

*Projekt:***PREGRAĐA BRODARCI S VODNIM GRAĐEVINAMA NA KANALU  
KUPA-KUPA, RIJEKAMA KUPI I DOBRI I RETENCIJI KUPČINI**  
**ETAPA 3: RADOVI NA KANALU KUPA-KUPA I ISTOČNI NASIP  
RETENCIJE KUPČINA***Građevina / Dio građevine:***ISTOČNI NASIP RETENCIJE KUPČINE – ARMIRANOBETONSKI  
OBJEKTI**

<i>Investitor:</i>	<b>Hrvatske vode</b> 10000 Zagreb, Ulica grada Vukovara 220 OIB: 28921383001			
<i>Lokacija:</i>	<b>Zagrebačka županija, k.o. Donja Kupčina</b>			
<i>Razina razrade:</i>	<b>Glavni projekt</b>	<i>R. br. mape:</i> <b>4</b>	<i>R. br. sveska:</i> <b>1</b>	<i>Br. izmjene:</i> <b>0</b>
<i>Strukovna odrednica:</i>	<b>Građevinski projekt</b>	<i>Mjesto i datum:</i>	<b>Zagreb, prosinac 2024. g.</b>	
<i>Oznaka mape:</i>	<b>VPB-TGP-22-0009-3</b>	<i>ZOP:</i>	<b>O89.03</b>	

*Glavni projektant:*  
**Nenad Heček**  
dipl.ing.građ.  
G 2995*Projektant:*  
**Mario Merlin**  
struč.spec.ing.aedif.  
G 6992*Direktor:*  
**Enes Obarčanin**  
dipl.ing.građ.

## PREGLEDNI LIST MAPE

Izrađivač:	<b>Vodoprivredno-projektni biro d.d.</b> 10000 Zagreb, Ulica grada Vukovara 271 OIB: 35069807615
Investitor:	<b>Hrvatske vode</b> 10000 Zagreb, Ulica grada Vukovara 220 OIB: 28921383001
Projekt:	<b>Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupa i Dobri i retenciji Kupčini</b>  <b>ETAPA 3: Radovi na kanalu Kupa-Kupa i Istočni nasip retencije Kupčina</b>
Broj ugovora:	<b>VPB-KUG-22-0025</b>
Građevina / Dio građevine:	<b>Istočni nasip retencije Kupčine – armiranobetonski objekti</b>
Lokacija:	<b>Zagrebačka županija, k.o. Donja Kupčina</b>
Razina razrade:	<b>Glavni projekt</b>
Strukovna odrednica:	<b>Građevinski projekt</b>
Oznaka mape:	<b>VPB-TGP-22-0009-3</b>
Redni broj mape:	<b>4</b>
Redni broj sveska:	<b>1</b>
Zajednička oznaka projekta (ZOP):	<b>O89.03</b>
Glavni projektant:	<b>Nenad Heček, dipl.ing.građ., G 2995</b>
Projektant :	<b>Mario Merlin, struč.spec.ing.aedif., G 6992</b>
Suradnici na izradi mape:	<b>Vilim Špoljarić, dipl.ing.građ.</b> <b>Drago Prkačin, struč.spec.ing.aedif.</b>
Mjesto i datum:	<b>Zagreb, prosinac 2024. g.</b>
Broj izmjene:	<b>0</b>
Direktor:	<b>Enes Obarčanin, dipl.ing.građ.</b>

## POPIS MAPA S PROJEKTANTIMA I SURADNICIMA

### POPIS PROJEKTNIH MAPA:

R.br. mape	Oznaka projektne mape	Naziv projektne mape	Projektanti
1	G3-O89.03.01-G01.0	OPĆI DIO	Nenad Heček, dipl.ing.građ. G 2995
2	VPB-TGP-22-0009-1	ISTOČNI NASIP RETENCIJE KUPČINA - PROJEKT TRASE NASIPA	Darko Jelašić, dipl.ing.građ. G 160
3	VPB-TGP-22-0009-2	ISTOČNI NASIP RETENCIJE KUPČINA - GEOTEHNIČKI PROJEKT	Ante Jerković, mag.ing.aedif. G 5067
<b>4</b>	<b>VPB-TGP-22-0009-3</b>	<b>ISTOČNI NASIP RETENCIJE KUPČINA - ARMIRANOBETONSKI OBJEKTI</b>	<b>Mario Merlin, struč.spec.ing.aedif. G 6992</b>
5	72160-734/22-GP	RUŠENJE LIJEVOG NASIPA KANALA KUPA- KUPA	Nina Stanišić Bukvić, mag.ing.aedif. G 4690
6	G3-O89.03.01-G02.0	NADVIŠENJE DESNOG NASIPA KANALA KUPA-KUPA	Janja Kelić, mag.ing.aedif. G 5633
7	TD KA10/23	PROJEKT KRAJOBRAZNOG UREĐENJA	Ivan Juratek , mag.ing.prosp.arch. KA 46

## SADRŽAJ MAPE

<b>PREGLEDNI LIST MAPE</b> .....	<b>1</b>
<b>POPIS MAPA S PROJEKTANTIMA I SURADNICIMA</b> .....	<b>2</b>
<b>SADRŽAJ MAPE</b> .....	<b>3</b>
<b>IZJAVA PROJEKTANTA</b> .....	<b>6</b>
<b>1. TEHNIČKI OPIS</b> .....	<b>1-1</b>
1.1 UVOD .....	1-1
1.2 KONSTRUKCIJA.....	1-1
1.2.1 Grube rešetke .....	1-1
1.3 STROJARSKA OPREMA.....	1-2
1.3.1 Zidna pločasta zapornica.....	1-2
<b>2. GEOSTATIČKI PRORAČUN TEMLJENOG TLA</b> .....	<b>2-3</b>
2.1 Uvod .....	2-3
2.2 Osvrt na geotehničke istražne radove.....	2-4
2.3 Sastav i svojstva temeljnog tla .....	2-5
2.4 Odabir projektnog rješenja temeljenja građevine.....	2-11
2.5 Analiza procjeđivanja projektnog rješenja.....	2-13
2.6 Analiza deformacija .....	2-15
<b>3. MEHANIČKA OTPORNOST I STABILNOST USTAVE ZNANOVIT</b> .....	<b>3-1</b>
3.1 Karakteristike gradiva ustave i zaštitni slojevi .....	3-1
3.2 Analiza opterećenja na ustavu .....	3-2
3.2.1 Vlastita težina nosive konstrukcije.....	3-2
3.2.2 Pritisak tla .....	3-2
3.2.3 Horizontalni pritisak tla zbog utjecaja zbijanja .....	3-2
3.2.4 Pritisak vodom .....	3-2
3.2.5 Prometno opterećenje .....	3-2
3.2.6 Vertikalno opterećenje zatvarača ustave.....	3-3
3.2.7 Seizmičko opterećenje.....	3-3
3.3 Pregled usvojenih pojedinačnih slučajeva opterećenja.....	3-5
3.4 DIMENZIONIRANJE USTAVE .....	3-6
3.4.1 Dimenzioniranje cijevnog propusta.....	3-7
3.4.2 Dimenzioniranje regulacijske građevine .....	3-34
3.4.3 Dimenzioniranje uljevne i izljevne građevine.....	3-72
3.5 DIMENZIONIRANJE NOSIVE KONSTRUKCIJE GRUBE REŠETKE RASPONA 2200 mm.....	3-96
3.5.1 Općenito.....	3-96
3.5.2 Konceptija oblikovanja grube rešetke .....	3-96
3.5.3 Opis elemenata grube rešetke.....	3-97
3.5.4 DJELOVANJA NA GRUBU REŠETKU.....	3-97
3.5.5 NUMERIČKI MODEL GRUBE REŠETKE .....	3-99
3.5.6 PROVJERA MEHANIČKE OTPORNOSTI I STABILNOSTI ČELIČNE LAMELE .....	3-106

3.5.7 PRORAČUN SIDRENJA REŠETKE U ARMIRANOBETONSKU KONSTRUKCIJU ..	3-117
<b>4. PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE .....</b>	<b>4-127</b>
4.1 OPĆI PODACI I DEFINICIJE .....	4-127
4.1.1 PRIMJENA OPĆIH TEHNIČKIH UVJETA .....	4-127
4.1.2 KONTROLNA ISPITIVANJA .....	4-128
4.2 PRIPREMNI RADOVI .....	4-129
4.2.1 GEODETSKI RADOVI .....	4-129
4.2.2 ČIŠĆENJE I PRIPREMA TERENA .....	4-129
4.2.3 LOCIRANJE I ZAŠTITA KOMUNALNIH I DRUGIH PRIKLJUČAKA .....	4-130
4.3 ZEMLJANI RADOVI .....	4-130
4.3.1 HUMUS .....	4-130
4.3.2 ŠIROKI ISKOP .....	4-131
4.3.3 ISKOPI ZA TEMELJE I GRAĐEVNE JAME .....	4-132
4.3.4 UREĐENJE TEMELJNOG TLA .....	4-133
4.4 TEHNIČKI UVJETI ZA BETONSKU I ARMIRANOBETONSKU KONSTRUKCIJU .....	4-134
4.4.1 OPĆENITO .....	4-134
4.4.2 KONTROLA KVALITETE .....	4-136
4.4.3 KONTROLA KVALITETE MATERIJALA .....	4-136
4.4.4 PROVJERA SUKLADNOSTI .....	4-136
4.4.5 NADZOR NAD IZVOĐENJEM .....	4-137
4.4.6 MATERIJALI .....	4-137
4.4.7 RAZREDBA BETONA - SPECIFIKACIJE BETONA .....	4-140
4.4.8 SASTAV BETONSKIH MJEŠAVINA .....	4-140
4.4.9 ISPORUKA SVJEŽEG BETONA .....	4-140
4.4.10 SKELE I OPLATE .....	4-142
4.4.11 ARMATURA I UGRADNJA ARMATURE .....	4-143
4.4.12 BETONIRANJE .....	4-144
4.5 GEOTEKSTIL .....	4-148
4.6 OSTALA GRADIVA I OPREMA .....	4-151
4.7 NADZOR .....	4-155
4.8 MJERE U SLUČAJU NESUKLADNOSTI .....	4-155
4.9 MJERE ZAŠTITE OD POŽARA .....	4-156
4.10 MJERE ZAŠTITE NA RADU .....	4-156
4.10.1 TEHNIČKE MJERE ZAŠTITE NA RADU U VRIJEME IZVEDBE GRAĐEVINE .....	4-157
4.10.2 PROMET U KRUGU GRADILIŠTA .....	4-158
4.10.3 OGRADA GRADILIŠTA .....	4-158
4.10.4 RADNE PROSTORIJE GARDEROBA, SANITARNI ČVOR .....	4-158
4.10.5 PROMETNE KOMUNIKACIJE EVAKUACIJSKI PUTOVI I NUŽNI IZLAZI .....	4-158
4.10.6 NAČIN RAZMJEŠTAJA I SKLADIŠTENJE MATERIJALA .....	4-159
4.10.7 MJESTO ZA ČUVANJE I SKLADIŠTENJE OPASNOG ZAPALJIVOG I EKSPLOZIVNOG MATERIJAL .....	4-159
4.10.8 MANIPULACIJA RAZNIM VRSTAMA MATERIJALA .....	4-159
4.10.9 OSIGURANJE OPASNIH MJESTA .....	4-159
4.10.10 RAD U BLIZINI OPASNIH PLINOVA .....	4-160
4.10.11 ENERGETSKI VODOVI I ELEKTRIČNE INSTALACIJE .....	4-160
4.10.12 ZAŠTITA RADNIKA OD PADA SA VISINE .....	4-161

4.10.13	ZAŠTITA RADNIKA PRI RADOVIMA ISKOPA.....	4-161
4.10.14	ZAŠTITA RADNIKA PRI RUŠENJU ODNOSNO RASTAVLJANJU OBJEKATA.....	4-161
4.10.15	ZAJEDNIČKIH MJERA ZA PROVEDBU ZAŠTITE NA RADU NA RADILIŠTU .	4-161
4.10.16	POPIS ISPRAVA, EVIDENCIJA I UPUTA IZ ZAŠTITE NA RADU, KOJE SE MORAJU ČUVATI STALNO NA GRADILIŠTU .....	4-162
4.10.17	Popis propisa .....	4-163
<b>5.</b>	<b>POSEBNI TEHNIČKI UVJETI I GOSPODARENJE OTPADOM.....</b>	<b>5-1</b>
5.1	POSEBNI TEHNIČKI UVJETI GRADNJE .....	5-1
5.2	NAČIN ZBRINJAVANJA GRAĐEVNOG OTPADA .....	5-1
<b>6.</b>	<b>ISKAZ PROCIJENJENIH TROŠKOVA GRAĐENJA .....</b>	<b>6-1</b>
6.1	Iskaz procijenjenih troškova građenja predmetnog dijela građevine .....	6-1
<b>7.</b>	<b>GRAFIČKI PRIKAZI .....</b>	<b>1</b>

## **7.GRAFIČKI PRIKAZI**

### **NASLOVNA STRANICA GRAFIČKIH PRIKAZA**

.....G-1

### **SADRŽAJ GRAFIČKIH PRIKAZA**

.....G-2

#### **1.1. Situacija na TK25**

#### **1.2. Situacija na HOK-u**

#### **1.3. Situacija građevine na DOF-u**

#### **2.1. Ustava Znanovit - tlocrt i presjek 1-1**

#### **2.2. Ustava Znanovit - uzdužni presjek**

#### **2.3. Ustava Znanovit - Presjeci A-A, B-B, C-C i D-D**

#### **2.4. Ustava Znanovit - Presjeci E-E, F-F, i G-G**

#### **2.5. Ustava Znanovit - Presjeci H-H, I-I, i J-J**

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:	<b>Hrvatske vode</b> 10000 Zagreb, Ulica grada Vukovara 220 OIB: 28921383001
Projekt:	<b>Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčini</b>
Građevina / Dio građevine:	<b>ETAPA 3: Radovi na kanalu Kupa-Kupa i Istočni nasip retencije Kupčina</b> <b>Istočni nasip retencije Kupčine – armiranobetonski objekti</b>
ZOP:	<b>O89.03</b>
Strukovna odrednica:	<b>Građevinski projekt</b>
Oznaka mape:	<b>VPB-TGP-22-0009-3</b>
Redni broj mape:	<b>4</b>
Projektant:	<b>Mario Merlin, struč. spec. ing. aedif., G 6992</b>
Broj izmjene:	<b>0</b>
Mjesto i datum:	<b>Zagreb, prosinac 2024. g.</b>

Izjavljujem da je ovaj glavni projekt izrađen u skladu s:

- lokacijskom dozvolom (KLASA: UP/I-350-05/21-01/000024; URBROJ: 531-06-02-02/01-22-0014, izdana od Ministarstva prostornog uređenja, graditeljstva i državne imovine, u Zagrebu 7.3.2022. godine.),
- Rješenjem o produženju važenja lokacijske dozvole Klasa: UP/I-350-05/24-01/000039, Urbroj: 531-08-2-1-1-24-0005 izdanim od Ministarstva prostornog uređenja, graditeljstva i državne imovine, Uprave za prostorno uređenje i dozvole državnog značaja, Sektor lokacijskih dozvola i investicija od 28.5.2022,
- i lokacijskim uvjetima određenima tom dozvolom
- Rješenjem o prihvatljivosti sustava zaštite od poplava karlovačko-sisačkog područja, I. faza – karlovačko područje za okoliš i ekološku mrežu izdanim od Ministarstva zaštite okoliša i energetike Klasa: UP/I-351-03/18-02/49, Urbroj: 517-03-1-2-19-35 od 6.8.2019.,
- Zakonima i 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),  
Zakon o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17, 114/18, 39/19),  
Zakon o vodama (NN 153/09, 130/11, 56/13, 14/14, 46/18),  
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),  
Zakon o zaštiti prirode (NN 80/13, 15/18, 14/19),  
Zakon o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/13, 73/1, 14/19),  
Zakon o zaštiti na radu (NN 71/14, 118/14, 154/14, 94/18, 96/18),

Zakon o zaštiti od buke (NN 30/09, 55/13, 153/13, 41/16, 114/18),  
Zakon o zaštiti od požara (NN 92/10),  
Zakon o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje (NN 78/15 i 118/18),  
Zakon o cestama (NN 84/11, 22/13, 54/13, 148/13, 92/14),  
Zakon o sigurnosti prometa na cestama (NN 67/08, 48/10, 74/11, 80/13, 158/13, 92/14,  
64/15,108/17),  
Pravilnik o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina (NN 64/14, 41/15, 105/15,  
61/16, 20/17),  
Pravilnik o kontroli projekata (NN 32/14),  
Pravilnik o mjernim jedinicama (NN 88/15),  
Pravilnik o vrsti objekata namijenjenih za rad kod kojih inspekcija rada sudjeluje u  
postupku izdavanja građevnih dozvola i u tehničkim pregledima izgrađenih objekata (NN  
48/97),  
Pravilnik o zaštiti na radu za mjesta rada (NN 29/13),  
Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave (NN  
145/04, 46/08),  
Pravilnik o zahvatima u prostoru u kojima tijelo nadležno za zaštitu od požara ne sudjeluje  
u postupku izdavanja rješenja o uvjetima građenja, odnosno lokacijske dozvole (NN  
115/11),  
Pravilnik o uvjetima za vatrogasne pristupe (NN 35/94, 55/94, 142/03),  
Pravilnik o gospodarenju otpadom (NN 117/17),  
Pravilnik o katalogu otpada (NN 90/15),  
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 33/05, 64/05,  
155/05, 14/11),  
Pravilnik o održavanju građevina ( NN 122/14, 98/19),  
Tehnički propis za građevinske konstrukcije (17/17)  
te ostali važeći zakonski i podzakonski propisi i dokumenti na koje upućuju navedeni  
propisi ili su na temelju njih doneseni.

: *Projektant:*  
Mario Merlin  
struč.spec.ing.aedif.

Zagreb, 2.12.2024.



## TEKSTUALNI DIO

# 1. TEHNIČKI OPIS

## 1.1 UVOD

Na mjestu prelaska nasipa preko korita vodotoka Znanovita, u stac. nasipa 2+085,00 predviđena je izgradnja ustave Znanovit. Pri funkcioniranju u normalnim uvjetima ustava je otvorena, dok se zatvara u slučaju pojave velikih voda i punjenja retencije Kupčine.

## 1.2 KONSTRUKCIJA

Ustava je koncipirana kao armiranobetonski cijevni propust kvadratnog protjecajnog profila veličine 2 x 2 m s armiranobetonskom regulacijskom građevinom u kojoj je ugrađena pločasta zapornica s mehanizmom na ručnim pogon. U uzdužnom smjeru ustave imamo dvosmjerni pad nivelete kanala koji počinje od regulacijske građevine i središnjeg cijevnog segmenta prema uljevnoj i izljevnoj građevini u padu cca 1,0 posto. Ovaj vertikalni profil nivelete kanala ustave je rezultat nadvišenja segmenata ustave uslijed očekivanih slijeganja. Regulacijska građevina i 3. segment cijevnog propusta su nadvišeni 12cm u odnosu na idealnu niveletu kanala i nemaju uzdužni pad. Preostali cijevni segmenti su izvedeni sa uzdužnim nagibom cca 1% od nadvišenog centra ustave prema uljevnoj odnosno izljevnoj građevini koje nisu nadvišene. Pristup unutrašnjosti regulacijske građevine omogućen je kroz otvor na njoj pokrovnoj armiranobetonskoj ploči sidrenim čeličnim vertikalnim ljestvama s leđobranom. Na krajevima cijevovoda, obostrano, nalaze se uljevna, odnosno izljevna armiranobetonska građevina jednake konstrukcije. Uljevna i izljevna građevina opremljene su zaštitnom čeličnom rešetkom za zadržavanje plutajućih predmeta u vodotoku, odnosno spriječiti fizički ulazak u ustavu. U izvanrednim okolnostima dotok vode u cijevni propust ustave moguće je spriječiti postavljanjem šandorovih greda u predviđene utore na zidovima ulazne/izlazne građevine. Servisni pristup zapornici u ustavi je omogućen otvorom i penjalicama na regulacijskoj građevini.

### 1.2.1 Grube rešetke

Sa obje strane štitimo ulaz u ustavu sa plošnom rešetkama. Dimenzije rešetke iznose 220 x 200 cm. Rešetka se izvodi od lamela 12x100 mm na osnovom razmaku od 100 mm, a 500mm u poprečnom smjeru. Rešetka štiti ustavu od nakupljanja nanosa, te omogućuje pravilno funkcioniranje zapornice

## 1.3 STROJARSKA OPREMA

### 1.3.1 Zidna pločasta zapornica

Namjena zapornice je zaštita u slučaju pojave visokih voda. Dimenzije zapornice su : širina 2000 mm, visina 2000 mm, brtvljenje na sve četiri strane, dubina ugradnje cca 7,0 m, radni tlak 0,7 bara. Podizanje/spuštanje vrata zapornice se izvodi ručno putem reduktora i ručnog kola.

Zapornica se sastoji od slijedećih glavnih dijelova: nosive čelične konstrukcije, vodilice, vrata, brtvi, navojnog vretena i matice za podizanje vrata, zaštite navojnog vretena, ručnog pogona sa reduktorom za podizanje/spuštanje vrata. Uz zapornicu se ugrađuju pomoćni uređaji kao što su: mehanički zaustavljač, uređaj za zaključavanje, pozicioneri, krajnji/blizinski prekidači.

Ručna zapornica i čelične nosive konstrukcije trebaju biti izrađeni iz CrNi čelika (alternativno se može uzeti crni čelik odgovarajuće antikorozivno zaštićen).

: *Projektant:*

Mario Merlin  
struč.spec.ing.aedif.

## 2. GEOSTATIČKI PRORAČUN TEMLJENOG TLA

### 2.1 Uvod

Ustava Znanovit nalazi se na mjestu prelaska nasipa preko korita vodotoka Znanovita, u stac. nasipa 2+085,00. Pri funkcioniranju u normalnim uvjetima ustava je otvorena, dok se zatvara u slučaju pojave velikih voda i punjenja retencije Kupčine.

Ustava je koncipirana kao armiranobetonski cijevni propust kvadratnog protjecajnog profila veličine 2 x 2 m s armiranobetonskom regulacijskom građevinom.

Za potrebe uvida u inženjerskogeološke značajke temeljnog tla izrađen je: Geotehnički izvještaj istražnih radova za istočni nasip retencije Kupčina, Institut IGH d.d., oznaka evidencije: 72370-52/2019, Zagreb, siječanj 2020. godine.

Istražni radovi za potrebe elaborata provedeni su u razdoblju od travnja do prosinca 2019. godine. Ukupno je rotacionom tehnikom i kontinuiranim vađenjem jezgre uz pomoć zaštitnih cijevi te bušaćim krunama izvedeno 33 bušotine različiti dubina.

U svim bušotinama izvedena su ispitivanja zbijenosti tla standardnim penetracijskim pokusom (SPP) u dubinskim intervalima 2-3 m.

Uz to napravljena je terenska USCS klasifikacija jezgre uz praćenje razina podzemnih voda tijekom i nakon bušenja, jezgra je tijekom bušenja fotografirana i uzeti su reprezentativni uzorci za laboratorijska ispitivanja.

Uzorci su isti dan dopremljeni u ispitni laboratorij, gdje je proveden zadan program ispitivanja.

Na poremećenim i neporemećenim uzorcima tla napravljena ispitivanja vlažnosti, granice tečenja, plastičnosti i indeksa plastičnosti, gustoće čvrstih čestica, granulometrijska analiza, posmična čvrstoća tla, jednodimenzionalna konsolidacija tla, jednoosna tlačna čvrstoća tla i vodopropusnost tla.

## 2.2 Osvrt na geotehničke istražne radove

Na temelju inženjerskogeološkog kartiranja i istražnog bušenja na području trase nasipa mogu se izdvojiti tri osnovna tipa naslaga koji predstavljaju sastavni dio podloge budućeg nasipa i to:

I. prvi tip naslaga rasprostire se od bušotine IN-1A do IN-7A  
( od st.km 0+0.00 do ~1+848,00),

II. drugi tip naslaga zahvaća područje od bušotine IN-8A do IN-10A  
(st.km ~1+848,00 do ~2+382,00),

III. treći tip naslaga zahvaća bušotine IN-9A do IN-18 (st.km ~2+382,00 do 4+720,72).

Ustava Znanovit nalazi se na u stac. nasipa 2+085,00 i u drugom tipu naslaga prema geomehaničkom elaboratu .

Drugi tipa naslaga koji zahvaća područje trase budućeg nasipa od ~1+848,00 do ~2+382,00 s izbušenim bušotinama IN-8A do IN-10B, uključujući geofizičke profile GT\_KUP-5, GT\_KUP-6 i GT\_KUP-7 odnosi se na građu terena odnosno dijela temeljnog tla.

Neposredno ispod pokrovnog sloja humusa debljine od 0,10 m do 0,30 m registrirane su naslage gline (CH,CL) visoke do niske plastičnosti, lako do teško gnječivog, mjestimično u gornjim dijelovima intervala polučvrstog konzistentnog stanja, debljine od 3,10 do 5,30 m dok su SPP ispitivanja nalaze u intervalu od 4 do 18 udaraca. Kao i u prvom tipu nasipa unutar naslaga gline registrirani su tanji intervali odnosno proslojci do leće glinovitog pijeska (SC) kao i karbonatne kongrecije.

Dublje od 3,30 m do 8,00 m slijede naslage prahovitog pijeska (SM, SP-SM, SW-SM) mjestimično s sitnim valuticama šljunka, rahle do srednje zbijenosti žuto sive do sive boje. Rezultati SPP ispitivanja su unutar intervala 4 i 10 udaraca.

Podinu predstavljaju sedimenti gline visoke plastičnosti (CH) srednje do teško gnječivog konzistentnog stanja, debljine oko desetak metara (na osnovu dubljih bušotina IN-10A i IN-10B), dok je pri kraju intervala bušenja registriran pjeskovit prah i pijesak srednje zbijenosti.

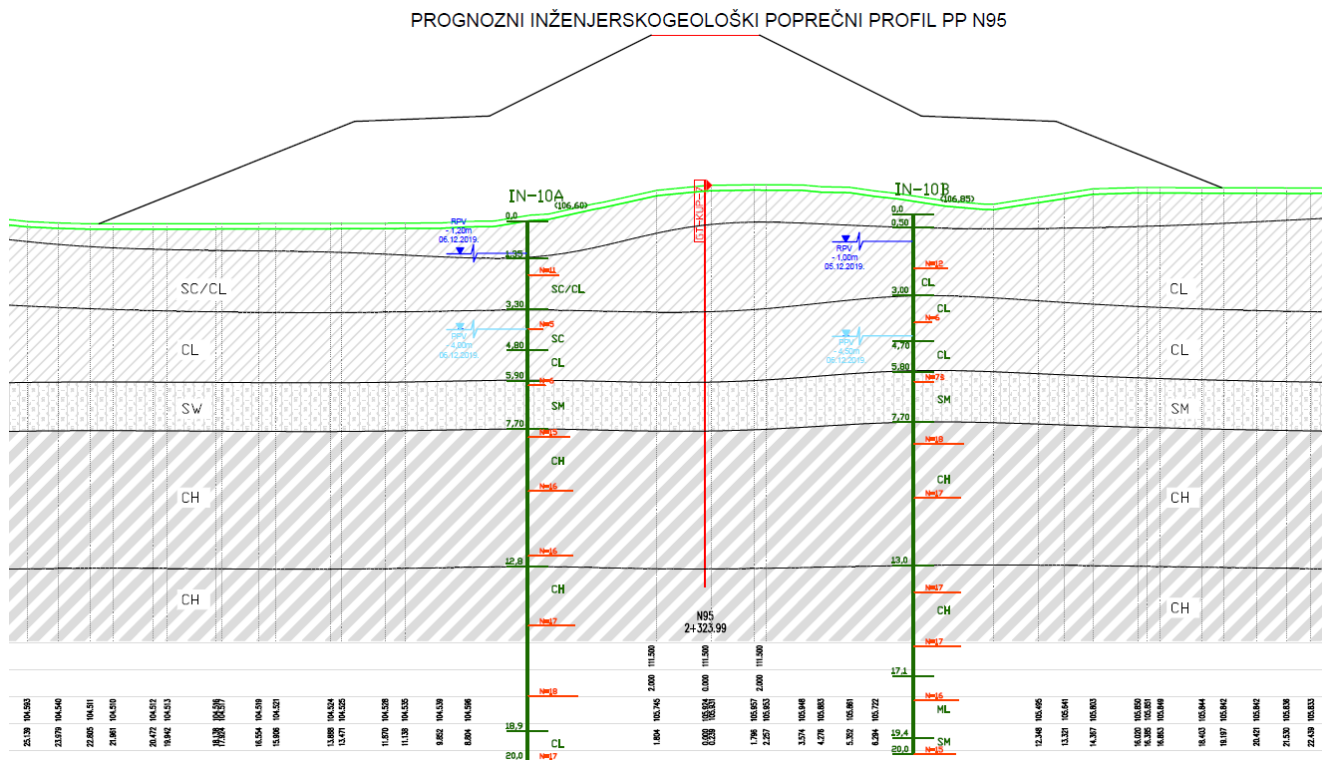
U naslagama gline pojavljuju se i tanji intervali do leće pijeska s tragovima vapnenih kongrecija. Naslage gline su tamno sive do plavo sive i zeleno sive boje. Rezultati SPP ispitivanja nalaze se u intervalu od 7 do 18 udaraca.

Pojava podzemne vode zabilježena je u intervalu od -2,70 m do -4,50 m dok je razina podzemne vode iznosila od -0,60 m do -1,20 m od površine terena.

Na osnovu laboratorijskih ispitivanja poremećenih i neporemećenih uzoraka dobivene su Attebergove granice koje se kreću u intervalima od  $W_p = 14,43 - 32,23\%$ ,  $W_L = 24,17 - 87,79\%$ ,  $I_p = 3,13$  do  $64,31\%$ , vlažnost od 20,7 do 48,0%, gustoća čvrstih čestica od 2,62 g/cm<sup>3</sup>, posmična čvrstoća u rasponu od  $c = 8,5 - 34,0$  kPa,  $\phi = 23,0 - 30,5^\circ$ , koeficijent vodopropusnosti :  $k = 4,60 \cdot 10^{-9} - 2,73 \cdot 10^{-7}$  cm/s dok je modul stižljivosti opterećenja 200-400 kPa: 10,88 - 22,58 MPa.

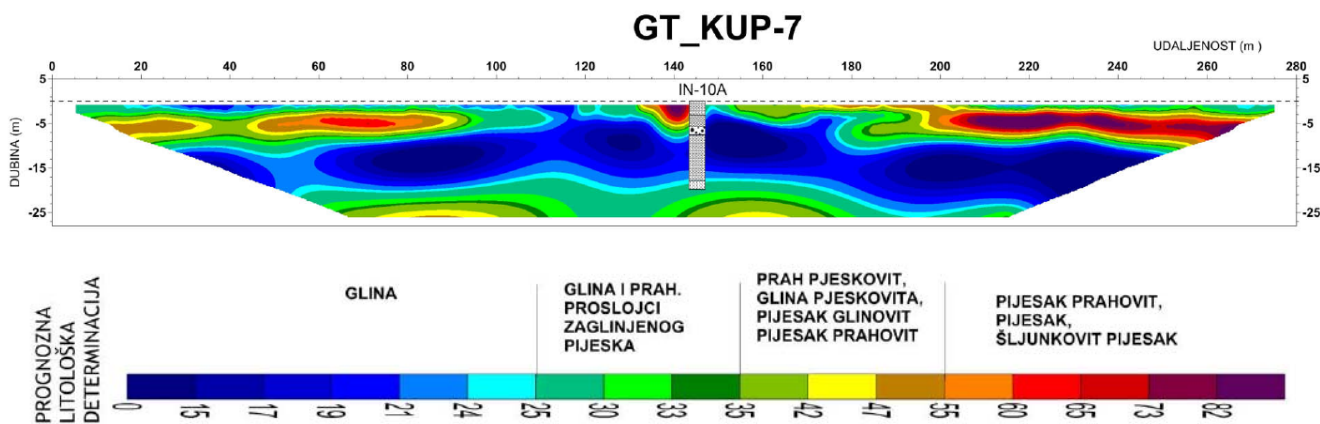
## 2.3 Sastav i svojstva temeljnog tla

Na profilu ustave Znanovit izvedene su dvije geotehničke bušotine svaka dubine 20,00 m (IN-10A i IN-10B). Na temelju istražnog bušenja izrađen je prognozirani inženjerskogeološki poprečni profil PP N95 koji je prikazan na slici u nastavku.

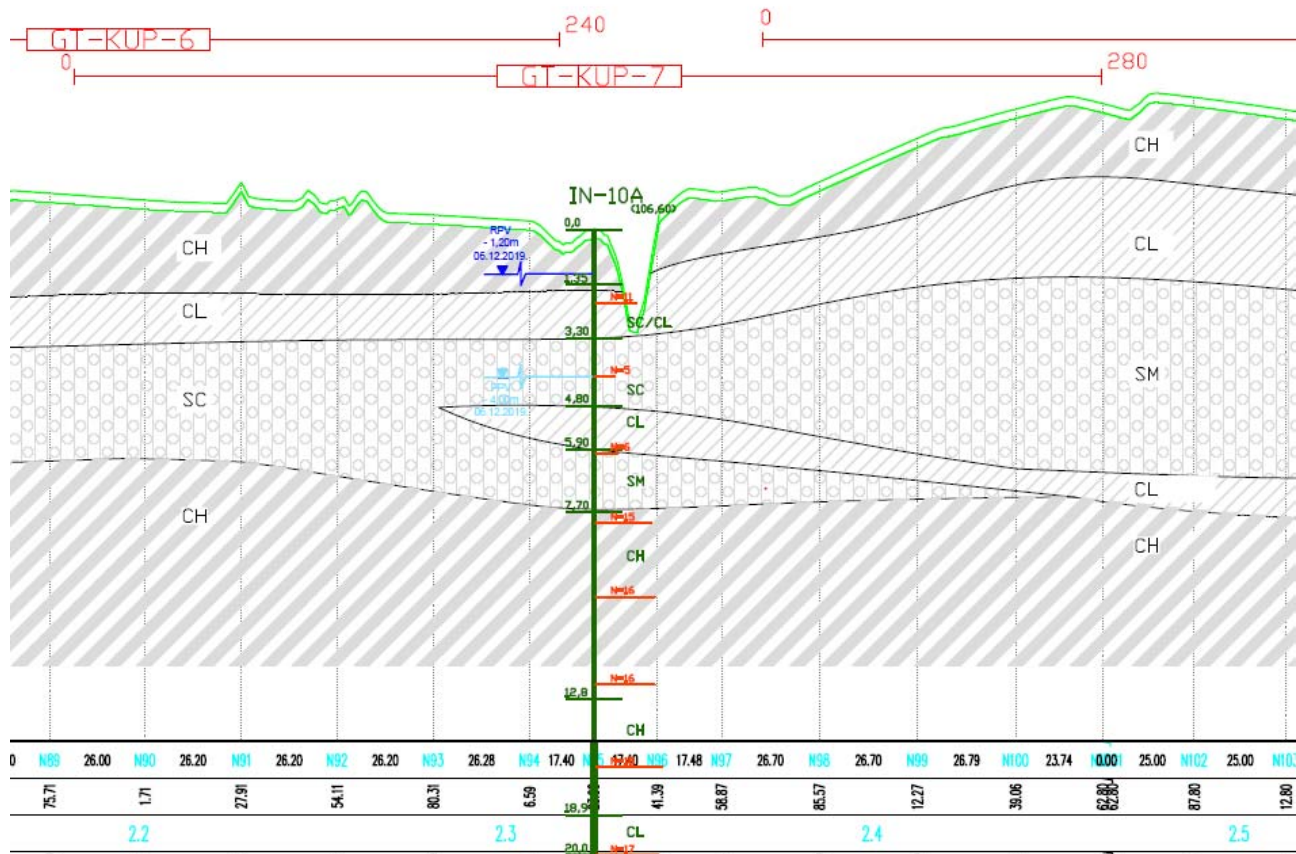


Slika 2-1: Prognozirani inženjerskogeološki poprečni profil PP N95

Također na mjestu bušenja izrađeni su uzdužni dubinski presjeci geoelektrične tomografije GT\_KUP-7 i prognozirani inženjerskogeološki uzdužni profil PP A-A', koji su prikazani na slikama u nastavku.



Slika 2-2: Uzdužni dubinski presjek geoelektrične tomografije GT\_KUP-7



Slika 2-3: Prognozirani inženjerskogeološki uzdužni profil A-A'

Terenskom klasifikacijom i laboratorijskim istraživanjem registrirano je pet grupa materijala:

- (0) Nasip - Slabo konsolidirani površinski sloj [106,80 - 105,80 m n.m.],
- (1) C/CL - Pijesak glinovit do glina pjeskovita, srednje zbijenosti [105,80 - 103,50 m n.m.],
- (2) CL - Glina niske plastičnosti, s tankim proslojcima pijeska, i neznatnim tragovima org. ostataka, lakognječivog konzistentnog stanja [103,50 - 100,80 m n.m.],
- (3) SM - Pijesak, prahovit, s tragovima sitnog šljunka, slabo zbijen [100,80 - 99,00 m n.m.],
- (4) CH - Glina visoke plastičnosti, teškognječivog konzistentnog stanja [99,00 - 87,00 m n.m.],

Nasip je plitki površinski sloj koji prilikom izvođenja građevine se uklanja, te isti nije posebno analiziran.

Obrada rezultata istražnih radova za slojeve (1), (2), (3) i (4) slijedi u nastavku.

### (1) SC/CL - Pijesak glinovit do glina pjeskovita

Attebergove granice i vlažnost kreću se u intervalima od:

BUŠOTINA	DUBINA (m)	W <sub>L</sub> (%)	W <sub>P</sub> (%)	I <sub>P</sub> (%)	VLAŽNOST (%)
IN-10A	1,30-1,50	33,54	20,17	13,37	23,0
IN-10B	1,60-2,00	48,12	21,80	26,32	22,0

Parametri vršne posmične čvrstoće, za uzorak IN-10B, 1,60-2,00 m,  $c = 21,5 \text{ kPa}$ ,  $\varphi = 25,4^\circ$ ,

Moduli stišljivosti (Ms), za uzorak IN-10B, 1,60-2,00 m iznose:

100kPa - 9,50 MPa  
200kPa - 13,08 MPa  
400kPa - 20,18 MPa

Koeficijent vodopropusnosti :  $k = 1,73 \cdot 10^{-8}$ ,  $9,30 \cdot 10^{-9} \text{ cm/s}$

Jednoosna tlačna čvrstoća, za uzorak IN-10B, 1,60-2,00m, iznosi 482 kPa.

Ispitivanja zbijenosti tla standardnim penetracijskim pokusom (SPP) - 11 i 12 udaraca.

### (2) CL - Glina niske plastičnosti, s tankim proslojcima pijeska

Attebergove granice i vlažnost kreću se u intervalima od:

BUŠOTINA	DUBINA (m)	W <sub>L</sub> (%)	W <sub>P</sub> (%)	I <sub>P</sub> (%)	VLAŽNOST (%)
IN-10A	3,50-4,00	32,74	16,93	15,81	25,6
IN-10B	3,70-3,90	29,27	17,15	12,12	23,0

Parametri vršne posmične čvrstoće: IN-10A, 3,50-4,00m,  $c = 13,0 \text{ kPa}$ ,  $\varphi = 28,9^\circ$ ,

Moduli stišljivosti (Ms), za uzorak IN-10A, 3,50-4,00 m iznose:

25kPa - 2,29 MPa  
50kPa - 4,35 MPa  
100kPa - 4,98 MPa  
200kPa - 6,82 MPa  
400kPa - 10,04 MPa

Koeficijenti vodopropusnosti :  $k = 1,58 \cdot 10^{-8}$ ,  $1,24 \cdot 10^{-8} \text{ cm/s}$

Jednoosna tlačna čvrstoća

Za uzorak: IN-10A, 3,50-4,00m, iznosi 78 kPa.

Ispitivanja zbijenosti tla standardnim penetracijskim pokusom (SPP) - 5 i 6 udaraca.



### (3) SM - Pijesak, prahovit

IN-10A - 6,60 - 6,80 m - granulometrijska sastav tla  
G(%) 4,98, S(%) 84,63, M(%) 7,96, C(%) 2,43

Ispitivanja zbijenosti tla standardnim penetracijskim pokusom (SPP) - 6 i 7 udaraca (nož).

### (4) CH - Glina visoke plastičnosti

Attebergove granice i vlažnost kreću se u intervalima od:

BUŠOTINA	DUBINA (m)	W <sub>L</sub> (%)	W <sub>P</sub> (%)	I <sub>P</sub> (%)	VLAŽNOST (%)
IN-10A	9,50-10,00	86,04	30,74	55,30	33,30
IN-10A	11,60-11,80	91,36	29,34	62,02	-
IN-10A	14,80-15,00	76,43	25,78	50,65	29,40
IN-10B	9,70-9,90	91,92	29,60	62,32	20,50
IN-10B	11,60-12,00	79,84	27,14	52,70	-
IN-10B	14,60-14,80	87,32	28,24	59,08	22,00

Parametri vršne posmične čvrstoće, za uzorak:  
IN-10A, 9,50-10,00 m, c = 30,5 kPa, φ=15,2°,  
IN-10B, 11,60-12,00 m, c = 16,5 kPa, φ=13,8°,

Moduli stišljivosti (M<sub>s</sub>)

Za uzorak IN-10A, 9,50-10,00 m iznose:

100kPa - 7,78 MPa  
200kPa - 8,03 MPa  
400kPa - 8,11 MPa

Koeficijenti vodopropusnosti : k = 7,38 \*10<sup>-9</sup> cm/s, 1,24 \*10<sup>-8</sup> cm/s

Jednoosna tlačna čvrstoća

Za uzorak: IN-10A, 9,50-10,00m, iznosi 96 kPa.  
IN-10A, 14,80-15,00m, iznosi 71 kPa.  
IN-10B, 11,60-12,00m, iznosi 185 kPa.

Ispitivanja zbijenosti tla standardnim penetracijskim pokusom (SPP) - od 15 do 18 udaraca.

Obradom rezultata istražnih radova slojevima (1) (2) (3) i (4) dodijeljene su projektne vrijednosti parametara tla.

### **Grupa materijala (5) - Zamjena temeljnog tla glinenim materijalom**

Za potrebe uvida u inženjerskogeološke značajke temeljnog tla izrađen je: Geotehnički izvještaj istražnih radova za istočni nasip retencije Kupčina, Institut IGH d.d., oznaka evidencije: 72370-52/2019, Zagreb, siječanj 2020. godine.

Elaboratom nije obrađeno nalazište materijala.

Zbog nepoznanica u lokaciju nalazišta materijala, odabrane su projektne vrijednosti parametara tla koje glineni materijal mora ispuniti, i prikazane su ispod.

Tehničko svojstvo	Ispitna norma	Uvjeti kvalitete
Sadržaj vode	HRN U.B1.012 ili CEN ISO/TS 17892-1	<i>Ispituje se</i>
Koeficijent nejednolikosti (granulometrijski sastav)	HRN U.B1.018 ili CEN ISO/TS 17892-4	$d_{60}/d_{10} \geq 9$
Udio sitnih čestica	HRN U.B1.018 ili CEN ISO/TS 17892-4	> 50%
<sup>1)</sup> Udio organskih tvari	HRN U.B1.024/68	< 6%
Suha prostorna masa	HRN EN 13286-2 (standardni Proctor)	$\geq 1,50 \text{ Mg/m}^3$ za nasipe visine do 3,0 m; $> 1,55 \text{ Mg/m}^3$ za nasipe više od 3,0 m
Optimalan sadržaj vode, $w_{opt}$	HRN EN 13286-2 (standardni Proctor)	$\leq 25\%$
Granica tečenja, $w_L$	HRN U.B1.020 ili CEN ISO/TS 17892-12	$\leq 65\%$
Indeks plastičnosti, $I_p$	HRN U.B1.020 ili CEN ISO/TS 17892-12	$\leq 30\%$
Bubrenje nakon 4 dana potapanja u vodi	HRN U.B1.042 ili HRN EN 13286-47	< 4%

Slika 2-4 Minimalni uvjeti kvalitete zemljanih materijala za zamjenu materijala

Dodatni uvijati glinenog materijala koji se koristi za zamjenu tla:

- Min. modul stišljivosti dobivenih laboratorijskim ispitivanjem tla pri opterećenju u edometru od 50kPa iznosi 8,00 MPa (određen prema HRN U. B1. 032)
- Min. dobiveni koeficijenti vodopropusnosti  $k = 1,00 \cdot 10^{-9}$  m/s (određen u edometru prema HRN U. B1. 034)

Tablica 2-1: Projektirane vrijednosti parametri tla (koeficijenti vodopropusnosti) za grupe materijala

Grupa materijala	Vertikalna vodopropusnost $k_y$ (m/s)	Odnos vertikalne i horizontalne vodopropusnosti $k_y/k_x$
1 (105,80 - 103,50 m n.m.)	$2,00 \cdot 10^{-10}$	1
2 (103,50 - 100,80 m n.m.)	$2,00 \cdot 10^{-10}$	1
3 (100,80 - 99,00 m n.m.)	$1,00 \cdot 10^{-9}$	1
4 (99,00 - 87,00 m n.m.)	$2,00 \cdot 10^{-10}$	1
5 - GLINENI NABOJ	$1,00 \cdot 10^{-9}$	0,2

Tablica 2-2: Projektirane vrijednosti parametri tla (Modul stišljivosti i Youngov modul elastičnosti)

Grupa materijala	Vlažna zapreminska težina g	Modul stišljivosti $M_s$	Poissonov koeficijent $\nu$	Youngov modul elastičnosti $E_d$
( )	( $\text{kN/m}^3$ )	(MPa)	( )	(MPa)
1 (105,80 - 103,50 m n.m.)	20,0	Tablica 4.1	0,35	Tablica 4.1
2 (103,50 - 100,80 m n.m.)	19,0	5,00	0,35	3,10
3 (100,80 - 99,00 m n.m.)	19,0	Tablica 4.2	0,30	Tablica 4.2
4 (99,00 - 87,00 m n.m.)	18,0	Tablica 4.3	0,35	Tablica 4.3
5 - GLINENI NABOJ	19,0	8,00	0,30	6,00

Modul stišljivosti je odabran na osnovu karakterističnih vrijednosti parametara dobivenih laboratorijskim ispitivanjem tla i korelacijom sa standardnim penetracijskim pokusom pojedinog sloja, dok je Youngov modul elastičnosti (drenirani) izračunat prema izrazu:

$$E_{\text{drenirano}} = M_v \frac{(1-2\nu) \cdot (1+\nu)}{(1-\nu)}$$

gdje je Poissonov koeficijent:

$\nu=0,30 - 0,40$  - preporučene granice za glinu i prahove

$\nu=0,25 - 0,35$  - preporučene granice za pijeske i šljunke

Tablica 2-3: Projektirane vrijednosti parametri tla (Modul stišljivosti i Youngov modul elastičnosti) za grupu materijala 1

Opterećenje (kPa)	Modul stišljivosti $M_s$ (MPa)	Poissonov koeficijent $\nu$	Youngov modul elastičnosti $E_d$ (MPa)
50	7,00	0,35	4,35
100	9,50	0,35	5,90
200	13,00	0,35	8,10
400	20,00	0,35	12,50

Tablica 2-4: Projektirane vrijednosti parametri tla (Modul stišljivosti i Youngov modul elastičnosti) za grupu materijala 2

Opterećenje (kPa)	Modul stišljivosti $M_s$ (MPa)	Poissonov koeficijent $\nu$	Youngov modul elastičnosti $E_d$ (MPa)
50	4,30	0,35	2,70
100	5,00	0,35	3,10
200	6,80	0,35	4,20
400	10,00	0,35	6,20

Tablica 2-5: Projektirane vrijednosti parametri tla (Modul stišljivosti i Youngov modul elastičnosti) za grupu materijala 4

Opterećenje (kPa)	Modul stišljivosti $M_s$ (MPa)	Poissonov koeficijent $\nu$	Youngov modul elastičnosti $E_d$ (MPa)
50	6,00	0,30	4,50
100	7,00	0,30	5,20
200	8,00	0,30	6,00
400	10,00	0,30	7,40

## 2.4 Odabir projektnog rješenja temeljenja građevine

Uvidom u sastav temeljnog tla temeljno tlo, obraća se dodatna pozornost na dobro propustan materijal grupe (3) SM - Pijesak, prahovit, s tragovima sitnog šljunka, slabo zbijen od kote 100,80 do 99,00 m n.m.

Zbog potreba vododrživosti ustave kao građevine kod pojave velikih voda, i smanjenje mogućnosti procjeđivanja ispod temelja ustave kroz dobro propustan sloj, kojim bi podzemna voda najkraćim putem završila u zaobalju predviđa se tehničko rješenje s dodatnom zamjenom materijala ispod regulacijske građevine ustave.

Zamjena materijala obavlja se pod zaštitom talpi, tlocrtno minimalnih dimenzija 5,00 x 12,00 metara, do kote 99,00 m n.m. tj. uklanja se sloj u debljini oko 3,20 metra do pojave gline (teškognječivog konzistentnog stanja).

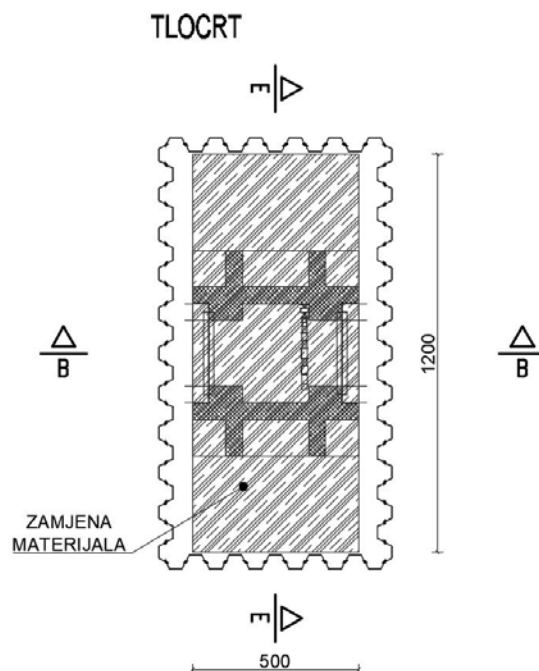
Iskopani materijal zamjenjuje se ugradnjom slabopropusnog glinenog materijala, karakteristika pogodnih za ugradnju.

Priprema temeljnog tla za preuzimanje opterećenja od građevine i iskop za građevnu jamu vrši se u fazama i to:

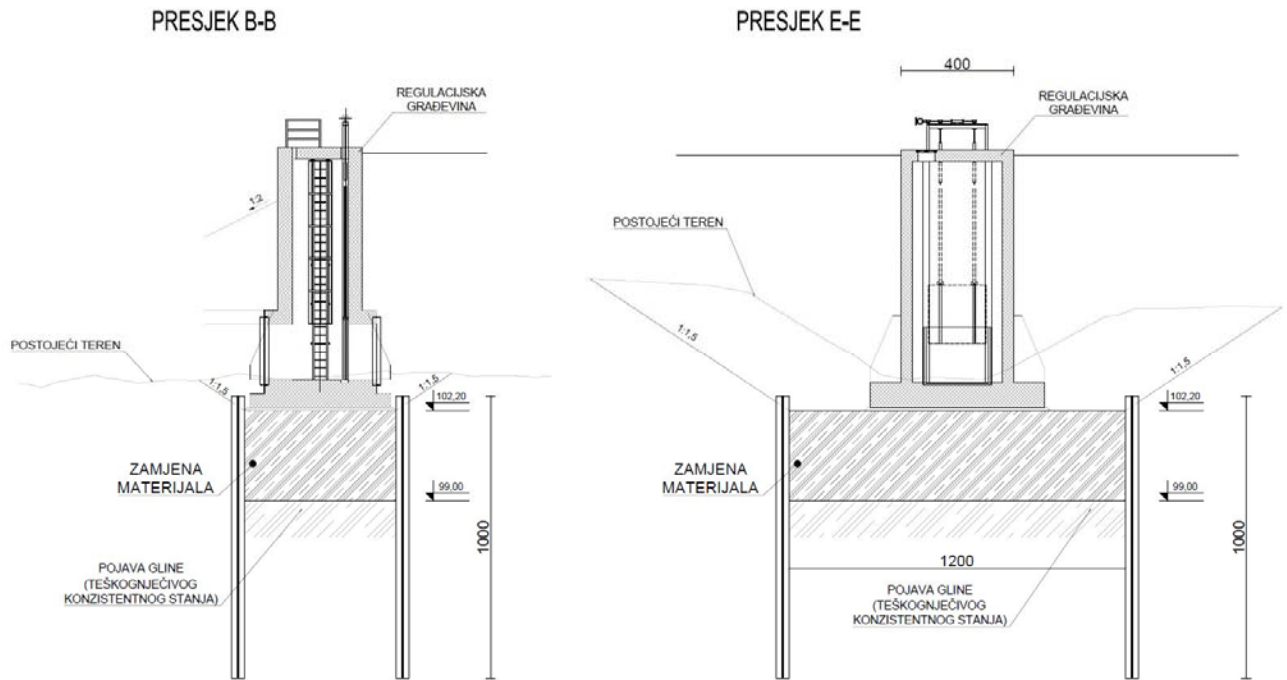
Faza 1 - Široki iskop do kote temeljenja (podložni beton) oko kote 102,20 m n.m.

Faza 2 - Ugradnja čeličnih talpi duljine 10 metara, do dubine oko 92,50 m n.m.

Čelični talpama ostvaruje se građevna jama minimalnih svijetlih tlocrtnih dimenzija 5,00 x 12,00 metara, za zaštitu iskopa i ostvarenje potrebne vododrživosti nužne za pravilnu ugradnju glinenog materijala temeljnog klina.



Slika 2-5: Tlocrt zaštite građevne jame i zamjene materijala



Slika 2-6: Presjeci zaštite građevne jame i zamjene materijala

### Faza 3 - Iskop unutar građevne jame do kote oko 99,00 m n.m.

Uklanja se sloj materijala u debljini oko 3,20 metra do pojave gline (teškognječivog konzistentnog stanja). Uz crpljenje procjedne vode u građevnoj jami.

### Faza 4 - Ugradnju glinenog materijala temeljnog klina do kote oko 102,20 m n.m.

Glineni materijal zbijat će se u slojevima najveće debljine 15-20 cm, nakon zbijanja, do kote temeljenja građevine oko 102,20 m n.m., u ukupnoj debljini oko 3,20 metra.

Minimalni zahtjevi kvalitete za ugrađeni materijal iznose stupanj zbijenosti prema standardnom Proctoru (95%), i modul stišljivosti kružnom pločom promjera 300 mm ( $M_s > 10 \text{ MN/m}^2$ ).

Kao dodatna sigurnost protiv ispiranja čestica temeljnog tla na kontaktu glinenog materijala kao temeljnog klina i temeljnog tla po cijelom obodu potrebno je ugraditi geotekstil.

Geotekstil ima funkciju separacije, propusnosti i ne začepljenja. Predviđa se ugradnja geotekstila mase 500 g/m<sup>2</sup>.

### Faza 5 - Uklanjanje čelični talpi i uređenje okolnog temeljnog tla

Nakon izvedbe temeljnog klina od glinenog materijala uklanjaju se čelične talpe, te se uređuje okolno temeljno tlo za preuzimanje opterećenja od građevine.

Uređeno temeljno tlo mora zadovoljiti sljedeće minimalne kriterije:

- stupanj zbijenosti min 95% standardnog Proctora,
- modul stišljivosti min. 20 MN/m<sup>2</sup> za kružnu ploču promjera 300 mm.

## 2.5 Analiza procjeđivanja projektnog rješenja

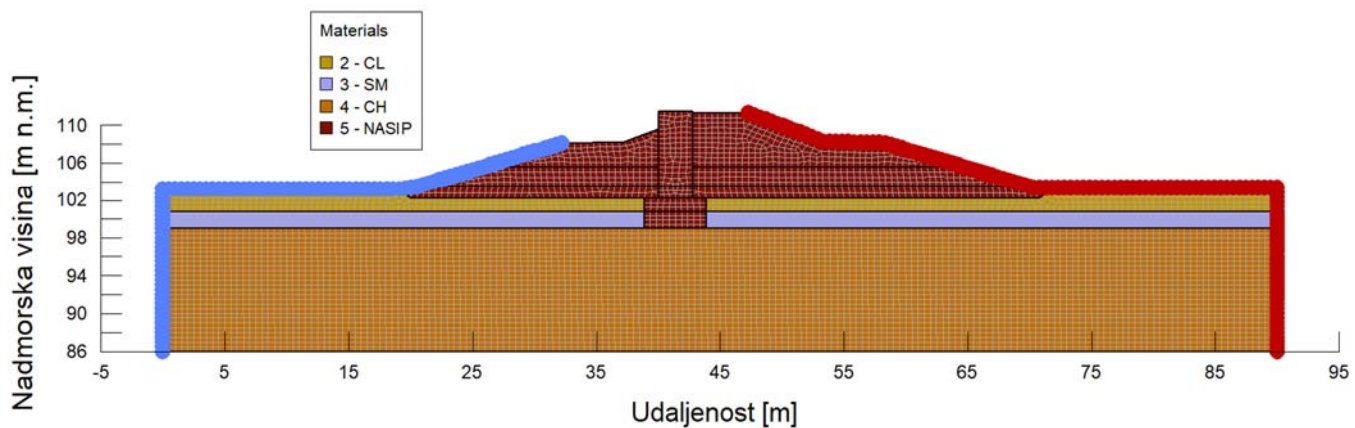
Proračun je proveden računalnim programom SEEP/W (for finite element seepage analysis, GEO-SLOPE International Ltd., Calgary, Alberta, Canada) koji problem (ne)stacionarnog tečenja rješava metodom konačnih elemenata.

Parametri vodopropusnosti odabrani su iz rezultata laboratorijskih istražnih radova i naznačeni u *Tablica 4 1: Projektirane vrijednosti parametri tla (koeficijenti vodopropusnosti) za grupe materijala.*

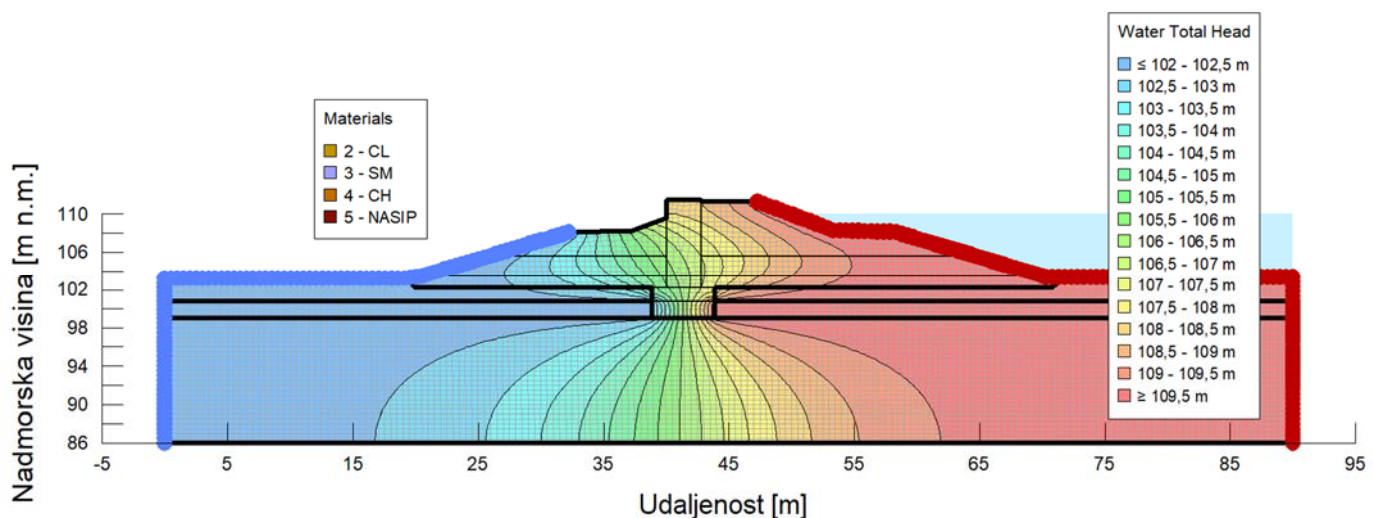
### Projektna situacija

Analizirana je projektna situacija PS1 - nailazak i održavanje visokog vodnog vala, koja za analizu hidrauličke stabilnosti predstavlja najnepovoljniju situaciju.

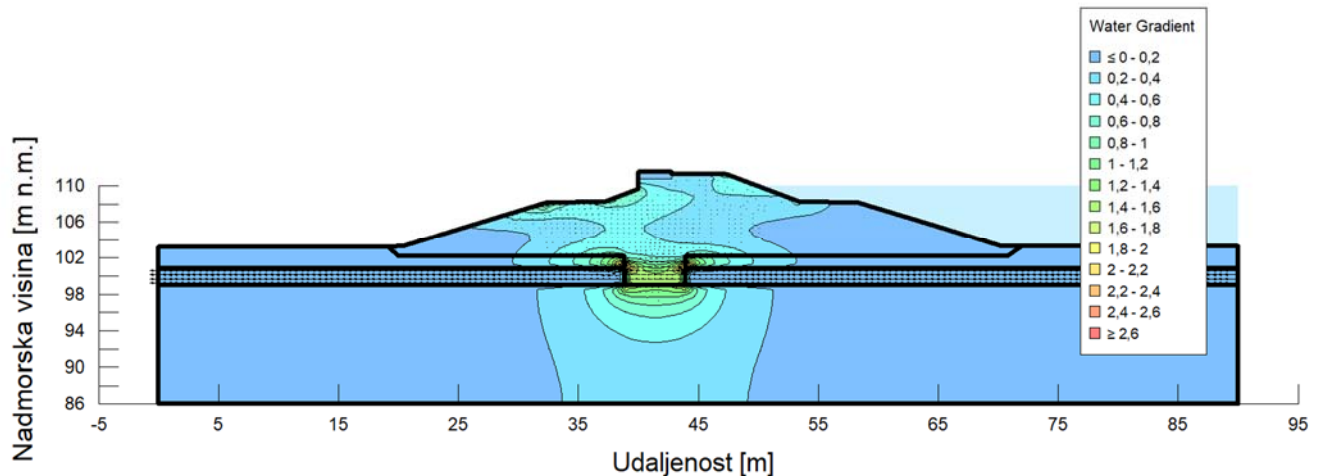
Analizirano je stacionarno stanje tečenja u materijalu ispod ustave pri održanju vodostaja na koti 110,00 m n.m, dok je u zaobilju razina vode blizu površine terena na koti 102,20 m n.m.



Slika 2-7: Proračunski model za analizu procjeđivanja



Slika 2-8: Ekvipotencijale strujanja



Slika 2-9: Izo linije gradijenata

### Zaključak analize procjeđivanja

Analiza hidrauličke stabilnosti pokazala je maksimalni izlazni hidraulički gradijent u iznosu oko 2,70 u temeljnom klinu.

Iz tog razloga prilikom ugradnje glinenog materijala u temeljni klin kao dodatna sigurnost protiv ispiranja čestica temeljnog tla na kontaktu glinenog materija kao temeljnog klina i temeljnog tla po cijelom obodu potrebno je ugraditi geotekstil.

Geotekstil ima funkciju separacije, propusnosti i ne začepljenja. Predviđa se ugradnja geotekstila mase 500 g/m<sup>2</sup>.

Maksimalne postignute vrijednosti hidrauličnih gradijenata manje su od dozvoljenih vrijednosti za filterski zaštićen materijal i prikazane su u tablici ispod:

Tablica 2-6: Prikaz maksimalnih i dopuštenih vrijednosti gradijenta

Max vrijednost $i_{xy,max}$	Max vrijednost $i_{xy,dop}$
2,70	4

Tablica 2-7: Prikaz kriterija za filterski zaštićen materijal

Materijal	Max vrijednost $i_{xy,dop}$
Zbijena glina u brani	10
Zbijena glina u tepihu, minimalne debljine 0,50 m	12
Glinovit prah u brani	3
<b>Glinovit prah u brani, minimalne debljine 0,50 m</b>	<b>4</b>

Na ovaj način potvrđena je funkcija, i potvrđena ja odabrana širina od 5,00 metara temeljnog klina ispod regulacijske građevine.

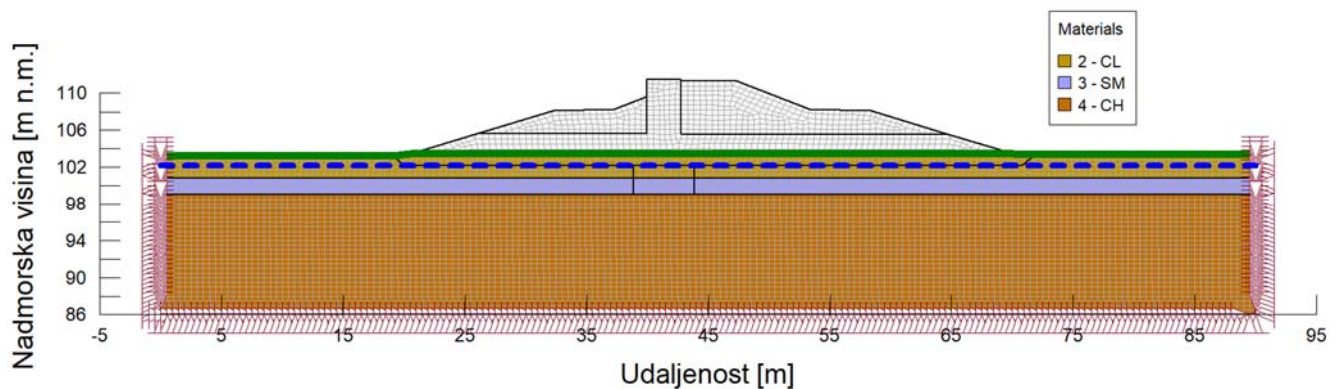
## 2.6 Analiza deformacija

### Proračunski model

U svrhu ustanovljavanja krutosti temeljnog tla izrađen je proračunski model postojećeg stanja u kojem je modeliran postojeći profil tla na mjestu izgradnje ustave Znanovita.

Iskopom za ustavu i izgradnjom ustave te naknadno izvedbom nasipa do kote okolnog novoprojektiranog nasipa, ispod temeljne ploče pojavljuje se kontaktno opterećenje koje uvjetuje raspodjelu efektivnih napona u tlu i pojavu slijeganja ispod građevine Ustave.

Slika 4.5 prikazuje proračunski model sa prikazom uslojenosti tla.



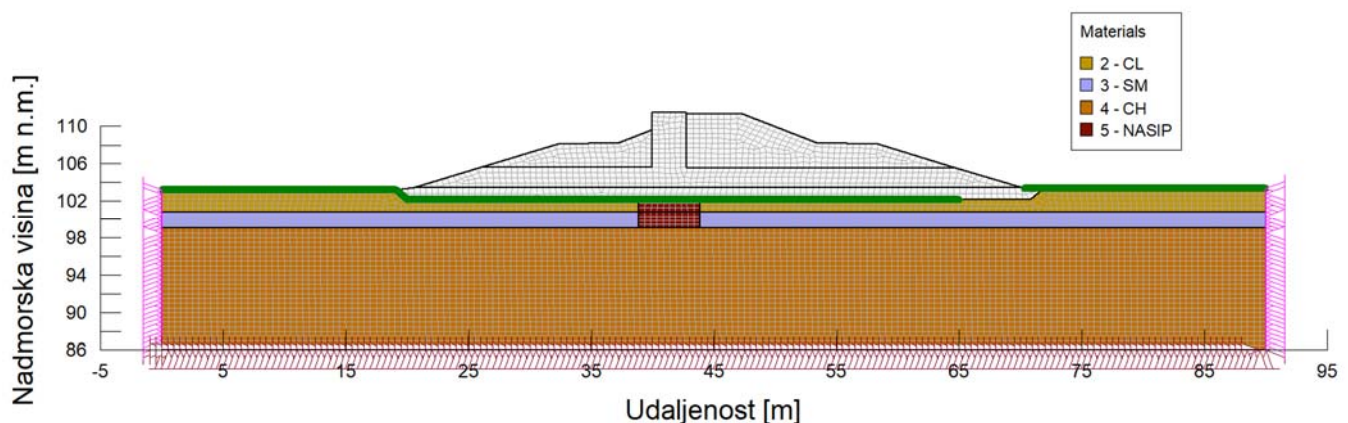
Slika 2-10: Proračunski model za analizu slijeganja sa prikazom uslojenosti tla

Analizira se tehničko rješenje s dodatnom zamjenom materijala ispod regulacijske građevine. Zamjena materijala obavlja se pod zaštitom talpi, tlocrtno dimenzija 5,00 x 12,00 metara, do kote 99,00 m n.m. tj. uklanja se sloj u debljini oko 3,20 metra i zamjenjuje glinenim materijalom.

Slojevi su prema istražnim radovima naznačen kao glina niske plastičnosti, s tankim proslojcima pijeska, i neznatnim tragovima org. ostataka, lakognječivog konzistentnog stanja do kote 110,80 m n.m., i pijesak, prahovit, s tragovima sitnog šljunka, slabo zbijen, između 110,80 do 109,00 m n.m.

Za novo ugrađeni sloj zbog potreba vododrživosti ustave kod pojave velikih voda odabire se glineni materijal karakteristika pogodnih za ugradnju.

Na Slika 4.6 prikazan je proračunski model s izvršenom zamjenom materijala u temeljnom tlu.



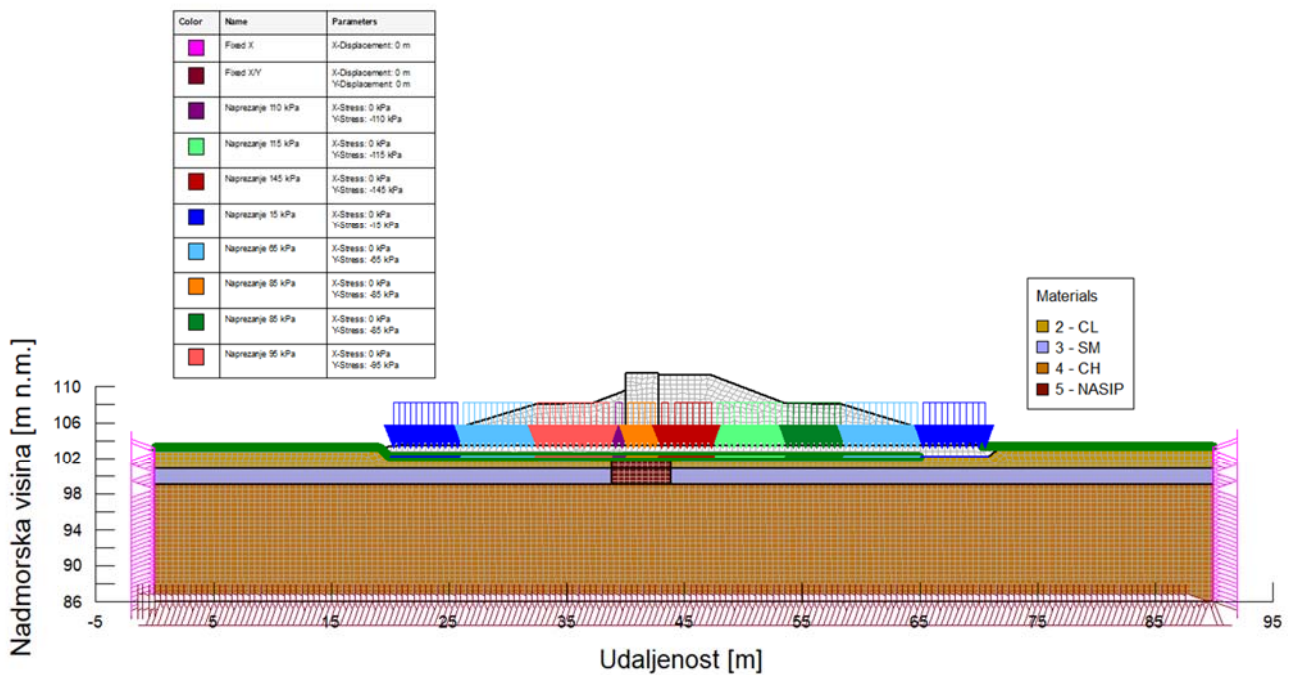
Slika 2-11: Proračunski model za analizu slijeganja sa prikazom iskopa i zamjene materijala



Slika 4.7. prikazuje proračunski model s opterećenjem na tlo nastalo nakon iskopa te izgradnjom ustave te naknadnog nasipa do kote okolnog novoprojektiranog nasipa.

Kao opterećenja računski su dobivena slijedeća opterećenja ispod temeljne ploče naznačena s lijeva prema desno:

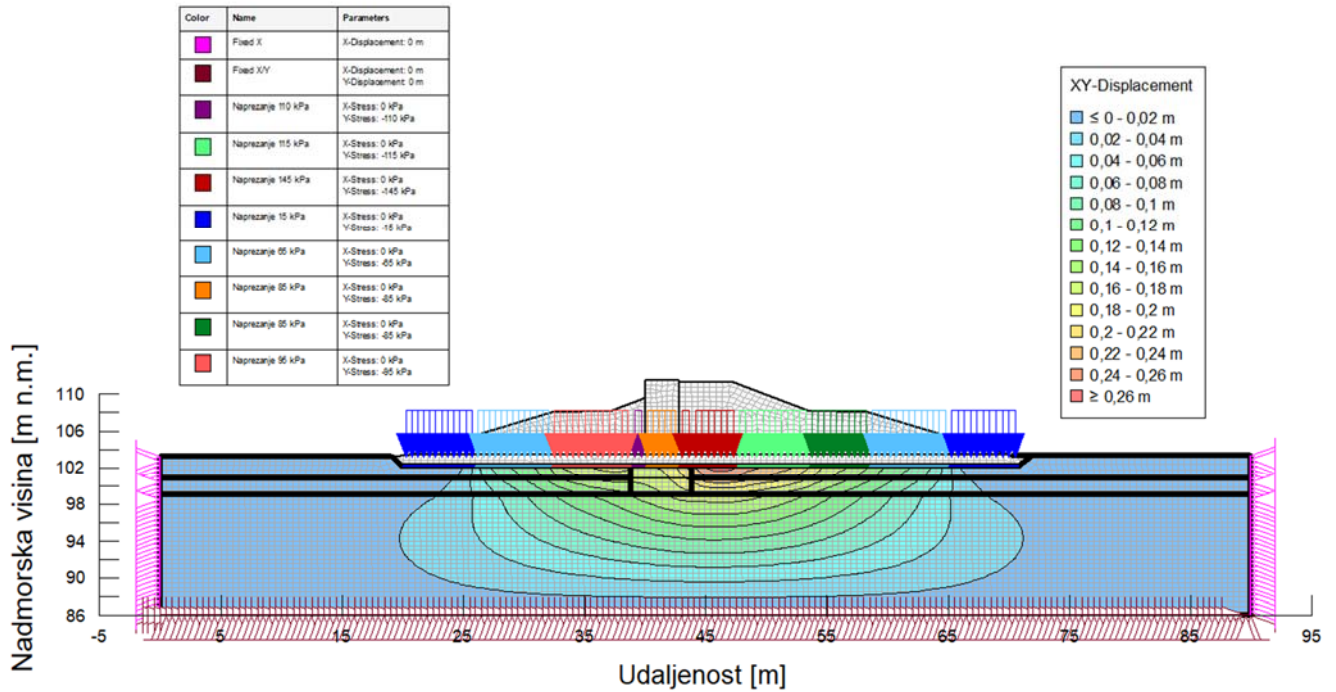
- $q_1 = 15 \text{ kN/m}^2$ ,
- $q_2 = 65 \text{ kN/m}^2$ ,
- $q_3 = 95 \text{ kN/m}^2$ ,
- $q_4 = 110 \text{ kN/m}^2$ ,
- $q_5 = 85 \text{ kN/m}^2$ ,
- $q_6 = 145 \text{ kN/m}^2$ ,
- $q_7 = 115 \text{ kN/m}^2$ ,
- $q_8 = 85 \text{ kN/m}^2$ ,
- $q_9 = 65 \text{ kN/m}^2$ ,
- $q_{10} = 15 \text{ kN/m}^2$ .



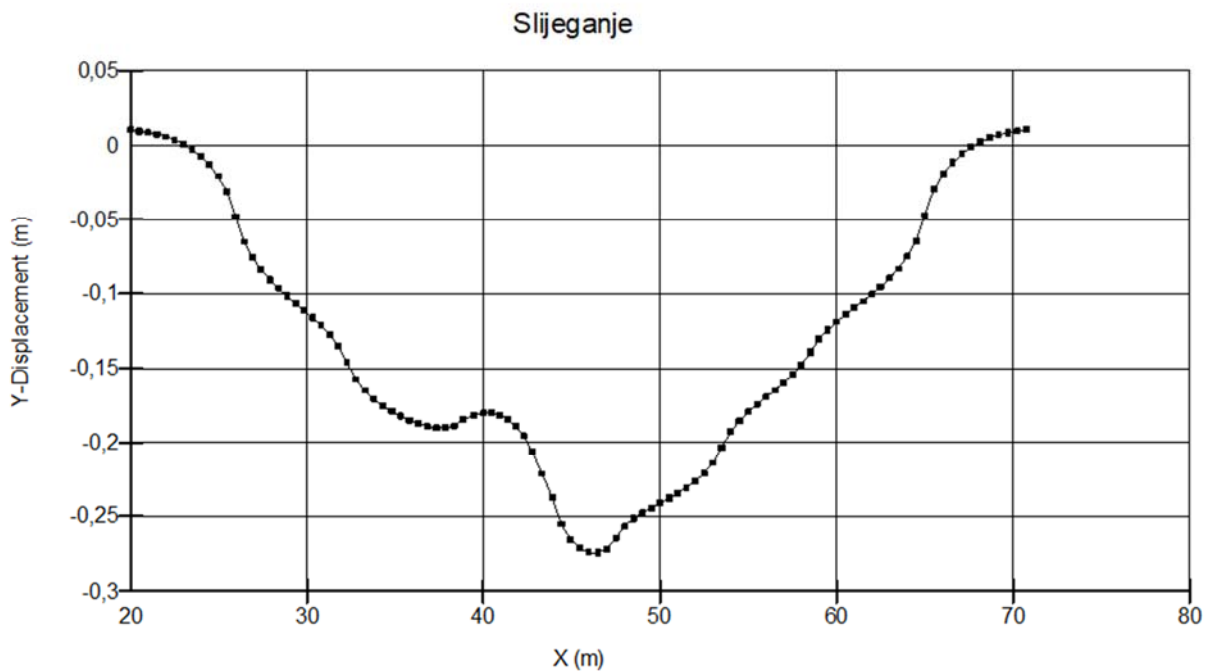
Slika 2-12: Proračunski model za određivanje krutosti temeljnog tla s naznačenim opterećenjima

## Rezultati proračuna

Nastavno su prikazani rezultati naponsko-deformacijske analize.



Slika 2-13: Prikaz slijeganja ispod konstrukcije - izvršena zamjena materijala



Slika 2-14: Prikaz slijeganja na kontaktu temeljnog tla i temeljne ploče konstrukcije

## Zaključno o slijeganju

Maksimalna proračunska slijeganja cijevnih segmenata i reg. građevine ispod krune iznose cca 24 cm. Slijeganje prvog i zadnjeg segmenta cjevovoda iznosi cca 11cm. Kako bi se smanjili utjecaj slijeganja odnosno izbjegli depresiju izazvana slijeganjima u srednjem dijelu cjevovoda kao dodatna mjera smanjenja utjecaja slijeganja, cjevovod će se nadvisiti za otprilike polovinu iznosa ukupno izračunatog slijeganja. Time će se dodatno smanjiti utjecaj slijeganja na konstrukciju.

: *Projektant:*

Mario Merlin  
struč.spec.ing.aedif.

### 3. MEHANIČKA OTPORNOST I STABILNOST USTAVE ZNANOVIT

#### 3.1 Karakteristike gradiva ustave i zaštitni slojevi

Prema HRN EN 1990:2011 / NA:2011, Eurokod: Osnove projektiranja konstrukcija -- Nacionalni dodatak, tablica A1.1(HR) - Naznačeni proračunski uporabni vijek, naznačeni proračunski uporabni vijek za konstrukcije inženjerskih građevina iznosi 50 godina.

Za sve elemente konstrukcije predviđena je slijedeća kvaliteta materijala odabrana prema normi HRN EN 1992-1-1:2013, Tablica 4.1. - Razredi izloženosti u odnosu na uvjete okoliša u skladu s normom EN 206:2021 i Tablica 4.3.(N) - Preporučena razredba konstrukcija.

Razredi izloženosti betonske konstrukcije:

**XC4** - Korozija uzrokovana karbonatizacijom - Cikličko vlažno i suho

**XF4** - Korozija uzrokovana smrzavanjem i odmrzavanjem sa i bez sredstava za odmrzavanje - jako zasićeno vodom, sa sredstvom za odmrzavanje ili morskom vodom

Minimalni zahtjevi:

- Naznačeni najmanji razredi čvrstoća, HRN EN 1992-1-1:2013, Tablica E.1(N)
- Vrijednosti najmanjeg zaštitnog sloja betona  $c_{min,dur}$  za razred konstrukcije S4 prema HRN EN 1992-1-1:2013, Tablica 4.4(N)
- v/c omjer, minimalna količina cementa i minimalni razred tlačne čvrstoće prema HRN EN 206:2021, tablica F.1. i :

Razred izloženosti	$c_{min,dur}$ (mm)	max v/c omjer	Minimalna količina cementa (kg/m <sup>3</sup> )	Minimalni razred tlačne čvrstoće betona
XC4	30	0,50	300	C30/37
XF4	-	0,45	340	C30/37

#### Usvojeno:

Razred tlačne čvrstoće betona: - C30/37

Vodocementni omjer (v/c): - prema certificiranoj recepturi betonare ali ne veće od gore navedenog

Najmanja količina cementa: - prema certificiranoj recepturi betonare ali ne manje od gore navedenog

Nazivna debljina zaštitnog sloja: -  $c_{nom} = 50 \text{ mm}$

Maksimalni promjer zrna agregata za beton  $D_{max} = 32 \text{ mm}$

Za sve elemente konstrukcije predviđena je slijedeća kvaliteta materijala:

- **Beton C30/37**  $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 0,85 \cdot 30 / 1,5 = 17,00 \text{ N/mm}^2$
- **Armatura B500B**  $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 500 / 1,15 = 434,78 \text{ N/mm}^2$

Zapreminske težine materijala:

Armirani beton:  $\gamma_c = 25 \text{ [kN/m}^3\text{]}$

Čelik:  $\gamma_s = 78,5 \text{ [kN/m}^3\text{]}$

## 3.2 Analiza opterećenja na ustavu

### 3.2.1 Vlastita težina nosive konstrukcije

Vlastita težina pojedinih elemenata konstrukcije se generira računalnim programom na temelju dimenzija elemenata i zapreminske težine betona ( $\rho_s = 2500 \text{ kg/m}^3$ ).

