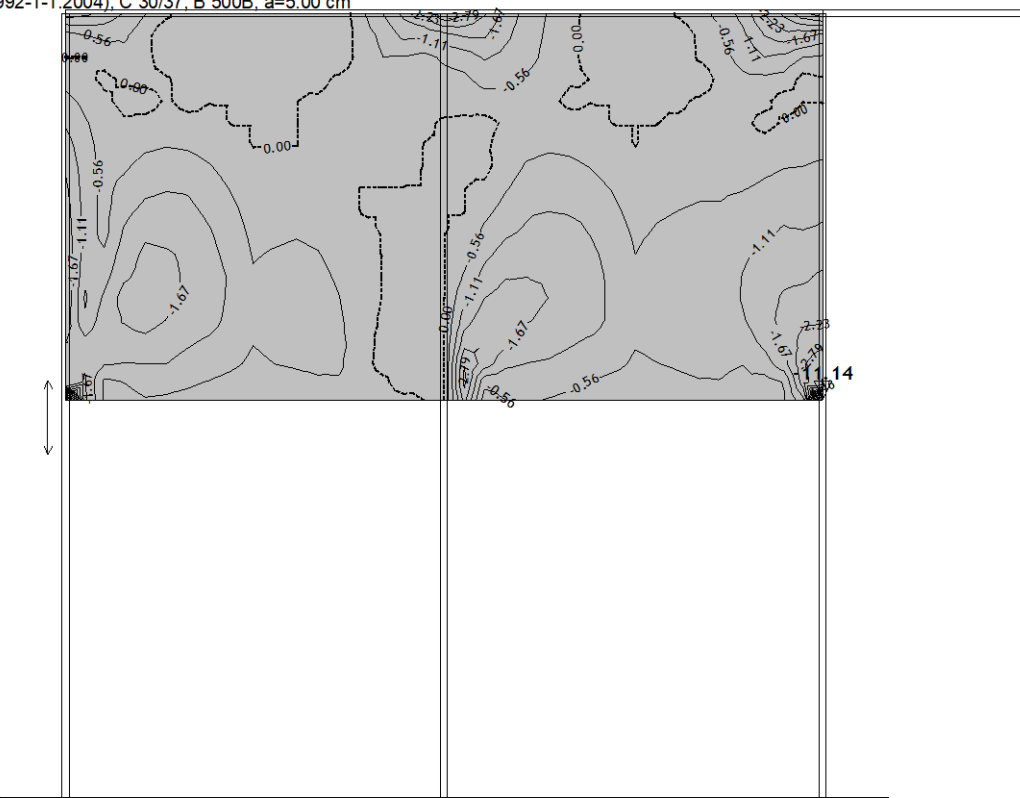
Okvir: V_2
 Aa - d.zona - Pravec 2 - max Aa2,d= 11.98 cm²/m

Mjerodavno opterećenje: 23-37
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30/37, B 500B, a=5.00 cm



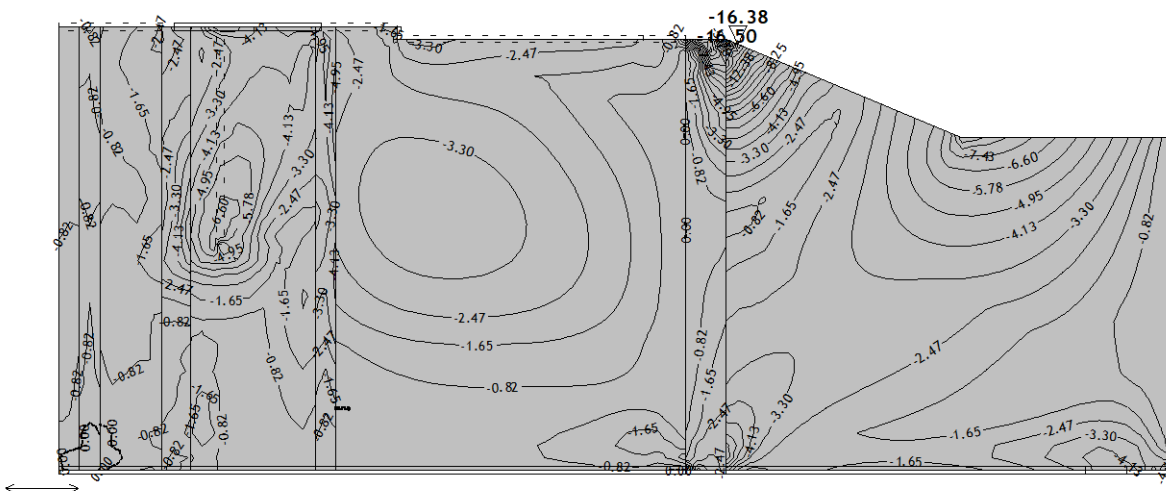
Okvir: V_2
Aa - g.zona - Pravac 1 - max Aa1,g= -32.75 cm²/m

Mjerodavno opterećenje: 23-37
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30/37, B 500B, a=5.00 cm



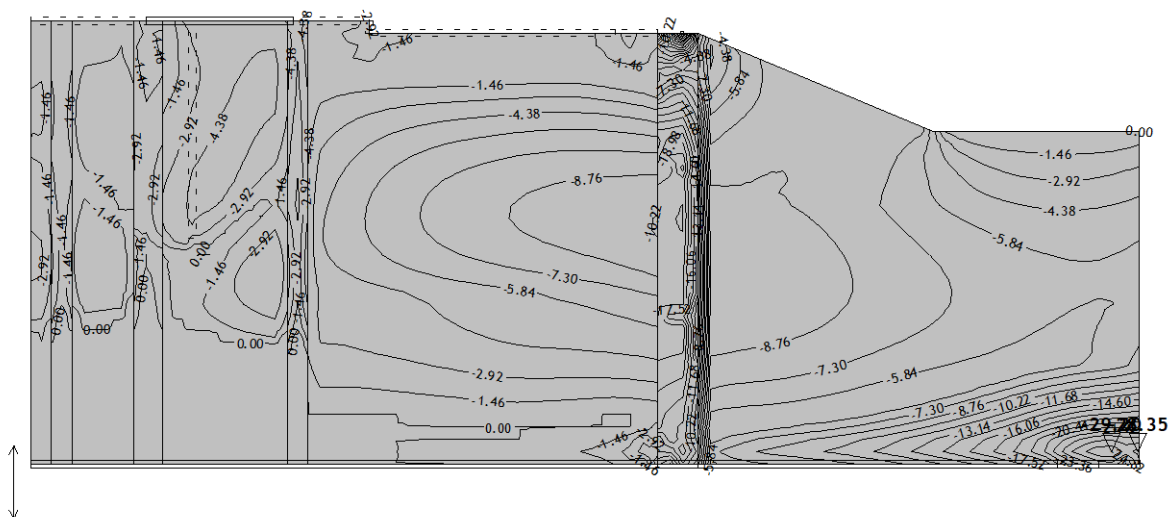
Okvir: V_2
Aa - g.zona - Pravac 2 - max Aa2,g= -11.14 cm²/m

Mjerodavno opterećenje: 23-37
 EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30/37, B 500B, a=5.00 cm



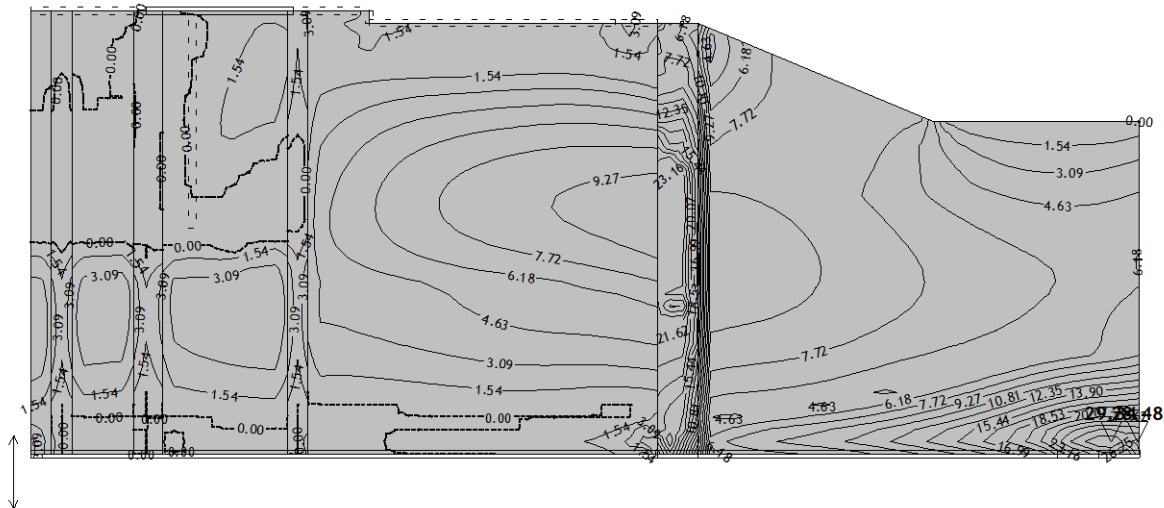
Okvir: H_3
 Aa - g.zona - Pravac 1 - max Aa1,g= -16.50 cm²/m

Mjerodavno opterećenje: 23-37
 EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30/37, B 500B, a=5.00 cm



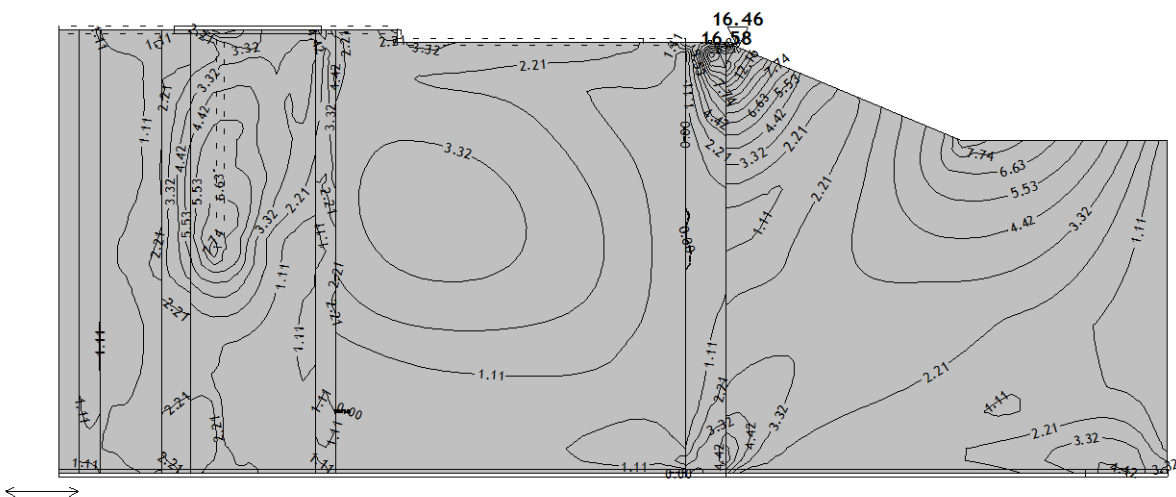
Okvir: H_3
 Aa - g.zona - Pravac 2 - max Aa2,g= -29.20 cm²/m

Mjerodavno opterećenje: 23-37
 EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30/37, B 500B, a=5.00 cm



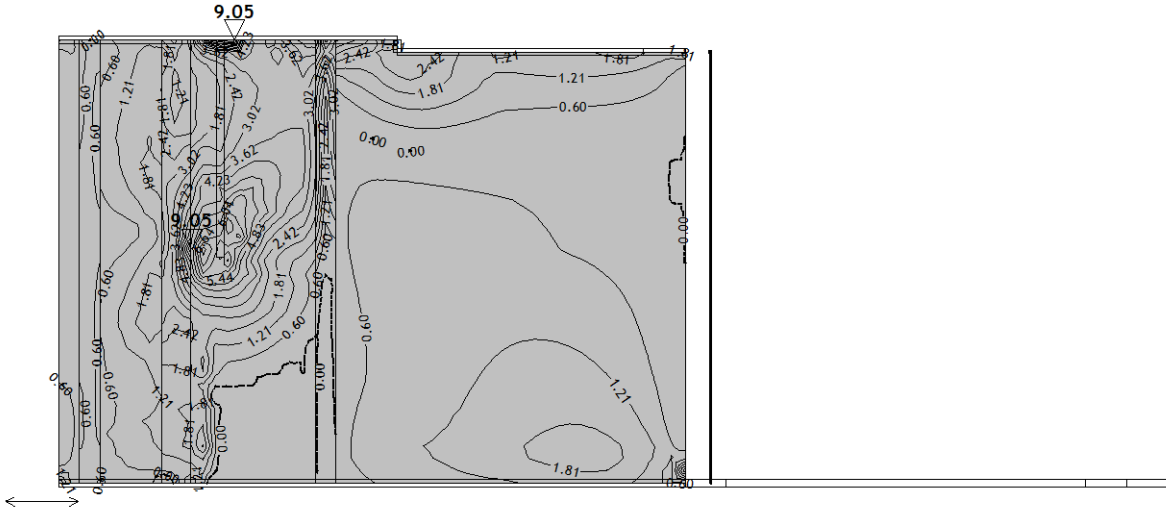
Okvir: H_3
 Aa - d.zona - Pravec 2 - max Aa,d= 29.34 cm²/m

Mjerodavno opterećenje: 23-37
 EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30/37, B 500B, a=5.00 cm



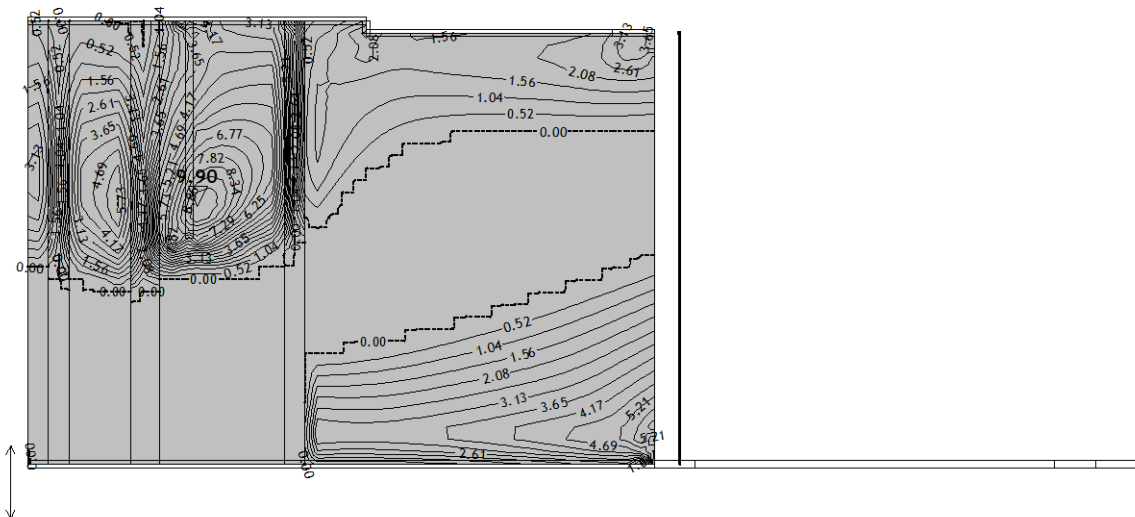
Okvir: H_3
 Aa - d.zona - Pravec 1 - max Aa,d= 16.58 cm²/m

Mjerodavno opterećenje: 23-37
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30/37, B 500B, a=5.00 cm



Okvir: H_2
Aa - d.zona - Pramac 1 - max Aa1,d= 9.05 cm²/m

Mjerodavno opterećenje: 23-37
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30/37, B 500B, a=5.00 cm



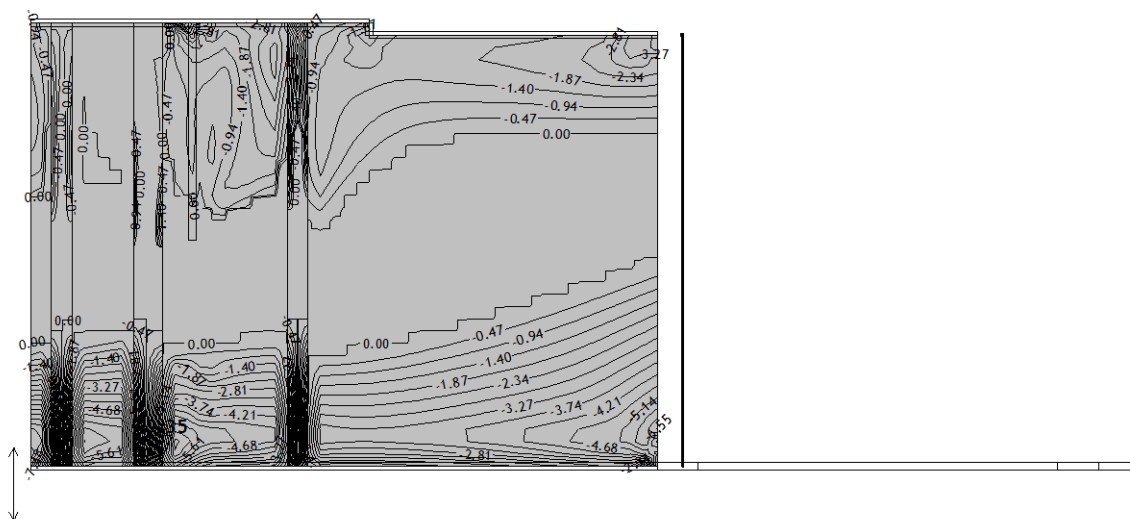
Okvir: H_2
Aa - d.zona - Pramac 2 - max Aa2,d= 9.90 cm²/m

Mjerodavno opterećenje: 23-37
 EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30/37, B 500B, a=5.00 cm



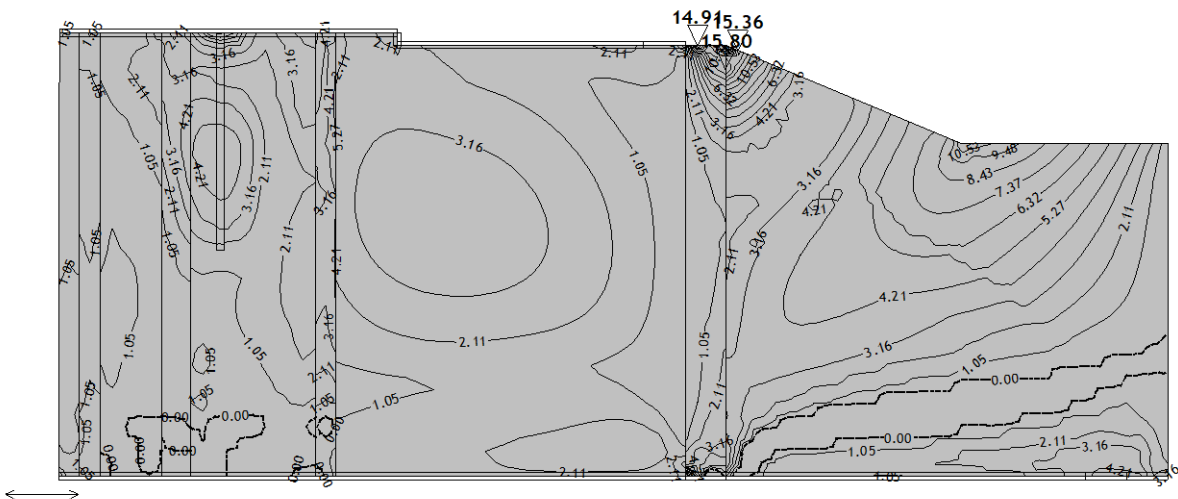
Okvir: H_2
 Aa - g.zona - Pramac 1 - max Aa1,g= -10.46 cm²/m

Mjerodavno opterećenje: 23-37
 EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30/37, B 500B, a=5.00 cm



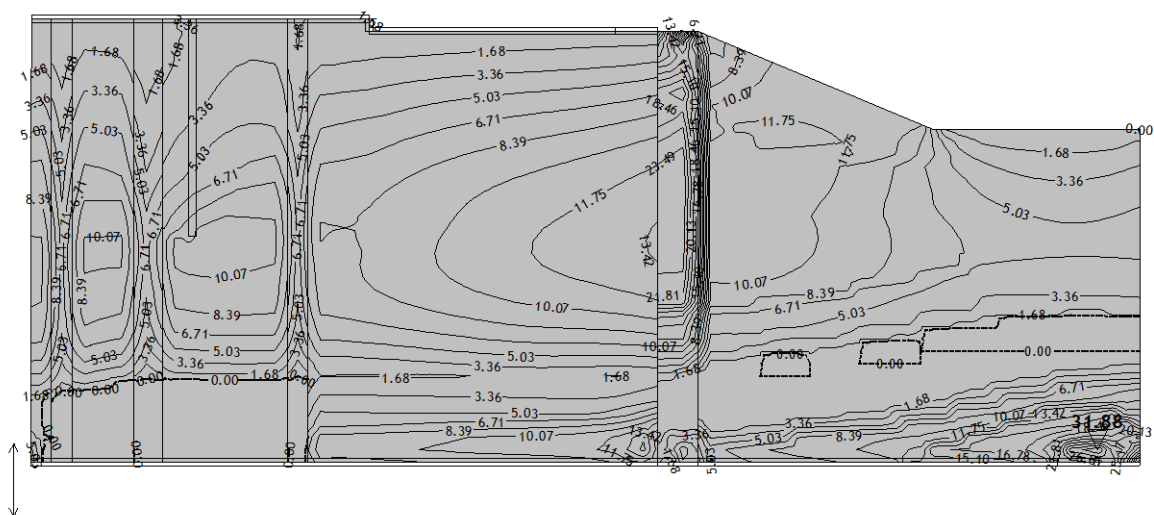
Okvir: H_2
 Aa - g.zona - Pramac 2 - max Aa2,g= -9.35 cm²/m

Mjerodavno opterećenje: 23-37
 EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30/37, B 500B, a=5.00 cm



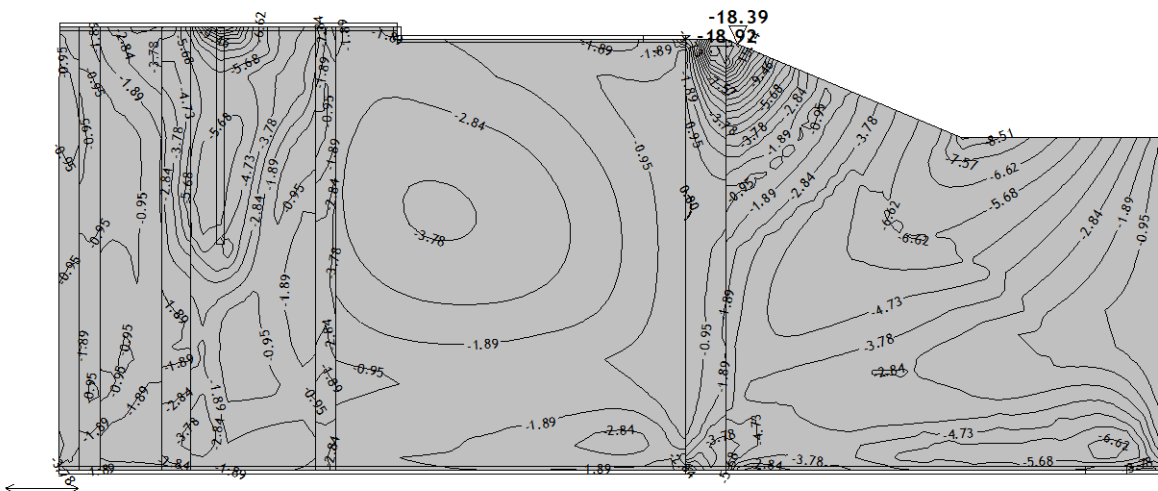
Okvir: H_1
 Aa - d.zona - Pravec 1 - max Aa1,d= 15.80 cm²/m