### 3.2.2 Pritisak tla

Vertikalni pritisak tla:

Na dio konstrukcije ukopane u tlo djeluje vertikalni pritisak tla

$p_{tlo,v} = \gamma_{tlo} \cdot H_n = 21 \cdot H_n$  gdje je  $H_n$  nadsloj na gornjoj plohi propusta

Horizontalni pritisak tla:

Horizontalni pritisak tla ( $H$  = udaljenost promatrane točke od površine terena)

Nasipni materijal nasipa i trupa prometnice:

$\varphi_d = \arctan((\tan \varphi_k) / \gamma_{\varphi'}) = \arctg(\tan(22^\circ) / 1,25) = 17,91^\circ$

Koeficijent mirnog pritiska tla:  $K_0 = 1 - \sin \varphi_d = 0,69$

Horizontalni pritisak tla:

$p_{tlo,h} = K_0 \cdot \gamma_{tlo} \cdot H = 0,69 \cdot 20 \cdot H = 13,80 \cdot H \text{ [kN/m}^2\text{]}$

### 3.2.3 Horizontalni pritisak tla zbog utjecaja zbijanja

Prema normi DIN 4085, poglavlje 6.6.1, tablica 3 (str.36) utjecaj povećanog horizontalnog pritiska tlom zbog zbijanja iza zida usvaja se s vrijednošću od **25 kN/m<sup>2</sup>**. Ovu vrijednost potrebno je usvojiti do dubine gdje horizontalni pritisak tlom premašuje vrijednost od 25kN/m<sup>2</sup>.

### 3.2.4 Pritisak vodom

Pritisak vode na pojedine nosive elemente jednak je visini stupca vode iznad promatrane točke pomnoženo sa zapreminskom težinom vode.

Nepovoljan utjecaj vode analizira se za prisutnost unutar i izvan kanala.

### 3.2.5 Prometno opterećenje

Pritisak tla od prometnog opterećenja na nasipu:

Prema HRN EN 1992-1:2012/NA:2012, točka 2.38 Vertikalne sile, točka 4.9.1(1):

„Dodirna ploha za svaku dvostruku osovину usvaja se kao pravokutnik širine 3,0 m i duljine 5,0 m“.

Opterećenje dvostrukih osovina smije se smanjiti s faktorom prilagodbe  $\alpha_i = 0,80$ :

$p_{1v,T}(H=0) = (0,80 \cdot 600 \text{ kN}) / (5,0 \text{ m} \cdot 3,0 \text{ m}) = \mathbf{32,0 \text{ kN/m}^2}$ ...na vrhu nasutog terena  $H=0,0\text{m}$

Vrijednost horizontalnog pritiska usvaja se prema slijedećem izrazu

$p_{h,T+U}(H=0) = K_{0;\beta} \cdot 32,0 \text{ kN/m}^2 = 0,69 \cdot 32,0 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{22,1 \text{ kN/m}^2}$

NAPOMENA: Vrijednost prometnog opterećenja računa se sa rasprostiranjem po dubini pod kutem od 30° (umanjuje se po dubini)

### 3.2.6 Vertikalno opterećenje zatvarača ustave

Reakcija podizanja zatvarača ustave usvaja se s vrijednošću 80kN (2oslonca×40kN).

### 3.2.7 Seizmičko opterećenje

Proračun seizmičkog djelovanja provodi se prema *HRN EN 1998-1:2011*, *HRN EN 1998-1:2011/A1:2014*, *HRN EN 1998-1:2011/Ispr.2:2015*, *HRN EN 1998-1:2011/NA:2011*, *HRN EN 1998-5:2011* i *HRN EN 1998-5:2011/NA:2011*.



Karta potresnih područja Republike Hrvatske za poredbena vršna ubrzanja temeljnog tla  $a_{gR}$ , za temeljno tlo tipa A, s vjerojatnosti premašaja 10 % u 50 godina, za poredbeno povratno razdoblje potresa  $T_{NCR} = 475$  godina

#### 1. LOKACIJA:

- Kanal Znanovit (Donja Kupčina)  $a_g/g = 0,182 \cdot g$  ( $T_{NCR} = 475$  g.),  $a_g/g = 0,090 \cdot g$  ( $T_{NCR} = 95$  g.),

#### 2. FAKTOR VAŽNOSTI GRAĐEVINE:

- Građevina hidroelektrane ; II. razred važnosti;  $\gamma_I = 1,0$

(prema *HRN EN 1998-1:2011*, točka 4.2.5. Razredi važnosti i faktori važnosti i *HRN EN 1998-1:2011/NA:2011*, točka 2.14. Faktori važnosti  $\gamma_I$  za zgrade, točka 4.2.5(5)P)

#### 3. TEMELJNO TLO:

- Tlo kategorije C

-  $S = 1,15$ ;  $T_B = 0,20$  s;  $T_C = 0,60$  s;  $T_D = 2,00$  s

#### 4. FAKTOR PONAŠANJA:

- razred duktilnosti : DC“M“ – armiranobetonska konstrukcija srednje duktilnosti

Faktor ponašanja  $q = 1,50$

Potresno djelovanje na potporni zid odrediti će se prema *HRN EN 1998-5:2011*, dodatak E, *Pojednostavljeni proračun potpornih konstrukcija*.

Horizontalno ubrzanje podloge:

$$\alpha = a_g/g = 0,182$$

Prema *HRN EN 1998-5:2011*, točka 7.3.2 *Pojednostavljene metode: pseudostatički proračun*, 7.3.2.1 *Osnovni modeli*, (3) Za krute konstrukcije kao što su podrumski zidovi ili masivni zidovi temeljeni na stijeni ili pilotima, umjesto nastanka aktivnih tlakova prikladnije je pretpostaviti mirno stanje tla.

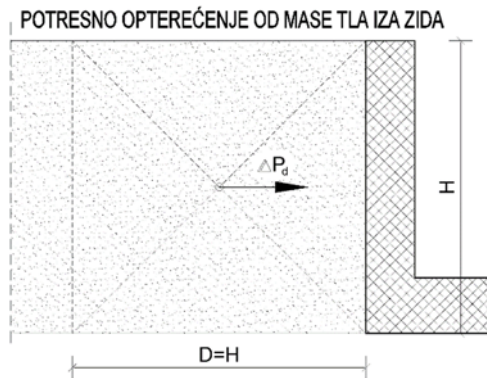
Prema HRN EN 1998-5:2011, točka 7.3.2.3 Proračunski tlak zemlje i vode, (3) Proračunska sila rezultanta je sila statičkih i dinamičkih tlakova zemlje.

Kod krutih konstrukcija kod kojih nije moguća pojava aktivnog stanja u tlu, i za vertikalni zid sa horizontalnim zasipom iza zida, **dinamička horizontalna sila** uslijed pritiska tla na zid može se proračunati prema HRN EN 1998-5:2011, 7.3.2.2. Potresno djelovanje i Dodatkom E.9 Sila prouzročena tlakom zemlje na krute konstrukcije:

Dodatni pritisak tla na ukopane zidove uslijed djelovanja potresa:

Prema HRN EN 1998-5:2011, dodatak E – Pojednostavljeni proračun potpornih konstrukcija, točka E.9. Sila prouzročena tlakom zemlje na krute konstrukcije:

$$\Delta P_{d,tlo} = \pm \gamma_I \cdot \alpha \cdot S \cdot \gamma_{tla} \cdot H^2 \cdot B = \pm 1,0 \cdot 0,182 \cdot 1,15 \cdot 20,0 \cdot H^2 \cdot B$$



Gdje je:

H - visina zida (ujedno i širina aktiviranog tla D)

B - dužina zida na koju djeluje pritisak tla

Jednoliki pritisak tla od potresa po visini zida:

$$\Delta p_{d,tlo} = \Delta P_d / (H \cdot B) \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

### 3.3 Pregled usvojenih pojedinačnih slučajeva opterećenja

Proračun AB objekata proveden je sa slijedećim slučajevima opterećenjima:

- LC10 vlastita težina in situ izvedenih armiranobetonskih dijelova objekata
- LC11 vertikalni pritisak nasipa
- LC12 horizontalni pritisak nasipa na zidove
- LC21 pritisak od prometa preko nasipa
- LC31-32 potresno opterećenje u X i Y smjeru građevine
- LC41 pritisak vode na ustavu
- LC51 opterećenje od zatvarača ustave



### 3.4 DIMENZIONIRANJE USTAVE

U ovom poglavlju provodi se statička analiza armiranobetonske ustave.

Konstrukcija ustave zbog moguće pojave diferencijalnog slijeganja temeljnog tla izvodi se od više dijelova koje čine slijedeće podgrađevine:

- Uljevna građevina
- Segmenti cijevnog propusta
- Regulacijska građevina
- Izljevna građevina

Njihova međusobna povezanost ostvaruje se samo nalijeganjem preko kratkih konzola tako da se u slučaju pojave diferencijalnih slijeganja osigurava bolja podatljivost ustave uz manje povećanje reznih sila.

Nepropusnost i gibljivost međusobnih spojeva osigurava se ugradnjom gumenih brtvi prema posebnim detaljima prikazanim u poglavljima proračuna kratkih konzola.

U cilju povećanja nosivosti temeljnog tla kao i smanjenja razine slijeganja potrebno je primijeniti mjere poboljšanja tla u svemu kako je navedeno u poglavlju „Krutost temeljnog tla“.

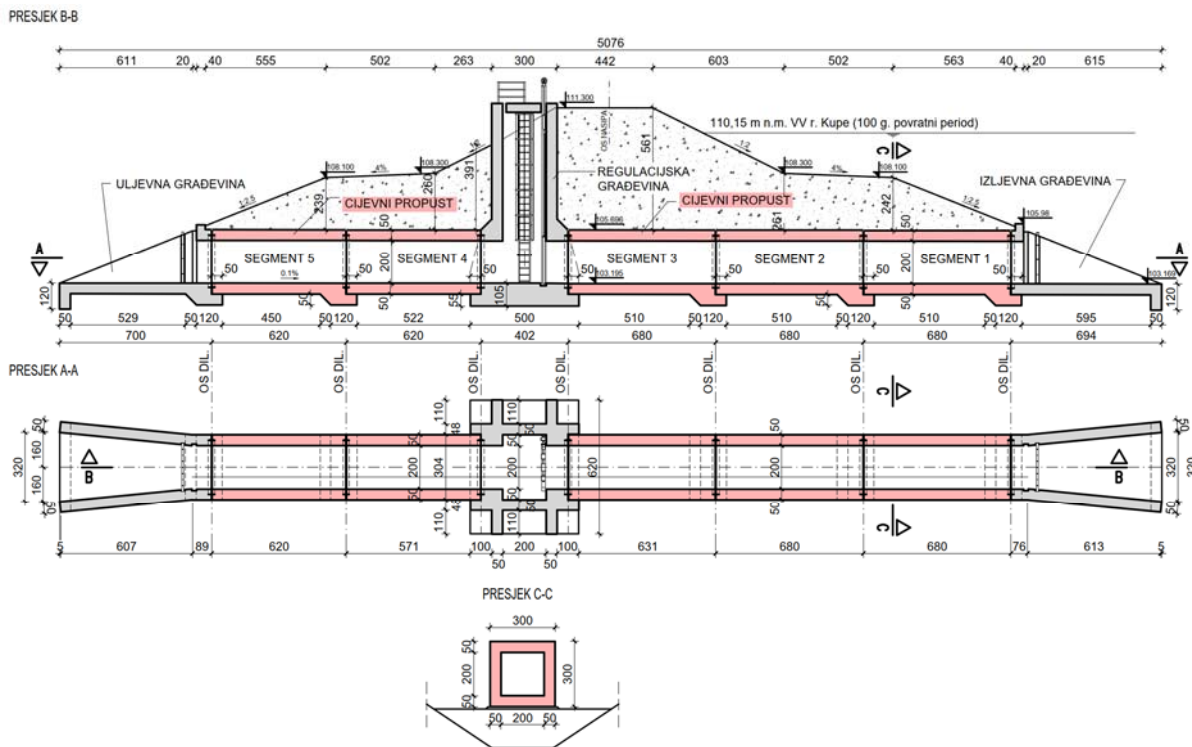
Svaka od navedenih podgrađevina statički se analizira odvojeno uz nanošenje reakcija međusobnog oslanjanja preko definiranih slučajeva opterećenja.

### 3.4.1 Dimenzioniranje cijevnog propusta

Cijevni propust je višedijelni dio konstrukcije ustave koji se sastoji od pet dilatiranih segmenata.

Statički će se analizirati samo segmenti 1,2 i 3 s obzirom da su veće dužine i više opterećene. Dobiveni rezultati jednako će se primijeniti i za segmente 4,5.

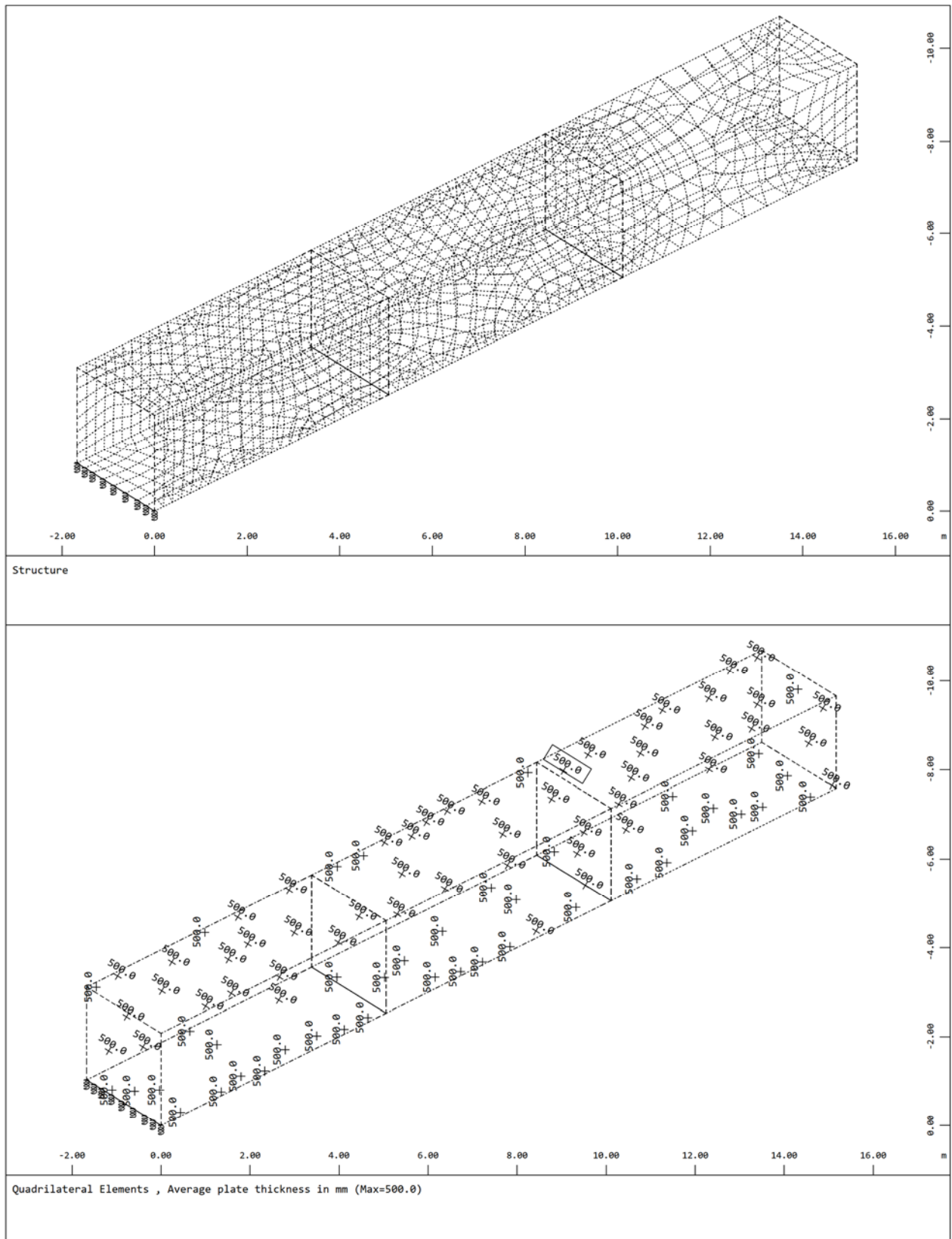
Geometrija cijevnog propusta upisana je u statički model prema slijedećoj skici:



Rubni uvjeti između segmenata postoje samo na njihovoj temeljnoj ploči pri čemu je omogućeni prijenos samo vertikalne poprečne sile. Povezanost zidova i gornjih ploča između segmenata potpuno je isključena.

U cilju određivanja reakcije segmenta 3 na kratku konzolu regulacijske građevine, na rub modela cijevnog propusta upisan je i linijski ležaj trostruko veće krutosti kojim se simulira ponašanje krućeg temelja na koji se oslanja.

### 3.4.1.1 Prikaz proračunskog modela i upisanih materijala cijevnog propusta

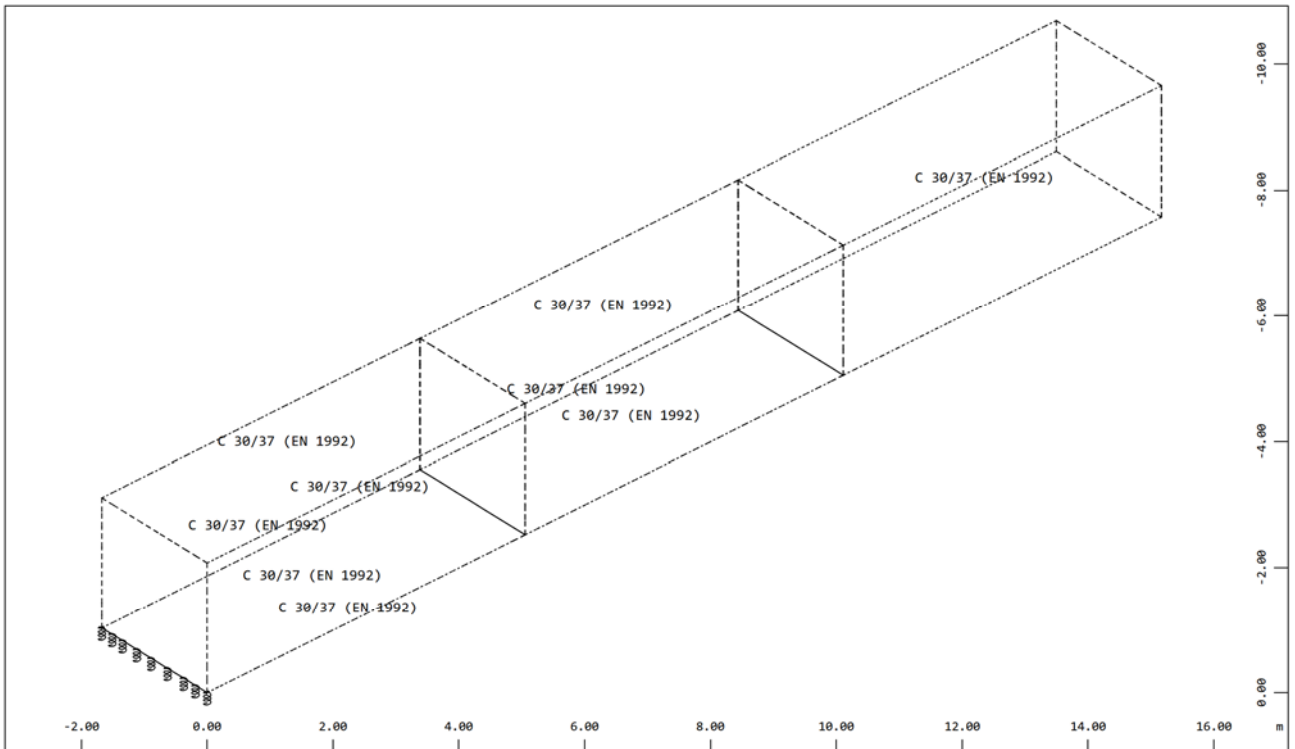


UstZnan\_Cijevni\_propust\_V23\_01

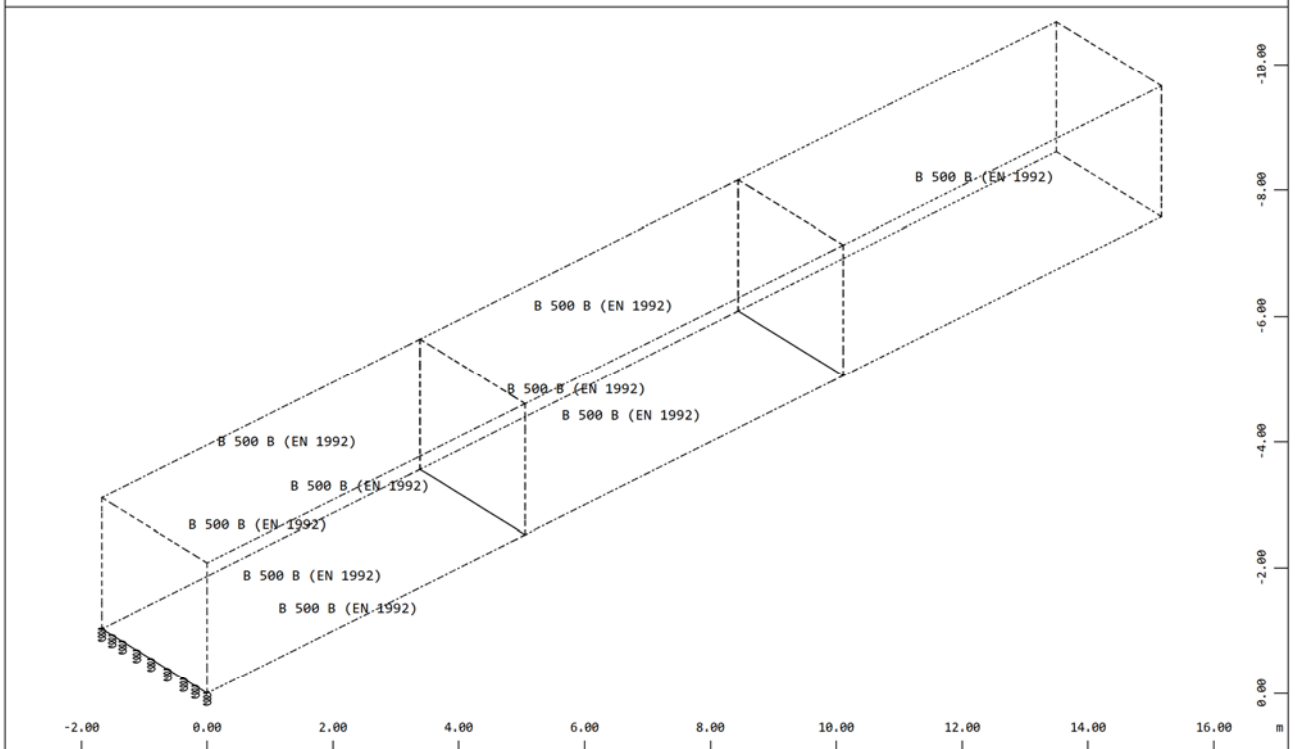
-

SL1.:MODEL

SL2.:DEBLJINE ZIDOVA I PLOCA



Quadrilateral Elements , Material designations



Quadrilateral Elements , Designation of reinforcement materials

UstZnan\_Cijevni\_propust\_V23\_01

MATERIJALI

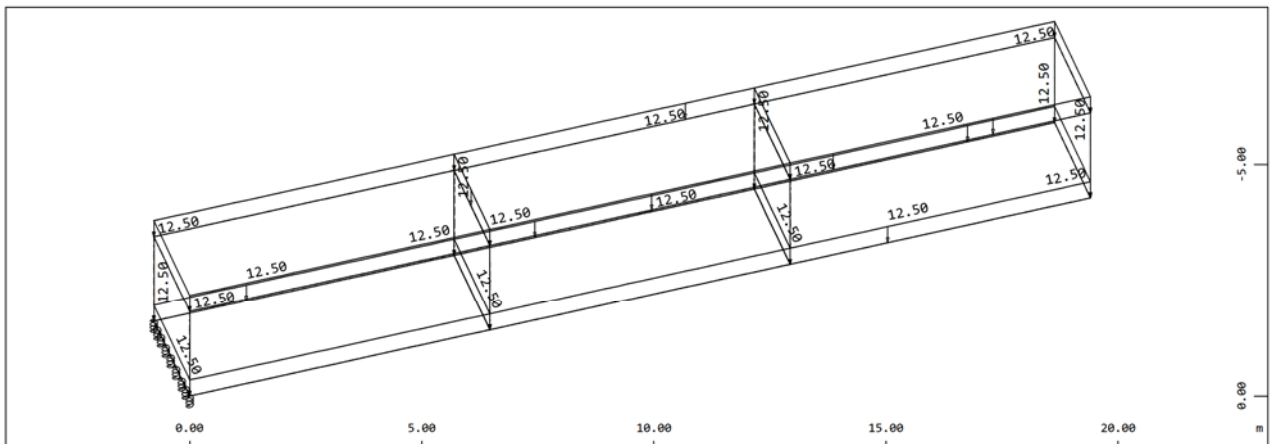
SL1.:BETON

SL2.:ARMATURNI CELIK

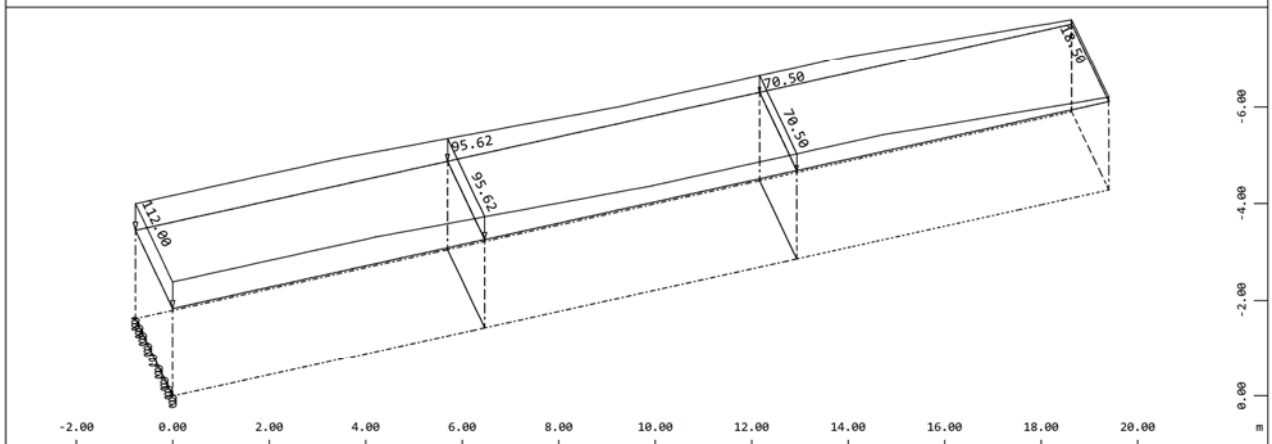
### 3.4.1.2 Pregled usvojenih opterećenja od nasipa na cijevni propust

PREGLED OPTEREĆENJA NA NASUTI ZID CIJEVNOG PROPUSTA										
OPIS	Ozn.	Jed.	Zid - nasip 560cm	Zid - nasip 260cm	Gor. ploča - nasip 560cm	Gor. ploča - nasip 260cm	Temelj - nasip 560cm	Temelj - nasip 260cm	Temelj - nasip 560cm	Temelj - nasip 260cm
<b>GEOMETRUSKI PARAMETRI</b>										
Relativna kota VRHA elementa mjereno od gornje površine nasipa	$k_{rel,VRH}$	[m]	-6,10	-3,10	-5,60	-2,60	-8,10	-8,10	-8,10	-5,10
Relativna kota DNA elementa mjereno od gornje površine nasipa	$k_{rel,DNO}$	[m]	-8,10	-5,10	-6,10	-3,10	-8,60	-8,60	-8,60	-5,60
Visina opterećenog elementa	H	[m]	2,00	2,00	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Debljina opterećenog elementa (prosječna ako je element promijenjive debljine!)	$h_{deb.}$	[m]	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Dužina opterećenog elementa	b	[m]	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
Širina opterećenog elementa ako se radi o temelju ili ploči	w	[m]	-	-	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
<b>PARAMETRI TLA</b>										
Zapremninska težina neuronjenog tla	$\gamma_{tlo}$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Zapremninska težina uronjenog tla	$\gamma_{u,tlo}$	[kN/m <sup>3</sup> ]	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Koeficijent mirnog tlaka	$K_{0,p}$	-	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69
<b>STALNO OPT.</b>										
Vertikalni pritisak tla na ploču i/ili temelj	$P_{tlo,v}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	-	-	112,0	52,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Horizontalni pritisak od neuronjenog tla - NA VRHU	$P_{tlo,h,VRH}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	84,5	42,9	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
Horizontalni pritisak od neuronjenog tla - NA DNU (za temelje i ploče u kN/m <sup>2</sup> u OSI ploče)	$P_{tlo,h,DNO}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	112,2	70,6	40,5	19,7	57,8	37,0	57,8	37,0
Dali treba računati sa uronjenom težinom tla (DA ili NE)?	da/ne?	-	da	da	da	da	da	da	da	da
Relativna kota vrha VODE U ZASIPU mjereno od gornje površine nasipa	$k_{rel,VRH,VODE}$	[m]	-1,15	1,85	-1,15	1,85	-1,15	-1,15	-1,15	0,00
Dubina VODE U ZASIPU za točku VRHA elementa	$h_{VRH,U,VODI}$	[m]	4,95	4,95	OS PLO.	OS PLO.	OS PLO.	OS PLO.	OS PLO.	OS PLO.
Dubina VODE U ZASIPU za točku DNA elementa (za temelje i ploče u OSI ploče)	$h_{DNO,U,VODI}$	[m]	6,95	6,95	4,70	4,70	7,20	7,20	7,20	5,35
Vertikalni pritisak na ploču i/ili temelj od tla i vode ako je uronjeno - NA VRHU	$P_{u,tlo,v,PLO}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	-	-	112,0	70,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Horizontalni pritisak od tla ako je uronjeno - NA VRHU	$P_{u,tlo,h,VRH}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	99,7	71,0	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
Horizontalni pritisak od tla ako je uronjeno - NA DNU (za temelje i ploče u kN/m <sup>2</sup> u OSI ploče)	$P_{u,tlo,h,DNO}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	133,6	104,8	47,7	33,4	68,9	45,3	68,9	45,3
Horizontalni pritisak od zbijanja tla	$P_{zb}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
Mjerodavni vert. pritisak od tla (i vode ako je viša od vrha nasipa)	$P_{m,tlo,v,PLO}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	-	-	112,0	70,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Mjerodavni hor. pritisak od tla i zbijanja - NA VRHU	$P_{m,tlo,h,VRH}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	99,7	71,0	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
Mjerodavni hor. pritisak od tla i zbijanja - NA DNU (za temelje i ploče u kN/m <sup>2</sup> u OSI ploče)	$P_{m,tlo,h,DNO}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	133,6	104,8	47,7	33,4	68,9	45,3	68,9	45,3
<b>PROMET OPT.</b>										
Kut rasprostiranja prometnog opterećenja	$\alpha_{prom}$	°	30,0	0,0	30,0	0,0	30,0	0,0	30,0	0,0
Vertikalni pritisak od prometa neposredno ISPOD KOTAČA (480kN)(1.trak)	$P_{ktiv,T}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	32,0	0,0	32,0	0,0	32,0	0,0	32,0	0,0
Vertikalni pritisak od prometa na ploču i/ili temelj (1.trak)	$P_{iv,T+U}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	-	-	6,2	0,0	4,0	0,0	4,0	0,0
Horizontalni pritisak od prometa (1.trak) - NA VRHU	$P_{ih,T+U,VRH}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	3,9	0,0	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
Horizontalni pritisak od prometa (1.trak) - NA DNU (za temelje i ploče u kN/m <sup>2</sup> u OSI ploče)	$P_{ih,T+U,DNO}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	2,8	0,0	2,0	0,0	1,3	0,0	1,3	0,0

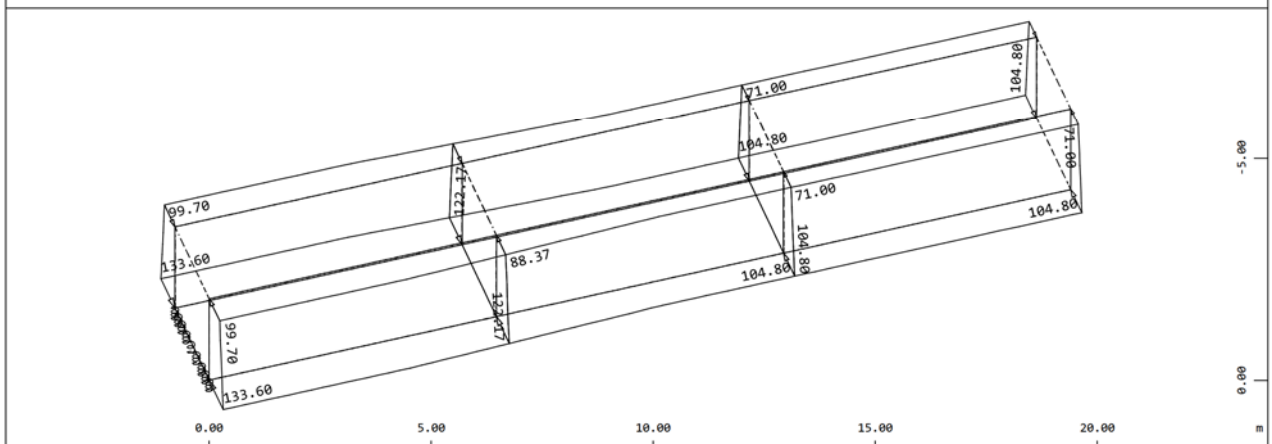
POTRESNO OPTEREĆENJE ZA VERTIKALNI, KRUTI I UPETI ZID S HORIZONTALNIM NASIPOM (kod kojeg ne može doći do aktivnog tlaka!)									
OPIS	Ozn.	Jed.	Zid - nasip 560cm	Zid - nasip 260cm	Gor. ploča - nasip 560cm	Gor. ploča - nasip 260cm	Temelj - nasip 560cm	Temelj - nasip 260cm	
Faktor važnosti konstrukcije	$\gamma_1$	-	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
Koeficijent $\alpha = a_g / g$	$\alpha$	-	0,182	0,182	0,182	0,182	0,182	0,182	
Faktor tla	S	-	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	
Vrijednost faktora "r" za kruti i upeti zid	r	-	1,0	1,0	-	-	-	-	
Dinamička sila od neuronjenog tla na element $\Delta P_{d,tlo} = \gamma_1 \cdot \alpha \cdot S \cdot \gamma_{tlo} \cdot (H^2 \cdot b)$	$\Delta P_{d,tlo}$	[kN]	113,9	113,9	-	-	-	-	
Da li se radi o dinamički jako propusnom tlu (DA ili NE)?	da/ne?	-	ne	ne	-	-	-	-	
Visina razine podzemne vode mjereno od DNA zida (voda na unutarnjem licu)	H'	[m]	0,0	0,0	-	-	-	-	
Hidrodin. sila na unutar.lice zida $E_{wd} = \gamma_1 \cdot \alpha \cdot 0,583 \cdot S \cdot \gamma_w \cdot (H^2 \cdot b)$ [ako treba racunati uronjeno]	$E_{wd}$	[kN]	0,0	0,0	-	-	-	-	
Potresna sila od tla i un.vode kao površinsko opt.: $\Delta P_{d,tlo} = (\Delta P_d + E_{wd}) / (H \cdot b)$	$\Delta P_{d,tlo}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	8,4	8,4	-	-	-	-	
Potresna sila od inercije mase bet. elementa kao površinsko opt.: $\Delta P_{d,bet} = \gamma_1 \cdot \alpha \cdot S \cdot \gamma_{beton} \cdot h_{deb}$	$\Delta P_{d,bet}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	
Potresna sila od tla + bet. elemen. kao površinsko opt.: $\Delta P_{d,tlo} + \Delta P_{d,bet}$ (jednoliko po visini)	$\Delta P_{d,tlo} + \Delta P_{d,bet}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	11,0	11,0	2,6	2,6	2,6	2,6	



All loads, Loadcase 10 VL.TEZINA , (1 cm 3D = unit) QUAD-Area dead load in global Z in Element (Unit=34.84 kN/m2) (Max=12.50)

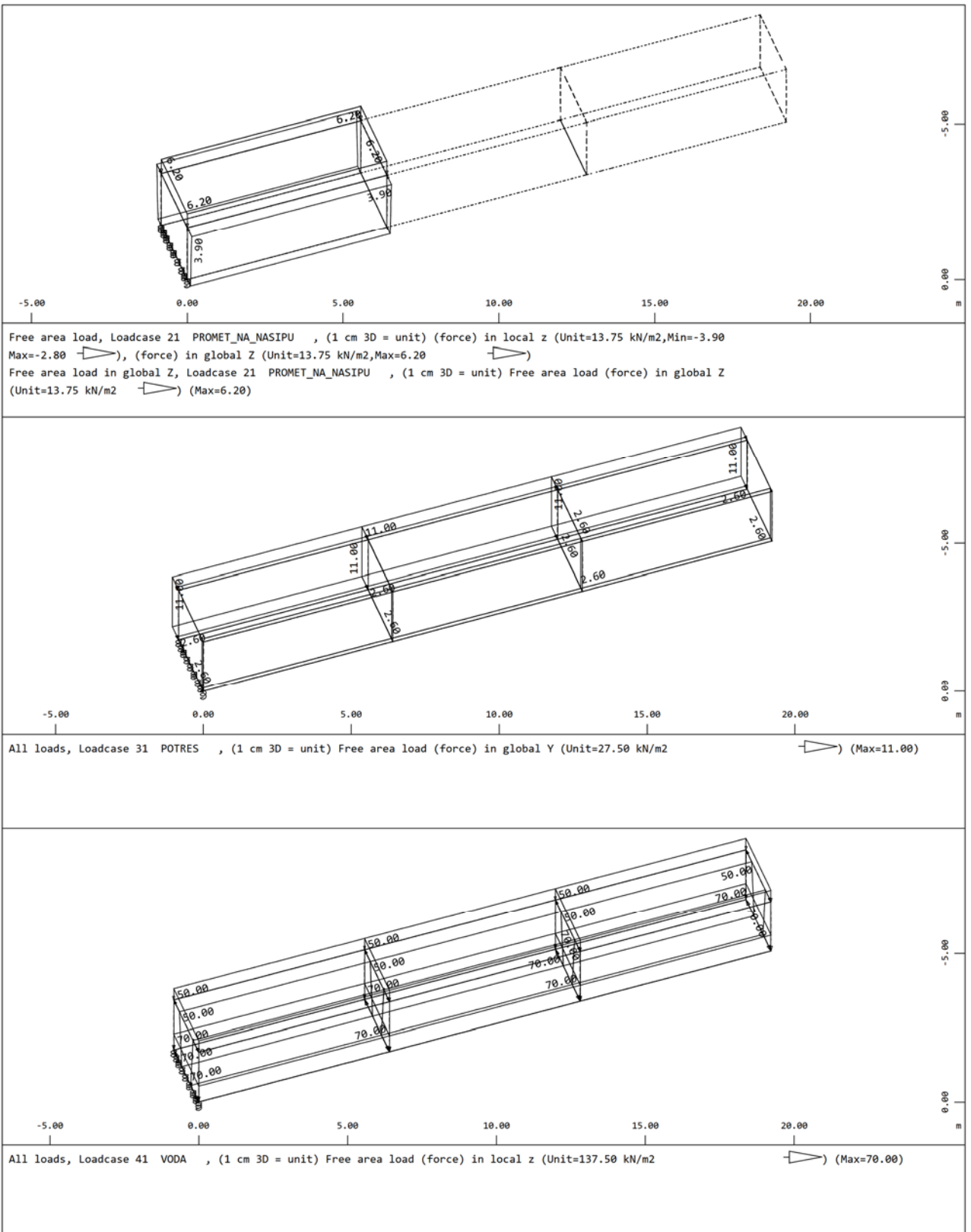


All loads, Loadcase 11 VERT.PRIT.NASIPA , (1 cm 3D = unit) Free area load (force) in global Z (Unit=188.28 kN/m2) (Max=112.00)



Free area load, Loadcase 12 HORIZ.PRIT.NASIPA , (1 cm 3D = unit) (force) in local z (Unit=180.47 kN/m2) (Min=-133.60) (Max=-71.00)

UstZnan\_Cijevni\_propust\_V23\_01  
 OPTERECENJA  
 SL1.:VL. TEZINA  
 SL2.:VERTIKALNI PRITISAK NASIPA  
 SL3.:HORIZONTALNI PRITISAK NASIPA (na zid)



UstZnan\_Cijevni\_propust\_V23\_01

OPTERECENJA

SL1.:PROMETNO OPTERECENJE NA NASIPU

SL2.:POTRES

SL3.:VODA



### 3.4.1.3 Kombinacije opterećenja za cijevni propust

UstZnan\_Cijevni\_propust\_V23\_01

**Design Code**

EuroNorm: EN 1990:2002 Basis of structural design (Europe) V 2023

**Combination rule Number 100**

SLS characteristic combination

Superposition according to manual MAXIMA formula 2.4

$$E_{d,rare} = E \left\{ \sum_{j \geq 1} G_{k,j} \oplus P_k \oplus Q_{k,1} \oplus \sum_{i > 1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \right\}$$

Resulting Load Cases type SLS characteristic combination

**Load Case selection and Actions**

Act	Part	Superposition Factors							Fact	Type	Designation	
		γ-u	γ-f	γ-a	ψ <sub>0</sub>	ψ <sub>1</sub>	ψ <sub>2</sub>	ψ <sub>1inf</sub>				
G	G	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			dead load	
	10								1.00	PERM	VL.TEZINA	
	11								1.00	PERM	VERT.PRIT.NASIPA	
Q	Q	1.00	0.00	1.00	0.70	0.50	0.30	1.00			variable load	
	21								1.00	COND	PROMET_NA_NASIPU	
R	G	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			earth pressure	
	12								1.00	COND	HORIZ.PRIT.NASIPA	
	41								1.00	COND	VODA	
Act	action										Fact	factor for load case
Part	partition of the action										Type	type of the load case
γ-u,γ-f,γ-a	partial safety factors for unfavourable/favourable/accidental										PERM	permanent load grouped in actions
ψ <sub>0</sub> ,ψ <sub>1</sub> ,ψ <sub>2</sub> ,ψ <sub>1inf</sub>	combination coefficients										COND	conditional load
LC	number of the load case											

SOFISTIK AG - www.sofistik.de

UstZnan\_Cijevni\_propust\_V23\_01

**Design Code**

EuroNorm: EN 1990:2002 Basis of structural design (Europe) V 2023

**Combination rule Number 101**

SLS frequent combination

Superposition according to manual MAXIMA formula 2.5

$$E_{d,frequ} = E \left\{ \sum_{j \geq 1} G_{k,j} \oplus P_k \oplus \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} \oplus \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \right\}$$

Resulting Load Cases type SLS frequent combination

**Load Case selection and Actions**

Act	Part	Superposition Factors							Fact	Type	Designation
		$\gamma-u$	$\gamma-f$	$\gamma-a$	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	$\psi_{1,inf}$			
G	G	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			dead load
	10								1.00	PERM	VL.TEZINA
	11								1.00	PERM	VERT.PRIT.NASIPA
Q	Q	1.00	0.00	1.00	0.70	0.50	0.30	1.00			variable load
	21								1.00	COND	PROMET_NA_NASIPU
R	G	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			earth pressure
	12								1.00	COND	HORIZ.PRIT.NASIPA
	41								1.00	COND	VODA
Act	action							Fact	factor for load case		
Part	partition of the action							Type	type of the load case		
$\gamma-u, \gamma-f, \gamma-a$	partial safety factors for unfavourable/favourable/accidental							PERM	permanent load grouped in actions		
$\psi_0, \psi_1, \psi_2, \psi_{1,inf}$	combination coefficients							COND	conditional load		
LC	number of the load case										

SOFISTIK AG - www.sofistik.de

UstZnan\_Cijevni\_propust\_V23\_01

**Design Code**

EuroNorm: EN 1990:2002 Basis of structural design (Europe) V 2023

**Combination rule Number 201**

ULS fundamental combination

Superposition according to manual MAXIMA formula 2.1

$$E_d = E \left\{ \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} \oplus \gamma_P \cdot P_k \oplus \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} \oplus \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \right\}$$

Resulting Load Cases type ULS fundamental combination

**Load Case selection and Actions**

Act	Part LC	Superposition Factors							Fact	Type	Designation
		$\gamma-u$	$\gamma-f$	$\gamma-a$	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	$\psi_{1inf}$			
G	G	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			dead load
	10								1.00	PERM	VL.TEZINA
	11								1.00	PERM	VERT.PRIT.NASIPA
Q	Q	1.50	0.00	1.00	0.70	0.50	0.30	1.00			variable load
	21								1.00	COND	PROMET_NA_NASIPU
R	G	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			earth pressure
	12								1.00	COND	HORIZ.PRIT.NASIPA
	41								1.00	COND	VODA
Act	action									Fact	factor for load case
Part	partition of the action									Type	type of the load case
$\gamma-u, \gamma-f, \gamma-a$	partial safety factors for unfavourable/favourable/accidental									PERM	permanent load grouped in actions
$\psi_0, \psi_1, \psi_2, \psi_{1inf}$	combination coefficients									COND	conditional load
LC	number of the load case										

SOFISTIK AG - www.sofistik.de

UstZnan\_Cijevni\_propust\_V23\_01

**Design Code**

EuroNorm: EN 1990:2002 Basis of structural design (Europe) V 2023

**Combination rule Number 206**

ULS seismic combination

Superposition according to manual MAXIMA formula 2.3

$$E_{dAE} = E \left\{ \sum_{j \geq 1} G_{k,j} \oplus P_k \oplus \gamma_l \cdot A_{Ed} \oplus \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \right\}$$

Resulting Load Cases type ULS seismic combination

**Load Case selection and Actions**

Act	Part	Superposition Factors							Fact	Type	Designation	
		γ-u	γ-f	γ-a	ψ <sub>0</sub>	ψ <sub>1</sub>	ψ <sub>2</sub>	ψ <sub>1</sub> inf				
E	E	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		seismic loading	
	31									1.00	X17 POTRES	
G	G	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		dead load	
	10									1.00	PERM VL.TEZINA	
	11									1.00	PERM VERT.PRIT.NASIPA	
R	G	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		earth pressure	
	12									1.00	COND HORIZ.PRIT.NASIPA	
	41									1.00	COND VODA	
Act	action										Fact	factor for load case
Part	partition of the action										Type	type of the load case
γ-u,γ-f,γ-a	partial safety factors for unfavourable/favourable/accidental										PERM	permanent load grouped in actions
ψ <sub>0</sub> ,ψ <sub>1</sub> ,ψ <sub>2</sub> ,ψ <sub>1</sub> inf	combination coefficients										COND	conditional load
LC	number of the load case										X	exclusive load with changing sign

SOFISTIKAG - www.sofistik.de

### 3.4.1.4 Minimalna armatura za cijevni propust

Minimalna armatura armiranobetonske ploče prema HRN EN 1992-1-1. Poglavlje 9.3.1.1.:

$$A_{s1,min} = 0,0013 \cdot (b \cdot d) \quad \text{IZRAZ 1}$$

$$A_{s,min} = 0,26 \cdot b \cdot d \cdot \left( \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \right) = 0,26 \cdot b \cdot d \cdot \left( \frac{2,90}{500} \right) = 0,0015 \cdot (b \cdot d) \quad \text{IZRAZ 2}$$

Pozicija	Širina ploče/zida/grede [cm]	Debljina/Visina ploče/zida/grede [cm]	Zaštitni sloj betona [cm]	Klasa betona	$f_{ctm}$ [MPa]	Minimalna armatura		Mjerodavna vrijednost [cm <sup>2</sup> /m']
						IZRAZ 1 [cm <sup>2</sup> /m']	IZRAZ 2 [cm <sup>2</sup> /m']	
Cijevni propust	100,0	50,0	5,0	C30/37	2,9	5,9	6,8	6,8

### 3.4.1.5 Maksimalna armatura za cijevni propust

Maksimalna armatura je dodatno ograničena hrvatskim nacionalnim dodatkom HRN EN 1992-1-1:2013/NA:2015, točka 2.75 Najveće ploštine presjeka vlačne ili tlačne armature izvan područja nastavka, točka 9.2.1.1(3), NAPOMENA:

$$A_{s1,max} = 0,022 \cdot A_c \quad \text{IZRAZ 3}$$

Prema HRN EN 1992-1-1:2013, točka 5.6.3. Sposobnost zakretanja (2) U području plastičnih zglobova,  $x_w/d$  ne treba prijeći vrijednost 0,45 za betone razreda čvrstoće manje ili jednake C50/60 i 0,35 za betone razreda čvrstoće veće ili jednake C55/67.

Iz tog uvjeta je maksimalna armatura ograničena na vrijednost (skripta Sorić, Kišiček: Betonske konstrukcije 1: Projektiranje betonskih konstrukcija prema europskim normama, Zagreb, 2011., poglavlje 5.4. Maksimalna armatura poprečnih presjeka, str. 166.):

$$A_{s1,max} = \omega_{lim} \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,365 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \quad \text{IZRAZ 4}$$

Pozicija:	Širina ploče/zida/grede [cm]	Debljina/Visina ploče/zida/grede [cm]	Zaštitni sloj betona [cm]	Klasa betona	$f_{cd}$ [MPa]	Maksimalna armatura		Mjerodavna vrijednost [cm <sup>2</sup> /m']
						IZRAZ 3 [cm <sup>2</sup> /m']	IZRAZ 4 [cm <sup>2</sup> /m']	
Cijevni propust	100,0	50,0	5,0	C30/37	20,0	99,00	75,52	75,52

### 3.4.1.6 Minimalna pukotinska armatura za cijevni propust

Izračunava se prema normi DIN EC1992-1-1/NA:2011-01 i izrazu (NA.7.5.2):

$$A_{s,min} = f_{ct,eff} \cdot \frac{A_{ct,eff}}{\sigma_s} \geq k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot \frac{A_{ct}}{f_{yk}}$$

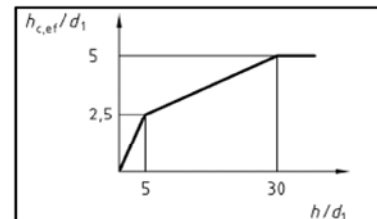
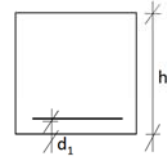
Za elemente debljine  $h \leq 30$  cm može se usvojiti vlačna čvrstoća nakon 3 dana, a za debele elemente  $h > 80$  cm vlačna čvrstoća nakon 7 dana (beton C30/37):

$$f_{ctm} = 2,90 \text{ N/mm}^2 \text{ - srednja vrijednost vlačne čvrstoće betona (za 28 dana)}$$

$$f_{ct,eff,0} = 0,75 \cdot f_{ctm}(28 \text{ d}) = 2,18 \text{ N/mm}^2 \text{ - vlačna čvrstoća bet. u vrijeme djelovanja prisile (usvaja se vlačna čvrstoća nakon 5 dana)}$$

$$E_{cm} = 33000 \text{ N/mm}^2 \text{ - modul elastičnosti betona}$$

<b>ELEMENT:</b>		<b>USTAVA ZNANOVIT - CIJEVNI PROPUST</b>	
Min arm. za gran. stanje pukotina za centričnu prisilu izazvanu hidrationskom toplinom			
Prema DIN EC1992-1-1/NA:2011-01 i izrazu (NA.7.5.1)			
Armatura	u X i Y smjeru	Zona postav.	gore&dolje
w <sub>max</sub>	0,30 mm	Ø =	16 mm
Razred betona	C 30/37	Starost betona	5 dana
h =	50,00 cm	d <sub>1</sub> =	6,60 cm
c <sub>nom</sub> =	5,00 cm		
Cement	32.5 R; 42.5 N [normalno stvrdnjavajući]		
Vlačna čvrstoća betona:		Koeff. korekcije vl.čvrstoće=	
f <sub>ct</sub> = 2,90 kN/cm <sup>2</sup>		f <sub>ct,eff</sub> = 2,18 kN/cm <sup>2</sup>	
Statička visina:		h / d <sub>1</sub> =	
d = 43,40 cm		7,58	
Visina efektivne vlačne zone (za centrički vlak):			
0 ≤ h / d <sub>1</sub> < 5,0 : h <sub>eff</sub> = 0,50 · h		h <sub>c,eff</sub> = 18,20 cm	
5,0 ≤ h / d <sub>1</sub> < 30 : h <sub>eff</sub> = 0,10 · h + 2,0 · d <sub>1</sub>			
h / d <sub>1</sub> ≥ 30 : h <sub>eff</sub> = 5,0 · d <sub>1</sub>			
Efektivna vlačna površina oko armature i površina vlačne zone bet.:			
A <sub>c,eff</sub> = h <sub>c,eff</sub> · b		= 0,18 m <sup>2</sup> /m	
A <sub>ct</sub> = 0,5 · hb		= 0,25 m <sup>2</sup> /m	
Modificirana vrijednost promjera šipke:			
Ø* = φ <sub>s</sub> · 2,9 / f <sub>ct,eff</sub>		= 21,33 mm	
Naprezanje u armaturi:			
σ <sub>s</sub> = √(w <sub>k</sub> · 3,48 · 10 <sup>6</sup> / φ <sub>s</sub> <sup>2</sup> )		= 221,2 N/mm <sup>2</sup>	
k = 0,68		(Tabela 7.2DE) (unutarnja prisila)	
Minimalna puk. armatura u jednoj zoni (za gornju tj. donju zonu)			
A <sub>s,min</sub> = k <sub>c</sub> · k · f <sub>ct,eff</sub> · A <sub>ct</sub>		= 16,71 cm <sup>2</sup> /m	
Izraz (7.1)			
Min. puk. arm. u jednoj zoni za <b>deblje</b> elemente tj. za h>30cm (za gornju tj. donju zonu) (NA.5)			
A <sub>s,min</sub> = f <sub>ct,eff</sub> · A <sub>c,eff</sub> / σ <sub>s</sub>		= 17,89 cm <sup>2</sup> /m	
≥ k · f <sub>ct,eff</sub> · A <sub>ct</sub> / f <sub>yk</sub>		= 7,40 cm <sup>2</sup> /m	
Izraz (NA.7.5.1)			
Mjerodavna minimalna pukotinska arm. prema izrazima (7.1) i (NA.7.5.1)			
A <sub>s,min</sub> =		16,71 cm <sup>2</sup> /m	
Odabr. arm. u jednoj zoni: Ø 16 / 12,5 (16,08 cm <sup>2</sup> /m)			
Zbog debljine elementa 30cm<h<80cm usvaja se vlačna čvrstoća betona nakon 5 dana jer tom periodu odgovara i trajanje hidrationske topline: f <sub>ct,eff</sub> = 0,75 · f <sub>ctm</sub> (28d) <sup>0,8</sup>			



### 3.4.1.7 Stabilnost protiv izdizanja (uzgon)

Proračun je proveden uz pretpostavku procjeđivanja vode iza regulacijske građevine i postizanja vodostaja do kote 108,10 uz cijev propusta praznu iznutra.

Rezultati tog proračuna prikazani su u tablično.

Tablično provedenim proračunom dokazana je stabilnost na uzgon ( $V_{dst,d} \leq G_{stb,d} + R_d$ ).

Eurocode 7 propisuje kontrolu gubitka ravnoteže konstrukcije ili tla uslijed uzgona vode ili drugih vertikalnih sila (UPL) (npr. izdizanje lagane podzemne konstrukcije pod pritiskom uzgona podzemne vode).

Pri tome je potrebno dokazati da je suma svih destabilizirajućih djelovanja manja od sume svih stabilizirajućih djelovanja kako slijedi:

$$V_{dst,d} \leq G_{stb,d} + R_d$$

gdje je:

- $V_{dst,d}$  je kombinacija trajnog (G) i promjenjivog (Q) destabilizirajućeg vertikalnog djelovanja
- $G_{stb,d}$  je stabilizirajuće vertikalno trajno djelovanje
- $R_d$  mogući dodatni projektni otpor izdizanju

Prema preporukama iz EC-7 povoljna (stabilizirajuća) djelovanja vlastite težine je potrebno pomnožiti parcijalnim faktorom djelovanja  $\gamma_{G,stb}=0,9$ , a nepovoljna (destabilizirajuća) djelovanja sile uzgona parcijalnim faktorom djelovanja  $\gamma_{G,dst}=1,10$ .

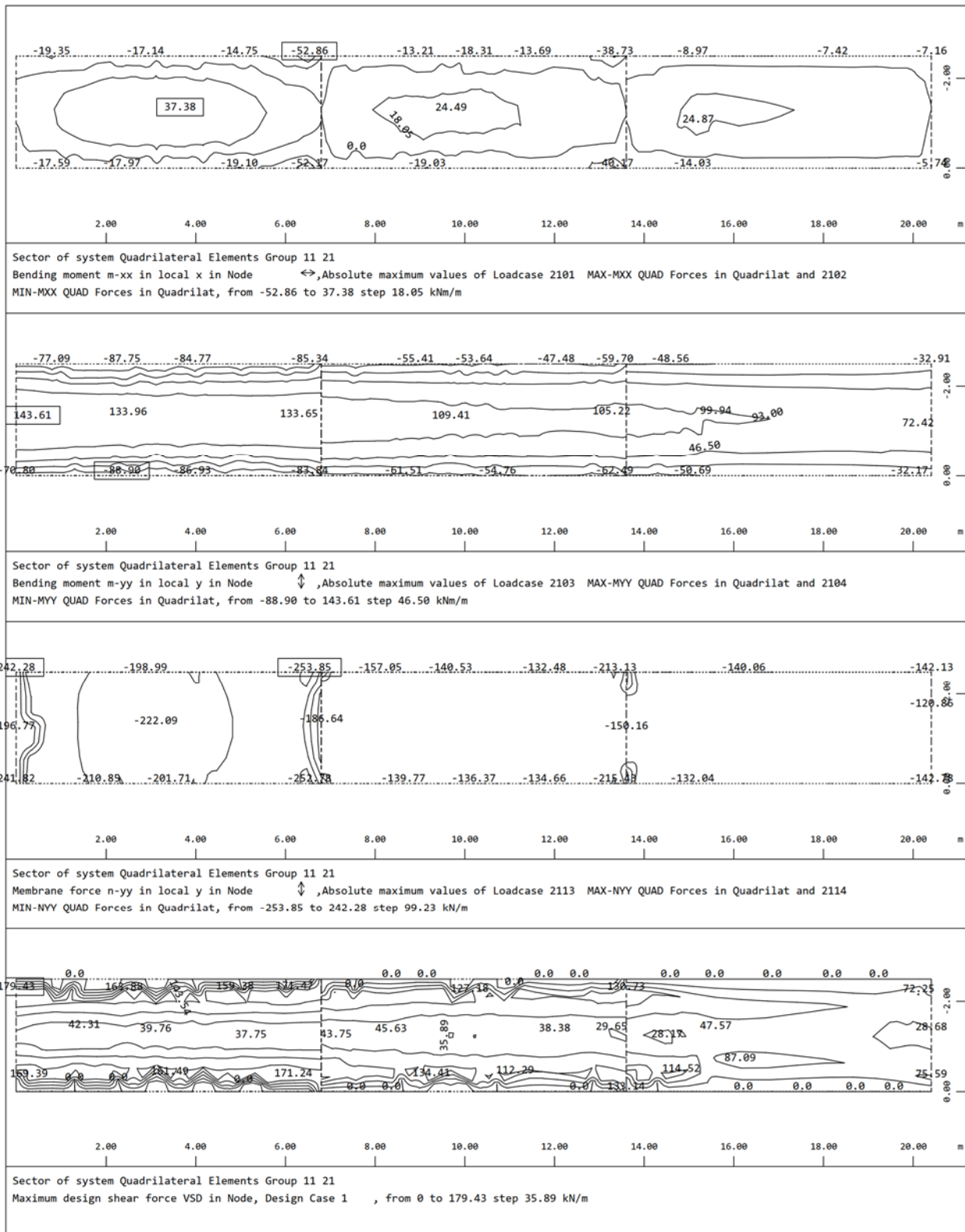
U HRN EN 1997-1:2012/NA:2016, Tablica A.15(HR) – Parcijalni koeficijenti ( $\gamma_F$ ) za djelovanja (UPL)  $\gamma_{G,dst}=1,10 \Rightarrow$  MJERODAVNO za Hrvatsku.

Globalni faktor sigurnosti na isplivavanje:  $GFS = \gamma_{G,dst} / \gamma_{G,stb} = 1,10 / 0,90 = 1,21$

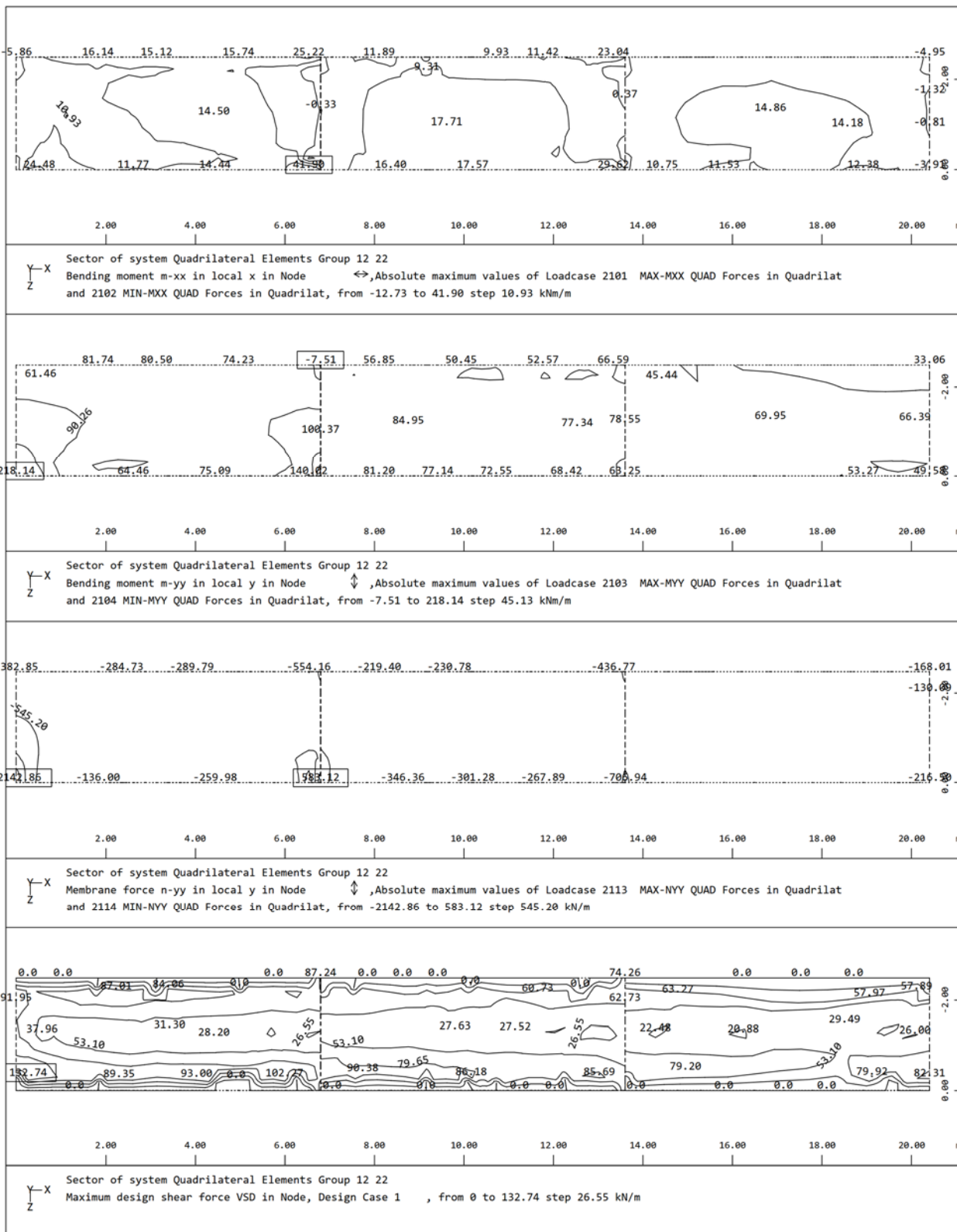
GRADIVA CIJEVNOG PROPUSTA:		
Beton :	C30/37	
Zapreminska težina betona za proračun učinka uzgona $\gamma_{b,uzg} =$	24,00	$\text{kN/m}^3$
Zapreminska težina vode $\gamma_w =$	10,00	$\text{kN/m}^3$
Zapreminska težina neuronjeg tla $\gamma_{tlo} =$	20,00	$\text{kN/m}^3$
GEOMETRIJA PRESJEKA CIJEVNOG PROPUSTA:		
<p>PRESJEK C-C:  <math>A(V)_{nasipa} = 7,20 \text{ m}^2 (\text{m}^3/\text{m}')</math>  <math>A(V)_{betona} = 5,00 \text{ m}^2 (\text{m}^3/\text{m}')</math>  <math>A(V)_{tijela \text{ na koji djeluje uzgon}} = 9,00 \text{ m}^2 (\text{m}^3/\text{m}')</math></p>		
TEŽINA BETONA CIJEVNOG PROPUSTA:		
Volumen betona poprečnog presjeka $V_b =$	5,00	$\text{m}^3$
Ukupna težina betona taložnice $G_{tal} =$	120,00	kN
Parcijalni koeficijenti ( $\gamma_F$ ) za stabilizirajuća djelovanja (UPL) $\gamma_{G,stab} =$	0,90	
Faktorirana težina betona za provjeru uzgona $G_{uzgon} = \gamma_{G,stab} \cdot G_{tal} =$	108,00	kN
TEŽINA TLA NA GORNJOJ PLOČI:		
Volumen tla na gornjoj ploči $V_{tlo} =$	7,20	$\text{m}^3$
Ukupna težina tla na gornjoj ploči $G_{tal} =$	144,00	kN
Parcijalni koeficijenti ( $\gamma_F$ ) za stabilizirajuća djelovanja (UPL) $\gamma_{G,stab} =$	0,90	
Faktorirana težina tla za provjeru uzgona $G_{tlo} = \gamma_{G,stab} \cdot G_{tal} =$	129,60	kN
<b>UKUPNA TEŽINA BETONA I TLA KAO STABILIZIRAJUĆE DJELOVANJE <math>\Sigma =</math></b>	<b>237,60</b>	<b>kN</b>
DJELOVANJE UZGONA NA GRAĐEVINU:		
Volumen tijela na koje djeluje uzgon $V_{uzgon} = L_{pl} \cdot B_{pl} \cdot h_{uzgon} =$	9,00	$\text{m}^3$
Sila uzgona $U = \gamma_w \cdot V_{uzgon} =$	90,00	kN
Parcijalni koeficijenti ( $\gamma_F$ ) za djelovanja (UPL) $\gamma_{G,dst} =$	1,10	
Faktorirana sila uzgona $U_{faktor} = \gamma_{G,dst} \cdot V_{uzgon} =$	99,00	kN
PROVJERA GRAĐEVINE NA UZGON:		
<b>U(faktor) &lt;= G(uzgon) ZADOVOLJAVA</b>		



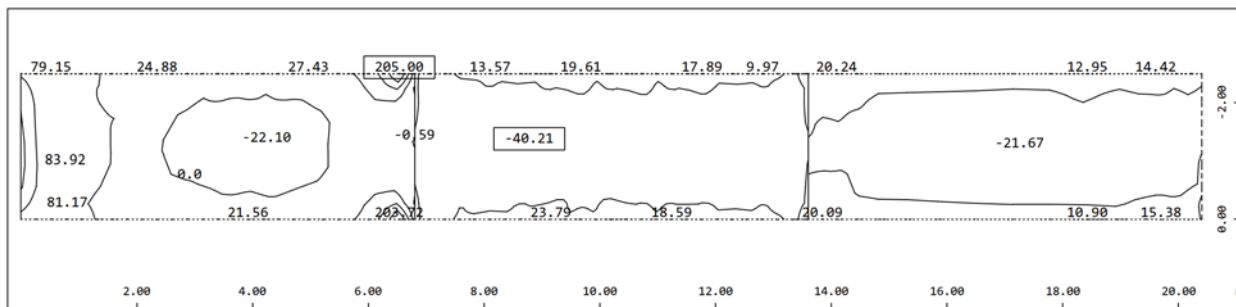
### 3.4.1.8 Računske rezne sile cijevnog propusta



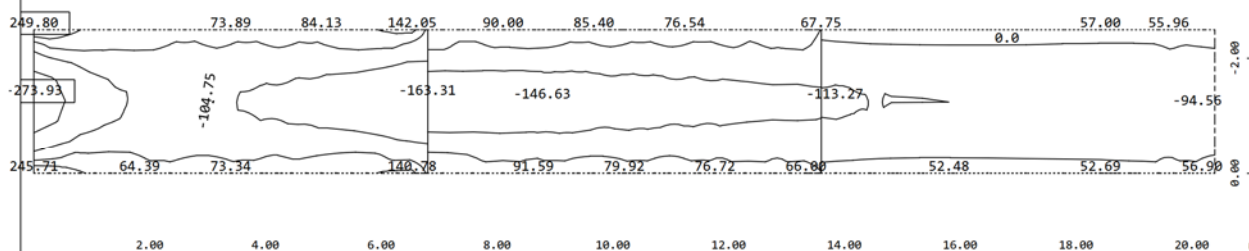
UstZnan\_Cijevni\_propust\_V23\_01  
 RACUNSKRE REZNE SILE - Glav. komb. GSN (mjerodavno) (ANVELOPE)  
 GORNJA PLOCA CIJEVNOG PROPUSTA  
 SL.1: Mxx ; SL.2: Myy  
 SL.3: Nyy ; SL.4: RACUNSKRE POSMICNE SILE



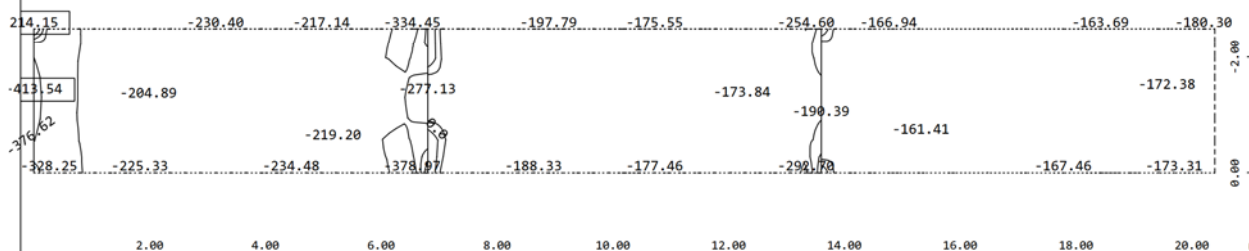
UstZnan\_Cijevni\_propust\_V23\_01  
 RACUNSKE REZNE SILE - Glav. komb. GSN (mjerodavno) (ANVELOPE)  
 ZID CIJEVNOG PROPUSTA (prikazan samo jedan zid)  
 SL.1: Mxx ; SL.2: Myy  
 SL.3: Nyy ; SL.4: RACUNSKE POSMICNE SILE



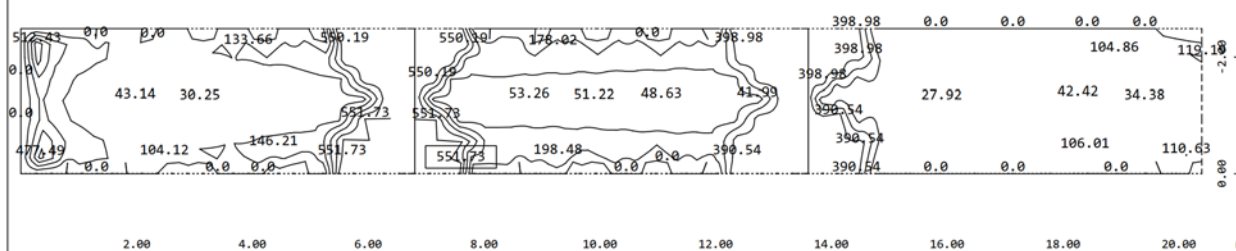
Sector of system Quadrilateral Elements Group 13 23  
 Bending moment m-xx in local x in Node ↔, Absolute maximum values of Loadcase 2101 MAX-MXX QUAD Forces in Quadrilat and 2102 MIN-MXX QUAD Forces in Quadrilat, from -40.21 to 205.00 step 49.04 kNm/m



Sector of system Quadrilateral Elements Group 13 23  
 Bending moment m-yy in local y in Node ↓, Absolute maximum values of Loadcase 2103 MAX-MYY QUAD Forces in Quadrilat and 2104 MIN-MYY QUAD Forces in Quadrilat, from -273.93 to 249.80 step 104.75 kNm/m



Sector of system Quadrilateral Elements Group 13 23  
 Membrane force n-yy in local y in Node ↑, Absolute maximum values of Loadcase 2113 MAX-NYY QUAD Forces in Quadrilat and 2114 MIN-NYY QUAD Forces in Quadrilat, from -413.54 to 214.15 step 125.54 kNm/m

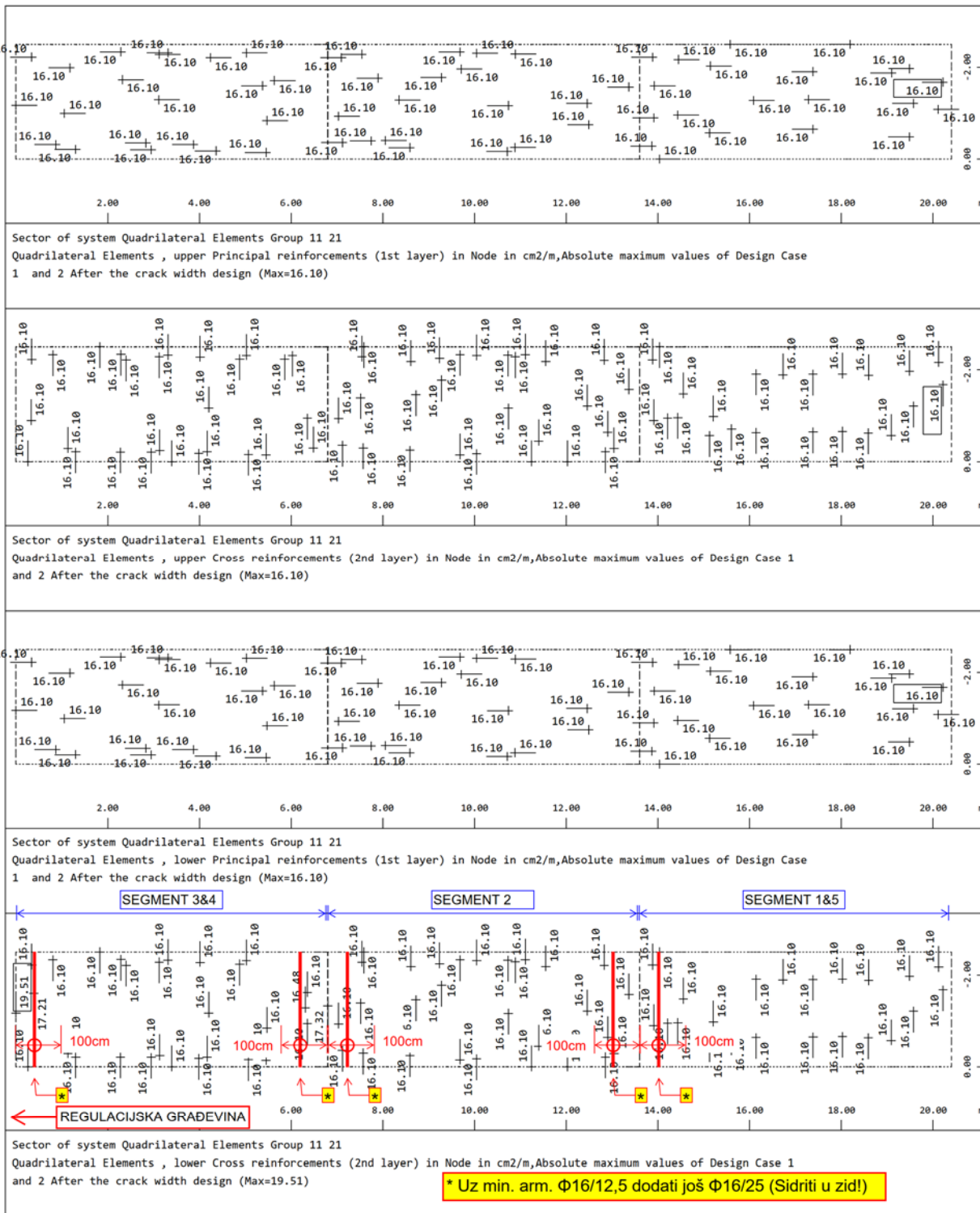


Sector of system Quadrilateral Elements Group 13 23  
 Maximum design shear force VSD in Node, Design Case 1, from 0 to 551.73 step 110.35 kNm/m

UstZnan\_Cijevni\_propust\_V23\_01  
 RACUNSKE REZNE SILE - Glav. komb. GSN (mjerodavno) (ANVELOPE)  
 TEMELJNA PLOCA CIJEVNOG PROPUSTA  
 SL.1: Mxx ; SL.2: Myy  
 SL.3: Nyy ; SL.4: RACUNSKE POSMICNE SILE

### 3.4.1.9 Izračunata i odabrana armatura cijevnog propusta

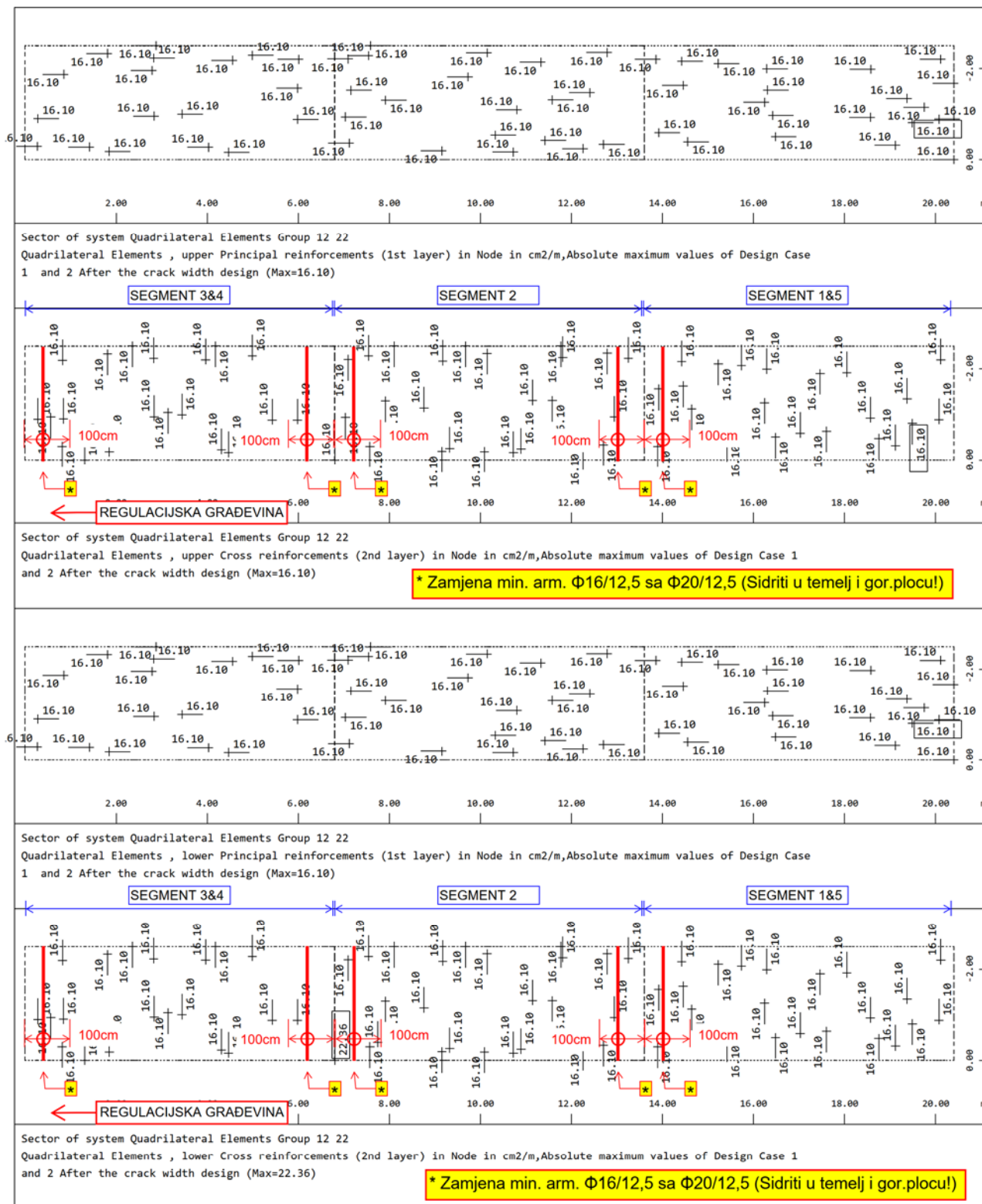
Prikazane vrijednosti su anvelope armatura dobivenih proračunom graničnih stanja nosivosti i uporabivosti.



UstZnan\_Cijevni\_propust\_V23\_01

GORNJA PLOCA CIJEVNOG PROPUSTA

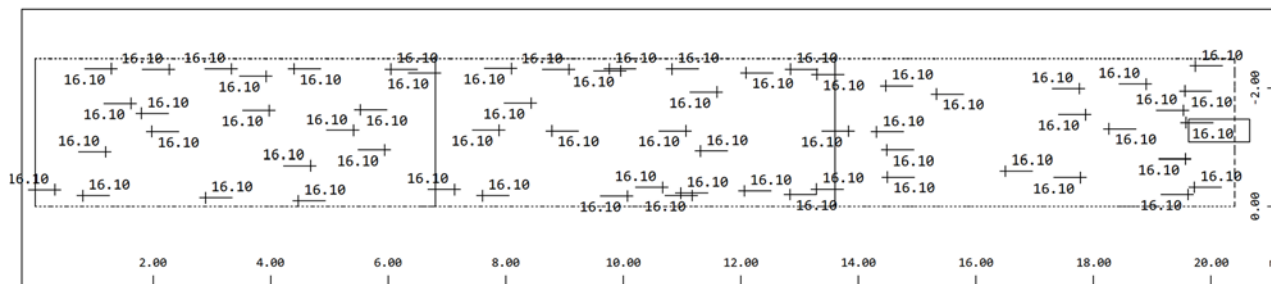
- SL1.:GORNJA UZDUZNA. ARM.(na strani nasipa) Amin=Φ16/12.5cm(16.1cm<sup>2</sup>)
- SL2.:GORNJA POPRECNA ARM.(na strani nasipa)Amin=Φ16/12.5cm(16.1cm<sup>2</sup>)
- SL3.:DONJA UZDUZNA ARM.(na strani vode) Amin=Φ16/12.5cm(16.1cm<sup>2</sup>)
- SL4.:DONJA POPRECNA. ARM.(na strani vode) Amin=Φ16/12.5cm(16.1cm<sup>2</sup>)



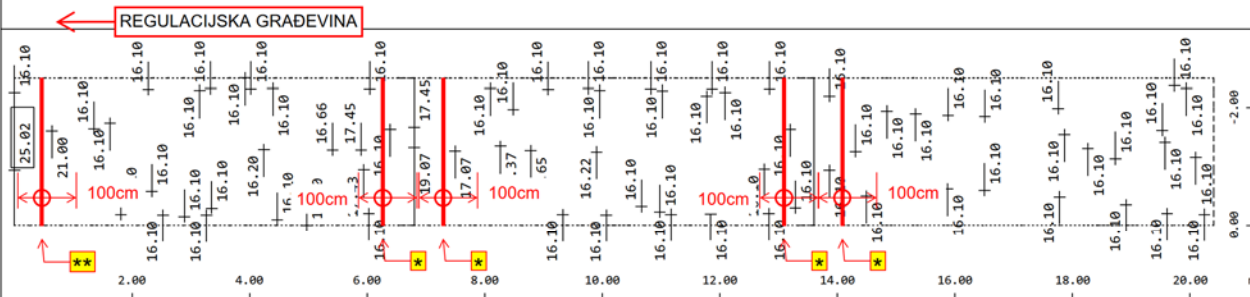
UstZnan\_Cijevni\_propust\_V23\_01

**ZID CIJEVNOG PROPUSTA**

- SL1.: UNUTARNJA HORIZ. ARM. (na strani vode)  $A_{min} = \Phi 16/12.5 \text{cm} (16.1 \text{cm}^2)$
- SL2.: UNUTARNJA VERT. ARM. (na strani vode)  $A_{min} = \Phi 16/12.5 \text{cm} (16.1 \text{cm}^2)$
- SL3.: VANJSKA HORIZ. ARM. (na strani nasipa)  $A_{min} = \Phi 16/12.5 \text{cm} (16.1 \text{cm}^2)$
- SL4.: VANJSKA VERT. ARM. (na strani nasipa)  $A_{min} = \Phi 16/12.5 \text{cm} (16.1 \text{cm}^2)$

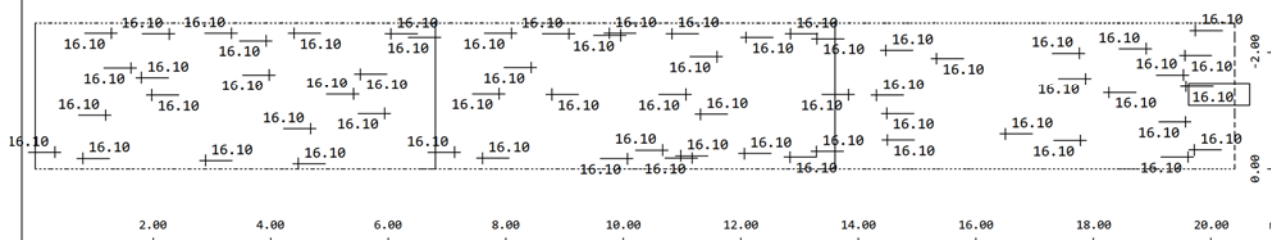


Sector of system Quadrilateral Elements Group 13 23  
 Quadrilateral Elements , upper Principal reinforcements (1st layer) in Node in cm<sup>2</sup>/m, Absolute maximum values of Design Case 1 and 2 After the crack width design (Max=16.10)

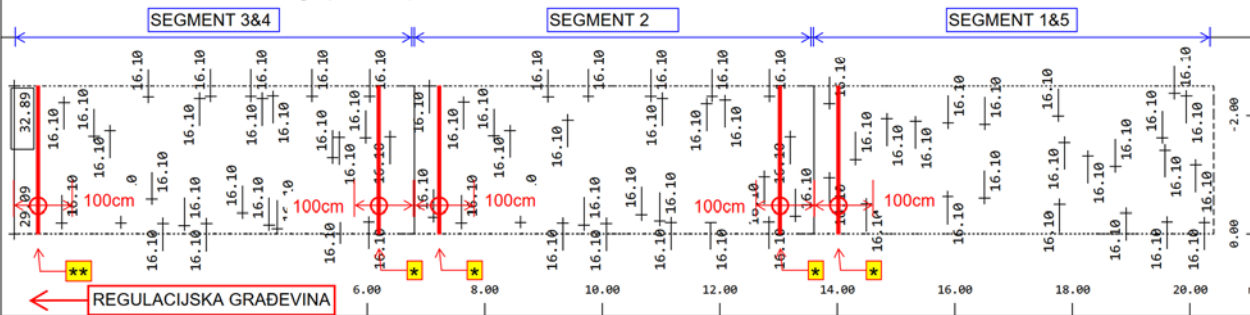


Sector of system Quadrilateral Elements Group 13 23  
 Quadrilateral Elements , upper Cross reinforcements (2nd layer) in Node in cm<sup>2</sup>/m, Absolute maximum values of Design Case 1 and 2 After the crack width design (Max=25.02)

\* Uz min. arm.  $\Phi 16/12,5$  dodati još  $\Phi 16/25$  (Sidriti u zidove!)  
 \*\* Zamjena min. arm.  $\Phi 16/12,5$  sa  $\Phi 20/10$  (Sidriti u zidove!)



Sector of system Quadrilateral Elements Group 13 23  
 Quadrilateral Elements , lower Principal reinforcements (1st layer) in Node in cm<sup>2</sup>/m, Absolute maximum values of Design Case 1 and 2 After the crack width design (Max=16.10)



Sector of system Quadrilateral Elements Group 13 23  
 Quadrilateral Elements , lower Cross reinforcements (2nd layer) in Node in cm<sup>2</sup>/m, Absolute maximum values of Design Case 1 and 2 After the crack width design (Max=32.89)

\* Uz min. arm.  $\Phi 16/12,5$  dodati još  $\Phi 16/25$  (Sidriti u zidove!)  
 \*\* Zamjena min. arm.  $\Phi 16/12,5$  sa  $\Phi 20/10$  (Sidriti u zidove!)

**UstZnan\_Cijevni\_propust\_V23\_01**

**TEMELJNA PLOČA CIJEVNOG PROPUSTA**  
 SL1.:GORNJA UZDUZNA. ARM.(na strani vode)  $A_{min}=\Phi 16/12,5\text{cm}(16,1\text{cm}^2)$   
 SL2.:GORNJA POPREČNA ARM.(na strani vode)  $A_{min}=\Phi 16/12,5\text{cm}(16,1\text{cm}^2)$   
 SL3.:DONJA UZDUZNA ARM.(na strani tla)  $A_{min}=\Phi 16/12,5\text{cm}(16,1\text{cm}^2)$   
 SL4.:DONJA POPREČNA. ARM.(na strani tla)  $A_{min}=\Phi 16/12,5\text{cm}(16,1\text{cm}^2)$

### 3.4.1.10 Izračun i odabir armature cijevnog propusta za posmik

→ GORNJA PLOČA I ZIDOVI (debljina 50,0cm):

Maksimalna poprečna sila iznosi:  $V_{Ed} = 179,4$  kN (za širinu ploče 1,0m)

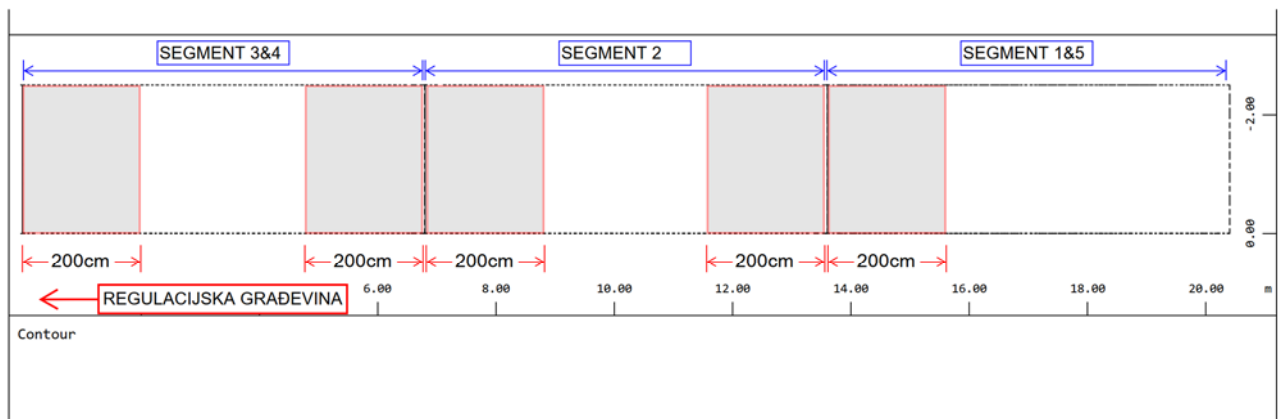
Opis	oznaka	jedinica	vrijednost
Širina ploče	$b_w$	cm	100
Debljina ploče	$h$	cm	50
Zaštitni sloj	$c$	cm	5
Profil armature	$\emptyset$	mm	16
Razmak armature	$s$	cm	12,5
Statička visina: $d = h - c - \emptyset/2$	$d$	cm	44,2
Površina armature	$A_{sl}$	cm <sup>2</sup> / $b_w$	16,1
Koeficijent $C_{Rd,c}=0,18/\gamma_c=0,18/1,50=0,12$	$C_{Rd,c}$	-	0,12
Koeficijent $k=1+(200/d)^{1/2} \leq 2,0$ ("d" u milimetrima!)	$k$	-	1,67
Koeficijent armiranja $\rho_1 = A_{sl} / (b_w \cdot d) \leq 0,02$	$\rho_1$	-	0,0036
Tlačna čvrstoća betona	$f_{ck}$	N/mm <sup>2</sup>	30
Tlačno naprezanje u elementu $\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c < 0,2 \cdot f_{cd}$	$\sigma_{cp}$	N/mm <sup>2</sup>	0,0
Posmična otpornost elementa samo sa uzdužnom armaturom: $V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$	$V_{Rd,c}$	kN/ $b_w$	196,9
Koeficijent $v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$	$v_{min}$	-	0,415
Minimalna posmična nosivost betona: $V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$	$V_{Rd,c,min}$	kN/ $b_w$	183,3
Računska posmična otpornost presjeka samo sa uzdužnom armaturom	$V_{Rd,c}$	kN/ $b_w$	196,9
Koeficijent $\alpha_{cw}=1,0$ (nenapeta armatura i bez uzdužne sile)	$\alpha_{cw}$	-	1,00
Koeficijent $v_1 = 0,60 \cdot [1-f_{ck}/250]$	$v_1$	-	0,528
Statička visina $z = 0,9 \cdot d$	$z$	cm	39,8
Maksimalno dozvoljena posmična otpornost: $V_{Rd,max} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} / (\cot\theta + \tan\theta)$	$V_{Rd,max}$	kN/ $b_w$	2100,4
Računska poprečna sila $V_{Ed}$	$V_{Ed}$	kN	190,0
<b>POSMIČNA ARMATURA NIJE POTREBNA</b>			

→ TEMELJNA PLOČA (debljina 50,0cm):

Maksimalna poprečna sila iznosi:  $V_{Ed} = 551,7$  kN (za širinu ploče 1,0m)

Opis	oznaka	jedinica	vrijednost
Širina ploče	$b_w$	cm	100
Debljina ploče	$h$	cm	50
Zaštitni sloj	$c$	cm	5
Profil armature	$\emptyset$	mm	16
Razmak armature	$s$	cm	12,5
Statička visina: $d = h - c - \emptyset/2$	$d$	cm	44,2
Površina armature	$A_{sl}$	$cm^2/b_w$	16,1
Koeficijent $C_{Rd,c}=0,18/\gamma_c=0,18/1,50=0,12$	$C_{Rd,c}$	-	0,12
Koeficijent $k=1+(200/d)^{1/2} \leq 2,0$ ("d" u milimetrima!)	$k$	-	1,67
Koeficijent armiranja $\rho_1 = A_{sl} / (b_w \cdot d) \leq 0.02$	$\rho_1$	-	0,0036
Tlačna čvrstoća betona	$f_{ck}$	$N/mm^2$	30
Tlačno naprezanje u elementu $\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c < 0,2 \cdot f_{cd}$	$\sigma_{cp}$	$N/mm^2$	0,0
Posmična otpornost elementa samo sa uzdužnom armaturom: $V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$	$V_{Rd,c}$	$kN/b_w$	196,9
Koeficijent $v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$	$v_{min}$	-	0,415
Minimalna posmična nosivost betona: $V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$	$V_{Rd,c,min}$	$kN/b_w$	183,3
Računska posmična otpornost presjeka samo sa uzdužnom armaturom	$V_{Rd,c}$	$kN/b_w$	196,9
Koeficijent $\alpha_{cw}=1,0$ (nenapeta armatura i bez uzdužne sile)	$\alpha_{cw}$	-	1,00
Koeficijent $v_1 = 0,60 \cdot [1-f_{ck}/250]$	$v_1$	-	0,528
Statička visina $z = 0,9 \cdot d$	$z$	cm	39,8
Maksimalno dozvoljena posmična otpornost: $V_{Rd,max} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} / (\cot\theta + \tan\theta)$	$V_{Rd,max}$	$kN/b_w$	2100,4
Računska poprečna sila $V_{Ed}$	$V_{ed}$	kN	600,0
<b>POSMIČNA ARMATURA JE POTREBNA!</b>			
Površina potrebne posmične armature po m' ( $s_{sw}=100cm$ ) $a_{sw} = V_{ed} \cdot 100cm / (f_{yd} \cdot z \cdot \cot\theta)$	$a_{sw}$	$cm^2/m'$	34,7
Odnos računске poprečne sile i maks. otpornosti $V_{sd} / V_{Rd,max}$	$V_{sd} / V_{Rd,max}$	-	0,29
Maks. uzd.razmak vilica kad je $V_{Ed} < 0.3V_{Rd,max}$ $s_{l,max}=0.75d < 30cm$	$s_{l,max}$	cm	30,0
Maks. pop. razmak vilica kad je $V_{Ed} < 0.3V_{Rd,max}$ $s_{t,max}=0.75d < 60cm$	$s_{t,max}$	cm	33,2

Odabrane vilice  $12\phi 16/m^2$  (dvorezna) ne prelazeći maksimalno dozvoljeni uzdužni i poprečni razmak grana 30cm/33cm. Vilice postavljati prema slijedećoj skici:



UstZnan\_Cijevni\_propust\_V23\_01  
TEMELJNA PLOČA CIJEVNOG PROPUSTA  
ZONA POSTAVLJANJA POSMIČNE ARMATURE



### 3.4.1.11 Dimenzioniranje kratke konzole cijevnog propusta

Kratke konzole dimenzionirati će se prema reakcijama cijevnog propusta na regulacijsku građevinu jer su najmjerodavnije:

LC	LC-title	BOUN	NK	PZ
10	VL. TEZINA	1	1005	[kN/m]
11	VERT. PRIT. NASIPA			-62.11
21	PROMET_NA_NASIPU			-9.74
41	VODA			-149.07

LC	LC-title
LC	load case
LC-title	Designation of load case
BOUN	boundary element
NK	nodenumber
PZ	Z-support force

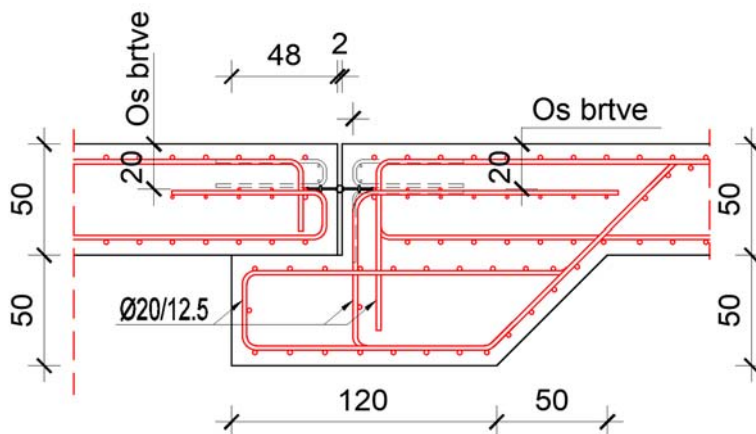
  

Rekapitulacija reakcija cijevnog propusta na kratke konzole	
OPTEREĆENJE	[kN/m <sup>2</sup> ]
Vlastita težina	62,1
Vertikalni pritisak nasipa	149,2
Promet na nasipu	9,7
Voda	149,0
<b>Računsko GSU opterećenje</b>	<b>523,3</b>

PRORAČUN KRATKE KOZOLE CIJEVNOG PROPUSTA (za slučaj $a_c/h_c \leq 0.5$ )			
OPIS	Ozn.	Jed.	Vrijednost
<b>NAPADNE SILE NA KRATKU KONZOLU</b>			
Reakcija okomito na konzolu $F_{Ed}$	$F_{Ed}$	[kN]	700,0
Reakcija u smjeru konzole $H_{Ed}$	$H_{Ed}$	[kN]	150,0
<b>KARAKTERISTIKE MATERIJALA</b>			
Razred betona	-	-	C30/37
Karakteristična tlačna čvrstoća betona	$f_{ck}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	30,0
Računska tlačna čvrstoća betona	$f_{cd}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	20,0
Vrsta armature	-	-	B500B
Karakteristična granica popuštanja	$f_{yk}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	500,0
Računska granica popuštanja	$f_{yd}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	434,8
<b>RAČUNSKE OTPORNOSTI ČVOROVA (HRN EN 1992-1-1:2013 ; 6.5.4 Čvorovi)</b>			
Računska otpornost CCT čvora: $\sigma_{2Rd,max} = 0.85 \cdot (1 - f_{cd}/250) \cdot f_{cd}$	$\sigma_{2Rd,max}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	14,96
Računska otpornost CTT čvora: $\sigma_{3Rd,max} = 0.75 \cdot (1 - f_{cd}/250) \cdot f_{cd}$	$\sigma_{3Rd,max}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	13,20
<b>GEOMETRIJSKI PARAMETRI KONZOLE</b>			
Visina konzole	$h_c$	[mm]	500,0
Širina konzole	$b$	[mm]	1000,0
Debljina ploče iza konzole	$d_{pl}$	[mm]	700,0
Udaljenost osi sile $F_{Ed}$ od lica zida ili stupa	$a_c$	[mm]	250,0
Provjera geometrijskog odnosa $a_c \leq 0.5 \cdot h_c$ za primjenu ovog postupka proračuna (vertikalne vilice nisu potrebne)	<b>ZADOVOLJAVAJE!</b>		
Debljina ležaja	$h_l$	[mm]	0,0
Udaljenost horizontalne sile $H_{Ed}$ do težišta glavne vlačne armature $a_H = c_{nom} + \phi/2 + h_l$	$a_H$	[mm]	60,0
Dodatni odmak vertikalne sile $F_{Ed}$ zbog sile $H_{Ed}$ : $\Delta a_c = a_H \cdot H_{Ed}/F_{Ed}$	$\Delta a_c$	[mm]	12,9
Dužina ležaja u smjeru konzole	$L_a$	[mm]	250,0
Širina ležaja u smjeru okomito na konzolu	$L_b$	[mm]	1000,0
Zaštitni sloj armature	$c_{nom}$	[mm]	50,0
Promjer šipke armature konzole u kojoj je sila $F_{td(1,3)}$	$\phi_{konz}$	[mm]	20,0
Položaj težišta šipke armature konzole u kojoj je sila $F_{td(1,3)}$ mjereno od površine betona: $c_{nom} - (\phi_{konz}/2)$	$d_{konz}$	[mm]	60,0
Promjer šipke armature ovješnja u kojoj je sila $F_{td(2,4)}$	$\phi_{aufh}$	[mm]	20,0
Položaj težišta šipke armature ovješnja u kojoj je sila $F_{td(2,4)}$ mjereno od površine betona: $c_{nom} - (\phi_{aufh}/2)$	$d_{aufh}$	[mm]	60,0
Udaljenost rezultantne sile $R_{Ed}$ do težišta armature ovješnja: $a_v = d_{aufh} + a_c + \Delta a_c$	$a_v$	[mm]	322,9
Krak unutarnjih sila u konzoli: $z_k = h_c - 2 \cdot d_{konz}$	$z_k$	[mm]	380,0
Razmak težišta uzd. armature u ploči iza konzole: $z = d_{pr} - 2 \cdot d_{aufh}$	$z$	[mm]	580,0
Kut nagiba betonskog štapa u konzoli između sile $F_{td(1,3)}$ i sile $F_{cd(1,2)}$ : $\theta_1 = \arctan(z_k/a_v)$	$\theta_1$	°	49,6
Kut nagiba betonskog štapa u ploči između sile $F_{td(4,5)}$ i sile $F_{cd(3,4)}$ (usvajamo kut $45^\circ > 26^\circ$ )	$\theta_2$	°	45,0
Pomoćna dimenzija za određivanje širine betonskog štapa: $a_1 = 2 \cdot d_{konz}$	$a_1$	[mm]	120,0
Širina betonskog štapa: $a_2 = (L_a + a_1 \cdot a_v / z_k) \cdot \sin(\theta_1)$	$a_2$	[mm]	268,2
Širina betonskog štapa: $a_3 = 1.41 \cdot R_{aufh(3,4)}$	$a_3$	[mm]	91,7

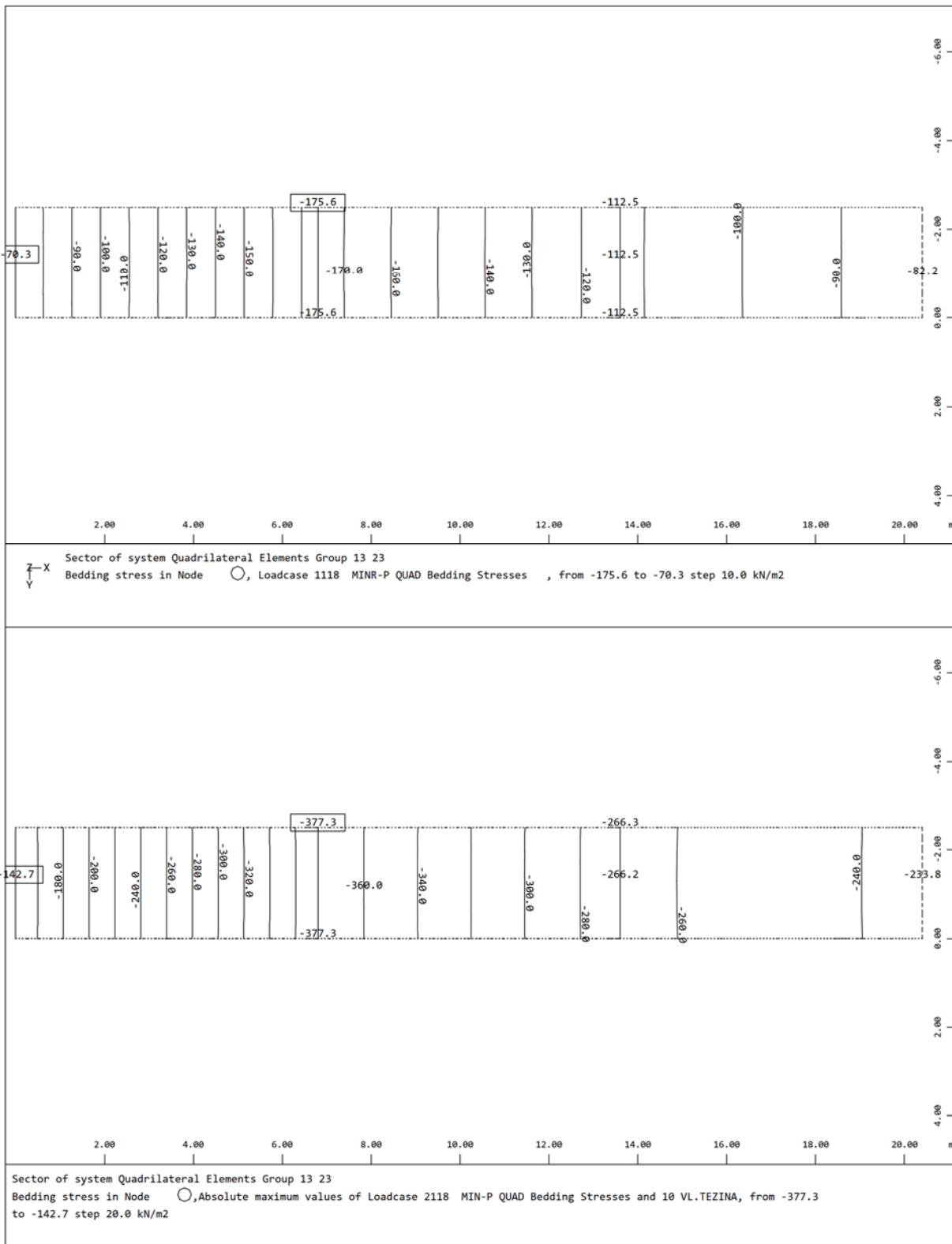
IZRAČUN ARMATURE KONZOLE I DOKAZ NOSIVOSTI BETONA			
Vlačna sila u armaturi konzole $F_{ld(1,3)} = F_{Ed} \cdot a_v / z_k + H_{Ed}$	$F_{ld(1,3)}$	[kN]	744,7
Površina vlačne armature konzole $A_{konz(1,3)} = F_{ld(1,3)} / f_{yd}$	$A_{konz(1,3)}$	[cm <sup>2</sup> ]	17,1
<b>Odabrana vlačna armatura konzole:</b>	<b>Ø20/12,5</b>	[cm <sup>2</sup> ]	25,1
Vlačna sila u vertikalnoj armaturi ovješnja $F_{ld(2,4)} = F_{Ed} + H_{Ed} \cdot z_k / z + \cot(\theta_2)$	$F_{ld(2,4)}$	[kN]	798,3
Površina vertikalne armature ovješnja $A_{aufh(2,4)} = F_{ld(2,4)} / f_{yd}$	$A_{aufh(2,4)}$	[cm <sup>2</sup> ]	18,4
Vlačna sila u horizontalnoj armaturi ovješnja $F_{ld(4,5)} = F_{ld(2,4)} \cdot \tan(\theta_2)$	$F_{ld(4,5)}$	[kN]	798,3
Površina horizontalne armature ovješnja $A_{aufh(4,5)} = F_{ld(4,5)} / f_{yd}$	$A_{aufh(4,5)}$	[cm <sup>2</sup> ]	18,4
Polumjer savijanja armature ovješnja $R_{aufh(3,4)}$	$R_{aufh(3,4)}$	[mm]	65,0
<b>Odabrana armatura ovješnja uz primjenu polumjera savijanja <math>R_{aufh(3,4)}</math>:</b>	<b>Ø20/12,5</b>	[cm <sup>2</sup> ]	25,1
Statička visina konzole: $d = h_c - c_{nom} - (\phi/2)$	d	[mm]	440,0
Koeficijent $v = (0.7 \cdot f_{ck} / 200) \geq 0.5$	v	-	0,550
$V_{Rd,max} = 0.5 \cdot v \cdot b \cdot z \cdot f_{cd}$ (uzimajući $z = 0.9 \cdot d$ )	$V_{Rd,max}$	[kN]	2178,0
Uvjet da je $F_{Ed} \leq V_{Rd,max}$	ZADOVOLJAVA		
Tlačno naprezanje u betonu ispod ležaja u čvoru "1" tj. čvor "CCT": $\sigma_{Ld(1)} = F_{Ed} / (L_a \cdot L_b)$	$\sigma_{Ld(1)}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	2,80
Uvjet za tlačno naprezanje u betonu ispod ležaja za čvor "1" tj. čvor "CCT": $\sigma_{Ld(1)} \leq \sigma_{2Rd,max}$	ZADOVOLJAVA		
Tlačna sila u betonskom štapu između čvorova "1" i "2": $F_{cd(1,2)} = F_{Ed} / \sin(\theta_1)$	$F_{cd(1,2)}$	[kN]	918,5
Tlačno naprezanje u betonskom štapu između čvorova "1" i "2": $\sigma_{cd(1,2)} = F_{cd(1,2)} / (b \cdot a_2)$	$\sigma_{cd(1,2)}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	3,42
Uvjet za tlačno naprezanje u betonskom štapu između čvorova "1" i "2": $\sigma_{cd(1,2)} \leq \sigma_{2Rd,max}$	ZADOVOLJAVA		
Tlačna sila u betonskom štapu između čvorova "3" i "4": $F_{cd(3,4)} = F_{ld(2,4)} / \cos(\theta_2)$	$F_{cd(3,4)}$	[kN]	1128,9
Tlačno naprezanje u betonskom štapu između čvorova "3" i "4": $\sigma_{cd(3,4)} = F_{cd(3,4)} / (b \cdot a_3)$	$\sigma_{cd(3,4)}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	12,32
Uvjet za tlačno naprezanje u betonskom štapu između čvorova "3" i "4": $\sigma_{cd(3,4)} \leq \sigma_{3Rd,max}$	ZADOVOLJAVA		

Skica postavljanja armature:



### 3.4.1.12 Prikaz naprezanja u tlu i slijeganja cijevnog propusta

Naprezanja u tlu prikazuju se za karakterističnu i GSU glavnu kombinaciju:



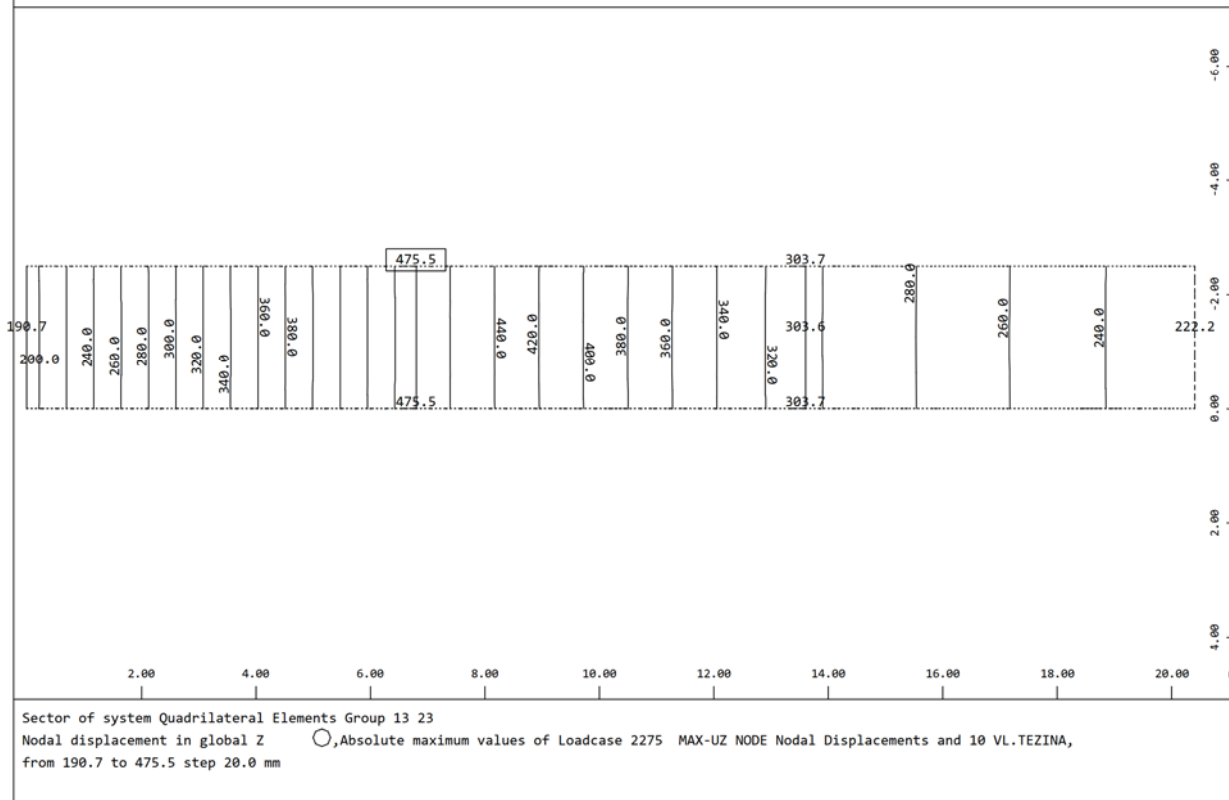
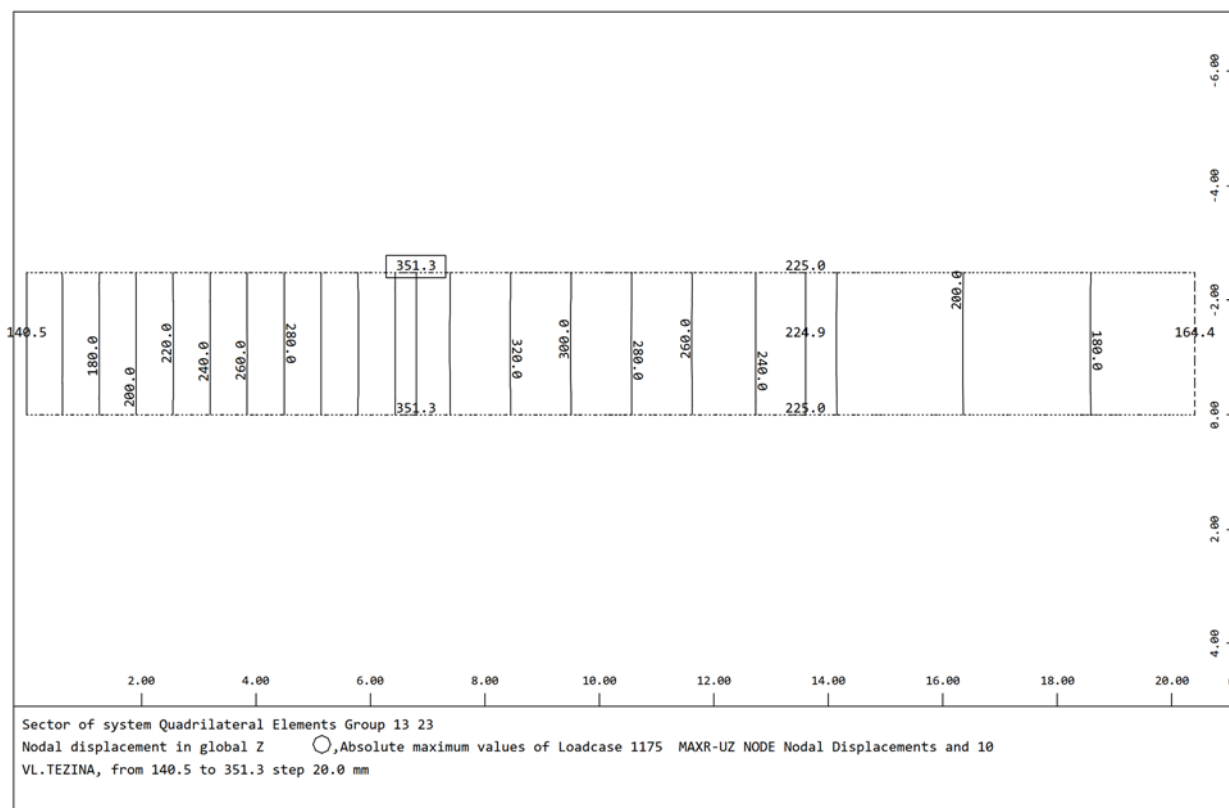
UstZnan\_Cijevni\_propust\_V23\_01

NAPREZANJA U TLU

SL1.: Karakteristicna komb. opterećenja (sva opt. s faktorom 1.0)

SL2.: GSU glavna kombinacija opterećenja (sva opt. faktorizirana)

Slijeganja se prikazuju za karakterističnu i GSU glavnu kombinaciju:



UstZnan\_Cijevni\_propust\_V23\_01

SLIJEGANJA CIJEVNE GRADJEVINE (tlocrt)

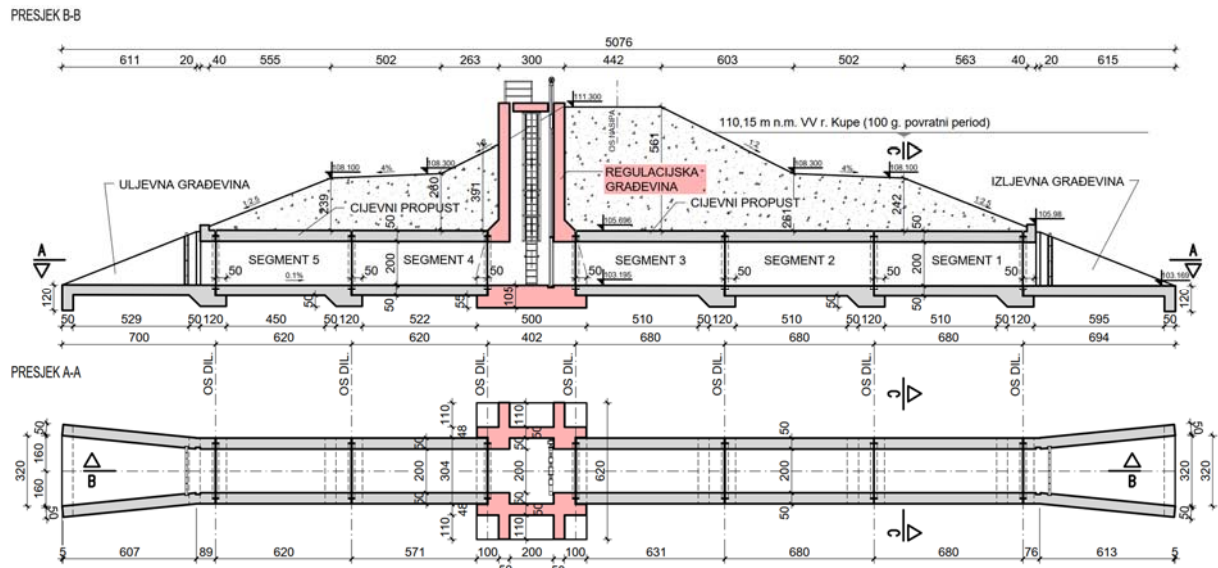
SL1.: Karakteristicna kombinacija opterećenja (sva opt. s faktorom 1.

SL2.: GSU glavna kombinacija opterećenja (sva opt. faktorizirana)

### 3.4.2 Dimenzioniranje regulacijske građevine

Regulacijska građevina je armiranobetonski dio ustave unutar koje je smješten mehanizam zatvarača.

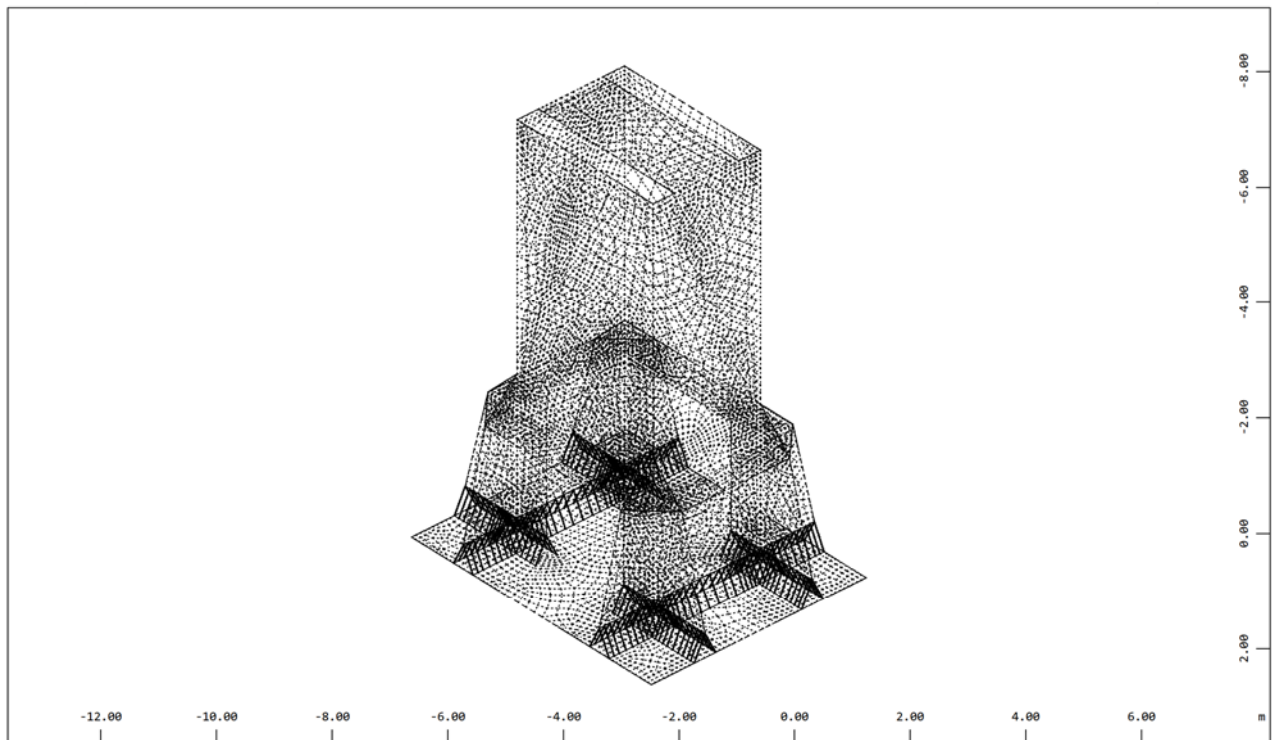
Geometrija regulacijske građevine upisana je u statički model prema slijedećoj skici:



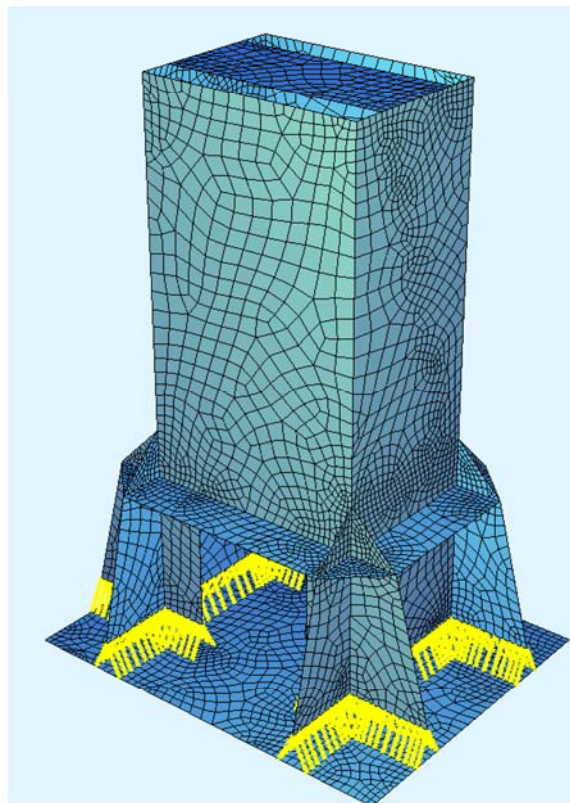
Temelj građevine oblikovan je s kratkom konzolom kako bi segmentima cijevnog propusta (3 i 4) osigurao oslonac. Reakcije dobivene proračunom cijevnog propusta upisane su kao posebni slučaj opterećenja koje su nanesene na temelj.

Povezanost zidova i gornjih ploča segmenata s regulacijskom građevinom potpuno je isključena (izuzev brtvom) pa je u statičkoj analizi tako i modelirano.

### 3.4.2.1 Prikaz proračunskog modela i upisanih materijala regulacijske građevine



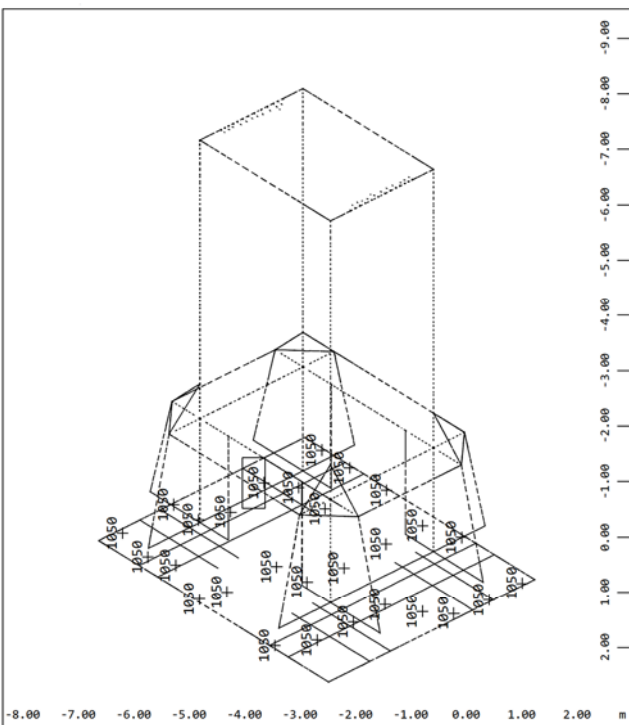
Structure



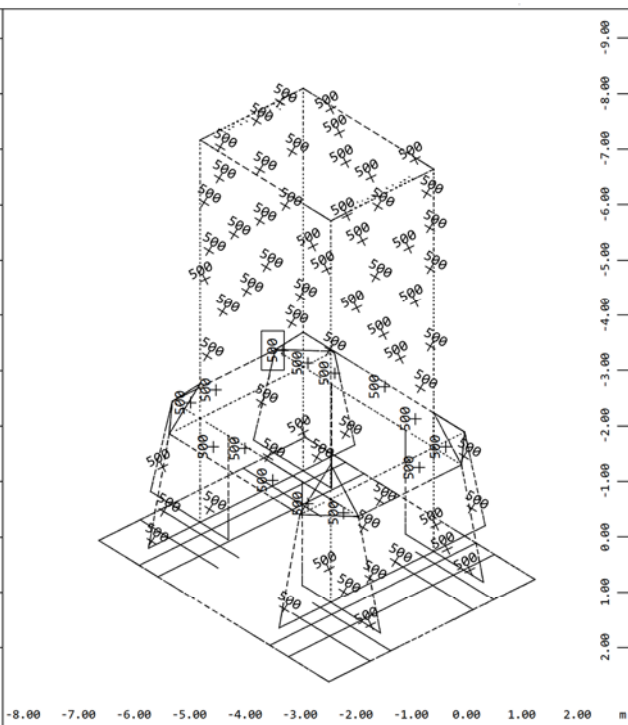
UstZnan\_Reg\_gradjevina\_V23\_01

-

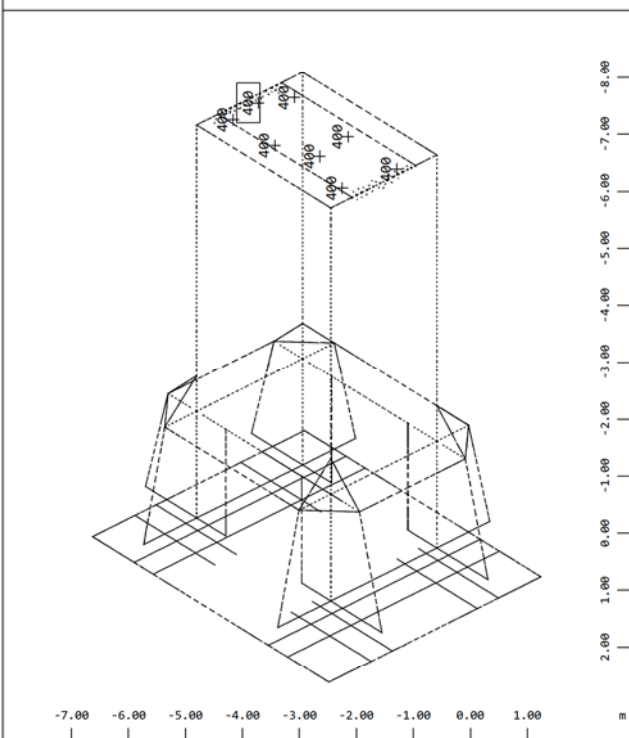
SL1.:MODEL



Sector of system Group 170  
 Quadrilateral Elements , Average plate thickness in mm  
 (Max=1050)



Sector of system Group 170  
 Contour  
 Quadrilateral Elements , Average plate thickness in mm



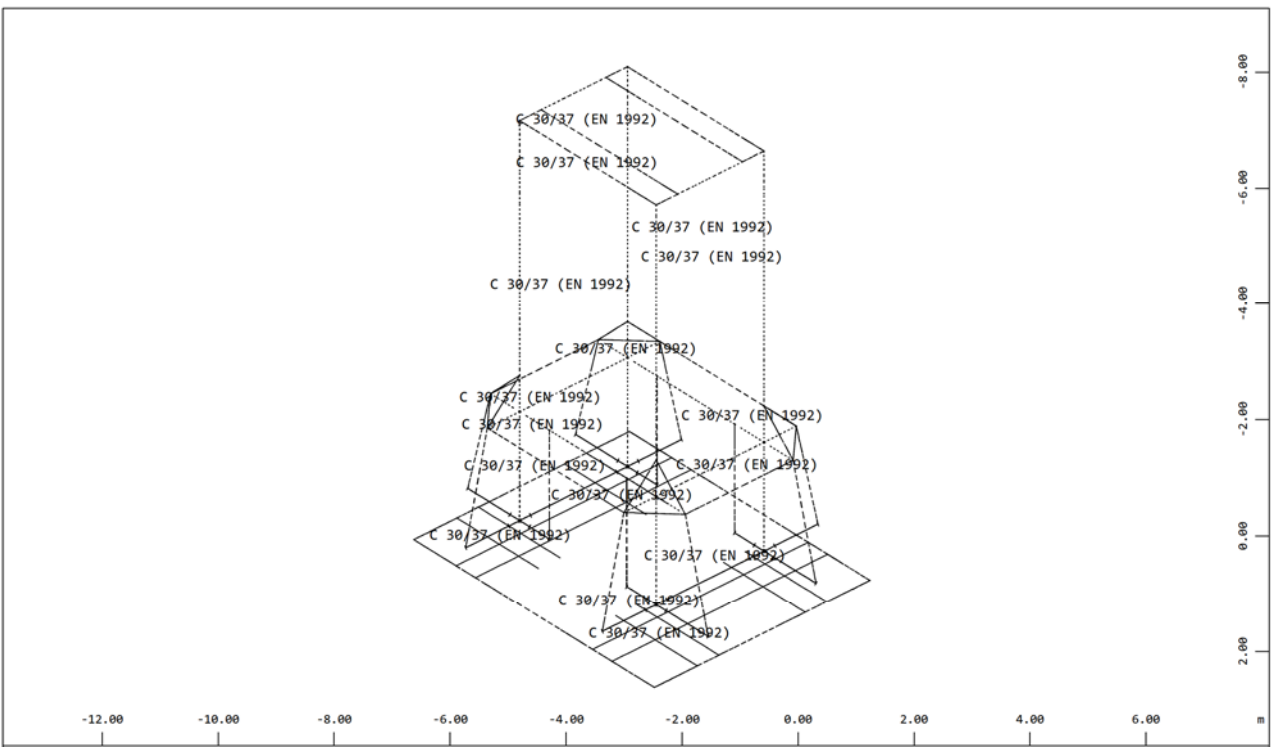
Sector of system Group 170  
 Contour  
 Contour

UstZnan\_Reg\_gradjevina\_V23\_01

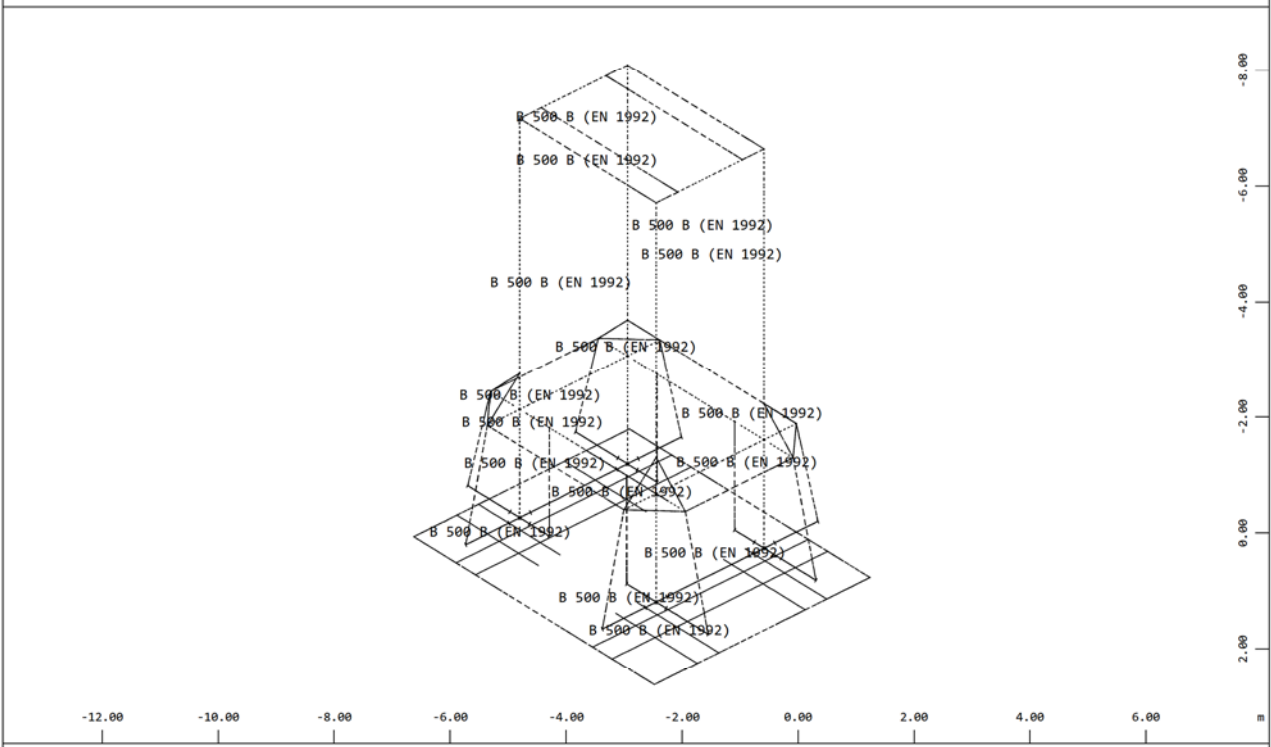
MATERIJALI

SL1.: DEBLJINA TEMELJA ; SL2.: DEBLJINE ZIDOVA

SL3.: DEBLJINA GORNJE PLOCE



Quadrilateral Elements , Material designations



Quadrilateral Elements , Designation of reinforcement materials

UstZnan\_Reg\_gradjevina\_V23\_01

**MATERIJALI**

SL1.:DEBLJINA TEMELJA ; SL2.: DEBLJINE ZIDOVA

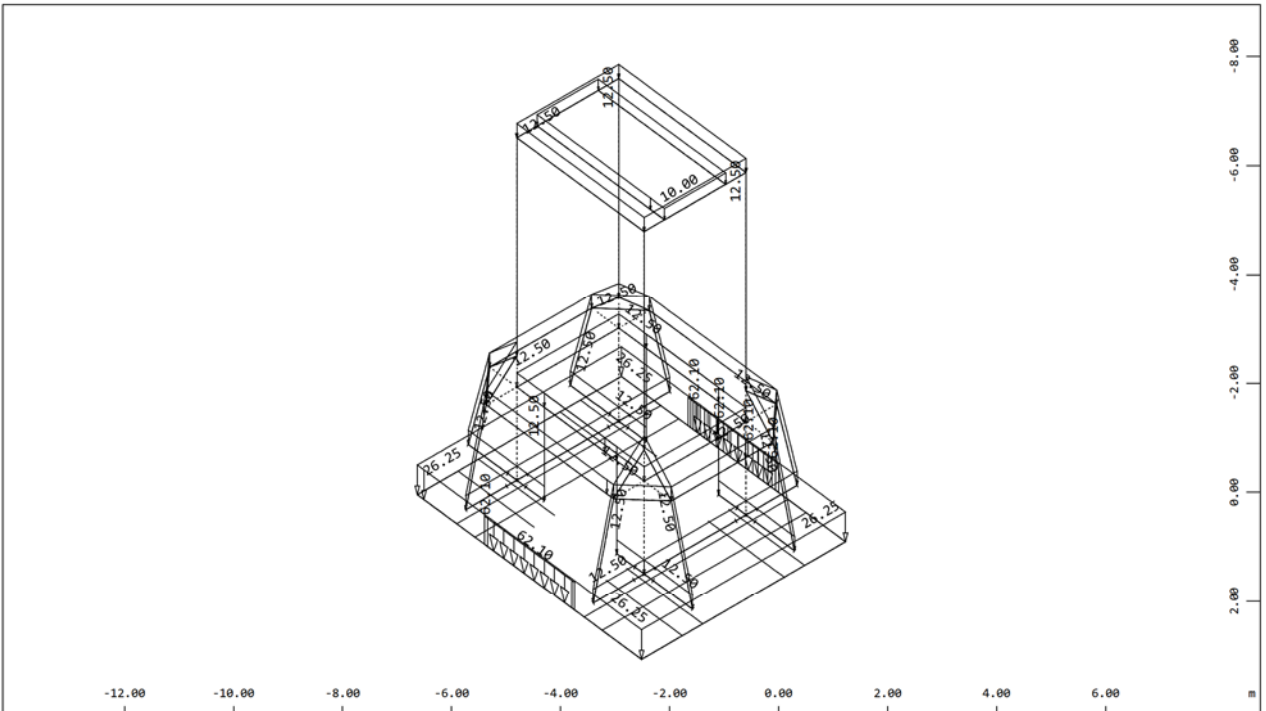
SL3.:RAZRED BETONA ; SL4.: ARMATURNI CELIK



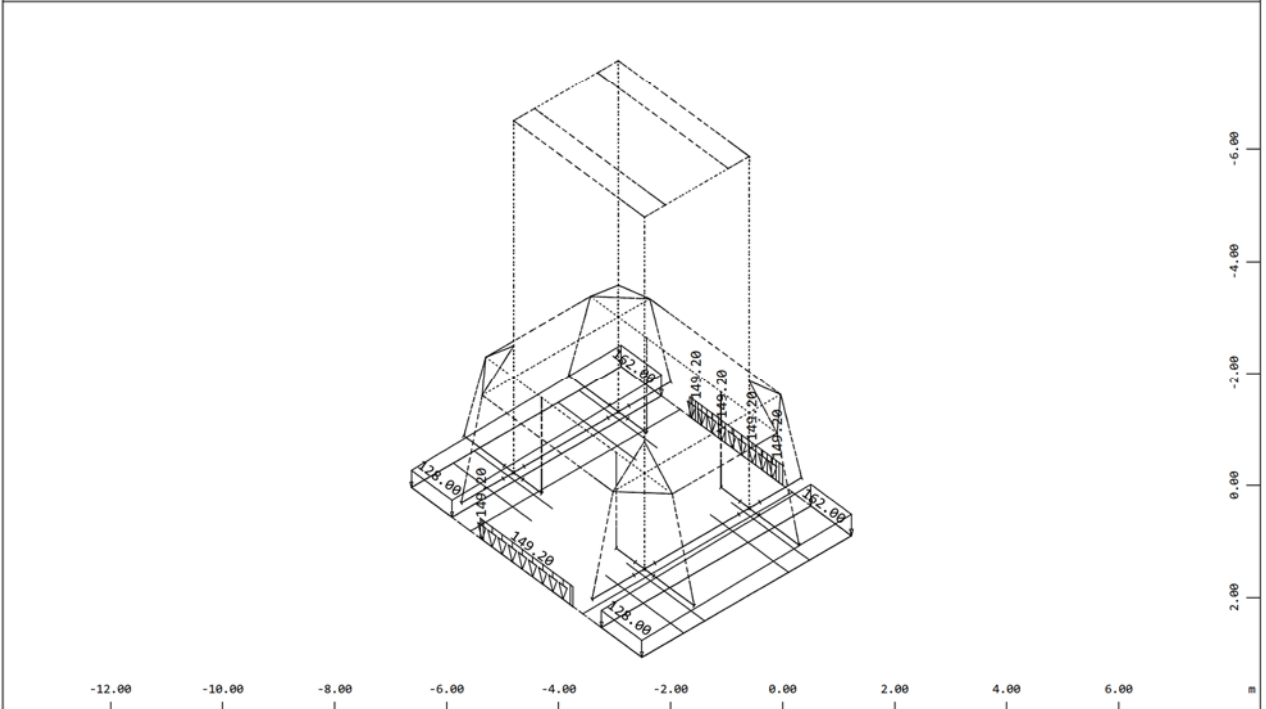
### 3.4.2.2 Pregled usvojenih opterećenja od nasipa na regulacijsku građevinu

PREGLED OPTEREĆENJA NA NASUTI ZIDOVE REGULACIJSKE GRAĐEVINE									
OPIS	Ozn.	Jed.	Zid - uzd. nasip 390cm	Zid - uzd. nasip 560cm	Zid - pop. nasip 390cm	Zid - pop. nasip 560cm	Temelj - nasip 390cm	Temelj - nasip 560cm	
<b>GEOMETRIJSKI PARAMETRI</b>									
Relativna kota VRHA elementa mjereno od gornje površine nasipa	$k_{rel,VRH}$	[m]	0,00	0,00	0,00	0,00	-6,40	-8,10	
Relativna kota DNA elementa mjereno od gornje površine nasipa	$k_{rel,DNO}$	[m]	-6,40	-8,10	-3,90	-5,60	-7,40	-9,10	
Visina opterećenog elementa	H	[m]	6,40	8,10	3,90	5,60	1,00	1,00	
Debljina opterećenog elementa (prosječna ako je element promijenjive debljine!)	$h_{deb.}$	[m]	0,50	0,50	0,50	0,50	1,00	1,00	
Dužina opterećenog elementa	b	[m]	3,5	3,5	3,5	3,5	2,5	2,5	
Širina opterećenog elementa ako se radi o temelju ili ploči	w	[m]	-	-	-	-	5,0	5,0	
<b>PARAMETRI TLA</b>									
Zapreminska težina neuronjenog tla	$\gamma_{tlo}$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	
Zapreminska težina uronjenog tla	$\gamma_{u,tlo}$	[kN/m <sup>3</sup> ]	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	
Koeficijent mirnog tlaka	$K_{0,p}$	-	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	
<b>STALNO OPT.</b>									
Vertikalni pritisak tla na ploču i/ili temelj	$P_{tlo,v}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	-	-	-	-	128,0	162,0	
Horizontalni pritisak od neuronjenog tla - NA VRHU	$P_{tlo,h,VRH}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0,0	0,0	0,0	0,0	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	
Horizontalni pritisak od neuronjenog tla - NA DNU (za temelje i ploče u kN/m <sup>2</sup> u OSI ploče)	$P_{tlo,h,DNO}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	88,6	112,2	54,0	77,6	95,6	119,1	
Dali treba računati sa uronjenom težinom tla (DA ili NE)?	da/ne?	-	da	da	da	da	da	da	
Relativna kota vrha VODE U ZASIPU mjereno od gornje površine nasipa	$k_{rel,VRH,VODE}$	[m]	-1,30	-1,15	-1,30	-1,15	-1,30	-1,15	
Dubina VODE U ZASIPU za točku VRHA elementa	$h_{VRH,U,VODI}$	[m]	0,00	0,00	0,00	0,00	OS PLO.	OS PLO.	
Dubina VODE U ZASIPU za točku DNA elementa (za temelje i ploče u OSI ploče)	$h_{DNO,U,VODI}$	[m]	5,10	6,95	2,60	4,45	5,60	7,45	
Vertikalni pritisak na ploču i/ili temelj od tla i vode ako je uronjeno u vodi visoj od nasipa	$P_{u,tlo,v,PLO}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	-	-	-	-	128,0	162,0	
Horizontalni pritisak od tla i zbijanja - NA VRHU	$P_{u,tlo,h,VRH}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0,0	0,0	0,0	0,0	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	
Horizontalni pritisak od tla i zbijanja - NA DNU (za temelje i ploče u kN/m <sup>2</sup> u OSI ploče)	$P_{u,tlo,h,DNO}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	104,3	133,6	62,0	91,2	112,8	142,0	
Horizontalni pritisak od zbijanja tla	$P_{zb,h}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	
Mjerodavni ver. pritisak od tla (i vode ako je viša od vrha nasipa)	$P_{m,tlo,v,PLO}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	-	-	-	-	128,0	162,0	
Mjerodavni hor. pritisak od tla i zbijanja - NA VRHU	$P_{m,tlo,h,VRH}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	25,0	25,0	25,0	25,0	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	
Mjerodavni hor. pritisak od tla i zbijanja - NA DNU (za temelje i ploče u kN/m <sup>2</sup> u OSI ploče)	$P_{m,tlo,h,DNO}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	104,3	133,6	62,0	91,2	112,8	142,0	
<b>PROMET OPT.</b>									
Kut rasprstranja prometnog opterećenja	$\alpha_{prom}$	°	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Vertikalni pritisak od prometa neposredno ISPOD KOTAČA (480kN)(1.trak)	$P_{Kiv,T}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Vertikalni pritisak od prometa na ploču i/ili temelj (1.trak)	$P_{iv,T+U}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	-	-	-	-	0,0	0,0	
Horizontalni pritisak od prometa (1.trak) - NA VRHU	$P_{ih,T+U,VRH}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0,0	0,0	0,0	0,0	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	
Horizontalni pritisak od prometa (1.trak) - NA DNU (za temelje i ploče u kN/m <sup>2</sup> u OSI ploče)	$P_{ih,T+U,DNO}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0,0	0,0	0,0	4,3	0,0	0,0	

POTRESNO OPTEREĆENJE ZA VERTIKALNI, KRUTI I UPETI ZID S HORIZONTALNIM NASIPOM (kod kojeg ne može doći do aktivnog tlaka!)									
OPIS	Ozn.	Jed.	Zid - uzd. nasip 390cm	Zid - uzd. nasip 560cm	Zid - pop. nasip 390cm	Zid - pop. nasip 560cm	Temelj - nasip 390cm	Temelj - nasip 560cm	Temelj - nasip 560cm
Faktor važnosti konstrukcije	$\gamma_1$	-	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Koeficijent $\alpha = a_g/g$	$\alpha$	-	0,182	0,182	0,182	0,182	0,182	0,182	0,182
Faktor tla	S	-	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
Vrijednost faktora "r" za kruti i upeti zid	r	-	1,0	1,0	1,0	1,0	-	-	-
Dinamička sila od neuronjenog tla na element $\Delta P_{d,tlo} = \gamma_1 \cdot \alpha \cdot S \cdot \gamma_{beton} \cdot (H^2 \cdot b)$	$\Delta P_{d,tlo}$	[kN]	600,1	961,3	222,8	459,5	-	-	-
Da li se radi o dinamički <b>jako</b> propusnom tlu (DA ili NE)?	da/ne?	-	ne	ne	ne	ne	-	-	-
Visina razine podzemne vode mjereno od DNA zida (voda na unutarnjem licu)	H'	[m]	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	-
Hidrodin. sila na <b>unutar.lice</b> zida $E_{wd} = \gamma_1 \cdot \alpha \cdot 0,583 \cdot S \cdot \gamma_w \cdot (H^2 \cdot b)$ (ako treba racunati uronjeno)	$E_{wd}$	[kN]	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	-
Potresna sila od tla i un.vode kao površinsko opt.: $\Delta P_{d,tlo} = (\Delta P_d + E_{wd}) / (H \cdot b)$	$\Delta P_{d,tlo}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	26,8	33,9	16,3	23,4	-	-	-
Potresna sila od <b>inercije</b> mase <b>bet. elementa</b> kao površinsko opt.: $\Delta P_{d,bet} = \gamma_1 \cdot \alpha \cdot S \cdot \gamma_{beton} \cdot h_{deb.}$	$\Delta P_{d,bet}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	2,6	2,6	2,6	2,6	5,2	5,2	5,2
Potresna sila od tla + <b>bet. elemen.</b> kao površinsko opt.: $\Delta P_{d,tlo} + \Delta P_{d,bet}$ (jednoliko po visini)	$\Delta P_{d,tlo} + \Delta P_{d,bet}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	29,4	36,5	18,9	26,1	5,2	5,2	5,2



All loads, Loadcase 10 VL.TEZINA , (1 cm 3D = unit) Free line load (force) in global Z (Unit=102.34 kN/m,Max=62.10),  
 QUAD-Area dead load in global Z in Element (Unit=40.94 kN/m2,Max=26.25)

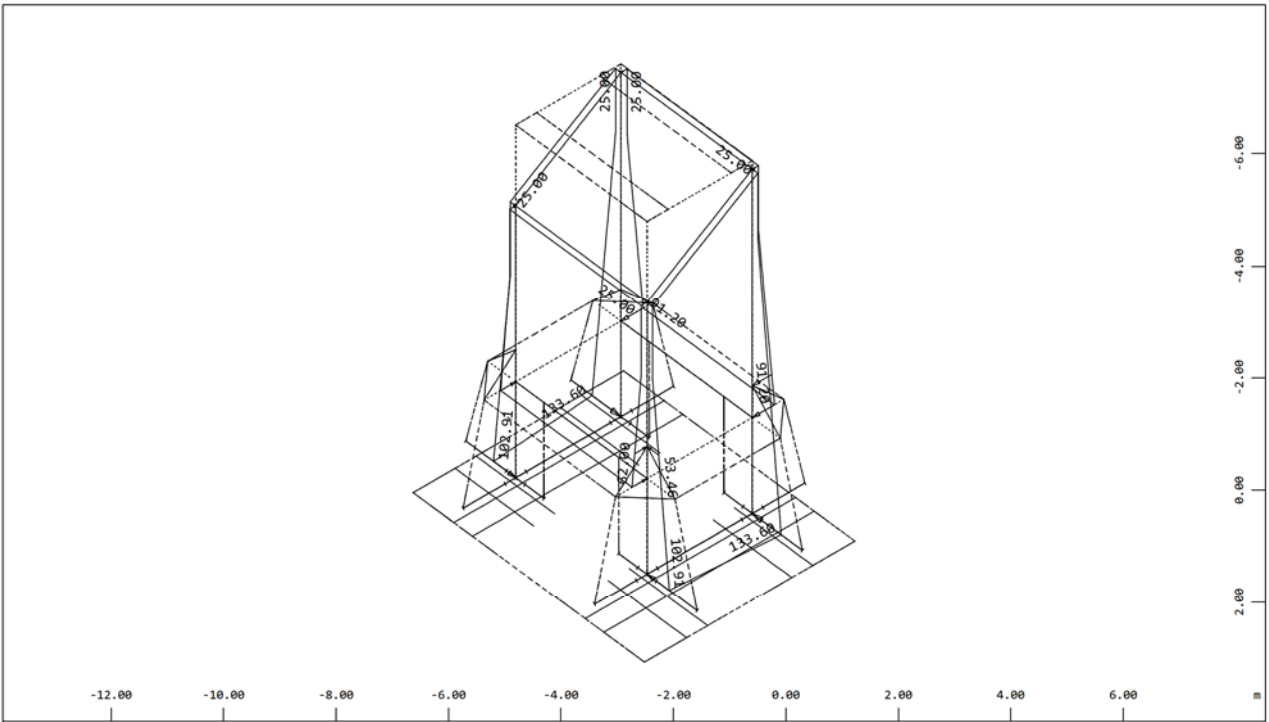


All loads, Loadcase 11 VERT.PRIT.NASIPA , (1 cm 3D = unit) Free line load (force) in global Z (Unit=348.44 kN/m,Max=149.20), Free area load (force) in global Z (Unit=348.44 kN/m2,Max=162.00)

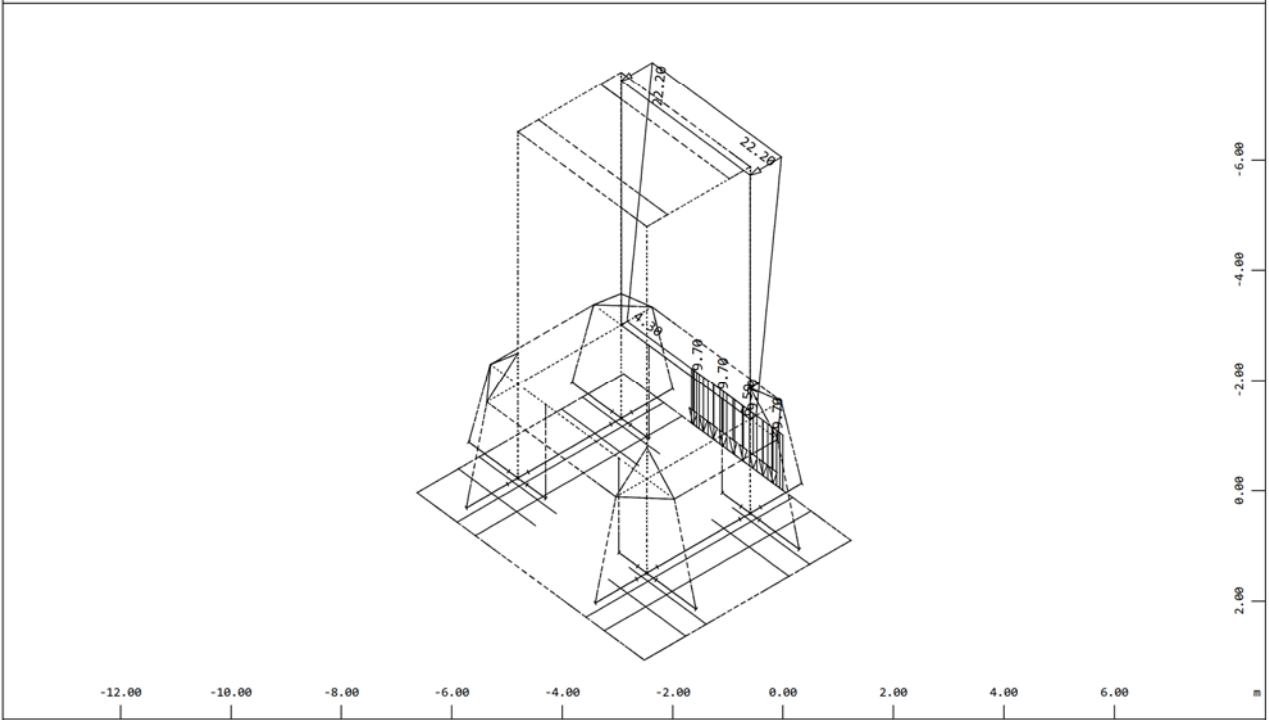
UstZnan\_Reg\_gradjevina\_V23\_01

**OPTERECENJA**

- SL1.:VL. TEZINA (sa dodanim reakcijama cijevnog propusta)
- SL2.:VERT. PRITISAK NASIPA (sa dodanim reakcijama cijevnog propusta)



All loads, Loadcase 12 HORIZ.PRIT.NASIPA , (1 cm 3D = unit) Free area load (force) in local z (Unit=188.28 kN/m2 (Min=-133.60) (Max=-25.00)



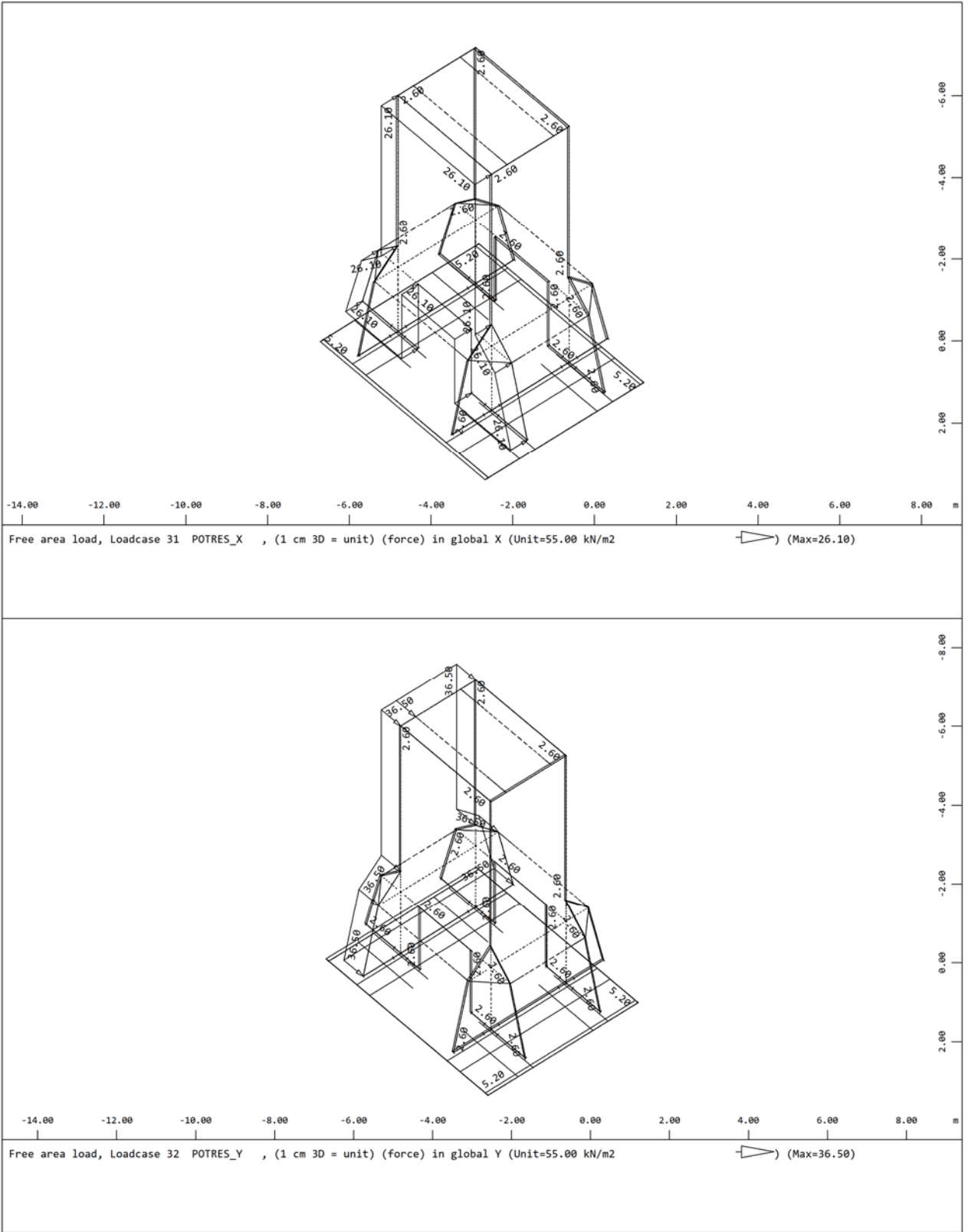
All loads, Loadcase 21 PROMET\_NA\_NASIPU , (1 cm 3D = unit) Free line load (force) in global Z (Unit=8.01 kN/m,Max=9.70 ) , Free area load (force) in local z (Unit=32.03 kN/m2,Min=-22.20 Max=-4.30

UstZnan\_Reg\_gradjevina\_V23\_01

OPTERECENJA

SL1.:HORIZONTALNI PRITISAK NASIPA

SL2.:PROMET NA NASIPU (sa dodanim reakcijama cijevnog propusta)