Mjerodavno opterećenje: 23-37
 EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30/37, B 500B, a=5.00 cm



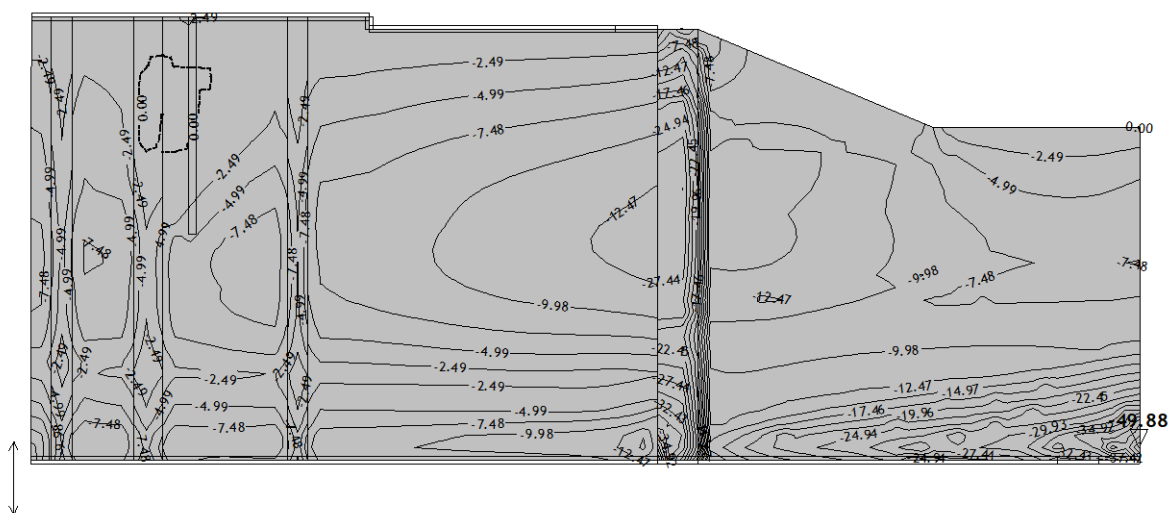
Okvir: H_1
 Aa - d.zona - Pravec 2 - max Aa2,d= 31.88 cm²/m

Mjerodavno opterećenje: 23-37
 EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30/37, B 500B, a=5.00 cm



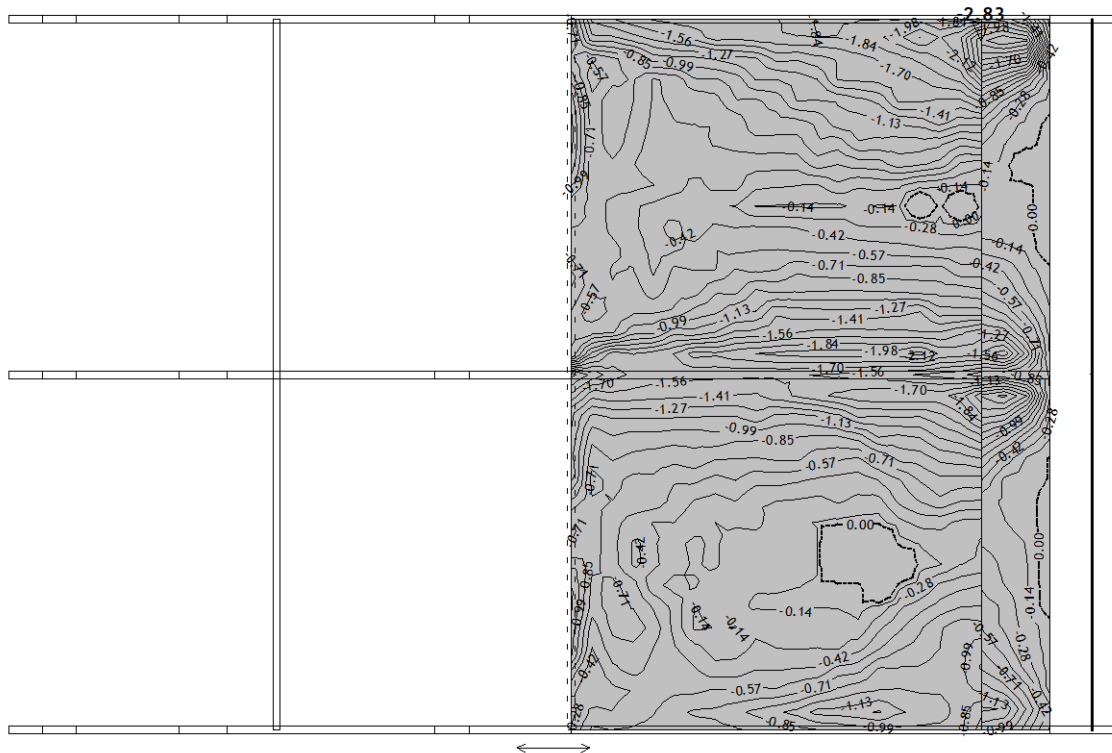
Okvir: H_1
 Aa - g.zona - Pravac 1 - max Aa1,g= -18.92 cm²/m

Mjerodavno opterećenje: 23-37
 EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30/37, B 500B, a=5.00 cm



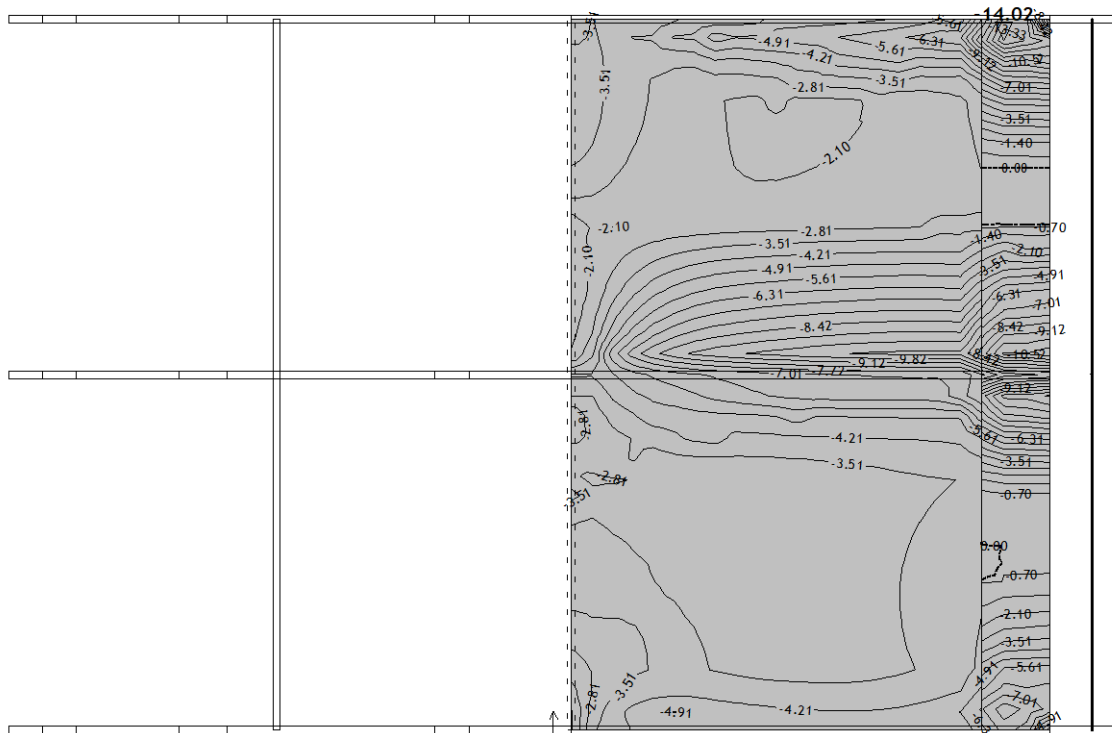
Okvir: H_1
 Aa - g.zona - Pravac 2 - max Aa2,g= -49.88 cm²/m

Mjerodavno opterećenje: 23-37
 EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30/37, B 500B, a=5.00 cm



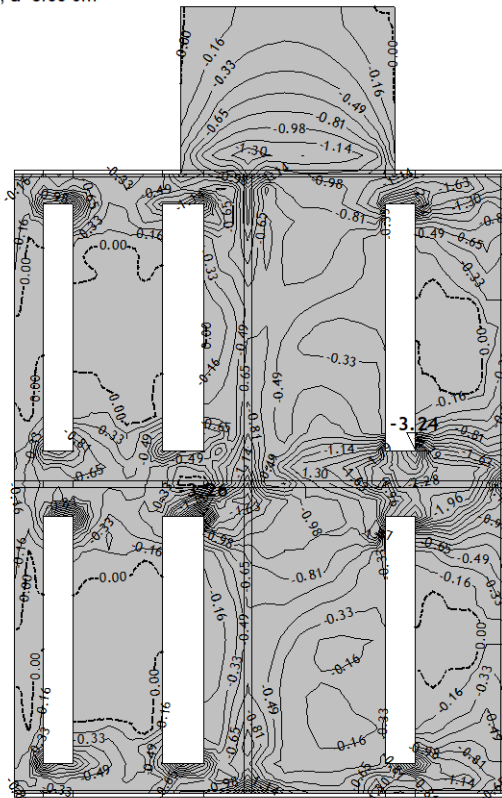
Nivo: ploča kolnog prelaza +114,3 [10.50 m]
 Aa - g.zona - Pravac 1 - max Aa1,g= -2.83 cm²/m

Mjerodavno opterećenje: 23-37
 EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30/37, B 500B, a=5.00 cm



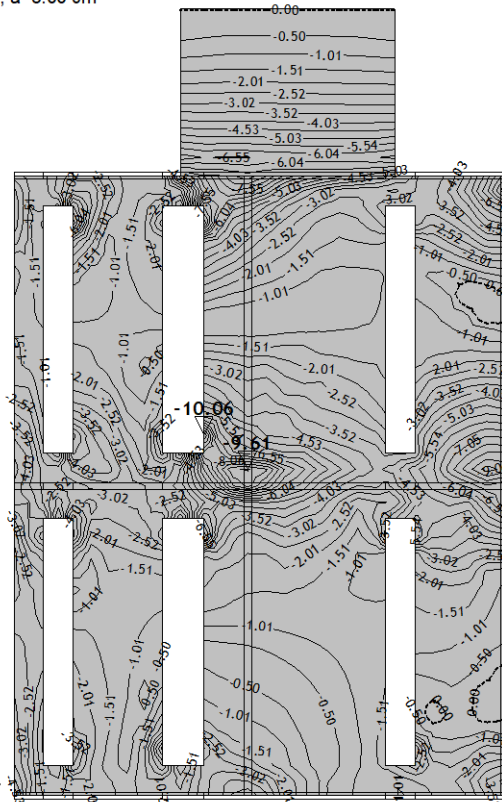
Nivo: ploča kolnog prelaza +114,3 [10.50 m]
 Aa - g.zona - Pravac 2 - max Aa2,g= -14.02 cm²/m

Mjerodavno opterećenje: 23-37
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30/37, B 500B, a=5.00 cm



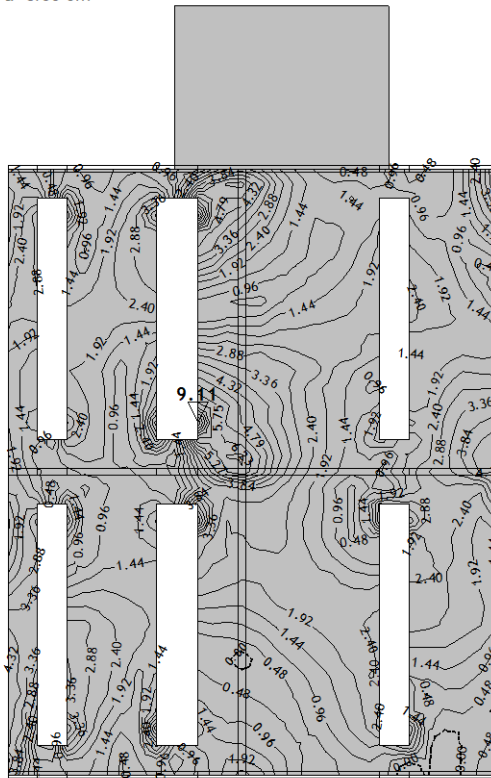
Nivo: ploča zapomica +114,6 [10.80 m]
Aa - g.zona - Pravac 1 - max Aa1,g= -3.26 cm²/m

Mjerodavno opterećenje: 23-37
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30/37, B 500B, a=5.00 cm



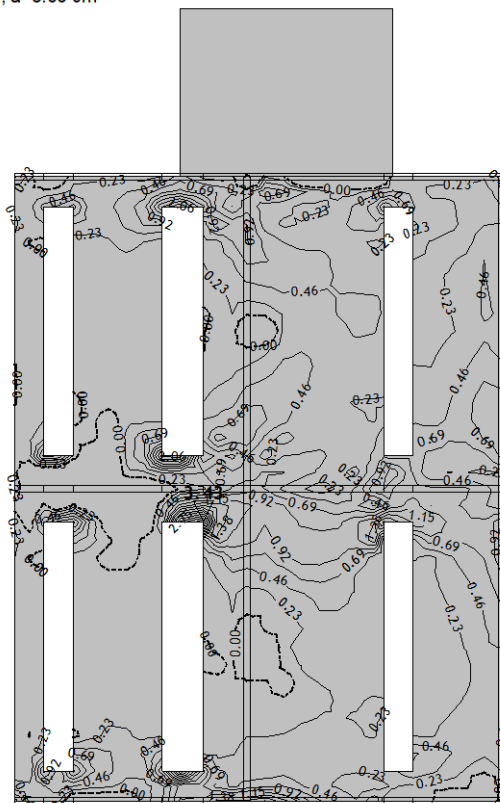
Nivo: ploča zapomica +114,6 [10.80 m]
Aa - g.zona - Pravac 2 - max Aa2,g= -10.06 cm²/m

Mjerodavno opterećenje: 23-37
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30/37, B 500B, a=5.00 cm



Nivo: ploča zapornica +114,6 [10.80 m]
Aa - d.zona - Pramac 2 - max Aa2,d= 9.11 cm²/m

Mjerodavno opterećenje: 23-37
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30/37, B 500B, a=5.00 cm



Nivo: ploča zapornica +114,6 [10.80 m]
Aa - d.zona - Pramac 1 - max Aa1,d= 3.43 cm²/m

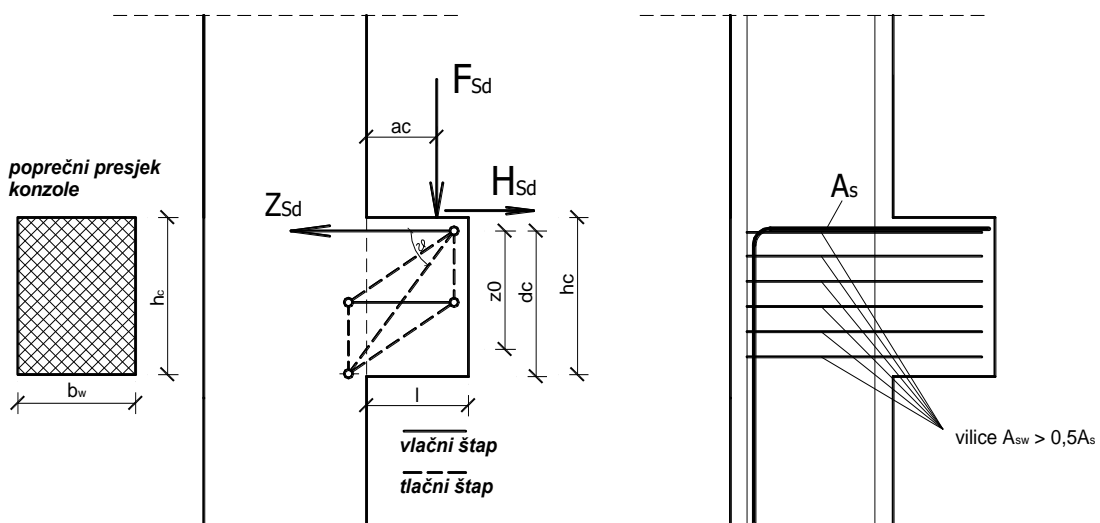
PRORAČUN KRATKE KONZOLE ZA OSLANJANJE PRIJELAZNE PLOČE

1. REZNE SILE

vertikalna sila $F_{Sd} = 100 \text{ kN}$
horizontalna sila $H_{Sd} = 0,2 F_{Sd} = 20 \text{ kN}$

2. DIMENZIONIRANJE

visina konzole	$h_c = 50 \text{ cm}$	beton	C30/37	$f_{ck} = 30$	N/mm^2
duljina konzole	$l = 25 \text{ cm}$			$f_{cd} = f_{ck} / 1,5 = 2,00$	kN/cm^2
širina konzole	$b_w = 50 \text{ cm}$	čelik	B 500 B	$f_{yk} = 50$	kN/cm^2
zaštitni sloj	$c = 5 \text{ cm}$			$f_{yd} = f_{yk} / 1,15 = 43,48$	kN/cm^2
	$d_c = h_c - c = 45 \text{ cm}$			$< 0,4 h_c = 20,0 \text{ cm}$	
udaljenost od ruba stupa	$a_c = l/2 = 12,5 \text{ cm}$				



poprečne sile

uvjet nosivosti konzole na poprečne sile $V_{Sd} \leq V_{Rd2}$ $V_{Rd2} = 0,5 v f_{cd} b_w z$
faktor redukcije tlačne čvrstoće betona u tlačnim štapovima $v = 0,55$ $v = 0,7 \cdot f_{ck} / 200 \geq 0,5 = 0,55$
 $V_{Sd} = F_{Sd} = 100,00 \text{ kN}$ $V_{Rd2} = 1113,75 \text{ kN}$
 ZADOVOLJAVA

proračun glavne armature A_s

krak unutrašnjih sila $z_0 = d(1 - 0,4 V_{Sd} / V_{Rd2}) = 43,4 \text{ cm}$
 $Z_{Sd} = F_{Sd} \cdot a_c / z_0 + H_{Sd}(a_H + z_0) / z_0 = 51,12 \text{ kN}$
 $A_s = Z_{Sd} / f_{yd} = 1,18 \text{ cm}^2$

odabrano: 2 $\Phi 10$ $A_{s1} = 1,57 \text{ cm}^2$

kontrola nosivosti tlačnog štapa

uvjet nosivosti $F_{Sd,c} < F_{Rd,c}$ $c = 0,2 d_c = 9 \text{ cm}$ $\text{tg} q = d_c / a_c = 3,60$
 $F_{Sd,c} = Z_{Sd} / \cos \alpha = 51,12 \text{ kN}$ $q = 74,5^\circ$
 $< F_{Rd,c} = 0,75 \cdot f_{cd} \cdot c \cdot b_w = 675,00 \text{ kN}$

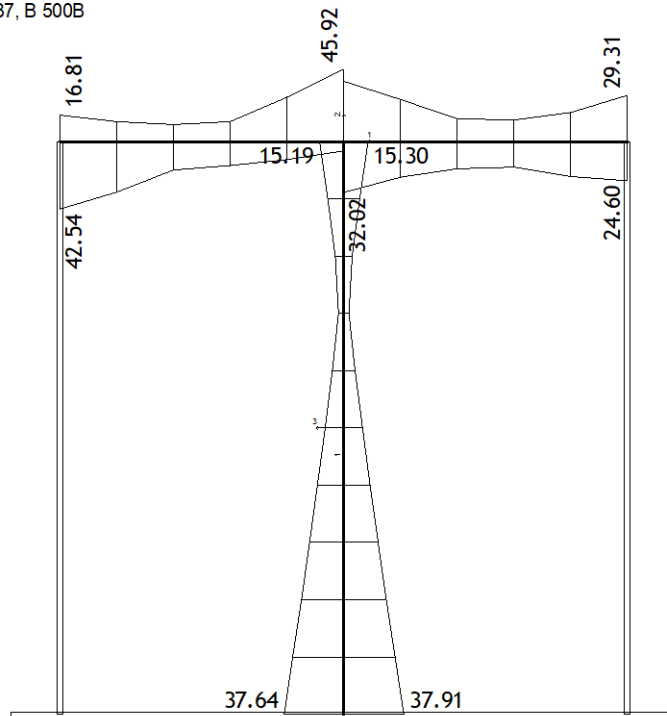
ZADOVOLJAVA

horizontalna armatura A_{sw}

$\mu = 1,4$ (koeficijent posmičnog trenja za monolitnu izvedbu i normalno teške beton)
 $A_{sw} = F_{Sd} / (f_{yd} \times \mu) = 1,64 \text{ cm}^2$ $> 0,5 A_s = 0,79 \text{ cm}^2$

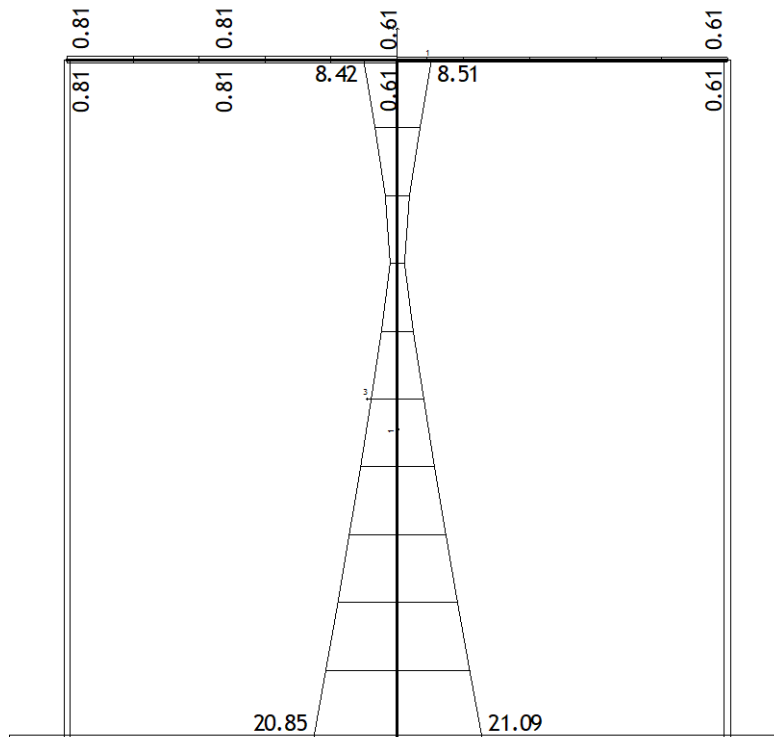
odabrano: 2 vilica $\Phi 10$ $A_{s1} = 3,14 \text{ cm}^2$

Mjerodavno opterećenje: 0,23-29
 EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30/37, B 500B