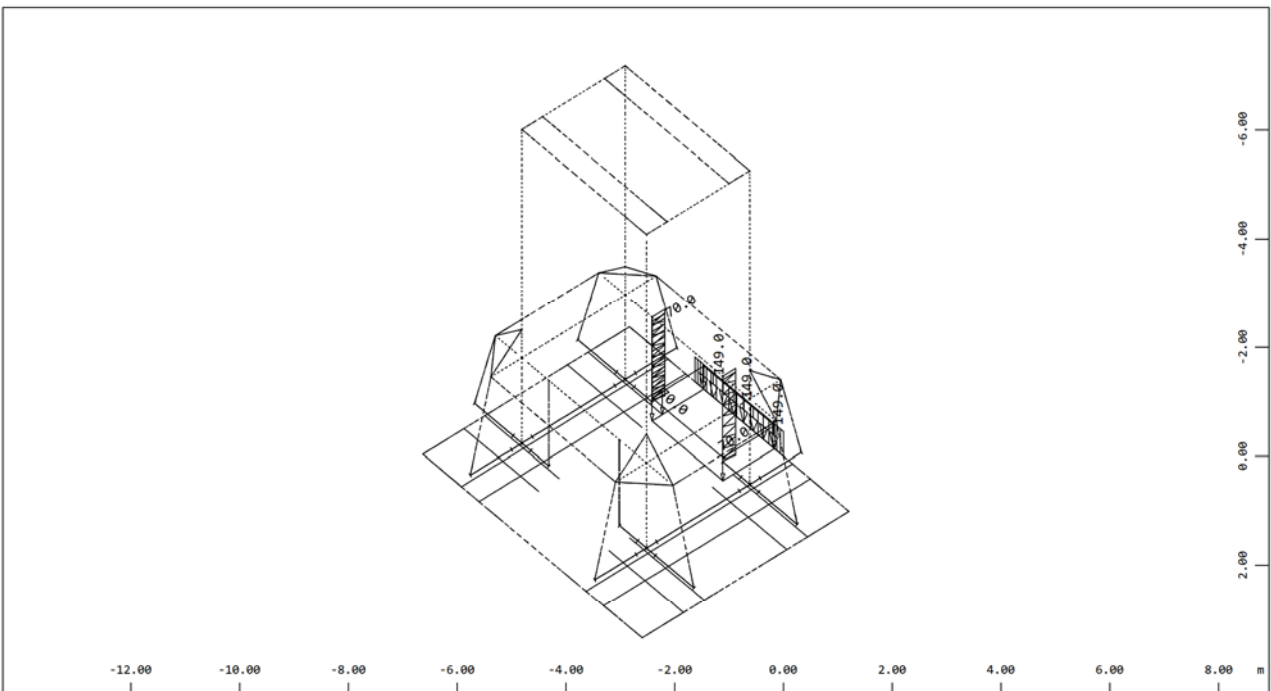


UstZnan\_Reg\_gradjevina\_V23\_01

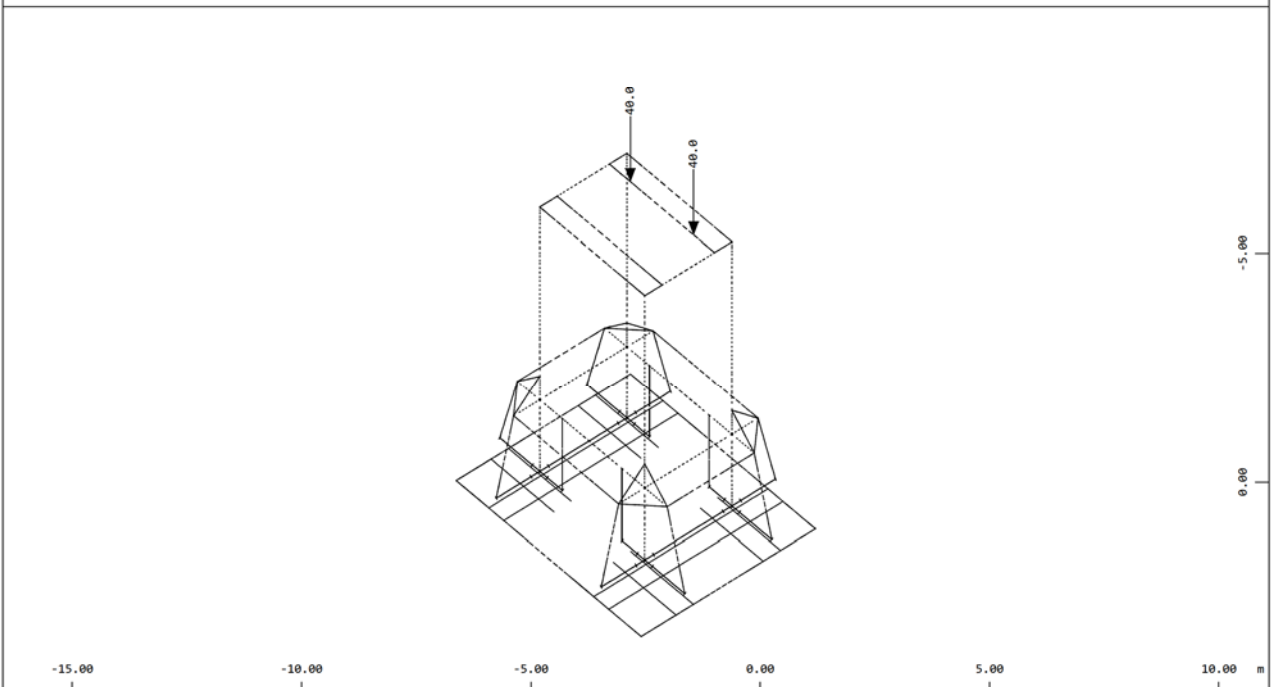
OPTERECENJA

SL1.:POTRES X

SL2.:POTRES Y



All loads, Loadcase 41 VODA , (1 cm 3D = unit) Free line load (force) in global X (Unit=260.2 kN/m,Min=-70.0 Max=-70.0), Free line load (force) in global Z (Unit=260.2 kN/m,Max=149.0), Free area load (force) in global Z (Unit=130.1 kN/m2,Max=70.0)



All loads, Loadcase 51 VERT. REAK.ZATVARACA , (1 cm 3D = unit) Free single load (force) vector (Unit=22.2 kN (Max=40.0))

UstZnan\_Reg\_gradjevina\_V23\_01

OPTERECENJA

SL1.:PRITISAK VODE IZ CJEVNOG PROPUSTA  
 (sa dodanim reakcijama cijevnog propusta)  
 SL2.:VERTIKALNE REAKCIJE ZATVARACA

### 3.4.2.3 Kombinacije opterećenja za regulacijsku građevinu

UstZnan\_Reg\_gradjevina\_V23\_01

**Design Code**

EuroNorm: EN 1990:2002 Basis of structural design (Europe) V 2023

**Combination rule Number 100**

SLS characteristic combination

Superposition according to manual MAXIMA formula 2.4

$$E_{d,rare} = E \left\{ \sum_{j \geq 1} G_{k,j} \oplus P_k \oplus Q_{k,1} \oplus \sum_{i > 1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \right\}$$

Resulting Load Cases type SLS characteristic combination

**Load Case selection and Actions**

Act	Part	Superposition Factors							Fact	Type	Designation
		γ-u	γ-f	γ-a	ψ <sub>0</sub>	ψ <sub>1</sub>	ψ <sub>2</sub>	ψ <sub>1inf</sub>			
G	G	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			dead load
	10								1.00	PERM	VL.TEZINA
	11								1.00	PERM	VERT.PRIT.NASIPA
Q	Q	1.00	0.00	1.00	0.70	0.50	0.30	1.00			variable load
	21								1.00	COND	PROMET_NA_NASIPU
	51								1.00	COND	VERT. REAK.ZATVARACA
R	G	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			earth pressure
	12								1.00	COND	HORIZ.PRIT.NASIPA
	41								1.00	COND	VODA

Act action  
Part partition of the action  
γ-u,γ-f,γ-a partial safety factors for unfavourable/favourable/accidental  
ψ<sub>0</sub>,ψ<sub>1</sub>,ψ<sub>2</sub>,ψ<sub>1inf</sub> combination coefficients  
LC number of the load case

Fact factor for load case  
Type type of the load case  
PERM permanent load grouped in actions  
COND conditional load

SOFISTIK-AG - www.sofistik.de

UstZnan\_Reg\_gradjevina\_V23\_01

**Design Code**

EuroNorm: EN 1990:2002 Basis of structural design (Europe) V 2023

**Combination rule Number 101**

SLS frequent combination

Superposition according to manual MAXIMA formula 2.5

$$E_{d,frequ} = E \left\{ \sum_{j \geq 1} G_{k,j} \oplus P_k \oplus \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} \oplus \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \right\}$$

Resulting Load Cases type SLS frequent combination

**Load Case selection and Actions**

Act	Part	Superposition Factors							Fact	Type	Designation	
		$\gamma-u$	$\gamma-f$	$\gamma-a$	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	$\psi_{1inf}$				
G	G	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			dead load	
	10								1.00	PERM	VL.TEZINA	
	11								1.00	PERM	VERT.PRIT.NASIPA	
Q	Q	1.00	0.00	1.00	0.70	0.50	0.30	1.00			variable load	
	21								1.00	COND	PROMET_NA_NASIPU	
	51								1.00	COND	VERT. REAK.ZATVARACA	
R	G	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			earth pressure	
	12								1.00	COND	HORIZ.PRIT.NASIPA	
	41								1.00	COND	VODA	
Act	action										Fact	factor for load case
Part	partition of the action										Type	type of the load case
$\gamma-u, \gamma-f, \gamma-a$	partial safety factors for unfavourable/favourable/accidental										PERM	permanent load grouped in actions
$\psi_0, \psi_1, \psi_2, \psi_{1inf}$	combination coefficients										COND	conditional load
LC	number of the load case											

SOFISTIKAG - www.sofistik.de



UstZnan\_Reg\_gradjevina\_V23\_01

**Design Code**

EuroNorm: EN 1990:2002 Basis of structural design (Europe) V 2023

**Combination rule Number 201**

ULS fundamental combination

Superposition according to manual MAXIMA formula 2.1

$$E_d = E \left\{ \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} \oplus \gamma_P \cdot P_k \oplus \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} \oplus \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \right\}$$

Resulting Load Cases type ULS fundamental combination

**Load Case selection and Actions**

Act	Part	Superposition Factors							Fact	Type	Designation
		γ-u	γ-f	γ-a	ψ <sub>0</sub>	ψ <sub>1</sub>	ψ <sub>2</sub>	ψ <sub>1inf</sub>			
G	G	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			dead load
	10								1.00	PERM	VL.TEZINA
	11								1.00	PERM	VERT.PRIT.NASIPA
Q	Q	1.50	0.00	1.00	0.70	0.50	0.30	1.00			variable load
	21								1.00	COND	PROMET_NA_NASIPU
	51								1.00	COND	VERT. REAK.ZATVARACA
R	G	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			earth pressure
	12								1.00	COND	HORIZ.PRIT.NASIPA
	41								1.00	COND	VODA

Act	action	Fact	factor for load case
Part	partition of the action	Type	type of the load case
γ-u,γ-f,γ-a	partial safety factors for unfavourable/favourable/accidental	PERM	permanent load grouped in actions
ψ <sub>0</sub> ,ψ <sub>1</sub> ,ψ <sub>2</sub> ,ψ <sub>1inf</sub>	combination coefficients	COND	conditional load
LC	number of the load case		

SOFISTIK AG - www.sofistik.de

UstZnan\_Reg\_gradjevina\_V23\_01

**Design Code**

EuroNorm: EN 1990:2002 Basis of structural design (Europe) V 2023

**Combination rule Number 206**

ULS seismic combination

Superposition according to manual MAXIMA formula 2.3

$$E_{dAE} = E \left\{ \sum_{j \geq 1} G_{k,j} \oplus P_k \oplus \gamma_l \cdot A_{Ed} \oplus \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \right\}$$

Resulting Load Cases type ULS seismic combination

**Load Case selection and Actions**

Act	Part	Superposition Factors							Fact	Type	Designation
		γ-u	γ-f	γ-a	ψ <sub>0</sub>	ψ <sub>1</sub>	ψ <sub>2</sub>	ψ <sub>1inf</sub>			
E	E	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			seismic loading
	31								1.00	X17	POTRES_X
	32								0.30	X17	POTRES_Y
G	G	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			dead load
	10								1.00	PERM	VL.TEZINA
	11								1.00	PERM	VERT.PRIT.NASIPA
R	G	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			earth pressure
	12								1.00	COND	HORIZ.PRIT.NASIPA
	41								1.00	COND	VODA

SOFISTIK AG - www.sofistik.de

Act	action	Fact	factor for load case
Part	partition of the action	Type	type of the load case
γ-u, γ-f, γ-a	partial safety factors for unfavourable/favourable/accidental	PERM	permanent load grouped in actions
ψ <sub>0</sub> , ψ <sub>1</sub> , ψ <sub>2</sub> , ψ <sub>1inf</sub>	combination coefficients	COND	conditional load
LC	number of the load case	X	exclusive load with changing sign

UstZnan\_Reg\_gradjevina\_V23\_01

**Design Code**

EuroNorm: EN 1990:2002 Basis of structural design (Europe) V 2023

**Combination rule Number 207**

ULS seismic combination

Superposition according to manual MAXIMA formula 2.3

$$E_{dAE} = E \left\{ \sum_{j \geq 1} G_{k,j} \oplus P_k \oplus \gamma_l \cdot A_{Ed} \oplus \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \right\}$$

Resulting Load Cases type ULS seismic combination

**Load Case selection and Actions**

Act	Part LC	Superposition Factors							Fact	Type	Designation	
		$\gamma-u$	$\gamma-f$	$\gamma-a$	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	$\psi_{1inf}$				
E	E	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			seismic loading	
	31								0.30	X17	POTRES_X	
	32								1.00	X17	POTRES_Y	
G	G	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			dead load	
	10								1.00	PERM	VL.TEZINA	
	11								1.00	PERM	VERT.PRIT.NASIPA	
R	G	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			earth pressure	
	12								1.00	COND	HORIZ.PRIT.NASIPA	
	41								1.00	COND	VODA	
Act	action									Fact	factor for load case	
Part	partition of the action									Type	type of the load case	
$\gamma-u, \gamma-f, \gamma-a$	partial safety factors for unfavourable/favourable/accidental									PERM	permanent load grouped in actions	
$\psi_0, \psi_1, \psi_2, \psi_{1inf}$	combination coefficients									COND	conditional load	
LC	number of the load case									X	exclusive load with changing sign	

SOFISTIK-AG - www.sofistik.de

### 3.4.2.4 Minimalna armatura za regulacijsku građevinu

Minimalna armatura armiranobetonske ploče prema HRN EN 1992-1-1. Poglavlje 9.3.1.1.:

$$A_{s1,min} = 0,0013 \cdot (b \cdot d) \quad \text{IZRAZ 1}$$

$$A_{s,min} = 0,26 \cdot b \cdot d \cdot \left(\frac{f_{ctm}}{f_{yk}}\right) = 0,26 \cdot b \cdot d \cdot \left(\frac{2,90}{500}\right) = 0,0015 \cdot (b \cdot d) \quad \text{IZRAZ 2}$$

Pozicija	Širina ploče/zida/grede [cm]	Debljina/Visina ploče/zida/grede [cm]	Zaštitni sloj betona [cm]	Klasa betona	f <sub>ctm</sub> [MPa]	Minimalna armatura		Mjerodavna vrijednost [cm <sup>2</sup> /m']
						IZRAZ 1 [cm <sup>2</sup> /m']	IZRAZ 2 [cm <sup>2</sup> /m']	
-	[cm]	[cm]	[cm]	-	[MPa]	[cm <sup>2</sup> ] tj. [cm <sup>2</sup> /m']	[cm <sup>2</sup> ] tj. [cm <sup>2</sup> /m']	[cm <sup>2</sup> ] tj. [cm <sup>2</sup> /m']
Gornja ploča	100,0	40,0	5,0	C30/37	2,9	4,6	5,3	5,3
Zidovi	100,0	50,0	5,0	C30/37	2,9	5,9	6,8	6,8
Temelj	100,0	100,0	5,0	C30/37	2,9	12,4	14,3	14,3

### 3.4.2.5 Maksimalna armatura za regulacijsku građevinu

Maksimalna armatura je dodatno ograničena hrvatskim nacionalnim dodatkom HRN EN 1992-1-1:2013/NA:2015, točka 2.75 Najveće ploštine presjeka vlačne ili tlačne armature izvan područja nastavka, točka 9.2.1.1(3), NAPOMENA:

$$A_{s1,max} = 0,022 \cdot A_c \quad \text{IZRAZ 3}$$

Prema HRN EN 1992-1-1:2013, točka 5.6.3. Sposobnost zakretanja (2) U području plastičnih zglobova, x<sub>u</sub>/d ne treba prijeći vrijednost 0,45 za betone razreda čvrstoće manje ili jednake C50/60 i 0,35 za betone razreda čvrstoće veće ili jednake C55/67.

Iz tog uvjeta je maksimalna armatura ograničena na vrijednost (skripta Sorić, Kišiček: Betonske konstrukcije 1: Projektiranje betonskih konstrukcija prema europskim normama, Zagreb, 2011., poglavlje 5.4. Maksimalna armatura poprečnih presjeka, str. 166.):

$$A_{s1,max} = \omega_{lim} \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,365 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \quad \text{IZRAZ 4}$$

Pozicija:	Širina ploče/zida/grede [cm]	Debljina/Visina ploče/zida/grede [cm]	Zaštitni sloj betona [cm]	Klasa betona	f <sub>cd</sub> [MPa]	Maksimalna armatura		Mjerodavna vrijednost [cm <sup>2</sup> /m']
						IZRAZ 3 [cm <sup>2</sup> /m']	IZRAZ 4 [cm <sup>2</sup> /m']	
-	[cm]	[cm]	[cm]	-	[MPa]	[cm <sup>2</sup> ] tj. [cm <sup>2</sup> /m']	[cm <sup>2</sup> ] tj. [cm <sup>2</sup> /m']	[cm <sup>2</sup> ] tj. [cm <sup>2</sup> /m']
Gornja ploča	100,0	40,0	5,0	C30/37	20,0	77,00	58,74	58,74
Zidovi	100,0	50,0	5,0	C30/37	20,0	99,00	75,52	75,52
Temelj	100,0	100,0	5,0	C30/37	20,0	209,00	159,43	159,43

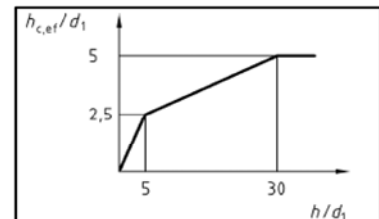
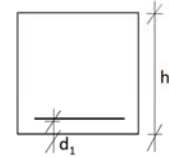
### 3.4.2.6 Minimalna pukotinska armatura za regulacijsku građevinu

Izračunava se prema normi DIN EC1992-1-1/NA:2011-01 i izrazu (NA.7.5.2):

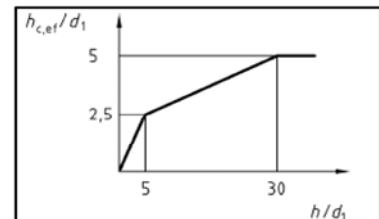
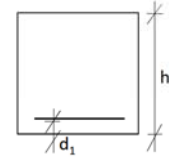
$$A_{s,min} = f_{ct,eff} \cdot \frac{A_{ct,eff}}{\sigma_s} \geq k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot \frac{A_{ct}}{f_{yk}}$$

Za elemente debljine h ≤ 30 cm može se usvojiti vlačna čvrstoća nakon 3 dana, a za debele elemente h > 80 cm vlačna čvrstoća nakon 7 dana (beton C30/37):

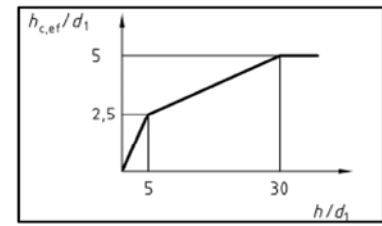
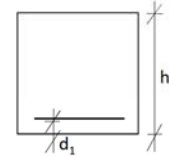
<b>ELEMENT:</b>		<b>USTAVA ZNANOVIT - REG.GRAĐ. GOR. PLOČA</b>	
Min arm. za gran. stanje pukotina za centričnu prisilu izazvanu hidrationskom toplinom			
Prema DIN EC1992-1-1/NA:2011-01 i izrazu (NA.7.5.1)			
Armatura	u X i Y smjeru	Zona postav.	gore&dolje
w <sub>max</sub>	0,40 mm	Ø =	16 mm
Razred betona	C 30/37	Starost betona	5 dana
h =	40,00 cm	d <sub>1</sub> =	6,60 cm
c <sub>nom</sub> =	5,00 cm		
Cement	32.5 R; 42.5 N [normalno stvrdnjavajući]		
Vlačna čvrstoća betona:		Koeff. korekcije vl.čvrstoće=	
f <sub>ct</sub> =	2,90 kN/cm <sup>2</sup>	f <sub>ct,eff</sub> =	0,75 2,18 kN/cm <sup>2</sup>
Statička visina:		h / d <sub>1</sub> =	
d =	33,40 cm		6,06
Visina efektivne vlačne zone (za centrički vlak):		h <sub>c,eff</sub> =	
0 ≤ h / d <sub>1</sub> < 5,0 : h <sub>eff</sub> = 0,50 · h		17,20 cm	
5,0 ≤ h / d <sub>1</sub> < 30 : h <sub>eff</sub> = 0,10 · h + 2,0 · d <sub>1</sub>			
h / d <sub>1</sub> ≥ 30 : h <sub>eff</sub> = 5,0 · d <sub>1</sub>			
Efektivna vlačna površina oko armature i površina vlačne zone bet.:			
A <sub>c,eff</sub> =	h <sub>c,eff</sub> · b	=	0,17 m <sup>2</sup> /m
A <sub>ct</sub> =	0,5 · hb	=	0,20 m <sup>2</sup> /m
Modificirana vrijednost promjera šipke:			
Ø* =	φ <sub>s</sub> · 2,9 / f <sub>ct,eff</sub>	=	21,33 mm
Naprezanje u armaturi:			
σ <sub>s</sub> =	√(w <sub>k</sub> · 3,48 · 10 <sup>6</sup> / φ <sub>s</sub> <sup>*</sup> )	=	255,4 N/mm <sup>2</sup>
k =	0,74		(Tabela 7.2DE) (unutarnja prisila)
Minimalna puk. armatura u jednoj zoni (za gornju tj. donju zonu)			
A <sub>s,min</sub> =	k <sub>c</sub> · k · f <sub>ct,eff</sub> · A <sub>ct</sub>	=	12,60 cm <sup>2</sup> /m
Izraz (7.1)			
Min. puk. arm. u jednoj zoni za <b>deblje</b> elemente tj. za h>30cm (za gornju tj. donju zonu) (NA.5)			
A <sub>s,min</sub> =	f <sub>ct,eff</sub> · A <sub>c,eff</sub> / σ <sub>s</sub>	=	14,65 cm <sup>2</sup> /m
	≥ k · f <sub>ct,eff</sub> · A <sub>ct</sub> / f <sub>yk</sub>	=	6,44 cm <sup>2</sup> /m
Izraz (NA.7.5.1)			
Mjerodavna minimalna pukotinska arm. prema izrazima (7.1) i (NA.7.5.1)			
A <sub>s,min</sub> =	12,60 cm <sup>2</sup> /m		
Odabr. arm. u jednoj zoni: Ø 16 / 15 (13,40 cm <sup>2</sup> /m)			
Zbog debljine elementa 30cm<h<80cm usvaja se vlačna čvrstoća betona nakon 5 dana jer tom periodu odgovara i trajanje hidrationske topline: f <sub>ct,eff</sub> = 0,75 · f <sub>ctm</sub> (28d) <sup>14</sup>			



<b>ELEMENT:</b>		<b>USTAVA ZNANOVIT - REG.GRAĐ. - ZIDOVI</b>	
Min arm. za gran. stanje pukotina za centričnu prisilu izazvanu hidrationskom toplinom			
Prema DIN EC1992-1-1/NA:2011-01 i izrazu (NA.7.5.1)			
Armatura	u X i Y smjeru	Zona postav.	IZV.+IZN.
w <sub>max</sub>	0,40 mm	Ø =	16 mm
Razred betona	C 30/37	Starost betona	5 dana
h =	50,00 cm	d <sub>1</sub> =	6,60 cm
c <sub>nom</sub> =	5,00 cm		
Cement	32.5 R; 42.5 N [normalno stvrdnjavajući]		
Vlačna čvrstoća betona:		Koeff. korekcije vl.čvrstoće=	
f <sub>ct</sub> =	2,90 kN/cm <sup>2</sup>	f <sub>ct,eff</sub> =	0,75 2,18 kN/cm <sup>2</sup>
Statička visina:		h / d <sub>1</sub> =	
d =	43,40 cm		7,58
Visina efektivne vlačne zone (za centrički vlak):		h <sub>c,eff</sub> =	
0 ≤ h / d <sub>1</sub> < 5,0 : h <sub>eff</sub> = 0,50 · h		18,20 cm	
5,0 ≤ h / d <sub>1</sub> < 30 : h <sub>eff</sub> = 0,10 · h + 2,0 · d <sub>1</sub>			
h / d <sub>1</sub> ≥ 30 : h <sub>eff</sub> = 5,0 · d <sub>1</sub>			
Efektivna vlačna površina oko armature i površina vlačne zone bet.:			
A <sub>c,eff</sub> =	h <sub>c,eff</sub> · b	=	0,18 m <sup>2</sup> /m
A <sub>ct</sub> =	0,5 · hb	=	0,25 m <sup>2</sup> /m
Modificirana vrijednost promjera šipke:			
Ø* =	φ <sub>s</sub> · 2,9 / f <sub>ct,eff</sub>	=	21,33 mm
Naprezanje u armaturi:			
σ <sub>s</sub> =	√(w <sub>k</sub> · 3,48 · 10 <sup>6</sup> / φ <sub>s</sub> <sup>*</sup> )	=	255,4 N/mm <sup>2</sup>
k =	0,68		(Tabela 7.2DE) (unutarnja prisila)
Minimalna puk. armatura u jednoj zoni (za gornju tj. donju zonu)			
A <sub>s,min</sub> =	k <sub>c</sub> · k · f <sub>ct,eff</sub> · A <sub>ct</sub>	=	14,47 cm <sup>2</sup> /m
Izraz (7.1)			
Min. puk. arm. u jednoj zoni za <b>deblje</b> elemente tj. za h>30cm (za gornju tj. donju zonu) (NA.5)			
A <sub>s,min</sub> =	f <sub>ct,eff</sub> · A <sub>c,eff</sub> / σ <sub>s</sub>	=	15,50 cm <sup>2</sup> /m
	≥ k · f <sub>ct,eff</sub> · A <sub>ct</sub> / f <sub>yk</sub>	=	7,40 cm <sup>2</sup> /m
Izraz (NA.7.5.1)			
Mjerodavna minimalna pukotinska arm. prema izrazima (7.1) i (NA.7.5.1)			
A <sub>s,min</sub> =	14,47 cm <sup>2</sup> /m		
Odabr. arm. u jednoj zoni: Ø 16 / 12,5 (16,08 cm <sup>2</sup> /m)			
Zbog debljine elementa 30cm<h<80cm usvaja se vlačna čvrstoća betona nakon 5 dana jer tom periodu odgovara i trajanje hidrationske topline: f <sub>ct,eff</sub> = 0,75 · f <sub>ctm</sub> (28d) <sup>4</sup>			



<b>ELEMENT:</b>		<b>USTAVA ZNANOVIT - REG.GRAĐ. - TEMELJ</b>	
Min arm. za gran. stanje pukotina za centričnu prisilu izazvanu hidratacijskom toplinom			
Prema DIN EC1992-1-1/NA:2011-01 i izrazu (NA.7.5.1)			
Armatura	u X i Y smjeru	Zona postav.	GORE+DOLJE
w <sub>max</sub>	0,40 mm	Ø =	20 mm
Razred betona	C 30/37	Starost betona	7 dana
h =	105,00 cm	d <sub>1</sub> =	7,00 cm
c <sub>nom</sub> =	5,00 cm		
Cement	32.5 R; 42.5 N [normalno stvrdnjavajući]		
Vlačna čvrstoća betona:		Koeff. korekcije vl.čvrstoće=	
f <sub>ct</sub> =	2,90 kN/cm <sup>2</sup>	f <sub>ct,eff</sub> =	0,85 2,47 kN/cm <sup>2</sup>
Statička visina:		h / d <sub>1</sub> =	
d =	98,00 cm		15,00
Visina efektivne vlačne zone (za centrički vlak):		h <sub>c,eff</sub> =	
0 ≤ h / d <sub>1</sub> < 5,0 : h <sub>eff</sub> = 0,50 · h		24,50 cm	
5,0 ≤ h / d <sub>1</sub> < 30 : h <sub>eff</sub> = 0,10 · h + 2,0 · d <sub>1</sub>			
h / d <sub>1</sub> ≥ 30 : h <sub>eff</sub> = 5,0 · d <sub>1</sub>			
Efektivna vlačna površina oko armature i površina vlačne zone bet.:			
A <sub>c,eff</sub> =	h <sub>c,eff</sub> · b	=	0,25 m <sup>2</sup> /m
A <sub>ct</sub> =	0,5 · hb	=	0,53 m <sup>2</sup> /m
Modificirana vrijednost promjera šipke:		Ø* =	
	φ <sub>s</sub> · 2,9 / f <sub>ct,eff</sub>	=	23,53 mm
Naprezanje u armaturi:		σ <sub>s</sub> =	
	√(w <sub>k</sub> · 3,48 · 10 <sup>6</sup> / φ <sub>s</sub> <sup>*</sup> )	=	243,2 N/mm <sup>2</sup>
	k = 0,50		(Tabela 7.2DE) (unutarnja prisila)
Minimalna puk. armatura u jednoj zoni (za gornju tj. donju zonu)			
A <sub>s,min</sub> =	k <sub>c</sub> · k · f <sub>ct,eff</sub> · A <sub>ct</sub>	=	26,60 cm <sup>2</sup> /m
			Izraz (7.1)
Min. puk. arm. u jednoj zoni za <b>deblje</b> elemente tj. za h>30cm (za gornju tj. donju zonu) (NA.5)			
A <sub>s,min</sub> =	f <sub>ct,eff</sub> · A <sub>c,eff</sub> / σ <sub>s</sub>	=	24,83 cm <sup>2</sup> /m
	≥ k · f <sub>ct,eff</sub> · A <sub>ct</sub> / f <sub>yk</sub>	=	12,94 cm <sup>2</sup> /m
			Izraz (NA.7.5.1)
<b>Mjerodavna minimalna pukotinska arm. prema izrazima (7.1) i (NA.7.5.1)</b>			
A <sub>s,min</sub> =	<b>24,83 cm<sup>2</sup>/m</b>		
<b>Odabr. arm. u jednoj zoni: Ø 20 / 12,5 (25,13 cm<sup>2</sup>/m)</b>			
Zbog debljine elementa 80cm<h<200cm usvaja se vlačna čvrstoća betona nakon 7 dana jer tom periodu odgovara i trajanje hidratacijske topline: f <sub>ct,eff</sub> = 0,85 · f <sub>ctm</sub> (28d) <sup>0,85</sup>			



### 3.4.2.7 Stabilnost protiv izdizanja (uzgon) regulacijske građevine

Proračun je proveden uz pretpostavku procjeđivanja vode iza regulacijske građevine i postizanja vodostaja do kote 108,10 uz cijev propusta praznu iznutra.

Rezultati tog proračuna prikazani su u tablično.

Tablično provedenim proračunom dokazana je stabilnost na uzgon ( $V_{dst,d} \leq G_{stb,d} + R_d$ ).

Eurocode 7 propisuje kontrolu gubitka ravnoteže konstrukcije ili tla uslijed uzgona vode ili drugih vertikalnih sila (UPL) (npr. izdizanje lagane podzemne konstrukcije pod pritiskom uzgona podzemne vode).

Pri tome je potrebno dokazati da je suma svih destabilizirajućih djelovanja manja od sume svih stabilizirajućih djelovanja kako slijedi:

$$V_{dst,d} \leq G_{stb,d} + R_d$$

gdje je:

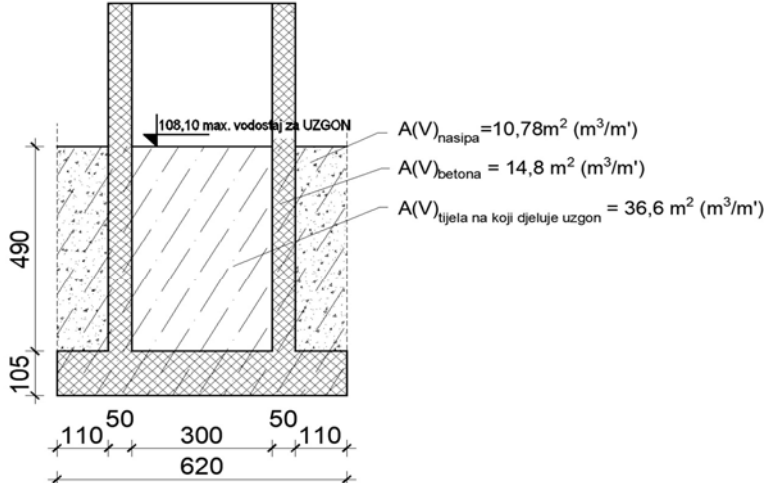
- $V_{dst,d}$  je kombinacija trajnog (G) i promjenjivog (Q) destabilizirajućeg vertikalnog djelovanja
- $G_{stb,d}$  je stabilizirajuće vertikalno trajno djelovanje
- $R_d$  mogući dodatni projektni otpor izdizanju

Prema preporukama iz EC-7 povoljna (stabilizirajuća) djelovanja vlastite težine je potrebno pomnožiti parcijalnim faktorom djelovanja  $\gamma_{G,stb}=0,9$ , a nepovoljna (destabilizirajuća) djelovanja sile uzgona parcijalnim faktorom djelovanja  $\gamma_{G,dst}=1,10$ .

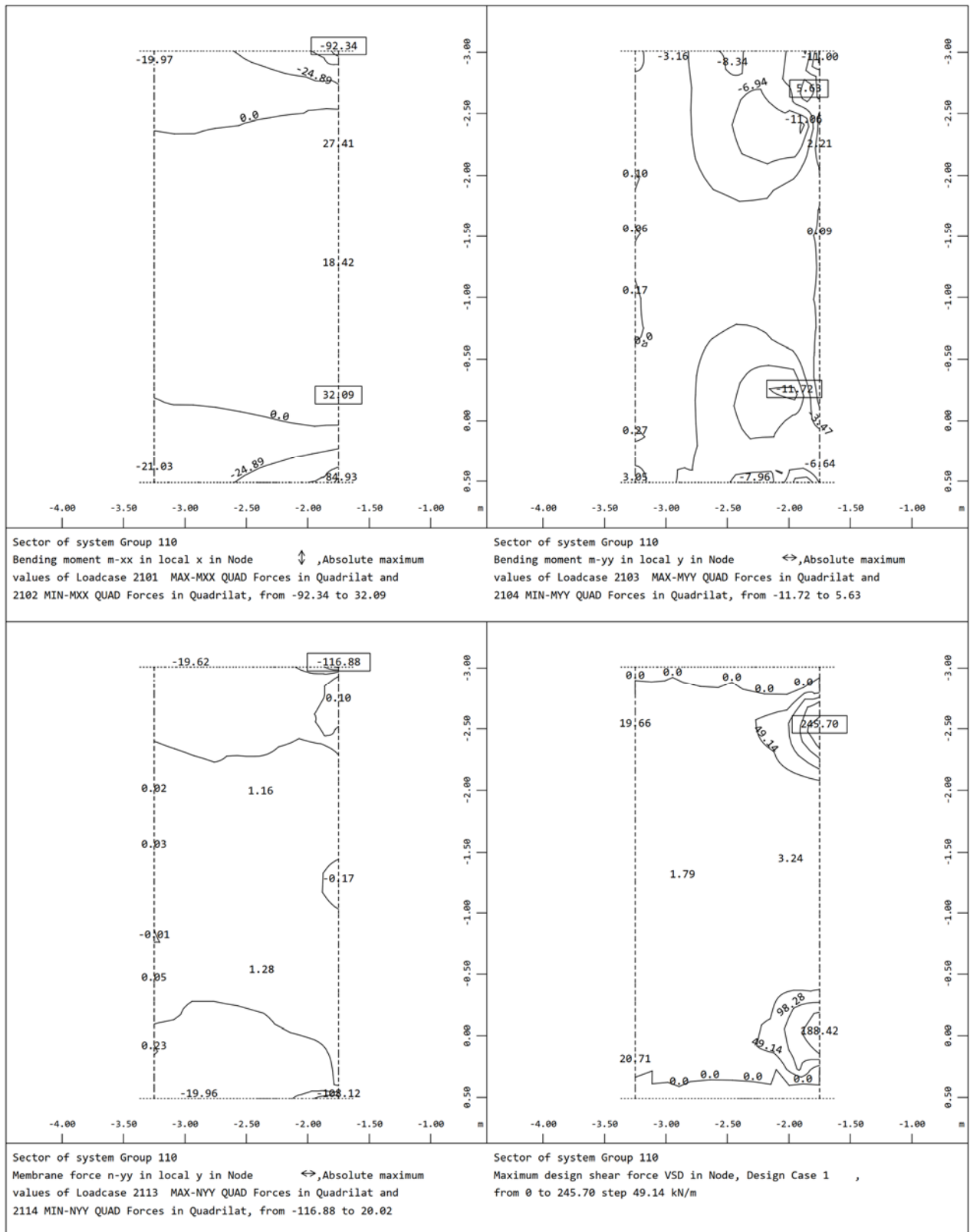
U HRN EN 1997-1:2012/NA:2016, Tablica A.15(HR) – Parcijalni koeficijenti ( $\gamma_F$ ) za djelovanja (UPL)  $\gamma_{G,dst}=1,10 \Rightarrow$  MJERODAVNO za Hrvatsku.

Globalni faktor sigurnosti na isplivavanje:  $GFS = \gamma_{G,dst} / \gamma_{G,stb} = 1,10 / 0,90 = 1,21$

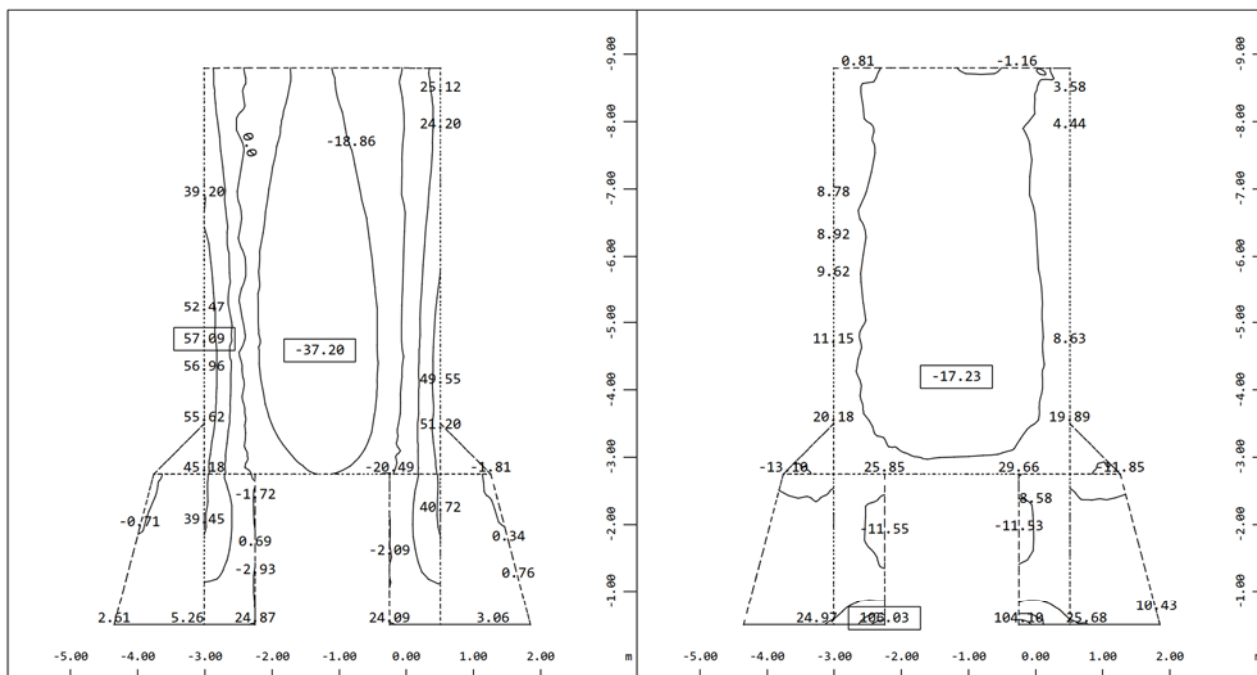


GRADIVA TEMELJNE PLOČE I ZIDOVA REGULACIJSKE GRAĐEVINE:		
Beton :	C30/37	
Zapreminska težina betona za proračun učinka uzgona $\gamma_{b,uzg} =$	24,00	kN/m <sup>3</sup>
Zapreminska težina vode $\gamma_w =$	10,00	kN/m <sup>3</sup>
Zapreminska težina neujednjenog tla $\gamma_{tlo} =$	20,00	kN/m <sup>3</sup>
GEOMETRIJA PRESJEKA REGULACIJSKE GRAĐEVINE (širi smjer)		
		
TEŽINA BETONA ELEMENATA REGULACIJSKE GRAĐEVINE:		
Volumen betona poprečnog presjeka $V_b =$	14,80	m <sup>3</sup>
Ukupna težina betona taložnice $G_{tal} =$	355,20	kN
Parcijalni koeficijenti ( $\gamma_F$ ) za stabilizirajuća djelovanja (UPL) $\gamma_{G,stab} =$	0,90	
Faktorirana težina betona za provjeru uzgona $G_{uzgon} = \gamma_{G,stab} \cdot G_{tal} =$	319,68	kN
TEŽINA TLA NA TEMELJU:		
Volumen tla na temelju $V_{tlo} =$	10,78	m <sup>3</sup>
Ukupna težina tla na temelju $G_{tal} =$	215,60	kN
Parcijalni koeficijenti ( $\gamma_F$ ) za stabilizirajuća djelovanja (UPL) $\gamma_{G,stab} =$	0,90	
Faktorirana težina tla za provjeru uzgona $G_{tlo} = \gamma_{G,stab} \cdot G_{tal} =$	194,04	kN
<b>UKUPNA TEŽINA BETONA I TLA KAO STABILIZIRAJUĆE DJELOVANJE <math>\Sigma =</math></b>	<b>513,72</b>	<b>kN</b>
DJELOVANJE UZGONA NA GRAĐEVINU:		
Volumen tijela na koje djeluje uzgon $V_{uzgon} = L_{pl} \cdot B_{pl} \cdot h_{uzgon} =$	36,60	m <sup>3</sup>
Sila uzgona $U = \gamma_w \cdot V_{uzgon} =$	366,00	kN
Parcijalni koeficijenti ( $\gamma_F$ ) za djelovanja (UPL) $\gamma_{G,dst} =$	1,10	
Faktorirana sila uzgona $U_{faktor} = \gamma_{G,dst} \cdot V_{uzgon} =$	402,60	kN
PROVJERA GRAĐEVINE NA UZGON:		
<b>U(faktor) &lt;= G(uzgon) ZADOVOLJAVA</b>		

### 3.4.2.8 Računske rezne sile regulacijske građevine

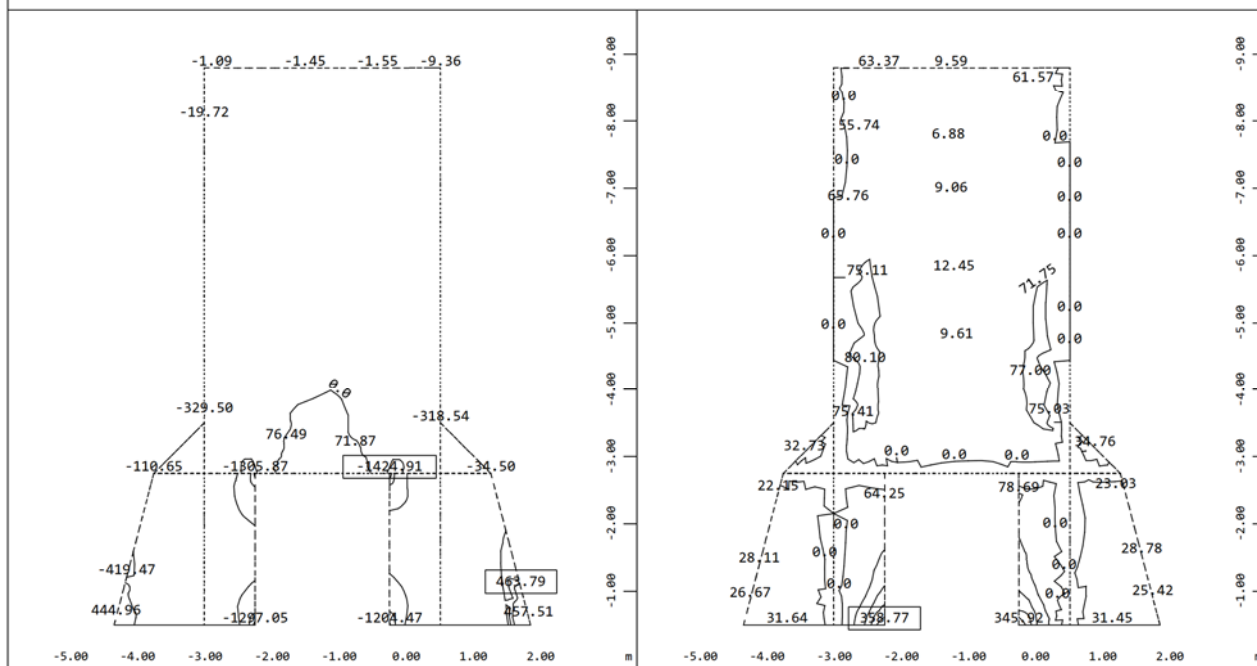


UstZnan\_Reg\_gradjevina\_V23\_01  
 RACUNSKE REZNE SILE - Glav. komb. GSN (mjerodavno) (ANVELOPE)  
 GORNJA PLOČA (40,0cm)  
 SL.1: Mxx ; SL.2: Myy  
 SL.3: Nyy ; SL.4: RACUNSKE POSMICNE SILE



Sector of system Group 153  
 Bending moment  $m_{xx}$  in local  $x$  in Node  $\leftrightarrow$ , Absolute  
 maximum values of Loadcase 2701 MAXE-MXX QUAD Forces  
 in Quadrila and 2702 MINE-MXX QUAD Forces in  
 Quadrila, from -37.20 to 57.09 step 18.86 kNm/m

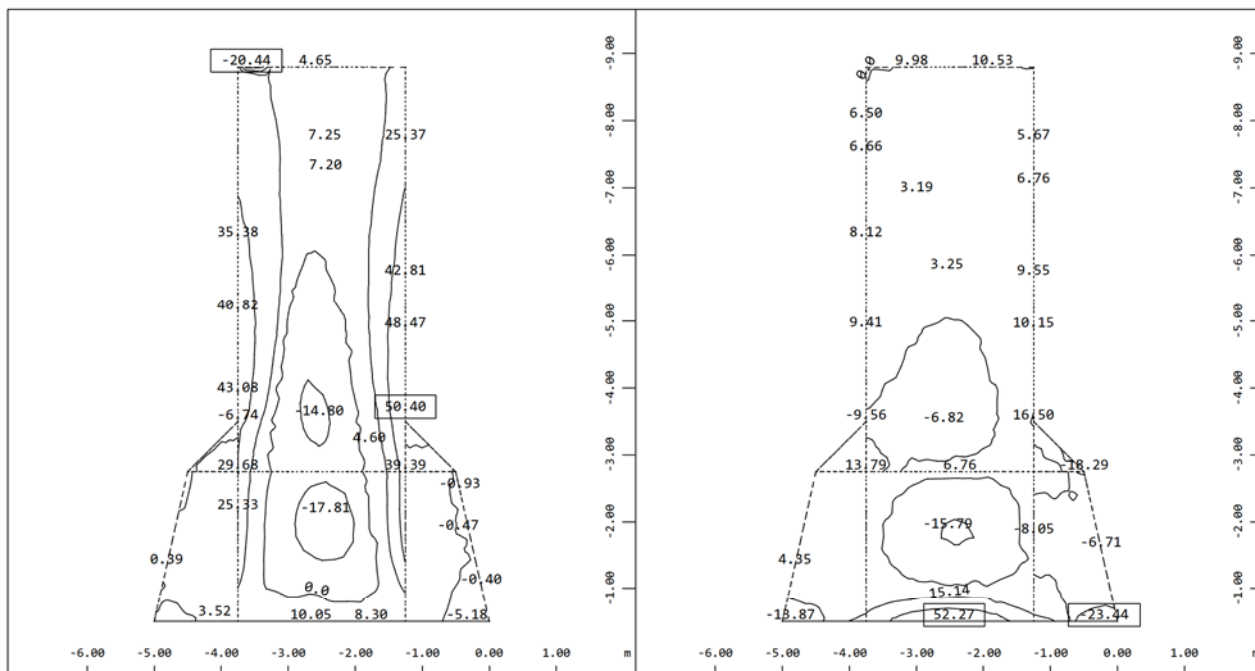
Sector of system Group 153  
 Bending moment  $m_{yy}$  in local  $y$  in Node  $\updownarrow$ , Absolute  
 maximum values of Loadcase 2703 MAXE-MYY QUAD Forces  
 in Quadrila and 2704 MINE-MYY QUAD Forces in  
 Quadrila, from -17.23 to 106.03 step 24.65 kNm/m



Sector of system Group 153  
 Membrane force  $n_{yy}$  in local  $y$  in Node  $\updownarrow$ , Absolute  
 maximum values of Loadcase 2713 MAXE-NYY QUAD Forces  
 in Quadrila and 2714 MINE-NYY QUAD Forces in  
 Quadrila, from -1424.91 to 463.79 step 377.74 kN/m

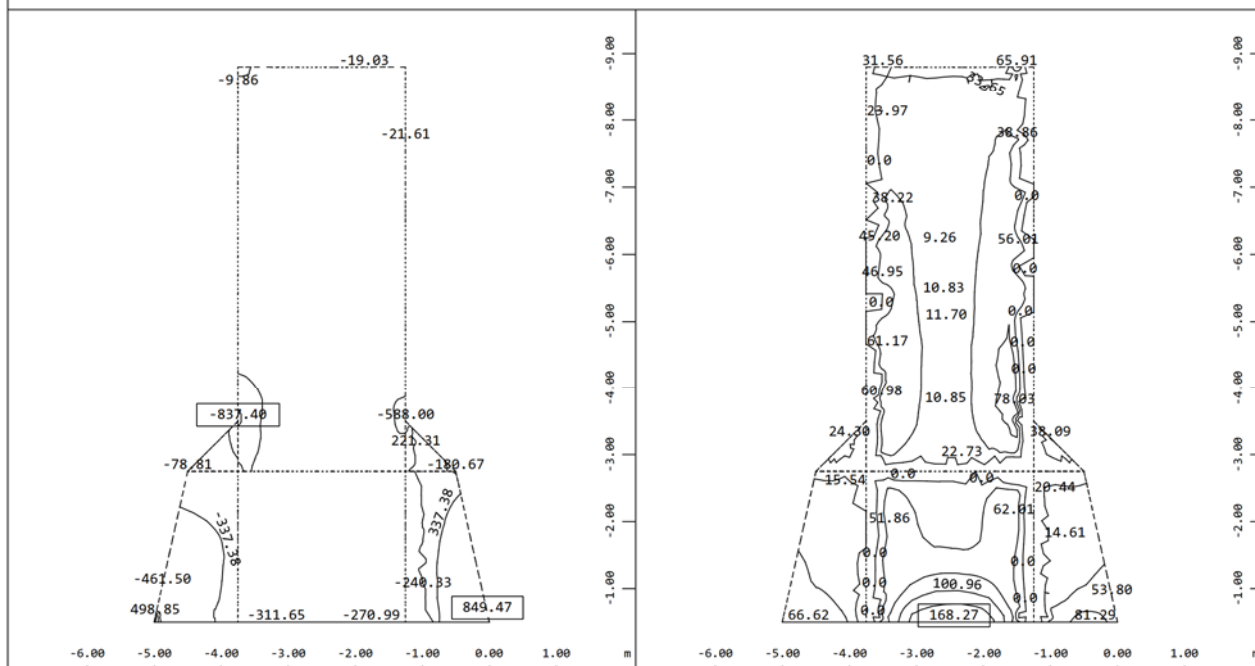
Sector of system Group 153  
 Maximum design shear force VSD in Node, Design Case 1  
 , from 0 to 358.77 step 71.75 kN/m

UstZnan\_Reg\_gradjevina\_V23\_01  
 RACUNSKE REZNE SILE - Potr.komb.0.3X+1.0Y GSN (mjerodavno) (ANVELOPE)  
 POPRECNI ZID REG. GRADEVINE  
 SL.1: Mxx ; SL.2: Myy  
 SL.3: Nyy ; SL.4: RACUNSKE POSMICNE SILE



Sector of system Group 154  
 Bending moment  $m_{xx}$  in local  $x$  in Node  $\leftrightarrow$ , Absolute maximum values of Loadcase 2601 MAXE-MXX QUAD Forces in Quadrila and 2602 MINE-MXX QUAD Forces in Quadrila, from -20.44 to 50.40 step 14.17 kNm/m

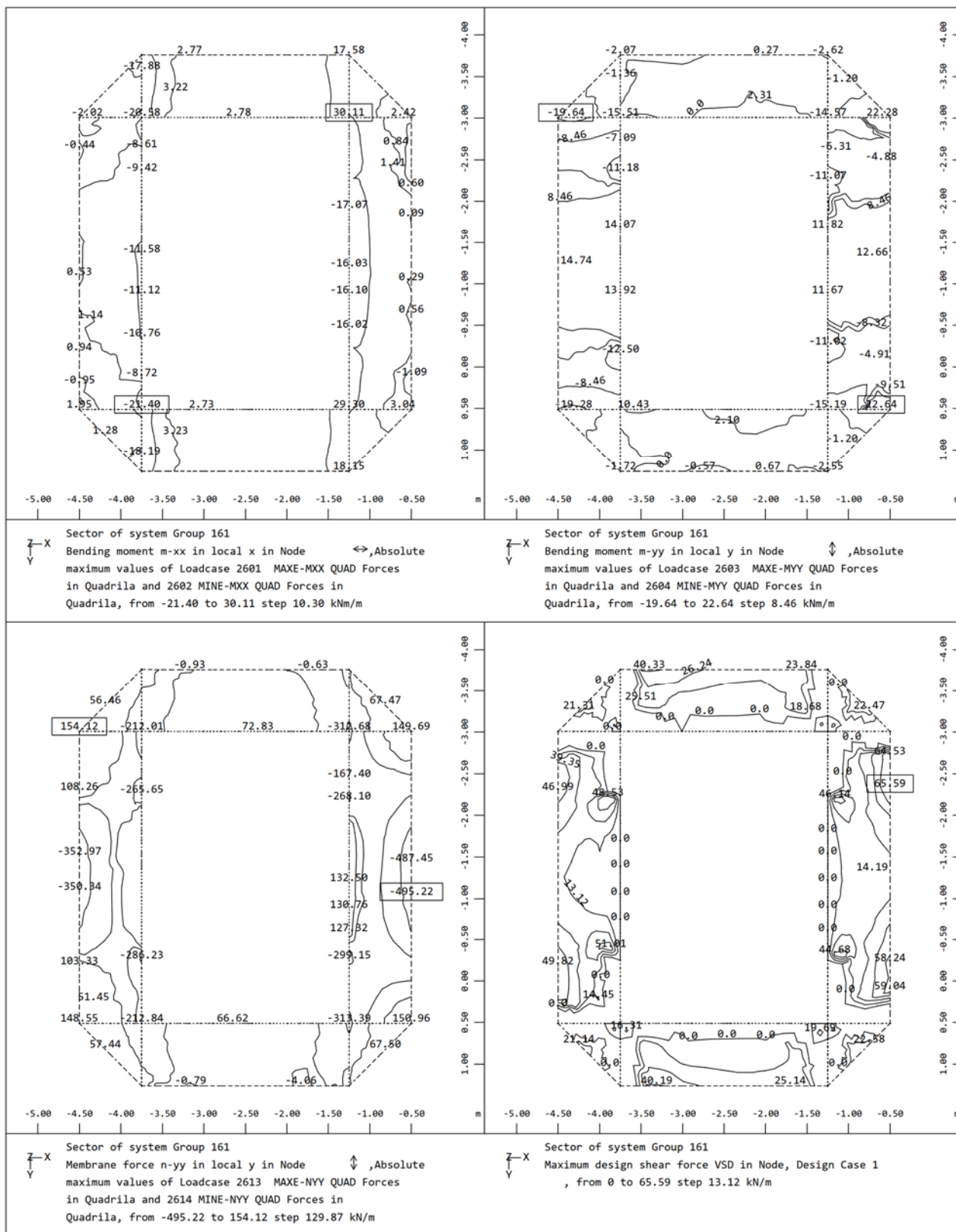
Sector of system Group 154  
 Bending moment  $m_{yy}$  in local  $y$  in Node  $\updownarrow$ , Absolute maximum values of Loadcase 2603 MAXE-MYY QUAD Forces in Quadrila and 2604 MINE-MYY QUAD Forces in Quadrila, from -23.44 to 52.27 step 15.14 kNm/m



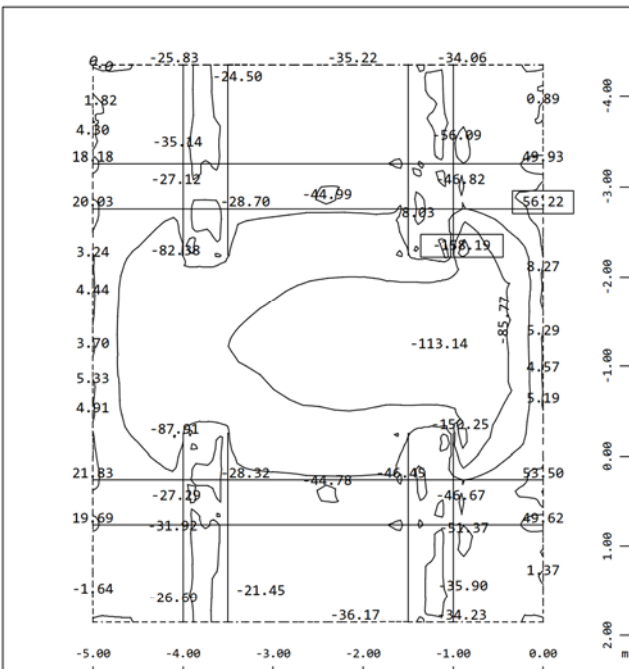
Sector of system Group 154  
 Membrane force  $n_{yy}$  in local  $y$  in Node  $\updownarrow$ , Absolute maximum values of Loadcase 2613 MAXE-NYY QUAD Forces in Quadrila and 2614 MINE-NYY QUAD Forces in Quadrila, from -837.40 to 849.47 step 337.38 kN/m

Sector of system Group 154  
 Maximum design shear force VSD in Node, Design Case 1, from 0 to 168.27 step 33.65 kN/m

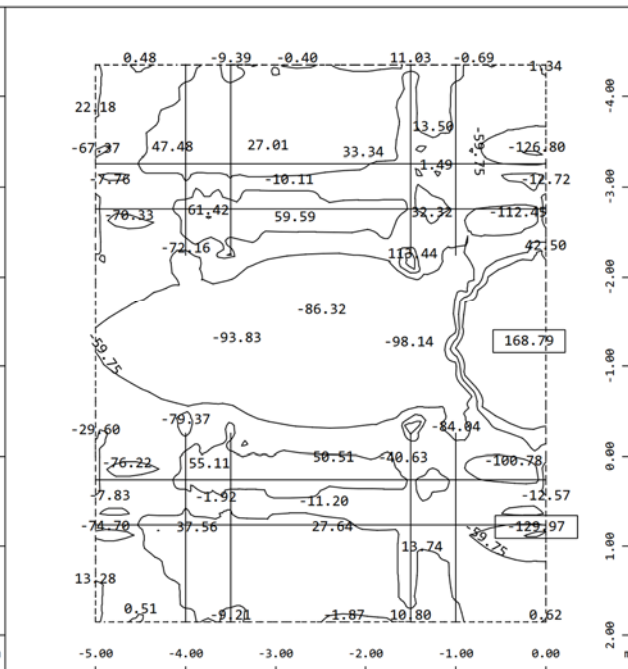
UstZnan\_Reg\_gradjevina\_V23\_01  
 RACUNSKE REZNE SILE - Potr.komb.1.0X+0.3Y GSN (mjerodavno) (ANVELOPE)  
 UZDUZNI ZID REG. GRAĐEVINE  
 SL.1: Mxx ; SL.2: Myy  
 SL.3: Nyy ; SL.4: RACUNSKE POSMICNE SILE



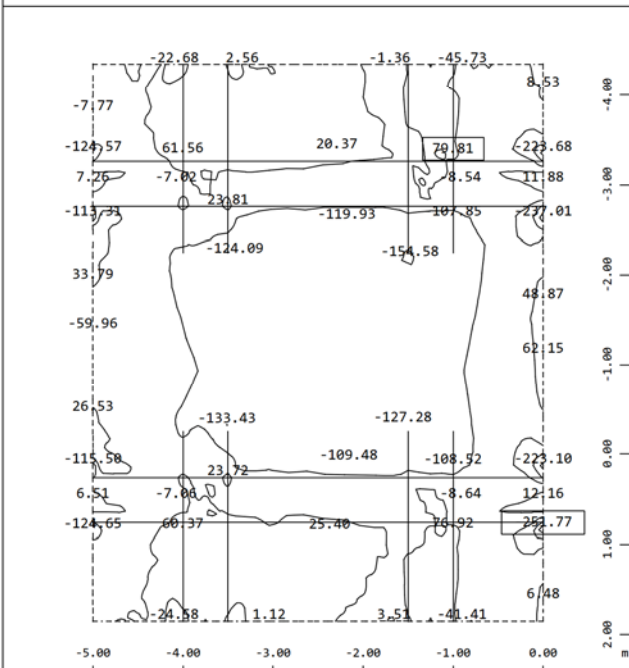
UstZnan\_Reg\_gradjevina\_V23\_01  
 RACUNSKE REZNE SILE - Potr.komb.1.0X+0.3Y GSN (mjerodavno) (ANVELOPE)  
 PRSTEN ZA UKRUCENJE (50,0cm)  
 SL.1: Mxx ; SL.2: Myy  
 SL.3: Nyy ; SL.4: RACUNSKE POSMICNE SILE



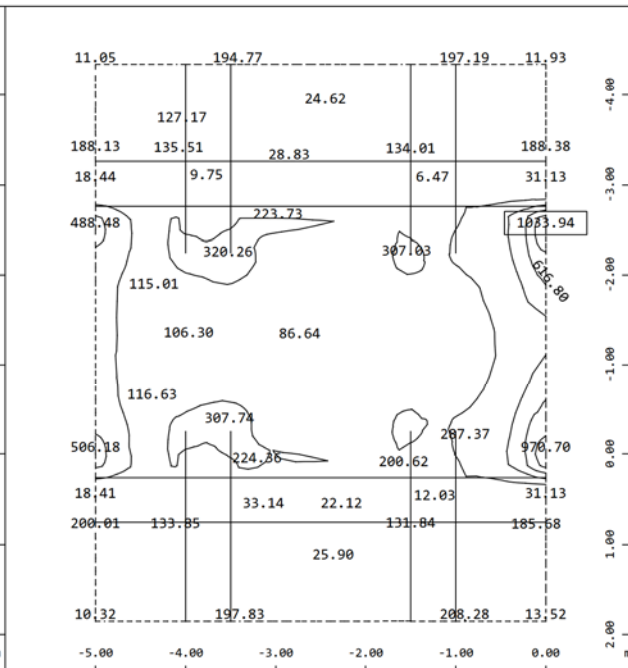
Sector of system Group 170  
 Bending moment  $m_{-xx}$  in local  $x$  in Node  $\leftrightarrow$ , Absolute maximum values of Loadcase 2601 MAXE-MXX QUAD Forces in Quadrila and 2602 MINE-MXX QUAD Forces in Quadrila, from -158.19 to 56.22 step 42.88 kNm/m



Sector of system Group 170  
 Bending moment  $m_{-yy}$  in local  $y$  in Node  $\updownarrow$ , Absolute maximum values of Loadcase 2603 MAXE-MYY QUAD Forces in Quadrila and 2604 MINE-MYY QUAD Forces in Quadrila, from -129.97 to 168.79 step 59.75 kNm/m



Sector of system Group 170  
 Membrane force  $n_{-yy}$  in local  $y$  in Node  $\updownarrow$ , Absolute maximum values of Loadcase 2613 MAXE-NYY QUAD Forces in Quadrila and 2614 MINE-NYY QUAD Forces in Quadrila, from -251.77 to 79.81 step 66.32 kN/m

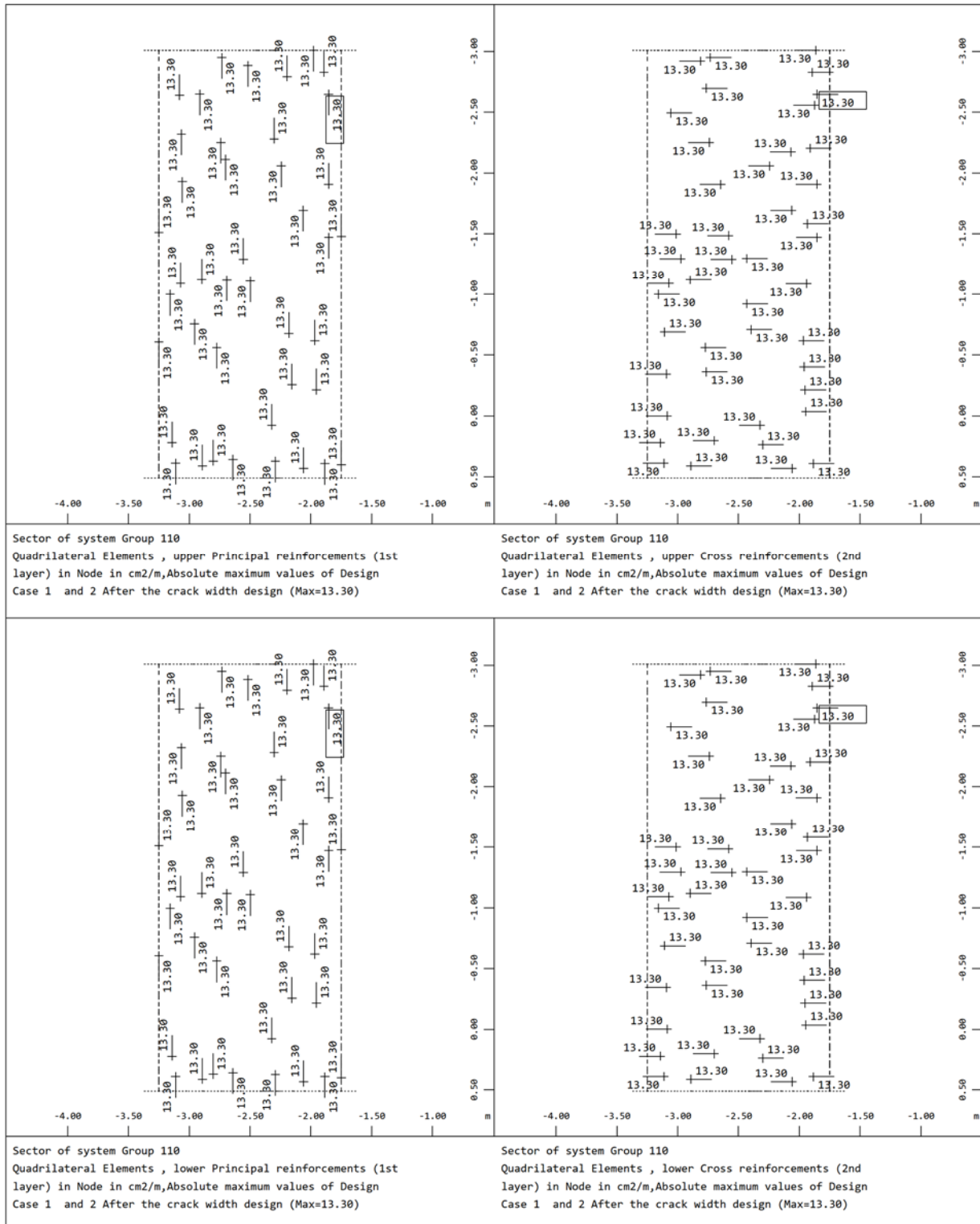


Sector of system Group 170  
 Maximum design shear force VSD in Node, Design Case 1, from 5.94 to 1033.94 step 205.60 kN/m

UstZnan\_Reg\_gradjevina\_V23\_01  
 RACUNSKE REZNE SILE - Potr.komb.1.0X+0.3Y GSN (mjerodavno) (ANVELOPE)  
 TEMELJNA PLOCA REG. GRAĐEVINE  
 SL.1: Mxx ; SL.2: Myy  
 SL.3: Nyy ; SL.4: RACUNSKE POSMICNE SILE

### 3.4.2.9 Izračunata i odabrana armatura regulacijske građevine

Prikazane vrijednosti su anvelope armatura dobivenih proračunom graničnih stanja nosivosti i uporabivosti.



UstZnan\_Reg\_gradjevina\_V23\_01

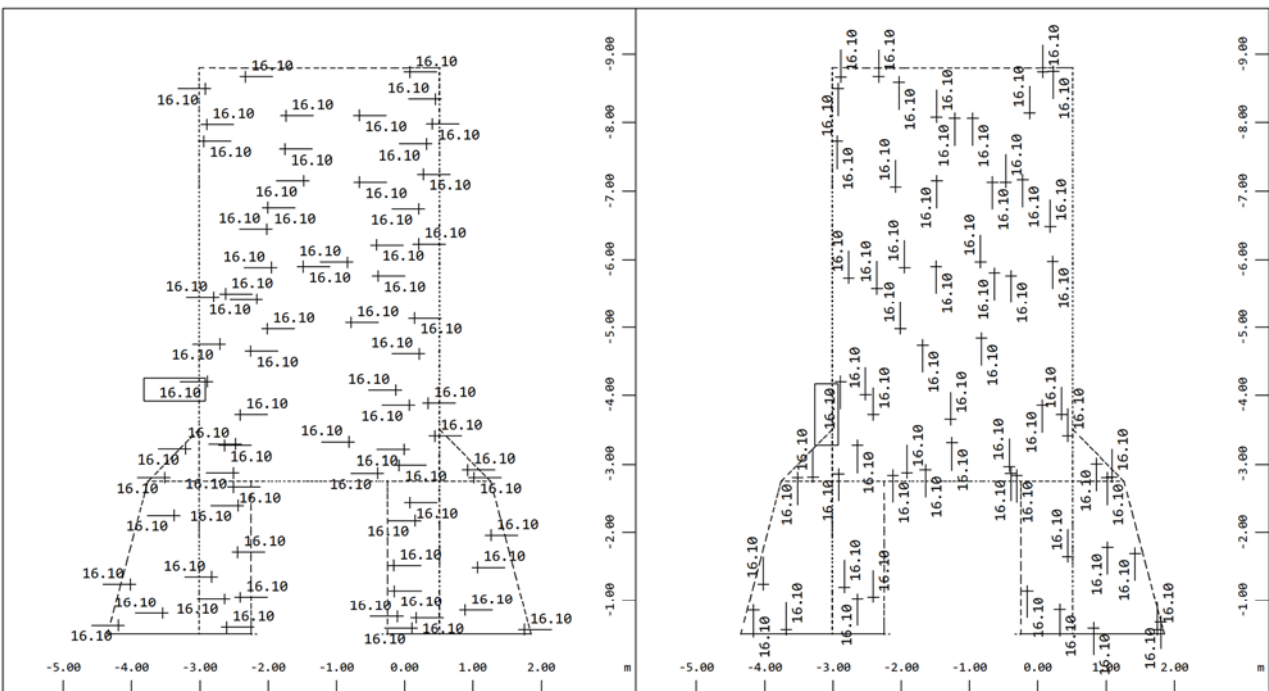
GORNJA PLOCA REG. GRAĐEVINE

SL1.:GORNJA UZDUZNA. ARM. Amin=Ø16/15cm(13.3cm<sup>2</sup>)

SL2.:GORNJA POPRECNA. ARM. Amin=Ø16/15cm(13.3cm<sup>2</sup>)

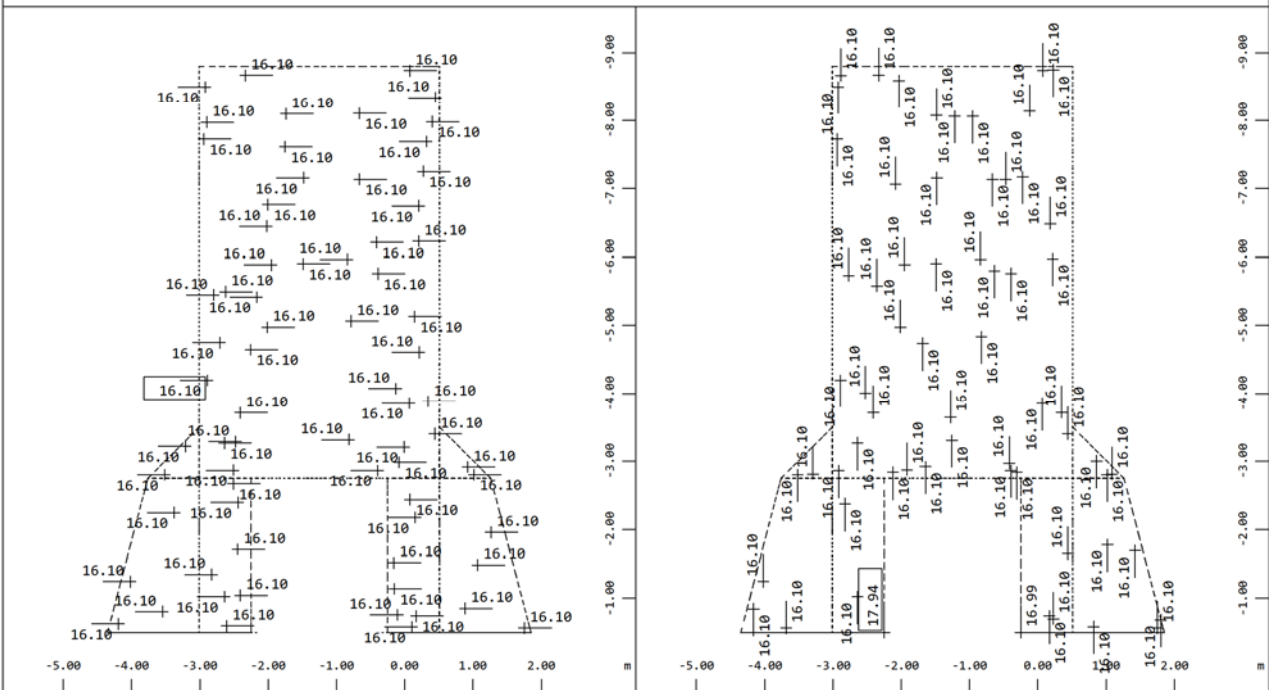
SL3.:DONJA UZDUZNA. ARM. Amin=Ø16/15cm(13.3cm<sup>2</sup>)

SL4.:DONJA POPRECNA. ARM. Amin=Ø16/15cm(13.3cm<sup>2</sup>)



Sector of system Group 153  
 Quadrilateral Elements, upper Principal reinforcements (1st layer) in Node in cm<sup>2</sup>/m, Absolute maximum values of Design Case 1 and 2 After the crack width design (Max=16.10)

Sector of system Group 153  
 Quadrilateral Elements, upper Cross reinforcements (2nd layer) in Node in cm<sup>2</sup>/m, Absolute maximum values of Design Case 1 and 2 After the crack width design (Max=16.10)

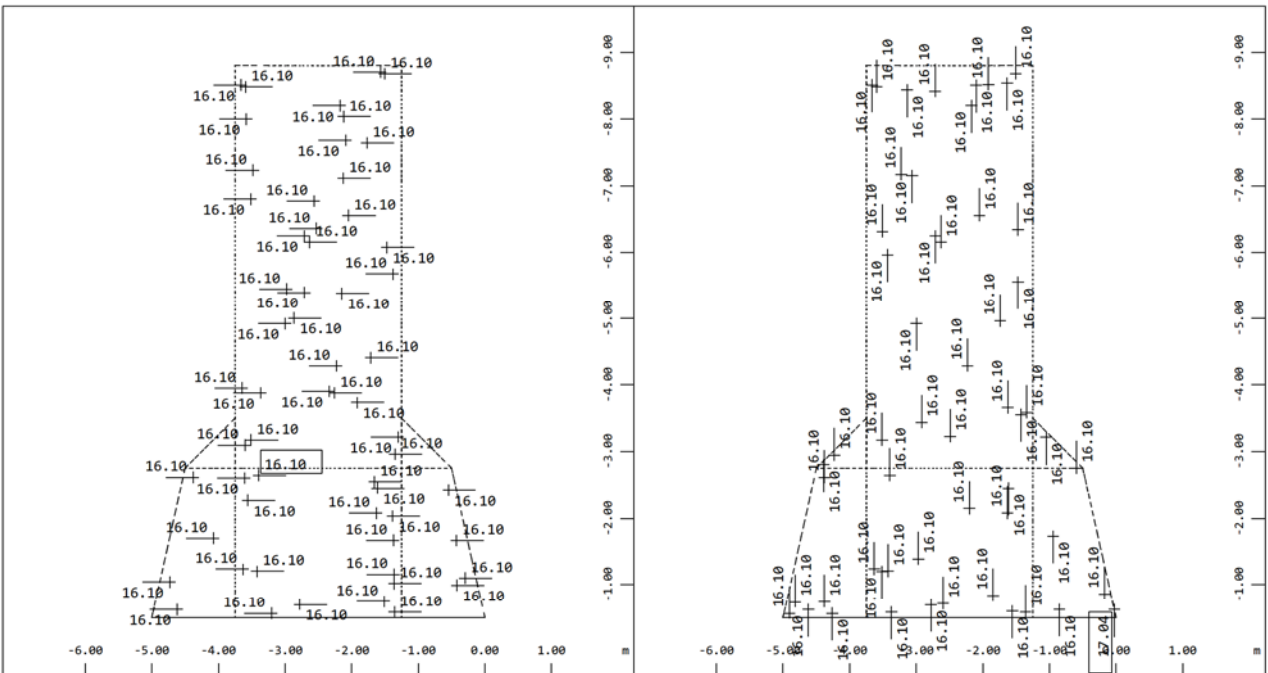


Sector of system Group 153  
 Quadrilateral Elements, lower Principal reinforcements (1st layer) in Node in cm<sup>2</sup>/m, Absolute maximum values of Design Case 1 and 2 After the crack width design (Max=16.10)

Sector of system Group 153  
 Quadrilateral Elements, lower Cross reinforcements (2nd layer) in Node in cm<sup>2</sup>/m, Absolute maximum values of Design Case 1 and 2 After the crack width design (Max=17.94)

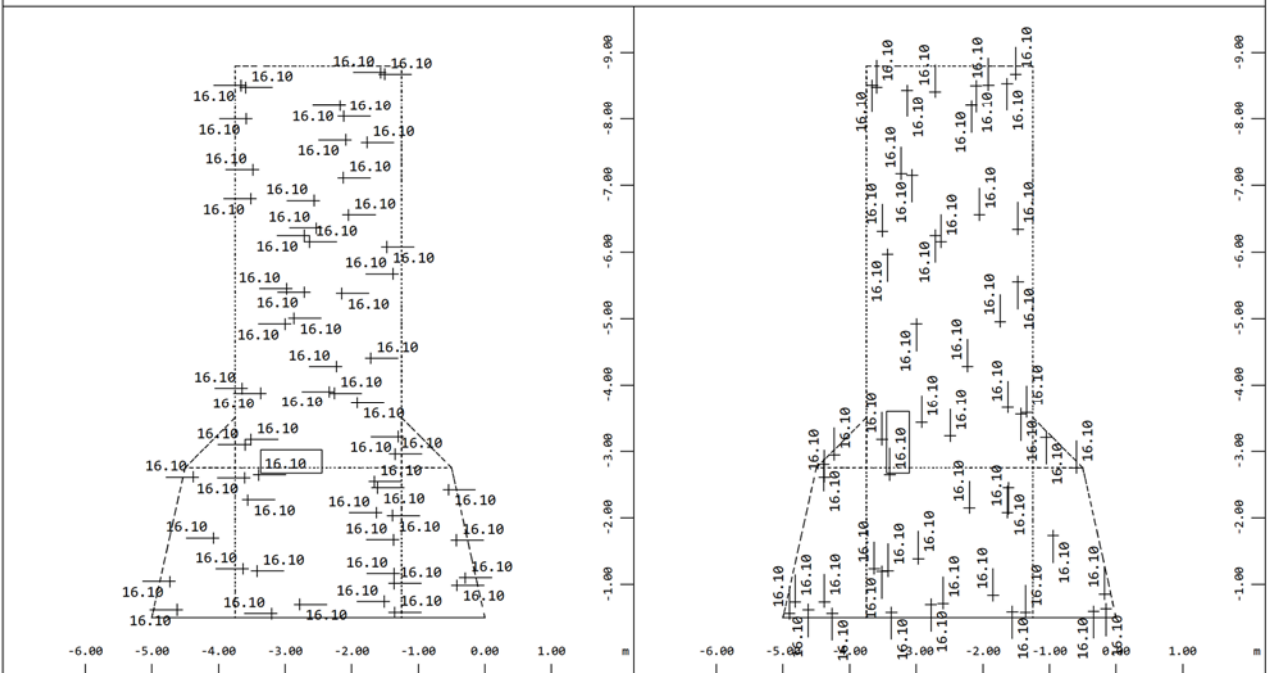
UstZnan\_Reg\_gradjevina\_V23\_01  
 POPREČNI ZID REG. GRAĐEVINE  
 SL1.:UNUTARNJA HORIZ. ARM.(na strani vode) Amin=Ø16/12.5cm(16.1cm<sup>2</sup>)  
 SL2.:UNUTARNJA VERT. ARM.(na strani vode) Amin=Ø16/12.5cm(16.1cm<sup>2</sup>)  
 SL3.:VANJSKA HORIZ. ARM.(na strani nasipa) Amin=Ø16/12.5cm(16.1cm<sup>2</sup>)  
 SL4.:VANJSKA VERT. ARM.(na strani nasipa) Amin=Ø16/12.5cm(16.1cm<sup>2</sup>)





Sector of system Group 154  
 Quadrilateral Elements , upper Principal reinforcements (1st layer) in Node in cm<sup>2</sup>/m, Absolute maximum values of Design Case 1 and 2 After the crack width design (Max=16.10)

Sector of system Group 154  
 Quadrilateral Elements , upper Cross reinforcements (2nd layer) in Node in cm<sup>2</sup>/m, Absolute maximum values of Design Case 1 and 2 After the crack width design (Max=17.04)