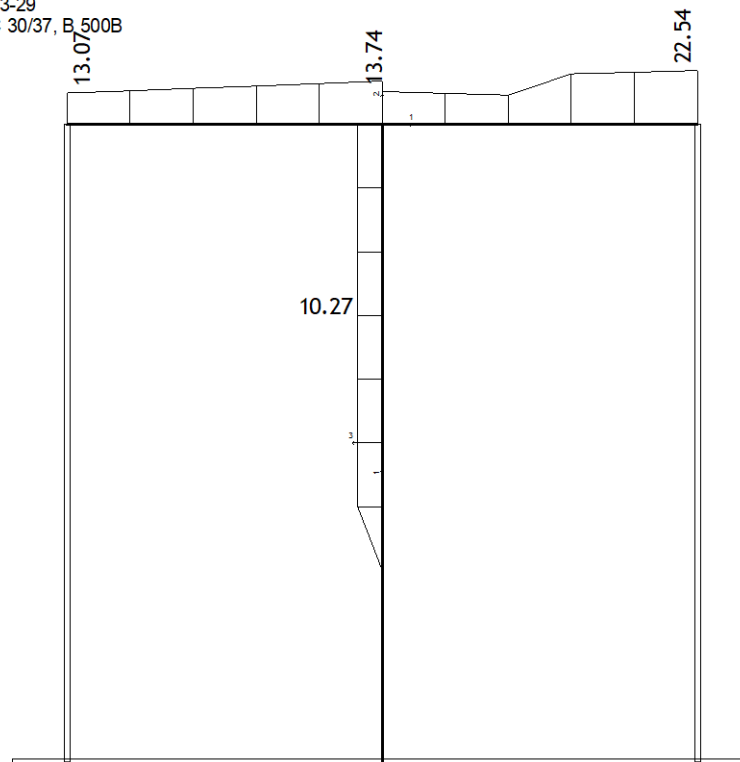
Okvir: V_5
 Armatura u gredama: max $Aa2/Aa1 = 45.92 / 42.54 \text{ cm}^2$

Mjerodavno opterećenje: 0,23-29
 EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30/37, B 500B



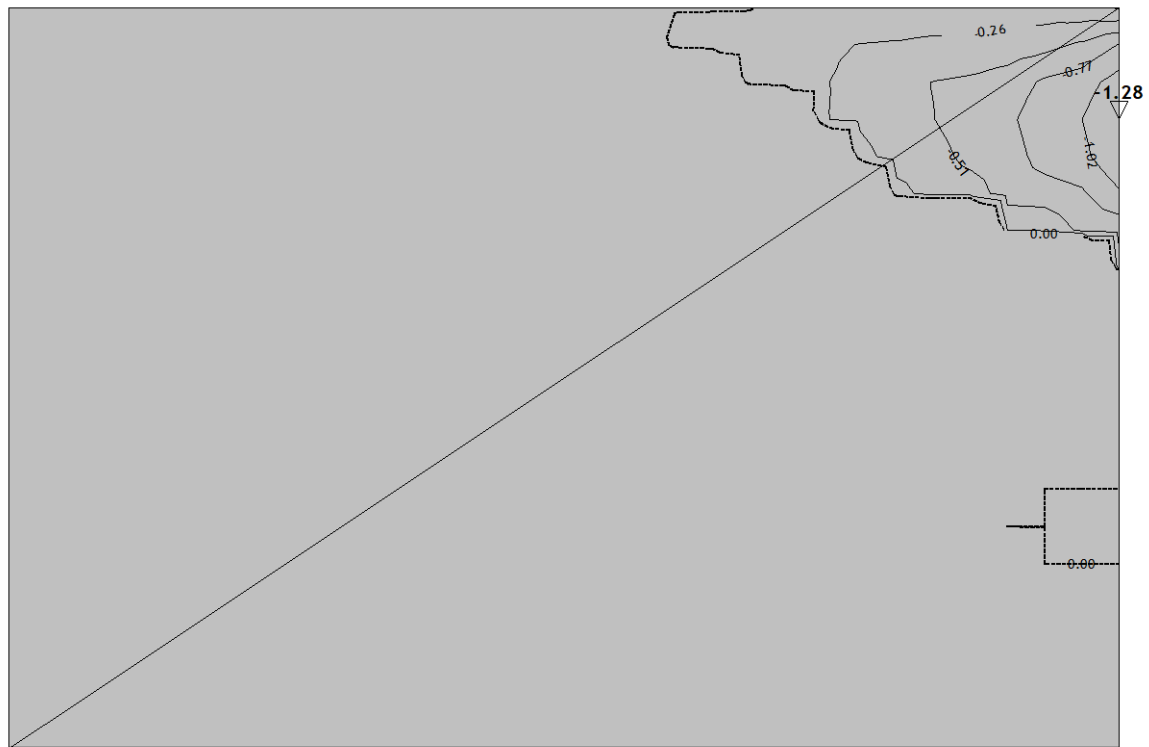
Okvir: V_5
 Armatura u gredama: max $Aa3/Aa4 = 21.09 / 20.85 \text{ cm}^2$

Mjerodavno opterećenje: 0,23-29
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30/37, B 500B



Okvir: V_5
Armatura u gredama: max $A_{sw} = 22.54 \text{ cm}^2$

Mjerodavno opterećenje: 14-18
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30/37, B 500B, $a=5.00 \text{ cm}$



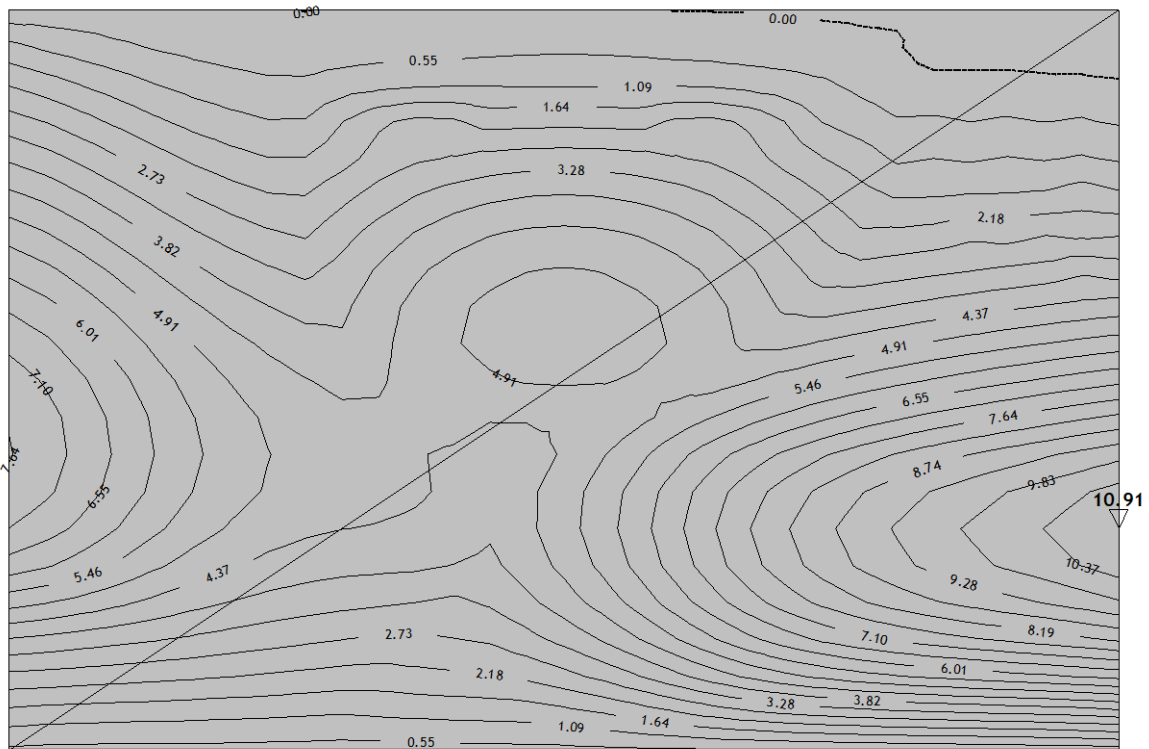
Pogled: prelazna ploča
Aa - g.zona - Pramac 2 - max $A_{a2,g} = -1.28 \text{ cm}^2/\text{m}$

Mjerodavno opterećenje: 14-18
 EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30/37, B 500B, a=5.00 cm



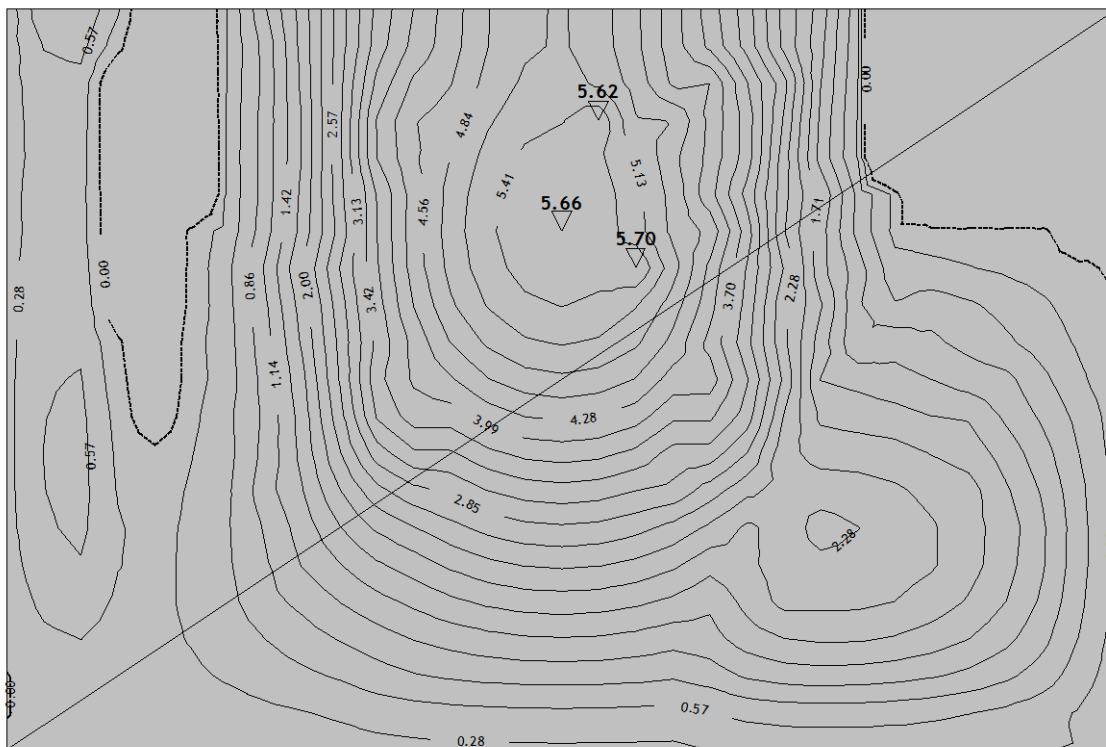
Pogled: prelazna ploča
 Aa - g.zona - Pravac 1 - max Aa1,g= -2.87 cm²/m

Mjerodavno opterećenje: 14-18
 EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30/37, B 500B, a=5.00 cm



Pogled: prelazna ploča
 Aa - v.zona - Pravac 2 - max Aa2,d= 10.91 cm²/m

Mjerodavno opterećenje: 14-18
EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 30/37, B 500B, a=5.00 cm



Pogled: prelazna ploča
Aa - d.zona - Pramac 1 - max Aa1,d= 5.70 cm²/m

ODABIR ARMATURE:

Odabir armature ploče upusne ustave - kota +114.6 m n.m.

C30/37	$f_{ck} = 30$	N/mm ²	širina b =	100	cm
B 500B	$f_{yk} = 50$	kN/cm ²	visina h =	50	cm
	$f_{cd} = f_{ck} / 1.5 = 20,00$	N/mm ²	zašt. sloj c =	5,0	cm
	$f_{yd} = f_{yk} / 1.15 = 43,48$	kN/cm ²	promjer armature $\phi =$	10	mm
			$d = h - c - \phi/2 =$	44	cm

Minimalna armatura ploča:

$$A_{s1,min} = 0,022 \frac{f_{ck}}{f_{yk}} bd = 5,81 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s1,min} = 0,6bd/f_{yk} = 5,28 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s1,min} = 0,0015 bd = 6,60 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Maksimalna armatura ploča:

$$A_{s,max} = 0,04bd = 176,00 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,max} = 0,310 \frac{f_{cd}}{f_{yd}} bd = 62,74 \text{ cm}^2/\text{m}$$

ODABRANA A_{s1} :	mreža-donja zona	Q-785	7,85	cm²
	mreža-gornja zona	Q-785	7,85	cm²

Dotadna armatura: šipke - gornja zona **Φ 10 / 10,0 cm** **7,85** **cm²** (smjer - 2 (y))

Odabir armature ploče upusne ustave - kota +114.3 m n.m.

C30/37	$f_{ck} = 30$	N/mm ²	širina b =	100	cm
B 500B	$f_{yk} = 50$	kN/cm ²	visina h =	60	cm
	$f_{cd} = f_{ck} / 1.5 = 20,00$	N/mm ²	zašt. sloj c =	5,0	cm
	$f_{yd} = f_{yk} / 1.15 = 43,48$	kN/cm ²	promjer armature $\phi =$	14	mm
			$d = h - c - \phi/2 =$	54	cm

Minimalna armatura ploča:

$$A_{s1,min} = 0,022 \frac{f_{ck}}{f_{yk}} bd = 7,08 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s1,min} = 0,6bd/f_{yk} = 6,43 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s1,min} = 0,0015 bd = 8,04 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Maksimalna armatura ploča:

$$A_{s,max} = 0,04bd = 214,40 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,max} = 0,310 \frac{f_{cd}}{f_{yd}} bd = 76,43 \text{ cm}^2/\text{m}$$

ODABRANA A_{s1} :	šipke - donje zona	$\Phi 14 / 10,0 \text{ cm}$	15,39	cm ² (smjer - 2 (y))
	šipke - donje zona	$\Phi 10 / 10,0 \text{ cm}$	7,85	cm ² (smjer - 1 (x))
	mreža-gornja zona	Q-785	7,85	cm ²
Dodatna armatura:	šipke - gornja zona	$\Phi 14 / 10,0 \text{ cm}$	15,39	cm ² (smjer - 2 (y))

Odabir armature temeljne ploče upusne ustave - kota +104.80 m n.m.

C30/37	$f_{ck} = 30$	N/mm ²	širina b =	100	cm
B 500B	$f_{yk} = 50$	kN/cm ²	visina h =	200	cm
	$f_{cd} = f_{ck} / 1.5 = 20,00$	N/mm ²	zašt. sloj c =	5,0	cm
	$f_{yd} = f_{yk} / 1.15 = 43,48$	kN/cm ²	promjer armature $\phi =$	28	mm
			$d = h - c - \phi/2 =$	192	cm

Minimalna armatura ploča:

$$A_{s1,min} = 0,022 \frac{f_{ck}}{f_{yk}} bd = 25,37 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s1,min} = 0,6bd/f_{yk} = 23,06 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s1,min} = 0,0015 bd = 28,83 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Maksimalna armatura ploča:

$$A_{s,max} = 0,04bd = 768,80 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,max} = 0,310 \frac{f_{cd}}{f_{yd}} bd = 274,08 \text{ cm}^2/\text{m}$$

ODABRANA A_s 1:	šipke - gornja zona	$\Phi 28 / 15,0 \text{ cm}$	41,05	cm ² (smjer - 2 (y))
		$\Phi 20 / 15,0 \text{ cm}$	20,94	cm ² (smjer - 1 (x))
	šipke - donje zona	$\Phi 22 / 15,0 \text{ cm}$	25,34	cm ² (smjer - 2 (y))
		$\Phi 20 / 15,0 \text{ cm}$	20,94	cm ² (smjer - 1 (x))

Odabir armature temeljne ploče izlazne građevine - kota +104.45 m n.m.

C30/37	$f_{ck} = 30$	N/mm^2	širina $b =$	100	cm
B 500B	$f_{yk} = 50$	kN/cm^2	visina $h =$	120	cm
	$f_{cd} = f_{ck} / 1.5 = 20,00$	N/mm^2	zašt. sloj $c =$	5,0	cm
	$f_{yd} = f_{yk} / 1.15 = 43,48$	kN/cm^2	promjer armature $\phi =$	28	mm
			$d = h - c - \phi/2 =$	112	cm

Minimalna armatura ploča:

$$A_{s1,min} = 0,022 \frac{f_{ck}}{f_{yk}} bd = 14,81 \text{ cm}^2/m$$

$$A_{s1,min} = 0,6bd/f_{yk} = 13,46 \text{ cm}^2/m$$

$$A_{s1,min} = 0,0015 bd = 16,83 \text{ cm}^2/m$$

Maksimalna armatura ploča:

$$A_{s,max} = 0,04bd = 448,80 \text{ cm}^2/m$$

$$A_{s,max} = 0,310 \frac{f_{cd}}{f_{yd}} bd = 160,00 \text{ cm}^2/m$$

ODABRANA As1: šipke - gornja zona	Φ 28 / 15,0 cm	41,05	cm² (smjer - 2 (y))
šipke - gornja zona (progušćenje uz rubove)	Φ 28 / 12,5 cm	49,26	cm² (smjer - 2 (y))
	Φ 20 / 15,0 cm	20,94	cm² (smjer - 1 (x))
šipke - donje zona	Φ 28 / 15,0 cm	41,05	cm² (smjer - 2 (y))
šipke - donje zona (progušćenje uz rubove)	Φ 28 / 12,5 cm	49,26	cm² (smjer - 2 (y))
	Φ 20 / 15,0 cm	20,94	cm² (smjer - 1 (x))

Odabir armature zida upusne ustave - okvir "H 1, H 2 i H 3"

C30/37	$f_{ck} = 30$	N/mm^2	širina $b =$	100	cm
B 500B	$f_{yk} = 50$	kN/cm^2	debljina $h =$	180	cm
	$f_{cd} = f_{ck} / 1.5 = 20,00$	N/mm^2	duljina zida =	1525	cm
	$f_{yd} = f_{yk} / 1.15 = 43,48$	kN/cm^2			

Minimalna armatura zida (obostrano):

$$A_{s,min,vert.} = 0,004 A_c = 72,00 \text{ cm}^2/m$$

$$A_{s,min,hor.} = 0,002 A_c = 36,00 \text{ cm}^2/m$$

Maksimalna armatura zida (obostrano):

$$A_{s,max,vert.} = 0,04 A_c = 720,00 \text{ cm}^2/m$$

$$A_{s,max,hor.} = 0,02 A_c = 360,00 \text{ cm}^2/m$$

ODABRANA As1: šipke - vanjsko lice vertikalna	Φ 22 / 15,0 cm	25,34	cm²
šipke - vanjsko lice horizontalna	Φ 20 / 15,0 cm	20,94	cm²
šipke - unutarnje lice vertikalna	Φ 22 / 15,0 cm	25,34	cm²
šipke - unutarnje lice horizontalna	Φ 20 / 15,0 cm	20,94	cm²

Odabir armature zida izlazne građevine - okvir "H 1 i H 3"

C30/37	$f_{ck} = 30$	N/mm ²	širina b =	100	cm
B 500B	$f_{yk} = 50$	kN/cm ²	debljina h =	120	cm
	$f_{cd} = f_{ck} / 1.5 = 20,00$	N/mm ²	duljina zida =	1525	cm
	$f_{yd} = f_{yk} / 1.15 = 43,48$	kN/cm ²			

Minimalna armatura zida (obostrano):

$$A_{S,min,vert.} = 0,004 A_c = 48,00 \text{ cm}^2/m$$

$$A_{S,min,hor.} = 0,002 A_c = 24,00 \text{ cm}^2/m$$

Maksimalna armatura zida (obostrano):

$$A_{S,max,vert.} = 0,04 A_c = 480,00 \text{ cm}^2/m$$

$$A_{S,max,hor.} = 0,02 A_c = 240,00 \text{ cm}^2/m$$

ODABRANA As1:	šipke - vanjsko lice vertikalna	$\Phi 28 / 15,0$ cm	41,05	cm ²
	šipke - vanjsko lice vertikalna (progušćenje uz rubove)	$\Phi 28 / 12,5$ cm	49,26	cm ²
	šipke - vanjsko lice horizontalna	$\Phi 20 / 15,0$ cm	20,94	cm ²
	šipke - unutarnje lice vertikalna	$\Phi 22 / 15,0$ cm	25,34	cm ²
	šipke - unutarnje lice vertikalna (progušćenje uz rubove)	$\Phi 22 / 12,5$ cm	30,41	cm ²
	šipke - unutarnje lice horizontalna	$\Phi 20 / 15,0$ cm	20,94	cm ²

Odabir armature grede - okvir "V_3"

C30/37	$f_{ck} = 30$	N/mm ²	širina b =	100	cm
B 500B	$f_{yk} = 50$	kN/cm ²	visina h =	75	cm
	$f_{cd} = f_{ck} / 1.5 = 20,00$	N/mm ²	zašt. sloj c =	5,0	cm
	$f_{yd} = f_{yk} / 1.15 = 43,48$	kN/cm ²	promjer armature $\phi =$	28	mm
			promjer vilice $\phi_1 =$	10	mm
			$d = h - c - \phi_1 - \phi/2 =$	67,6	cm

Minimalna armatura grede:

$$A_{S1,min} = 0,022 \frac{f_{ck}}{f_{yk}} bd = 8,92 \text{ cm}^2/m$$

$$A_{S1,min} = 0,6bd/f_{yk} = 8,11 \text{ cm}^2/m$$

$$A_{S1,min} = 0,0015 bd = 10,14 \text{ cm}^2/m$$

Maksimalna armatura grede:

$$A_{s,max} = 0,04bd = 270,40 \text{ cm}^2/m$$

$$A_{s,max} = 0,310 \frac{f_{cd}}{f_{yd}} bd = 96,40 \text{ cm}^2/m$$

ODABRANA ARMATURA:	vilice	$\Phi 10 / 15,0$ cm	4 rezne	(20,93)	cm ²
	polje	5 $\Phi 28$	$A_{s1} =$	30,77	cm ²
	ležaj	8 $\Phi 28$	$A_{s2} =$	49,24	cm ²
	bočno	2 $\Phi 20$	$A_{s2} =$	6,28	cm ²

ODABIR ARMATURE STUPA U RAVNINI V_3

C30/37	$f_{ck} = 30$	N/mm^2	širina $b =$	100	cm
B 500B	$f_{yk} = 50$	kN/cm^2	visina $h =$	180	cm
	$f_{cd} = f_{ck} / 1.5 =$	$20,00$	N/mm^2	zašt. sloj $c =$	5,0 cm
	$f_{yd} = f_{yk} / 1.15 =$	$43,48$	kN/cm^2	promjer armature $\phi_s =$	28 mm
			promjer vilice $\phi_w =$	10	mm
			$d = h - c - \phi_1 - \phi/2 =$	172,6	cm
Minimalna armatura stupa:	$A_{s,min} = 0,001667 f_{yd} / f_{cd} =$	3,62			cm^2
	$A_{s,min} = 0,003 A_c =$	54,00			cm^2
-za seizmičke stupove	$A_{s,min} = 0,01 A_c =$	180,00			cm^2
Maksimalna armatura stupa:	$A_{s,max} = 0,04 A_c =$	690,40			cm^2
Minimalna razmak vilica:	$e_w = 12 \phi_s =$	34			cm
	$e_w \leq b =$	100			cm
	$e_w \leq$	30			cm
EC8 za srednju klasu duktilnosti	$e_w \leq$	15			cm

Progušćenje vilica:

Vilice se progušćuju na razmak $0,6e_w$, u duljini jednakoj većoj dimenziji presjeka stupa uz čvorovene i na mjestu preplekopa vertikalne armature veće od $\phi 14$

ODABRANA ARMATURA:	vilice	$\Phi 10 / 15,0$ cm	4 rezne	(20,93)	cm^2
	gore	8 $\Phi 28$	$A_{s1} = A_{s2} =$	49,24	cm^2
	sredina	8 $\Phi 28$	$A_{s1} = A_{s2} =$	49,24	cm^2
	dolje	8 $\Phi 28$	$A_{s1} = A_{s2} =$	49,24	cm^2
	gore	10 $\Phi 20$	$A_{s3} = A_{s4} =$	31,40	cm^2
	sredina	10 $\Phi 20$	$A_{s3} = A_{s4} =$	31,40	cm^2
	dolje	10 $\Phi 20$	$A_{s3} = A_{s4} =$	31,40	cm^2

Odabir armature prijelazne ploče

C30/37	$f_{ck} =$	30	N/mm ²	širina b =	100	cm
B 500B	$f_{yk} =$	50	kN/cm ²	visina h =	25	cm
	$f_{cd} = f_{ck} / 1.5 =$	20,00	N/mm ²	zašt. sloj c =	5,0	cm
	$f_{yd} = f_{yk} / 1.15 =$	43,48	kN/cm ²	promjer armature $\phi =$	10	mm
				$d = h - c - \phi/2 =$	19	cm

Minimalna armatura ploča:

$$A_{s1,min} = 0,022 \frac{f_{ck}}{f_{yk}} bd = 2,51 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s1,min} = 0,6bd/f_{yk} = 2,28 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s1,min} = 0,0015 bd = 2,85 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Maksimalna armatura ploča:

$$A_{s,max} = 0,04bd = 76,00 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,max} = 0,310 \frac{f_{cd}}{f_{yd}} bd = 27,09 \text{ cm}^2/\text{m}$$

ODABRANA A_{s1} :	mreža-gornja zona	Q-785	7,85	cm²
	mreža-donja zona	Q-785	7,85	cm²
Dodatna armatura:	šipke - donje zona	Φ 10 / 10,0 cm	7,85	cm² (smjer - 2 (y))

Projektant:

Robert Alar

dipl.ing.građ.

4. PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE

4.1. Općenito

Projekt je izrađen u skladu sa važećim zakonskim i podzakonskim propisima, prema odredbama dokumenata na koje upućuju važeći zakonski i podzakonski propisi (norme, pravila, upute, specifikacije, smjernice i sl.) te u skladu s pravilima struke.

Ovim programom kontrole i osiguranjem kvalitete (PKOK) dani su kriteriji kvalitete kako za radove tako i za proizvode. Njime se propisuju zahtijevana svojstva građevnih i drugih proizvoda, način i uvjeti dokazivanja njihove uporabljivosti, tražena kvaliteta radova i ostali uvjeti potrebni za ispunjavanje temeljnih zahtjeva.

Eventualne nejasnoće, prilagođenja i slične radnje u svrhu realizacije Projekta potrebno je rješavati u dogovoru s projektantom i nadzornim inženjerom. Za svako odstupanje od Projekta, te u slučaju nepredviđenih okolnosti, potrebna je konzultacija s projektantom. Izvođač ne smije vršiti izmjene i/ili dopune Projekta bez pismenog odobrenja projektanta.

4.2. Izvođenje radova

4.2.1. Opći uvjeti izvođenja radova

Izvođač je dužan radove izvoditi prema ovjerenj projektnoj dokumentaciji, u skladu s važećim zakonskim i podzakonskim propisima, prema odredbama dokumenata na koje upućuju važeći zakonski i podzakonski propisi, u skladu s pravilima struke, općim tehničkim uvjetima za radove u vodnom gospodarstvu i/ili općim tehničkim uvjetima za radove za ceste (ukoliko ove nisu u suprotnosti s važećom zakonodavnom regulativom), uputama i specifikacijama proizvođača opreme i materijala. Izvođač je dužan u potpunosti poštivati sve mjere osiguranja i kontrole kvalitete.

Ako neki radovi, načini izvedbe i uvjeti na osnovu kojih se trebaju obavljati radovi nisu opisani kroz ovaj projekt, odnosno ako nisu u dovoljnoj mjeri obrazloženi, kao naputak za njihovo obavljanje treba koristiti dokumente Općih tehničkih uvjeta za radove u vodnom gospodarstvu (OTU) izdane od strane Hrvatskih voda i Općih tehničkih uvjeta za radove na cestama izdane od strane Hrvatskih cesta - Hrvatskih autocesta u dijelu tih dokumenata koji nisu u suprotnosti s važećom zakonskom regulativom.

Prilikom izvođenja građevine i/ili njezinih dijelova, izvođač je dužan poštivati pretpostavke ako su navedene u Projektu kao što su: proračunske sheme i pretpostavke; proračunski učinci djelovanja mehanizacije i privremeno deponiranog materijala; načini oslanjanja i podupiranja; faze i dinamika izgradnje; tehnologija izvođenja; uvjeti izvođenja (temperatura, vlažnost, prirodne pojave, stanje terena i sl.); način ugradnje i međusobno povezivanje građevnih i drugih proizvoda itd.

Ako iz tehnoloških ili nekih drugih razloga te pretpostavke nisu ispunjene, izvođač je dužan provjeriti jesu li stvarno stanje, tehnologija, način i dinamika izgradnje i ostali uvjeti takvi da se njima mogu ispuniti tehnička i/ili funkcionalna svojstva građevine prema Projektu tj. temeljni zahtjevi za građevinu u cjelini. Navedeno uključuje i možebitno potrebne dokaze zadovoljavanja temeljnih zahtjeva dijelova i/ili cijele građevine u novim uvjetima.

4.2.2. Redoslijed i dinamika izvođenja

Izvođač je dužan izvoditi radove redoslijedom i dinamikom kojima se osigurava kvalitetno izvođenje radova, poštivanje ugovorenih rokova i ugovorenih ekonomsko financijskih uvjeta. Redoslijed i dinamika izvođenja radova moraju se prilagođavati roku završetka radova, vremenskim i drugim prilikama, uvjetima izvođenja radova, rokovima dobave materijala i opreme te drugim subjektivnim i objektivnim činiteljima.

U tu svrhu izvođač izrađuje projekt organizacije građenja. Osnovni zadatak projekta organizacije građenja jest predviđanje i planiranje svih aktivnosti koje su potrebne da se građevina izgradi u skladu s projektom i važećim propisima tj. razmatranje i rješavanje organizacijskih, tehnoloških, ekonomskih i drugih problema koji mogu imati utjecaja na samu gradnju, rok završetka građevine i ekonomsko financijske uvjete.

Projektom organizacije građenja se definira plana rada (operativni i terminski plan izvođenja) i plan organizacije gradilišta. Projekt organizacije građenja redovito sadrži:

- izvedbeni projekt prethodnih i pripremnih radova s osiguranjem pristupa lokaciji
 - organizacijsku sheme rukovođenja i upravljanja (podjele na organizacijske jedinice, gradilišta, sekcije, dionice i sl.)
 - shematski prikaz organizacije i uređenje gradilišta, pomoćnih objekata, gradilišne infrastrukture, unutrašnjeg transporta i tijeka tehnoloških procesa
 - popis opreme i mehanizacije te njihove tehničke karakteristike
 - rješenje vanjskog transporta
 - organizaciju deponiranja materijala potrebnog za rad
 - organizaciju i tehnologiju građenja
 - potrebne planove, detalje i opise, potrebne proračuna skela, oplata, i sl.
 - dinamičke planove: izvođenja radova; ulaganja financijskih sredstava; opskrbe vodom, energijom i potrebnim materijalima; radne snage po vrstama i kvalifikacijskoj strukturi; mehanizacije, kooperanata itd.
 - financijski plan
 - osiguranje mjera zaštite na radu
- ali i druge potrebne mjere za izvedbu radova.

Uz organizaciju gradilišta povezana je i eventualna privremena regulacija cestovnog prometa koju treba provesti, ako nije dana Projektom, u skladu s izrađenom shemom odobrenom od strane nadležnog ureda uprave za ceste.

4.2.3. Kontrola kvalitete

Kontrola kvalitete izvedenih radova spada u nadležnost nadzornog inženjera, a organizira je izvođač.

Za sve radove, upotrebljene građevne proizvode i materijale trebaju se primijenjivati odredbe iz projekta, važeći zakonski i podzakonski propisi, odredbe dokumenata na koje upućuju važeći zakonski i podzakonski propisi, pravila struke te specifikacije i odredbe proizvođača.

Izvođač je dužan dostaviti dokaze o kvaliteti upotrebljenog materijala, opreme, sklopova, elemenata i izvedenih radova, a naručitelju omogućiti kontrolu. To vrijedi i za proizvode drugih dobavljača.

4.2.3.1. Kvaliteta materijala

Da bi se osigurala stalna kvaliteta gradiva i da bi se imao odgovarajući uvid u njihovu kvalitetu potrebno je:

- kontrolirati kvalitetu materijala
- osigurati odgovarajuću dokumentaciju o kvaliteti materijala
- za ispitivanje materijala primjenjivati metode ispitivanja, norme i propise na koje se upućuje odredbama ovog projekta

Ako bi izvođač upotrijebio materijal za koji se kasnije ustanovi da nije odgovarao tada važećim propisima i/ili odredbama projekta, izvođač mora o svom trošku ukloniti takav materijal s predmetne građevine i ugraditi drugi koji odgovara propisima.

4.2.3.2. Kvaliteta izvedbe

Svi radovi moraju se izvoditi sa stručno osposobljenom radnom snagom, uz stručni nadzor, za svaku vrstu radova. Nadzorni inženjer ima pravo tražiti da se neodgovarajuća stručna radna snaga zamijeni, što obvezuje izvođača radova da to učini.

Da bi se osigurala izvedba koja zadovoljava zahtjeve Projekta, izvođenjem radova na građevini ili pojedinim elementima građevine mora se osigurati:

- funkcija prilagođavanje i usklađivanje s namjenom objekta i eksploatacijskim specifičnostima te klimatsko atmosferskim i drugim uvjetima utvrđenim za područje na kojem se nalazi građevina
- postojanost nepromjenjivost boje, oblika i strukture materijala i elemenata u propisanom razdoblju
- stabilnost, otpornost prema kemijskim i mehaničkim utjecajima elemenata sklopova građevine
- sigurnost se odnosi na korisnike građevine, promet, susjedne građevine i okolinu, te na prolaznike, pri izvedbi i održavanju objekata, osobito pri upotrebi materijala koji mogu ugroziti život i zdravlje ljudi
- točnost, podrazumijeva se točnost u izvođenju radova na elementima građevine u granicama dopuštenih odstupanja
- trajnost, smatra se trajnost ugrađenih elemenata, sklopova kao i cjelokupne građevine

U slučaju da izvođač radova izvede pojedine radove čija kvaliteta ne zadovoljava kvalitetu predviđenu Projektom, dužan je o svom trošku te radove ukloniti i ponovno izvesti u skladu s Projektom.

Prije prelaska na iduću fazu radova, nužno je odobrenje nadzornog inženjera.

Prilikom izvođenja radova ili izrade dijelova nosive konstrukcije izvan gradilišta neophodno je sve mjere navedene u tehničkoj dokumentaciji provjeriti u naravi.

4.2.3.2.1. Investitor

Investitor povjerava projektiranje, građenje i nadzor ovlaštenim pravnim i fizičkim osobama za obavljanje ovih djelatnosti. Prije početka građenja rješava imovinskopravne odnose vezane za zemljišne čestice u obuhvatu gradnje te pribavlja građevinsku dozvolu. Nakon dovršetka svih radova pokreće postupak ishodačenja uporabne dozvole.

4.2.3.2.2. Izvođač

Izvođač je dužan prije početka radova detaljno pregledati projekt i projektantu uputiti eventualne primjedbe te posjedovati sljedeću dokumentaciju:

- građevinsku dozvolu
- glavni i izvedbeni projekt
- plan izvođenja radova
- elaborat iskolčenja građevine
- zapisnik o iskolčenju i načinu osiguranja stalnih točaka iskolčenja
- projekt organizacije građenja
- građevinski dnevnik

- građevinsku knjigu
- dokumentaciju o dokazu kvalitete korištenog gradiva i provedenih radova (potvrde sukladnosti, atesti, certifikati, izvješća o provedenim ispitivanjima, jamstveni listovi i sl.)

Izvođač je dužan radove izvoditi te vršiti kontrolu materijala i izvedbe prema Projektu, u skladu s važećom dozvolom kojom se dozvoljava građenje, važećim zakonskim i podzakonskim propisima, prema odredbama dokumenata na koje upućuju važeći zakonski i podzakonski propisi, u skladu s pravilima struke na tehnički logičan način te prema uputama proizvođača opreme. Izvođač je dužan u potpunosti poštivati sve mjere osiguranja i kontrole kvalitete.

Izvođač radova mora posjedovati dokaze o kvaliteti upotrebljenog materijala i opreme, te ih zajedno sa nalazima ostalih kontrola treba dostavljati nadzornom inženjeru radi praćenja kvalitete i sigurnosti radova.

Nakon završetka radova, izvođač sastavlja pisanu izjavu o izvedenim radovima i o uvjetima održavanja građevine.

4.2.3.2.3. Stručni nadzor

Stručni nadzor se obavlja od pripremnih radnji do završetka svih radova na izgradnji građevine u sklopu kojeg je dužan:

- obilaziti gradilište i vršiti vizualni pregled mjesta rada
- nadzirati građenje tako da bude u skladu s Projektom, sa važećim zakonskim i podzakonskim propisima, dokumentima na koje upućuju navedeni propisi ili su na temelju njih doneseni te u skladu s pravilima struke
- odrediti provedbu kontrolnih ispitivanja određenih dijelova građevine u svrhu provjere, odnosno dokazivanja ispunjavanja temeljnih zahtjeva za građevinu i/ili drugih zahtjeva, odnosno uvjeta predviđenih Projektom i važećim propisima
- odrediti način otklanjanja nedostataka, odnosno nepravilnosti građenja građevine
- u slučaju nepredviđenih događaja pokrenuti aktivnosti na otklanjanju štetnih utjecaja, a u slučaju grubo narušene sigurnosti odrediti interventne mjere
- vršiti ostale dužnosti propisane važećim propisima

Provedba redovnog nadzora vrši se sukladno dinamici radova dok se izvanredni pregledi obavljaju prema potrebi (primjerice: nakon vremenskih nepogoda, drugih nepredviđenih događaja, značajnih promjena stanja u okolini, neuobičajenih pojava i sl.). Provedba nadzora tj. navedenih dužnosti kao i način otklanjanja nedostataka, odnosno nepravilnosti upisuje se u građevinski dnevnik.

Zahtjev nadzora materijala i proizvoda:

PREDMET	VRSTA NADZORA
Materijali oplata	Vizualni nadzor
Armaturni čelik	Prema EN 10080 i zahtjevima projekta ³⁾
Svježi beton" proizveden u tvornici ili na gradilištu.	Prema EN 206-1, I prema ovim tehničkim uvjetima . Pri preuzimanju betona treba postojati otpremnica.
Ostali materijali ²⁾	Prema projektnim specifikacijama i normama
Predgotovljeni elementi	Prema projektnim specifikacijama ³⁾

Nadzorni izvještaj	Treba
1) Na gradilištu izrađeni sastavni dijelovi smatraju se kao sastavni dijelovi proizvedeni sa "svježim betonom, tvorničkim ili gradilišnim", osim ako nisu proizvedeni prema normi.	
2) Npr. element ugrađenog čelika, opeka i si.	
3) Proizvode s potvrdom sukladnosti treće osobe treba vizualno pregledati i provjeriti otpremnicu.	
U slučaju sumnje treba poduzeti daljnje provjere sukladnosti sa specifikacijama. Ostale proizvode treba provjeriti i ispitati prema projektnim specifikacijama.	

Nadzor betonirskih radova:

Prije betoniranja

Nadzor oplata:

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

Nadzor armiračkih radova (prije betoniranja):

- položaj postavljene armature (prema nacrtima izvedbenog projekta),
- zaštitni sloj (u skladu s ovim uvjetima i projektnim specifikacijama),
- izgled armature (nezagađena uljem, mastima, bojom ili drugim štetnim materijalima),
- učvršćenje i povezanost armature,
- međusobni razmci sipki i mreža armature (radi ugradnje i zbijanja betona),
- postojanje potvrde sukladnosti sa svojstvima uvjetovanim u EN 10080 (Ako za armaturu dopremljenu u savijalište ili na građevinu nema odgovarajuće potvrde sukladnosti s uvjetovanim svojstvima, ta svojstva treba korisnik potvrditi ispitivanjem odgovarajućeg broja uzoraka dopremljenih profila).

Nadzor postupka betoniranja:

PREDMET	VRSTA NADZORA
Planiranje nadzora	Plan nadzora, procedure i instrukcije prema specifikacijama, Aktivnosti kod nesukladnosti
Nadzor	Osnovni i povremeni detaljni nadzor
Dokumentacija	Svi dokumenti planiranja, Izvještaji o svim nadzorima, Izvještaji o svim nesukladnostima i popravnim mjerama

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 betona utvrđuje se naknadnim ispitivanjima istih svojstava na uzorcima betona iz konstrukcijskog elementa prema važećim normama. Ispitivanja se odlukom nadzornog inženjera povjeravaju odgovarajućoj ovlaštenoj instituciji.

Nesukladnost tlačne čvrstoće (postignute i uvjetovane klase) betona rješava se naknadnim ispitivanjem uzoraka betona izvađenih iz dijela konstrukcije u koji je ugrađen nesukladni beton.

Ispitivanja treba provesti prema HRN EN 7034 i HRN U.M1.048 i utvrditi klasu tlačne čvrstoće kojoj ugrađeni beton odgovara u vrijeme ispitivanja, približnu klasu kojoj je odgovarao pri 28-dnevnoj starosti. Prva služi za kontrolu stabilnosti i sigurnosti predmetnog konstrukcijskog dijela a druga za reguliranje ugovornih odnosa između proizvođača i kupca betona.

Ako su neispravnosti i nesukladnosti zanemarive za izvedbu i uporabu element treba preuzeti. Ako se nesukladnost može popraviti, element treba preuzeti nakon popravka.

Ocjenu sukladnosti elementa nakon popravka trebaju dati nadzorni inženjer i ovlaštena institucija koja je utvrdila veličinu nesukladnosti i uvjetovala popravak.

Rektifikacija nesukladnosti 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.

4.2.3.2.4. Projektantski nadzor

Ugovoreni projektantski nadzor obavlja projektant prema potrebi. Detalji izvedbe koji ovise o tehnologiji koju će primijeniti izvođač te nisu u potpunosti riješeni projektom, rješavaju se u sklopu projektantskog nadzora.

4.3. Građiva

Svojstva bitnih značajki proizvoda:

4.3.1. Konstrukcijski beton

- 1) razred izloženosti: XC4, XF3, XF4, XA1
- 2) minimalni razred tlačne čvrstoće: C30/37
- 3) minimalna količina cementa: 320 kg/m³
- 4) maksimalni vodocementni omjer: 0,50
- 5) maksimalna veličina zrna agregata: D_{max}=32 mm
(D_{max}=16 mm za sekundarni beton ugradnje čeličnih profila)
- 6) zaštitni sloj: 40+10 = 50 mm

4.3.2. Podložni beton

- 1) minimalni razred tlačne čvrstoće: C12/15
- 2) maksimalna veličina zrna agregata: D_{max}=32 mm

4.3.3. Čelična armatura

- 1) armaturni čelik: B500B šipke, B 500A mreže
- 2) granica razvlačenja ≥500 MPa
- 3) omjer vlačne čvrstoće i granice razvlačenja ≥1,08
- 4) zaštitni sloj armature min. 4,5 cm

4.3.4. Čelik za bravarske radove

- 1) koristi se za vodilice privremenih drvenih platica, ogradu
- 2) oznaka čelika S355 J2+N
- 3) opći konstrukcijski čelik
- 4) minimalna granica razvlačenja 355 MPa

4.3.5. Zapornica regulacijske građevine

- 1) vrsta: pločasta zapornica

4.4. Radovi

4.4.1. Pripremni radovi

Pripremne radove za građenje čine geodetski radovi te raščišćavanje terena.

4.4.1.1. Geodetski radovi

Geodetski radovi odnose se na iskolčenje uzdužnih i poprečnih osi građevina, postavljanje poprečnih profila za zemljane radove, određivanje visinskih kota te prijenosa svih potrebnih mjera geometrije građevina iz projekta u prostor. Cijelo vrijeme tijekom radova sva iskolčenja moraju biti osigurana i održavana.

Prije početka iskolčenja izvođač će predati nadzornom inženjeru plan iskolčenja na odobrenje. Geodetski radovi moraju zadovoljiti potrebe izgradnje, obračuna izvedenih radova i ostalih zahtjeva koji se javljaju tijekom izvedbe.

Tijekom građenja potreban je geodetski nadzor.

Izvoditelj je dužan nakon svršetka građenja, a prije tehničkog prijema građevine, predati nadzornom inženjeru sve geodetske točke.

4.4.1.2. Raščišćavanje terena

Raščišćavanje terena obuhvaća uklanjanje zatečene vegetacije (sječenje šiblja i stabala), odsijecanje grana, rezanje stabala i grana na dužine pogodne za prijevoz, vađenje korijenja, šiblja te starih panjeva i panjeva novo posječenih stabala, zatim odnošenje šiblja, granja, trupaca i panjeva izvan radnog prostora na odlagalište koje odredi nadzorni inženjer. Površine koje treba očistiti od šiblja, drveća i panjeva određuje nadzorni inženjer prije početka rada.

Čišćenje obuhvaća i uklanjanje svega nepotrebnog materijala zaostalog nakon tih radova.

Izvođač mora rušiti stabla uz punu primjenu higijensko-tehničkih zaštitnih mjera i bez nanošenja štete susjednim objektima, posjedima uz radni prostor i imovini uopće. Rušenjem stabala ne smiju se oštetiti stabla koja nisu predviđena za rušenje.

Rad se obračunava na sljedeći način:

- uklanjanje grmlja i šiblja (do Ø 10 cm) obračunava se po četvornom metru očišćene zarasle površine
- uklanjanje drveća i panjeva obračunava se po komadu, uzimajući u obzir debljinu (profil) stabla (mjereno na visini 1 m od zemlje):
 - Ø 10-30 cm
 - Ø > 30 cm

Raščišćavanje terena uključuje odvoz i zbrinjavanje svih predmeta zatečenih na prostoru gradilišta.

4.4.2. Zemljani radovi

4.4.2.1. Skidanje humusa

Humus je površinski sloj tla koji sadrži organske tvari u količini većoj od 10% mase zbog čega nije uporabljiv kao građevinski materijal. Otkopava se na površinama koje će biti zaposjednute građevinama i površinama potrebnim za organizaciju gradilišta i radnih postupaka.

Predviđeno je uklanjanje humusa debljine 20 cm do 50 cm (prema geotehničkim istražnim radovima i nalazu izvođača i nadzornog inženjera tijekom iskopa). Identifikacija humusa se obavlja prema mirisu, boji i prisustvu vidljivih organskih primjesa, a u krajnjem slučaju laboratorijskim ispitivanjima (HRN U.B1.024.). Humusom se smatra površinski sloj srasle zemlje koja u svom sastavu ima $\geq 10\%$ mase organskih tvari. Humus se prilikom iskopa ne smije miješati s drugim materijalom zbog ponovnog korištenja za pokrivanje (humusiranje) površina na i uz izgrađeni zahvat. Višak humusa se odlaže na najbliže privremeno odlagalište, a višak koji ne će biti ponovo ugrađen na lokaciju koju odredi Investitor u suradnji s vlastima jedinice lokalne samouprave.

Nakon skidanja humusa na otkopanim površinama se ne smije zadržavati voda pa je potrebno osigurati površinsku odvodnju. Ukoliko je otkopana površina planum projektirane građevine (nasip, cesta) potrebno je odmah urediti za nastavak gradnje (ravnjanje i zbijanje).