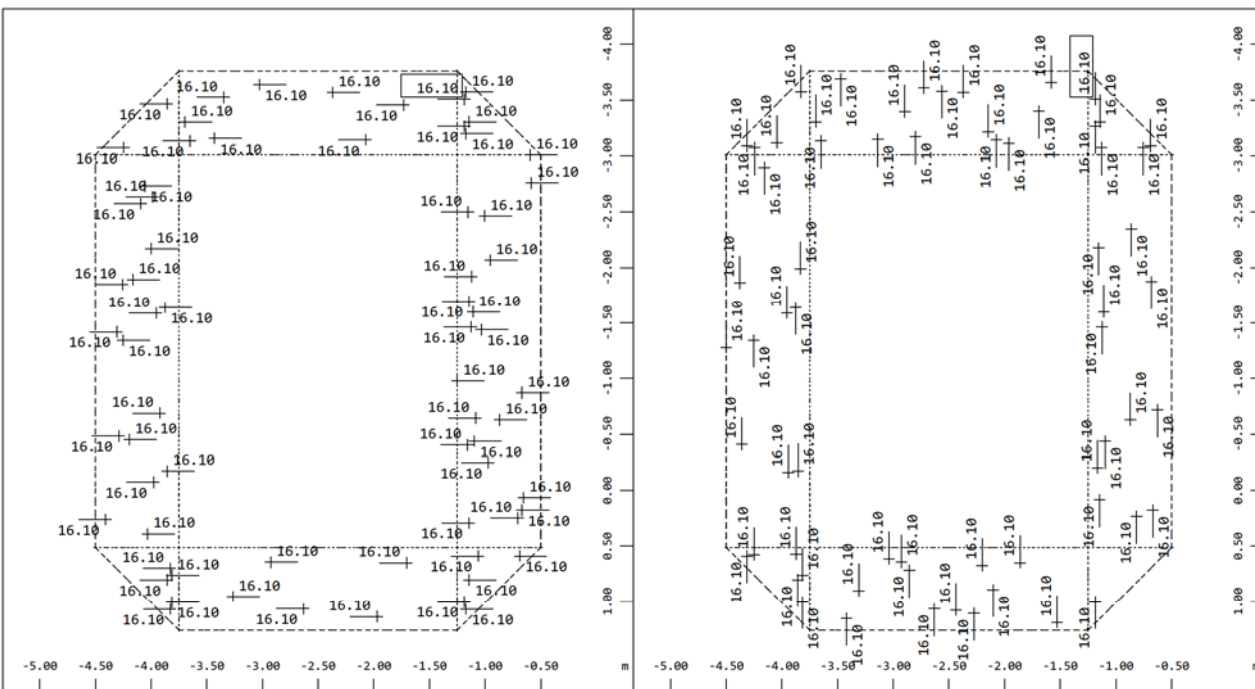
Sector of system Group 154  
 Quadrilateral Elements , lower Principal reinforcements (1st layer) in Node in cm<sup>2</sup>/m, Absolute maximum values of Design Case 1 and 2 After the crack width design (Max=16.10)

Sector of system Group 154  
 Quadrilateral Elements , lower Cross reinforcements (2nd layer) in Node in cm<sup>2</sup>/m, Absolute maximum values of Design Case 1 and 2 After the crack width design (Max=16.10)

UstZnan\_Reg\_gradjevina\_V23\_01

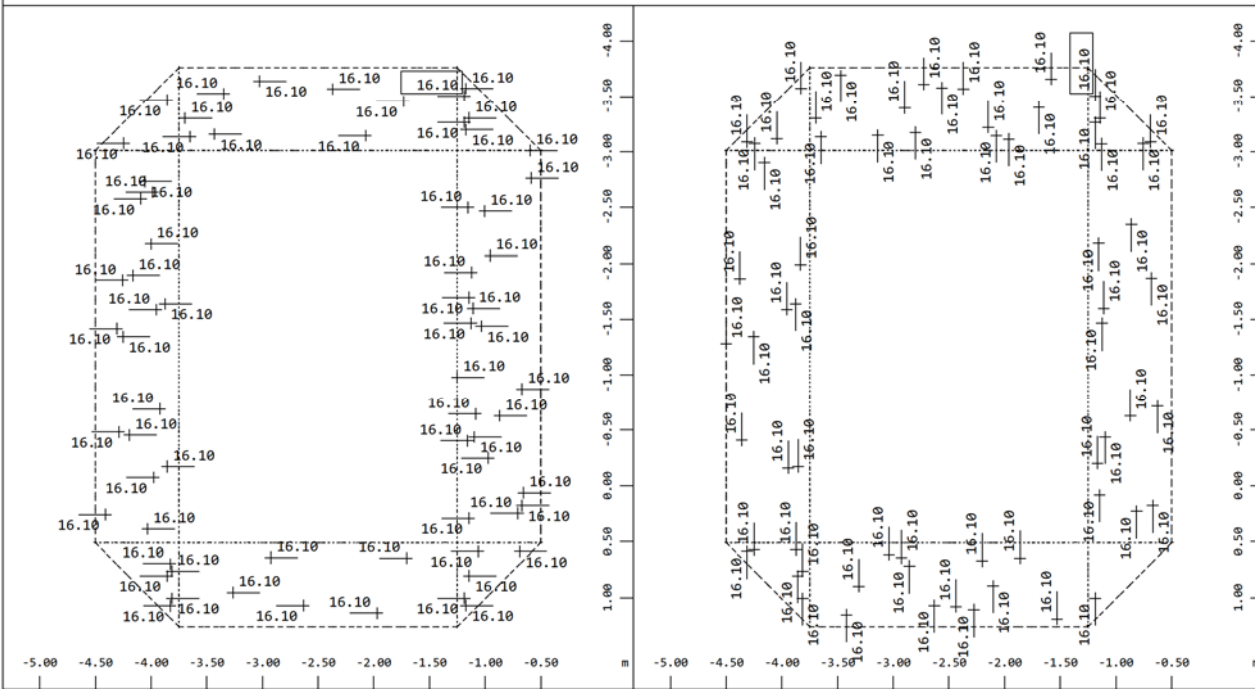
UZDUZNI ZID REG. GRAĐEVINE

- SL1.:UNUTARNJA HORIZ. ARM.(na strani vode) Amin=016/12.5cm(16.1cm<sup>2</sup>)
- SL2.:UNUTARNJA VERT. ARM.(na strani vode) Amin=016/12.5cm(16.1cm<sup>2</sup>)
- SL3.:VANJSKA HORIZ. ARM.(na strani nasipa) Amin=016/12.5cm(16.1cm<sup>2</sup>)
- SL4.:VANJSKA VERT. ARM.(na strani nasipa) Amin=016/12.5cm(16.1cm<sup>2</sup>)



Sector of system Group 161  
 Quadrilateral Elements , upper Principal reinforcements (1st layer) in Node in cm<sup>2</sup>/m, Absolute maximum values of Design Case 1 and 2 After the crack width design (Max=16.10)

Sector of system Group 161  
 Quadrilateral Elements , upper Cross reinforcements (2nd layer) in Node in cm<sup>2</sup>/m, Absolute maximum values of Design Case 1 and 2 After the crack width design (Max=16.10)



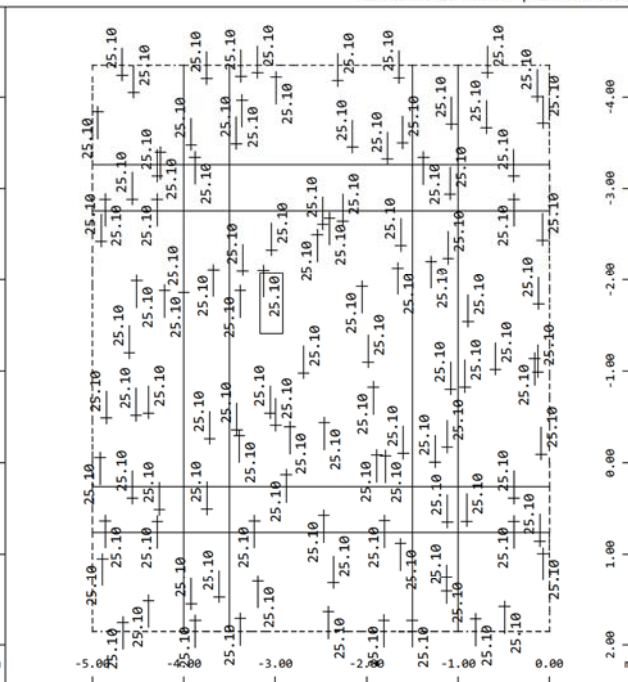
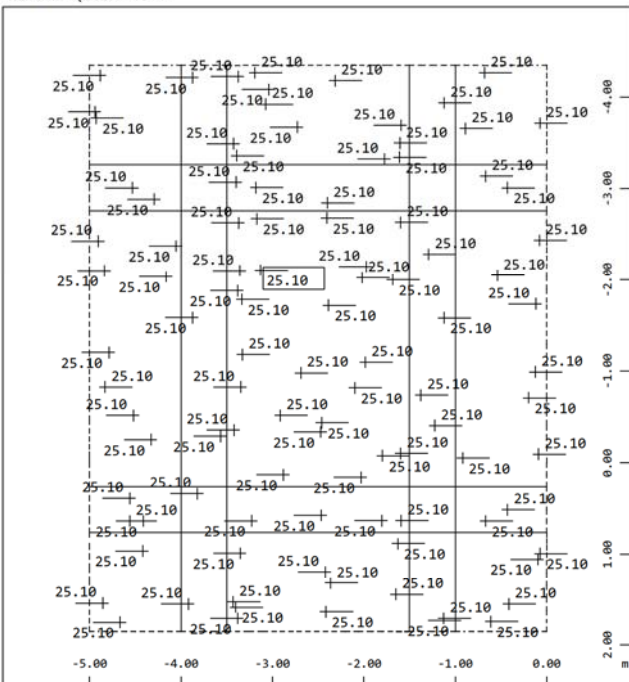
Sector of system Group 161  
 Quadrilateral Elements , lower Principal reinforcements (1st layer) in Node in cm<sup>2</sup>/m, Absolute maximum values of Design Case 1 and 2 After the crack width design (Max=16.10)

Sector of system Group 161  
 Quadrilateral Elements , lower Cross reinforcements (2nd layer) in Node in cm<sup>2</sup>/m, Absolute maximum values of Design Case 1 and 2 After the crack width design (Max=16.10)

UstZnan\_Reg\_gradjevina\_V23\_01  
 PRSTEN ZA UKRUCENJE REG. GRAĐEVINE  
 SL1.:GORNJA UZDUZNA. ARM. Amin=Ø16/12.5cm(16.1cm<sup>2</sup>)  
 SL2.:GORNJA POPREČNA ARM. Amin=Ø16/12.5cm(16.1cm<sup>2</sup>)  
 SL3.:DONJA UZDUZNA ARM. Amin=Ø16/12.5cm(16.1cm<sup>2</sup>)  
 SL4.:DONJA POPREČNA. Amin=Ø16/12.5cm(16.1cm<sup>2</sup>)

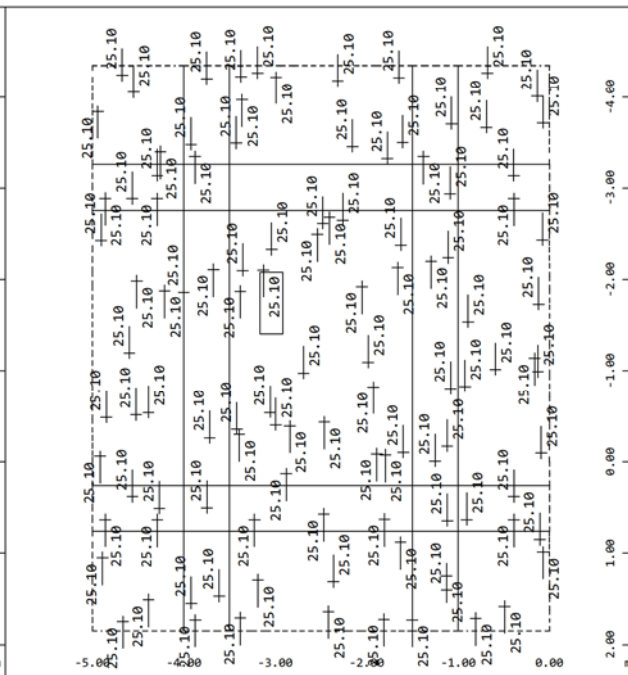
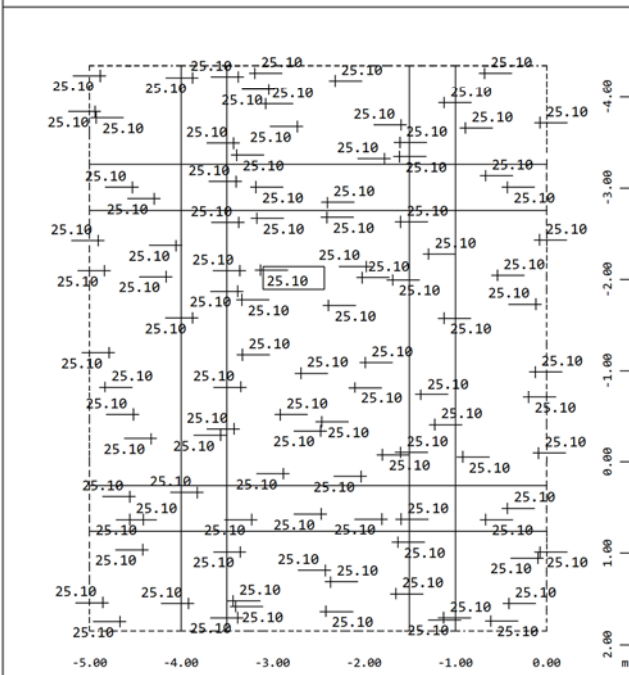
WinGraf (2023 -03.0

Institut za elektroprivredu d.d.



Sector of system Group 170  
 Quadrilateral Elements , upper Principal reinforcements (1st layer) in Node in cm<sup>2</sup>/m, Absolute maximum values of Design Case 1 and 2 After the crack width design (Max=25.10)

Sector of system Group 170  
 Quadrilateral Elements , upper Cross reinforcements (2nd layer) in Node in cm<sup>2</sup>/m, Absolute maximum values of Design Case 1 and 2 After the crack width design (Max=25.10)



Sector of system Group 170  
 Quadrilateral Elements , lower Principal reinforcements (1st layer) in Node in cm<sup>2</sup>/m, Absolute maximum values of Design Case 1 and 2 After the crack width design (Max=25.10)

Sector of system Group 170  
 Quadrilateral Elements , lower Cross reinforcements (2nd layer) in Node in cm<sup>2</sup>/m, Absolute maximum values of Design Case 1 and 2 After the crack width design (Max=25.10)

UstZnan\_Reg\_gradjevina\_V23\_01

TEME LJNA PLOCA REG. GRAĐEVINE

SL1.:GORNJA UZDUZNA. ARM. Amin=Ø20/12.5cm(25.1cm<sup>2</sup>)

SL2.:GORNJA POPRECNA ARM. Amin=Ø20/12.5cm(25.1cm<sup>2</sup>)

SL3.:DONJA UZDUZNA ARM. Amin=Ø20/12.5cm(25.1cm<sup>2</sup>)

SL4.:DONJA POPRECNA. ARM. Amin=Ø20/12.5cm(25.1cm<sup>2</sup>)

### 3.4.2.10 Izračun i odabir armature regulacijske građevine za posmik

→ GORNJA PLOČA (debljina 40,0cm):

Maksimalna poprečna sila iznosi:  $V_{Ed} = 245,0$  kN (za širinu ploče 1,0m)

Opis	oznaka	jedinica	vrijednost
Širina ploče	$b_w$	cm	100
Debljina ploče	$h$	cm	40
Zaštitni sloj	$c$	cm	5
Profil armature	$\emptyset$	mm	16
Razmak armature	$s$	cm	15
Statička visina: $d = h - c - \emptyset/2$	$d$	cm	34,2
Površina armature	$A_{sl}$	$cm^2/b_w$	13,3
Koeficijent $C_{Rd,c}=0,18/\gamma_c=0,18/1,50=0,12$	$C_{Rd,c}$	-	0,12
Koeficijent $k=1+(200/d)^{1/2} \leq 2,0$ ("d" u milimetrima!)	$k$	-	1,76
Koeficijent armiranja $\rho_1 = A_{sl} / (b_w \cdot d) \leq 0,02$	$\rho_1$	-	0,0039
Tlačna čvrstoća betona	$f_{ck}$	$N/mm^2$	30
Tlačno naprezanje u elementu $\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c < 0,2 \cdot f_{cd}$	$\sigma_{cp}$	$N/mm^2$	0,0
Posmična otpornost elementa samo sa uzdužnom armaturom: $V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$	$V_{Rd,c}$	$kN/b_w$	164,3
Koeficijent $v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$	$v_{min}$	-	0,449
Minimalna posmična nosivost betona: $V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$	$V_{Rd,c,min}$	$kN/b_w$	153,7
Računska posmična otpornost presjeka samo sa uzdužnom armaturom	$V_{Rd,c}$	$kN/b_w$	164,3
Koeficijent $\alpha_{cw}=1,0$ (nenapeta armatura i bez uzdužne sile)	$\alpha_{cw}$	-	1,00
Koeficijent $v_1 = 0,60 \cdot [1-f_{ck}/250]$	$v_1$	-	0,528
Statička visina $z = 0,9 \cdot d$	$z$	cm	30,8
Maksimalno dozvoljena posmična otpornost: $V_{Rd,max} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} / (\cot\theta + \tan\theta)$	$V_{Rd,max}$	$kN/b_w$	1625,2
Računska poprečna sila $V_{Ed}$	$V_{ed}$	kN	245,0
<b>POSMIČNA ARMATURA JE POTREBNA!</b>			
Površina potrebne posmične armature po $m'$ ( $s_{sw}=100cm$ ) $a_{sw} = V_{ed} \cdot 100cm / (f_{yd} \cdot z \cdot \cot\theta)$	$a_{sw}$	$cm^2/m'$	18,3
Odnos računске poprečne sile i maks. otpornosti $V_{sd} / V_{Rd,max}$	$V_{sd} / V_{Rd,max}$	-	0,15
Maks. uzd.razmak vilica kad je $V_{Ed} < 0.3VR_{d,max}$ $s_{l,max}=0.75d < 30cm$	$s_{l,max}$	cm	25,7
Maks. pop. razmak vilica kad je $V_{Ed} < 0.3VR_{d,max}$ $s_{t,max}=0.75d < 60cm$	$s_{t,max}$	cm	25,7

Odabrane vilice  $8\phi 14/m^2$  (dvorezna) ne prelazeći maksimalno dozvoljeni uzdužni i poprečni razmak grana 25cm/25cm. Vilice postavljati postaviti po cijeloj ploči.

→ ZIDOVI (debljina 50,0cm):

Maksimalna poprečna sila iznosi:  $V_{Ed} = 168,3$  kN (za širinu ploče 1,0m)

Opis	oznaka	jedinica	vrijednost
Širina ploče	$b_w$	cm	100
Debljina ploče	$h$	cm	50
Zaštitni sloj	$c$	cm	5
Profil armature	$\emptyset$	mm	16
Razmak armature	$s$	cm	12,5
Statička visina: $d = h - c - \emptyset/2$	$d$	cm	44,2
Površina armature	$A_{sl}$	$cm^2/b_w$	16,1
Koeficijent $C_{Rd,c}=0,18/\gamma_c=0,18/1,50=0,12$	$C_{Rd,c}$	-	0,12
Koeficijent $k=1+(200/d)^{1/2} \leq 2,0$ ("d" u milimetrima!)	$k$	-	1,67
Koeficijent armiranja $\rho_1 = A_{sl} / (b_w \cdot d) \leq 0.02$	$\rho_1$	-	0,0036
Tlačna čvrstoća betona	$f_{ck}$	$N/mm^2$	30
Tlačno naprezanje u elementu $\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c < 0,2 \cdot f_{cd}$	$\sigma_{cp}$	$N/mm^2$	0,0
Posmična otpornost elementa samo sa uzdužnom armaturom: $V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$	$V_{Rd,c}$	$kN/b_w$	196,9
Koeficijent $v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$	$v_{min}$	-	0,415
Minimalna posmična nosivost betona: $V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$	$V_{Rd,c,min}$	$kN/b_w$	183,3
Računska posmična otpornost presjeka samo sa uzdužnom armaturom	$V_{Rd,c}$	$kN/b_w$	196,9
Koeficijent $\alpha_{cw}=1,0$ (nenapeta armatura i bez uzdužne sile)	$\alpha_{cw}$	-	1,00
Koeficijent $v_1 = 0,60 \cdot [1-f_{ck}/250]$	$v_1$	-	0,528
Statička visina $z = 0,9 \cdot d$	$z$	cm	39,8
Maksimalno dozvoljena posmična otpornost: $V_{Rd,max} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} / (\cot\theta + \tan\theta)$	$V_{Rd,max}$	$kN/b_w$	2100,4
Računska poprečna sila $V_{Ed}$	$V_{Ed}$	kN	169,0
<b>POSMIČNA ARMATURA NIJE POTREBNA</b>			

→ TEMELJ (debljina 105,0cm):

Maksimalna poprečna sila iznosi:  $V_{Ed} = 320,3$  kN (za širinu ploče 1,0m)(zona oslanjanja cijevnog propusta računa se posebno kao kratka konzola)

Opis	oznaka	jedinica	vrijednost
Širina ploče	$b_w$	cm	100
Debljina ploče	$h$	cm	105
Zaštitni sloj	$c$	cm	5
Profil armature	$\emptyset$	mm	20
Razmak armature	$s$	cm	12,5
Statička visina: $d = h - c - \emptyset/2$	$d$	cm	99,0
Površina armature	$A_{sl}$	$cm^2 / b_w$	25,1
Koeficijent $C_{Rd,c}=0,18/\gamma_c=0,18/1,50=0,12$	$C_{Rd,c}$	-	0,12
Koeficijent $k=1+(200/d)^{1/2} \leq 2,0$ ("d" u milimetrima!)	$k$	-	1,45
Koeficijent armiranja $\rho_1 = A_{sl} / (b_w \cdot d) \leq 0,02$	$\rho_1$	-	0,0025
Tlačna čvrstoća betona	$f_{ck}$	$N/mm^2$	30
Tlačno naprezanje u elementu $\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c < 0,2 \cdot f_{cd}$	$\sigma_{cp}$	$N/mm^2$	0,0
Posmična otpornost elementa samo sa uzdužnom armaturom: $V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$	$V_{Rd,c}$	$kN/b_w$	338,6
Koeficijent $v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$	$v_{min}$	-	0,335
Minimalna posmična nosivost betona: $V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$	$V_{Rd,c,min}$	$kN/b_w$	331,2
Računska posmična otpornost presjeka samo sa uzdužnom armaturom	$V_{Rd,c}$	$kN/b_w$	338,6
Koeficijent $\alpha_{cw}=1,0$ (nenapeta armatura i bez uzdužne sile)	$\alpha_{cw}$	-	1,00
Koeficijent $v_1 = 0,60 \cdot [1 - f_{ck}/250]$	$v_1$	-	0,528
Statička visina $z = 0,9 \cdot d$	$z$	cm	89,1
Maksimalno dozvoljena posmična otpornost: $V_{Rd,max} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} / (\cot\theta + \tan\theta)$	$V_{Rd,max}$	$kN/b_w$	4704,5
Računska poprečna sila $V_{Ed}$	$V_{ed}$	kN	320,3
<b>POSMIČNA ARMATURA NIJE POTREBNA</b>			

### 3.4.2.11 Dimenzioniranje kratke konzole regulacijske građevine

Kratke konzole dimenzionirati će se prema reakcijama cijevnog propusta na regulacijsku građevinu jer su najmjerođavnije:

LC	LC-title	BOUN	NK	PZ
10	VL. TEZINA	1	1005	[kN/m]
11	VERT. PRIT. NASIPA			-62.11
21	PROMET NA NASIPU			-9.74
41	VODA			-149.07

LC	LC-title	BOUN	NK	PZ
LC	load case			
LC-title	Designation of load case			
BOUN	boundary element			
NK	nodenumber			
PZ	Z-support force			

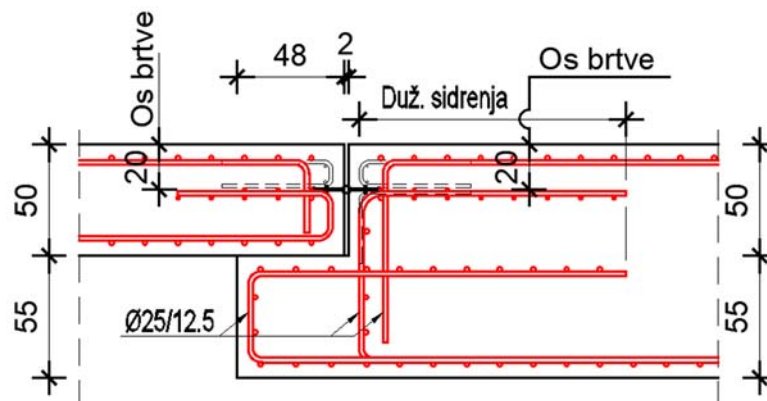
  

Rekapitulacija reakcija cijevnog propusta na kratke konzole	
OPTEREĆENJE	[kN/m <sup>2</sup> ]
Vlastita težina	62,1
Vertikalni pritisak nasipa	149,2
Promet na nasipu	9,7
Voda	149,0
<b>Računsko GSU opterećenje</b>	<b>523,3</b>

PRORAČUN KRATKE KOZOLE REGULACIJSKE GRAĐ. (za slučaj $a_c/h_c \leq 0.5$ )			
OPIS	Ozn.	Jed.	Vrijednost
<b>NAPADNE SILE NA KRATKU KONZOLU</b>			
Reakcija okomito na konzolu $F_{Ed}$	$F_{Ed}$	[kN]	700,0
Reakcija u smjeru konzole $H_{Ed}$	$H_{Ed}$	[kN]	150,0
<b>KARAKTERISTIKE MATERIJALA</b>			
Razred betona	-	-	C30/37
Karakteristična tlačna čvrstoća betona	$f_{ck}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	30,0
Računska tlačna čvrstoća betona	$f_{cd}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	20,0
Vrsta armature	-	-	B500B
Karakteristična granica popuštanja	$f_{yk}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	500,0
Računska granica popuštanja	$f_{yd}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	434,8
<b>RAČUNSKE OTPORNOSTI ČVOROVA (HRN EN 1992-1-1:2013 ; 6.5.4 Čvorovi)</b>			
Računska otpornost CCT čvora: $\sigma_{2Rd,max} = 0.85 \cdot (1 - f_{ck}/250) \cdot f_{cd}$	$\sigma_{2Rd,max}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	14,96
Računska otpornost CTT čvora: $\sigma_{3Rd,max} = 0.75 \cdot (1 - f_{ck}/250) \cdot f_{cd}$	$\sigma_{3Rd,max}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	13,20
<b>GEOMETRIJSKI PARAMETRI KONZOLE</b>			
Visina konzole	$h_c$	[mm]	550,0
Širina konzole	$b$	[mm]	1000,0
Debljina ploče iza konzole	$d_{pl}$	[mm]	750,0
Udaljenost osi sile $F_{Ed}$ od lica zida ili stupa	$a_c$	[mm]	250,0
Provjera geometrijskog odnosa $a_c \leq 0.5 \cdot h_c$ za primjenu ovog postupka proračuna (vertikalne vilice nisu potrebne)	<b>ZADOVOLJAVA!</b>		
Debljina ležaja	$h_L$	[mm]	0,0
Udaljenost horizontalne sile $H_{Ed}$ do težišta glavne vlačne armature $a_H = c_{nom} + \phi/2 + h_L$	$a_H$	[mm]	60,0
Dodatni odmak vertikalne sile $F_{Ed}$ zbog sile $H_{Ed}$ : $\Delta a_c = a_H \cdot H_{Ed}/F_{Ed}$	$\Delta a_c$	[mm]	12,9
Dužina ležaja u smjeru konzole	$L_a$	[mm]	250,0
Širina ležaja u smjeru okomito na konzolu	$L_b$	[mm]	1000,0
Zaštni sloj armature	$c_{nom}$	[mm]	50,0
Promjer šipke armature konzole u kojoj je sila $F_{td(1,3)}$	$\phi_{konz}$	[mm]	20,0
Položaj težišta šipke armature konzole u kojoj je sila $F_{td(1,3)}$ mjereno od površine betona: $c_{nom} \cdot (\phi_{konz}/2)$	$d_{konz}$	[mm]	60,0
Promjer šipke armature ovješnja u kojoj je sila $F_{td(2,4)}$	$\phi_{aufh}$	[mm]	20,0
Položaj težišta šipke armature ovješnja u kojoj je sila $F_{td(2,4)}$ mjereno od površine betona: $c_{nom} \cdot (\phi_{aufh}/2)$	$d_{aufh}$	[mm]	60,0
Udaljenost rezultantne sile $R_{Ed}$ do težišta armature ovješnja: $a_v = d_{aufh} + a_c + \Delta a_c$	$a_v$	[mm]	322,9
Krak unutarnjih sila u konzoli: $z_c = h_c - 2 \cdot d_{konz}$	$z_c$	[mm]	430,0
Razmak težišta uzd. armature u ploči iza konzole: $z = d_{pl} - 2 \cdot d_{aufh}$	$z$	[mm]	630,0
Kut nagiba betonskog štapa u konzoli između sile $F_{td(1,3)}$ i sile $F_{cd(1,2)}$ : $\theta_1 = \arctan(z_c/a_v)$	$\theta_1$	°	53,1
Kut nagiba betonskog štapa u ploči između sile $F_{td(4,5)}$ i sile $F_{cd(3,4)}$ (usvajamo kut $45^\circ > 26^\circ$ )	$\theta_2$	°	45,0
Pomoćna dimenzija za određivanje širine betonskog štapa: $a_1 = 2 \cdot d_{konz}$	$a_1$	[mm]	120,0
Širina betonskog štapa: $a_2 = (L_a + a_1 \cdot a_v / z_c) \cdot \sin(\theta_1)$	$a_2$	[mm]	272,0
Širina betonskog štapa: $a_3 = 1,41 \cdot R_{aufh(3,4)}$	$a_3$	[mm]	183,3

IZRAČUN ARMATURE KONZOLE I DOKAZ NOSIVOSTI BETONA			
Vlačna sila u armaturi konzole $F_{ld(1,3)} = F_{Ed} \cdot a_v / z_k + H_{Ed}$	$F_{ld(1,3)}$	[kN]	675,6
Površina vlačne armature konzole $A_{konz(1,3)} = F_{ld(1,3)} / f_{yd}$	$A_{konz(1,3)}$	[cm <sup>2</sup> ]	15,5
<b>Odabrana vlačna armatura konzole:</b>	<b>φ25/12,5</b>	[cm <sup>2</sup> ]	39,3
Vlačna sila u vertikalnoj armaturi ovješnja $F_{ld(2,4)} = F_{Ed} + H_{Ed} \cdot z_k / z + \cot(\theta_2)$	$F_{ld(2,4)}$	[kN]	802,4
Površina vertikalne armature ovješnja $A_{aufh(2,4)} = F_{ld(2,4)} / f_{yd}$	$A_{aufh(2,4)}$	[cm <sup>2</sup> ]	18,5
Vlačna sila u horizontalnoj armaturi ovješnja $F_{ld(4,5)} = F_{ld(2,4)} \cdot \tan(\theta_2)$	$F_{ld(4,5)}$	[kN]	802,4
Površina horizontalne armature ovješnja $A_{aufh(4,5)} = F_{ld(4,5)} / f_{yd}$	$A_{aufh(4,5)}$	[cm <sup>2</sup> ]	18,5
Polumjer savijanja armature ovješnja $R_{aufh(3,4)}$	$R_{aufh(3,4)}$	[mm]	130,0
<b>Odabrana armatura ovješnja uz primjenu polumjera savijanja <math>R_{aufh(3,4)}</math>:</b>	<b>φ25/12,5</b>	[cm <sup>2</sup> ]	39,3
Statička visina konzole: $d = h_c - c_{nom} \cdot (\phi/2)$	d	[mm]	490,0
Koeficijent $v = (0,7 \cdot f_{ck} / 200) \geq 0,5$	v	-	0,550
$V_{Rd,max} = 0,5 \cdot v \cdot b \cdot z \cdot f_{cd}$ (uzimajući $z = 0,9 \cdot d$ )	$V_{Rd,max}$	[kN]	2425,5
Uvjet da je $F_{Ed} \leq V_{Rd,max}$	ZADOVOLJAVA		
Tlačno naprezanje u betonu ispod ležaja u čvoru "1" tj. čvor "CCT": $\sigma_{1,d(1)} = F_{Ed} / (L_a \cdot L_b)$	$\sigma_{1,d(1)}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	2,80
Uvjet za tlačno naprezanje u betonu ispod ležaja za čvor "1" tj. čvor "CCT": $\sigma_{1,d(1)} < \sigma_{2Rd,max}$	ZADOVOLJAVA		
Tlačna sila u betonskom štapu između čvorova "1" i "2": $F_{cd(1,2)} = F_{Ed} / \sin(\theta_1)$	$F_{cd(1,2)}$	[kN]	875,3
Tlačno naprezanje u betonskom štapu između čvorova "1" i "2": $\sigma_{cd(1,2)} = F_{cd(1,2)} / (b \cdot a_2)$	$\sigma_{cd(1,2)}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	3,22
Uvjet za tlačno naprezanje u betonskom štapu između čvorova "1" i "2": $\sigma_{cd(1,2)} < \sigma_{2Rd,max}$	ZADOVOLJAVA		
Tlačna sila u betonskom štapu između čvorova "3" i "4": $F_{cd(3,4)} = F_{ld(2,4)} / \cos(\theta_2)$	$F_{cd(3,4)}$	[kN]	1134,7
Tlačno naprezanje u betonskom štapu između čvorova "3" i "4": $\sigma_{cd(3,4)} = F_{cd(3,4)} / (b \cdot a_3)$	$\sigma_{cd(3,4)}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	6,19
Uvjet za tlačno naprezanje u betonskom štapu između čvorova "3" i "4": $\sigma_{cd(3,4)} < \sigma_{3Rd,max}$	ZADOVOLJAVA		

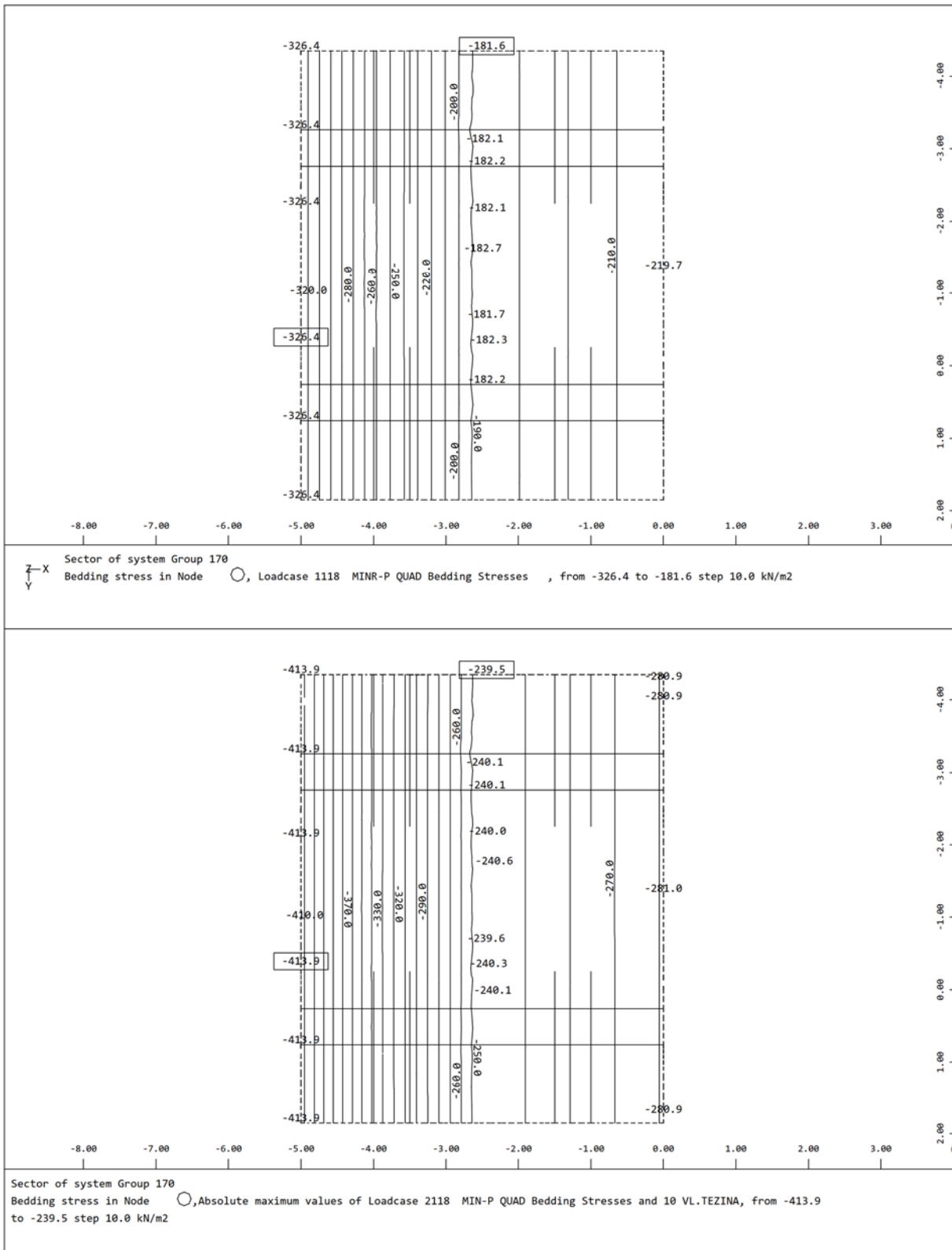
Skica postavljanja armature:





### 3.4.2.12 Prikaz naprezanja u tlu i slijeganja regulacijske građevine

Naprezanja u tlu prikazuju se za karakterističnu i GSU glavnu kombinaciju:



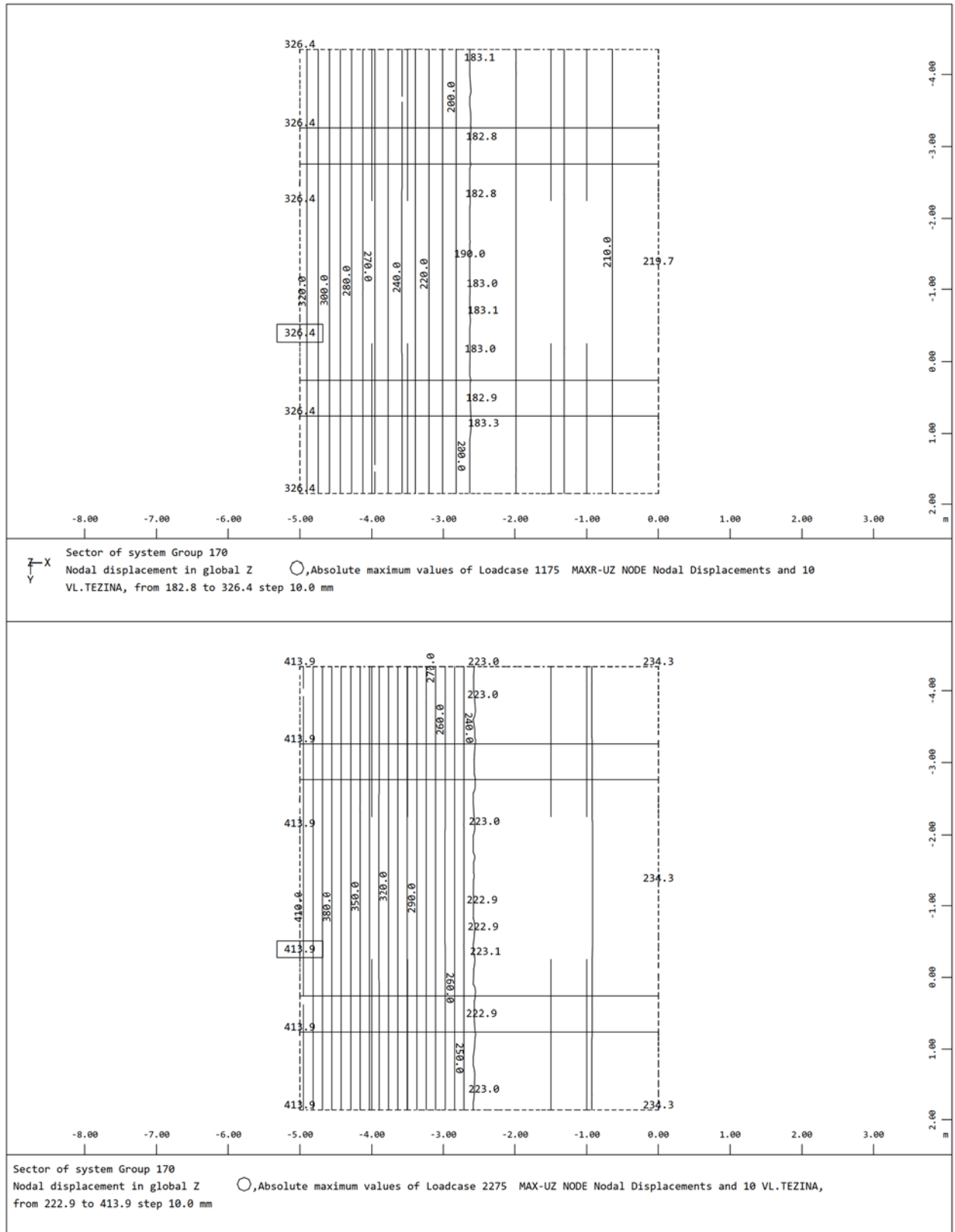
UstZnan\_Reg\_gradjevina\_V23\_01

NAPREZANJA U TLU

SL1.: Karakteristična komb. opterećenja (sva opt. s faktorom 1.0)

SL2.: GSU glavna kombinacija opterećenja (sva opt. faktorizirana)

Slijeganja se prikazuju za karakterističnu i GSU glavnu kombinaciju:



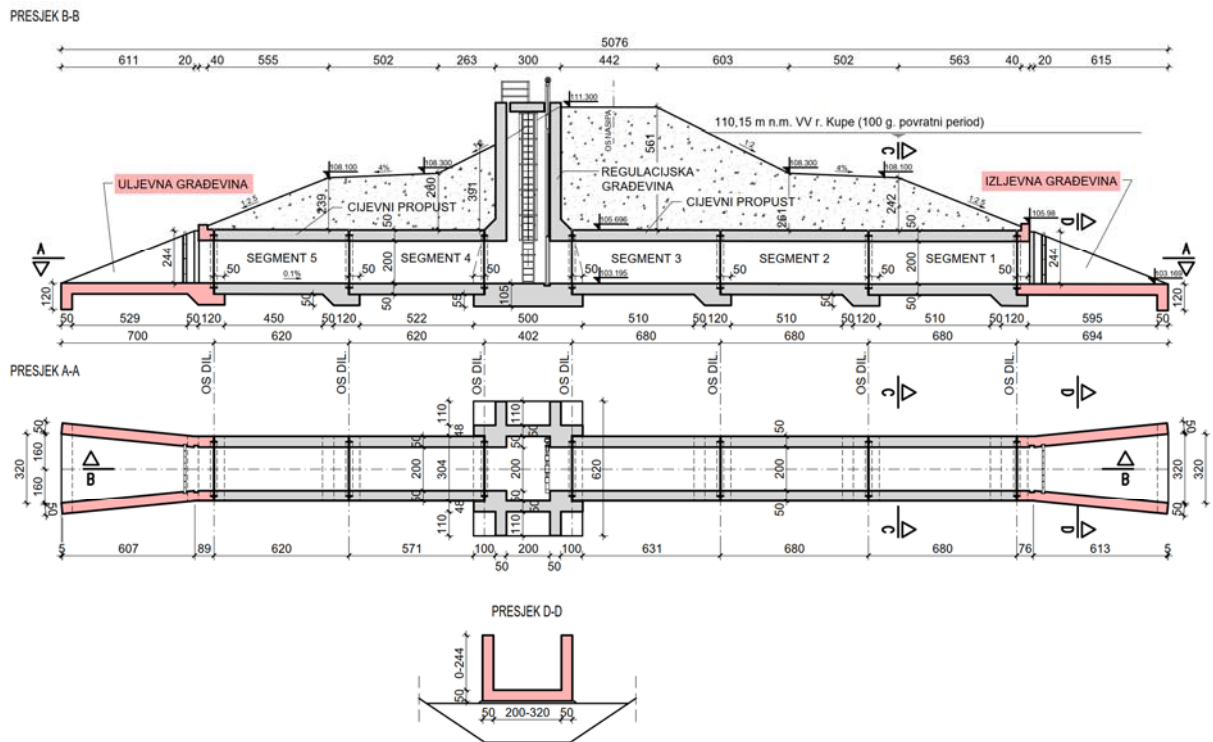
UstZnan\_Reg\_gradjevina\_V23\_01  
 SLIJEGANJA REG. GRADJEVINE (tlocrt)  
 SL1.: Karakteristicna kombinacija opterećenja (sva opt. s faktorom 1.  
 SL2.: GSU glavna kombinacija opterećenja (sva opt. faktorizirana)

### 3.4.3 Dimenzioniranje uljevne i izljevne građevine

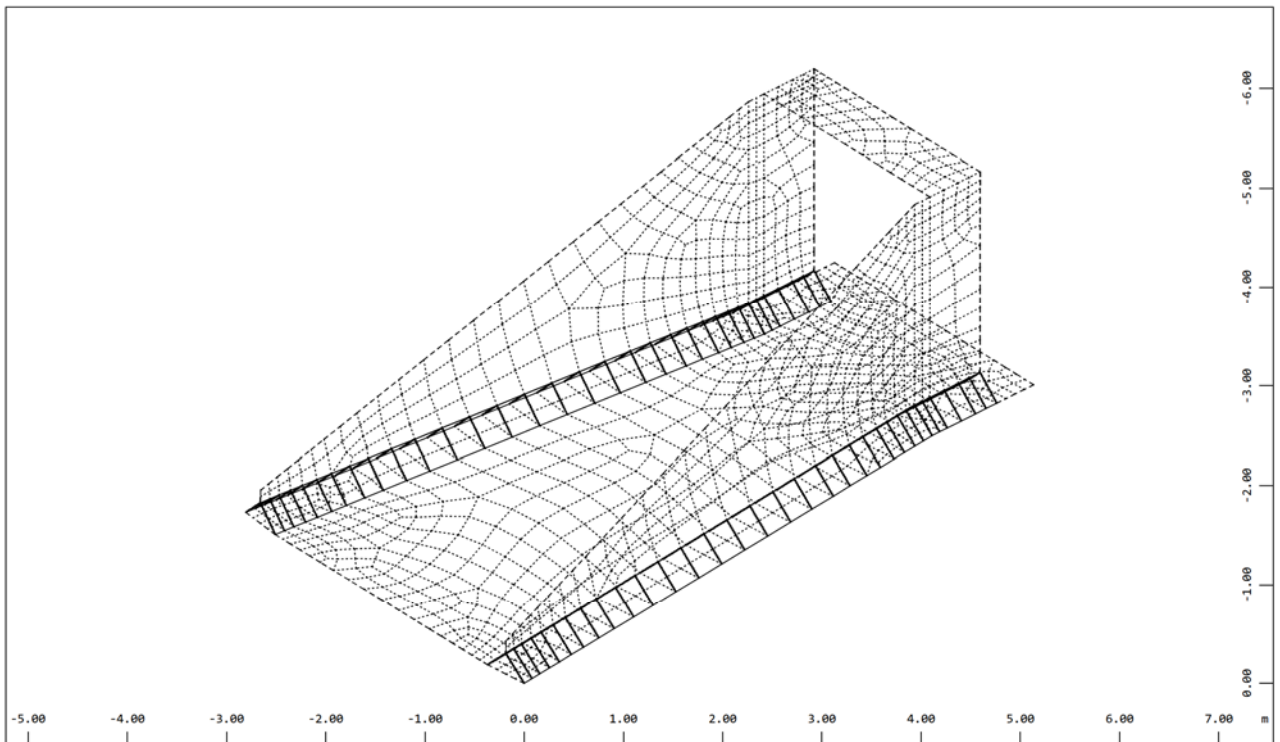
Uljevna i izljevna građevina armiranobetonski su dijelovi ustave koji se nadovezuju na cijevni propust. Vrlo su sličnih dimenzija i razlikuju se samo u detalju spoja sa segmentima propusta. Dok je temelj uljevne građevine zbog segmenta 5 oblikovan s kratkom konzolom kod izljevne građevine toga nema.

Povezanost zidova uljevne i izljevne građevine sa segmentima propusta potpuno je isključena (izuzev brtvom) pa je u statičkoj analizi tako i modelirano.

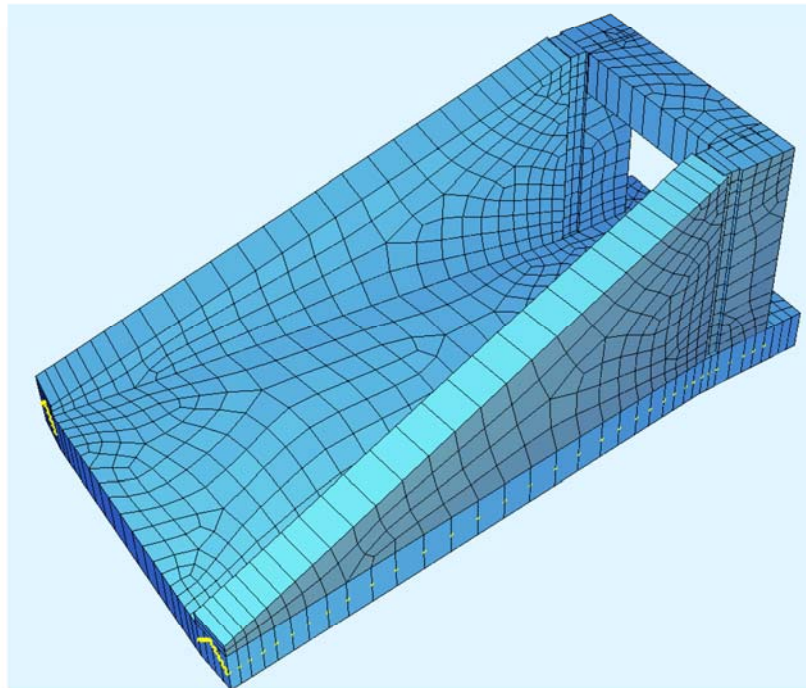
Geometrija uljevne tj. izljevne građevine upisana je u statički model prema slijedećoj skici:



### 3.4.3.1 Prikaz proračunskog modela i upisanih materijala uljevne i izljevne građevine



Structure

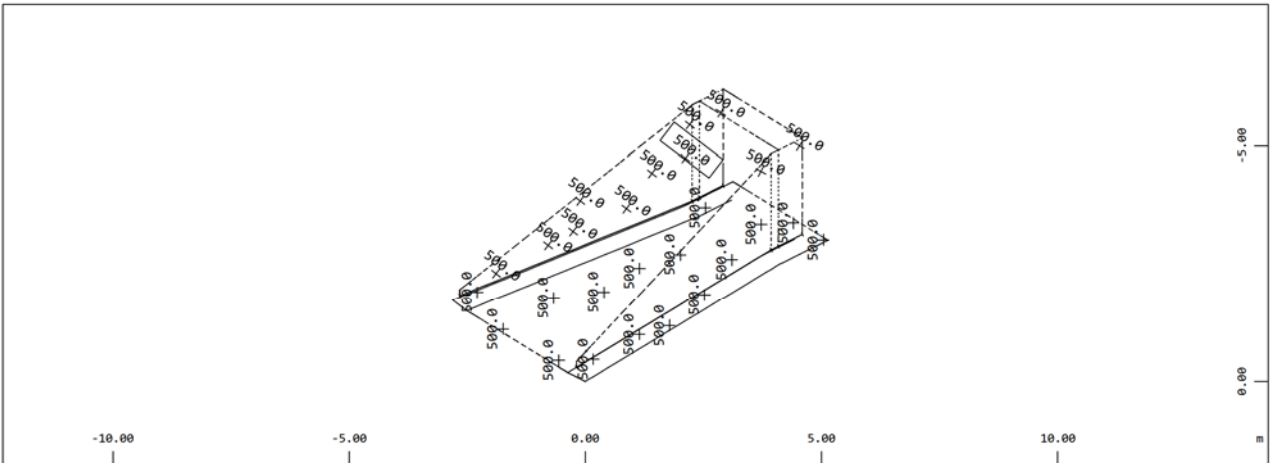


UstZnan\_uljev\_izljev\_V23\_01

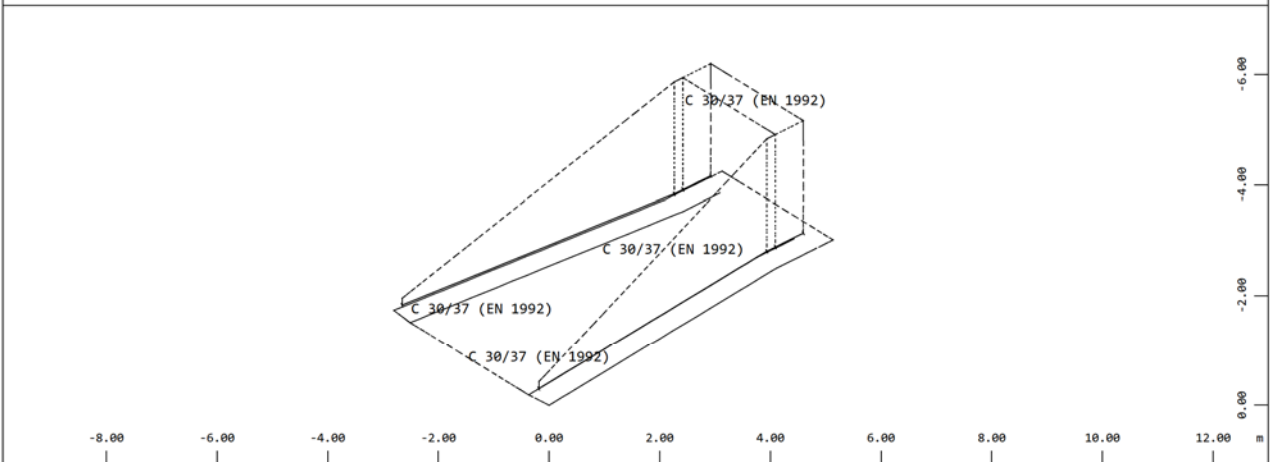
-

SL1.:MODEL

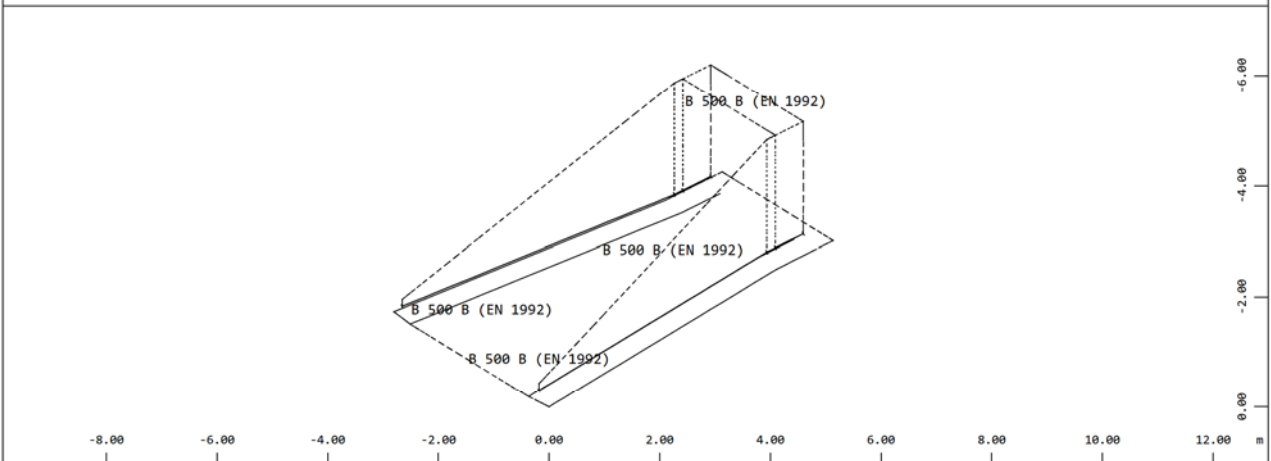
SL2.:DEBLJINE ZIDOVA I PLOCA



Quadrilateral Elements , Average plate thickness in mm (Max=500.0)



Quadrilateral Elements , Material designations



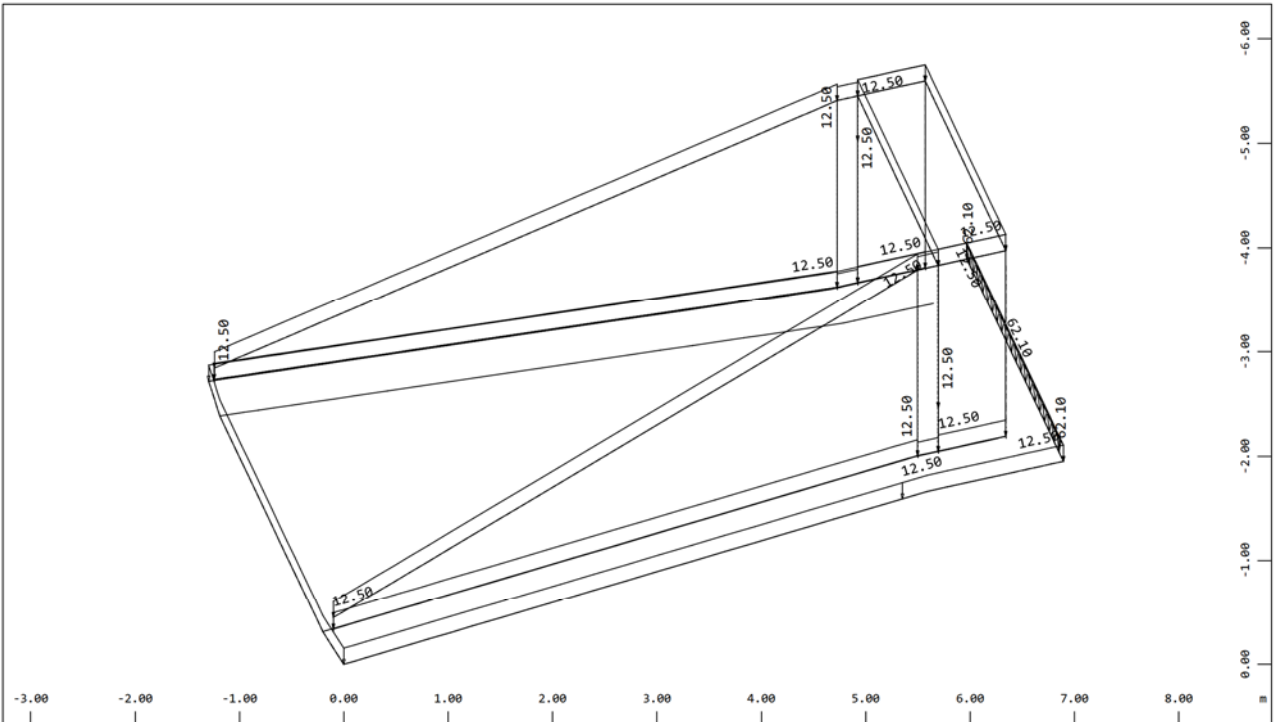
Quadrilateral Elements , Designation of reinforcement materials

UstZnan\_uljev\_izljev\_V23\_01  
 SL1.:DEBLJINE ZIDOVA I PLOCA  
 SL2.:BETON  
 SL3.:ARMATURNI CELIK

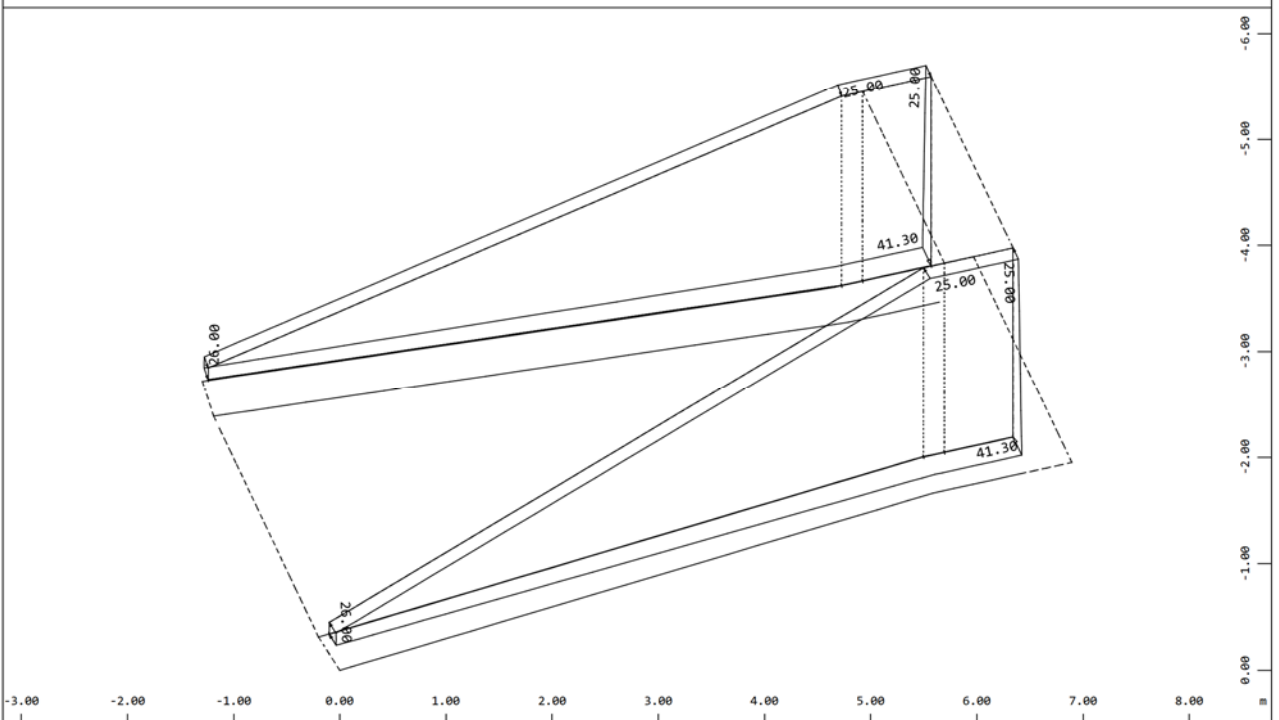
### 3.4.3.2 Pregled usvojenih opterećenja od nasipa na uljevnu i izljevnu građevinu

PREGLED OPTEREĆENJA NA NASUTI ZIDOVE ULJEVNE I IZLJEVNE GRAĐEVINE						
OPIS	Ozn.	Jed.	Zid	Gor. ploča	Temelj	
<b>GEOMETRIJSKI PARAMETRI</b>						
Relativna kota VRHA elementa mjereno od gornje površine nasipa	$k_{rel,VRH}$	[m]	0,00	0,00	-2,44	
Relativna kota DNA elementa mjereno od gornje površine nasipa	$k_{rel,DNO}$	[m]	-2,44	-0,50	-2,94	
Visina opterećenog elementa	H	[m]	2,44	0,50	0,50	
Debljina opterećenog elementa (prosječna ako je element promijenjive debljine!)	$h_{deb.}$	[m]	0,50	0,50	0,50	
Dužina opterećenog elementa	b	[m]	3,5	0,7	7,0	
Širina opterećenog elementa ako se radi o temelju ili ploči	w	[m]	-	3,0	3,0	
<b>PARAMETRI TLA</b>						
Zapreminska težina neuronjenog tla	$\gamma_{tlo}$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20,0	20,0	20,0	
Zapreminska težina uronjenog tla	$\gamma_{u,tlo}$	[kN/m <sup>3</sup> ]	10,0	10,0	10,0	
Koeficijent mirnog tlaka	$K_{0,\beta}$	-	0,69	0,69	0,69	
<b>STALNO OPT.</b>						
Vertikalni pritisak tla na ploču i/ili temelj	$p_{tlo,v}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	-	0,0	48,8	
Horizontalni pritisak od neuronjenog tla - NA VRHU	$p_{tlo,h,VRH}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0,0	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	
Horizontalni pritisak od neuronjenog tla - NA DNU (za temelje i ploče u kN/m <sup>2</sup> u OSI ploče)	$p_{tlo,h,DNO}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	33,8	1,7	18,6	
Dali treba računati sa uronjenom težinom tla (DA ili NE)?	da/ne?	-	da	da	da	
Relativna kota vrha VODE U ZASIPU mjereno od gornje površine nasipa	$k_{rel,VRH,VODE}$	[m]	0,00	0,00	0,00	
Dubina VODE U ZASIPU za točku VRHA elementa	$h_{VRH,U,VODI}$	[m]	0,00	OS PLO.	OS PLO.	
Dubina VODE U ZASIPU za točku DNA elementa (za temelje i ploče u OSI ploče)	$h_{DNO,U,VODI}$	[m]	2,44	0,25	2,69	
Vertikalni pritisak na ploču i/ili temelj od tla i vode ako je uronjeno u vodi višoj od nasipa	$p_{u,tlo,v,PLO}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	-	0,0	48,8	
Horizontalni pritisak od tla ako je uronjeno - NA VRHU	$p_{u,tlo,h,VRH}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0,0	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	
Horizontalni pritisak od tla ako je uronjeno - NA DNU (za temelje i ploče u kN/m <sup>2</sup> u OSI ploče)	$p_{u,tlo,h,DNO}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	41,3	2,1	22,8	
Horizontalni pritisak od zbijanja tla	$p_{zb,h}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	25,0	25,0	25,0	
Mjerodavni ver.pritisak od tla (i vode ako je viša od vrha nasipa)	$p_{m,tlo,v,PLO}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	-	0,0	48,8	
Mjerodavni hor.pritisak od tla i zbijanja - NA VRHU	$p_{m,tlo,h,VRH}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	25,0	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	
Mjerodavni hor.pritisak od tla i zbijanja - NA DNU (za temelje i ploče u kN/m <sup>2</sup> u OSI ploče)	$p_{m,tlo,h,DNO}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	41,3	12,5	22,8	

POTRESNO OPTEREĆENJE ZA VERTIKALNI, KRUTI I UPETI ZID S HORIZONTALNIM NASIPOM (kod kojeg ne može doći do aktivnog tlaka!)						
OPIS	Ozn.	Jed.	Zid	Gor. ploča	Temelj	
Faktor važnosti konstrukcije	$\gamma_i$	-	1,0	1,0	1,0	
Koeficijent $\alpha = a_g / g$	$\alpha$	-	0,182	0,182	0,182	
Faktor tla	S	-	1,15	1,15	1,15	
Vrijednost faktora "r" za kruti i upeti zid	r	-	1,0	-	-	
Dinamička sila od neuronjenog tla na element $\Delta P_{d,ilo} = \gamma_i \cdot \alpha \cdot S \cdot \gamma_{flo} \cdot (H^2 \cdot b)$	$\Delta P_{d,ilo}$	[kN]	87,2	-	-	
Da li se radi o dinamički jako propusnom tlu (DA ili NE)?	da/ne?	-	ne	-	-	
Visina razine podzemne vode mjereno od DNA zida (voda na unutarnjem licu)	H'	[m]	0,0	-	-	
Hidrodin. sila na unutar. lice zida $E_{wd} = \gamma_i \cdot \alpha \cdot 0,583 \cdot S \cdot \gamma_w \cdot (H^2 \cdot b)$ [ako treba racunati uronjeno]	$E_{wd}$	[kN]	0,0	-	-	
Potresna sila od tla i un. vode kao površinsko opt.: $\Delta p_{d,ilo} = (\Delta P_{d,ilo} + E_{wd}) / (H \cdot b)$	$\Delta p_{d,ilo}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	10,2	-	-	
Potresna sila od inercije mase bet. elementa kao površinsko opt.: $\Delta p_{d,bet} = \gamma_i \cdot \alpha \cdot S \cdot \gamma_{beton} \cdot h_{deb.}$	$\Delta p_{d,bet}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	2,6	2,6	2,6	
Potresna sila od tla + bet. elemen. kao površinsko opt.: $\Delta p_{d,ilo} + \Delta p_{d,bet}$ (jednoliko po visini)	$\Delta p_{d,ilo} + \Delta p_{d,bet}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	12,8	2,6	2,6	



All loads, Loadcase 10 VL.TEZINA , (1 cm 3D = unit) Free line load (force) in global Z (Unit=174.22 kN/m,Max=62.10  
 QUAD-Area dead load in global Z in Element (Unit=34.84 kN/m2,Max=12.50)



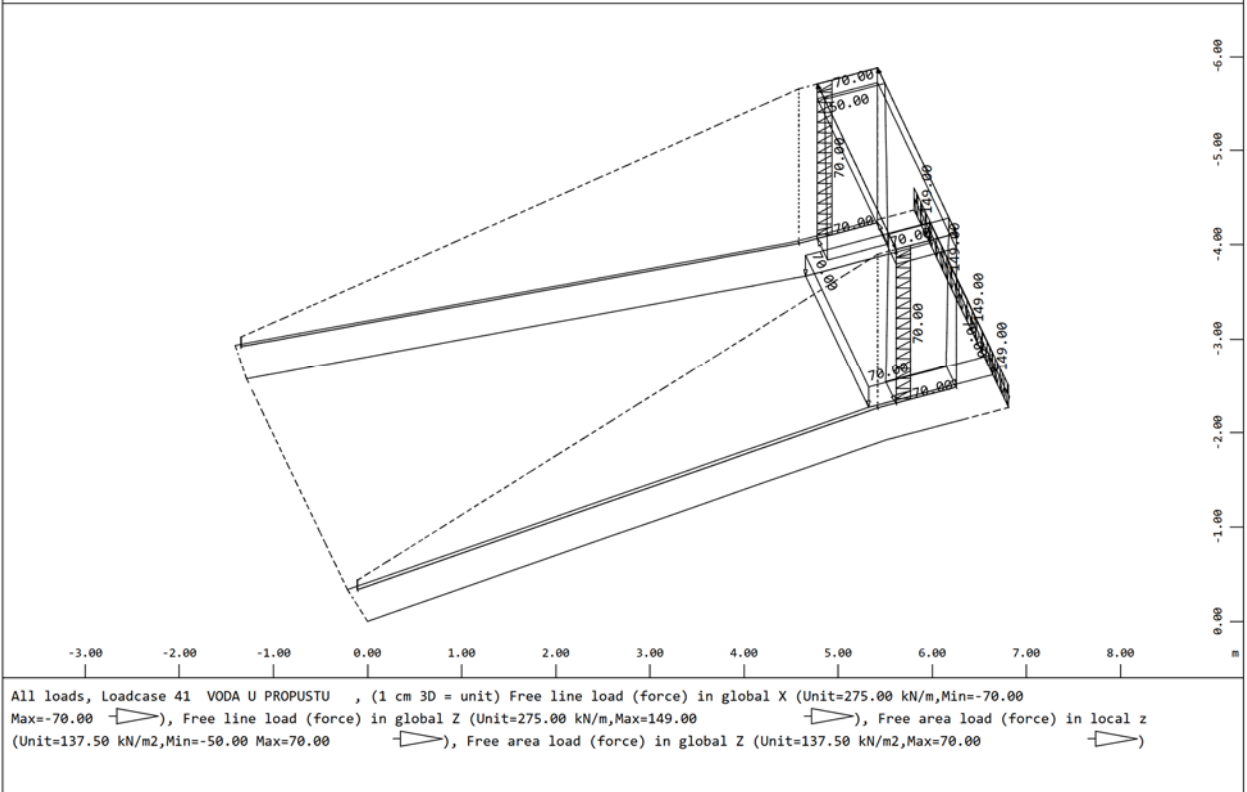
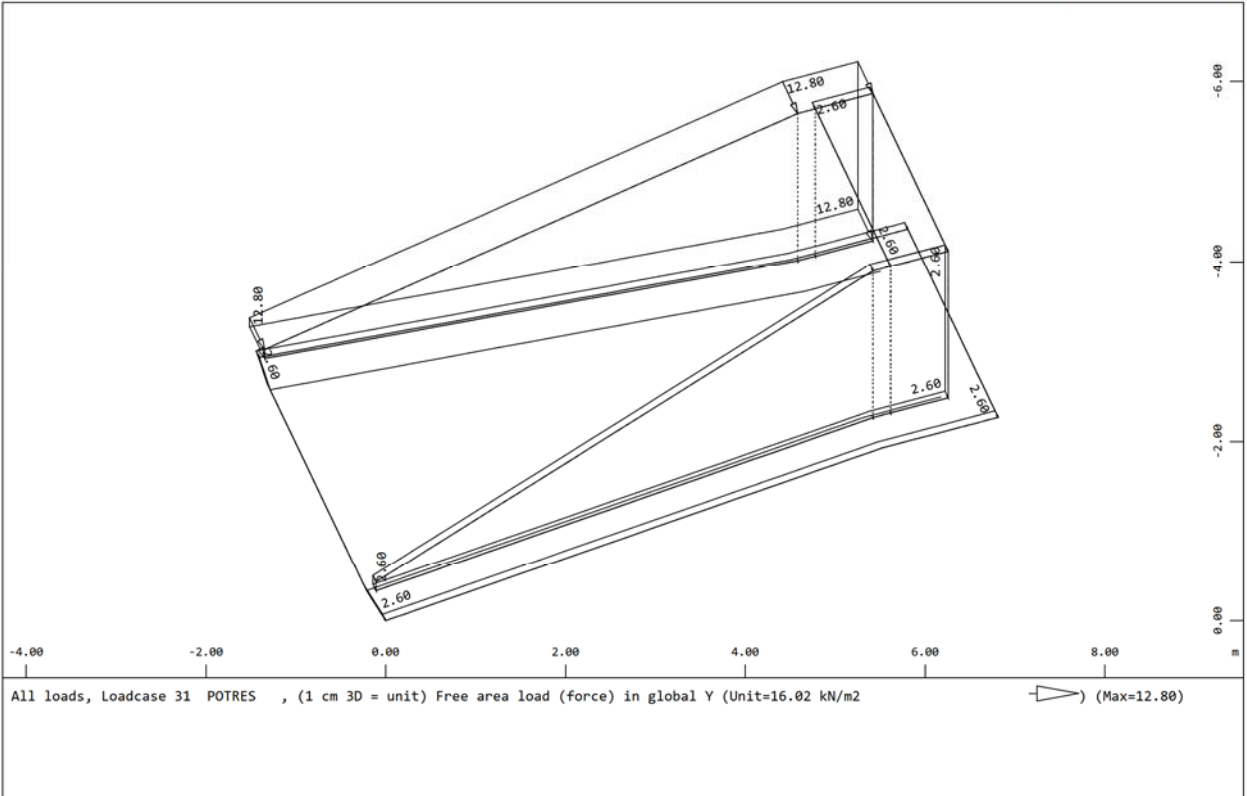
Free area load, Loadcase 12 HORIZ.PRIT.NASIPA , (1 cm 3D = unit) (force) in local z (Unit=90.23 kN/m2  
 (Max=-25.00) (Min=-41.30)

UstZnan\_uljev\_izljev\_V23\_01  
 OPTERECENJA  
 SL1.:VL. TEZINA  
 SL2.:HORIZONTALNI PRITISAK NASIPA (na zid)



WinGraf (2023 -03.0

Institut za elektroprivredu d.d.



UstZnan\_uljev\_izljev\_V23\_01

OPTERECENJA

SL1.:POTRES

SL2.:VODA U CIJEVI PROPUSTA

### 3.4.3.3 Kombinacije opterećenja za uljevnu i izljevnu građevinu

UstZnan\_uljev\_izljev\_V23\_01

**Design Code**

EuroNorm: EN 1990:2002 Basis of structural design (Europe) V 2023

**Combination rule Number 100**

SLS characteristic combination

Superposition according to manual MAXIMA formula 2.4

$$E_{d,rare} = E \left\{ \sum_{j \geq 1} G_{k,j} \oplus P_k \oplus Q_{k,1} \oplus \sum_{i > 1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \right\}$$

Resulting Load Cases type SLS characteristic combination

**Load Case selection and Actions**

Act	Part	Superposition Factors							Fact	Type	Designation
		γ-u	γ-f	γ-a	ψ <sub>0</sub>	ψ <sub>1</sub>	ψ <sub>2</sub>	ψ <sub>1inf</sub>			
G	G	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			dead load
	10								1.00	PERM	VL.TEZINA
R	G	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			earth pressure
	12								1.00	COND	HORIZ.PRIT.NASIPA
	41								1.00	COND	VODA U PROPUSTU
Act	action									Fact	factor for load case
Part	partition of the action									Type	type of the load case
γ-u,γ-f,γ-a	partial safety factors for unfavourable/favourable/accidental									PERM	permanent load grouped in actions
ψ <sub>0</sub> ,ψ <sub>1</sub> ,ψ <sub>2</sub> ,ψ <sub>1inf</sub>	combination coefficients									COND	conditional load
LC	number of the load case										

SOFISTIKAG - www.sofistik.de

UstZnan\_uljev\_izljev\_V23\_01

**Design Code**

EuroNorm: EN 1990:2002 Basis of structural design (Europe) V 2023

**Combination rule Number 101**

SLS frequent combination

Superposition according to manual MAXIMA formula 2.5

$$E_{d,frequ} = E \left\{ \sum_{j \geq 1} G_{k,j} \oplus P_k \oplus \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} \oplus \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \right\}$$

Resulting Load Cases type SLS frequent combination

**Load Case selection and Actions**

Act	Part	Superposition Factors							Fact	Type	Designation
		$\gamma-u$	$\gamma-f$	$\gamma-a$	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	$\psi_{1inf}$			
G	G	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			dead load
	10								1.00	PERM	VL.TEZINA
R	G	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			earth pressure
	12								1.00	COND	HORIZ.PRIT.NASIPA
	41								1.00	COND	VODA U PROPUSTU
Act	action									Fact	factor for load case
Part	partition of the action									Type	type of the load case
$\gamma-u, \gamma-f, \gamma-a$	partial safety factors for unfavourable/favourable/accidental									PERM	permanent load grouped in actions
$\psi_0, \psi_1, \psi_2, \psi_{1inf}$	combination coefficients									COND	conditional load
LC	number of the load case										

SOFISTIK AG - www.sofistik.de

UstZnan\_uljev\_izljev\_V23\_01

**Design Code**

EuroNorm: EN 1990:2002 Basis of structural design (Europe) V 2023

**Combination rule Number 201**

ULS fundamental combination

Superposition according to manual MAXIMA formula 2.1

$$E_d = E \left\{ \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} \oplus \gamma_P \cdot P_k \oplus \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} \oplus \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \right\}$$

Resulting Load Cases type ULS fundamental combination

**Load Case selection and Actions**

Act	Part	Superposition Factors							Fact	Type	Designation
		$\gamma-u$	$\gamma-f$	$\gamma-a$	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	$\psi_{1inf}$			
G	G	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			dead load
	10								1.00	PERM	VL. TEZINA
R	G	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			earth pressure
	12								1.00	COND	HORIZ. PRIT. NASIPA
	41								1.00	COND	VODA U PROPUSTU
Act	action									Fact	factor for load case
Part	partition of the action									Type	type of the load case
$\gamma-u, \gamma-f, \gamma-a$	partial safety factors for unfavourable/favourable/accidental									PERM	permanent load grouped in actions
$\psi_0, \psi_1, \psi_2, \psi_{1inf}$	combination coefficients									COND	conditional load
LC	number of the load case										

SOFISTIKAG - www.sofistik.de

UstZnan\_uljev\_izljev\_V23\_01

**Design Code**

EuroNorm: EN 1990:2002 Basis of structural design (Europe) V 2023

**Combination rule Number 206**

ULS seismic combination

Superposition according to manual MAXIMA formula 2.3

$$E_{dAE} = E \left\{ \sum_{j \geq 1} G_{k,j} \oplus P_k \oplus \gamma_l \cdot A_{Ed} \oplus \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \right\}$$

Resulting Load Cases type ULS seismic combination

**Load Case selection and Actions**

Act	Part	Superposition Factors							Fact	Type	Designation
		$\gamma-u$	$\gamma-f$	$\gamma-a$	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	$\psi_{1inf}$			
E	E	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			seismic loading
	31								1.00	X17	POTRES
G	G	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			dead load
	10								1.00	PERM	VL.TEZINA
R	G	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			earth pressure
	12								1.00	COND	HORIZ.PRIT.NASIPA
	41								1.00	COND	VODA U PROPUSTU
Act	action							Fact	factor for load case		
Part	partition of the action							Type	type of the load case		
$\gamma-u, \gamma-f, \gamma-a$	partial safety factors for unfavourable/favourable/accidental							PERM	permanent load grouped in actions		
$\psi_0, \psi_1, \psi_2, \psi_{1inf}$	combination coefficients							COND	conditional load		
LC	number of the load case							X	exclusive load with changing sign		

SOFISTIK AG - www.sofistik.de

### 3.4.3.4 Minimalna armatura za uljevnu i izljevnu građevinu

Minimalna armatura armiranobetonske ploče prema HRN EN 1992-1-1. Poglavlje 9.3.1.1.:

$$A_{s1,min} = 0,0013 \cdot (b \cdot d) \quad \text{IZRAZ 1}$$

$$A_{s,min} = 0,26 \cdot b \cdot d \cdot \left(\frac{f_{ctm}}{f_{yk}}\right) = 0,26 \cdot b \cdot d \cdot \left(\frac{2,90}{500}\right) = 0,0015 \cdot (b \cdot d) \quad \text{IZRAZ 2}$$

Pozicija	Širina ploče/zida/grede [cm]	Debljina/Visina ploče/zida/grede [cm]	Zaštitni sloj betona [cm]	Klasa betona	$f_{ctm}$ [MPa]	Minimalna armatura		Mjerodavna vrijednost [cm <sup>2</sup> /m']
						IZRAZ 1 [cm <sup>2</sup> /m']	IZRAZ 2 [cm <sup>2</sup> /m']	
Zidovi, ploča, temelj	100,0	50,0	5,0	C30/37	2,9	5,9	6,8	6,8

### 3.4.3.5 Maksimalna armatura za uljevnu i izljevnu građevinu

Maksimalna armatura je dodatno ograničena hrvatskim nacionalnim dodatkom HRN EN 1992-1-1:2013/NA:2015, točka 2.75 Najveće ploštine presjeka vlačne ili tlačne armature izvan područja nastavka, točka 9.2.1.1(3), NAPOMENA:

$$A_{s1,max} = 0,022 \cdot A_c \quad \text{IZRAZ 3}$$

Prema HRN EN 1992-1-1:2013, točka 5.6.3. Sposobnost zakretanja (2) U području plastičnih zglobova,  $x_u/d$  ne treba prijeći vrijednost 0,45 za betone razreda čvrstoće manje ili jednake C50/60 i 0,35 za betone razreda čvrstoće veće ili jednake C55/67.