4.4.2.2. Široki iskop

Rad obuhvaća izravan iskop zemljanog koherentnog i nekoherentnog materijala u sraslom temeljnom tlu, postojećem nasipu ili koritu bez prethodnih pripremnih radnji, utovar i prijevoz na odlagalište. Iskop se vrši prema mjerama i visinskim kotama iz projekta. Iskopani materijal može se koristiti za izgradnju nasipa i kasnije zatrpavanje izgrađenih građevina ukoliko svojim sastavom i mehaničkim značajkama zadovoljava projektne parametre. Višak materijala koji nije uporabljiv

odvozi se na mjesto odlaganja koje će odrediti sudionici građenja u suradnji s predstavnikom jedinice lokalne samouprave.

Tijekom i nakon iskopa vrši se pregled od strane izvođača i nadzornog inženjera, obavlja se geodetska kontrola točnosti i pregled geotehničara. Svako odstupanje od projektom predviđenih izmjera i kota potrebno je ispraviti prema uputama nadzornog inženjera i/ili projektanta.

4.4.2.3. Uređenje i priprema temeljnog tla

Površina temeljnog tla je dodirna ploha tla s konstrukcijom ili podložnim slojem temelja. Ova ploha mora biti uređena (očišćena od vegetacije, humusa, kamenja i sl. te poravnata prije zbijanja) i oblikovana prema projektiranom nagibu i visinskoj koti. Temeljno tlo ne smije zadržavati oborinsku vodu, zbog toga mora biti omogućena odvodnja površinske vode. Predviđeno je provođenje poboljšanja tla metodom jet groutinga što je detaljno opisano u glavnom geomehaničkom projektu oznake E-155-18-01 .

4.4.2.4. Nasipavanja

Ova vrsta radova odnosi se na izradu nasipa, rekonstrukciju postojeće ceste uz nasip spojnog kanala, eventualno nasipavanja temeljnog tla, zatrpavanje armiranobetonskih konstrukcija i oblikovanje korita kanala.

Nasipavanje se izvodi u širokom ili u uskom, manje pristupačnom prostoru koherentnim ili nekoherentnim zemljanim materijalima. Materijal se prethodno razastire u slojevima te se zbija do konačne visine svakog sloja od najviše 30 cm za koherentne materijale, a 40 za nekoherentne materijale. Materijal za nasipavanje mora zadovoljavati zahtjeve kvalitete. Dovoza materijala na trasu nasipavanja obavlja se po prethodno zbijenom sloju izbjegavajući kolotrag prethodnog dovoza kako bi se spriječilo neravnomjerno zbijanje. Tijekom radova vrši se prateće i kontrolno mjerenje zbijanja nasute zemlje.

Prilikom rada potrebno je uvažavati sljedeće napomene:

- nije dopušteno nasipavanje materijala u vodu i raskvašeno tlo,
- iz građevinske jame ili s temeljnog tla odvesti oborinsku vodu i prosušiti plohu,
- drvenasti i drugi organski materijal, građevinski otpaci i sl. ne smije se ugrađivati u nasute građevine,
- materijal nasipa se ne smije ugrađivati na smrznutu podlogu,
- tijekom rada visinska razlika između dva sloja završava nagibom 1:5,
- vlažnost materijala pri ugradnji mora biti jednolika kroz cijeli sloj prije i za vrijeme zbijanja. U protivnom treba vršiti vlaženje cisternama ili sušenje,
- zbijanje vršiti od sredine prema rubovima, s prijklopom prijelaza 50 cm. Ako se nasipavanje prekida, prethodni sloj se mora razrahliti do dubine 10 cm,
- rad po kiši nije primjenljiv. Prije početka kiše sloj treba uvaljati laganim glatkim valjkom u blagom nagibu radi otjecanja vode

Norme:

Tehničko svojstvo	Norma	Uvjeti kvalitete
Sadržaj vode	HRN EN 1097-5:2008	Ispituje se
Koeficijent nejednolikosti (granulometrijski sastav)	HRN EN 933-1:2012	$d_{60}/d_{10} > 4$
Udio sitnih čestica (granulometrijski sastav)	HRN EN 933-1:2012	≤ 15

4.4.3. Gradnja betonskih i armiranobetonskih konstrukcija

4.4.3.1. Beton

Beton mora biti proizveden, ugrađen i kontroliran prema uvjetima iz HRN EN 206:2016 (Beton – specifikacija, svojstva, proizvodnja i sukladnost), HRN EN 13670:2010 (Izvedba betonskih konstrukcija) i ovim tehničkim uvjetima. Razred izloženosti i minimalne vrijednosti razreda betona i zaštitnih slojeva određeni su statičkim proračunom za stupanj izloženosti XC4, XF3 XF4, XA1:

- Beton: razred tlačne čvrstoće C30/37
- Armatura: rebrasta B500B, mreže B500A (modul elastičnosti 200 000 MPa)
- Zaštitni sloj betona: 5,0 cm (temeljna ploča i zidovi), 4,0 cm (gornja, pokrovnna ploča)

Nadzor i kontrolu kakvoće treba provesti na mjestu ugradnje i to najmanje u opsegu definiranom ovim tehničkim uvjetima.

- Beton proizveden prema odredbama Tehničkog propisa za betonske konstrukcije i ovih tehničkih uvjeta ugrađuje se u betonsku konstrukciju prema projektu, normi HRN EN 13670-1, normama na koje ta norma upućuje i odredbama ovoga priloga.

- Izvođač mora prema normi HRN EN 13670-1 prije početka ugradnje provjeriti je li beton u skladu sa zahtjevima iz projekta betonske konstrukcije, te je li tijekom transporta betona došlo do promjene njegovih svojstava koja bi bila od utjecaja na tehnička svojstva betonske konstrukcije.

- Kontrolni postupak utvrđivanja svojstava svježeg betona provodi se na uzorcima koji se uzimaju neposredno prije ugradnje betona u betonsku konstrukciju u skladu sa zahtjevima norme HRN EN 13670-1 i projekta betonske konstrukcije, a najmanje pregledom svake otpremnice i vizualnom kontrolom konzistencije kod svake dopreme (svakog vozila) te, kod opravdane sumnje ispitivanjem konzistencije istim postupkom kojim je ispitana u proizvodnji.

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

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

- Podaci o istovrsnim elementima betonske konstrukcije izvedenim od betona istih iskazanih svojstava i istog proizvođača evidentiraju se uz navođenje podataka iz otpremnice tog betona, a podaci o uzimanju uzoraka betona evidentiraju se uz 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 očvrstnalog 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«.

• Kontrolni postupak utvrđivanja tlačne čvrstoće očvrstnalog betona ugrađenog u pojedini element betonske konstrukcije u slučaju sumnje, provodi se kontrolnim ispitivanjem na mjestu koje se određuje na temelju podataka iz točke d.2 ovoga Priloga.

• 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 i ocjenu sukladnosti prema prEN 13791.

➤ Isporuka svježeg betona

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.

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.

Informacije za utvrđivanje vremena zaštite betona prema razvoju čvrstoće mogu biti iskazane nazivima iz tablice 2 ili krivuljom razvoja čvrstoće betona pri 20°C između 2 i 28 dana.

Razvoj čvrstoće betona pri 20°C

Razvoj čvrstoće	Omjeri čvrstoće σ_2 / σ_{28}
Brz	>0,5
Srednji	>0,3 i < 0,5
Polagan	> 0,15 i < 0,3
Vrlo polagan	> 0,15

Omjer čvrstoće kao indikator razvoja čvrstoće jest omjer srednje vrijednosti tlačne čvrstoće nakon 2 dana σ_2 i srednje vrijednosti tlačne čvrstoće nakon 28 dana σ_{28} utvrđen početnim ispitivanjima ili zasnovan na poznatim svojstvima betona komparabilnog sastava. U ovim početnim ispitivanjima uzorke za utvrđivanje čvrstoće treba praviti, njegovati i ispitivati prema HRN EN 12350-1, HRN EN 12390-1, HRN EN 12390-2 i HRN EN 12390-3.

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

Otpremnica za gotov (tvornički proizveden) beton

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

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

➤ Otpremne informacije za gradilišni beton

Odgovarajuća informacija tražena potpoglavljem 2.5.2.1.3. za otpremnicu betona mjerodavna je i za beton proizveden na velikom gradilištu, ili kad uključuje više tipova betona.

➤ Konzistencija pri isporuci

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

➤ Kontrola sukladnosti i kriteriji sukladnosti

Kontrola sukladnosti sastoji se od aktivnosti i odluka koje treba poduzeti u skladu s pravilima sukladnosti prilagođenim unaprijed radi provjere sukladnosti betona s propisanim uvjetima. Kontrola sukladnosti je integralni dio kontrole proizvodnje.

Svojstva betona kojima se kontrolira sukladnost jesu ona koja se mjere odgovarajućim ispitivanjima prema normiranim postupcima. Stvarne vrijednosti svojstava betona u konstrukcijama mogu se razlikovati od tih utvrđenih ispitivanjima, npr. ovisno o dimenzijama konstrukcije, ugradnji, zbijanju, njegovanju i klimatskim uvjetima. Plan uzorkovanja i ispitivanja te kriteriji sukladnosti trebaju zadovoljavati postupke navedene u ovom poglavlju .

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

Kada su ispitivanja kontrole proizvodnje ista kao i ispitivanja uvjetovana za kontrolu sukladnosti, treba ih uzeti u obzir pri vrednovanju sukladnosti. Proizvođač može koristiti i druge rezultate ispitivanja isporučenog betona u prihvaćanju sukladnosti.

Sukladnost ili nesukladnost prosuđuje se prema kriterijima sukladnosti. Nesukladnost može voditi daljnjim akcijama na mjestu proizvodnje i na gradilištu.

➤ Kontrola proizvodnje

Proizvođač je odgovoran za besprijekorno upravljanje proizvodnjom betona. Sav beton mora biti predmet kontrole proizvodnje.

Kontrola proizvodnje obuhvaća sve mjere nužne za održavanje svojstava betona u skladnosti s uvjetovanim svojstvima.

To uključuje:

- izbor materijala, projektiranje betona, proizvodnju betona, preglede i ispitivanja,
- uporabu rezultata ispitivanja sastavnih materijala, svježeg i očvrsllog betona i opreme
- kontrolu skladnosti .

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 206-1. 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.

➤ Vrednovanje i potvrđivanje skladnosti

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

- početno ispitivanje kad je traženo
- kontrolu proizvodnje
- kontrolu skladnosti

Proizvođačevu kontrolu proizvodnje treba za sve betone klase iznad C 16/20 vrednovati i pregledavati ovlašteno nadzorno tijelo i zatim ovjeriti ovlašteno certifikacijsko tijelo. Proizvođač je odgovoran za održavanje sustava kontrole proizvodnje.

4.4.3.1.1. 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 7-10 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.

4.4.3.1.2. 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 transportirati 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 oplata 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 zaštititi od insolacije, jakog vjetrova, smrzavanja, vode, kiše i snijega.
- Naknadno dodavanje vode, cementa, površinskih otvrdivača ili sličnih materijala nije dopušteno.

4.4.3.1.3. Njega i zaštita ugrađenog betona

- 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 negovanja trebaju osigurati nisku evaporaciju vlage iz površinskog sloja betona ili držati površinu stalno vlažnom. Prirodno negovanje je dovoljno ako su uvjeti u cijelom razdoblju potrebnog negovanja takvi daje brzina evaporacije vlage iz betona dovoljno niska, npr. u vlažnom, kišnom ili maglovitom vremenu. Negovanje površine betona treba bez odgode započeti odmah po završetku zbijanja i površinske obrade. Ako slobodnu površinu betona treba zaštititi od pucanja zbog plastičnog skupljanja, privremeno negovanje treba primijeniti i prije površinske obrade.
- Trajanje primijenjenog negovanja treba biti funkcija razvoja svojstava betona u površinskom sloju ovisno o omjeru:
 - čvrstoće i zrelosti betona,
 - oslobođene topline i ukupne topline oslobođene u adijabatskim uvjetima.

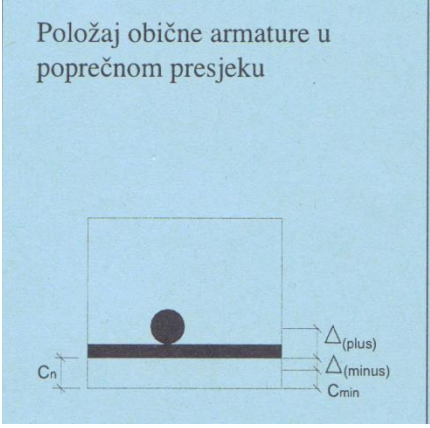
Beton za uporabu u uvjetima izloženosti konstrukcije definiranim ovim projektom treba negovati dok površinski sloj betona ne dosegne najmanje 50 % uvjetovane tlačne čvrstoće.

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.

Nakon skidanja oplata nadzorni inženjer treba prema uvjetovanom razredu nadzora provesti kontrolu površine betona i potvrditi sukladnost za zahtjevima. Površinu betona treba tijekom izvedbe zaštititi od oštećivanja i remećenja površinske teksture.

4.4.3.1.4. Geometrijska odstupanja

Dimenzije poprečnog presjeka, zaštitni sloj betona i položaj armature ne smiju odstupati od zadanih vrijednosti više no što je prikazano u sljedećoj tablici:

N°	Tip odstupanja	Opis	Dopušteno odstupanje
A	Dimenzije poprečnog presjeka		+ 10 mm
B	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 + Δ(minus)			
C = stvarni zaštitni sloj			
Δ = dopušteno odstupanje od c _n			
H = visina poprečnog presjeka			
Uvjet: c + Δ(plus) > c _n - Δ(minus)			
Dopušteno pozitivno odstupanje zaštitnog sloja temelja i elemenata u temeljima može se povećati za 15 mm. Dano negativno odstupanje ne može.			
C	Preklopni spoj	l preklopna duljina	-0,06 l
D	okomitost poprečnog presjeka	a – duljina dimenzije poprečnog presjeka	ne više od 0,04 a ili 10 mm
E	ravnost		
	Oplaćena ili zaglađena površina	L = 2,0 m L = 0,2 m	9 mm 4 mm
	Ne oplaćene površine :		
	➤ globalno ➤ lokalno	L 2,0 m L = 0,2 m	15 mm 6 mm
F	Zakošenost poprečnog presjeka	ne veće od h/25 ili b/25 ali ne više od 30 mm	
G	ravnost bridova	za dužine	8 mm
		> = 1 m > 1 m	8 mm / m ali ne više od 20 mm
H	otvori u ulošci	Δ ₁ ; Δ ₂ ; Δ ₃ ;	+ - 25 mm

4.4.3.1.5. Odabrani razredi tlačne čvrstoće betona

	KONSTRUKTIVNI ELEMENT	UVJETI PROJEKTA				
		Razred tlačne čvrstoće	Razred izloženosti	Dmax. Agregat [mm]	VDP [mm]	Kloridi
1.	PODLOŽNI BETON	C12/15	XC0	32		
2.	AB IZLAZNA GRAĐEVINA	C30/37	XC4, XF3, XF4 XA1	32	30	Cl 0,40
3.	AB UPUSNA USTAVA	C30/37	XC4, XF3, XF4 XA1	32	30	Cl 0,40

4.4.3.2. Čelična armatura

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

Prije početka betoniranja mora se zapisnički utvrditi da li montirana armatura zadovoljava uvjete u pogledu:

- presjeka, broja šipki i geometrije ugrađene armature predviđene projektom konstrukcije
- učvršćivanje armature u oplati
- mehaničkih karakteristika (granice razvlačenja i granice kidanja)

Armaturu umazanu cementnim mortom ili betonom potrebno je prije ugradnje betona očistiti.

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

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.

4.4.3.3. Oplate i skele

➤ 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.

➤ Materijali

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

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

➤ Skele

Projekt skele treba uzeti u obzir deformacije tijekom i nakon betoniranja kako bi se izbjegle štetne pukotine u mladom betonu. To se može postići:

- ograničenjem progibanja i/ili slijeganja,
- kontrolom betoniranja i /ili specificiranjem betona npr. usporavanjem ugradnje.

➤ Oplate

Oplata treba osigurati betonu traženi oblik dok ne očvrstne. Oplata i spojnice između elemenata trebaju biti dovoljno nepropusni da spriječe gubitak finog cementnog mlijeka. 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.

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.
- ne omogućavaju prodor vode kroz konstrukciju

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

Otpuštanje skela i uklanjanje oplata

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

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

Uklanjanje oplata treba izvoditi na način da se konstrukcija ne preoptereći i ne ošteti. Opterećenja skela treba otpuštati postupno tako da se drugi elementi skele ne preoptereće. Stabilnost skela i oplata treba održavati pri oslobađanju i uklanjanju opterećenja. Postupak podupiranja ili otpuštanja kad se primjenjuje za reduciranje utjecaja početnog opterećenja, sukcesivno opterećenje i/ili izbjegavanje velike deformacije treba detaljno utvrditi.

4.4.3.4. Čelična oprema ustave

Opisana u strojarskom projektu zapornice.

4.5. Ispitivanje građevine

Važećim propisima Republike Hrvatske za predmetnu građevinu nije propisano ispitivanje građevine koje se provodi prije uporabe i kod pune zaposjednutosti, niti se ono zahtijeva ovim projektom.

4.6. Popis propisa čiju primjenu program određuje

4.6.1. Primjena propisa

U nastavku slijedi popis propisa čiju primjenu PKOK određuje. Ovim PKOK-om određuje se i primjena ostalih važećih zakonskih i podzakonskih propisa i dokumenata na koje upućuju navedeni propisi ili su na temelju njih doneseni. Svi sudionici u gradnji dužni su biti upoznati sa navedenim propisima te sa važećim zakonskim i podzakonskim propisima i dokumentima na koje upućuju navedeni propisi ili su na temelju njih doneseni i njihovih odredbi dužni su se pridržavati. Svi sudionici u gradnji trebaju se držati i pravila struke i dobre tehničke prakse u maniri dobrog gospodara.

U slučaju da više propisa ima odredbe za istu vrstu radova i radnji, kvalitetu materijala, način i postupke istraživanja, kontrolu kvalitete, za izvođenje građevine ili njenog dijela itd., a u slučaju njihovih neslaganja, primjenjuju se stroži uvjeti tj. stroži kriteriji, ako drugačije ne odredi nadzorni inženjer ili projektant.

Dopuštena je primjena i drugih propisa i dokumenata na koje oni upućuju a koji se razlikuju od ovdje navedenih ali samo ako se dokaže da se da se njihovom primjenom ispunjavaju zahtjevi koji su najmanje na razini određenoj ovim Projektom i važećim propisima Republike Hrvatske.

Ako za određene radove i radnje, kvalitetu materijala, način i postupke istraživanja, kontrolu kvalitete, za izvođenje građevine ili njenog dijela iz ovog Projekta itd. ne postoje odredbe važećih propisa Republike Hrvatske ili odredbe dokumenata na koje važeći propisi upućuju, mogu se primjenjivati odredbe odgovarajućih priznatih tehničkih pravila koje nisu u suprotnosti sa važećim propisima Republike Hrvatske.

Popis propisa

Zakon o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19),
Zakon o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17, 114/18, 39/19, 98/19),
Zakon o vodama (NN 66/19),
Zakon o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjenjivanju sukladnosti (NN 80/13, 14/14, 32/19),
Zakon o normizaciji (NN 80/13),
Zakon o mjeriteljstvu (NN 74/14, 111/18),
Zakon o zaštiti okoliša (NN 80/13, 153/13, 78/15, 12/18, 118/18, 127/19),
Zakon o zaštiti prirode (NN 80/13, 15/18, 14/19, 127/19),
Zakon o zaštiti na radu (NN 71/14, 118/14, 154/14, 94/18, 96/18),
Zakon o zaštiti od požara (NN 92/10),
Zakon o cestama (NN 84/11, 22/13, 54/13, 148/13, 92/14, 110/19),
Zakon o sigurnosti prometa na cestama (NN 67/08, 48/10, 74/11, 80/13, 158/13, 92/14, 64/15, 108/17, 70/19, 42/20),
Pravilnik o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina (NN 118/19),
Pravilnik o kontroli projekata (NN 32/14),
Pravilnik o mjernim jedinicama (NN 88/15, 16/20),
Pravilnik o građevnom otpadu i otpadu koji sadrži azbest (NN 69/16),
Pravilnik o uvjetima za projektiranje i izgradnju priključaka i prilaza na javnu cestu (NN 95/14),
Pravilnik o prometnim znakovima, opremi i signalizaciji na cestama (NN 92/19),
Pravilnik o održavanju građevina (NN 122/14, 98/19),
Tehnički propis za građevinske konstrukcije (NN17/17, 75/20)

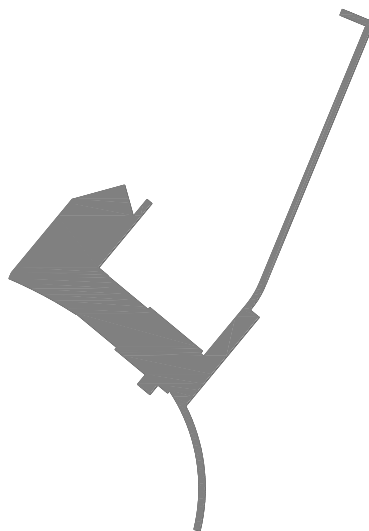
Projektant:
Robert Alar,
dipl.ing.građ.

5. PODATCI ZA OBRAČUN KOMUNALNOG I VODNOG DOPRINOSA

5.1. Vodni doprinos

Na temelju Zakona o vodama (NN 66/19) i Zakonu o financiranju vodnog gospodarstva (NN 153/09, 90/11, 56/13, 154/14, 119/15, 120/16, 127/17 i 66/19) vodni doprinos se plaća na gradnju građevina.

Površina tlocrtne projekcije upusne ustave uključujući pilotne stijene krilnih zidova ulaznog i izlaznog dijela protjecajnog otvora te gabionske obloge između njih iznosi: **1016,02 m²**. Veličina je dobijena planimetriranjem računalnim programom za tehničko crtanje AutoCAD.



Slika 5-1: Tlocrtna projekcija upusne ustave

5.2. Komunalni doprinos

Za planirani zahvat u skladu sa Zakonom o vodama (NN 66/19) za vodne građevine ne plaća se komunalni doprinos.

Stavak (1) navodi gradnju i održavanje regulacijskih i zaštitnih vodnih građevina u vlasništvu Republike Hrvatske koji se provode prema Planu upravljanja vodama.

Stavak (8) navodi da se za građevine iz stavka (1) ne plaća komunalni doprinos.

Projektant:

Robert Alar,
dipl.ing.građ.

6. POSEBNI TEHNIČKI UVJETI I GOSPODARENJE OTPADOM

6.1. Posebni tehnički uvjeti gradnje

6.1.1. Osiguranje od šteta tijekom građenja

Izvođač je dužan o svom trošku osigurati gradilište i građevinu u izgradnji od štetnog utjecaja vremenskih nepogoda i svih ostalih mogućih šteta i oštećenja za vrijeme trajanja građenja, sve do uspješnog tehničkog pregleda. Svaka šteta koja bi bila prouzročena na građevinama koje su predmet Projekta, na susjednim građevinama, prometnicama, vozilima ili ljudima a posljedica je izvedbe ili nemara izvođača, pada na teret izvođača koji ju je dužan u najkraćem mogućem roku sanirati. Prije početka radova izvoditelj je dužan fotografirati postojeće stanje građevine i predmeta obuhvata gradilišta, kako bi imao dokaze u slučaju eventualnih oštećenja.

Izvođač je dužan osigurati čišćenje javnih cesta i nerazvrstanih puteva ako je izvođenjem radova utjecao na stanje tih prometnica u smislu sigurnosti prometa (nanošenja blata, otpada i sl.) i vratiti ih u prvobitno stanje u koliko dođe do njihovog oštećenja.