Iz tog uvjeta je maksimalna armatura ograničena na vrijednost (skripta Sorić, Kišiček: Betonske konstrukcije 1: Projektiranje betonskih konstrukcija prema europskim normama, Zagreb, 2011., poglavlje 5.4. Maksimalna armatura poprečnih presjeka, str. 166.):

$$A_{s1,max} = \omega_{lim} \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,365 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \quad \text{IZRAZ 4}$$

Pozicija:	Širina ploče/zida/grede [cm]	Debljina/Visina ploče/zida/grede [cm]	Zaštitni sloj betona [cm]	Klasa betona	$f_{cd}$ [MPa]	Maksimalna armatura		Mjerodavna vrijednost [cm <sup>2</sup> /m']
						IZRAZ 3 [cm <sup>2</sup> /m']	IZRAZ 4 [cm <sup>2</sup> /m']	
Zidovi, ploča, temelj	100,0	50,0	5,0	C30/37	20,0	99,00	75,52	75,52

### 3.4.3.6 Minimalna pukotinska armatura za uljevnu i izljevnu građevinu

Izračunava se prema normi DIN EC1992-1-1/NA:2011-01 i izrazu (NA.7.5.2):

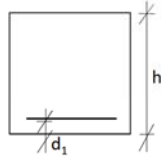
$$A_{s,min} = f_{ct,eff} \cdot \frac{A_{ct,eff}}{\sigma_s} \geq k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \frac{A_{ct}}{f_{yk}}$$

Za elemente debljine  $h \leq 30$  cm može se usvojiti vlačna čvrstoća nakon 3 dana, a za debele elemente  $h > 80$  cm vlačna čvrstoća nakon 7 dana (beton C30/37):

**ELEMENT: USTAVA ZNANOVIT - ULJEVNA I IZLJEVNA GRAĐ.**

Min arm. za gran. stanje pukotina za centričnu prisilu izazvanu hidrationskom toplinom  
Prema DIN EC1992-1-1/NA:2011-01 i izrazu (NA.7.5.1)

Armatura	u X i Y smjeru	Zona postav.	gore&dolje
w <sub>max</sub>	0,30 mm	Ø =	16 mm
Razred betona	C 30/37	Starost betona	5 dana
h =	50,00 cm	d <sub>1</sub> =	6,60 cm
c <sub>nom</sub> =	5,00 cm		



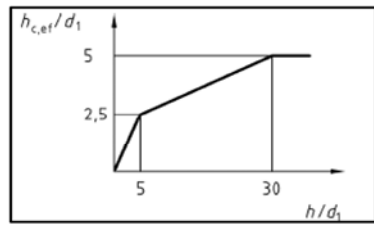
Cement 32.5 R; 42.5 N [normalno stvrdnjavajući]

---

Vlačna čvrstoća betona:  $f_{ct} = 2,90 \text{ kN/cm}^2$  Koef. korekcije vl.čvrstoće = 0,75  
 $f_{ct,eff} = 2,18 \text{ kN/cm}^2$

Statička visina:  $d = 43,40 \text{ cm}$   $h / d_1 = 7,58$

Visina efektivne vlačne zone (za centrički vlak):  
 $0 \leq h / d_1 < 5,0 : h_{eff} = 0,50 \cdot h$   
 $5,0 \leq h / d_1 < 30 : h_{eff} = 0,10 \cdot h + 2,0 \cdot d_1$   
 $h / d_1 \geq 30 : h_{eff} = 5,0 \cdot d_1$   
 $h_{c,eff} = 18,20 \text{ cm}$



Efektivna vlačna površina oko armature i površina vlačne zone bet.:  
 $A_{c,eff} = h_{c,eff} \cdot b = 0,18 \text{ m}^2/\text{m}$   
 $A_{ct} = 0,5 \cdot hb = 0,25 \text{ m}^2/\text{m}$

Modificirana vrijednost promjera šipke:  
 $\phi^* = \phi_s \cdot 2,9 / f_{ct,eff} = 21,33 \text{ mm}$  Gl. (7.7DE)

Naprezanje u armaturi:  
 $\sigma_s = \sqrt{w_k \cdot 3,48 \cdot 10^6 / \phi_s^*} = 221,2 \text{ N/mm}^2$  (Tabela 7.2DE)  
 $k = 0,68$  (unutarnja prisila)

Minimalna puk. armatura u jednoj zoni (za gornju tj. donju zonu)  
 $A_{s,min} = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} = 16,71 \text{ cm}^2/\text{m}$  Izraz (7.1)

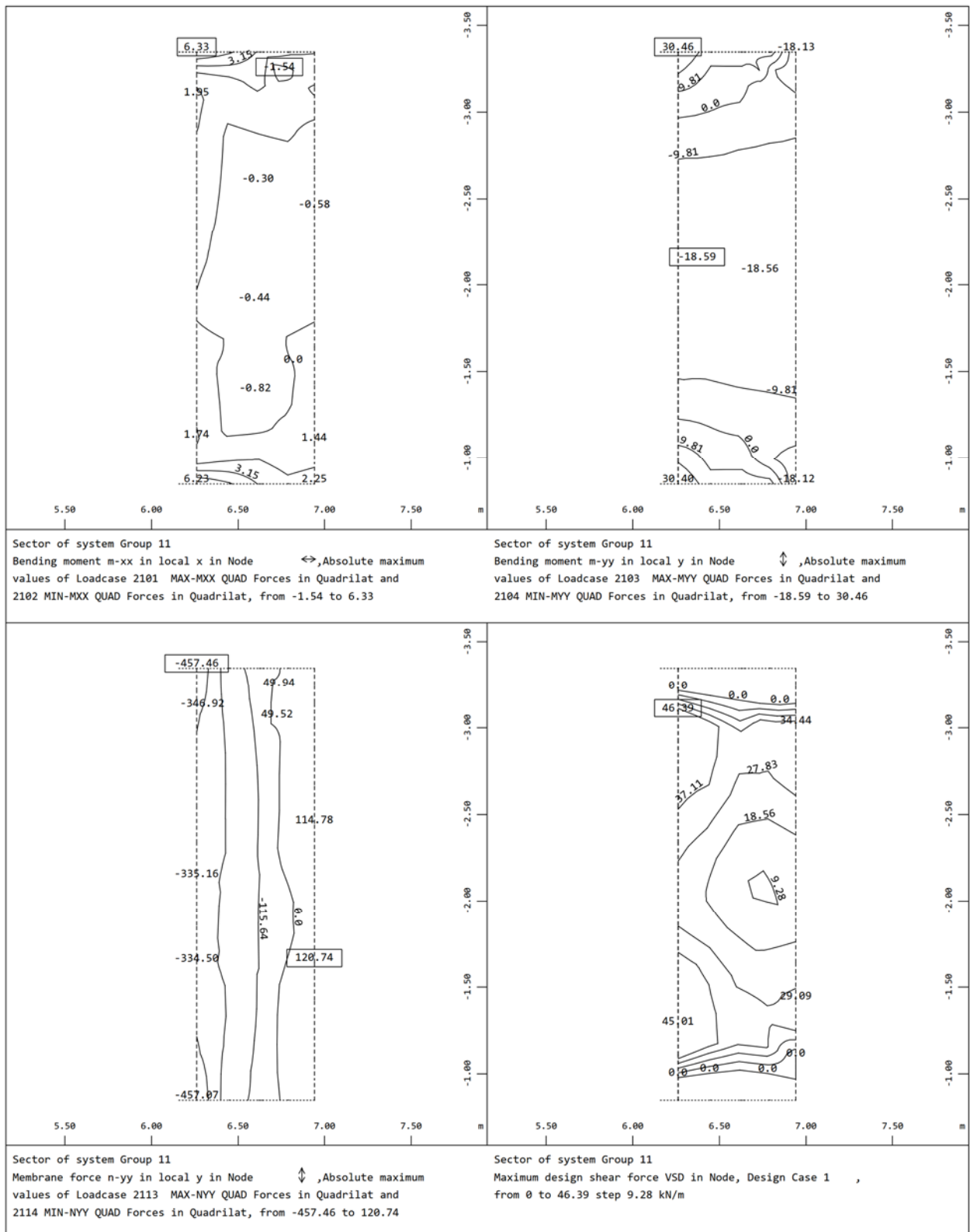
Min. puk. arm. u jednoj zoni za **deblje** elemente tj. za  $h > 30 \text{ cm}$  (za gornju tj. donju zonu) (NA.5)  
 $A_{s,min} = f_{ct,eff} \cdot A_{c,eff} / \sigma_s = 17,89 \text{ cm}^2/\text{m}$  Izraz (NA.7.5.1)  
 $\geq k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct} / f_{yk} = 7,40 \text{ cm}^2/\text{m}$

**Mjerodavna minimalna pukotinska arm. prema izrazima (7.1) i (NA.7.5.1)**  
 $A_{s,min} = 16,71 \text{ cm}^2/\text{m}$

**Odabr. arm. u jednoj zoni: Ø 16 / 12,5 (16,08 cm<sup>2</sup>/m)**

Zbog debljine elementa  $30 \text{ cm} < h < 80 \text{ cm}$  usvaja se vlačna čvrstoća betona nakon 5 dana jer tom periodu odgovara i trajanje hidrationske topline:  $f_{ct,eff} = 0,75 \cdot f_{ctm}(28d)$

### 3.4.3.7 Računske rezne sile uljevne i izljevne građevine



UstZnan\_uljev\_izljev\_V23\_01

RACUNSKRE REZNE SILE - Glav. komb. GSN (mjerodavno) (ANVELOPE)

GORNJA PLOCA ULJEVNE&IZLJEVNE GRAD.

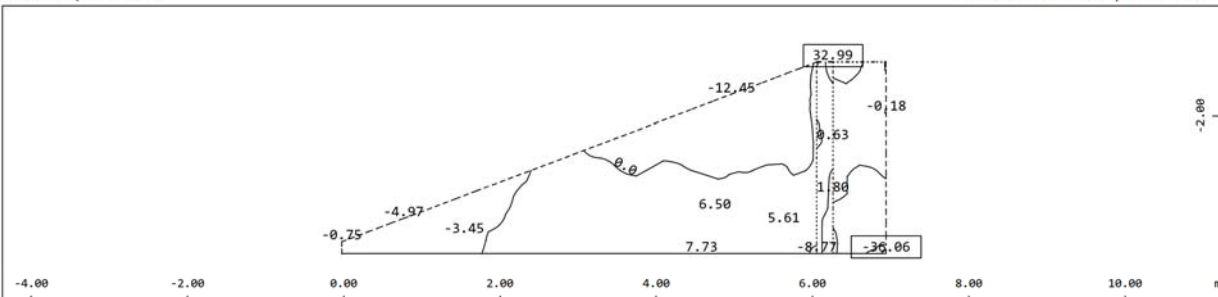
SL.1: Mxx ; SL.2: Myy

SL.3: Nyy ; SL.4: RACUNSKRE POSMICNE SILE

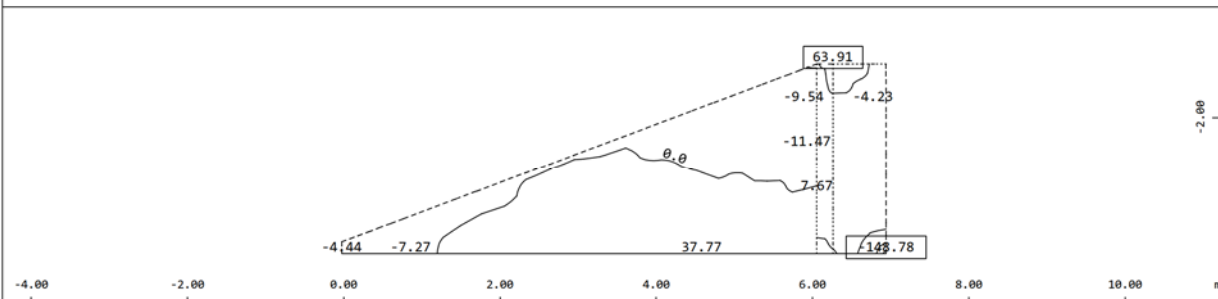


WinGraf (2023 -03.0

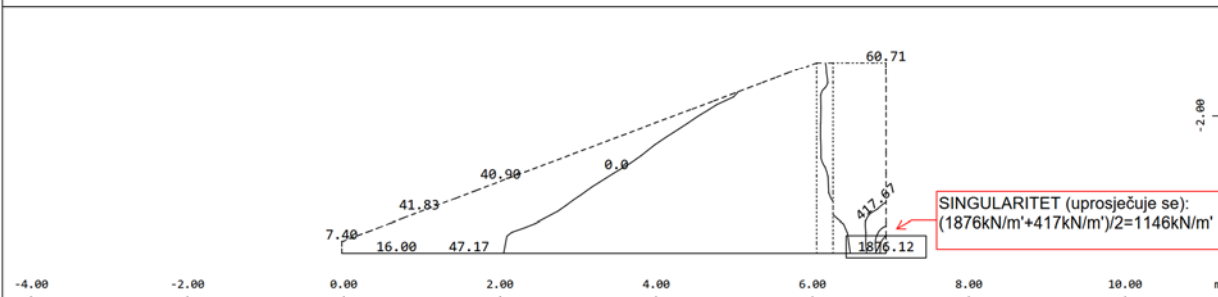
Institut za elektroprivredu d.d.



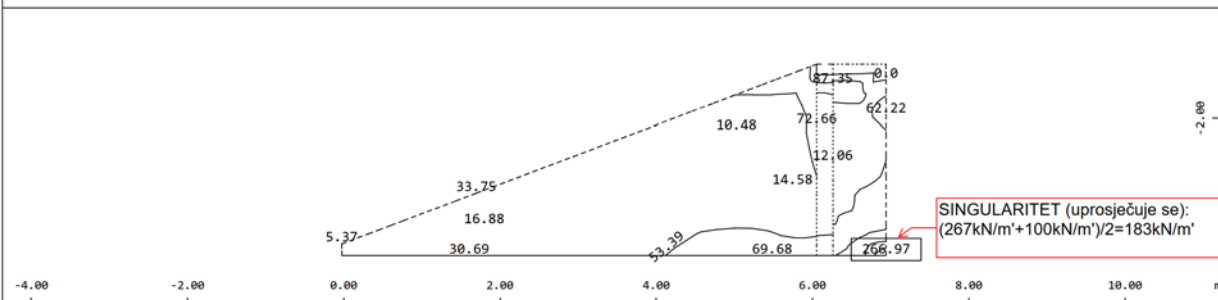
Sector of system Group 12  
 Bending moment m-xx in local x in Node, Absolute maximum values of Loadcase 2101 MAX-MXX QUAD Forces in Quadrilat and 2102 MIN-MXX QUAD Forces in Quadrilat, from -36.06 to 32.99 step 13.81 kNm/m



Sector of system Group 12  
 Bending moment m-yy in local y in Node, Absolute maximum values of Loadcase 2103 MAX-MYY QUAD Forces in Quadrilat and 2104 MIN-MYY QUAD Forces in Quadrilat, from -148.78 to 63.91 step 42.54 kNm/m

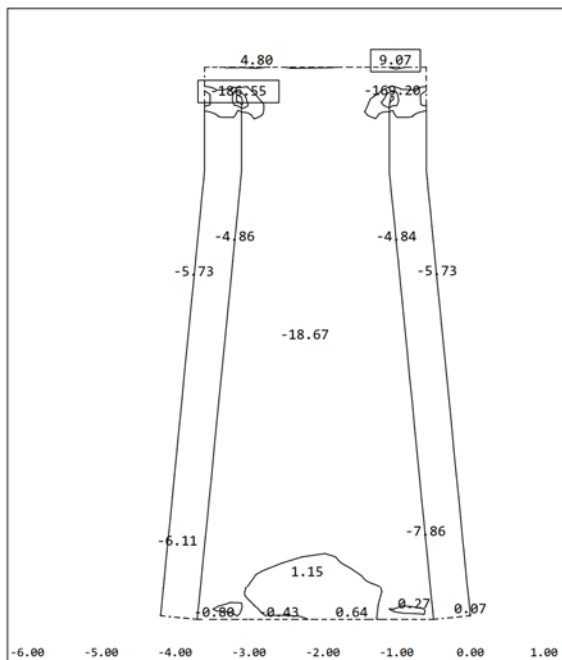


Sector of system Group 12  
 Membrane force n-yy in local y in Node, Absolute maximum values of Loadcase 2113 MAX-NYY QUAD Forces in Quadrilat and 2114 MIN-NYY QUAD Forces in Quadrilat, from -212.23 to 1876.12 step 417.67 kN/m

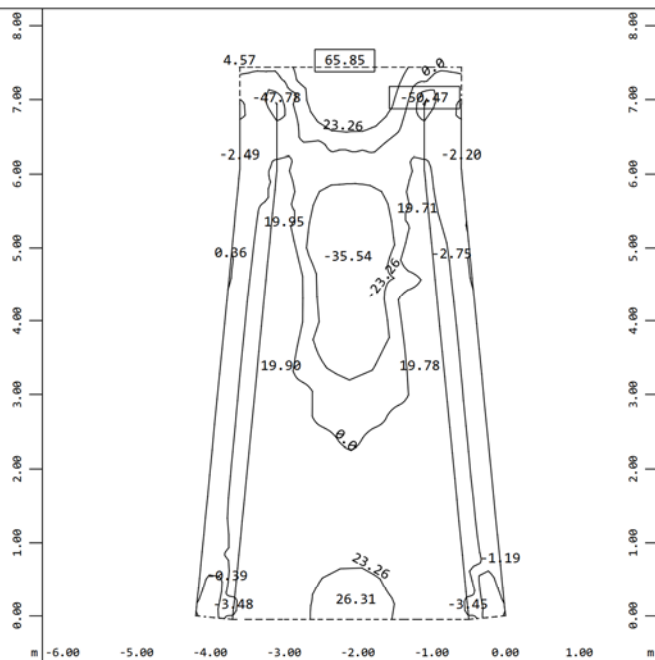


Sector of system Group 12  
 Maximum design shear force VSD in Node, Design Case 1, from 0 to 266.97 step 53.39 kN/m

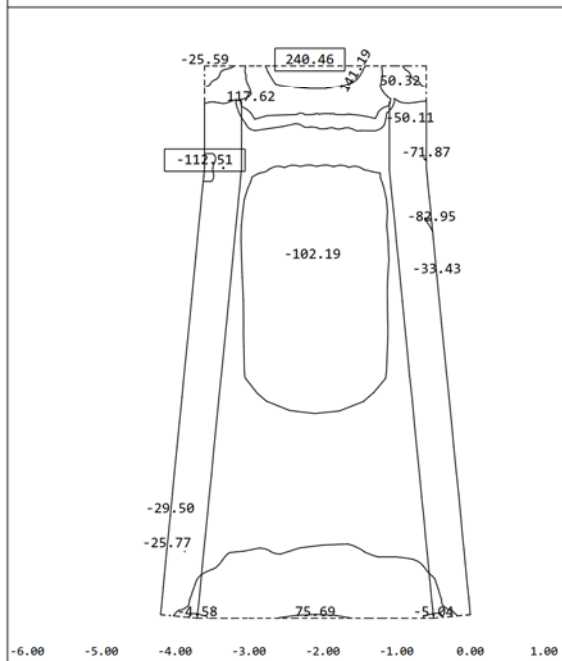
UstZnan\_uljev\_izljev\_V23\_01  
 RACUNSKE REZNE SILE - Glav. komb. GSN (mjerodavno) (ANVELOPE)  
 ZID ULJEVNE&IZLJEVNE GRAD.(prikazan samo jedan zid)  
 SL.1: Mxx ; SL.2: Myy  
 SL.3: Nyy ; SL.4: RACUNSKE POSMICNE SILE



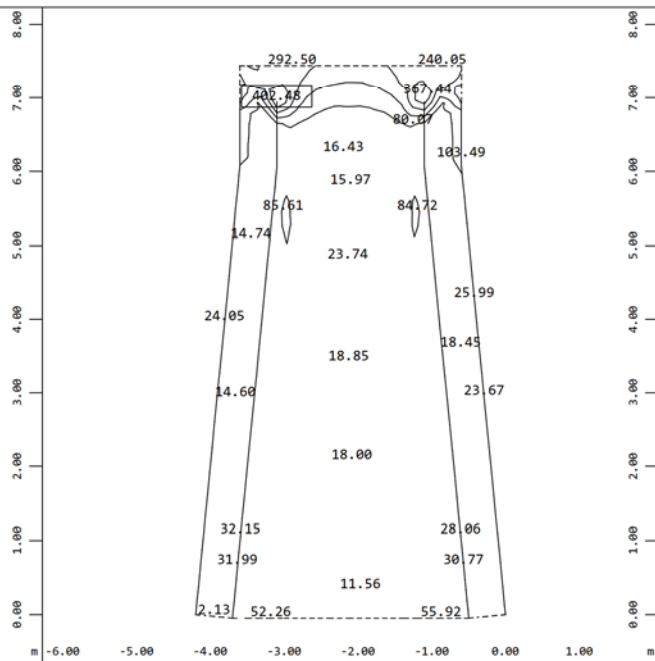
Sector of system Group 13  
 Bending moment  $m_{xx}$  in local  $x$  in Node  $\updownarrow$ , Absolute maximum values of Loadcase 2101 MAX-MXX QUAD Forces in Quadrilat and 2102 MIN-MXX QUAD Forces in Quadrilat, from -186.55 to 9.07



Sector of system Group 13  
 Bending moment  $m_{yy}$  in local  $y$  in Node  $\leftrightarrow$ , Absolute maximum values of Loadcase 2103 MAX-MYY QUAD Forces in Quadrilat and 2104 MIN-MYY QUAD Forces in Quadrilat, from -50.47 to 65.85



Sector of system Group 13  
 Membrane force  $n_{yy}$  in local  $y$  in Node  $\leftrightarrow$ , Absolute maximum values of Loadcase 2113 MAX-NYY QUAD Forces in Quadrilat and 2114 MIN-NYY QUAD Forces in Quadrilat, from -112.51 to 240.46

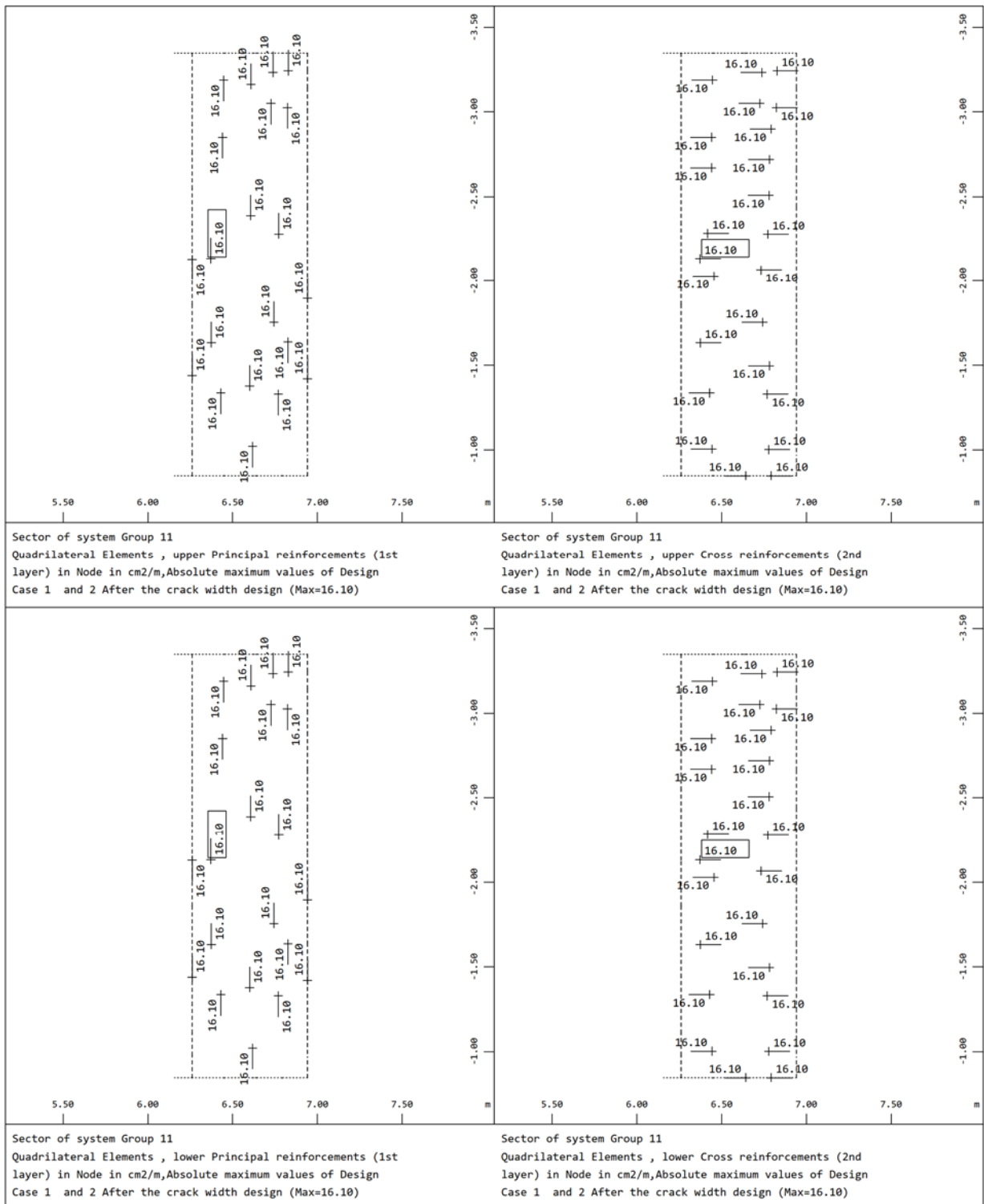


Sector of system Group 13  
 Maximum design shear force VSD in Node, Design Case 1, from 2.13 to 402.48 step 80.07 kN/m

UstZnan\_uljev\_izljev\_V23\_01  
 RACUNSKE REZNE SILE - Glav. komb. GSN (mjerodavno) (ANVELOPE)  
 TEMELJNA PLOCA ULJEVNE&IZLJEVNE GRAD.  
 SL.1: Mxx ; SL.2: Myy  
 SL.3: Nyy ; SL.4: RACUNSKE POSMICNE SILE

### 3.4.3.8 Izračunata i odabrana armatura uljevne i izljevne građevine

Prikazane vrijednosti su anvelope armatura dobivenih proračunom graničnih stanja nosivosti i uporabivosti (pukotine 0.3mm).



UstZnan\_uljev\_izljev\_V23\_01

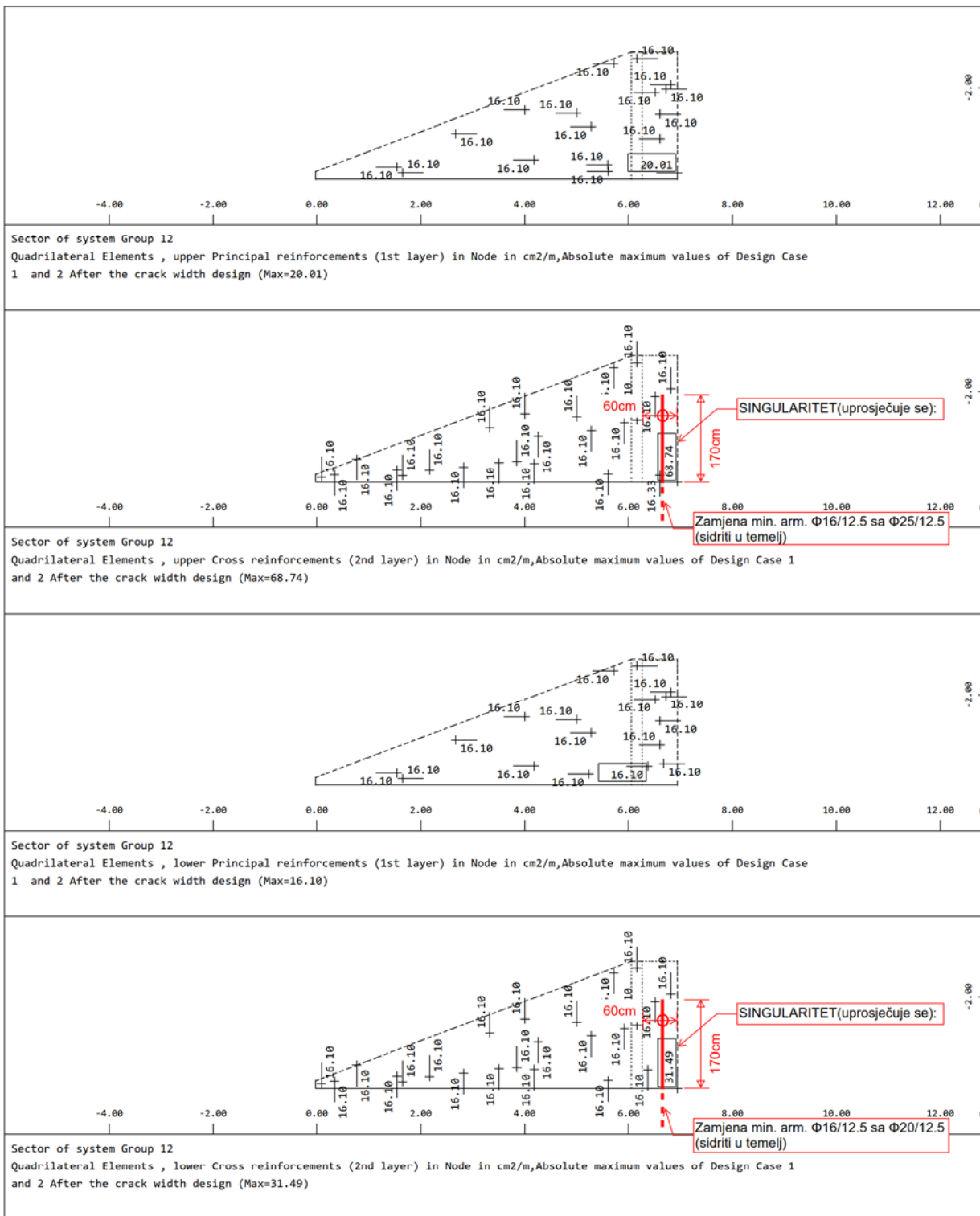
GORNJA PLOCA ULJEVNE i IZLJEVNE GRAD.

SL1.:GORNJA UZDUZNA. ARM.  $A_{min}=\phi 16/12.5\text{cm}(16.1\text{cm}^2)$

SL2.:GORNJA POPRECNA ARM.  $A_{min}=\phi 16/12.5\text{cm}(16.1\text{cm}^2)$

SL3.:DONJA UZDUZNA ARM.  $A_{min}=\phi 16/12.5\text{cm}(16.1\text{cm}^2)$

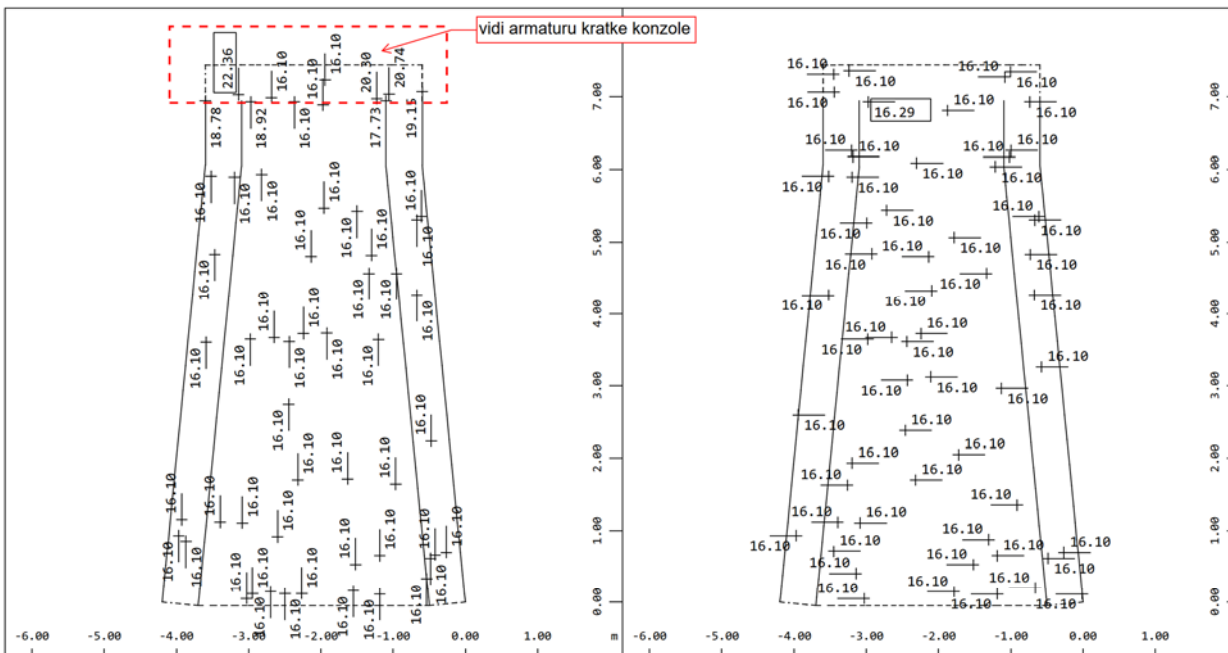
SL4.:DONJA POPRECNA ARM.  $A_{min}=\phi 16/12.5\text{cm}(16.1\text{cm}^2)$



**UstZnan\_uljev\_izljev\_V23\_01**

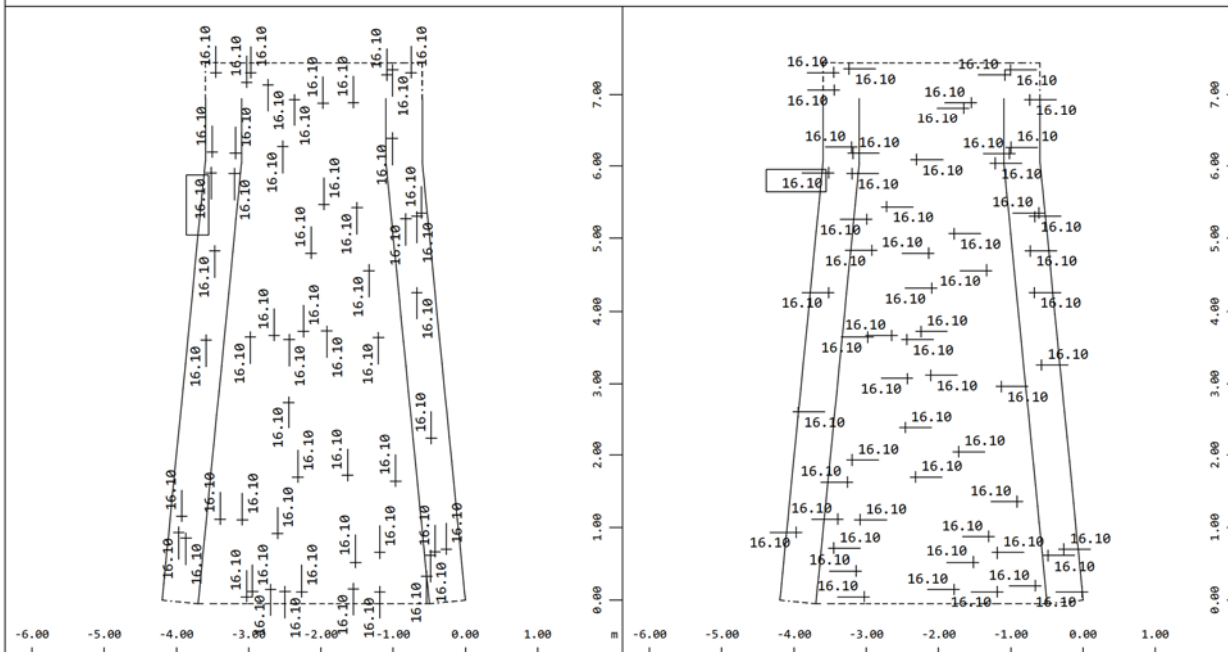
**ZID ULJEVNE i IZLJEVNE GRAD.**

- SL1.: UNUTARNJA HORIZ. ARM. (na strani vode) Amin=016/12.5cm(16.1cm<sup>2</sup>)
- SL2.: UNUTARNJA VERT. ARM. (na strani vode) Amin=016/12.5cm(16.1cm<sup>2</sup>)
- SL3.: VANJSKA HORIZ. ARM. (na strani nasipa) Amin=016/12.5cm(16.1cm<sup>2</sup>)
- SL4.: VANJSKA VERT. ARM. (na strani nasipa) Amin=016/12.5cm(16.1cm<sup>2</sup>)



Sector of system Group 13  
 Quadrilateral Elements , upper Principal reinforcements (1st layer) in Node in cm<sup>2</sup>/m, Absolute maximum values of Design Case 1 and 2 After the crack width design (Max=22.36)

Sector of system Group 13  
 Quadrilateral Elements , upper Cross reinforcements (2nd layer) in Node in cm<sup>2</sup>/m, Absolute maximum values of Design Case 1 and 2 After the crack width design (Max=16.29)



Sector of system Group 13  
 Quadrilateral Elements , lower Principal reinforcements (1st layer) in Node in cm<sup>2</sup>/m, Absolute maximum values of Design Case 1 and 2 After the crack width design (Max=16.10)

Sector of system Group 13  
 Quadrilateral Elements , lower Cross reinforcements (2nd layer) in Node in cm<sup>2</sup>/m, Absolute maximum values of Design Case 1 and 2 After the crack width design (Max=16.10)

UstZnan\_uljev\_izljev\_V23\_01

TEMELJNA PLOČA ULJEVNE I IZLJEVNE GRAD.  
 SL1.:GORNJA UZDUZNA. ARM.(na strani vode) Amin=Ø16/12.5cm(16.1cm<sup>2</sup>)  
 SL2.:GORNJA POPRECNA ARM.(na strani vode) Amin=Ø16/12.5cm(16.1cm<sup>2</sup>)  
 SL3.:DONJA UZDUZNA ARM.(na strani tla) Amin=Ø16/12.5cm(16.1cm<sup>2</sup>)  
 SL4.:DONJA POPRECNA. ARM.(na strani tla) Amin=Ø16/12.5cm(16.1cm<sup>2</sup>)

### 3.4.3.9 Izračun i odabir armature uljevne i izljevne građevine za posmik

→ ZIDOVI i GOR. PLOČA (debljina 50,0cm):

Maksimalna poprečna sila iznosi:  $V_{Ed} = 183,0$  kN (za širinu ploče 1,0m)

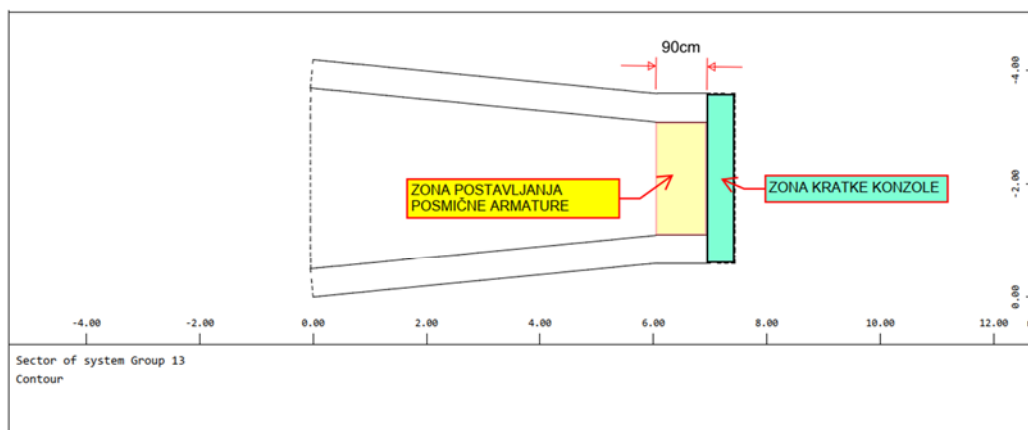
Opis	oznaka	jedinica	vrijednost
Širina ploče	$b_w$	cm	100
Debljina ploče	$h$	cm	50
Zaštitni sloj	$c$	cm	5
Profil armature	$\emptyset$	mm	16
Razmak armature	$s$	cm	12,5
Statička visina: $d = h - c - \emptyset/2$	$d$	cm	44,2
Površina armature	$A_{sl}$	cm <sup>2</sup> /b <sub>w</sub>	16,1
Koeficijent $C_{Rd,c}=0,18/\gamma_c=0,18/1,50=0,12$	$C_{Rd,c}$	-	0,12
Koeficijent $k=1+(200/d)^{1/2} \leq 2,0$ ("d" u milimetrima!)	$k$	-	1,67
Koeficijent armiranja $\rho_1 = A_{sl} / (b_w \cdot d) \leq 0.02$	$\rho_1$	-	0,0036
Tlačna čvrstoća betona	$f_{ck}$	N/mm <sup>2</sup>	30
Tlačno naprezanje u elementu $\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c < 0,2 \cdot f_{cd}$	$\sigma_{cp}$	N/mm <sup>2</sup>	0,0
Posmična otpornost elementa samo sa uzdužnom armaturom: $V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$	$V_{Rd,c}$	kN/b <sub>w</sub>	196,9
Koeficijent $v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$	$v_{min}$	-	0,415
Minimalna posmična nosivost betona: $V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$	$V_{Rd,c,min}$	kN/b <sub>w</sub>	183,3
Računska posmična otpornost presjeka samo sa uzdužnom armaturom	$V_{Rd,c}$	kN/b <sub>w</sub>	196,9
Koeficijent $\alpha_{cw}=1,0$ (nenapeta armatura i bez uzdužne sile)	$\alpha_{cw}$	-	1,00
Koeficijent $v_1 = 0,60 \cdot [1-f_{ck}/250]$	$v_1$	-	0,528
Statička visina $z = 0,9 \cdot d$	$z$	cm	39,8
Maksimalno dozvoljena posmična otpornost: $V_{Rd,max} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} / (\cot\theta + \tan\theta)$	$V_{Rd,max}$	kN/b <sub>w</sub>	2100,4
Računska poprečna sila $V_{Ed}$	$V_{Ed}$	kN	190,0
<b>POSMIČNA ARMATURA NIJE POTREBNA</b>			

→ TEMELJ (debljina 50,0cm):

Maksimalna poprečna sila iznosi:  $V_{Ed} = 402,0$  kN (za širinu ploče 1,0m)(zona oslanjanja cijevnog propusta računa se posebno kao kratka konzola)

Opis	oznaka	jedinica	vrijednost
Širina ploče	$b_w$	cm	100
Debljina ploče	$h$	cm	50
Zaštitni sloj	$c$	cm	5
Profil armature	$\emptyset$	mm	16
Razmak armature	$s$	cm	12,5
Statička visina: $d = h - c - \emptyset/2$	$d$	cm	44,2
Površina armature	$A_{sl}$	cm <sup>2</sup> /b <sub>w</sub>	16,1
Koeficijent $C_{Rd,c}=0,18/\gamma_c=0,18/1,50=0,12$	$C_{Rd,c}$	-	0,12
Koeficijent $k=1+(200/d)^{1/2} \leq 2,0$ ("d" u milimetrima!)	$k$	-	1,67
Koeficijent armiranja $\rho_1 = A_{sl} / (b_w \cdot d) \leq 0,02$	$\rho_1$	-	0,0036
Tlačna čvrstoća betona	$f_{ck}$	N/mm <sup>2</sup>	30
Tlačno naprezanje u elementu $\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c < 0,2 \cdot f_{cd}$	$\sigma_{cp}$	N/mm <sup>2</sup>	0,0
Posmična otpornost elementa samo sa uzdužnom armaturom: $V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$	$V_{Rd,c}$	kN/b <sub>w</sub>	196,9
Koeficijent $v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{-1/2}$	$v_{min}$	-	0,415
Minimalna posmična nosivost betona: $V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$	$V_{Rd,c,min}$	kN/b <sub>w</sub>	183,3
Računska posmična otpornost presjeka samo sa uzdužnom armaturom	$V_{Rd,c}$	kN/b <sub>w</sub>	196,9
Koeficijent $\alpha_{cw}=1,0$ (nenapeta armatura i bez uzdužne sile)	$\alpha_{cw}$	-	1,00
Koeficijent $v_1 = 0,60 \cdot [1 - f_{ck}/250]$	$v_1$	-	0,528
Statička visina $z = 0,9 \cdot d$	$z$	cm	39,8
Maksimalno dozvoljena posmična otpornost: $V_{Rd,max} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} / (\cot\theta + \tan\theta)$	$V_{Rd,max}$	kN/b <sub>w</sub>	2100,4
Računska poprečna sila $V_{Ed}$	$V_{ed}$	kN	410,0
<b>POSMIČNA ARMATURA JE POTREBNA!</b>			
Površina potrebne posmične armature po m' ( $s_{sw}=100$ cm) $a_{sw} = V_{ed} \cdot 100 \text{cm} / (f_{yd} \cdot z \cdot \cot\theta)$	$a_{sw}$	cm <sup>2</sup> /m'	23,7
Odnos računске poprečne sile i maks. otpornosti $V_{sd} / V_{Rd,max}$	$V_{sd} / V_{Rd,max}$	-	0,20
Maks. uzd.razmak vilica kad je $V_{Ed} < 0,3VR_{d,max}$	$s_{l,max}$	cm	30,0
Maks. pop. razmak vilica kad je $V_{Ed} < 0,3VR_{d,max}$	$s_{t,max}$	cm	33,2

Odabrane vilice  $8\phi 14/m^2$  (dvorezna) ne prelazeći maksimalno dozvoljeni uzdužni i poprečni razmak grana 30cm/30cm. Vilice postavljati postaviti prema skici:



UstZnan\_uljev\_izljev\_V23\_01  
TEMELJNA PLOČA ULJEVNE I IZLJEVNE GRAD.  
ZONA POSTAVLJANJA POSMIČNE ARMATURE

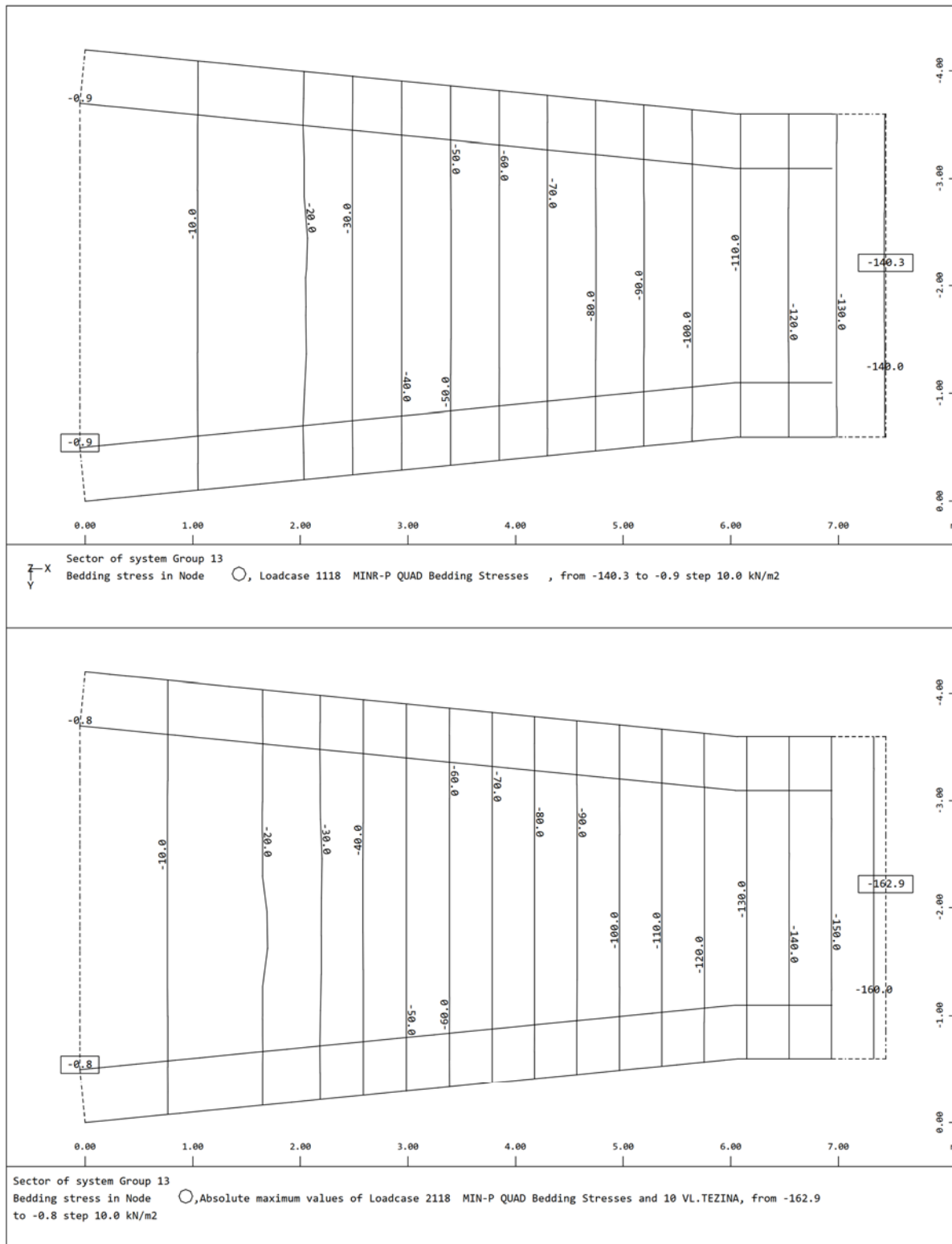
#### **3.4.3.10 Dimenzioniranje kratke konzole uljevne građevine**

Kratka konzola uljevne građevine jednakih je dimenzija kao one od cijevnog propusta. Uz usvajanje jednakih reakcije na kratku konzolu (na strani sigurnosti) primjenjuje se i ista armatura s jednakim detaljem postavljanja.



### 3.4.3.11 Prikaz naprezanja u tlu i slijeganja uljevne i izljevne građevine

Naprezanja u tlu prikazuju se za karakterističnu i GSU glavnu kombinaciju:



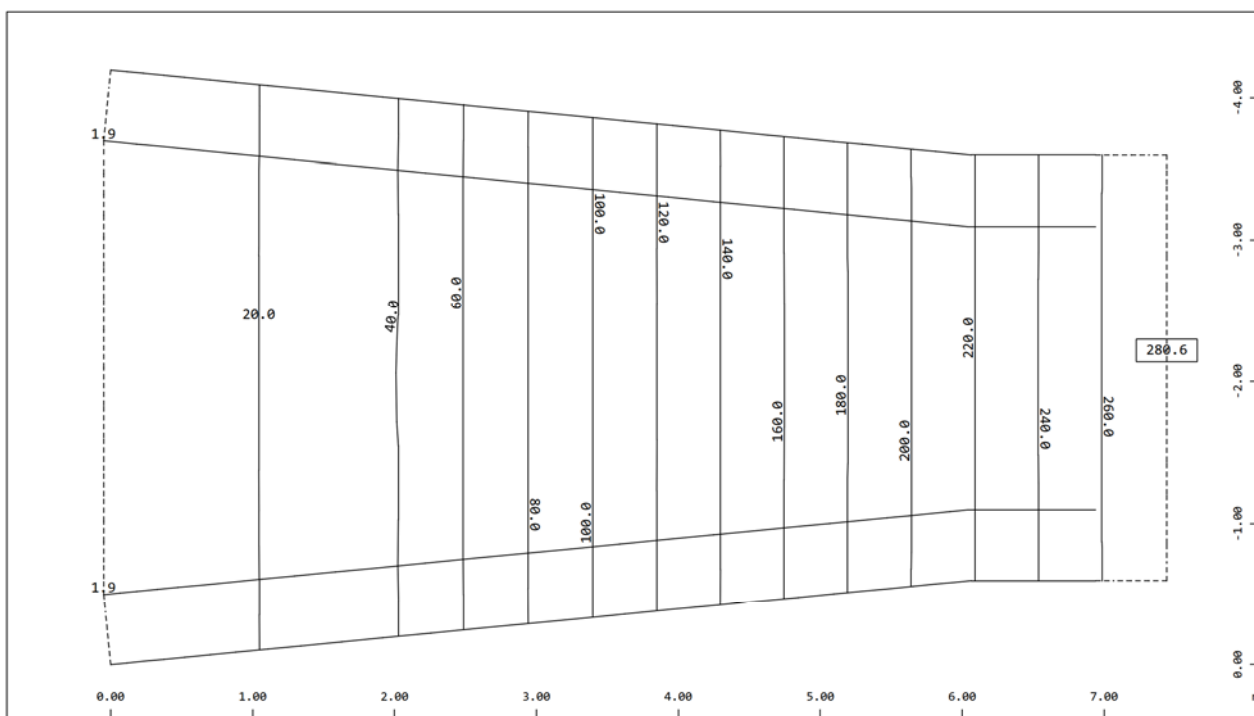
UstZnan\_uljev\_izljev\_V23\_01

NAPREZANJA U TLU ULJEVNE I IZLJEVNE GRAĐ (tlocrt)

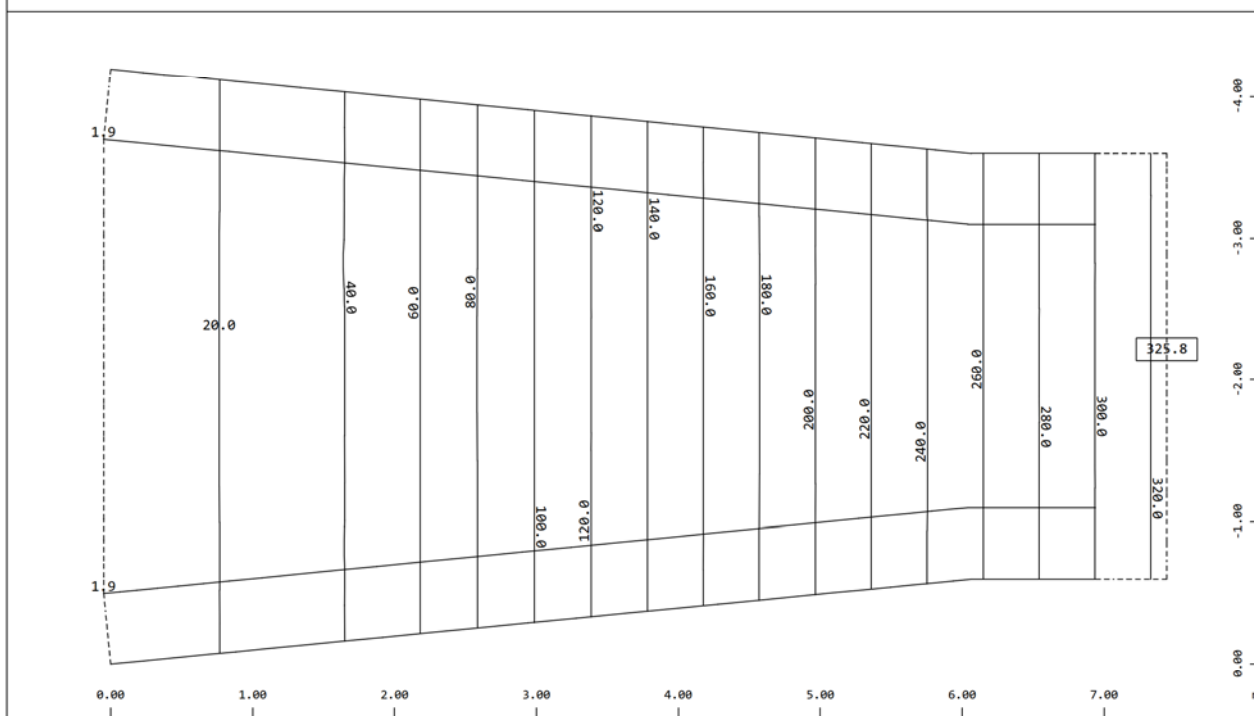
SL1.: Karakteristična komb. opterećenja (sva opt. s faktorom 1.0)

SL2.: GSU glavna kombinacija opterećenja (sva opt. faktorizirana)

Slijezanja se prikazuju za karakterističnu i GSU glavnu kombinaciju:



Sector of system Group 13  
Nodal displacement in global Z Absolute maximum values of Loadcase 1175 MAXR-UZ NODE Nodal Displacements and 10 VL.TEZINA, from 1.9 to 280.6 step 20.0 mm



Sector of system Group 13  
Nodal displacement in global Z Absolute maximum values of Loadcase 2175 MAX-UZ NODE Nodal Displacements and 10 VL.TEZINA, from 1.9 to 325.8 step 20.0 mm

UstZnan\_uljev\_izljev\_V23\_01  
SLIJEGANJA ULJEVNE I IZLJEVNE GRAD (tlocrt)  
SL1.: Karakteristicna kombinacija opterećenja (sva opt. s faktorom 1.  
SL2.: GSU glavna kombinacija opterećenja (sva opt. faktorizirana)

### **3.5 DIMENZIONIRANJE NOSIVE KONSTRUKCIJE GRUBE REŠETKE RASPONA 2200 mm**

#### **3.5.1 Općenito**

U ovom poglavlju je prikazan proračun mehaničke otpornosti i stabilnosti čelične nosive konstrukcije grube rešetke raspona lamele 2,200 m.

#### **3.5.2 Konceptija oblikovanja grube rešetke**

##### **3.5.2.1 Tipizacija grube rešetke**

Rešetka je oblikovana prema standardu „IS 11388:2012 – Recommendations for trash racks for intakes“.

Standard navodi da je grube rešetke potrebno oblikovati tako da uzrokuju minimalne hidrauličke gubitke i spriječe / minimiziraju ulazak leda, plutajućeg otpada i sličnog da u ispust.

Grube rešetke su fiksne i vijcima trajno pričvršćene za armiranobetonsku konstrukciju. Stoga se prema IS 11388:2012 svrstavaju u tip 3 rešetke.

Gruba rešetka se sastoji od niza jednako razmaknutih vertikalnih lamela koje su oslonjene na horizontalne nosače čiji su krajevi povezani sa krajnjim vertikalnim čeličnim nosačima koji su oslonjeni na armiranobetonsku konstrukciju.

##### **3.5.2.2 Maksimalni svijetli razmak susjednih vertikalnih lamela**

U Općim tehničkim uvjetima za radove u vodnom gospodarstvu, poglavlje 10 Bravarski radovi, izdanje 2022. godina definirane su karakteristike grubih rešetki.

U OTU, poglavlje 10-01 Rešetke propisano je da svijetli razmak između susjednih vertikalnih lamela može iznositi između 20 mm i 100 mm.

U ovom projektu je definiran osni razmak susjednih lamela u iznosu od 100 mm.

##### **3.5.2.3 Minimalne dimenzije vertikalne lamele**

Prema ASCE (1995): Guidelines for design of intakes for hydroelectric plants, by the Committee on Hydropower Intakes of the Energy Division of the American Society of Civil Engineers New York, New York American Society of Civil Engineers, poglavlje 5 Gruba rešetka i zatvarači, 5.2.1. Gruba rešetka, pravila struke nalažu da minimalna debljina lamela iznosi 12 mm. To je minimalna vrijednost koja je potrebna zbog korozije elemenata.

$$t_{\text{lamela,min}} = 12 \text{ mm}$$

Prema IS 11388:2012 minimalna visina lamele iznosi 50 mm, a maksimalna 12 puta njezina debljina.

### 3.5.2.4 Odabrane dimenzije vertikalne lamele

DIMENZIJE LAMELA GRUBE REŠETKE			
Debljina lamele	$t_{\text{lamele}} =$	12	mm
Maksimalni osni razmak između lamela grube rešetke koja štiti od udara naplavina prema DN-DNG-03071 - Design of Outfall and Culvert Details	$b_{\text{lamele}} =$	100	mm
Visina rešetke (udaljenost krajnjih horizontalnih oslonaca)	$L_v =$	2100	mm
Nagib ravnine rešetke prema horizontalnoj ravnini	$\alpha =$	75	°
Visinska razlika dna i vrha grube rešetke	$H_{\text{rešetka}} = L_v \cdot \sin \alpha =$	2,028	m
Horizontalna udaljenost projekcije vrha i dna rešetke ( X koordinata)	$A_{\text{rešetka}} = L_v \cdot \cos \alpha =$	0,544	m
Maksimalni razmak poprečnih horizontalnih elemenata koji povezuju vertikalne lamele iz uvjeta bočnog izvijanja lamele	$Y_{\text{pridrzanje}} = 70 \cdot t_{\text{lamele}} =$	840,0	mm
Minimalna visina lamele	$h_{\text{lamele,min}} =$	50	mm
Maksimalna visina lamele	$h_{\text{lamele,max}} = 12 \cdot t_{\text{lamele}} =$	144	mm
Odabrana visina lamele	$h_{\text{lamele,prov}} =$	100	mm
Preporučeni omjer visine i debljine lamele { između 5 i 12 }	$h_{\text{lamele,prov}} / t_{\text{lamele}} =$	8,3	
Potreban broj segmenata lamele iz uvjeta bočne stabilnosti	$n_{\text{segmenata}} = L_v / Y_{\text{pridrzanje}} =$	2,5	komada
Usvojeni broj segmenata lamele iz uvjeta bočne stabilnosti	$n_{\text{seg,prov}} =$	4	komada
Slobodna dužina jedne lamele	$L_{\text{lamele,sl}} = L_v / n_{\text{seg,prov}} =$	525,0	mm
Maksimalno dopuštena slobodna dužina lamele - DN-DNG-03071	$L_{\text{lamele,sl,max}} =$	1500	mm

### 3.5.3 Opis elemenata grube rešetke

Gruba rešetka je čelična zavarena konstrukcija od materijala S355J2+N  
Sastoji se od vanjskog čeličnog okvira izrađenog od L profila.

Vertikalni rubni profili: lamela  $h / t = 100 / 12$  mm.

Vertikalne lamele na osnov udaljenosti 100 mm :  $h / t = 100 / 12$  mm.

Horizontalni element na vrhu rešetke:

- Vertikalna ploča  $L \times H \times T = 1000 \times 200 \times 20$  mm
- Horizontalna ploča  $L \times H \times T = 1000 \times 80 \times 12$  mm

Horizontalni element na dnu rešetke:

- Kosa ploča u ravnini rešetke  $L \times H \times T = 1000 \times 80 \times 12$  mm
- Kosa ploča okomita na ravninu rešetke  $L \times H \times T = 1000 \times 200 \times 12$  mm

Između lamela se vare čelične ploče  $h / t = 100 / 12$  mm koje služe kao ukruta protiv bočnog izvijanja lamela. Ploče se zavaruju u četvrtinama duljine lamela

### 3.5.4 DJELOVANJA NA GRUBU REŠETKU

#### 3.5.4.1 Vlastita težina čeličnih elemenata grube rešetke

Vlastita težina pojedinih čeličnih elemenata grube rešetke određuje se u računalnog programu množenjem debljine pojedinog lima sa zapreminskom težinom čelika  $7850 \text{ kg/m}^3$ .

USVOJENE DIMENZIJE LAMELE GRUBE REŠETKE			
Odabrana visina lamele	$h_{\text{lamele,prov}} =$	100	mm
Debljina lamele	$t_{\text{lamele}} =$	12	mm
Dužina lamele	$L_{\text{lamele}} = L_v =$	2100	mm
Površina poprečnog presjeka lamele	$A_{\text{lamele}} = t_{\text{lamele}} \cdot h_{\text{lamele}} =$	12	cm <sup>2</sup>
Moment tromosti poprečnog presjeka lamele	$I_{\text{lamele}} = (1/12) \cdot t_{\text{lamele}} \cdot (h_{\text{lamele}})^3 =$	100	cm <sup>4</sup>
Moment otpora poprečnog presjeka oko horizontalne osi	$W_{\text{lamele}} = I_{\text{lamele}} / (h_{\text{lamele,prov}} / 2) =$	20	cm <sup>3</sup>
Vlastita težina lamele	$g_{\text{lamele}} = A_{\text{lamele}} \cdot \gamma_s =$	0,094	kN/m

### 3.5.4.2 Opterećenje grube rešetke naplavinama

U slučaju poplave nad rešetkom se nalazi stupac vode visine do 5,0 m.

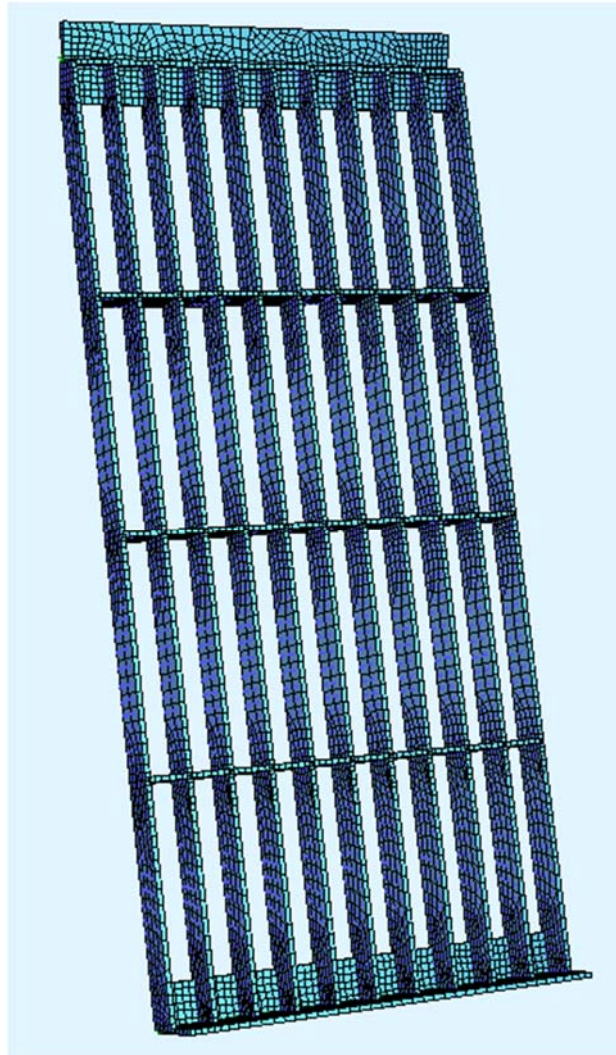
Promatra se slučaj da čitava rešetka sa vanjske strane bude začepljena, te se pojavi oštećenje zapornice i otjecanje vode koja se nalazi unutar rešetke.

U tom slučaju na lamele djeluje linijsko opterećenje jednako umnošku zapreminske težine vode, visine vodnog stupca i osne udaljenosti susjednih lamela.

OPTEREĆENJE NA LAMELU GRUBE REŠETKE			
Zapreminska težina vode $\gamma_w =$	$\gamma_w =$	10,00	kN/m <sup>3</sup>
Zapreminska težina naplavine $\gamma_N =$	$\gamma_N =$	10,00	kN/m <sup>3</sup>
Dubina vode na vrhu rešetke	$H_{N,gore} =$	5,0	m
Dubina vode na dnu rešetke	$H_{N,dno} =$	7,0	m
Tlak vode na vrhu rešetke	$p_{w,gore} = \gamma_N \cdot H_{N,gore} =$	50,0	kN/m <sup>2</sup>
Tlak vode na dnu rešetke	$p_{w,dolje} = \gamma_N \cdot H_{N,dolje} =$	70,3	kN/m <sup>2</sup>
Pritisak naplavine na vrhu rešetke	$p_{N,gore} = \gamma_N \cdot H_{N,gore} \cdot b_{\text{lamele}} =$	5,00	kN/m
Pritisak naplavine na dnu rešetke	$p_{N,dolje} = \gamma_N \cdot H_{N,dolje} \cdot b_{\text{lamele}} =$	7,03	kN/m

### 3.5.5 NUMERIČKI MODEL GRUBE REŠETKE

Gruba rešetka je modelirana u računalnom programu SOFISTIK sa plošnim konačnim elementima kako bi se mogla utvrditi globalna stabilnost lamela.



#### 3.5.5.1 Karakteristike materijala

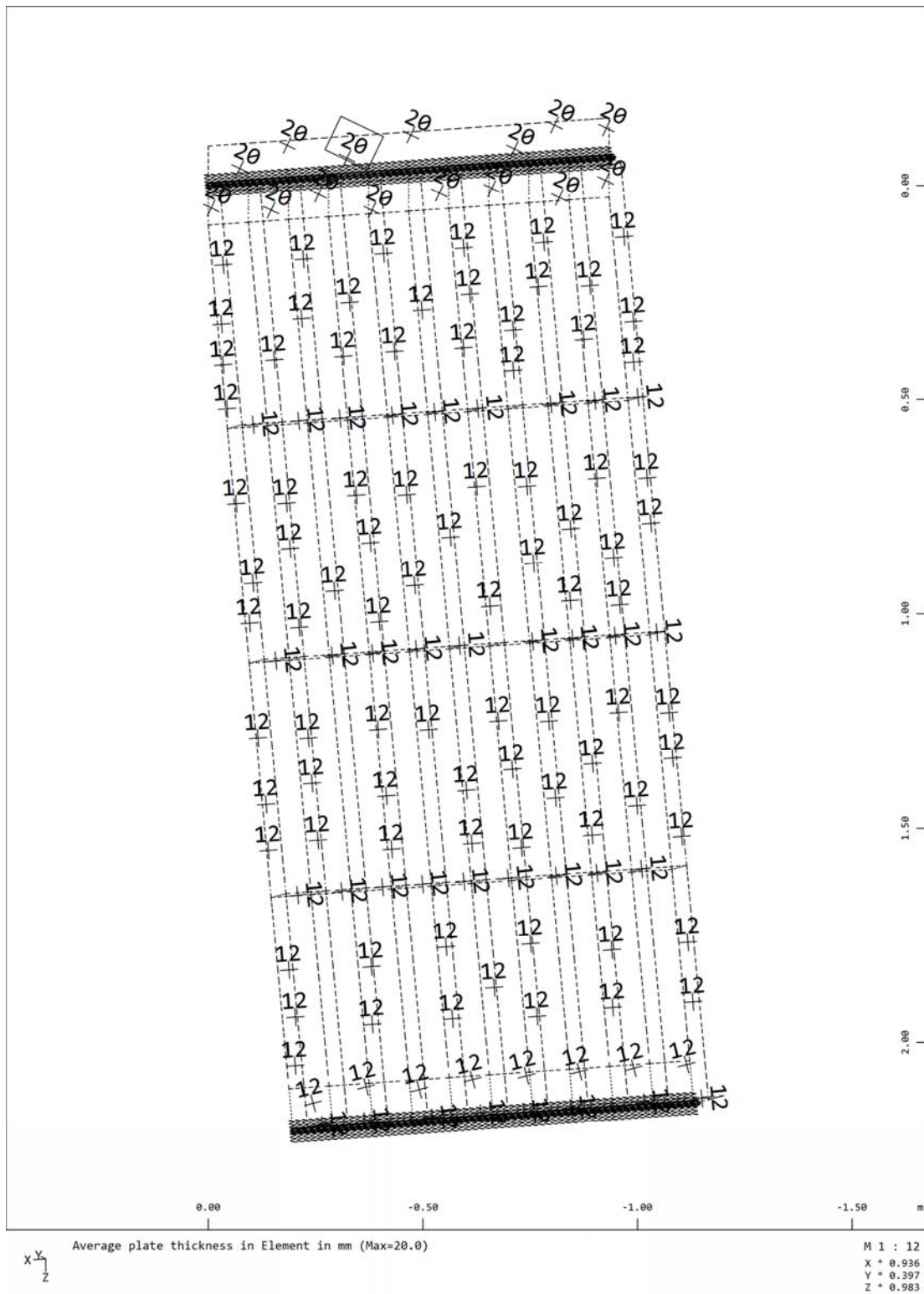
##### Materials

Mat	Classification
1	S 355 (EN 1993)

##### Mat 1 S 355 (EN 1993)

Young's modulus	E	210000	[N/mm <sup>2</sup> ]	Safetyfactor		1.10	[-]
Poisson's ratio	$\mu$	0.30	[-]	Yield stress	fy	355.00	[MPa]
Shear modulus	G	80769	[N/mm <sup>2</sup> ]	Compressive yield	fyc	355.00	[MPa]
Compression modulus	K	175000	[N/mm <sup>2</sup> ]	Tensile strength	ft	490.00	[MPa]
Nominal Weight	$\gamma$	78.5	[kN/m <sup>3</sup> ]	Compressive strength	fc	490.00	[MPa]
Mean density	$\rho$	7850.0	[kg/m <sup>3</sup> ]	Ultimate strain		100.00	[o/oo]
Elongation coefficient	$\alpha$	1.20E-05	[1/K]	relative bond coeff.		0.00	[-]
max. thickness	t-max	40.00	[mm]	EN 1992 bond coeff.	k1	0.00	[-]
Safety sectional design	$\gamma$ -M0	1.00	[-]	Hardening modulus	Eh	0.00	[MPa]
Safety stability design	$\gamma$ -M1	1.10	[-]	Proportional limit	fp	355.00	[MPa]
Safety rupture	$\gamma$ -M2	1.25	[-]	Dynamic allowance	$\sigma$ -dyn	0.00	[MPa]

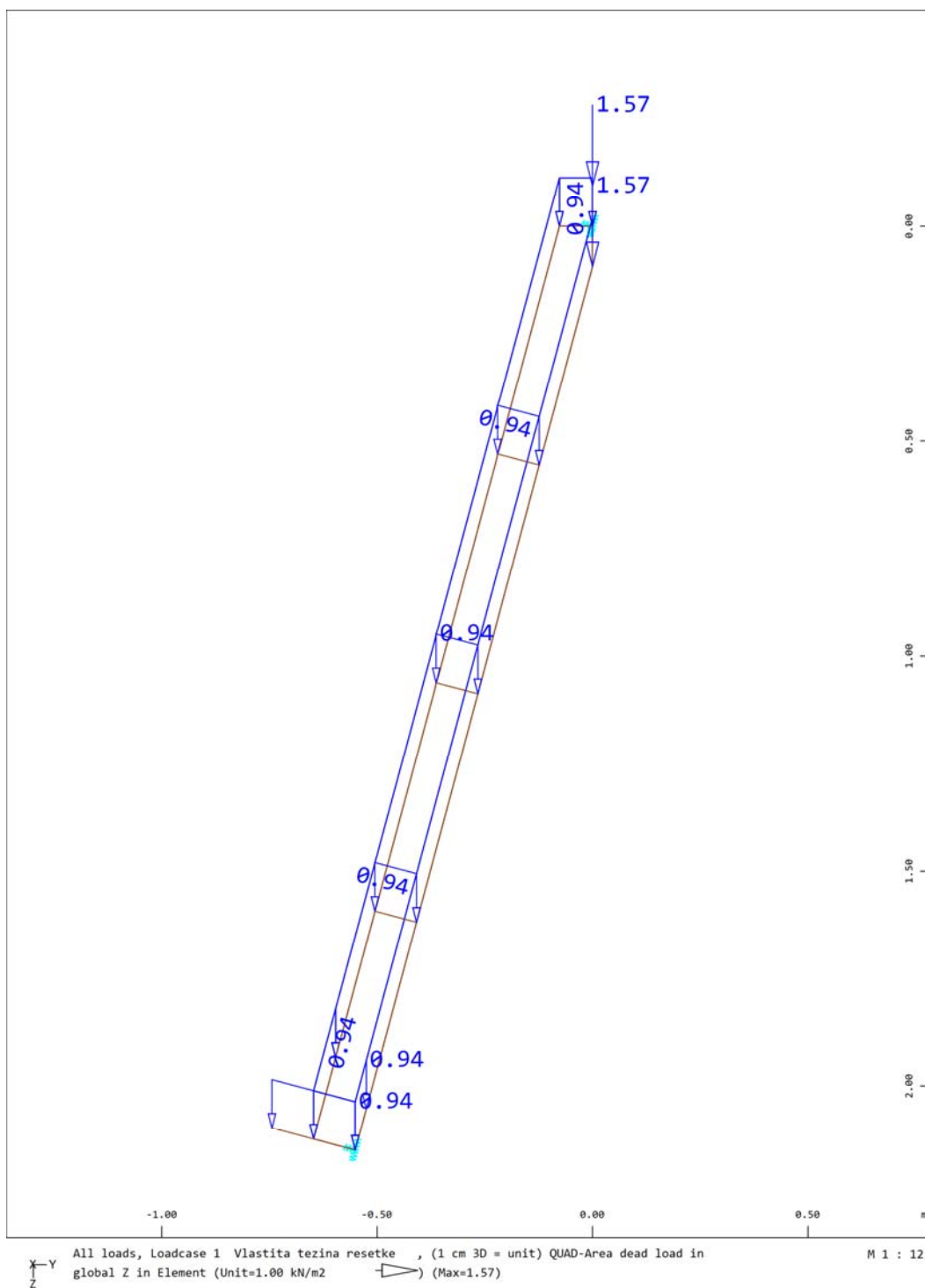
### 3.5.5.2 Debljina limova



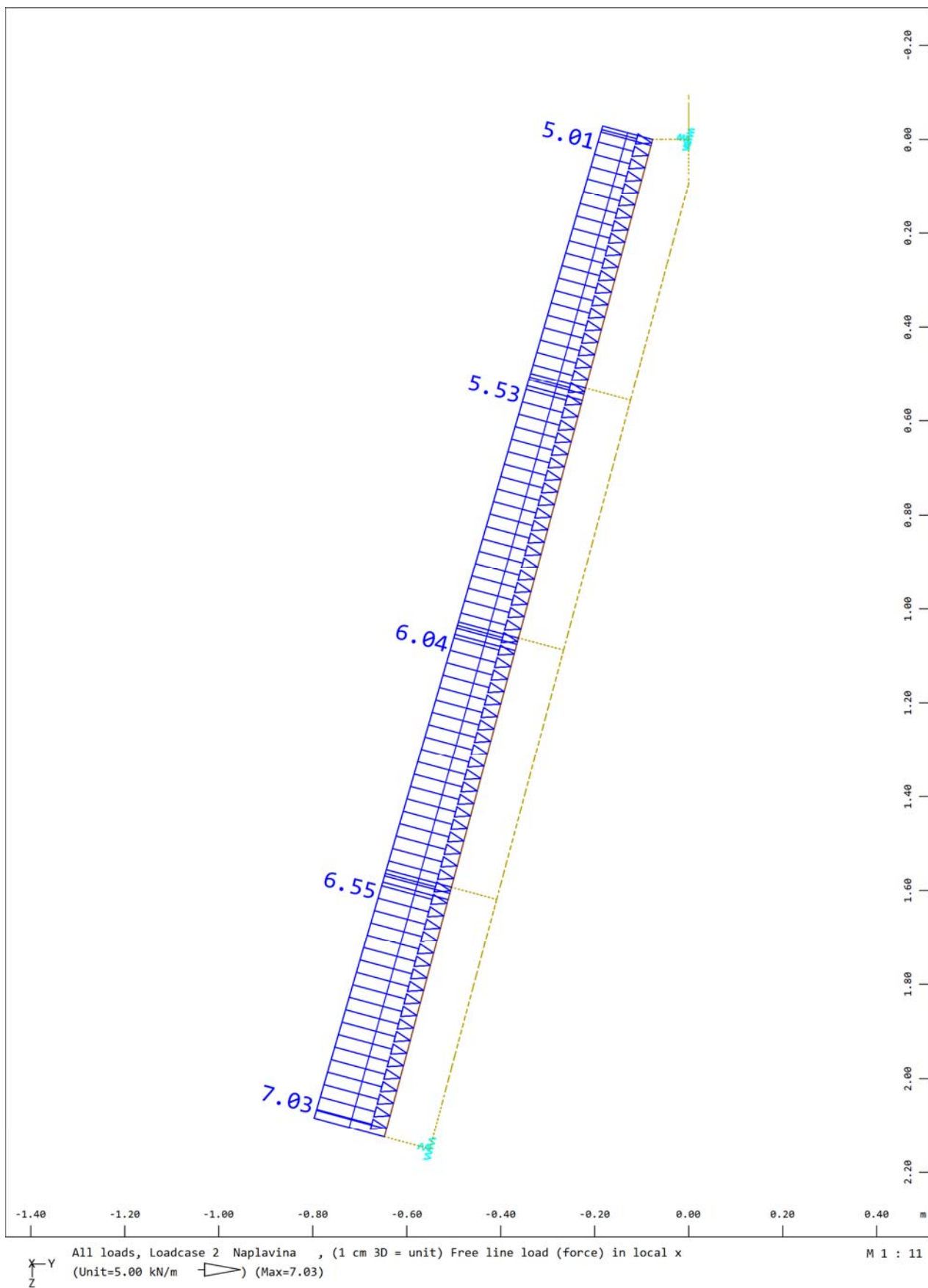
### 3.5.5.3 Opterećenja

#### Sum of Loadings

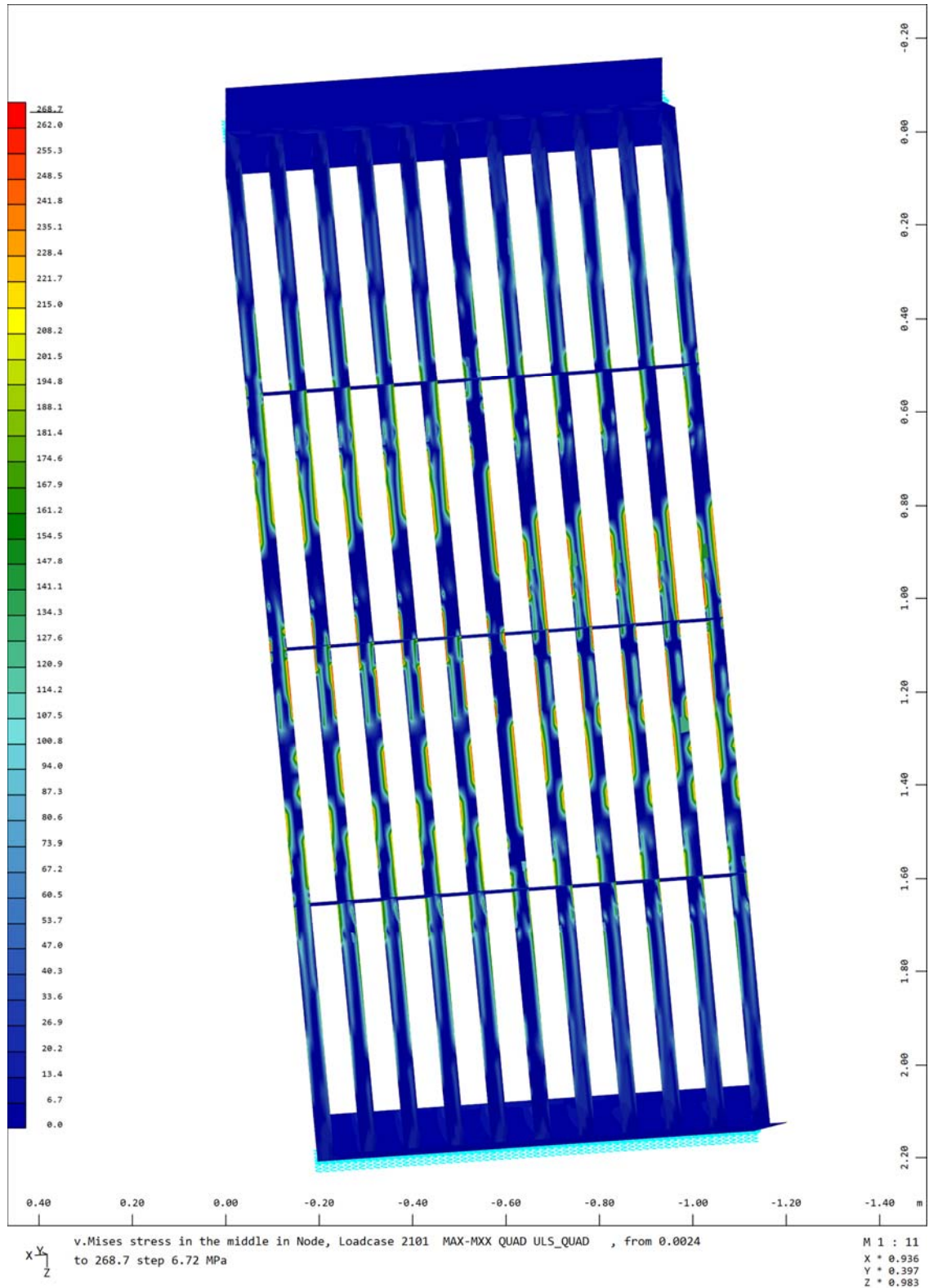
Loadcase	Σ(Loads)			Designation
	X[kN]	Y[kN]	Z[kN]	
1	0.0	0.0	3.2	Vlastita tezina resetke
2	0.0	127.8	34.2	Naplavina



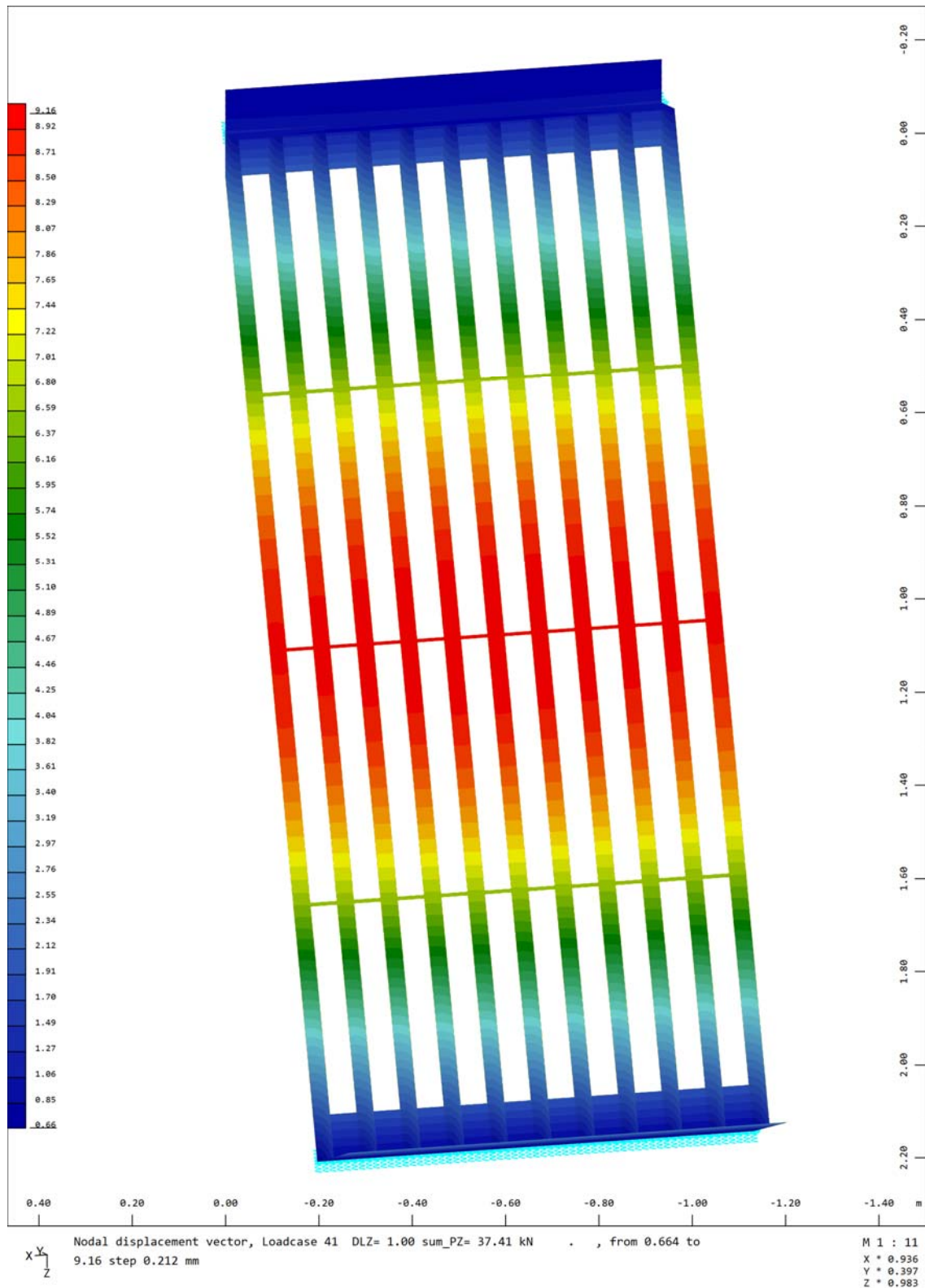




### 3.5.5.4 Maksimalna Von Mises naprezanja u čeličnim elementnima za granično stanje nosivosti (GSN)



### 3.5.5.5 Maksimalne deformacije za granično stanje uporabe (GSU)



Maksimalna deformacija  $w = 9,16 \text{ mm}$

$L / w = 2100 / 9,16 = 229 < L / 200 \Rightarrow \text{ZADOVOLJAVA}$

### 3.5.5.6 Provjera stabilnosti grube rešetke pod maksimalnim opterećenjem

Izvršena je linearizirana analiza trodimenzionalnog sustava koja kao rezultat daje vlastite vrijednosti kritičnog opterećenja pri kojem konstrukcija gubi stabilnost i pripadni vlastiti vektor koji ima značenje deformacijskog oblika izvijene konstrukcije.