6.1.2. Uređenje okoliša nakon završetka radova

Nakon završetka građenja predmetne građevine izvođač je dužan:

- ukloniti sve privremene građevine izgrađene ili postavljene u okviru pripremnih radova, svu gradilišnu opremu i privremene instalacije
- okoliš gradilišta, odnosno samo gradilište, prostor koji se koristi za potrebe građenja te prilaze gradilištu urediti tj. vratiti u takvo stanje koje ne narušava prirodni sklad, u mjeri u kojoj je to moguće
- sve iskope koje nisu predviđeni ovim projektom a eventualno nastanu tijekom građenja, u bližoj i daljoj okolini građevine, zatrpati i urediti tako da ne narušavaju izgled prirodnog krajolika tj. da se vizualno uklapaju u okolinu
- postojeće ceste i puteve koji služe prilikom građenja i pri tome su oštećeni zbog neprimjerenog korištenja kao i ograde, zidove i sl. oštećene djelovanjem izvođača, sanirati i dovesti na razinu stanja prije početka građenja

6.2. Posebni tehnički uvjeti gospodarenja otpadom

Gospodarenje građevnim otpadom podrazumijeva skup aktivnosti i mjera koje obuhvaćaju odvojeno skupljanje, uporabu i zbrinjavanje građevinskog otpada.

Otpadom nastalim u toku izvođenja radova na predmetnoj građevini izvođač je dužan postupati u skladu s važećim propisima.

Prije početka radova izvođač nadzornom inženjeru predaje na odobrenje Projekt organizacije građenja koji u smislu gospodarenja otpadom, između ostalog, sadrži prijedlog:

- formiranja odgovarajućih privremenih odlagališta (deponija) materijala i opreme za potrebe građenja
- formiranja odgovarajućih odlagališta (deponija) otpadnog materijala nastalog tijekom građenja
- izgradnje ili postavljanje privremenih objekata
- uređenja pristupnih i gradilišnih cesta
- čišćenja gradilišta
- zbrinjavanja građevnog i drugog otpada nastalog tijekom građenja

Tijekom, a najkasnije nakon završetka građenja građevine predviđene Projektom, sukladno važećim propisima, izvođač je dužan:

- razvrstavati otpad i zbrinjavati ovisno o vrsti gradiva
- goriva, maziva, ulja, boje, lakove, ljepila i slične tvari odlagati na posebna, odgovarajuće uređena mjesta (nepropusni spremnici na nepropusnoj podlozi u svrhu sprječavanja moguće infiltracije u tlo) te ih po završetku građenja ukloniti s gradilišta
- osigurati dovoljne količine sredstava za neutralizaciju eventualno prolivenog goriva
- eventualno opasni otpad odmah izvesti iz područja zahvata i propisno zbrinuti na za to predviđenim mjestima
- višak materijala iz iskopa koji nije pogodan za ugradnju zbrinuti na prikladan način
- ukloniti neutrošeni materijal bilo koje vrste ili porijekla, građevni i drugi otpad i slično
- izvršiti radove čišćenja gradilišta, odnosno dovođenja gradilišta u stanje uporabivosti
- s trase pristupnog puta ukloniti eventualno tijekom građenja nastao građevni i ostali otpad, zaostali građevni materijal i sl.

Zabranjeno je miješanje opasnog otpada sa građevnim otpadom već ga se treba tretirati sukladno važećoj regulativi.

Projektant:
Robert Alar,
dipl.ing.građ.

7. ISKAZ PROCIJENJENIH TROŠKOVA GRAĐENJA

Procijenjena vrijednost troškova građenja armiranobetonske konstrukcije upusne ustave iznosi:

657.000,00 €

Projektant:
Robert Alar,
dipl.ing.građ.

GRAFIČKI PRIKAZI

SADRŽAJ GRAFIČKIH PRIKAZA

SITUACIJA UPUSNE USTAVE NA GEODETSKOJ PODLOZI

PRESJECI UPUSNE GRAĐEVINE U PROJEKTIRANOM TERENU

TLOCRT GORNJE PLOČE UPUSNE GRAĐEVINE

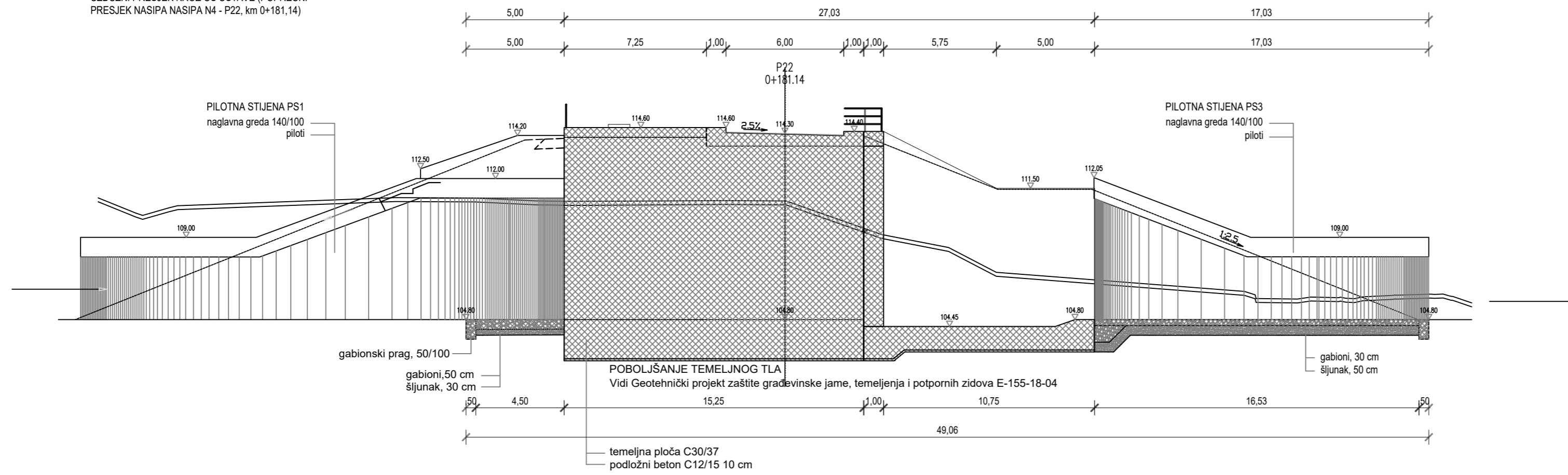
TLOCRT DONJE PLOČE UPUSNE GRAĐEVINE

UZDUŽNI PRESJECI UPUSNE GRAĐEVINE A-A i B-B

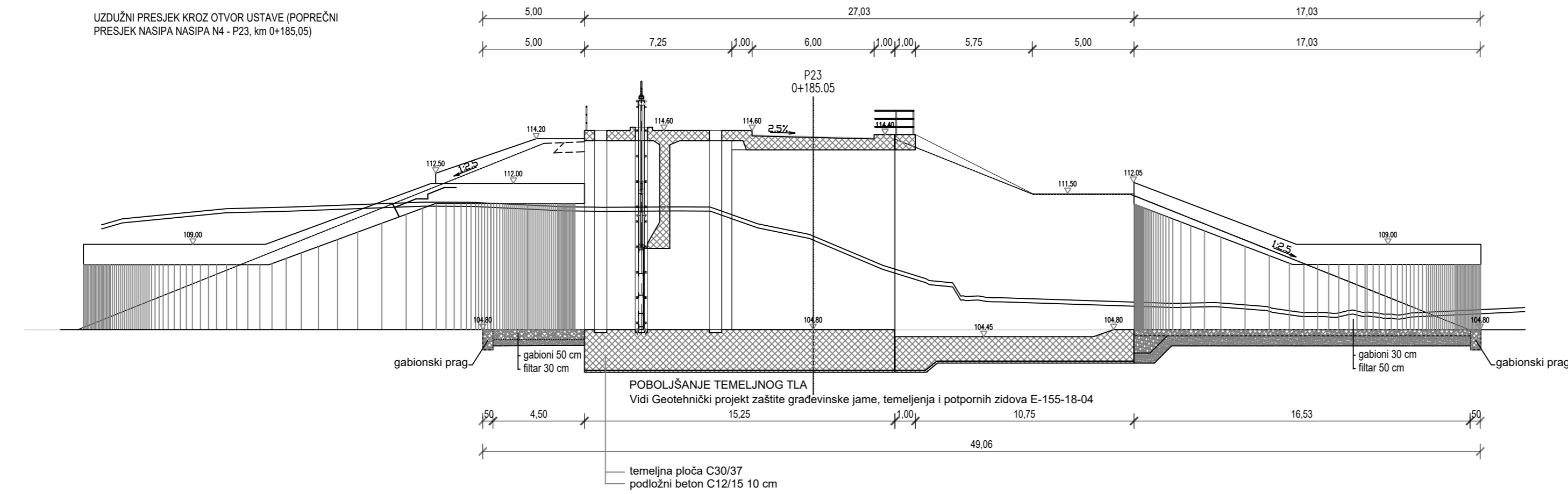
POPREČNI PRESJECI UPUSNE GRAĐEVINE C-C, D-D, E-E

POPREČNI PRESJECI UPUSNE GRAĐEVINE F-F, G-G, H-H

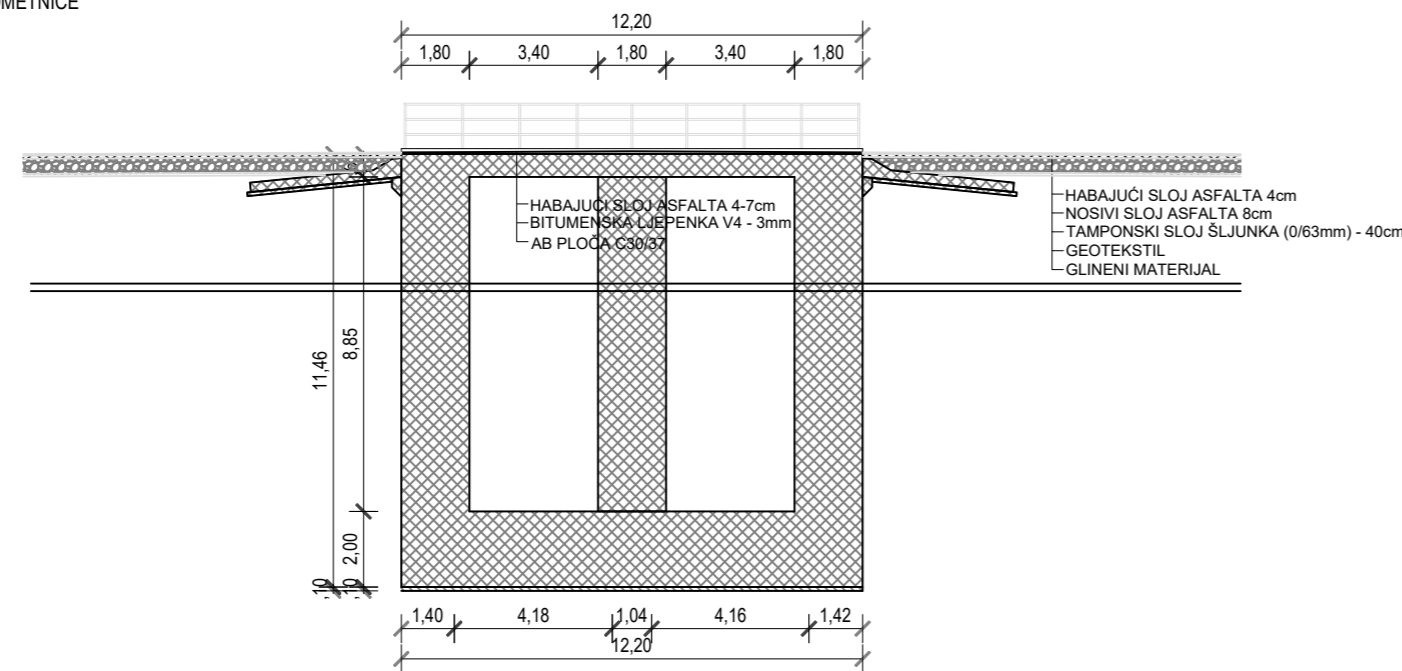
UZDUŽNI PRESJEK KROZ OS USTAVE (POPREČNI PRESJEK NASIPA NASIPA N4 - P22, km 0+181,14)



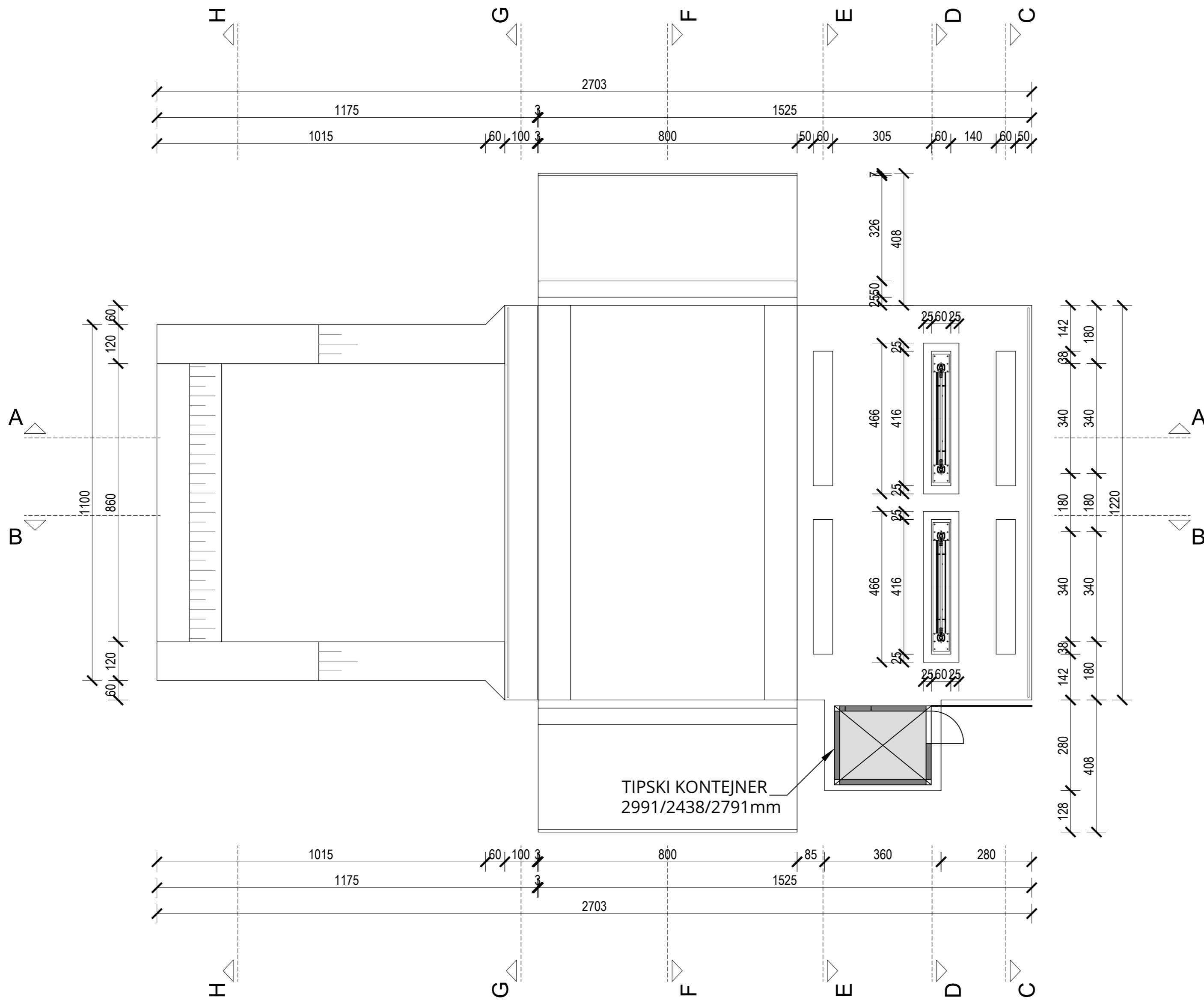
UZDUŽNI PRESJEK KROZ OTVOR USTAVE (POPREČNI PRESJEK NASIPA NASIPA N4 - P23, km 0+185,05)




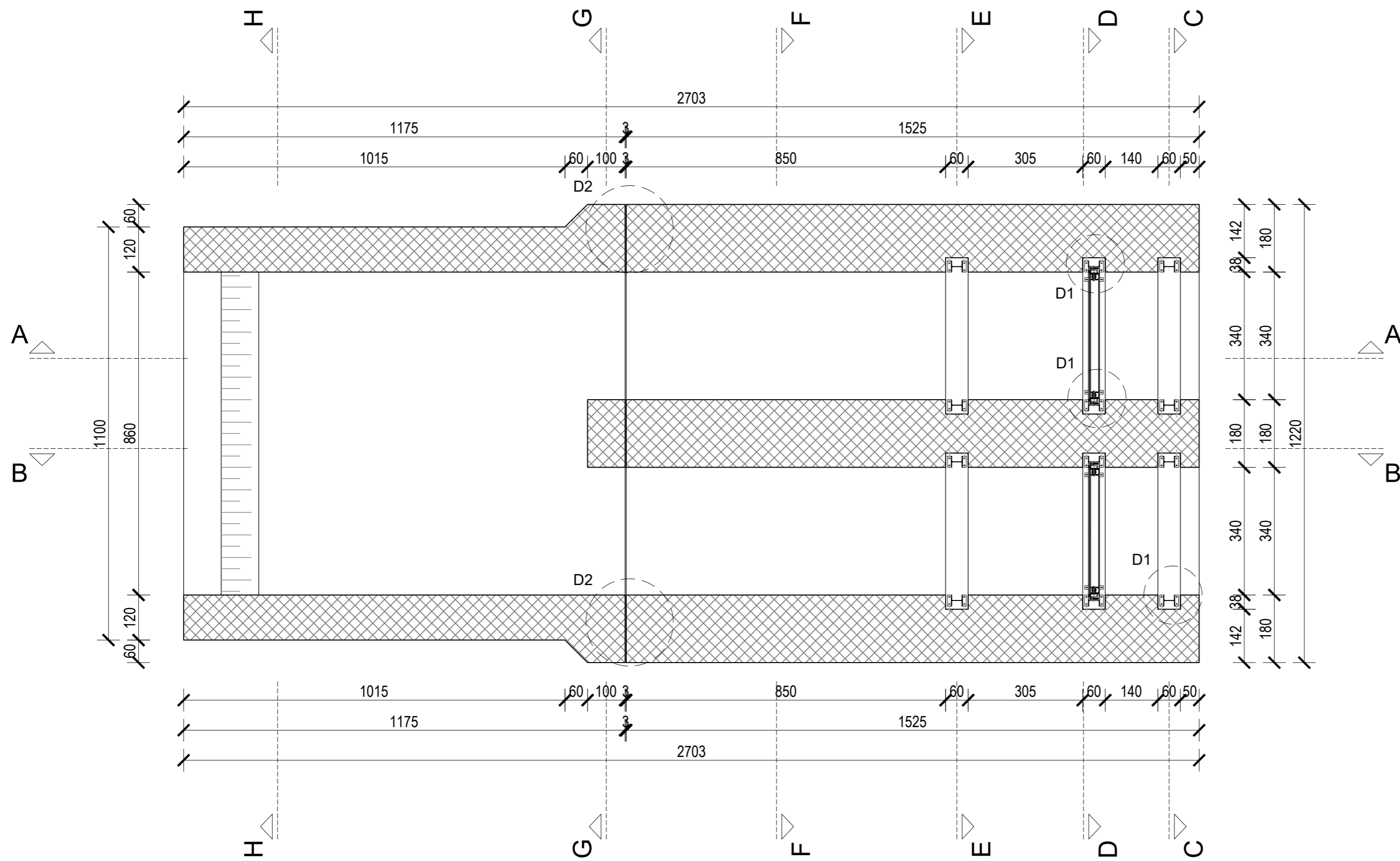
POPREČNI PRESJEK KROZ OS PROMETNICE NA UPUSNOJ GRADEVINI



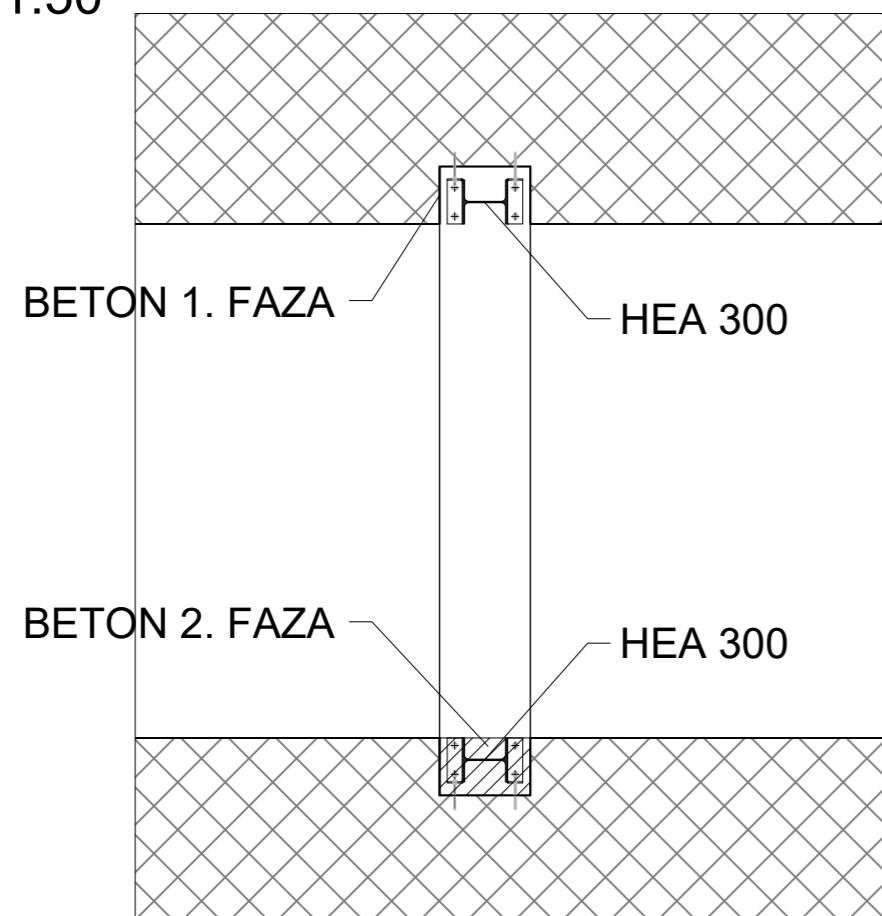
VPB VODOPRIVREDNO-PROJEKTI BIRO d.d.			
Podnositelj zahtjeva: HRVATSKE VODE, Zagreb, Ulica grada Vukovara 220			
Projekt: IZGRADNJA DESNOG NASIPA KORANE, DESNOG NASIPA KUPE I PROKOPA KORANA-KUPA S NASIPIMA I RJEŠENJEM ODVODNJE NA PODRUČJU GORNJEG MEKUŠJA TE IZGRADNJA CESTOVNOG MOSTA PREKO PROKOPA - 4. i 5. faza izgradnje: PROKOP KORANA-KUPA S PRATEĆIM OBJEKTIMA			
Zahvat u prostoru: NASIP 4 - NASIP UZ LIJEVU OBALU KORANE S NASUTOM PREGRADOM KORITA RIJEKE			
Oznaka projekta: VPB-TGP-20-0003	Razina razrade: GLAVNI PROJEKT	Strukovna odrednica: GRAĐEVINSKI PROJEKT	R. br. mape: 10
Projektant: Robert Alar dipl.ing.grad.		Priraz izradio: Robert Alar dipl.ing.grad.	
Sadržaj prikaza: PRESJECI UPUSNE GRAĐEVINE U PROJEKTIRANOM TERENU			
Mjesto i datum izrade: ZAGREB, travanj 2023.	Br. ispravka: 1	Mjerilo: 1:200	Br. prikaza: 1.2.
			List: 1



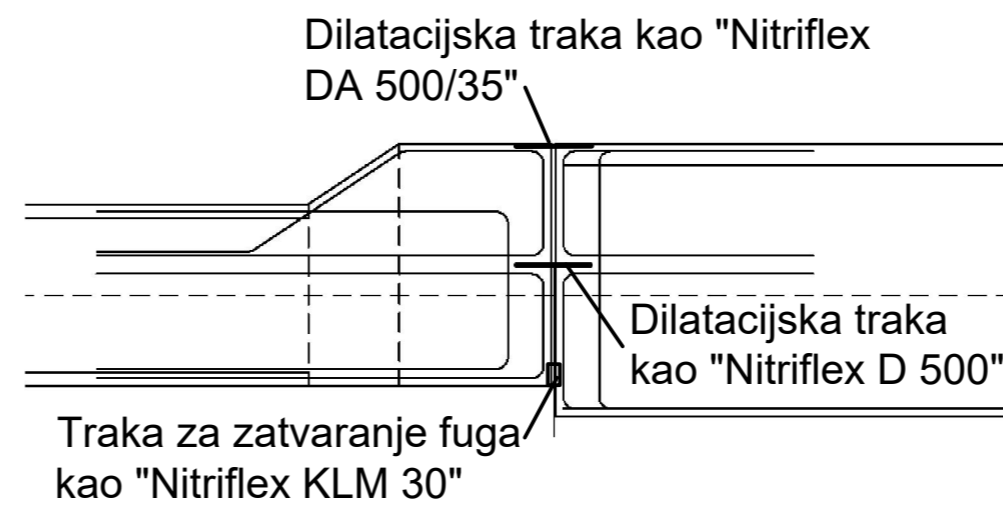
 VODOPRIVREDNO-PROJEKTI BIRO d.d.			
Podnositelj zahtjeva: HRVATSKE VODE, Zagreb, Ulica grada Vukovara 220			
Projekt: IZGRADNJA DESNOG NASIPA KORANE, DESNOG NASIPA KUPE I PROKOPA KORANA-KUPA S NASIPIMA I RJEŠENJEM ODVODNJE NA PODRUČJU GORNJEG MEKUŠJA TE IZGRADNJA CESTOVNOG MOSTA PREKO PROKOPA – 4. i 5. faza izgradnje: PROKOP KORANA-KUPA S PRATEĆIM OBJEKTIMA			
Zahvat u prostoru: NASIP 4 - NASIP UZ LIJEVU OBALU KORANE S NASUTOM PREGRADOM KORITA RIJEKE			
Oznaka projekta:	Razina razrade:	Strukovna odrednica:	R. br. mape:
VPB-TGP-20-0003	GLAVNI PROJEKT	GRAĐEVINSKI PROJEKT	10
Projektant:		Prikaz izradio:	
Robert Alar dipl.ing.grad.		Robert Alar dipl.ing.grad.	
Sadržaj prikaza:			
TLOCRT GORNJE PLOČE UPUSNE GRAĐEVINE			
Mjesto i datum izrade:	Br. ispravka:	Mjerilo:	Br. prikaza: List:
ZAGREB, travanj 2023.	1	1:100	2.1. 1



DETALJ 1
MJ 1:50

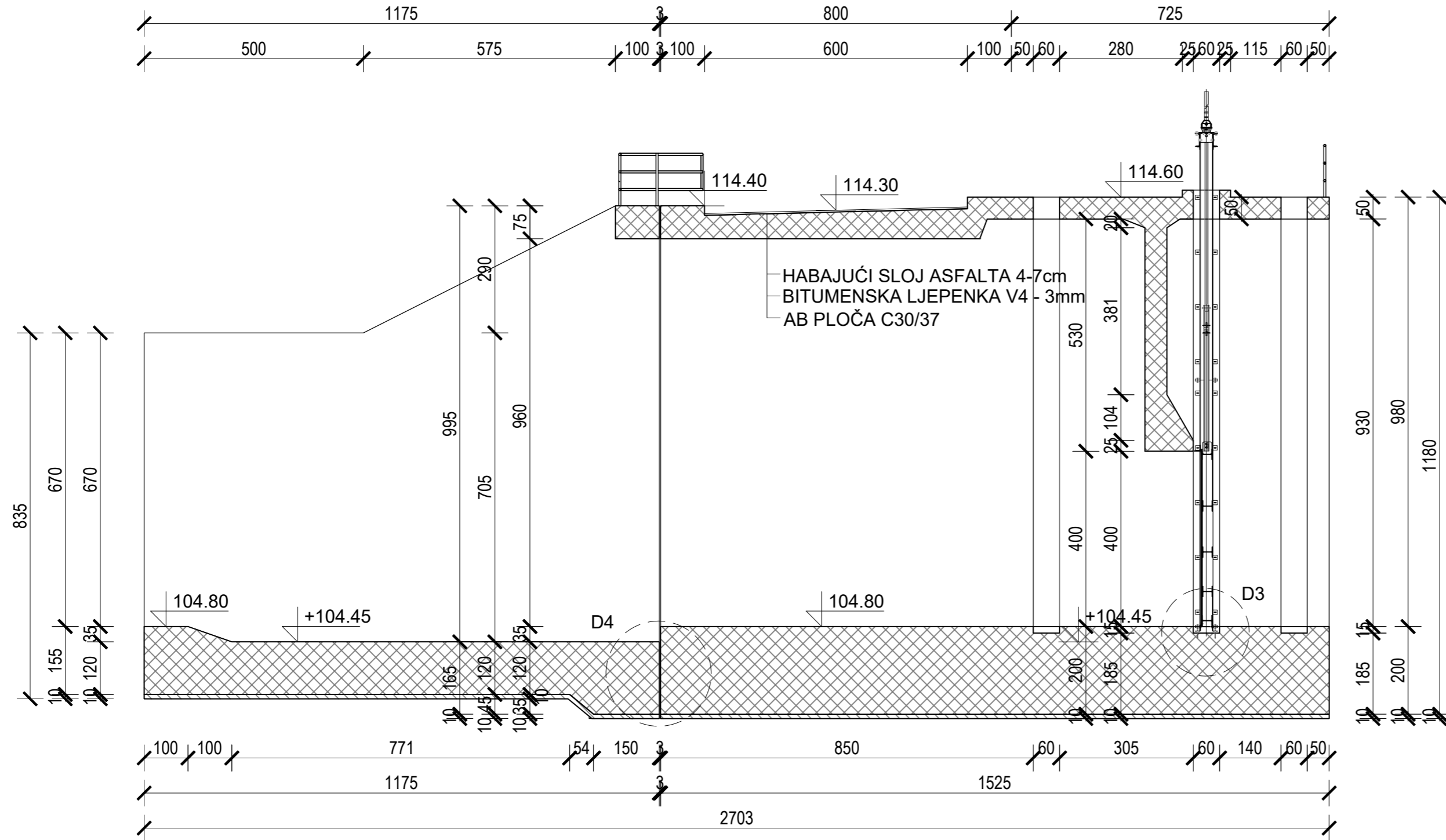


DETALJ 2
MJ 1:50

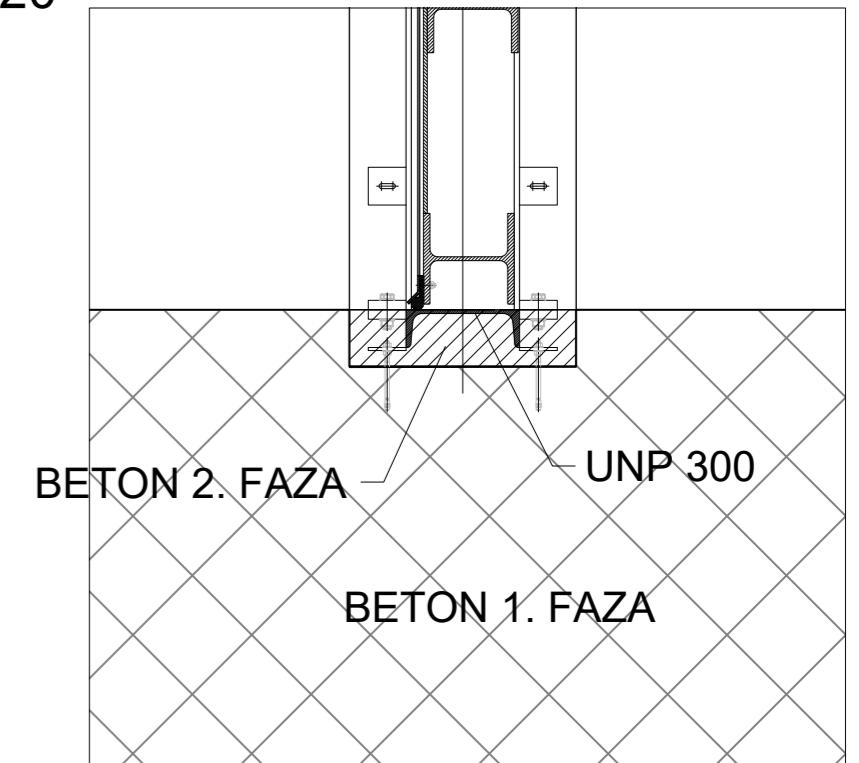


VP VODOPRIVREDNO-PROJEKTI BIRO d.d.			
Podnositelj zahtjeva: HRVATSKE VODE, Zagreb, Ulica grada Vukovara 220			
Projekt: IZGRADNJA DESNOG NASIPA KORANE, DESNOG NASIPA KUPE I PROKOPA KORANA-KUPA S NASIPIMA I RJEŠENJEM ODVODNJE NA PODRUČJU GORNJEG MEKUŠJA TE IZGRADNJA CESTOVNOG MOSTA PREKO PROKOPA – 4. i 5. faza izgradnje: PROKOP KORANA-KUPA S PRATEĆIM OBJEKTIMA			
Zahvat u prostoru: NASIP 4 - NASIP UZ LIJEVU OBALU KORANE S NASUTOM PREGRADOM KORITA RIJEKE			
Oznaka projekta: VPB-TGP-20-0003	Razina razrade: GLAVNI PROJEKT	Strukovna odrednica: GRAĐEVINSKI PROJEKT	R. br. mape: 10
Projektant: Robert Alar dipl.ing.građ.		Priказ izradio: Robert Alar dipl.ing.građ.	
Sadržaj prikaza: TLOCRT DONJE PLOČE UPUSNE GRAĐEVINE			
Mjesto i datum izrade: ZAGREB, travanj 2023.	Br. ispravka: 1	Mjenilo: 1:100	Br. prikaza: 2.2.
		Br. prikaza: 2.2.	List: 1

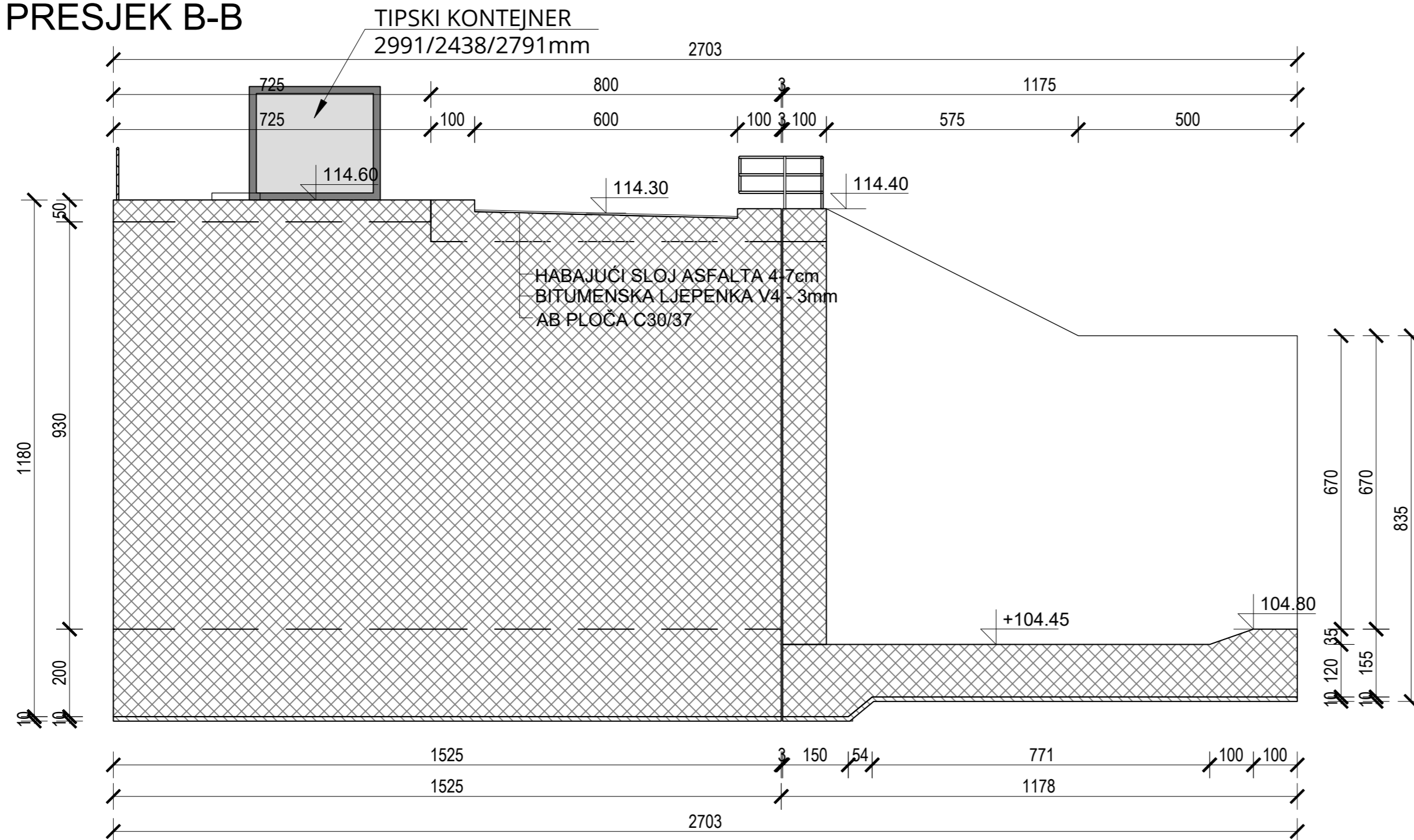
PRESJEK A-A



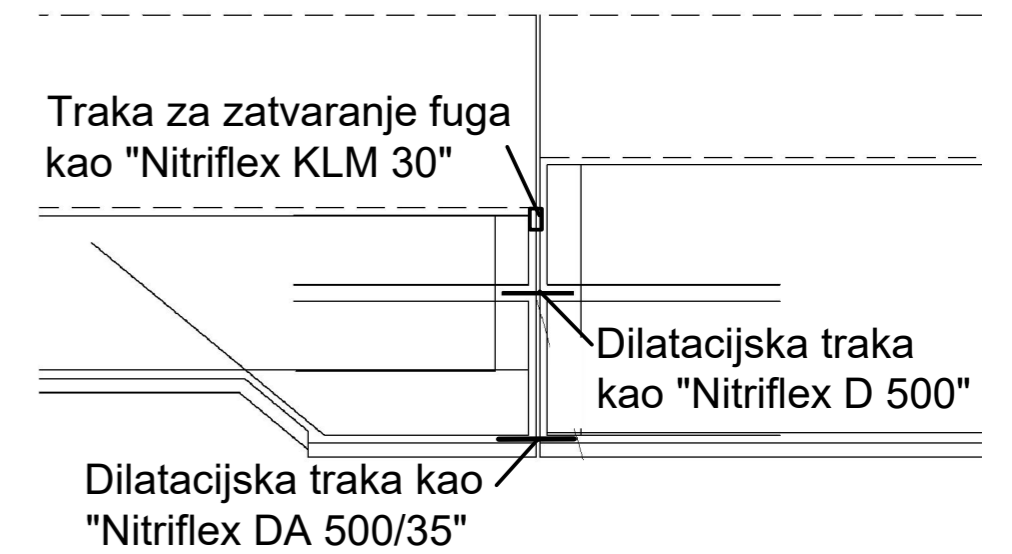
DETALJ 3 MJ 1:20



PRESJEK B-B

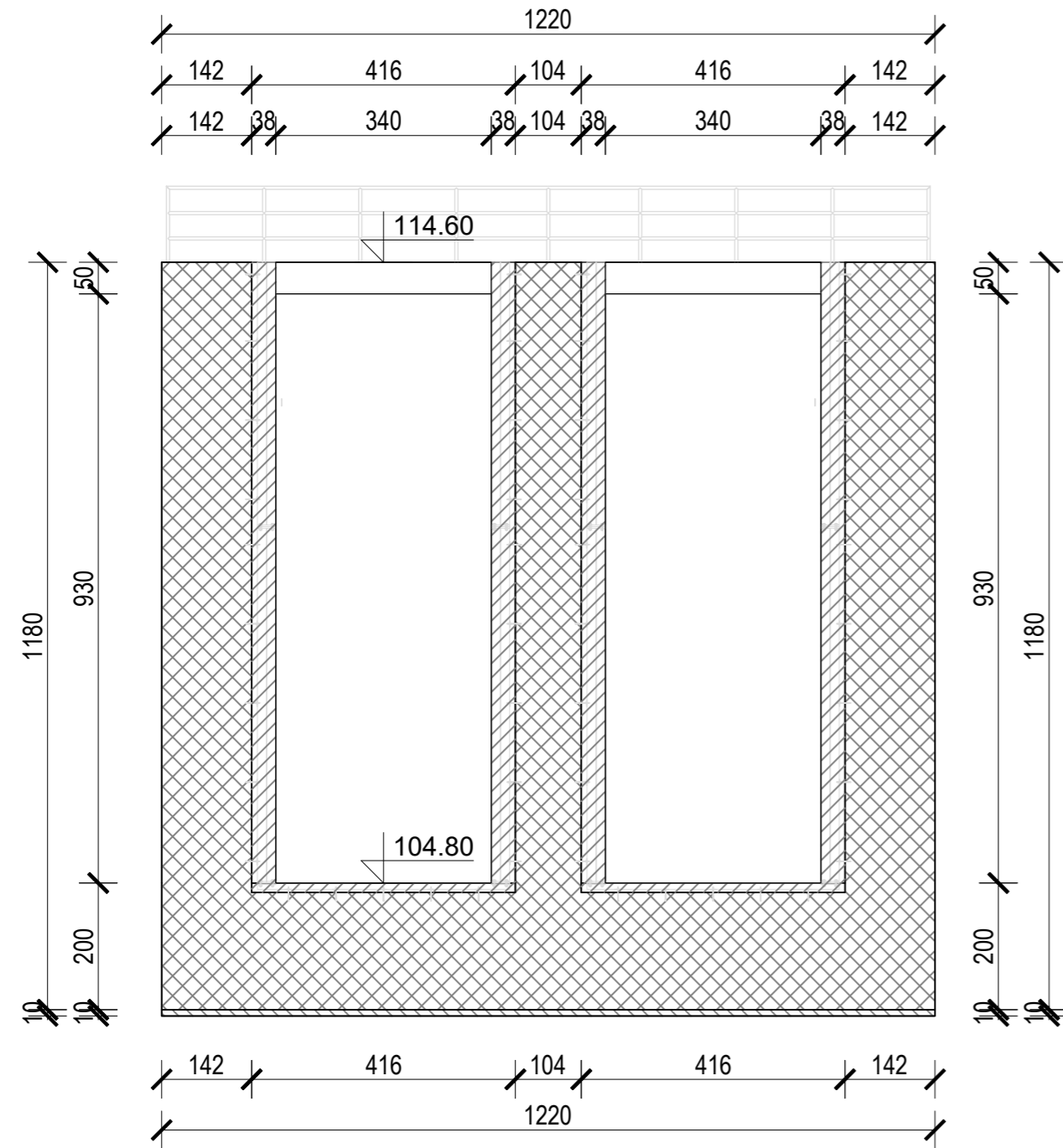


DETALJ 4 MJ 1:50

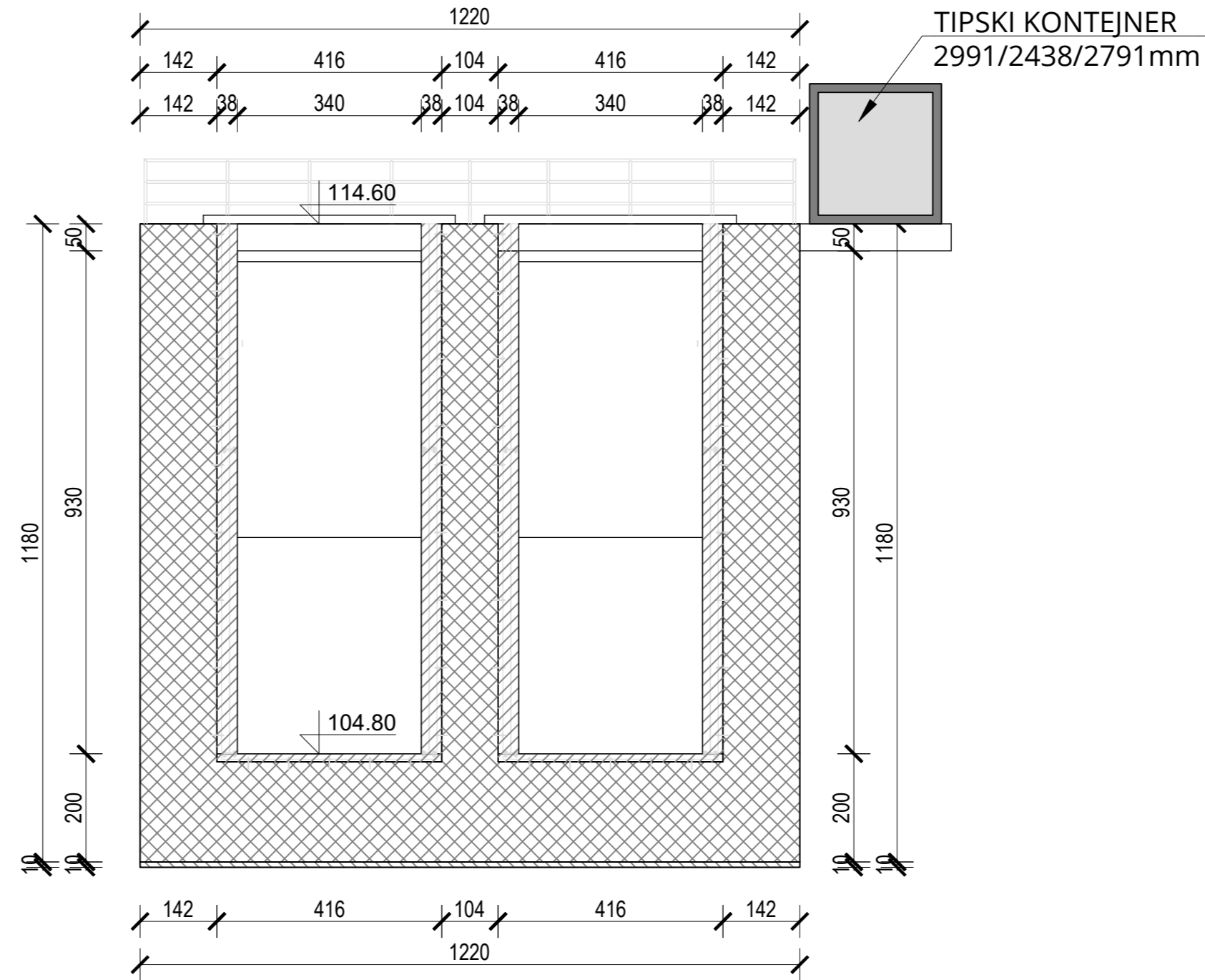


VODOPRIVREDNO-PROJEKTI BIRO d.d.			
Podnositelj zahtjeva: HRVATSKE VODE, Zagreb, Ulica grada Vukovara 220			
Projekt: IZGRADNJA DESNOG NASIPA KORANE, DESNOG NASIPA KUPE I PROKOPA KORANA-KUPA S NASIPIMA I RJEŠENJEM ODVODNJE NA PODRUČJU GORNJEG MEKUŠJA TE IZGRADNJA CESTOVNOG MOSTA PREKO PROKOPA - 4. i 5. faza izgradnje: PROKOP KORANA-KUPA S PRATEĆIM OBJEKTIMA			
Zahvat u prostoru: NASIP 4 - NASIP UZ LIJEVU OBALU KORANE S NASUTOM PREGRADOM KORITA RIJEKE			
Oznaka projekta:	Razina razrade:	Strukovna odrednica:	R. br. mape:
VPB-TGP-20-0003	GLAVNI PROJEKT	GRAĐEVINSKI PROJEKT	10
Projektant:		Priraz izradio:	
Robert Alar dipl.ing.grad.		Robert Alar dipl.ing.grad.	
Sadržaj prikaza: UZDUŽNI PRESJECI UPUSNE GRAĐEVINE A-A i B-B			
Mjesto i datum izrade:	Br. ispravka:	Mjerilo:	Br. prikaza:
ZAGREB, travanj 2023.	1	1:100	3.1.
		List:	1