Kritične sile za pojedine vlastite vrijednosti prikazane su u sljedećoj tablici

Buckling factor znači koliko puta je potrebno povećati zadano opterećenje da dođe do izvijanja čitavog sustava.

U proračunu je zadana kombinacija opterećenja za granično stanje nosivosti

$$E_d = 1,35 \cdot G + 1,50 \cdot Q$$

**Buckling Eigenvalues**  
Using Vectoriteration  
Iterationsvectors

6

No	LC	Relativ error	buckling factor
1	2051	1.74E-05	17.350
2	2052	2.90E-05	19.050
3	2053	1.79E-04	19.547

### 3.5.6 PROVJERA MEHANIČKE OTPORNOSTI I STABILNOSTI ČELIČNE LAMELE

#### 1. Poprečni-presjeci

CS1		
Vrsta	Rectangle	
Detaljno	100,00; 12,00	
Vrsta oblika	Masivni	
materijal predmeta	S 355	
Proizvodnja	opći	
Boja	■	
Čvrstoća izvijanje y-y,	d	d
Čvrstoća izvijanje z-z		
A [mm <sup>2</sup> ]	1,2000e+03	
A <sub>y</sub> [mm <sup>2</sup> ], A <sub>z</sub> [mm <sup>2</sup> ]	1,0026e+03	1,0000e+03
A <sub>L</sub> [m <sup>2</sup> /m], A <sub>D</sub> [m <sup>2</sup> /m]	2,2400e-01	2,2400e-01
c <sub>y,UCS</sub> [mm], c <sub>z,UCS</sub> [mm]	6,00	50,00
α [deg]	0,00	
I <sub>y</sub> [mm <sup>4</sup> ], I <sub>z</sub> [mm <sup>4</sup> ]	1,0000e+06	1,4400e+04
i <sub>y</sub> [mm], i <sub>z</sub> [mm]	28,87	3,46
W <sub>el,y</sub> [mm <sup>3</sup> ], W <sub>el,z</sub> [mm <sup>3</sup> ]	2,0000e+04	2,4000e+03
W <sub>pl,y</sub> [mm <sup>3</sup> ], W <sub>pl,z</sub> [mm <sup>3</sup> ]	3,0000e+04	3,6000e+03
M <sub>pl,y,+</sub> [Nmm], M <sub>pl,y,-</sub> [Nmm]	10650000,00	10650000,00
M <sub>pl,z,+</sub> [Nmm], M <sub>pl,z,-</sub> [Nmm]	1278000,00	1278000,00
d <sub>y</sub> [mm], d <sub>z</sub> [mm]	0,00	0,00
I <sub>t</sub> [mm <sup>4</sup> ], I <sub>w</sub> [mm <sup>6</sup> ]	5,3255e+04	1,1267e+07
β <sub>y</sub> [mm], β <sub>z</sub> [mm]	0,00	0,00
Slika		

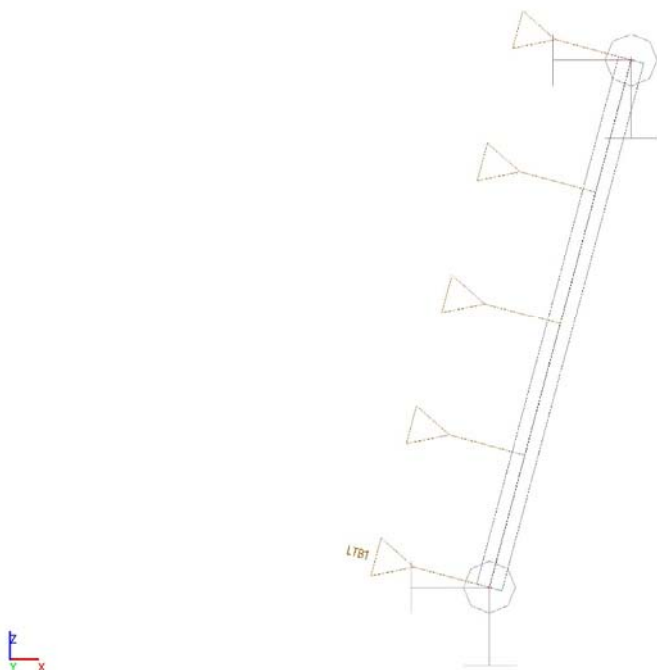
Objašnjenja simbola	
A	Površina
A <sub>y</sub>	Površina posmika u glavnom y-smjeru - Proračunato po 2D MKE analizi
A <sub>z</sub>	Površina posmika u glavnom z-smjeru - Proračunato po 2D MKE analizi
A <sub>L</sub>	Opseg po jedinici duljine
A <sub>D</sub>	Površina Sušenje po jedinici duljine
c <sub>y,UCS</sub>	Težište koordinirata u Y-smjeru unosa
c <sub>z,UCS</sub>	Težište koordinirata u Z-smjeru unosa
I <sub>y,LCS</sub>	Drugi moment površine oko YLKS osi
I <sub>z,LCS</sub>	Drugi moment površine oko ZLKS osi
I <sub>yz,LCS</sub>	Proizvodni moment površine u LKS sustavu
α	Kut zakretanja glavne osi sustava
I <sub>y</sub>	Drugi moment površine oko glavne y-osi
I <sub>z</sub>	Drugi moment površine oko glavne z-osi
i <sub>y</sub>	Radius rotacije oko glavne y-osi
i <sub>z</sub>	Radius rotacije oko glavne z - osi

Objašnjenja simbola	
W <sub>el,y</sub>	Modul elastičnosti presjeka oko glavne y-osi
W <sub>el,z</sub>	Modul elastičnosti presjeka oko glavne z-osi
W <sub>pl,y</sub>	Plastika Moment otpora o glavnoj osi y
W <sub>pl,z</sub>	Plastika Moment otpora o glavnoj osi z
M <sub>pl,y,+</sub>	Moment plastičnosti oko glavne y-osi za pozitivan My moment
M <sub>pl,y,-</sub>	Moment plastičnosti oko glavne y-osi za negativan My moment
M <sub>pl,z,+</sub>	Moment plastičnosti oko glavne z-osi za pozitivan Mz moment
M <sub>pl,z,-</sub>	Moment plastičnosti oko glavne z-osi za negativan Mz moment
d <sub>y</sub>	Koordinata središta posmika u glavnom y-smjeru mjereno iz težišta - Proračunato po 2D MKE analizi
d <sub>z</sub>	Koordinata središta posmika u glavnom z-smjeru mjereno iz težišta - Proračunato po 2D MKE analizi
I <sub>t</sub>	Konstanta torzije - Proračunato po 2D MKE analizi
I <sub>w</sub>	Konstanta vitoperenja - Proračunato po 2D MKE analizi
β <sub>y</sub>	Konstantna mono-simetrija oko glavne y-osi
β <sub>z</sub>	Konstantna mono-simetrija oko glavne z-osi

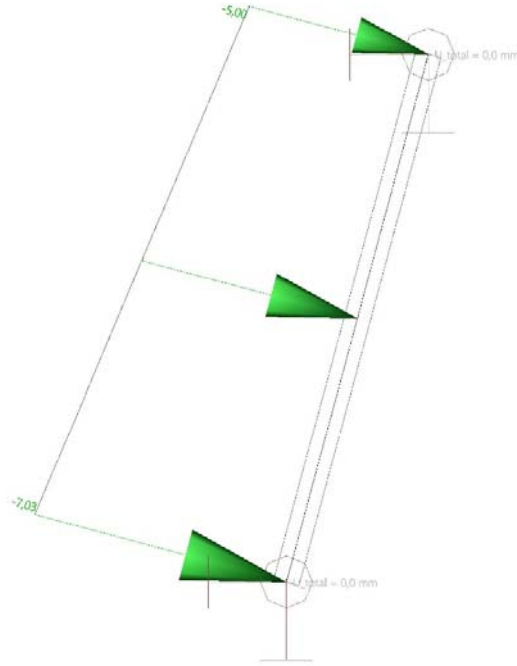
## 2. Elementi

Naziv	Poprečni presjek	Materijal	Duljina [m]	Poč. čvor	Krajnji čvor	Vrsta
B1	CS1 - Rectangle (100,00; 12,00)	S 355	2,100	N1	N2	greda (80)

## 3. Lamela - bočna pridrzanja LTB



#### 4. Opterećenje - Naplavina



Naziv	Element	Vrsta	Smjer	Vrijednost - P <sub>1</sub> [kN/m]	PO X1	Koor	Ishod	Eks ey [m]
	Slučaj opterećenja	Sustav	Raspodjela	Vrijednost - P <sub>2</sub> [kN/m]	PO X2	Pol		Eks ez [m]
LF1	B1 LC2 - Naplavina	Sila LCS	Z Trapez	-7,03 -5,00	0.000 1.000	Rela Duljina	Od početka	0,000 0,000

#### 5. Premještanje čvorova

Linearni proračun  
Slučaj opterećenja: LC1  
Ekstrem: Globalni  
Odabir: Svi

Naziv	Slučaj	U <sub>x</sub> [mm]	U <sub>y</sub> [mm]	U <sub>z</sub> [mm]	Φ <sub>x</sub> [mrad]	Φ <sub>y</sub> [mrad]	Φ <sub>z</sub> [mrad]	U <sub>ukupno</sub> [mm]
N2	LC1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
N1	LC1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

#### 6. Vitkost čelika

Linearni proračun

Element	Naziv CS	Dio	Horizontalni pomak y		L <sub>y</sub> [m]	k <sub>y</sub> [-]	I <sub>y</sub> [m]	λ <sub>y</sub> [-]	e <sub>0,y</sub> [mm]	I <sub>yz</sub> [m]	I <sub>LTB</sub> [m]
			Horizontalni pomak z		L <sub>z</sub> [m]	k <sub>z</sub> [-]	I <sub>z</sub> [m]	λ <sub>z</sub> [-]	e <sub>0,z</sub> [mm]		
B1	CS1	1	Da		2,100	1,000	2,100	72,746	14,0	2,100	2,100
			Da		2,100	1,002	2,105	607,712	14,0		

#### 7. LTB nasloni

Naziv	Element	Položaj z	Koor	Pol x [m]	Rep (n)	Redovno	dx [m]	Na početak	Na kraj	Potpuno ograničen
LTB1	B1	+ z	Aps0	0,000	5	✓	0,525	✓	✓	x

## 8. EC-EN 1993 Provjera KGS metalne konstrukcije

Vrijednosti: **UC<sub>ukupno</sub>**  
Linearni proračun  
Kombinacija: ULS-Set B (auto)  
Koordinatni sustav: Glavni  
Ekstrem 1D: Globalni  
Odabir: Svi

**EN 1993-1-1 Norma provjere**  
Nacionalni dodatak: Standard EN

Element B1	0,600 / 2,100 m	Rectangle (100,00; 12,00)	Opći	S 355	ULS-Set B (auto)	0,71 -
------------	-----------------	------------------------------	------	-------	------------------	--------

**Kombinacijski ključ**  
ULS-Set B (auto) / 1.35\*LC1 + 1.50\*LC2

Parcijalni koeficijenti sigurnosti		
Otpornost poprečnih presjeka	$\gamma_{M0}$	1,00
Otpornost na nestabilnost	$\gamma_{M1}$	1,00
Otpornost presjeka mreže	$\gamma_{M2}$	1,25

Materijal		
Granica popuštanja	$f_y$	355,0 MPa
Granica čvrstoća	$f_u$	490,0 MPa

...:PROVJERA PRESJEKA:...

Provjera kritičnog je na poziciji 0,600 m

Unutarnje sile		Proračunato	Jedinica
Okomita sila	$N_{Ed}$	-0,05	kN
Posmična sila	$V_{y,Ed}$	0,00	kN
Posmična sila	$V_{z,Ed}$	3,96	kN
Torzija	$T_{Ed}$	0,00	kNm
Moment savijanja	$M_{y,Ed}$	4,17	kNm
Moment savijanja	$M_{z,Ed}$	0,00	kNm

**Klasifikacija presjeka za dimenzioniranje**

Klasifikacija prema EN 1993-1-1 članku 5.5.2

Klasifikacija unutarnjih i vanjskih dijelova prema normi EN 1993-1-1 tablici 5.2 list 1 & 2

Id	Vrsta	c [mm]	t [mm]	$\sigma_1$ [MPa]	$\sigma_2$ [MPa]	$\Psi$ [-]	$k_\sigma$ [-]	$\alpha$ [-]	c/t [-]	Granica Klasa 1 [-]	Ograničenje Klasa 2 [-]	Ograničenje Klasa 3 [-]	Klasa
1	UO	100,00	12,00	-208,58	208,67	-1,0	0,8	0,5	8,3	14,6	16,3	15,8	1

Popr. presjek je klasificiran kao Klasa 1

**Bilješka:** Granica klasifikacije je postavljena prema Semi-Comp+.

**Tlačna provjera**

Prema EN 1993-1-1 članak 6.2.4 i formula (6.9)

Presjek područje	A	1,2000e+03	mm <sup>2</sup>
Tlačna otpornost	$N_{c,Rd}$	426,00	kN
Provjera jedinica		0,00	-

$$N_{c,Rd} = \frac{A \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{1,2000 \cdot 10^3 [\text{mm}^2] \times 355,0 [\text{MPa}]}{1,00} = 426,00 [\text{kN}] \quad (\text{EC3-1-1: 6.10})$$

$$\text{Provjera jedinica} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{c,Rd}} = \frac{|-0,05 [\text{kN}]|}{426,00 [\text{kN}]} = 0,00 \leq 1,00 \quad (\text{EC3-1-1: 6.9})$$

**Provjera momenta savijanja za  $M_y$**

Prema EN 1993-1-1 članak 6.2.5 i formula (6.12),(6.13)

Plastični modul presjeka	$W_{pl,y}$	3,0000e+04	mm <sup>3</sup>
Plastični moment savijanja	$M_{pl,y,Rd}$	10,65	kNm
Provjera jedinica		0,39	-

$$M_{pl,y,Rd} = \frac{W_{pl,y} \times f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{3,0000 \cdot 10^4 [\text{mm}^3] \times 355,0 [\text{MPa}]}{1,00} = 10,65 [\text{kNm}] \quad (\text{EC3-1-1: 6.13})$$

$$\text{Provjera jedinica} = \frac{|M_{y,Ed}|}{M_{pl,y,Rd}} = \frac{|4,17 [\text{kNm}]|}{10,65 [\text{kNm}]} = 0,39 \leq 1,00 \quad (\text{EC3-1-1: 6.12})$$

**Provjera posmika za  $V_z$**

Prema EN 1993-1-1 članak 6.2.6 i formula (6.17)

Faktor korekcije posmika	$\eta$	1,20	
Posmik površina	$A_v$	1,2000e+03	mm <sup>2</sup>
Plastični otpora smicanja za $V_{z,Rd}$	$V_{pl,z,Rd}$	245,95	kN
Provjera jedinica		0,02	-

$$V_{pl,z,Rd} = \frac{A_v \times \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}} = \frac{1,2000 \cdot 10^3 [\text{mm}^2] \times \frac{355,0 [\text{MPa}]}{\sqrt{3}}}{1,00} = 245,95 [\text{kN}] \quad (\text{EC3-1-1: 6.18})$$



$$\text{Provjera jedinica} = \frac{|V_{z,Ed}|}{V_{c,z,Rd}} = \frac{3,96[\text{kN}]}{245,95[\text{kN}]} = 0,02 \leq 1,00 \quad (\text{EC3-1-1: 6.17})$$

**Provjera kombinirane sile savijanja, osne sile i sile posmika**  
Prema EN 1993-1-1 članak 6.2.9.1 i formula (6.31)

Dizajn plastična otpornost na trenutak smanjio zbog $N_{pl,Ed}$	$M_{N,y,Rd}$	10,65	kNm
Provjera jedinica		0,39	-

$$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} \times \left[ 1 - \left( \frac{|N_{Ed}|}{N_{pl,Rd}} \right)^2 \right] = 10,65[\text{kNm}] \times \left[ 1 - \left( \frac{|-0,05[\text{kN}]|}{426,00[\text{kN}]} \right)^2 \right] = 10,65[\text{kNm}] \quad (\text{EC3-1-1: 6.32})$$

$$\text{Provjera jedinica} = \frac{|M_{y,Ed}|}{M_{N,y,Rd}} = \frac{4,17[\text{kNm}]}{10,65[\text{kNm}]} = 0,39 \leq 1,00 \quad (\text{EC3-1-1: 6.31})$$

**Bilješka:** Budući da su posmične sile manje od polovice plastične posmične otpornosti njihov učinak na moment otpornosti se zanemaruje.

Element zadovoljava provjeru presjeka.

...:PROVJERA STABILNOSTI:...

**Klasifikacija za izvijanje**

Odlučujuće pozicija za razvrstavanje stabilnosti: 1,050 m

Odlučujući faktor iskoristivosti  $\eta$ : 0,47

Klasifikacija prema EN 1993-1-1 članku 5.5.2

Klasifikacija unutarnjih i vanjskih dijelova prema normi EN 1993-1-1 tablici 5.2 list 1 & 2

Id	Vrsta	c [mm]	t [mm]	$\sigma_1$ [MPa]	$\sigma_2$ [MPa]	$\Psi$ [-]	$k_{\sigma}$ [-]	$\alpha$ [-]	c/t [-]	Granica Klasa 1 [-]	Ograničenje klasa 2 [-]	Ograničenje Klasa 3 [-]	Klasa
1	UO	100,00	12,00	-249,57	249,57	-1,0	0,9	0,5	8,3	14,6	16,3	15,8	1

Popr. presjek je klasificiran kao Klasa 1

**Bilješka:** Granica klasifikacije je postavljena prema Semi-Comp+.

**Bilješka:** Odlučujući položaj za klasifikaciju stabilnosti temelji se na faktoru iskoristivosti  $\eta$  prema Semi-Comp+.

**Provjera savijanja izvijanje**

Prema EN 1993-1-1 članak 6.3.1.1 i formula (6.46)

Parametri izvijanja	yy	zz
Vrsta izvijanja	horizontalni pomak	horizontalni pomak
Sistemska dužina	L	2,100
Faktor izvijanja	k	1,00
Duljina izvijanja	$l_{cr}$	2,100
Kritična Euler opterećenje	$N_{cr}$	469,98
Vitkost	$\lambda$	72,75
Relativna vitkost	$\lambda_{rel}$	0,95
granična vitkost	$\lambda_{rel,0}$	0,20

**Bilješka:** Vitkost ili tlačna sila je takva da učinci izvijanja savijanjem mogu biti ignorirani prema EN 1993-1-1 članak 6.3.1.2(4).

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \times E \times I_y}{l_{cr,y}^2} = \frac{\pi^2 \times 210000,0[\text{MPa}] \times 1,0000 \cdot 10^6[\text{mm}^4]}{2,100[\text{m}]^2} = 469,98[\text{kN}]$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \times E \times I_z}{l_{cr,z}^2} = \frac{\pi^2 \times 210000,0[\text{MPa}] \times 1,4400 \cdot 10^4[\text{mm}^4]}{2,105[\text{m}]^2} = 6,73[\text{kN}]$$

$$\lambda_y = \frac{l_{cr,y}}{i_y} = \frac{2,100[\text{m}]}{28,87[\text{mm}]} = 72,75$$

$$\lambda_z = \frac{l_{cr,z}}{i_z} = \frac{2,105[\text{m}]}{3,46[\text{mm}]} = 607,71$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi \times \sqrt{\frac{E}{f_y}}} = \frac{72,75}{\pi \times \sqrt{\frac{210000,0[\text{MPa}]}{355,0[\text{MPa}]}}} = 0,95 \quad (\text{EC3-1-1: 6.50})$$

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi \times \sqrt{\frac{E}{f_y}}} = \frac{607,71}{\pi \times \sqrt{\frac{210000,0[\text{MPa}]}{355,0[\text{MPa}]}}} = 7,95 \quad (\text{EC3-1-1: 6.50})$$

**Provjera torzijskog (-savijanje) izvijanja**

Prema EN 1993-1-1 članak 6.3.1.1 i formula (6.46)

Torzijska dužina izvijanja	$l_{cr,T}$	2,100	m
Elastična kritično opterećenje	$N_{cr,T}$	5094,66	kN
Relativna vitkost	$\lambda_{rel,T}$	0,29	
granična vitkost	$\lambda_{rel,0}$	0,20	

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \times \left( G \times I_t + \frac{\pi^2 \times E \times I_w}{l_{cr}^2} \right) = \frac{1}{29,07[\text{mm}]^2} \times \left( 80769,2[\text{MPa}] \times 5,3255 \cdot 10^4[\text{mm}^4] + \frac{\pi^2 \times 210000,0[\text{MPa}] \times 1,1267 \cdot 10^7[\text{mm}^6]}{2,100[\text{m}]^2} \right) = 5094,66[\text{kN}]$$

$$\lambda_{rel,T} = \sqrt{\frac{A \times f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{1.2000 \cdot 10^3 [\text{mm}^2] \times 355,0 [\text{MPa}]}{5094,66 [\text{kN}]} = 0,29$$

**Bilješka:** Vitkost ili tlačna sila je takva da učinci torzijskog (-savijanje) izvijanja mogu biti ignorirani prema EN 1993-1-1 članak 6.3.1.2(4).

**Lateralna provjera Torzijska izvijanje**

Prema EN 1993-1-1 članak 6.3.2.1 & 6.3.2.2 i formula (6.54)

parametri LTB			
Metoda za krivulje LTB		Opći slučaj	
Plastični modul presjeka	$W_{pl,y}$	3,0000e+04	mm <sup>3</sup>
Elastična kritični trenutak	$M_{cr}$	23,44	kNm
Relativna vitkost	$\lambda_{rel,LT}$	0,67	
granična vitkost krivulja LTB	$\lambda_{rel,LT,0}$	0,20	
Nesavršenost	$\alpha_{LT}$	0,76	
Redukcijski faktor	$\chi_{LT}$	0,66	
Dizajn izvijanje otpornost	$M_{b,Rd}$	7,03	kNm
Provjera jedinica		0,59	-

M <sub>cr</sub> parametri			
duljina LTB	$l_{LT}$	0,525	m
Utjecaj položaja opterećenja		bez utjecaja	
korektivni faktor	$k$	1,00	
korektivni faktor	$k_w$	1,00	
LTB faktor trenutak	$C_1$	1,08	
LTB faktor trenutak	$C_2$	0,03	
LTB faktor trenutak	$C_3$	1,00	
Udaljenost centra posmika	$d_z$	0,00	mm
Udaljenost od primjene opterećenja	$z_\eta$	0,00	mm
Konstantna mono-simetrija	$\beta_y$	0,00	mm
Konstantna mono-simetrija	$z_j$	0,00	mm

$$M_{cr} = C_1 \times \frac{\pi^2 \times E \times I_z}{l_{LT}^2} \times \left[ \left( \frac{k}{k_w} \right)^2 \times \frac{I_{yz}}{I_z} + \frac{I_{yy} \times G \times I_z}{\pi^2 \times E \times I_z} + (C_2 \times z_\eta - C_3 \times z_j)^2 - (C_2 \times z_\eta - C_3 \times z_j) \right] = 1,08$$

$$\times \frac{\pi^2 \times 210000,0 [\text{MPa}] \times 1.4400 \cdot 10^4 [\text{mm}^4]}{0,525 [\text{m}]^2}$$

$$\times \left[ \sqrt{\left( \frac{1,00}{1,00} \right)^2 \times \frac{1.1267 \cdot 10^4 [\text{mm}^4]}{1.4400 \cdot 10^4 [\text{mm}^4]} + \frac{0,525 [\text{m}]^2 \times 80769,2 [\text{MPa}] \times 5.3255 \cdot 10^4 [\text{mm}^4]}{\pi^2 \times 210000,0 [\text{MPa}] \times 1.4400 \cdot 10^4 [\text{mm}^4]} + (0,03 \times 0,00 [\text{mm}] - 1,00 \times 0,00 [\text{mm}])^2 - (0,03 \times 0,00 [\text{mm}] - 1,00 \times 0,00 [\text{mm}])} \right]$$

$$= 23,44 [\text{kNm}]$$

$$\lambda_{rel,LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \times f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{3.0000 \cdot 10^4 [\text{mm}^3] \times 355,0 [\text{MPa}]}{23,44 [\text{kNm}]} = 0,67$$

$$\chi_{LT} = \min \left( \frac{1}{\varphi_{LT} + \sqrt{\varphi_{LT}^2 - \lambda_{rel,LT}^2}}; 1 \right) = \min \left( \frac{1}{0,91 + \sqrt{0,91^2 - 0,67^2}}; 1 \right) = \min (0,66; 1) = 0,66$$

(EC3-1-1: 6.56)

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \times W_{pl,y} \times \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 0,66 \times 3.0000 \cdot 10^4 [\text{mm}^3] \times \frac{355,0 [\text{MPa}]}{1,00} = 7,03 [\text{kNm}]$$

(EC3-1-1: 6.55)

$$\text{Provjera jedinica} = \frac{|M_{y,Ed}|}{M_{b,Rd}} = \frac{[4,17 [\text{kNm}]]}{7,03 [\text{kNm}]} = 0,59 \leq 1,00$$

(EC3-1-1: 6.54)

**Bilješka:** C parametri se utvrđuju prema ECCS 119 2006 / Galea 2002.

**Provjera savijanja i uzdužnog tlaka**

Prema EN 1993-1-1 članak 6.3.3 i formula (6.61),(6.62)

Parametri provjere savijanja i uzdužnog tlaka			
metoda interakcija		alternativna metoda 1	
Presjek područje	A	1,2000e+03	mm <sup>2</sup>
Plastični modul presjeka	$W_{pl,y}$	3,0000e+04	mm <sup>3</sup>
Sila kompresije Dizajn	$N_{Ed}$	0,05	kN
Dizajn moment savijanja (maksimalno)	$M_{y,Ed}$	4,99	kNm
Dizajn moment savijanja (maksimalno)	$M_{z,Ed}$	0,00	kNm
Karakterističan otpor kompresije	$N_{Rk}$	426,00	kN
Karakterističan otpor trenutak	$M_{y,Rk}$	10,65	kNm
Redukcijski faktor	$\chi_y$	1,00	
Redukcijski faktor	$\chi_z$	1,00	
Redukcijski faktor	$\chi_{LT}$	0,66	
faktor interakcije	$k_{yy}$	1,00	
faktor interakcije	$k_{zy}$	0,60	

Maksimalni moment  $M_{y,Ed}$  je izveden iz duga svjetla B1 položaja 1,050 m.  
Maksimalni moment  $M_{z,Ed}$  je izveden iz duga svjetla B1 položaja 0,000 m.

Metoda Interakcija 1 parametre			
Kritična Euler opterećenje	$N_{cr,y}$	469,98	kN
Kritična Euler opterećenje	$N_{cr,z}$	6,73	kN
Elastična kritično opterećenje	$N_{cr,T}$	5094,66	kN
Plastični modul presjeka	$W_{pl,y}$	3,0000e+04	mm <sup>3</sup>
Elastični modul presjeka	$W_{el,y}$	2,0000e+04	mm <sup>3</sup>
Plastični modul presjeka	$W_{pl,z}$	3,6000e+03	mm <sup>3</sup>
Elastični modul presjeka	$W_{el,z}$	2,4000e+03	mm <sup>3</sup>
Drugi moment površine	$I_y$	1,0000e+06	mm <sup>4</sup>
Drugi moment površine	$I_z$	1,4400e+04	mm <sup>4</sup>
Konstanta torzije	$I_t$	5,3255e+04	mm <sup>4</sup>
Metoda za ekvivalentnu trenutak faktor C {, moja, 0}		Tablica A.2 Linija 4 (Linijsko opterećenje)	
Odgovara faktor trenutak	$C_{my,0}$	1,00	
Faktor	$\mu_y$	1,00	
Faktor	$\mu_z$	1,00	
Faktor	$\epsilon_y$	5522,91	
Faktor	$a_{LT}$	0,95	
Kritičan trenutak za ujednačenu savijanje	$M_{cr,0}$	21,79	kNm
Relativna vitkost	$\lambda_{rel,0}$	0,70	
Ograničite relativna vitkost	$\lambda_{rel,0,lim}$	0,21	
Odgovara faktor trenutak	$C_{mT}$	1,00	
Odgovara faktor trenutak	$C_{mLT}$	1,00	
Faktor	$b_{LT}$	0,00	
Faktor	$d_{LT}$	0,00	
Faktor	$W_y$	1,50	
Faktor	$W_z$	1,50	
Faktor	$\eta_{pl}$	0,00	
Maksimalna relativna vitkost	$\lambda_{rel,max}$	7,95	
Faktor	$C_{yy}$	1,00	
Faktor	$C_{zy}$	0,99	

$$\text{Provjera (6.61)} = 0,00 + 0,71 + 0,00 = 0,71 -$$

$$\text{Provjera (6.62)} = 0,00 + 0,43 + 0,00 = 0,43 -$$

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \times E \times I_y}{l_{cr,y}^2} = \frac{\pi^2 \times 210000,0[\text{MPa}] \times 1,0000 \cdot 10^6[\text{mm}^4]}{2,100[\text{m}]^2} = 469,98[\text{kN}]$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \times E \times I_z}{l_{cr,z}^2} = \frac{\pi^2 \times 210000,0[\text{MPa}] \times 1,4400 \cdot 10^4[\text{mm}^4]}{2,105[\text{m}]^2} = 6,73[\text{kN}]$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \times \left( G \times I_t + \frac{\pi^2 \times E \times I_w}{l_{cr}^2} \right) = \frac{1}{29,07[\text{mm}]^2} \times \left( 80769,2[\text{MPa}] \times 5,3255 \cdot 10^4[\text{mm}^4] + \frac{\pi^2 \times 210000,0[\text{MPa}] \times 1,1267 \cdot 10^7[\text{mm}^6]}{2,100[\text{m}]^2} \right) = 5094,66[\text{kN}]$$

$$C_{my,0} = 1 + \frac{0,03 \times |N_{Ed}|}{N_{cr,y}} = 1 + \frac{0,03 \times |0,05[\text{kN}]|}{469,98[\text{kN}]} = 1,00$$

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{|N_{Ed}|}{N_{cr,y}}}{1 - \frac{\chi_y \times |N_{Ed}|}{N_{cr,y}}} = \frac{1 - \frac{0,05[\text{kN}]}{469,98[\text{kN}]}}{1 - \frac{1,00 \times |0,05[\text{kN}]|}{469,98[\text{kN}]}} = 1,00$$

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{|N_{Ed}|}{N_{cr,z}}}{1 - \frac{\chi_z \times |N_{Ed}|}{N_{cr,z}}} = \frac{1 - \frac{0,05[\text{kN}]}{6,73[\text{kN}]}}{1 - \frac{1,00 \times |0,05[\text{kN}]|}{6,73[\text{kN}]}} = 1,00$$

$$\epsilon_y = \left| \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \right| \times \frac{A}{W_{el,y}} = \left| \frac{4,99[\text{kNm}]}{0,05[\text{kN}]} \right| \times \frac{1,2000 \cdot 10^3[\text{mm}^2]}{2,0000 \cdot 10^4[\text{mm}^3]} = 5522,91$$

$$a_{LT} = \max \left( 1 - \frac{l_t}{l_y}; 0 \right) = \max \left( 1 - \frac{5,3255 \cdot 10^4[\text{mm}^4]}{1,0000 \cdot 10^6[\text{mm}^4]}; 0 \right) = \max(0,95; 0,00) = 0,95$$

$$M_{cr,0} = C_1 \times \pi^2 \times E \times I_y \times \left[ \frac{\left( \frac{k}{k_w} \right)^2 \times I_w}{I_z} + \frac{(k \times l_{cr})^2 \times G \times I_t}{\pi^2 \times E \times I_z} + (C_2 \times z_2 - C_3 \times z_1)^2 - (C_2 \times z_2 - C_3 \times z_1) \right]$$

$$= \frac{1,00 \times \pi^2 \times 210000,0[\text{MPa}] \times 1,4400 \cdot 10^4[\text{mm}^4]}{(1,00 \times 0,525[\text{m}])^2} \times \left[ \frac{\left( \frac{1,00}{1,00} \right)^2 \times 1,1267 \cdot 10^7[\text{mm}^6]}{1,4400 \cdot 10^4[\text{mm}^4]} + \frac{(1,00 \times 0,525[\text{m}])^2 \times 80769,2[\text{MPa}] \times 5,3255 \cdot 10^4[\text{mm}^4]}{\pi^2 \times 210000,0[\text{MPa}] \times 1,4400 \cdot 10^4[\text{mm}^4]} + (0,03 \times 0,00[\text{mm}] - 1,00 \times 0,00[\text{mm}])^2 - (0,03 \times 0,00[\text{mm}] - 1,00 \times 0,00[\text{mm}]) \right]$$

$$= 21,79[\text{kNm}]$$

$$\lambda_{rel,0} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \times f_y}{M_{cr,0}}} = \sqrt{\frac{3,0000 \cdot 10^4[\text{mm}^3] \times 355,0[\text{MPa}]}{21,79[\text{kNm}]} = 0,70$$

$$\lambda_{rel,0,lim} = 0,2 \times \sqrt{C_{1y}} \times \sqrt{\left(1 - \frac{|N_{Ed}|}{N_{cr,z}}\right) \times \left(1 - \frac{|N_{Ed}|}{N_{cr,T}}\right)} = 0,2 \times \sqrt{1,08} \times \sqrt{\left(1 - \frac{|0,05[kN]|}{6,73[kN]}\right) \times \left(1 - \frac{|0,05[kN]|}{5094,66[kN]}\right)} = 0,21$$

$$C_{my} = C_{my,0} + (1 - C_{my,0}) \times \frac{\sqrt{\varepsilon_y} \times a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} \times a_{LT}} = 1,00 + (1 - 1,00) \times \frac{\sqrt{5522,91} \times 0,95}{1 + \sqrt{5522,91} \times 0,95} = 1,00$$

$$C_{mLT} = \max \left[ C_{my}^2 \times \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{|N_{Ed}|}{N_{cr,z}}\right) \times \left(1 - \frac{|N_{Ed}|}{N_{cr,T}}\right)}}; 1 \right] = \max \left[ 1,00^2 \times \frac{0,95}{\sqrt{\left(1 - \frac{|0,05[kN]|}{6,73[kN]}\right) \times \left(1 - \frac{|0,05[kN]|}{5094,66[kN]}\right)}}; 1 \right] = \max[0,95; 1,00]$$

$$= 1,00$$

$$b_{LT} = 0,5 \times a_{LT} \times \lambda_{rel,0}^2 \times \frac{|M_{y,Ed}|}{\chi_{LT} \times M_{pl,y,Rd}} \times \frac{|M_{z,Ed}|}{M_{pl,z,Rd}} = 0,5 \times 0,95 \times 0,70^2 \times \frac{|4,99[kNm]|}{0,66 \times 10,65[kNm]} \times \frac{|0,00[kNm]|}{1,28[kNm]} = 0,00$$

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

$$= 2 \times 0,95 \times \frac{0,70}{0,1 + 7,95^4} \times \frac{|4,99[kNm]|}{1,00 \times 0,66 \times 10,65[kNm]} \times \frac{|0,00[kNm]|}{1,00 \times 1,28[kNm]} = 0,00$$

$$w_y = \min \left( \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}}; 1,5 \right) = \min \left( \frac{3,0000 \cdot 10^4 [mm^3]}{2,0000 \cdot 10^4 [mm^3]}; 1,5 \right) = \min(1,50; 1,50) = 1,50$$

$$w_z = \min \left( \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}}; 1,5 \right) = \min \left( \frac{3,6000 \cdot 10^3 [mm^3]}{2,4000 \cdot 10^3 [mm^3]}; 1,5 \right) = \min(1,50; 1,50) = 1,50$$

$$n_{pl} = \frac{|N_{Ed}|}{\frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} = \frac{|0,05[kN]|}{\frac{426,00[kN]}{1,00}} = 0,00$$

$$\lambda_{rel,max} = \max(\lambda_{rel,y}; \lambda_{rel,z}) = \max(0,95; 7,95) = 7,95$$

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

$$= \max \left\{ 1 + (1,50 - 1) \times \left[ \left( 2 - \frac{1,6}{1,50} \times 1,00^2 \times 7,95 - \frac{1,6}{1,50} \times 1,00^2 \times 7,95^2 \right) \times 0,00 - 0,00 \right]; \frac{2,0000 \cdot 10^4 [mm^3]}{3,0000 \cdot 10^4 [mm^3]} \right\} = \max\{1,00; 0,67\}$$

$$= 1,00$$

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

$$= \max \left\{ 1 + (1,50 - 1) \times \left[ \left( 2 - 14 \times \frac{1,00^2 \times 7,95^2}{1,50^5} \right) \times 0,00 - 0,00 \right]; 0,6 \times \sqrt{\frac{1,50}{1,50}} \times \frac{2,0000 \cdot 10^4 [mm^3]}{3,0000 \cdot 10^4 [mm^3]} \right\} = \max\{0,99; 0,40\} = 0,99$$

$$N_{Rk} = A \times f_y = 1,2000 \cdot 10^3 [mm^2] \times 355,0 [MPa] = 426,00 [kN]$$

$$M_{y,Rk} = W_{pl,y} \times f_y = 3,0000 \cdot 10^4 [mm^3] \times 355,0 [MPa] = 10,65 [kNm]$$

$$k_{yy} = C_{my} \times C_{mLT} \times \frac{\mu_y}{1 - \frac{|N_{Ed}|}{N_{cr,y}}} \times \frac{1}{C_{yy}} = 1,00 \times 1,00 \times \frac{1,00}{1 - \frac{|0,05[kN]|}{469,98[kN]}} \times \frac{1}{1,00} = 1,00$$

$$k_{zy} = C_{my} \times C_{mLT} \times \frac{\mu_z}{1 - \frac{|N_{Ed}|}{N_{cr,y}}} \times \frac{1}{C_{zy}} \times \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} = 1,00 \times 1,00 \times \frac{1,00}{1 - \frac{|0,05[kN]|}{469,98[kN]}} \times \frac{1}{0,99} \times 0,6 \times \sqrt{\frac{1,50}{1,50}} = 0,60$$

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

$$= \frac{|0,05[kN]|}{1,00 \times \frac{426,00[kN]}{1,00}} + 1,00 \times \frac{|4,99[kNm]| + |0,00[kNm]|}{0,66 \times \frac{10,65[kNm]}{1,00}} + 0,61 \times \frac{|0,00[kNm]| + |0,00[kNm]|}{1,28[kNm]} = 0,71 \leq 1,00 \quad (\text{EC3-1-1: 6.61})$$

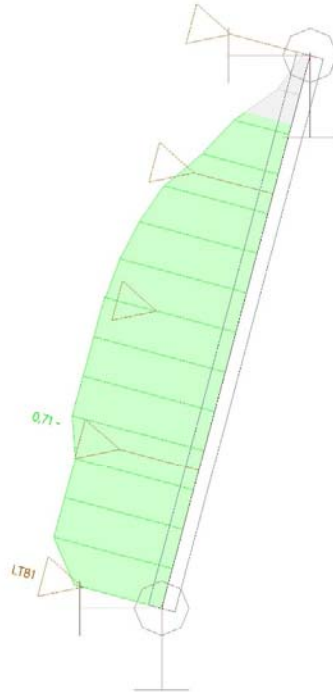
$$\text{Provjera (6.62)} = \frac{|N_{Ed}|}{\chi_z \times \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \times \frac{|M_{y,Ed}| + |\Delta M_{y,Ed}|}{\chi_{LT} \times \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \times \frac{|M_{z,Ed}| + |\Delta M_{z,Ed}|}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}}$$

$$= \frac{|0,05[kN]|}{1,00 \times \frac{426,00[kN]}{1,00}} + 0,60 \times \frac{|4,99[kNm]| + |0,00[kNm]|}{0,66 \times \frac{10,65[kNm]}{1,00}} + 1,01 \times \frac{|0,00[kNm]| + |0,00[kNm]|}{1,28[kNm]} = 0,43 \leq 1,00 \quad (\text{EC3-1-1: 6.62})$$

$$\text{Provjera jedinica} = \max(\text{Provjera (6.61)}; \text{Provjera (6.62)}) = \max(0,71; 0,43) = 0,71 \leq 1,00$$

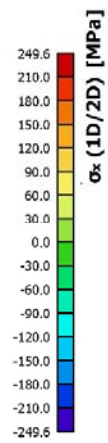
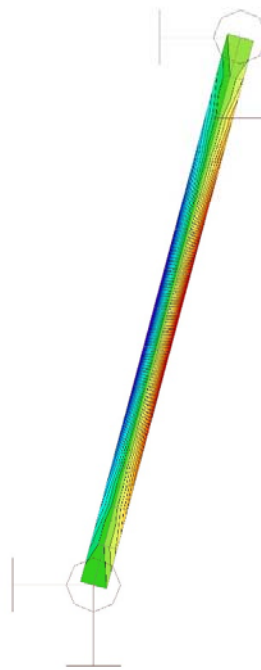
Element zadovoljava provjeru stabilnosti.

Values: **UC<sub>Overall</sub>**  
Linear calculation  
Combination: ULS-Set B (auto)  
Coordinate system: Principal  
Extreme 1D: Global  
Selection: All



### 9. Maksimalna naprezanja za GSN

Values:  **$\sigma_x$  (1D/2D)**  
Linear calculation  
Combination: ULS-Set B (auto)3  
Selection: All  
Location: In nodes avg. on macro.  
System: LCS mesh element  
Basic magnitudes



## 10. EC-EN 1993 provjera čelika na GSU

Linearni proračun  
Kombinacija: SLS-Char (auto)  
Koordinatni sustav: Glavni  
Ekstrem 1D: Globalni  
Odabir: Svi

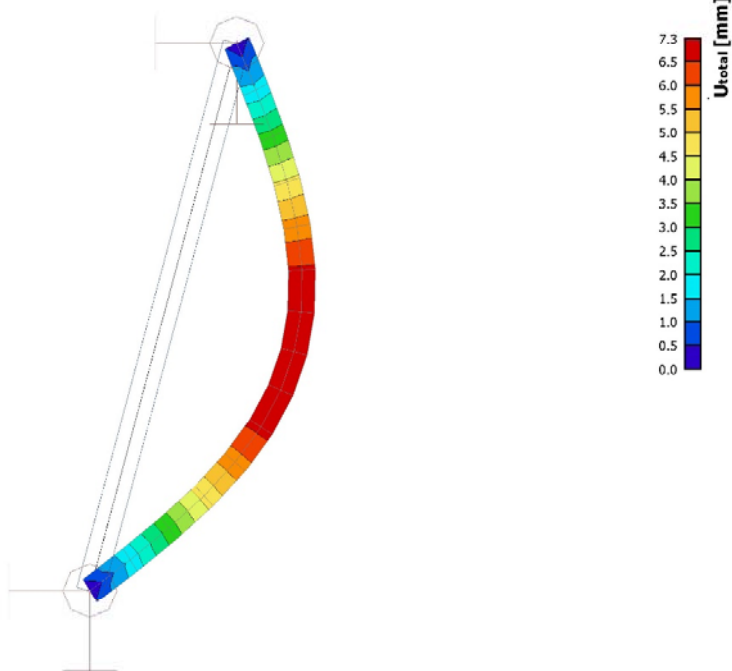
### Ukupna Unity Provjera

Naziv	dx [m]	Slučaj	$u_{y,max}$ [mm]	$u_{y,var}$ [mm]	Lim. $u_{y,max}$ [mm]	Lim. $u_{y,var}$ [mm]	Provjeri $u_{y,max}$ [-]	Provjeri $u_{y,var}$ [-]	Nadvišenje dx $u_z$ Nadvišenje [mm]	Provjera Overall [-]
B1	1,050-	SLS-Char (auto)/1	0,0 -7,3	0,0 -7,3	10,5 8,4	5,8 8,4	0,00 0,87	0,00 0,87	- -	<b>0,87</b>

Naziv	Kombinacijski ključ
SLS-Char (auto)/1	LC1 + LC2

## 11. Progibi za GSU

Values:  $U_{total}$   
Linear calculation  
Combination: SLS-Char (auto)  
Selection: All  
Location: In nodes avg. on macro.  
System: LCS mesh element



## 12. Reakcije na ležajevima

Linearni proračun  
Sustav: Globalni  
Ekstrem: Ne  
Odabir: Svi

### Reakcije na ležajevima

Naziv	Slučaj	$R_x$ [kN]	$R_y$ [kN]	$R_z$ [kN]	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]
Sn1/N1	LC1	0,00	0,00	-0,10	0,00	0,00	0,00
Sn1/N1	LC2	6,44	0,00	-1,73	0,00	0,00	0,00
Sn2/N2	LC1	0,00	0,00	-0,10	0,00	0,00	0,00
Sn2/N2	LC2	5,76	0,00	-1,54	0,00	0,00	0,00

Linearni proračun  
Kombinacija: ULS-Set B (auto)  
Sustav: Globalni  
Ekstrem: Element  
Odabir: Svi

**Reakcije čvora**

Naziv	Slučaj	R <sub>x</sub> [kN]	R <sub>y</sub> [kN]	R <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
Sn1/N1	ULS-Set B (auto)/1	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,10</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Sn1/N1	ULS-Set B (auto)/2	<b>-9,67</b>	0,00	<b>2,72</b>	0,00	0,00	<b>0,00</b>
Sn2/N2	ULS-Set B (auto)/1	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,10</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Sn2/N2	ULS-Set B (auto)/2	<b>-8,64</b>	0,00	<b>2,45</b>	0,00	0,00	<b>0,00</b>

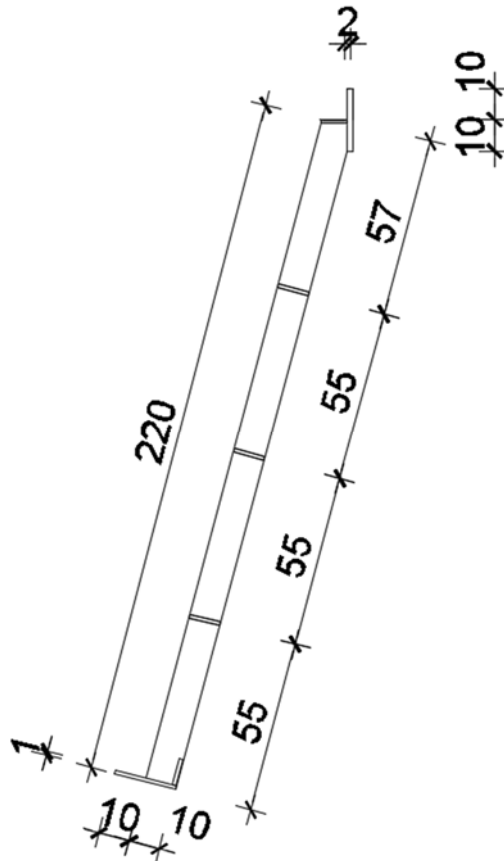
Naziv	Kombinacijski ključ
ULS-Set B (auto)/1	LC1
ULS-Set B (auto)/2	1.35*LC1 + 1.50*LC2

### 3.5.7 PRORAČUN SIDRENJA REŠETKE U ARMIRANOBETONSKU KONSTRUKCIJU

#### 3.5.7.1 Reakcije grube rešetke

Gruba rešetka na svojim krajevima prenosi u beton tlačnu reakciju okomito na plohu betona kako je prikazano u prethodnoj tablici.

Grubu rešetku je potrebno dostatno usidriti u beton u slučaju kada voda protječe u suprotnom smjeru, tj, kada se zaobalne vode ulijevaju u korito rijeke.



Za dimenzioniranje sidrenja rešetke razmatra se najnepovoljniji slučaj – razina zaobalnih voda je 2,00 m iznad kote gornjeg ruba rešetke.

OPTEREĆENJE NA LAMELU GRUBE REŠETKE			
Zapreminska težina vode $\gamma_w =$	$\gamma_w =$	10,00	kN/m <sup>3</sup>
Zapreminska težina napavine $\gamma_N =$	$\gamma_N =$	10,00	kN/m <sup>3</sup>
Dubina vode na vrhu rešetke	$H_{N,gore} =$	2,0	m
Dubina vode na dnu rešetke	$H_{N,dno} =$	4,0	m
Tlak vode na vrhu rešetke	$p_{w,gore} = \gamma_N \cdot H_{N,gore} =$	20,0	kN/m <sup>2</sup>
Tlak vode na dnu rešetke	$p_{w,dolje} = \gamma_N \cdot H_{N,dolje} =$	40,3	kN/m <sup>2</sup>
Pritisak naplavine na vrhu rešetke	$p_{N,gore} = \gamma_N \cdot H_{N,gore} \cdot b_{lamela} =$	2,00	kN/m
Pritisak naplavine na dnu rešetke	$p_{N,dolje} = \gamma_N \cdot H_{N,dolje} \cdot b_{lamela} =$	4,03	kN/m



KOMBINACIJE OPTEREĆENJA NA LAMELU GRUBE REŠETKE			
Koeficijent sigurnosti za stalno djelovanje	$\gamma_G =$	1,35	
Koeficijent sigurnosti za promjenjivo djelovanje	$\gamma_Q =$	1,5	
Faktorirano djelovanje na vrhu rešetke	$q_i = q_{Ed,gore} = \gamma_G \cdot g_{lam} + \gamma_Q \cdot p_{N,gore} =$	3,13	kN/m
Faktorirano djelovanje na dnu rešetke	$q_k = q_{Ed,dolje} = \gamma_G \cdot g_{lam} + \gamma_Q \cdot p_{N,dolje} =$	6,17	kN/m

MAKSIMALNA POPREČNA SILA NA OSLONCU LAMELE GRUBE REŠETKE			
Reakcija na vrhu lamele	$V_{Ed,gore} = (2 \cdot q_i + q_k) \cdot L_{lam} / 6 =$	4,35	kN
Reakcija na dnu lamele	$V_{Ed,dolje} = (q_i + 2 \cdot q_k) \cdot L_{lam} / 6 =$	5,41	kN
Linijska reakcija rešetke na beton gore	$v_{Ed,gore} = V_{Ed,gore} / b_{lamele} =$	43,48	kN/m
Linijska reakcija rešetke na beton dolje	$v_{Ed,dolje} = V_{Ed,dolje} / b_{lamele} =$	54,13	kN/m
Linijska reakcija rešetke - horizontalni pritisak na beton gore	$v_{Ed,gore,hor} = v_{Ed,gore} \cdot (\sin \alpha) =$	42,00	kN/m
Linijska reakcija rešetke - vertikalna reakcija gore	$v_{Ed,gore,vert} = v_{Ed,gore} \cdot (\cos \alpha) =$	11,25	kN/m
Linijska reakcija rešetke - horizontalni pritisak na beton dolje	$v_{Ed,dolje,hor} = v_{Ed,dolje} \cdot (\sin \alpha) =$	52,29	kN/m
Linijska reakcija rešetke - vertikalna reakcija dolje	$v_{Ed,dolje,vert} = v_{Ed,dolje} \cdot (\cos \alpha) =$	14,01	kN/m

## GORNJI RUB

Na gornjem rubu rešetke zavariti vertikalnu čeličnu ploču L x H x T = 1000 x 200 x 20 mm

Na ploči izbušiti četiri rupe Ø 22 za ugradnju navojnih šipki.

Razmak rupa: 125 mm / 250 mm / 250 mm / 250 mm / 125 mm

Ugraditi navojne šipke WIT-VI-A/A2 M20 , dužine 307 mm.

Efektivna dužina sidrenja 262 mm.

Za sidrenje koristiti sidreni mort WIT-300

## DONJI RUB

Na donjem rubu zavariti čeličnu ploču L x H x T = 1000 x 200 x 10 mm

Na ploči izbušiti četiri rupe Ø 22 za ugradnju navojnih šipki.

Razmak rupa: 125 mm / 250 mm / 250 mm / 250 mm / 125 mm

Ugraditi navojne šipke WIT-VI-A/A2 M20 , dužine 237 mm.

Efektivna dužina sidrenja 200 mm.

Za sidrenje koristiti sidreni mort WIT-300

### 3.5.7.2 Sidrenje grube rešetke na vrhu

#### Podaci za unos

Podloga	Beton: ispucani   C30/37; $f_{ck} = 30,00 \text{ N/mm}^2$ , $f_{ck,cube} = 37,00 \text{ N/mm}^2$   $h = 400 \text{ mm}$ Temperature range: 40 °C / 24 °C (Korisnik)   40 °C / 24 °C (Proračun)
Armatura	Betonski čelik, armatura: Normalno   Rubna armatura: Armaturene vilice Armatura za sprječavanje pukotina: Dostupno
Priključni profil	2 FI 75 x 8,0
Uvjeti instalacije	Postupak bušenja: Udarno bušenje   Stanje rupe: suho Savijanje sidra: Bez Type of cleaning: Compressed air cleaning (CAC), see installation manual ETA-17/0127

#### Artikli sidrenog vijka:

br. art.	Opis	Ø [mm]	l [mm]	$t_{fix,max}$ [mm]	VE [Komad]
Dostava na zahtjev	Sidrena šipka A2-50 x 1000 - Duljina rezanja: 307 mm - Količina rezanih komada po sidrenoj šipki: 3	M20	1000 mm	20 mm	5

Standardizirane navojne šipke sa:

- Materijali, mjere i mehaničke karakteristike prema tablici A1 odgovarajućeg odobrenja za sidreni mort
- Atestna dokumentacija 3.1 prema EN 10204:2004
- Oznaka dubine sidrenja

#### Mort:

br. art.	Opis
5918 500 320	bonded anchor mortar WIT-UH 300 with injection mortar cartridge 320 ml
5918 500 420	bonded anchor mortar WIT-UH 300 with injection mortar cartridge 420 ml
5918 503 825	bonded anchor mortar WIT-UH 300 with injection mortar cartridge 825 ml

**Odabran tip sidra i veličina** WIT-UH 300 + W-VI-A/A2 M20

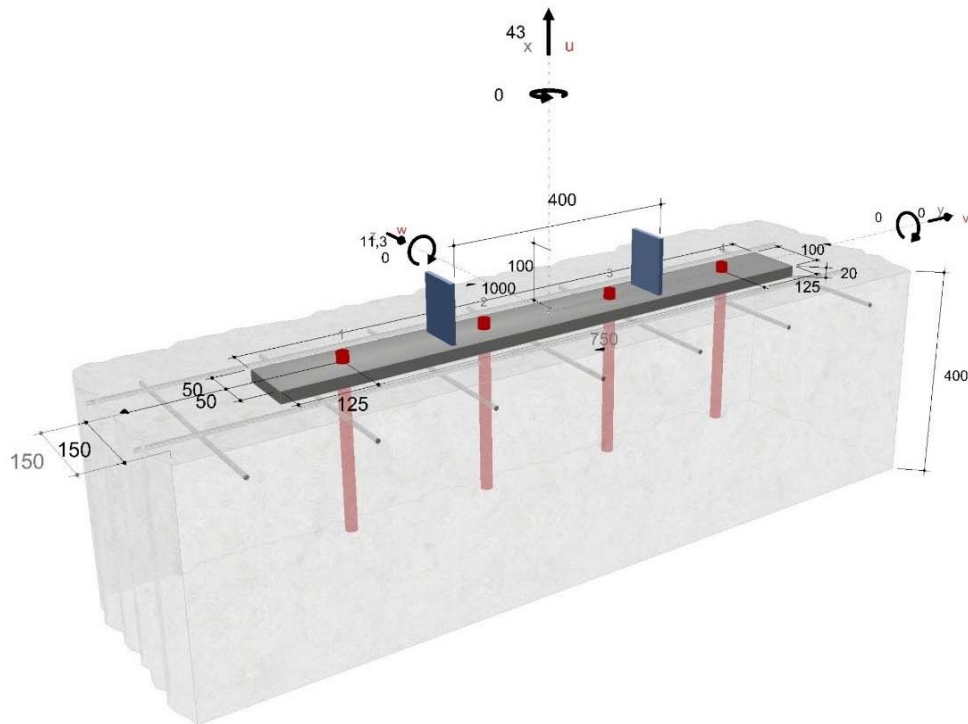
Materijal	A2 50
Efektivna dubina sidrenja	262 mm
Ocjena	ETA-17/0127 vrijedi od 13.11.2020.



#### Geometrija i opterećenje:

Unešeni podaci trebaju biti u skladu sa zadanim rubnim uvjetima te je potrebna kontrola njihove vjerodostojnosti! WÜRth ne preuzima odgovornost za moguće pogrešne podatke unesene od strane korisnika.

Korisnik:	Mobilni telefon:
Tvrtka:	e-mail:
Pozicija:	Internet:
WÜRth Proračun sidara 8.8.24.0	



**Slučajevi opterećenja:**

#	ime	$N_{Ed}$ [kN]	$V_{Edv}$ [kN]	$V_{Edw}$ [kN]	$M_{Edv}$ [kNm]	$M_{Edw}$ [kNm]	$M_{Edz}$ [kNm]	Vrsta opterećenja
1		43,000	0,000	-11,300	0,000	0,000	0,000	Normalno

**Dokazi**

**Rezultirajuće sile sidara:**

Broj sidara	$N_{Ed,x}^I$ [kN]	$(V^{Mx})_{Ed,y}^I$ [kN]	$(V^{Mx})_{Ed,z}^I$ [kN]	$(V^{Vy})_{Ed,y}^I$ [kN]	$(V^{Vz})_{Ed,z}^I$ [kN]	$V_{Ed,y}^I$ [kN]	$V_{Ed,z}^I$ [kN]	$V_{Ed}^I$ [kN]
1	20,017	0,000	0,000	0,000	-2,825	0,000	-2,825	2,825
2	20,017	0,000	0,000	0,000	-2,825	0,000	-2,825	2,825
3	20,017	0,000	0,000	0,000	-2,825	0,000	-2,825	2,825
4	20,017	0,000	0,000	0,000	-2,825	0,000	-2,825	2,825

	$\Sigma N_{Ed,x}^I$ [kN]	$\Sigma (V^{Mx})_{Ed,y}^I$ [kN]	$\Sigma (V^{Mx})_{Ed,z}^I$ [kN]	$\Sigma (V^{Vy})_{Ed,y}^I$ [kN]	$\Sigma (V^{Vz})_{Ed,z}^I$ [kN]	$\Sigma V_{Ed,y}^I$ [kN]	$\Sigma V_{Ed,z}^I$ [kN]	$ \Sigma V_{Ed}^I $ [kN]
Zbroj	80,066	0,000	0,000	0,000	-11,300	0,000	-11,300	11,300

Zbog provjere s elastičnom sidrenom pločom, unutarnje sile se povećavaju za 86,20 %

Unešeni podaci trebaju biti u skladu sa zadanim rubnim uvjetima te je potrebna kontrola njihove vjerodostojnosti! Würth ne preuzima odgovornost za moguće pogrešne podatke unesene od strane korisnika.

Korisnik:

Tvrtka:

Pozicija:

Würth Proračun sidara 8.8.24.0

Mobilni telefon

e-mail:

Internet:

**Sažetak:**

Opterećenje	Dokaz	Iskorištavanje	Status
Vlak	Slom čelika	46,73 %	dokazano
<b>Vlak</b>	<b>Kombinacija loma izvlačenjem sidra i sloma betona</b>	<b>74,42 %</b>	<b>dokazano</b>
Vlak	Slom betona	61,07 %	dokazano
Posmik	Slom čelika bez poluge	9,16 %	dokazano
Posmik	Slom betona grupe sidara (pry-out) (Grupa sidara)	4,31 %	dokazano
<b>Posmik</b>	<b>Slom ruba betona</b>	<b>50,39 %</b>	<b>dokazano</b>
Kombinacije vlačne/posmične sile	Interakcija (Slom čelika)	22,67 %	dokazano
<b>Kombinacije vlačne/posmične sile</b>	<b>Interakcija (Ostali, osim loma čelika)</b>	<b>99,97 %</b>	<b>dokazano</b>

**Izračun sidrene ploče:**

Sidra su proračunata pod uvjetom elastične sidrene ploče prema na EN1992-4 Poglavlje 6.2.1( $\alpha$ .scale = 86,20 %)

Izvršen je proračun sidrene ploče. Dokaz potrebne krutosti nije pružen.

Stahlspannung (Sidrena ploča):  $\beta = \sigma_{Ed} / (f_{yk} / \gamma_M) = 100,25 \text{ N/mm}^2 / (355 \text{ N/mm}^2 / 1,10) = 31,06 \%$

**Proračun sidrene ploče je uspješno izvršen.**

**Dokazi su uspješno provedeni!**

**Napomene:**

- Postupak dokazivanja: EN1992-4
- Potvrda
- Please note the software terms of use, especially §4.
- Točan broj artikla sidrenog vijka potražite u detaljnom opisu proizvoda (katalogu)
- Brojevi artikala dodatnog pribora za obradu i čišćenje bušotine dani su u detaljnim opisima (katalogizima). Detaljna uputstva za ugradnju nalaze se u katalogu te u službenoj ocjeni (ETA)
- Dani su rezultati osnovnog proračuna. Za detalje molimo kontaktirajte Vašeg glavnog projektanta / ovlaštenog statičara.
- Detaljna provjera prema GSU nije prikazana. Molimo kontaktirajte glavnog projektanta / ovlaštenog statičara.
- The selected anchor group is not regulated according to EN1992-4. The distribution of the internal forces and the verification are carried out according to the Würth Design Method.
- Exact interpretation of EN1992-4 1,2 b) does not allow the composition of anchors in the range of  $\max(10 \cdot \text{hef}; 60 \cdot d)$ .
- Proračun vrijedi jedino u slučaju kada su prolazni otvori nisu veći od onih prema tablici 4.1 iz EN 1992-4. U suprotnom pogledajte članak 1.1 iz EN 1992-4.
- Proračun se temelji na mnogobrojnim specifičnim pokazateljima za sidrene vijke. Kod zamjene sidara ili izmjene ulaznih vrijednosti, potreban je novi izračun. Trebaju se uzeti u obzir uvjeti, odnosno odredbe Dopuštenja za sidra.
- Untar jedne grupe smiju se koristiti samo sidra iste vrste i veličine.
- Dopuštene vrijednosti sila naprezanja zavise o danim kratkotrajnim i dugotrajnim temperaturama.
- Korištena kakvoća građevnog materijala treba se dokazati.
- Die Bemessungsregeln des Programms gelten nur unter der Annahme einer starren Ankerplatte.
- Die Betrachtung der vorliegenden Ankerplatte als starr oder nahezu starre Ankerplatte, ist Bestandteil ihrer technischen Beurteilung.
- Wenn sie von der starren Ankerplatte abweichen, werden die ermittelten Schnittkräfte nach Elastizitätstheorie mit einem Skalierungsfaktor (Relastische Dübelkräfte/lineare Dübelkräfte) erhöht. Dieses Ergebnis lassen sie sich bitte von einem Statiker prüfen und frei geben.
- Mehr Informationen zur starren Ankerplatte und deren Bemessung siehe Veröffentlichungen von Prof. Dr.-Ing. Jan Hofmann.
- Prijenos opterećenja unutar nosivih elemenata mora se provjeriti prema EN 1992-4, članak 4. U slučaju poravnavajućeg sloja,

Unešeni podaci trebaju biti u skladu sa zadanim rubnim uvjetima te je potrebna kontrola njihove vjerodostojnosti! Würth ne preuzima odgovornost za moguće pogrešne podatke unesene od strane korisnika.

Korisnik: \_\_\_\_\_ Mobilni telefon \_\_\_\_\_  
Tvrtna: \_\_\_\_\_ e-mail: \_\_\_\_\_  
Pozicija: \_\_\_\_\_ Internet: \_\_\_\_\_  
Würth Proračun sidara 8.8.24.0

pretpostavlja se da ispod sidrene ploče nema zračnih džepova, te da je sloj unaprijed pripremljen i ima potrebnu čvrstoću.

- Izbušene rupe moraju biti ispuhane komprimiranim zrakom prema ETA - 17/0127.

Unešeni podaci trebaju biti u skladu sa zadanim rubnim uvjetima te je potrebna kontrola njihove vjerodostojnosti! Würth ne preuzima odgovornost za moguće pogrešne podatke unesene od strane korisnika.

Korisnik:

Mobilni telefon

Tvrtka:

e-mail:

Pozicija:

Internet:

Würth Proračun sidara 8.8.24.0

### 3.5.7.3 Sidrenje grube rešetke na dnu

#### Podaci za unos

Podloga	Beton: ispucani   C30/37; $f_{ck} = 30,00 \text{ N/mm}^2$ , $f_{ck,cube} = 37,00 \text{ N/mm}^2$   $h = 400 \text{ mm}$ Temperature range: 40 °C / 24 °C (Korisnik)   40 °C / 24 °C (Proračun)
Armatura	Betonski čelik, armatura: Normalno   Rubna armatura: Armature vilice Armatura za sprječavanje pukotina: Dostupno
Priključni profil	2 FI 75 x 8,0
Uvjeti instalacije	Postupak bušenja: Udarno bušenje   Stanje rupe: suho Savijanje sidra: Bez Type of cleaning: Compressed air cleaning (CAC), see installation manual ETA-17/0127

#### Artikl sidrenog vijka:

br. art.	Opis	Ø [mm]	l [mm]	$t_{fix,max}$ [mm]	VE [Komad]
<b>Dostava na zahtjev</b>	<b>Sidrena šipka A2-50 x 1000</b> - Duljina rezanja: 237 mm - Količina rezanih komada po sidrenoj šipki: 4	<b>M20</b>	<b>1000 mm</b>	<b>12 mm</b>	<b>5</b>

Standardizirane navojne šipke sa:

- Materijali, mjere i mehaničke karakteristike prema tablici A1 odgovarajućeg odobrenja za sidreni mort
- Atestna dokumentacija 3.1 prema EN 10204:2004
- Oznaka dubine sidrenja

#### Mort:

br. art.	Opis
5918 500 320	bonded anchor mortar WIT-UH 300 with injection mortar cartridge 320 ml
5918 500 420	bonded anchor mortar WIT-UH 300 with injection mortar cartridge 420 ml
5918 503 825	bonded anchor mortar WIT-UH 300 with injection mortar cartridge 825 ml

<b>Odabran tip sidra i veličina</b>	<b>WIT-UH 300 + W-VI-A/A2 M20</b>
Materijal	A2 50
Efektivna dubina sidrenja	200 mm
Ocjena	ETA-17/0127 vrijedi od 13.11.2020.

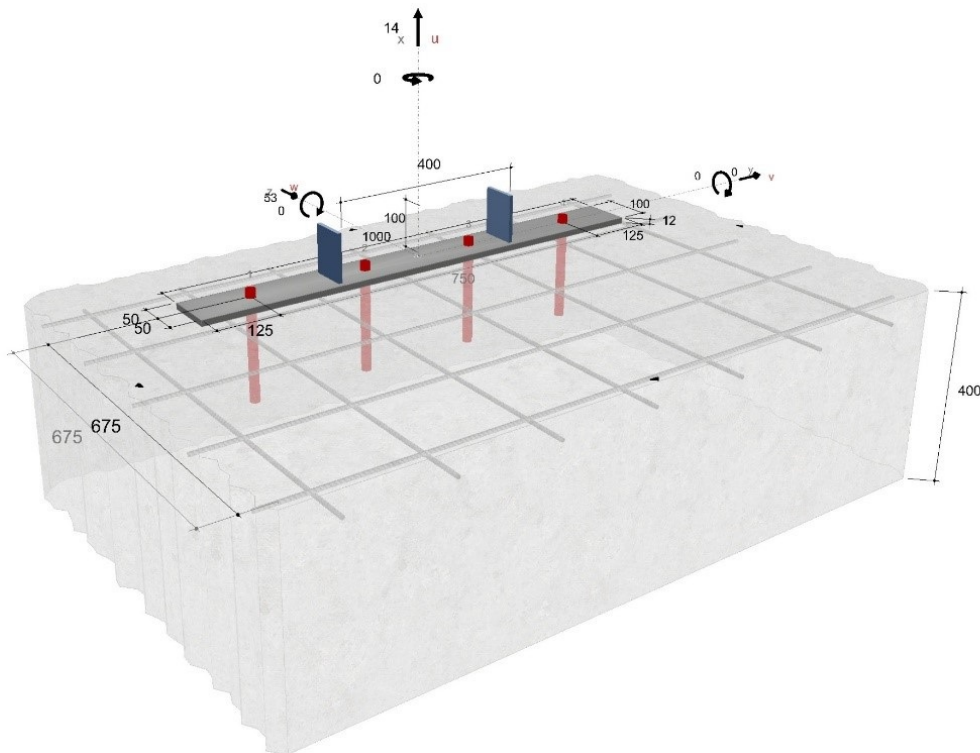


#### Geometrija i opterećenje:

Unešeni podaci trebaju biti u skladu sa zadanim rubnim uvjetima te je potrebna kontrola njihove vjerodostojnosti! Würth ne preuzima odgovornost za moguće pogrešne podatke unesene od strane korisnika.

Korisnik:	Mobilni telefon:
Tvrtka:	e-mail:
Pozicija:	Internet:

Würth Proračun sidara 8.8.24.0



Slučajevi opterećenja:

#	ime	$N_{Ed}$ [kN]	$V_{Edv}$ [kN]	$V_{Edw}$ [kN]	$M_{Edu}$ [kNm]	$M_{Edv}$ [kNm]	$M_{Edw}$ [kNm]	Vrsta opterećenja
1		14,000	0,000	-53,000	0,000	0,000	0,000	Normalno

## Dokazi

Rezultirajuće sile sidara:

Broj sidara	$N_{Ed,x}^i$ [kN]	$(V_{Ed,y}^{Mx,i})$ [kN]	$(V_{Ed,z}^{Mx,i})$ [kN]	$(V_{Ed,y}^{Vy,i})$ [kN]	$(V_{Ed,z}^{Vz,i})$ [kN]	$V_{Ed,y}^i$ [kN]	$V_{Ed,z}^i$ [kN]	$V_{Ed}^i$ [kN]
1	7,855	0,000	0,000	0,000	-13,250	0,000	-13,250	13,250
2	7,855	0,000	0,000	0,000	-13,250	0,000	-13,250	13,250
3	7,855	0,000	0,000	0,000	-13,250	0,000	-13,250	13,250
4	7,855	0,000	0,000	0,000	-13,250	0,000	-13,250	13,250

	$\Sigma N_{Ed,x}^i$ [kN]	$\Sigma (V_{Ed,y}^{Mx,i})$ [kN]	$\Sigma (V_{Ed,z}^{Mx,i})$ [kN]	$\Sigma (V_{Ed,y}^{Vy,i})$ [kN]	$\Sigma (V_{Ed,z}^{Vz,i})$ [kN]	$\Sigma V_{Ed,y}^i$ [kN]	$\Sigma V_{Ed,z}^i$ [kN]	$ \Sigma V_{Ed}^i $ [kN]
Zbroj	31,418	0,000	0,000	0,000	-53,000	0,000	-53,000	53,000

Zbog provjere s elastičnom sidrenom pločom, unutarnje sile se povećavaju za 124,42 %

Unešeni podaci trebaju biti u skladu sa zadanim rubnim uvjetima te je potrebna kontrola njihove vjerodostojnosti! Würth ne preuzima odgovornost za moguće pogrešne podatke unesene od strane korisnika.

Korisnik:

Mobilni telefon:

Tvrtka:

e-mail:

Pozicija:

Internet:

Würth Proračun sidara 8.8.24.0

**Sažetak:**

Opterećenje	Dokaz	Iskorištavanje	Status
Vlak	Slom čelika	18,34 %	dokazano
<b>Vlak</b>	<b>Kombinacija loma izvlačenjem sidra i sloma betona</b>	<b>30,53 %</b>	<b>dokazano</b>
Vlak	Slom betona	17,56 %	dokazano
Posmik	Slom čelika bez poluge	42,96 %	dokazano
Posmik	Slom betona grupe sidara (pry-out) (Grupa sidara)	17,46 %	dokazano
<b>Posmik</b>	<b>Slom ruba betona</b>	<b>54,25 %</b>	<b>dokazano</b>
Kombinacije vlačne/posmične sile	Interakcija (Slom čelika)	21,82 %	dokazano
<b>Kombinacije vlačne/posmične sile</b>	<b>Interakcija (Ostali, osim loma čelika)</b>	<b>56,83 %</b>	<b>dokazano</b>

**Izračun sidrene ploče:**

Sidra su proračunata pod uvjetom elastične sidrene ploče prema na EN1992-4 Poglavlje 6.2.1( $\alpha$  scale = 124,42 %)

Izvršen je proračun sidrene ploče. Dokaz potrebne krutosti nije pružen.

Stahlspannung (Sidrena ploča):  $\beta = \sigma_{Ed} / (f_{yk} / \gamma_M) = 151,59 \text{ N/mm}^2 / (355 \text{ N/mm}^2 / 1,10) = 46,97 \%$

**Proračun sidrene ploče je uspješno izvršen.**

**Dokazi su uspješno provedeni!**

**Napomene:**

- Postupak dokazivanja: EN1992-4
- Potvrda
- Please note the software terms of use, especially §4.
- Točan broj artikla sidrenog vijka potražite u detaljnom opisu proizvoda (katalogu)
- Brojevi artikala dodatnog pribora za obradu i čišćenje bušotine dani su u detaljnim opisima (katalozima). Detaljna uputstva za ugradnju nalaze se u katalogu te u službenoj ocjeni (ETA)
- Dani su rezultati osnovnog proračuna. Za detalje molimo kontaktirajte Vašeg glavnog projektanta / ovlaštenog statičara.
- Detaljna provjera prema GSU nije prikazana. Molimo kontaktirajte glavnog projektanta / ovlaštenog statičara.
- The selected anchor group is not regulated according to EN1992-4. The distribution of the internal forces and the verification are carried out according to the Würth Design Method.
- Exact interpretation of EN1992-4 1,2 b) does not allow the composition of anchors in the range of  $\max(10 \cdot \text{hef}; 60 \cdot d)$ .
- Proračun vrijedi jedino u slučaju kada su prolazni otvori nisu veći od onih prema tablici 4.1 iz EN 1992-4. U suprotnom pogledajte članak 1.1 iz EN 1992-4.
- Proračun se temelji na mnogobrojnim specifičnim pokazateljima za sidrene vijke. Kod zamjene sidara ili izmjene ulaznih vrijednosti, potreban je novi izračun. Trebaju se uzeti u obzir uvjeti, odnosno odredbe Dopuštenja za sidra.
- Untar jedne grupe smiju se koristiti samo sidra iste vrste i veličine.
- Dopuštene vrijednosti sila naprezanja zavise o danim kratkotrajnim i dugotrajnim temperaturama.
- Korištena kakvoća građevnog materijala treba se dokazati.
- Die Bemessungsregeln des Programms gelten nur unter der Annahme einer starren Ankerplatte.
- Die Betrachtung der vorliegenden Ankerplatte als starr oder nahezu starre Ankerplatte, ist Bestandteil ihrer technischen Beurteilung.
- Wenn sie von der starren Ankerplatte abweichen, werden die ermittelten Schnittkräfte nach Elastizitätstheorie mit einem Skalierungsfaktor (Relastische Dübelkräfte/lineare Dübelkräfte) erhöht. Dieses Ergebnis lassen sie sich bitte von einem Statiker prüfen und frei geben.
- Mehr Informationen zur starren Ankerplatte und deren Bemessung siehe Veröffentlichungen von Prof. Dr.-Ing. Jan Hofmann.
- Prijenos opterećenja unutar nosivih elemenata mora se provjeriti prema EN 1992-4, članak 4. U slučaju poravnavajućeg sloja,

Unešeni podaci trebaju biti u skladu sa zadanim rubnim uvjetima te je potrebna kontrola njihove vjerodostojnosti! Würth ne preuzima odgovornost za moguće pogrešne podatke unesene od strane korisnika.