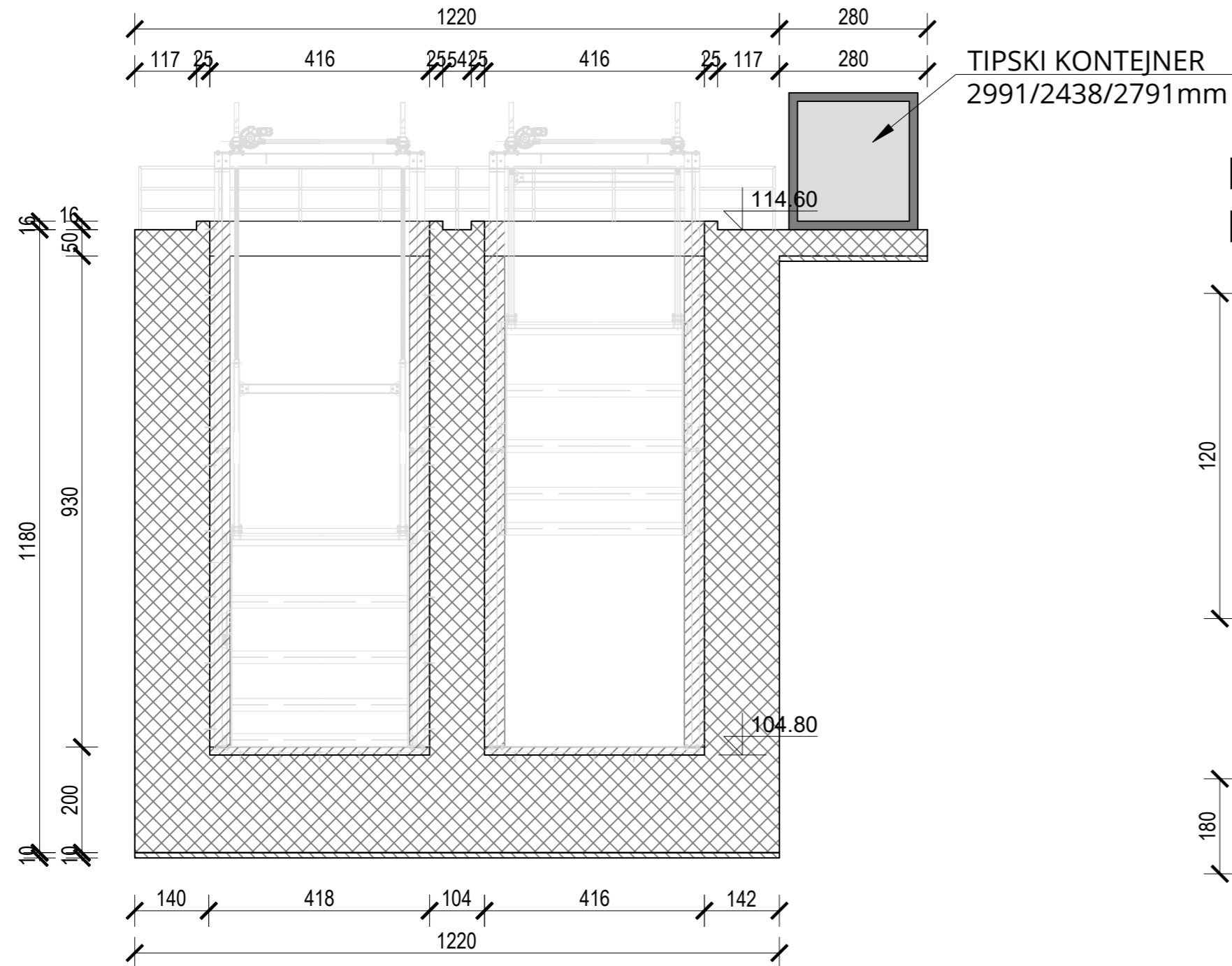
PRESJEK C-C



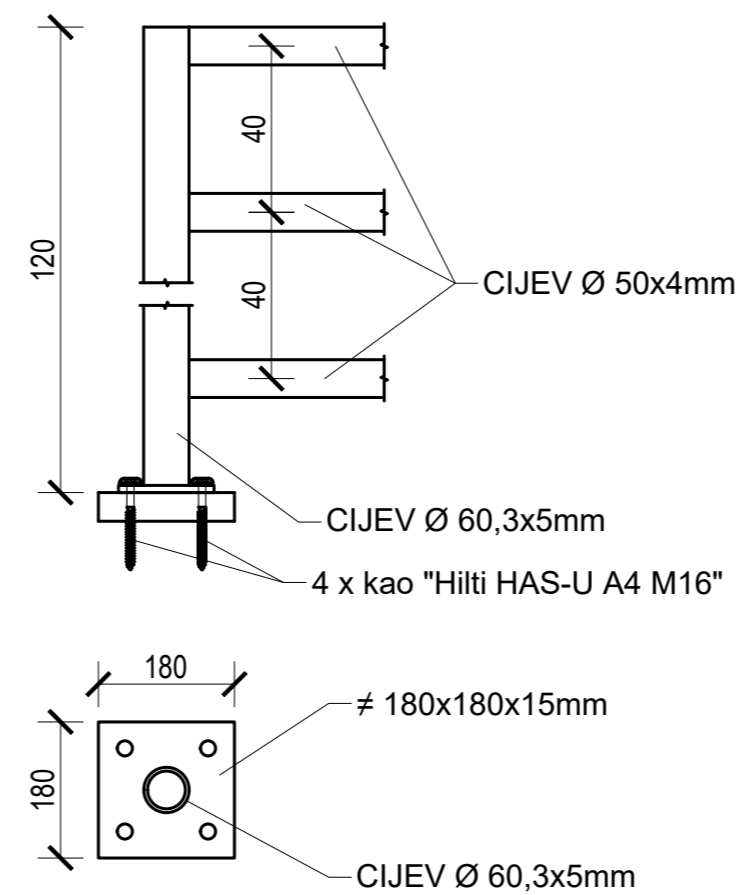
PRESJEK E-E



PRESJEK D-D

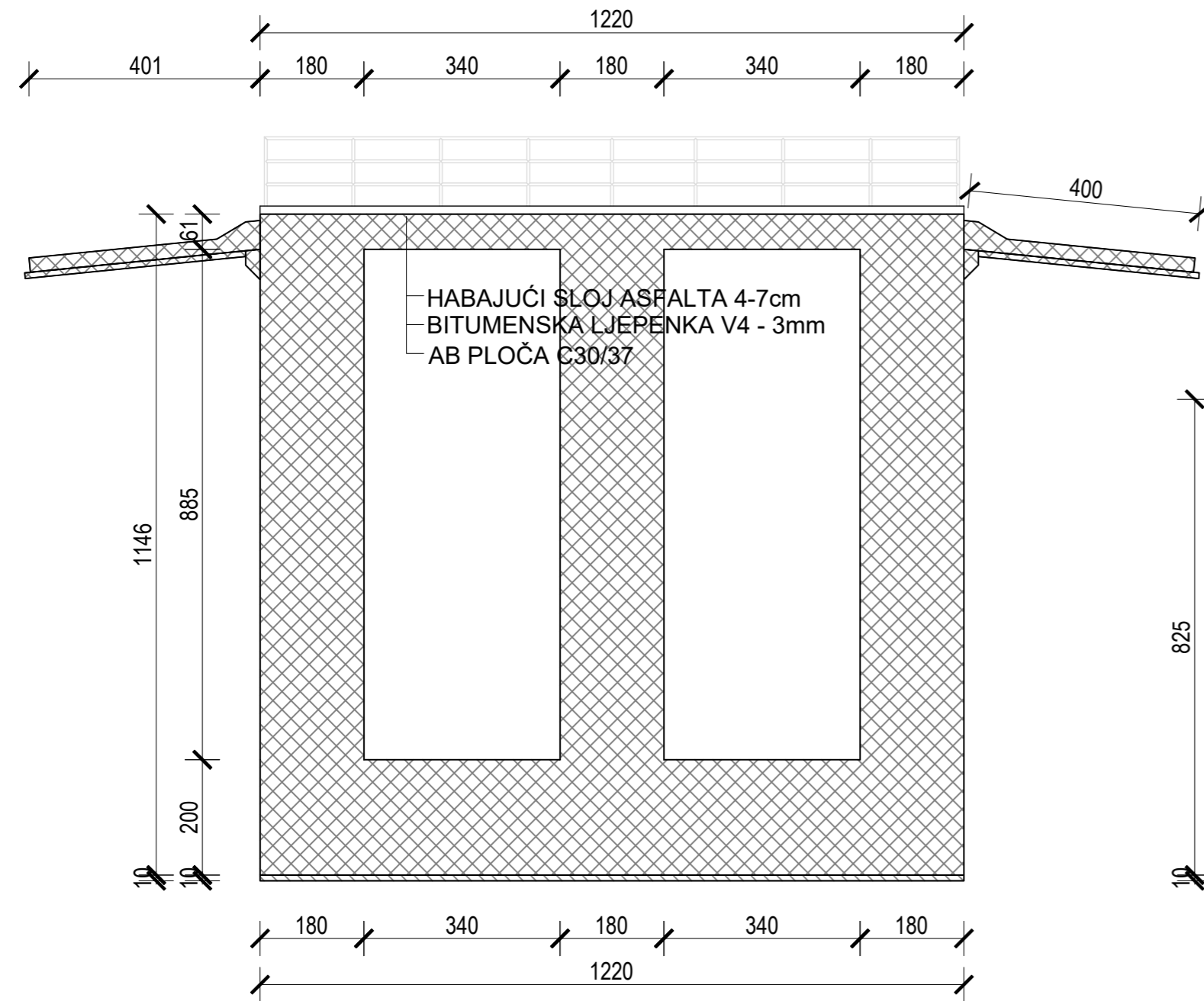


DETALJ OGRADE MJ 1:10

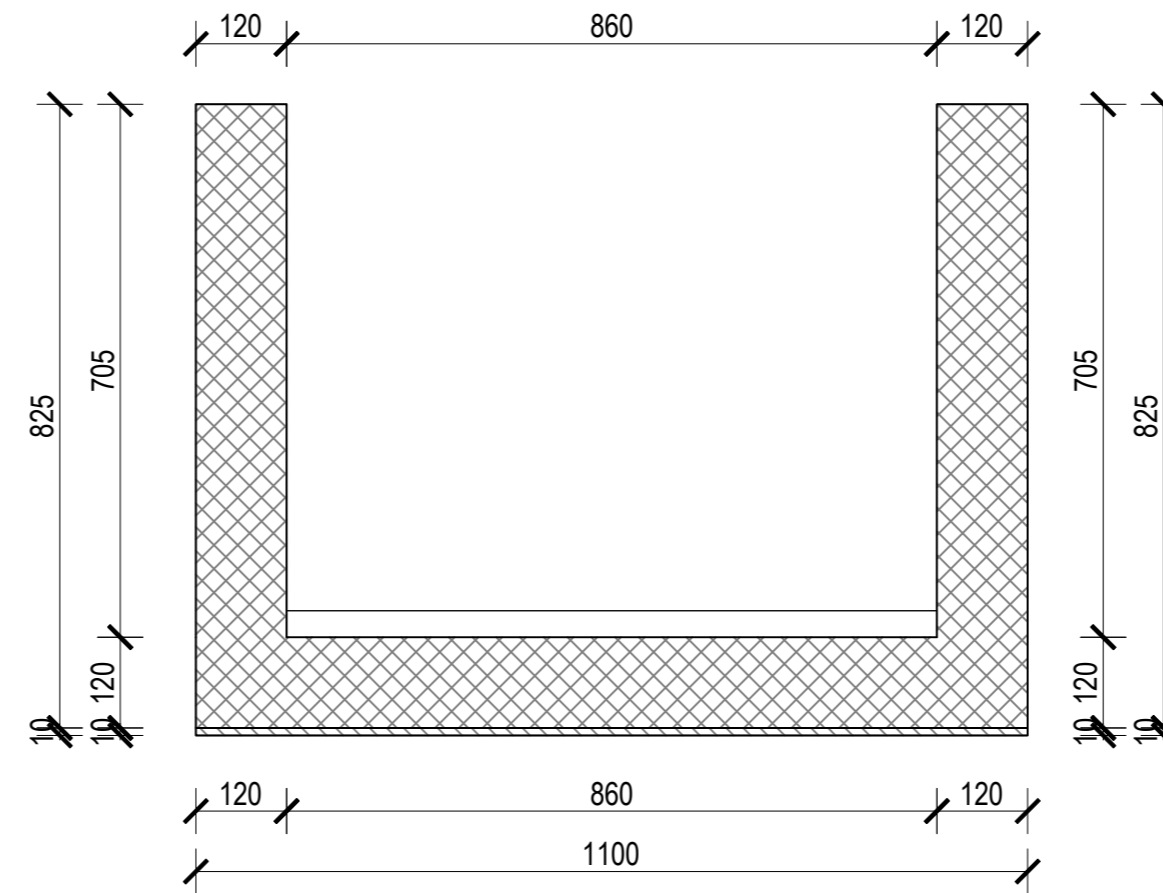


VPB VODOPRIVREDNO-PROJEKTI BIRO d.d.			
Podnositelj zahtjeva: HRVATSKE VODE, Zagreb, Ulica grada Vukovara 220			
Projekt: IZGRADNJA DESNOG NASIPA KORANE, DESNOG NASIPA KUPE I PROKOPA KORANA-KUPA S NASIPIMA I RJEŠENJEM ODVODNJE NA PODRUČJU GORNJEG MEKUŠJA TE IZGRADNJA CESTOVNOG MOSTA PREKO PROKOPA - 4. i 5. faza izgradnje: PROKOP KORANA-KUPA S PRATEĆIM OBJEKTIMA			
Zahvat u prostoru: NASIP 4 - NASIP UZ LIJEVU OBALU KORANE S NASUTOM PREGRADOM KORITA RIJEKE			
Oznaka projekta: VPB-TGP-20-0003	Razina razrade: GLAVNI PROJEKT	Strukovna odrednica: GRAĐEVINSKI PROJEKT	R. br. mape: 10
Projektant: Robert Alar dipl.ing.građ.		Priraz izradio: Robert Alar dipl.ing.građ.	
Sadržaj prikaza: POPREČNI PRESJECI UPUSNE GRAĐEVINE C-C, D-D, E-E			
Mjesto i datum izrade: ZAGREB, travanj 2023.	Br. ispravka: 1	Mjerilo: 1:100	Br. prikaza: 3.2.
			List: 1

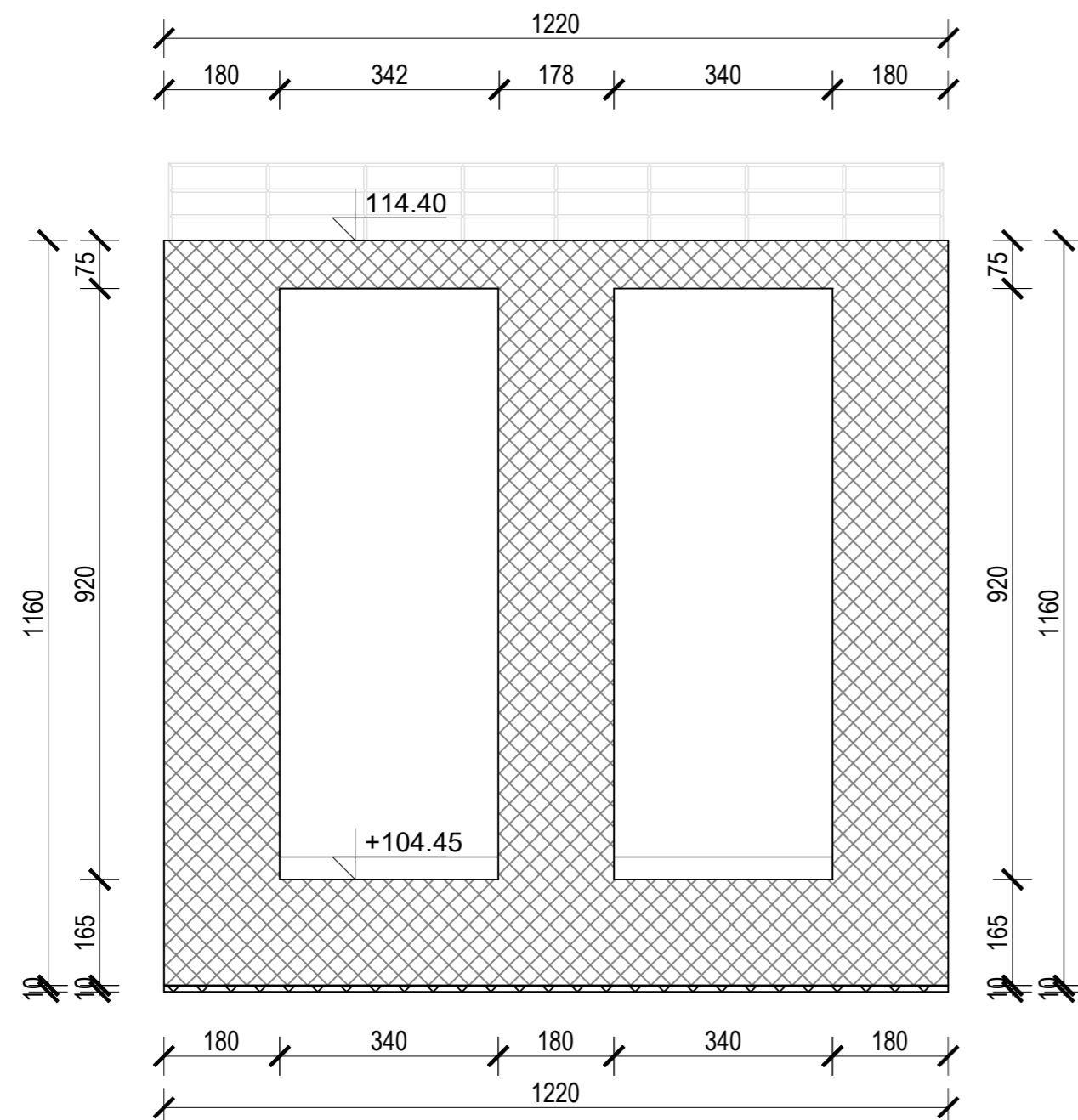
PRESJEK F-F



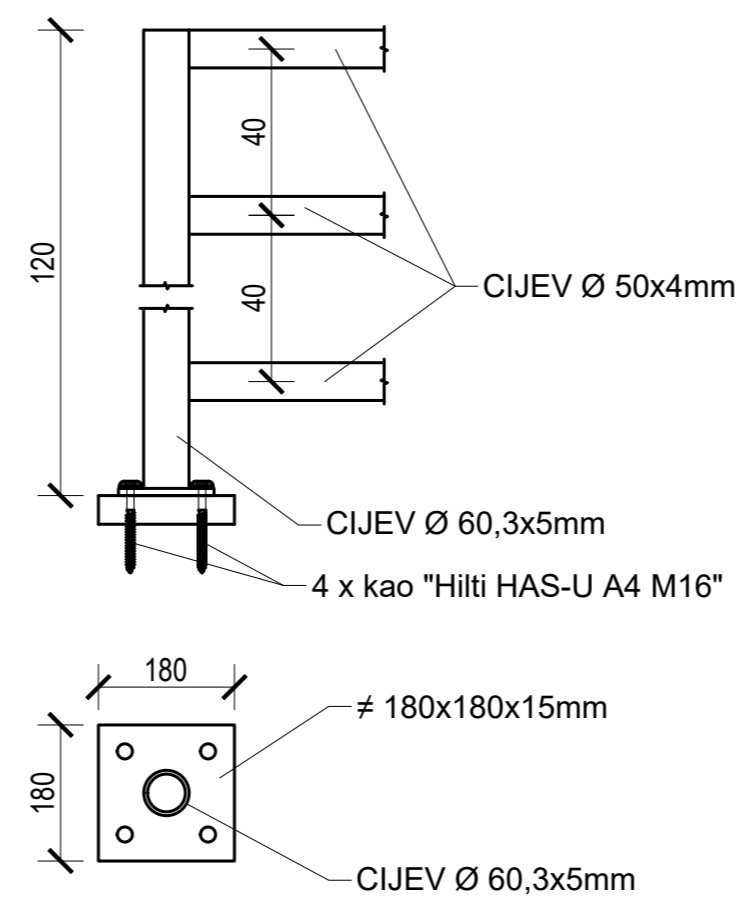
PRESJEK H-H



PRESJEK G-G



DETALJ OGRADE MJ 1:10



VPB VODOPRIVREDNO-PROJEKTI BIRO d.d.			
Podnositelj zahtjeva: HRVATSKE VODE, Zagreb, Ulica grada Vukovara 220			
Projekt: IZGRADNJA DESNOG NASIPA KORANE, DESNOG NASIPA KUPE I PROKOPA KORANA-KUPA S NASIPIMA I RJEŠENJEM ODVODNJE NA PODRUČJU GORNJEG MEKUŠJA TE IZGRADNJA CESTOVNOG MOSTA PREKO PROKOPA - 4. i 5. faza izgradnje: PROKOP KORANA-KUPA S PRATEĆIM OBJEKTIMA			
Zahvat u prostoru: NASIP 4 - NASIP UZ LIJEVU OBALU KORANE S NASUTOM PREGRADOM KORITA RIJEKE			
Oznaka projekta: VPB-TGP-20-0003	Razina razrade: GLAVNI PROJEKT	Strukovna odrednica: GRAĐEVINSKI PROJEKT	R. br. mape: 10
Projektant: Robert Alar dipl.ing.grad.		Priraz izradio: Robert Alar dipl.ing.grad.	
Sadržaj prikaza: POPREČNI PRESJECI UPUSNE GRAĐEVINE F-F, G-G, H-H			
Mjesto i datum izrade: ZAGREB, travanj 2023.	Br. ispravka: 1	Mjerilo: 1:100	Br. prikaza: 3.3.
			List: 1