Korisnik:  Mobilni telefon:   
 Tvrtka:  e-mail:   
 Pozicija:  Internet:   
 Würth Proračun sidara 8.8.24.0



pretpostavlja se da ispod sidrene ploče nema zračnih džepova, te da je sloj unaprijed pripremljen i ima potrebnu čvrstoću.

- Izbušene rupe moraju biti ispuhane komprimiranim zrakom prema ETA - 17/0127.

Unešeni podaci trebaju biti u skladu sa zadanim rubnim uvjetima te je potrebna kontrola njihove vjerodostojnosti! Würth ne preuzima odgovornost za moguće pogrešne podatke unesene od strane korisnika.

Korisnik:

Mobilni telefon

Tvrtka:

e-mail:

Pozicija:

Internet:

Würth Proračun sidara 8.8.24.0

: *Projektant:*

**Mario Merlin**  
struč.spec.ing.aedif.

## 4. PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE

### 4.1 OPĆI PODACI I DEFINICIJE

#### 4.1.1 PRIMJENA OPĆIH TEHNIČKIH UVJETA

Ovi tehnički uvjeti i program kontrole kvaliteta (u daljnjem tekstu Tehnički uvjeti) sadrže tehničke uvjete izvođenja radova, tehnologiju izvođenja, način ocjenjivanja kvalitete. Tehnički uvjeti vrijede za radove na konstrukciji i za radove koji se naknadno odrede na gradilištu, a koji su neophodni za potpuno dovršenje predmetne građevina.

Primjena ovih Tehničkih uvjeta je obavezna. Ovi tehnički uvjeti izrađeni su sukladno Zakonu o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19). Svi sudionici u građenju (investitor, izvođač i dr.) dužni su se pridržavati odredbi navedenog zakona.

#### **Investitor je dužan:**

- Projektiranje, građenje i nadzor povjeriti osobama ovlaštenim za obavljanje tih djelatnosti,
- Riješiti osiguranje zemljišta te sve imovinsko-pravne odnose,
- Prije gradnje ishoditi građevinsku dozvolu,
- Osigurati stručni nadzor nad građenjem,
- Po završetku gradnje poduzeti potrebne radnje za obavljanje tehničkog pregleda ishoda uporabne dozvole,
- Pridržavati se ostalih obveza po navedenom zakonu.

#### **Izvođač je dužan:**

- Radove izvoditi prema ugovoru u skladu s građevinskom dozvolom i drugim dokumentima,
- Radove izvoditi prema Projektima za koje je izdana građevinska dozvola, a u skladu s tehničkim propisima i pravilima struke,
- Organizirati kontrolu radova,
- Radove izvoditi na način da zadovolje svojstva u smislu pouzdanosti, mehaničke otpornosti i stabilnosti, sigurnosti za slučaj požara, zaštite zdravlja ljudi, zaštite korisnika od povreda, zaštite od buke i vibracija, toplinske zaštite i uštede energije, zaštite od korozije, te ostala funkcionalna i zaštitna svojstva,
- Ugrađivati materijale, opremu i proizvode predviđene projektom, provjerene u praksi, a čija je kvaliteta dokazana certifikatima i tehničkim dopuštenjima sukladno važećim propisima i normama,
- Osigurati dokaze o kvaliteti radova i ugrađenih proizvoda i opreme, statistički obrađenim rezultatima obavljenih ispitivanja i na drugi način, te certifikatima izdanim prema važećim tehničkim propisima i svim uvjetima danim u ovom poglavlju,
- Izvođač je dužan odrediti voditelja građenja na projektiranom objektu, a prema potrebi i za pojedine vrste radova,
- Izraditi program popravaka eventualnih oštećenja pojedinih elemenata konstrukcije i predložiti ga Nadzornom inženjeru i projektantu konstrukcije na odobrenje,
- Izvođač osigurava ili izrađuje svu navedenu dokumentaciju u potpoglavlju "Dokumentacija koju osigurava Izvođač radova".

## Dokumentacija koju osigurava Izvođač radova

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

- Lokacijsku dozvolu (ako je potrebna) i građevinsku dozvolu,
- Projektnu dokumentaciju potrebnu za izvođenje (ovjereni glavni i izvedbeni projekt),
- Projekt pripremnih radova i organizaciju gradilišta,
- Projekt tehnologije i izvođenja pojedinih radova,
- Projekt zaštite gradilišta, radova u izgradnji, sigurnosti ljudi i zaštite na radu,
- Zapisnik o iskolčenju objekta i način osiguranja stalnih točaka iskolčenja,
- Uredno vođen građevinski dnevnik i građevinsku knjigu s obračunskim nacrtima.

Dokumentaciju kojom se dokazuje tražena kvaliteta radova, konstrukcija i ugrađenog materijala i opreme (potvrde o sukladnosti, atesti, uvjerenja, certifikati, jamstveni listovi i sl.) a naročito:

- Program ispitivanja kvalitete ugrađenog betona i Izvještaje o ispitivanju betona od strane ovlaštene institucije,
- Potvrde o sukladnosti čeličnih elemenata te dokazi kvalitete spojeva.

Izvještaje o svim ostalim ispitivanjima koja su provedena po nalogu ispitivanju nadzornog inženjera ili bez njegovog naloga, a koja su potrebna radi dokazivanja kvalitete izvedenih radova i ugrađenih materijala.

### 4.1.2 KONTROLNA ISPITIVANJA

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

Izvješće o pogodnosti ugrađenih materijala mora sadržavati slijedeće dijelove:

- Naziv materijala, laboratorijsku oznaku uzorka, količinu uzoraka, namjenu materijala, mjesto i vrijeme (datum) uzimanja uzorka te izvršenih ispitivanja, podatke o proizvođaču i investitoru, podatke o građevini za koju se uzimaju uzorci odnosno vrši ispitivanje,
- Prikaz svih rezultata, laboratorijskih, terenskih ispitivanja za koja se izdaje uvjerenje odnosno ocjena kvalitete,
- Ocjenu kvalitete i mišljenje o pogodnosti (uporabljivosti) materijala za primjenu na navedenoj građevini te rok do kojega vrijedi izvješće,
- Uzimanje uzoraka i rezultati laboratorijskih ispitivanja moraju se upisivati u laboratorijsku i gradilišnu dokumentaciju (građevinski dnevnik).

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

Za materijale koji podliježu obveznom atestiranju mora se izdati atestna dokumentacija sukladno propisima.

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

## 4.2 PRIPREMNI RADOVI

U okviru pripremnih radova predviđene su sljedeće aktivnosti:

- geodetski radovi,
- uklanjanje postojećih građevina,
- čišćenje i priprema terena,
- lociranje i zaštita komunalnih i drugih priključaka.

### 4.2.1 GEODETSKI RADOVI

Geodetski radovi obuhvaćaju:

- iskolčenje svih objekata,
- sva mjerenja u vezi s prijenosom podataka iz projekata na teren i obrnuto,
- održavanje iskolčenih oznaka na terenu u cijelom razdoblju od početka radova do predaje svih radova investitoru,
- izradu snimka izvedenog stanja.

U radove su uključeni radovi na primopredaji i održavanju svih osnovnih geodetskih podloga i nacrti koje investitor predaje izvođaču na početku radova.

Izvođač mora nadzornom inženjeru dati na odobrenje program geodetskih radova.

Nadzorni inženjer mora biti promptno informiran o izvršenju programa te imati na raspolaganju svu dokumentaciju izvođača.

Opseg tih radova mora u svemu zadovoljiti potrebe građenja, kontrolnih radova, obračuna i drugih razloga koji uvjetuju izvršenje radova.

Geodetski radovi moraju se provoditi u skladu sa zahtjevima iz Općih tehničkih uvjeta za ceste, Knjiga 1, poglavlje 1-02 i pripadna potpoglavlja.

Od faze iskolčenja građevine, tijekom svih faza izgradnje, do završetka građevine nužan je stalni geodetski nadzor.

Tijekom građenja potrebno je vršiti:

- stalnu kontrolu iskolčenja i druge geometrije svih elemenata,
- kontrolu osiguranja svih točaka,
- kontrolu postavljenih profila,
- kontrolu repera i poligonalnih točaka.

### 4.2.2 ČIŠĆENJE I PRIPREMA TERENA

Uklanjanje grmlja i drveća provodi se u svemu prema Općim tehničkim uvjetima za ceste, Knjiga 1, poglavlje 1-03.1. Obuhvaća sječenje šiblja i stabala svih dimenzija, odsijecanje granja, rezanje stabala i debelih grana na dužine pogodne za prijevoz, vađenje korijenja, šiblja te starih panjeva te 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. Grmlje, stabla i panjeve treba ukloniti na svim mjestima koja odredi nadzorni inženjer. 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.

Treba izvaditi sve panjeve i korijenje do ovih dubina:

ispod nasipa – na najmanje 0,20 m ispod planuma temeljnog tla,  
ispod kolničke konstrukcije koja dolazi neposredno na temeljno tlo na najmanje 0,50 m ispod planuma temeljnog tla.

Posječena stabla i panjeve treba odlagati uz radni prostor na mjestima pristupačnim za odvoz stabala i gdje ona neće smetati radovima. Udubine od izvađenih panjeva na temeljnom tlu treba ispuniti istim materijalom kakav je na okolnom temeljnom tlu te izvesti zbijanje do propisane zbijenosti.

Rad se obračunava na sljedeći način:

uklanjanje grmlja i šiblja (do  $\varnothing$  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 1,0 m od zemlje):  $\varnothing$  10-30 cm,  $\varnothing$  većega od 30 cm.

#### 4.2.3 LOCIRANJE I ZAŠTITA KOMUNALNIH I DRUGIH PRIKLJUČAKA

Rad obuhvaća zaštitu komunalnih instalacija i ostalih priključaka, kao što su zračni i podzemni vodovi električne energije, plinovodi, naftovodi, telefonski vodovi, toplovodi, vodovodi, kanalizacija i drugo, koji su sastavni dio buduće prometnice, ili koji tijekom gradnje prometnice zbog primjerice prolaza teških i velikih vozila mogu biti ugrožene.

### 4.3 ZEMLJANI RADOVI

U ovom programu dani su kriteriji kvalitete i ispitivanja osnovnih materijala, tehnološki uvjeti i kontrola izvođenja za posteljicu te nosive slojeve od znatog materijala.

#### 4.3.1 HUMUS

Za uređenje prostora potrebno je ukloniti površinski sloj tla koji sadrži organske tvari koje mu u građevinskom smislu daju nepovoljna svojstva (humus). Predviđa se površinski iskop humusa debljine 20 cm te njegovo prebacivanje na privremeno odlagalište.

Rad mora biti obavljen u skladu s projektom, propisima, programom kontrole i osiguranja kvalitete, projektom organizacije građenja, zahtjevima nadzornog inženjera i općim tehničkim uvjetima (OTU) za radove na cestama.

Humus se iskopava isključivo strojno, a ručno jedino tamo gdje to strojevi ne bi mogli obaviti na zadovoljavajući način. Šiblje se mjestimično može odstraniti zajedno s humusom, ali se od njega mora odvojiti prije upotrebe humusa pri humusiranju.

Odguravanje humusa u odlagalište mora se obavljati tako da ne dođe do miješanja s nehumusnim materijalom.

Ako postoji višak humusa, potrebno je prethodno predvidjeti lokaciju i oblik odlagališta za njegovo odlaganje.

Prilikom iskopa humusa ne smije se dopustiti duže zadržavanje vode na tlu. Stoga tijekom iskopa treba voditi računa o tome da je omogućena stalna poprečna i uzdužna odvodnja.

Površine na kojima je nakon iskopa humusa predviđena izrada nasipa potrebno je odmah urediti i zbiti na način kako je opisano u OTU u potpoglavlju 2-08 te izraditi i zbiti prvi sloj nasipa u svemu kako se navodi u OTU u potpoglavlju 2-09.

Debljinu humusnog sloja ustanovljuje nadzorni inženjer u prisutnosti ovlaštenog predstavnika izvođača.

Identifikacija humusnog sloja obavlja se na osnovi mirisa, boje, sastojaka biljnih i životinjskih ostataka koji podliježu procesima razlaganja kao i količine ukupnih organskih tvari.

Ako humusni sloj i tlo, pogodno za uređenje u temeljno tlo, nije moguće jasno odijeliti vizualnim načinom, debljina humusnog sloja određuje se na osnovi laboratorijskog ispitivanja organskih tvari (HRN U.B1.024). Humusnim slojem smatra se površinski sloj sraslog tla u kojem je količina organskih tvari veća od 10 mas. %.

Rad se mjeri u kubičnim metrima stvarno iskopanog humusa, a plaća po ugovorenim jediničnim cijenama koje uključuju iskop humusa, prebacivanje u odlagalište s razastiranjem i planiranjem kao i sve ostalo prema opisu u OTU potpoglavlje 2-01.

#### 4.3.2 ŠIROKI ISKOP

Široki iskopi su predviđeni projektom, projektom organizacije građenja (POG) ili zahtjevom nadzornog inženjera. Rad uključuje i utovar iskopanog materijala u prijevozna sredstva. Iskop se obavlja prema visinskim kotama iz projekta te propisanim nagibima kosina, a uzimajući u obzir geomehnička svojstva tla i zahtijevana svojstva za namjensku upotrebu iskopanog materijala, u skladu s OTU.

Rad mora biti obavljen u skladu s projektom, propisima, programom kontrole i osiguranja kvalitete, projektom organizacije građenja, zahtjevima nadzornog inženjera i OTU.

Sve iskope treba obaviti prema predviđenim visinskim kotama i propisanim nagibima po projektu, odnosno po zahtjevima nadzornog inženjera. Pri izradi iskopa treba provesti sve mjere sigurnosti pri radu i sva potrebna osiguranja postojećih objekata i komunikacija.

Pri radu na iskopu treba paziti da ne dođe do potkopavanja ili oštećenja projektom predviđenih pokosa uslijed čega bi moglo doći do klizanja i odrona. Izvođač je dužan svaki mogući slučaj potkopavanja ili oštećenja pokosa odmah sanirati prema uputama nadzornog inženjera i za to nema pravo tražiti odštetu ili naknadu za višak rada ili nepredviđeni rad. Široki iskop treba obavljati prema odabranoj tehnologiji upotrebom odgovarajuće mehanizacije i drugih sredstava, a ručni rad ograničiti na nužni minimum.

Sukladno OTU II. 2-02 projektom je predviđen iskop u materijalu kategorije "C" te vrijede svi uvjeti navedeni u Općim tehničkim uvjetima za ceste, knjiga 2, poglavlje 2-02 i relevantna potpoglavljima. Iskop se obavlja izravno strojevima. Izbor vrste strojeva i njihov broj predviđeni su POG-om i odabranom tehnologijom iskopa.

Ako je iskopani materijal osjetljiv na atmosferske utjecaje, prilikom iskopa se takvi materijali moraju odmah utovariti, prevesti i ugraditi u nasipe ili istovariti na mjesto stalnog odlagališta. Svi iskopi se moraju izvesti prema poprečnim presjecima, kotama i nagibima iz projekta, vodeći računa o svojstvima i upotrebljivosti iskopanog materijala u određene svrhe tj. za izradbu nasipa ili kao građevni materijal za druge korisne svrhe.

Poprečna i uzdužna odvodnja mora biti u svim fazama rada besprijekorno riješena. Sva voda mora se odvesti izvan radnog prostora u pogodne recipijente. Otežani rad kao i zamjena vodom prezasićenog materijala, čiji su uzroci nepravilan rad i loša odvodnja, neće se posebno plaćati.

Za vrijeme rada na iskopu pa do završetka svih radova na projektu, izvođač je dužan brinuti se o tome da zbog moguće nepravilne odvodnje ne dođe do oštećenja izrađenih pokosa i da se ne ugrozi njihova stabilnost.

Količine širokog iskopa za obračun utvrđuju se mjerenjem stvarno izvedenog iskopa tla u sraslom stanju, u okviru projekta ili prema izmjenama koje odobrava nadzorni inženjer. Veće količine iskopanih materijala od projektiranih ili neodobrenih od nadzornog inženjera, tj. nastale pogreškom izvođača, ne plaćaju se. U jediničnu cijenu uračunani su svi radovi na iskopu materijala s utovarom u prijevozna sredstva, radovi na uređenju i čišćenju pokosa od labilnih blokova i rastresitog materijala, planiranje iskopanih i susjednih površina, te izvođač nema pravo zahtijevati bilo kakvu dodatnu naknadu za taj rad.

#### 4.3.3 ISKOPI ZA TEMELJE I GRAĐEVNE JAME

Iskopi se rade točno po mjerama i profilima te visinskim kotama iz projekta.

Rad mora biti obavljen u skladu s projektom, propisima, programom kontrole i osiguranja kvalitete (PKOK), projektom organizacije građenja (POG), zahtjevima nadzornog inženjera i Općim tehničkim uvjetima za radove na cestama (OTU).

U rad se ubrajaju i dodatni poslovi na sabiranju i crpljenju oborinskih, podzemnih ili izvorskih voda, vertikalni prijenos iskopanog materijala na potrebnu visinu, odlaganje iskopanog materijala potrebnog za nasipavanje oko gotovog temelja i odvoz viška iskopanog materijala.

Temeljenje se obavlja prema izvedbenim nacrtima projekta temeljenja koji treba sadržavati: ispitivanje uzoraka tla ispod temelja, proračun dopuštenog opterećenja, proračun slijeganja građevinskog objekta, njegovog dijela i susjednih objekata, dimenzioniranje temelja, te i druge podatke prema važećim zakonima i propisima iz područja građevinarstva.

Građevne jame treba oblikovati prema projektu.

Iskopani materijal treba odbaciti od stjenki i ruba iskopa na potrebnu sigurnu udaljenost od urušavanja, te ga razvrstati po upotrebljivosti za nasipavanje oko temelja, za ugradnju u nasipe ili prijevoz u odlagalište.

Dno građevne jame treba neposredno prije izrade temelja urediti nabijanjem. Ako je krivnjom izvođača građevna jama iskopana preduboko, izvođač je dužan popraviti jamu prema zahtjevima projekta odnosno prema odredbi nadzornog inženjera.

Ako se pri iskopu pojavljuju prepreke kao što su kabeli, kanali, drenaže, ostaci objekata, izvođač je dužan o tome obavijestiti nadzornog inženjera koji odlučuje na koji će način izvođač odstraniti ili osigurati takve prepreke, poštujući sve propise i upute vezane za njihovo djelovanje i upravljanje.

Ako se prilikom iskopa obavlja i crpljenje vode, onda se to treba raditi tako da se ne smanji zbijenost tla ili da se ne odnose sitnije čestice. Radi smanjenja brzine i količine dotoka vode, izrađuje se žmurje od dasaka, betonskih ili čeličnih talpi sa žljebovima.

Pri iskopu treba primijeniti sigurnosne mjere radi zaštite pokosa, što je dužnost izvođača. Za preuzimanje iskopa pregled i prijem obavlja geomehaničar i nadzorni inženjer.

Rad se mjeri u kubičnim metrima po stvarno obavljenom iskopu u sraslom stanju prema mjerama iz projekta ili odredbama nadzornog inženjera. Mjeri se od gornjeg ruba do dna iskopa, pri čemu se uzimaju u obzir i kategorije tla.

Dubine se mjere od prosječne kote terena na obodu građevne jame koja se smatra ishodišnom razinom za određivanje dubine iskopa. Mjeri se i iskop za potrebni radni prostor.

Rad se plaća po ugovorenoj jediničnoj cijeni za kubični metar iskopa, po količinama utvrđenim u prethodnom opisu za mjerenje rada.

U jediničnoj cijeni sadržan je sav rad potreban za izradu iskopa temelja građevnih jama, tj. iskopi, potrebna razupiranja, oplata, sva odvodnja, vertikalni prijenos i privremeno odlaganje iskopanog materijala, njegov utovar u prijevozna sredstva, prijevoz na određena mjesta i istovar, kao i uređenje i čišćenje terena poslije završetka ovih poslova, a sve prema opisima iz poglavlja 2-04 knjige 2 Općih tehničkih uvjeta za radove na cestama, pa izvođač nema pravo zahtijevati bilo kakve dodatne naknade.

Razne prepreke navedene u ovom potpoglavlju ne priznaju se posebno, s iznimkom slučajeva koji zahtijevaju visoke dodatne troškove (npr. izrada konstrukcija koje se nisu mogle prethodno predvidjeti). Za te i slične nepredviđene radove potrebna je prethodna suglasnost nadzornog inženjera.

Sve zemljane radove izvesti u skladu s opisom danim u tehničkom opisu i statičkom proračunu temeljne konstrukcije te u skladu sa zahtjevima Geotehničkog elaborata. Tijekom iskopa ovlašteni geomehaničar mora pregledati materijal iskopa i odrediti nagib pokosa.

Tijekom radova na iskopima kontrolirati:

- da se iskop obavlja prema profilima i visinskim kotama iz projekta, te propisanim nagibima pokosa iskopa (uzimajući u obzir geomehanička svojstva tla),
- da tijekom rada ne dođe do potkopavanja ili oštećenja okolnih građevina ili okolnog tla,
- da se ne vrše nepotrebno povećani ili štetni iskopi,
- da se ne degradira ili oštećuje temeljno tlo zbog nekontroliranih miniranja i neadekvatnih iskopa,
- za vrijeme rada na iskopu pa do završetka svih radova na objektu Izvođač je dužan osigurati pravilnu odvodnju,
- ne smije se dozvoliti zadržavanje vode u iskopima,
- vrstu i karakteristiku temeljnog tla kontrolirati prema geotehničkom elaboratu, a dubine i gabarite iskopa prema građevinskom projektu građevine.

#### 4.3.4 UREĐENJE TEMELJNOG TLA

Pod stavkom temeljno tlo podrazumijevaju se svi radovi na pripremi površine prirodnog terena u skladu s projektom i/ili zahtjevom Nadzornog inženjera, kako bi se ono priredilo za preuzimanje opterećenja građevine i za osiguranje hidrauličke stabilnosti.

Obično se uređuje površinski sloj tla debljine 30 cm, ali ta debljina može biti i veća. Tu spada i uređenje uleknuća, depresija i jama nastalih vađenjem panjeva i korijenja.

Tlo s kojeg je skinut humus treba u prvom redu dovesti u stanje vlažnosti koje omogućuje pravilno nabijanje. To se postiže kontrolom prirodne vlažnosti temeljnog tla i po potrebi vlaženjem, rahljenjem ili sušenjem tla. Tek kada materijal postigne optimalnu vlažnost po standardnom Proctorovom postupku pristupa se valjanju.

Materijal od optimalne vlažnosti može odstupati najviše 3%. Kod materijala osjetljivih na vodu, veliku pažnju treba posvetiti očuvanju temeljnog tla od prekomjernog vlaženja.

Dinamiku rada treba podesiti tako da se, ako vlažnost dopusti, temeljno tlo nabije odmah nakon skidanja humusa. Za vrijeme građenja mora biti osigurana odvodnja temeljnog tla. Prije nabijanja treba izravnati površinu tla.



Postupak uređenja temeljnog tla identičan je i kod nevezanih materijala, s tim da ono nije toliko osjetljivo na promjene vlažnosti, a nabijanje se obavlja pretežno vibracijskim sredstvima za nabijanje.

U stjenovitom terenu tlo na kojem je predviđena izrada nasipa ne nabija se, nego mu se samo čisti površina i osigurava dobro nalijeganje nasipa, a ako je teren strm i izrada stepenica. Stjenovito tlo na dijelu usjeka izravna se slojem usitnjenog kamenog materijala debljine do 20 cm i sabija sredstvima za nabijanje.

Ako se sastav temeljnog tla često mijenja (jame, grabe, korito potoka) potrebno je da se prije gradnje nasutih objekata temeljno tlo pripremi, odnosno sanira, kako je to dano u projektu. Rupe od izvađenih panjeva ili nepravilnih depresija treba zapuniti i nabiti. Kada se uvjeti zbijenosti ne mogu postići treba ovisno o uzrocima koji su do toga doveli, poduzeti neke od mjera sanacije:

- poboljšati površinsku odvodnju,
- iskopati nepodesni materijal i nadomjestiti ga zdravim materijalom.
  
- Kako bi se postigli propisani uvjeti, način sanacije temeljnog tla treba odabrati na osnovi potrebnih laboratorijskih ispitivanja i/ili vizualne ocjene stanja i kvalitete materijala u temeljnom tlu. Način sanacije predlaže Izvoditelj, a odobrava ga Nadzorni inženjer.

#### 4.3.4.1 Zahtjevi kakvoće

Kontrola kakvoće provodi se putem:

- tekućih ispitivanja – koja provodi Izvoditelj,
- kontrolnih ispitivanja – provodi Naručitelj.

#### 4.3.4.2 Učestalost ispitivanja

Uređenje temeljnog tla potrebno je provesti prema OTU II 2-08.1.

Ispitivanje modula stišljivosti ( $M_s \geq 25 \text{ MN/m}^2$ ) kružnom pločom  $\varnothing 30 \text{ cm}$  u skladu sa HRN U.B1.046 na svakih  $100 \text{ m}^2$  uređenog temeljnog tla.

Također treba na svakih  $100 \text{ m}^2$  treba kontrolirati vlažnost tla i zbijenost u odnosu na standardni Proctorov pokus.

### 4.4 TEHNIČKI UVJETI ZA BETONSKU I ARMIRANOBETONSKU KONSTRUKCIJU

#### 4.4.1 OPĆENITO

Proizvodnja, ugradnja i kontrola kvalitete obavljati će se u skladu s Tehničkim popisom za građevinske konstrukcije (NN 17/17, 75/20, 7/22), HRN EN 206:2021 "Beton - Specifikacija, svojstva, proizvodnja i sukladnost", i HRN EN 13670:2010 "Izvedba betonskih konstrukcija", ovim tehničkim uvjetima, te odgovarajućim HRN normama.

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

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

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

U slučaju proizvodnje betona na gradilištu Izvođač betonskih radova mora izraditi **Priručnik osiguranja kvalitete i kontrole proizvodnje**, a odnosi se na osoblje koje upravlja, izvodi i verificira radove, opremu, postupke proizvodnje, sastojke i betona. Priručnikom trebaju biti definirane odgovornosti, nadležna tijela i odnosi osoblja koje upravlja, izvodi i verificira radove. Posebno se mora istaknuti organizacijska sloboda i autoritet osoblja za minimiziranje rizika od nesukladnog betona i za identificiranje i izvještavanje o svakom problemu kvalitete betona. Izvještaje o kontroli proizvodnje treba čuvati najmanje 3 godine, ako zakonske obveze ne traže duže razdoblje.

Izvođač je dužan dokumentirati kvalitetu radova, elemenata i objekta statistički obrađenim rezultatima izvršenih ispitivanja i na drugi način, te certifikatima izdanim prema tehničkim propisima i tehničkim uvjetima ovog projekta.

Geodetske kontrole i izmjere potrebne za izvođenje betonskih i armirano betonskih radova moraju biti izvedene točno i u svemu suglasno s izvedbenim nacrtima.

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

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

Za sastav projektiranog betona odgovoran je proizvođač betona.

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

Kontrolni postupak utvrđivanja svojstava svježeg betona provodi se na uzorcima koji se uzimaju neposredno prije ugradnje betona u betonsku konstrukciju u skladu sa zahtjevima norme HRN EN 13670 i projekta betonske konstrukcije, a najmanje pregledom svake otpremnice i vizualnom kontrolom konzistencije kod svake dopreme (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.

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

Kontrolni postupak utvrđivanja tlačne čvrstoće očvrsnulog betona ocjenjivanjem rezultata ispitivanja uzoraka i dokazivanje karakteristične tlačne čvrstoće betona provodi se odgovarajućom primjenom kriterija iz norme HRN EN 206.

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 EN 13791.

#### 4.4.2 KONTROLA KVALITETE

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

#### 4.4.3 KONTROLA KVALITETE MATERIJALA

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

#### 4.4.4 PROVJERA SUKLADNOSTI

Provjera sukladnosti je dio vanjske provjere, a provodi se da bi se utvrdilo jesu li određena proizvodnja ili rad izvedeni prema ugovornim odredbama. Sustav potvrđivanja sukladnosti propisan je Pravilnikom o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama o sukladnosti i označavanju građevinskih proizvoda (NN 103/08, 147/09, 87/10, 129/11, 118/19).

U slijedećoj tablici dana je skupina radnji koje se provode u pojedinom sustavu ocjenjivanja sukladnosti.

isprava o sukladnosti	sustav ocjenjivanja sukladnosti	radnju provodi proizvođač			radnju provodi ovlaštena osoba			
		stalna unutarnja kontrola proizvodnje	ispitivanje uzoraka iz proizvodnje prema utvrđenom planu ispitivanja	početno ispitivanje tipa građevnog proizvoda	početno ispitivanje tipa građevnog proizvoda	početni nadzor proizvodnog pogona i početni nadzor unutarnje kontrole proizvodnje	stalni nadzor, procjena i ocjena unutarnje kontrole proizvodnje	ispitivanje slučajnih uzoraka uzetih iz proizvodnje iz propisanih skupina
<b>C</b>	1+	•	•		•	•	•	•
	1	•	•		•	•	•	•
<b>I</b>	2+	•	•	•		• <sup>a)</sup>	• <sup>a)</sup>	
	2	•		•		• <sup>a)</sup>		
	3	•			•			
	4	•		•				

**C** označava certifikat sukladnosti

**I** označava izjavu o sukladnosti

• označava radnju koju je obavezan provesti ili provoditi proizvođač odnosno ovlaštena osoba u pojedinom sustavu ocjenjivanja sukladnosti

<sup>a)</sup> ovlaštena osoba izdaje certifikat unutarnje kontrole proizvodnje

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

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

#### 4.4.5 NADZOR NAD IZVOĐENJEM

Nadzor nad izvođenjem radova obavlja Nadzorni inženjer.

#### 4.4.6 MATERIJALI

Na osnovu rezultata početnih ispitivanja sastojaka i svojstava betona odabrati će se isporučioći sastojaka. Odabrani cement, agregat i voda moraju zadovoljavati uvjete propisane u normi HRN EN 206 i tamo navedenim normama.

Za proizvodnju betona mogu se upotrebljavati samo sastojci betona koji imaju propisanu deklaraciju i certifikat o sukladnosti s odgovarajućim specifikacijama.

Vrste i učestalost nadzora/kontrole ispitivanja opreme i sastojaka betona provode se prema HRN EN 206.

##### 4.4.6.1 Cement

Za proizvodnju betona mogu se upotrebljavati samo cementi čija su osnovna svojstva uvjetovana propisima odgovarajućih standarda, prethodno dokazana. Prethodna ispitivanja i dokaze podobnosti cementa za betonske radove obavlja institucija ovlaštena za poslove provođenja dokaza sukladnosti kvalitete cementa. Prethodni dokaz kvalitete mora se pribaviti za svaku vrstu i razred cementa pri čemu se pod vrstom cementa podrazumijeva cement određene oznake i određenog proizvođača.

Na prijedlog Izvođača, odluku o vrsti cementa donosi Projektant ili Nadzorni inženjer na temelju prethodnih ispitivanja i certifikata ovlaštene ustanove. Ovim projektom zahtijeva se da cementi trebaju biti razreda tlačne čvrstoće 42,5N prema HRN EN 197-1.

#### 4.4.6.2 Voda

Ako se koristi voda iz javnog vodovoda može se upotrebljavati bez potrebe dokazivanja uporabljivosti. Ako se za pripremanje betona koristi voda koja nije pitka Izvođač mora prethodno dokazati uporabljivost te vode u skladu s normom HRN EN 1008:2002, najmanje jednom svaka tri mjeseca (postojanje soli, sadržaj organskih tvari).

Voda ne smije sadržavati nikakve sastojke koji bi mogli ugroziti kvalitetu ili izgled betona ili morta. Isto vrijedi za vodu za njegovanje svježeg betona.

Kontrola vode za pripremu betona provodi se u centralnoj betonari (tvornici betona), u betonari pogona za proizvodnju predgotovljenih betonskih proizvoda i u betonari na gradilištu prije prve upotrebe.

#### 4.4.6.3 Agregat

Tehnička svojstva agregata, ovisno o porijeklu, opće i posebne zahtjeve bitne za krajnju namjenu u betonu, moraju biti specificirana prema normi HRN EN 12620:2008, normama na koje ta norma upućuje.

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

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

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

#### 4.4.6.4 Dodaci betonu (kemijski i mineralni)

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

##### Kemijski dodaci betonu

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

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

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

##### Mineralni dodaci betonu

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

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

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

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

#### 4.4.6.5 Čelik za armiranje

Čelik za armiranje mora imati isprave o sukladnosti u skladu sa Zakonom o građevnim proizvodima i drugim važećim propisima.

Za armirano betonske konstrukcije predviđen je slijedeći čelik za armiranje:

**armaturne rebraste šipke B 500** razreda duktilnosti **B** ( $f_{yk} = 500$  MPa - karakteristična granica razvlačenja),

**zavarene mreže B 500** razreda duktilnosti **A i B** ( $f_{yk} = 500$  MPa - karakteristična granica razvlačenja).

Ispitivanje svojstava čelika za armiranje provodi se prema nizovima normi HRN EN 10080, te prema nizu normi HRN EN ISO 15630 i prema normi HRN EN 10002-1.

#### 4.4.7 RAZREDBA BETONA - SPECIFIKACIJE BETONA

Beton i armirani beton potrebno je proizvoditi, ugrađivati i kontrolirati u skladu s HRN EN 206:2021, "Beton - Specifikacija, svojstva, proizvodnja i sukladnost", i HRN EN 13670:2010 "Izvođenje betonskih konstrukcija", te u njima propisanim normama.

Osnovni zahtjevi po dijelovima konstrukcije su:

Sastav betona određuje se na osnovu početnih ispitivanja, koja se provode u laboratoriju proizvođača betona, a zatim s odabranim sastavima na betonari.

Ukoliko se beton proizvodi na gradilištu, Izvođač radova mora sastaviti Program početnih ispitivanja betona i sastojaka i predati ga Nadzornom inženjeru na odobrenje 14 dana prije početka ispitivanja. Početnim ispitivanjima moraju se dokazati sva svojstva predviđena prethodnom tablicom.

#### 4.4.8 SASTAV BETONSKIH MJEŠAVINA

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

#### 4.4.9 ISPORUKA SVJEŽEG BETONA

##### 4.4.9.1 Informacije korisnika betona proizvođaču

Korisnik će usuglasiti s proizvođačem:

- datum isporuke,
- vrijeme i
- količinu

i informirati proizvođača o:

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

##### 4.4.9.2 Informacije proizvođača betona korisniku

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

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

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

##### 4.4.9.3 Otpremnica za gotov (tvornički proizveden) beton

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

- ime tvornice betona,
- serijski broj otpremnice,
- datum i vrijeme utovara, tj. vrijeme prvog kontakta cementa i vode,
- broj vozila,
- ime kupca,
- ime i lokacija gradilišta,
- detalji ili reference uvjeta, npr. kodni broj, redni broj,
- količina betona u m<sup>3</sup>,
- deklaracija sukladnosti s referentnim uvjetima kvalitete i EN 206,
- ime ili znak certifikacijskog tijela ako je relevantno,
- vrijeme kad beton stiže na gradilište,
- vrijeme početka istovara,
- vrijeme završetka istovara.

#### 4.4.9.4 Konzistencija pri isporuci

Općenito je svako dodavanje vode ili kemijskih dodataka pri isporuci zabranjeno. U posebnim slučajevima voda ili kemijski dodaci mogu biti dodani kad je to pod odgovornošću proizvođača i primjenjuje se za dobivanje uvjetovane vrijednosti konzistencije, osiguravajući da uvjetovane granične vrijednosti nisu prekoračene i da je dodatak kemijskog dodatka uključen u projekt betona. Količina svakog dodatka vode ili kemijskog dodatka dodana u vozilo (mikser) mora biti upisana u otpremni dokument u svim slučajevima.

#### 4.4.9.5 Kontrola sukladnosti i kriteriji sukladnosti

Kontrola sukladnosti sastoji se od aktivnosti i odluka koje treba poduzeti u skladu s pravilima sukladnosti prilagođenim unaprijed radi provjere sukladnosti betona s propisanim uvjetima. Kontrola sukladnosti je integralni dio kontrole proizvodnje.

Svojstva betona kojima se kontrolira sukladnost jesu ona koja se mjere odgovarajućim ispitivanjima prema normiranim postupcima. Stvarne vrijednosti svojstava betona u konstrukcijama mogu se razlikovati od tih utvrđenih ispitivanjima, npr. ovisno o dimenzijama konstrukcije, ugradnji, zbijanju, njegovanju i klimatskim uvjetima.

Plan uzorkovanja i ispitivanja te kriteriji sukladnosti trebaju zadovoljavati postupke navedene u ovom poglavlju.

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

Kada su ispitivanja kontrole proizvodnje ista kao i ispitivanja uvjetovana za kontrolu sukladnosti, treba ih uzeti u obzir pri vrednovanju sukladnosti. Proizvođač može koristiti i druge rezultate ispitivanja isporučenog betona u prihvaćanju sukladnosti.

Sukladnost ili nesukladnost prosuđuje se prema kriterijima sukladnosti. Nesukladnost može voditi daljnjim akcijama na mjestu proizvodnje i na gradilištu.

#### 4.4.9.6 Kontrola proizvodnje

Proizvođač je odgovoran za besprijekorno upravljanje proizvodnjom betona. Sav beton mora biti predmet kontrole proizvodnje.

Kontrola proizvodnje obuhvaća sve mjere nužne za održavanje svojstava betona u sukladnosti s uvjetovanim svojstvima. To uključuje:



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

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

Sustav kontrole proizvodnje treba sadržavati odgovarajuće dokumentirani postupak i upute. Taj postupak i upute treba po potrebi utvrditi uzimajući u obzir potrebe kontrole iskazane u tablicama 22, 23 i 24 EN 206. Namjeravanu učestalost ispitivanja i nadzora treba dokumentirati. Rezultate ispitivanja i kontrola treba evidentirati izvještajima.

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

#### 4.4.9.7 Vrednovanje i potvrđivanje sukladnosti

Proizvođač je odgovoran za ocjenu sukladnosti betona s uvjetovanim svojstvima te mora provoditi i sljedeće:

- početno ispitivanje kad je traženo,
- kontrolu proizvodnje,
- kontrolu sukladnosti.

Proizvođačevu kontrolu proizvodnje treba za sve betone klase iznad C16/20 vrednovati i pregledavati ovlašteno nadzorno tijelo i zatim ovjeriti ovlašteno certifikacijsko tijelo. Proizvođač je odgovoran za održavanje sustava kontrole proizvodnje.

#### 4.4.10 SKELE I OPLATE

##### Osnovni zahtjevi

Skele i oplata, 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 oplata te njihovim uklanjanjem,
- skele i oplata moraju zadovoljavati mjerodavne hrvatske i europske norme kao što je EN 1065.

##### Materijali

##### Općenito

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

##### Oplatna ulja

Oplatna ulja treba odabrati i primijeniti na način da ne štete betonu, armaturi ili oplati i da ne djeluju štetno na okolinu. Nije li namjerno specificirano, oplatna ulja ne smiju štetno utjecati na valjanost

površine, njezinu boju ili na posebne površinske premaze. Oplatna ulja treba primjenjivati u skladu s uputama proizvođača ili isporučitelja.

#### Oplate

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

#### Površinska obrada

Posebnu površinsku obradu betona, ako se traži, treba utvrditi projektnim specifikacijama. Za prihvaćanje zadane kvalitete površinske obrade mogu biti uvjetovani pokusni betonski paneli.

Vrsta i kvaliteta površinske obrade ovise o tipu oplata, betonu (agregatu, cementu, kemijskim i mineralnim dodacima), izvedbi i zaštiti tijekom izvedbe.

#### Oplatni ulošci i nosači

Privremeni držači oplata, 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 uzrokuju neprihvatljive utjecaje na konstrukciju,
- ne reagiraju štetno s betonom, armaturom ili prednapetim čelikom,
- ne uzrokuju neprihvatljivi površinski izgled betona,
- ne štete funkcionalnosti i trajnosti konstrukcijskog elementa.

Svaki ugrađeni dio treba imati dovoljnu čvrstoću i krutost da zadrži oblik tijekom betoniranja. Ne smije sadržavati tvari koje mogu štetno djelovati na njih same, beton ili armaturu.

Udubljenja ili otvore za privremene radove treba zapuniti i završno obraditi materijalom kakvoće slične okolnom betonu, osim ako ne ostaju otvoreni ili im je drugi način obrade specificiran.

#### 4.4.11 ARMATURA I UGRADNJA ARMATURE

Armatura izrađena od čelika za armiranje prema odredbama ugrađuje se u armiranu betonsku konstrukciju prema projektu betonske konstrukcije, normi HRN EN 13670:2010, normama na koje ta upućuje.

Izvođač mora prema normi HRN EN 13670:2010 prije početka ugradnje provjeriti je li armatura u skladu sa zahtjevima iz projekta betonske konstrukcije, te je li tijekom rukovanja i skladištenja armature došlo do njezinog oštećivanja, deformacije ili druge promjene koja bi bila od utjecaja na tehnička svojstva betonske konstrukcije.

Nadzorni inženjer neposredno prije početka betoniranja mora:

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

## **Savijanje, rezanje, prijevoz i skladištenje**

Čelik za armiranje betona treba rezati i savijati prema projektnim specifikacijama. Pri tome:

- savijanje treba izvoditi jednolikom brzinom,
- savijanje čelika pri temperaturi ispod  $-5^{\circ}\text{C}$ , ako je dopušteno projektnim specifikacijama, treba izvoditi uz poduzimanje odgovarajućih posebnih mjera osiguranja,
- savijanje armature grijanjem smije se izvoditi samo uz posebno odobrenje u projektnim specifikacijama. Promjer trna za savijanje šipki treba biti prilagođen stvarnom tipu armature.

### **4.4.12 BETONIRANJE**

Uvjeti kakvoće betona

Beton mora biti proizveden prema uvjetima iz HRN EN 206 i ovim tehničkim uvjetima.

Isporuka, preuzimanje i gradilišni prijevoz svježeg betona

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

Kontrola prije betoniranja

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

Treba po potrebi izvesti početno ispitivanje betoniranja pokusnom ugradnjom i to prije izvedbe dokumentirati. Sve pripremljene radnje treba provjeriti i dokumentirati prema ovim uvjetima prije no što ugradnja betona počne. Konstrukcijske spojnice moraju biti čiste i navlažene. Oplatu treba očistiti od prljavštine, leda, snijega ili vode. Ako se beton ugrađuje izravno na tlo, svježi beton treba zaštititi od miješanja s tlom i gubitka vode. Konstrukcijske elemente treba podložnim betonom od najmanje 3-5 cm odvojiti od temeljnog tla ili za odgovarajuću vrijednost povećati donji zaštitni sloj betona.

Temeljno tlo, stijena, oplata ili konstrukcijski dijelovi u dodiru s pozicijom koja se betonira trebaju imati temperaturu koja neće uzrokovati smrzavanje betona prije no što dostigne dovoljnu otpornost na smrzavanje. Ugradnja betona na smrznuto tlo nije dopuštena ako za takve slučajeve nisu predviđene posebne mjere.

Predviđa li se temperatura okoline ispod  $0^{\circ}\text{C}$  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  $0^{\circ}\text{C}$ . Ako se predviđa visoka temperatura okoline u vrijeme betoniranja ili u razdoblju njegovanja, treba planirati mjere zaštite betona od tih negativnih djelovanja.

Ugradnja i zbijanje

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

Vibriranje, osim ako nije drugačije uvjetovano projektom, treba u pravilu izvoditi uronjenim vibratorima. Beton treba uložiti što bliže konačnom položaju u konstrukcijskom elementu.

Vibriranjem se beton ne smije namjerno navlačiti kroz oplatu i armaturu.

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 šipki 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 otvrđivača ili sličnih materijala nije dopušteno. Njegovanje i zaštita

Beton u ranom razdoblju treba zaštititi:

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

Pogodni su sljedeći postupci njegoovanja 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 njegoovanja trebaju osigurati nisku evaporaciju vlage iz površinskog sloja betona ili držati površinu stalno vlažnom.

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

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

Primjena zaštitnih premaza nije dopuštena na konstrukcijskim spojnica, na površinama koje će se naknadno obrađivati ili na površinama na kojima treba osigurati vezu s drugim materijalima, osim ako se prethodno potpuno ne uklone prije te sljedeće operacije ili ako dokazano ne djeluju štetno na tu sljedeću operaciju. Ako projektnim specifikacijama nije naglašeno dopušteno, zaštitni premazi se ne smiju koristiti ni na površinama s uvjetovanim posebnim izgledom površine. Površinska temperatura betona ne smije pasti ispod 0°C dok površina betona ne dosegne čvrstoću dovoljnu za otpornost na smrzavanje (obično iznad 5 N/mm<sup>2</sup>). Najviša temperatura betona ne smije prijeći 65°C. Mogući negativni utjecaji visokih temperatura betona tijekom njegovanja uključuju: značajno smanjenje čvrstoće, značajno povećanje poroznosti, odloženo formiranje etringita, povećanje razlike temperature betoniranog i prethodnog elementa.

### Geometrijske tolerancije

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

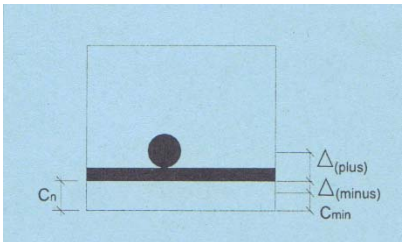
- mehaničku otpornost i stabilnost u privremenom i kasnijem uporabnom stanju,
- ponašanje tijekom uporabe građevine,
- kompatibilnost postavljanja i izvedbe konstrukcije i njezinih nekonstrukcijskih dijelova.

Nenamjerna mala odstupanja od referentnih vrijednosti koje nemaju značajniji utjecaj na ponašanje izvedene konstrukcije mogu se zanemariti.

Date tolerancije, nominirane kao normalne tolerancije, odgovaraju projektnim pretpostavkama i traženoj razini sigurnosti.

Zahtjevi ovog poglavlja odnose se na ukupnu konstrukciju. Kod pojedinih dijelova svaka međukontrola tih dijelova mora poštivati uvjete konačne kontrole izvedene konstrukcije. Dimenzije poprečnog presjeka, zaštitni sloj betona i položaj armature ne smiju odstupati od zadanih vrijednosti više no što je prikazano u sljedećoj tablici.

Slika 4-1: Tolerancije

N°	Tip odstupanja	Opis	Dopušteno odstupanje
a	Dimenzije poprečnog presjeka		+ 10 mm
b	Položaj obične armature u poprečnom presjeku	Za sve h vrijednosti je:   $\Delta(\text{minus})$ a pozitivno za $h < 150 \text{ mm}$ $h = 400 \text{ mm}$ $h > 2500 \text{ mm}$ uz linearnu interpolaciju međuvrijednosti	- 10 mm  + 10 mm + 15 mm + 20 mm
$c_{\text{min}}$ = traženi najmanji zaštitni sloj betona; $c_n$ = nominalni zaštitni sloj = $c +  \Delta(\text{minus}) $ $c$ = stvarni zaštitni sloj; $\Delta$ = dopušteno odstupanje od $c_n$ ; $h$ = visina poprečnog presjeka Uvjet: $c + \Delta(\text{plus}) > c_n -  \Delta(\text{minus}) $ Dopušteno pozitivno odstupanje zaštitnog sloja temelja i elemenata u			

N°	Tip odstupanja	Opis	Dopušteno odstupanje
		temeljima može se povećati za 15 mm. Dano negativno odstupanje ne može.	
<b>c</b>	<b>Preklopni spoj</b>	l preklopna duljina	- 0,06 l
<b>d</b>	<b>Okomitost poprečnog presjeka</b>	a – duljina dimenzije poprečnog presjeka	ne više od 0,04a ili 10 mm
<b>e</b>	<b>Ravnost</b> Oplaćena ili zaglađena površina	L = 2,0 m	9 mm
		L = 0,2 m	4 mm
		Ne oplaćene površine :	
➤ globalno	L = 2,0 m	15 mm	
➤ lokalno	L = 0,2 m	6 mm	
<b>f</b>	<b>Zakošenost poprečnog presjeka</b>	ne veće od h/25 ili b/25 ali ne više od 30 mm	
<b>g</b>	<b>Ravnost bridova</b>	za dužine	8 mm
		≥ 1 m	8 mm/m ali ne više od 20 mm
		> 1 m	
<b>h</b>	<b>Otvori u ulošcima</b>	$\Delta_1; \Delta_2; \Delta_3;$	± 25 mm

Kvaliteta zidanja mora biti u skladu sa zahtijevanom kvalitetom zidova u ovom projektu, prema važećim propisima za zidane konstrukcije, a u nedostatku državnih normi koristiti pripadne euronorme.

## 4.5 GEOTEKSTIL

### Općenito

Geotekstili se proizvode od vlakana polimernih materijala kao što su polipropilen, poliester, poliamid i drugi. Takav finalni proizvod ima svojstva sirovine od koje je proizveden.

Izvoditelj je dužan pribaviti odgovarajuće tehničke podatke o netkanom tekstilu od proizvođača, s navedenim područjima primjene i uputama o načinu spajanja.

Primjenu određene vrste netkanog tekstila na osnovi predloženih uvjerenja odobrava Nadzorni inženjer.

### Opseg radova

Zadatak ovog dijela tehničkih uvjeta uključuje osiguranje svog osoblja, radne snage, i opreme, i izvedbu svih radova potrebnih za proizvodnju, skladištenje, dopremu, postavljanje, i testiranje geotekstila, uključujući postavljanje kako je ovdje specificirano i kako je prikazano na nacrtima.

Postavljanje geotekstila mora se provesti usklađeno s izvedbom temeljnog nasipa od tucanika, sustava za detekciju oštećenja geomembrane brtvenog sloja geomembrane i završnog sloja šljunka.

### Smjernice

- EN ISO 9864      Površinska masa g/m<sup>2</sup>
- EN ISO 10319    Vlačna čvrstoća    Uzd./Popr. kN/m
- ISO 12236      Probojna sila N

### Certifikati

Najmanje sedam (7) dana prije planirane upotrebe, izjava o sukladnosti proizvođača (dobavljača) koji potvrđuje da su zahtjevi za geotekstil, u skladu s ovim tehničkim uvjetima.

### Isporuka

NADZORNI INŽENJER će biti prisutan za vrijeme dostavljanja i istovara geotekstila. Role trebaju biti pakirane u neprozirni, vodonepropusni, zaštitni plastični omot. Plastični omot ne smije biti otklonjen do ugradnje. Ako su sakupljeni uzorci za osiguranje kvalitete, role trebaju odmah biti ponovo zamotane plastičnim omotom. Geotekstil ili plastični omot koji je oštećen za vrijeme skladištenja ili rukovanja treba biti popravljen ili zamijenjen, ovisno o direktivi. Svaka rola treba biti označena imenom proizvođača (dobavljača), tipom geotekstila, brojem role, dimenzijama role (duljina, širina, bruto težina) i datumom proizvodnje.

### Skladištenje

Role geotekstila trebaju biti zaštićene od oštećenja, opreme koja se koristi pri gradnji, ultravioletnog zračenja, kemikalija, iskri i plamena, temperature iznad sedamdeset (70) stupnjeva C i bilo kojih drugih utjecaja okoliša koji mogu smanjiti fizikalna svojstva zaštitnog geotekstila.

## Rukovanje

Sa geotekstilnim rolama treba rukovati i treba ih istovarivati pomoću kamiona s uređajem za istovar, viljuškara s pomičnom šipkom ili sličnom opremom.

## Proizvodi

Geotekstil treba biti netkani propusni proizvod od polimernog materijala PES. Geotekstil treba biti oblikovan u mrežu tako da vlakna ili niti sačuvaju jedan prema drugom relativnu stabilnost u dimenzijama, uključujući i rubna vlakna. Geotekstil treba zadovoljiti uvjetima navedenim u tablici.

**Tablica 4-1: Fizička svojstva geotekstila 500 g/m<sup>2</sup>**

SOJSTVA	METODA TESTIRANJA	JEDINICE	VRIJEDNOSTI
Površinska masa	EN ISO9864	g/m <sup>2</sup>	500
Vlačna čvrstoća Uzd./popr.	EN ISO 10319	kN/m	33/34
Probojna sila CBR	ISO 12236	N	5500

## Kontrola kvalitete proizvodnje - uzimanje uzoraka i ispitivanje

Kontrola kvalitete proizvodnje - sakupljanje uzoraka i ispitivanje treba biti provedeno u skladu s priručnikom za kontrolu kvalitete proizvodnje, odobrenim od proizvođača. Kvaliteta materijala se dokazuje certifikatom nezavisne institucije, odobrene od strane Investitora.

## Izvedba

### Kontrola kvalitete građenja – sakupljanje uzoraka i ispitivanje

Uzorci za kontrolu kvalitete građenja:

Uzorci za kontrolu kvalitete građenja trebaju biti sakupljeni prema dopremanju na gradilište u skladu sa ovim tehničkim uvjetima. Veličina partije za uzimanje uzoraka za kontrolu kvalitete građenja će biti jednaka manjoj veličini od količini dopremljenog proizvoda i nosivosti kamiona. Jedinica mjere je jedna rola geotekstila. Učestalosti ispitivanja za ispitivanja kontrole kvalitete treba biti jedna rola na pet tisuća (5.000) kvadratnih metara. Uzorci trebaju biti označeni vodootpornim flomasterom i sadržavati ime proizvođača, identifikaciju proizvoda, broj partije, broj role, i smjer proizvodnje. Datum i jedinstveni broj uzorka trebaju također biti označeni na uzorku. Zaštitni omot role od geotekstila treba biti odbačen prije uzimanja uzoraka role. Uzorci će zatim biti sakupljeni rezajući punu širinu role geotekstila u debljini od najmanje jedan (1) metar u smjeru proizvodnje.

Role s kojih je uzet uzorak moraju odmah biti ponovno omotane u svoj zaštitni omot.

Ispitivanja za kontrolu kvalitete građenja:

IZVOĐAČ treba dopremiti uzorke za kontrolu kvalitete građenja do laboratorija za ispitivanje kontrole kvalitete. Uzorci će biti ispitivani da se potvrdi da geotekstil odgovara zahtjevima postavljenim u tablici. Rezultati ispitivanja koji ne odgovaraju navedenim zahtjevima trebaju rezultirati u odbijanju odgovarajućih rola.



## **Postavljanje**

### Priprema podloge

Podloga koja je ispod geotekstila treba biti dobro zbijena i što veće ravnosti.

### Polaganje

IZVOĐAČ treba zahtijevati prisutnost NADZORNOG INŽENJERA za vrijeme rukovanja i postavljanja. Role geotekstila koje su oštećene ili na dijelovima manjkave kvalitete trebaju biti popravljene ili zamijenjene po uputama. Geotekstil treba biti položen vodoravno i jednolično kako bi bio u direktnom kontaktu s podlogom. Geotekstil ne treba biti izložen vlačnom naprezanju, savijanju i nabiranju. Na padinama većim od pet (5) horizontalno i jedan (1) vertikalno, geotekstil treba biti položen da smjer proizvodnje proizvoda bude paralelan sa smjerom padine.

### Spajanje preklopom

Spajanje će se vršiti preklopom. Paneli geotekstila se trebaju kontinuirano preklapati najmanje tristo (300) mm, gdje se zahtjeva da su spojevi orijentirani okomito na padinu, gornji panel treba biti preklapljen preko donjeg panela. IZVOĐAČ može provesti spajanje šivanjem ili varenjem na gradilištu umjesto preklapanja.

### Zaštita

Uporaba spajalica ili igli radi pričvršćivanja geotekstila za određeni položaj nije dozvoljena.

Geotekstil treba biti zaštićen od opterećivanja, cijepanja i ostalih oštećenja za vrijeme postavljanja. Oštećen geotekstil treba biti popravljen ili zamijenjen prema uputama. Adekvatno opterećenje (npr. vreće s pijeskom) trebaju biti korištene da se spriječi podizanje zbog vjetra. Geotekstil se ne smije ostaviti nepokriven više od sedam (7) dana za vrijeme postavljanja.

### Popravci

Geotekstil koji je oštećen za vrijeme postavljanja treba biti popravljen postavljanjem zakrpe od geotekstila istog tipa koja prelazi najmanje tristo (300) mm preko ruba oštećenja ili defekta. Zakrpe trebaju biti kontinuirano pričvršćene korištenjem metode spajanja šivanjem ili neke druge metode dokazane kvalitete. Smjer proizvodnje zakrpe se treba podudarati sa smjerom geotekstila koji se popravljiva. Geotekstil koji se ne može popraviti treba biti zamijenjen.

### Prodori

Građevinski prodori kroz geotekstil trebaju biti izvedeni prema metodama koje je preporučio proizvođač geotekstila.

### Prekrivanje

Sitni materijal koji se polaže direktno na (gornji) geotekstil ne smije sadržati šljatko kamenje ili ostale strane predmete koji mogu oštetiti geotekstil. Smatra se da je potrebno polaganje zrnatog i sitnijeg materijala u debljini od najmanje tristo (300) mm prije djelovanja bilo kakvog opterećenja građevnih strojeva. Izvođač može posebno formirati pristupnu radnu oblogu u potrebnoj debljini, a ostala obloga može biti tanja.

Geotekstil ne smije biti prekrivan prije odobrenja NADZORNOG INŽENJERA. IZVOĐAČ treba zahtijevati prisutnost NADZORNOG INŽENJERA za vrijeme prekrivanja geotekstila. Smjer prekrivanja treba napredovati u smjeru niz preklap geotekstila. Međutim, na plohama padina, tlo zrnatog sloja treba nanositi odozdo prema gore. Šljunčani sloj treba postavljati na način da se spriječi da tlo ulazi u zone preklopa geotekstila, da se spriječi pojava vlačnih naprezanja u geotekstilu i da se spriječi nabiranje od preklapanja jednog preko drugog.

## 4.6 OSTALA GRADIVA I OPREMA

Za sva gradiva i elemente koji nisu izrijeком spomenuti ovim Programom, a ugraditi će se u građevinu, potrebno je prije ugradbe pribaviti pripadne Ateste i Dopuštenja kao dokaz standardne kvalitete. Uvjeti ugradbe moraju striktno odgovarati uputama, odnosno detaljnom projektu proizvođača. Za svako odstupanje primijenjenog gradiva ili gotovog proizvoda od projekta, potrebna je suglasnost Projektanta i Investitora.

### 1.1.1.1. Dilatacija traka

Ugradnja dilatacijskih traka vrši se na spojevima AB cijevnih segmenata.

Dilatacijska reška AB elemenata široka je 2,0 cm.

U svaku rešku ugrađuju se dilatacijska traka po cijelom obodu spoja, u sredini armiranobetonskog elementa.

Prije izvedbe susjednog SEGMENTA, uz vertikalnu betonsku površinu izvedene segmenta se postavlja sloj tvrdog ekstrudiranog polistirena (XPS) debljine 2,0 cm koji služi kao izgubljena oplata pri izvedbi NOVOG SEGMENTA. Stupanj tlačne čvrstoće ekstrudiranog polistirena (XPS) 500 kPa tj. tlačna čvrstoća pri 10 % deformaciji CS (10/Y) iznosi 500 kPa prema HRN EN 13164 ili jednakovrijedno.

Trake moraju zadovoljavati slijedeće zahtjeve prema normi DIN 7865-2, Tablica 1:

- izduženje kod prekida > 380 % (prema normi DIN 53504)
- otpornost na istezanje > 10 N/mm (prema normi DIN 53504)
- tvrdoća po SHORE-u  $62 \pm 5$  (prema normi ISO 7619-1:2012-02)
- postojanost oblika na tlak
- 168 sati kod  $23^{\circ}\text{C} \leq 20\%$  (prema ISO 815)
- 24 sata kod  $70^{\circ}\text{C} \leq 35\%$  (prema ISO 815)
- kod maksimalnog tlaka od 12,0 m vodenog stupca potrebno je osigurati minimalnu deformaciju od 30 mm. Rešetke na čepovima

### 1.1.1.2. Rešetke

Na ulazu i izlazu radi sprječava nanošenje krupnijeg nanosa u ustavu ugrađuju se 2 rešetke. Rešetke su različitih dimenzija specificirane u opisima s uljevne i izljevne građevine.

Rešetke su oblikovane prema standardu „IS 11388:2012 – Recommendations for trash racks for intakes“. Standard navodi da je grube rešetke potrebno oblikovati tako da uzrokuju minimalne hidrauličke gubitke i spriječe / minimiziraju ulazak leda, plutajućeg otpada i sličnog u ispušt.

Grube rešetke su fiksne i vijcima trajno pričvršćene za armiranobetonsku konstrukciju. Stoga se prema IS 11388:2012 svrstavaju u tip 3 rešetke.

Šipke rešetke se predviđaju izvesti od lamela prema opisu na osnovom razmaku od 100 mm.

Materijal je čelik S355J2+N

Prema izloženosti konstrukcija rešetke spada u C5 korozijsku kategoriju prema klasifikaciji iz tablice 1. HRN EN ISO 12944, dio 2.

Za vanjske čelične plohe rešetke odabran je AKZ sustav koji se sastoji od osnovnog sloja, dva međusloja i završnog sloja.

Osnovni sloj je debljine 70  $\mu\text{m}$  s veznim sredstvom na bazi epoksidnih smola i cinkovim prahom kao antikorozivnim pigmentom. Dva međusloja pojedinačne debljine suhog filma po 80  $\mu\text{m}$  izvesti će se s veznim sredstvom na bazi epoksidnih smola sa željeznim tinjcom kao antikorozivnim elementom. Završni sloj debljine suhog filma 80  $\mu\text{m}$  na bazi poliuretana u završnoj nijansi (boji) prema izboru investitora.

### 1.1.1.3. Zapornica na ustavi

Na ustavi se ugrađuje zidna pločasta zapornica za kvadratni otvor 200x200cm. Zapornice su izrađene od od nehrđajućeg čelika AISI 304. Zapornice se montiraju sidrenim vijcima na betonski zid.

Uz zapornice se isporučuju sidreni vijci, vijci za kemijski sustav pričvršćenja te brtvena guma između okvira i zida. Zapornice je potrebno izraditi od nehrđajućeg čelika sukladno projektnom rješenju, kemijski čišćeno kiselim kupkom i pasivizirano. Brtva treba biti zamjenjiva, od odgovarajućeg profiliranog materijala, otporna na potencijalne agresivne karakteristike protočnog medija. Brtvljenje treba biti bolje od DIN 19569-4 klasa 5 (ili jednakovrijednoj normi), u oba smjera. Uz zapornice proizvođač treba izdati Hrvatski certifikat o sukladnosti.

Zapornica je sigurnosna rezerva u slučaju zatajenja automatskog zatvarača. Ona brtvi čep na minimalno 10 m vodenog stupca

Podizanje/spuštanje vrata zapornice se izvodi ručno putem reduktora i ručnog kola.

#### 1.1.1.3.1. Ugradnja zapornica

Mjesto za montažu mora biti pripremljeno za ugradnju zapornice. Na mjestu ugradnje treba biti osigurano da je stijenka ravna i bez šupljina na cijeloj površini koja će nositi zapornicu.

Mora se pridržavati tolerancija dimenzija sukladno normi DIN 18202 ili jednakovrijedno.

Primjenjuje se tablica 8 tolerancije neravnina plohe, linija 7.  
To znači:

- 3 mm maksimalno odstupanje po 1 m betonske plohe
- 5 mm maksimalno odstupanje po 2 m betonske plohe

Rubovi stijenke ne smiju biti polomljeni kako bi se osiguralo da brtveni prsten u potpunosti nalegne na beton. Ukoliko cijev ulazi u betonsku konstrukciju, bitno je osigurati da završetak cijevi bude u ravnini s betonskom stijenkom.

<b>Granične vrijednosti tolerancije neravnina u mm prema DIN EN 18202</b>			
<b>Razmak između točaka</b>	<b>Linija 5</b>	<b>Linija 6</b>	<b>Linija 7</b>
0,1 m	5	3	2
1m	10	5	3
4m	15	10	8
10m	25	20	15
15m	30	25	20

*Tablica 8: Tablica tolerancija u građevinarstvu (DIN 18202)*

Najprije treba provjeriti odgovara li svijetli otvor nominalnom promjeru zapornice. Svijetli otvor ne smije nikada biti veći od nominalne širine zapornice. Profilna brtva koja brtvi zapornicu na zid mora u potpunosti nalijegati na ravnu plohu zida.

Na početku montaže zapornica je potpuno otvorena. Treba postaviti zatvarač zapornice ispred otvora u zidu tako da je otvor u potpunosti centriran sa svijetlim otvorom zapornice. U ovom položaju montaže konstrukcija zapornice osigurava podešavanje minimalne udaljenosti od zida prilikom bušenja rupa za kemijske tiple.

Zapornicu treba poravnati libelom i učvrstiti potpornjima. Profilna brtva koja brtvi zapornicu na zid mora biti potpuno oslonjena na ravnu plohu zida.

Nakon prethodno opisanih provedenih pripremnih radnji, zapornica se može koristiti kao muštra za bušenje. Veličina provrta i broj anker vijaka dan je u tablici 9. Odgovarajućom bušilicom se buše rupe kroz otvore učvrstnih jezičaka zapornice. Rupe se moraju nakon bušenja očistiti. Ostatak prašine u rupama utječe na snagu vezanja ampule za kemijsku reakciju.

Svaka pogrešno izbušena rupa se mora propisno zatvoriti prije učvršćenja zapornice. Na ovaj način se sprječava da otvoreni dio armature u betonskoj konstrukciji ne unese koroziju u betonsku konstrukciju. Anker vijci (kemijski vijci) se moraju ugraditi sukladno uputama isporučitelja kemijskih anker vijaka. Treba koristiti materijal za vezivanje koji je uključen u isporuku i pridržavati se priloženih uputa za ispravno korištenje kemijskih vijaka.

Nakon vremena reakcije treba popustiti zapornicu da bi se odvijačem uklonio višak sintetičkog morta koji se eventualno pojavio iz rupa. Svaki višak ljepila koji ostane izvan rupa ne dopušta ispravno nalijeganje zidne brtve zapornice na zid i na taj način utječe na brtvljenje.

Nakon toga se zapornica učvrsti na zid, a vijci se zatežu unakrsno na konstrukciju zida sve dok se učvršćivači ne oslone jednoliko na površinu zida. Na ovaj način se osigurava optimalan način prednaprezanja na površini zida. Prije izlaganja zapornice punom opterećenju, mora proteći potrebno vrijeme kemijske reakcije za anker vijke.

Nominalni promjer	Promjer provrta	Broj provrta	Dubina provrta	Veličina anker vijaka	Maks. Pritezni moment
400x400	Ø14 mm	4	135 mm	M12x220	40 Nm
500x500	Ø14 mm	8	135 mm	M12x220	40 Nm
600x600	Ø14 mm	8	135 mm	M12x220	40 Nm
700x700	Ø14 mm	10	135 mm	M12x220	40 Nm
800x800	Ø14 mm	10	135 mm	M12x220	40 Nm
900x900	Ø14 mm	12	135 mm	M12x220	40 Nm
1000x1000	Ø14 mm	12	135 mm	M12x220	40 Nm
1200x1200	Ø14 mm	14	135 mm	M12x220	40 Nm

Tablica 9: Veličina provrta i anker vijaka

Prije montaže treba pregledati zapornicu da nije oštećena tijekom transporta i skladištenja. Sve do same montaže zapornicu treba na gradilištu zaštititi odgovarajućom zaštitom od oštećenja i zaprljanja.

Prije montaže treba dobro očistiti i ukloniti prljavštinu s dijelova koji su bitni za ispravnu funkciju kao što su vreteno, matica vretena, ploča zatvarača, klizni elementi i klizni klinovi.

Prije ugradnje treba provjeriti operabilnost funkcionalnih dijelova.

Kod montaže zapornice treba osigurati odgovarajuće elemente za ovješanje, kao i opremu za transport i dizanje.

#### 1.1.1.4. Ograda na ustavi

Pješačka ograda predviđena je od cijevi pravokutnog oblika. Ograda je usidrena u armiranobetonsku konstrukciju. Visina ograde je 110 cm. Prilikom montaže potrebno je precizno dotjerivanje elemenata ograde u liniju o čemu znatno ovisi estetski doživljaj građevine. Svi elementi se spajaju kontinuiranim varom, osim na mjestima dilatacije ograde.

Rukohvati i cijevi se dilatiraju montažnim nastavcima.

Stupovi, rukohvat i horizontalne prečke su hladno oblikovani pravokutni profili prema normama niza **HRN EN 10219**.

Stupci ograde su cijevi 70 × 70 × 5 mm, na razmaku između 1,50 i 2,00 m. Sidre se u betonske elemente sidrenim vijcima za beton.

Rukohvati su cijevi dimenzija 70 × 70 × 5 mm.

Horizontalna ispuna – cijevi 60 × 40 × 4 mm.

Razred kvalitete čelika za sve elemente ograde je **S275J0**.

Zaštita od korozije odabrana je tako da se omogući popravak i održavanje bez primjetnog učinka na kakvoću zaštite. Uzet je u obzir učinak na okoliš, izbjegavanjem uporabe opasnih supstanci, gdje god je to bilo moguće.

Opći tehnički uvjeti za antikorozivnu zaštitu su u skladu s normama **HRN EN ISO 12944-1**.

Vruće pocinčanje treba izvesti u skladu s normom **HRN EN ISO 12944-3** i normama niza **HRN EN ISO 14713**.

Usvojen je dvostruki sustav zaštite od korozije s vrućim cinčanjem debljine 85 µm i dodatnim bojanjem u tri sloja, osnovni premaz (primer) debljine suhog filma 40 µm, međupremaz debljine suhog filma 80 µm i završni premaz na bazi poliuretana debljine 80 µm. Ukupna debljina suhog filma 200 µm.

Priprema površine i nanošenje premaza je u svemu prema uputi i zahtjevima proizvođača boje. Nijansa pokrivnog sloja je plava - RAL 5005.

#### 1.1.1.5. Gazne rešetke

Gazne rešetke se izrađuju od čelika S235JR

Rešetke su formirane od nosivih i poprečnih lamela dimenzija prema projektu. Postavljaju se na ubetoniran kutni profil.

Zaštita od korozije odabrana je tako da se omogući popravak i održavanje bez primjetnog učinka na kakvoću zaštite. Uzet je u obzir učinak na okoliš, izbjegavanjem uporabe opasnih supstanci, gdje god je to bilo moguće.

Opći tehnički uvjeti za antikorozivnu zaštitu su u skladu s normama **HRN EN ISO 12944-1**.

Vruće pocinčanje treba izvesti u skladu s normom **HRN EN ISO 12944-3** i normama niza **HRN EN ISO 14713**.

Usvojen je dvostruki sustav zaštite od korozije s vrućim cinčanjem debljine 85 µm i dodatnim bojanjem u tri sloja, osnovni premaz (primer) debljine suhog filma 40 µm, međupremaz debljine suhog filma 80 µm i završni premaz na bazi poliuretana debljine 80 µm. Ukupna debljina suhog filma 200 µm.

#### **4.7 NADZOR**

Pregledi i nadzor trebaju osigurati da se radovi završavaju u skladu s ovim Tehničkim uvjetima i zahtjevima projektnih specifikacija.

Nadzor u ovom kontekstu odnosi se na verifikaciju (potvrđivanje) sukladnosti svojstava proizvoda i materijala koji će se upotrijebiti i na nadzor nad izvedbom radova. Plan nadzora treba identificirati sve nadzore, motrenja i ispitivanja za potrebne dokaze kvalitete.

#### **4.8 MJERE U SLUČAJU NESUKLADNOSTI**

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

Kad je nesukladnost potvrđena, treba istražiti sljedeće:

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

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

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

Ocjenu sukladnosti elementa nakon popravka trebaju dati nadzorni inženjer i ovlaštena institucija koja je utvrdila veličinu nesukladnosti i uvjetovala popravak. Popravak mora biti u skladu s projektnim specifikacijama i ovim Tehničkim uvjetima. Dokumentaciju postupka i materijala koji će se upotrijebiti treba prije popravka odobriti nadzorni inženjer.

## 4.9 MJERE ZAŠTITE OD POŽARA

Prilikom projektiranja nosive konstrukcije objekta poštivane su propisane i u pravilima tehničke prakse usvojene mjere zaštite od požara.

Mjere protupožarne zaštite prilikom korištenja građevine uređuje nadležna investitorova služba, odnosno tehnolog, poštujući Zakon o zaštiti od požara i važeće standarde.

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

Za vrijeme uklanjanja dijelova građevine potrebno je provesti sve propisane i zakonom predviđene mjere zaštite pri radu i rukovanju sa lako zapaljivim materijalima, koji mogu izazvati požar prema Zakonu o zaštiti od požara (NN 92/10) i pravilnicima koji iz njega proizlaze. Takve materijale potrebno je držati dalje od izvora topline i otvorenih izvora plamena. Ovo se posebno odnosi na postupak rezanja armature i čeličnih nosača plamenikom (brenerom).

Organizacija protupožarne zaštite ogleda se u nabavci i postavi specijalnih vatrogasnih aparata s početkom gašenja požara tip-a "S" i CO<sub>2</sub>, te osiguravanje dovoljne količine vode kao osnovno sredstvo za gašenje požara.

Lako zapaljive materijale (eksploziv, nafta, hidr. i druga ulja, plin i kisik za plamenik) potrebno je skladištiti na za to propisanim skladišnim prostorima, sigurnim od požara, a sve prema važećim odredbama, propisima i Zakonu o zapaljivim tekućinama i plinovima (NN 108/95, 56/10).

Pri prevoženju, prenošenju i korištenju istih, moraju se primjenjivati preventivne zaštitne mjere protupožarne zaštite.

Izvođač radova dužan je, prema Zakonu o zaštiti od požara, osigurati da svaki radnik bude upoznat s opasnostima od požara na radnom mjestu, tj. na gradilištu; odnosno s mjerama, opremom i sredstvima za gašenje požara i s odgovornošću zbog nepridržavanja propisanih ili naređenih mjera zaštite od požara.

Električne instalacije, uređaji i oprema moraju svojom izradom i izvođenjem odgovarati važećim tehničkim propisima.

Signalna oprema koja sadrži električne instalacije, mora svojom izvedbom odgovarati zahtjevima važećih tehničkih propisa.

Nakon završetka izgradnje građevine potrebno je urediti gradilište i odstraniti sve ostatke građe i materijala.

## 4.10 MJERE ZAŠTITE NA RADU

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

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

Temeljem odredbi Zakona o zaštiti na radu (NN 71/14, 118/14, 94/18, 96/18) i Pravilnika o zaštiti na radu na privremenim gradilištima (NN 48/18) daje se prikaz tehničkih mjera i rješenja za primjenu pravila zaštite na radu.

#### 4.10.1 TEHNIČKE MJERE ZAŠTITE NA RADU U VRIJEME IZVEDBE GRAĐEVINE

Ove tehničke mjere sadrže svu opremu i zahvate koji se temeljem i u skladu sa Zakonom o zaštiti na radu i Pravilnika o zaštiti na radu na privremenim gradilištima trebaju provesti za ovu vrstu radova.

Oprema gradilišta, osiguranje pojedinih uređaja i strojeva na njima te radnika za vrijeme uklanjanja građevine, mora u cjelovitosti odgovarati propisima HTZ ("Higijensko tehnička zaštita").

Posebno treba spriječiti razvijanje otrovnih i eksplozivnih plinova, oštećenje i iskrenje elektrovodova i neposredni kontakt radnika s istim, zagađenje zraka, opasna zračenja, zagađenja voda i tla, te isključiti neodgovarajuća rješenja koja su izvan standarda.

Prilikom izvedbe radova, promet će se odvijati ograničeno na lokalnoj mreži, a izvođač je dužan postaviti odgovarajuću privremenu signalizaciju. Strojevi, vozila i radnici moraju biti obilježeni odgovarajućim znakovima i oznakama.

Za provedbu svih zaštitnih mjera nadležna je i odgovorna uprava gradilišta. Provjeru provedbe ovih zaštitnih mjera provodi rukovoditelj gradilišta, nadzorni inženjer te ovlaštenu organ grada ili županije.

Mjere zaštite na radu određene su „Pravilnikom o zaštiti na radu na privremenim gradilištima NN. 48/2018“, koji se odnosi na sva gradilišta na kojem se izvode građevinski ili montažni radovi.

Pravilnikom su utvrđeni minimalni sigurnosni i zdravstveni uvjeti za gradilišta.

Izvođač je dužan za predmetne građevine izraditi plan uklanjanja (rušenja) i predvidjeti odgovarajuće strojeve, radnike i materijal eventualno potrebne za podupiranje.

Prije početka rušenja Izvođač se mora dobro upoznati sa položajem nadzemnih i podzemnih instalacija, struje, plina, telefona, vode, kanalizacije. Mora se provjeriti da li su instalacije isključene. Ako se naiđe na nepoznate električne kablove mora se odmah pozvati nadležna elektrodistribucijska služba da ustanovi da li su isti pod naponom ili ne. To se naročito odnosi na visoko naponske kablove.

Pri izvođenju radova na uklanjanju potrebno se pridržavati projektiranih uvjeta prema projektu konstrukcije, uz sva nužna osiguranja i podupiranja dijelova koji se uklanjaju.

Rušenju građevine ne smije se pristupiti dok nisu izvršene sve potrebne pripreme, sva potrebna rasterećenja, te eventualno potrebna osiguranja na pojedinim mjestima.

Svako uklanjanje nosivog elementa koje bi moglo ugroziti stabilnost drugog elementa zahtjeva istodobno rušenje oba. Razlabavljeni dijelovi zidova ili međukatnih konstrukcija moraju se odmah rušiti u kontinuitetu do stabilne cjeline. U suprotnome može doći do samourušavanja. Pogotovo se ne smije ostaviti dio razlabavljene konstrukcije i onda oko nje vršiti utovar, izvlačenje i usitnjavanje već srušenih dijelova.

Na istom mjestu zabranjeno je izvoditi više radnih operacija.

Oprema gradilišta, kao i osiguranje pojedinih uređaja i strojeva te radnika na njemu za vrijeme uklanjanja mora u cijelosti odgovarati propisima.

Prethodno izvođenju radova izvođač je dužan izvršiti sve potrebne pripreme radove u svemu prema projektu organizacije građenja i terminskom planu izvođenja radova kojeg daje sam izvođač, a u skladu s projektnom dokumentacijom.

Ukoliko se iskažu eventualne razlike u odnosu na snimljeno postojeće stanje građevina, izvođač radova na uklanjanju građevina je dužan poduzeti sve odgovarajuće mjere i iste uskladiti s dokumentacijom i nadzornim inženjerom.

Za rušenje građevine ili nekog njenog dijela, bez obzira da li se rušenje obavlja ručno ili pomoću strojeva, izvođač radova mora prethodno izraditi odgovarajući program radova i mjere zaštite na radu (Plan izvođenja radova) u skladu s zakonskom regulativom i projektnom dokumentacijom, zavisno od vrste radova i stupnju opasnosti koje pri tom prijete.

Prije početka radova rušenja mora se prethodno ugroženo područje ograničiti zaštitnom ogradom ili osigurati na odgovarajući način, zavisno od načina rušenja ili uklanjanja dijela građevine. Zaštita ugroženog područja mora trajati do završetka radova na rušenju ili razgrađivanju.



Rušenje građevine ili nekog njenog dijela mora se vršiti samo s radnicima koji su stručno osposobljeni i obučeni za odnosni način rušenja, te pod neposrednom i stalnom kontrolom određene stručne osobe izvođač radova.

Prije početka radova na rušenju ili uklanjanju dijela građevine obavezno isključiti uređaje i električne instalacije iz napona u blizini radnog prostora, odnosno građevine, kao i pojedine dionice ostalih instalacija.

Sve instalacije u građevini predviđenoj za uklanjanje na predmetnoj lokaciji opremljene su svom komunalnom zajedničkom infrastrukturom, a koja se iskazuje: električne instalacije jake struje, električne instalacije slabe struje, instalacije sanitarne pitke vode, instalacija svježe vode, a sve ovisno o namjeni i potrebi same građevine.

Vodovodnu instalaciju potrebno je isključiti na priključnom mjestu vodomjernog okna.

Električne instalacije jake struje isključuju se u Glavnom razdjelnom ormaru (GRO) građevine.

Uklanjanju građevina može se pristupiti tek nakon što je ista ispražnjena od stvari, ljudi i nakon što su unutarnje instalacije građevine ispravno odspojene od vanjske komunalne infrastrukture.

Lokacija na kojoj se uklanjaju građevine smatra se ugroženim područjem i kao takvu potrebno ju je nužno zaštititi i osigurati od nezaposlenih i neodgovornih osoba.

Istovremeno, bitno je postaviti osnovnu nužnu rasvjetu lokacije radi noćne preglednosti, kako ne bi došlo do eventualnih nesretnih slučajeva nakon prestanka rada.

Demontažu pojedinih elemenata građevina koji se eventualno mogu ponovo upotrijebiti potrebno je vršiti pažljivim vađenjem ili skidanjem iz konstrukcije da se ne oštete, što se posebno odnosi na one dijelove građevine za koje je već donesena odluka o demontaži i preseljenju na drugu lokaciju.

Prilikom radova na razgrađivanju, odnosno, uklanjanju postojećih građevina, posebnu pažnju posvetiti prilikom izvođenja radova na stabilnost i sigurnost okolne konstrukcije i građevine.

#### **4.10.2 PROMET U KRUGU GRADILIŠTA**

Za potrebe gradilišta, odnosno za potrebe dopreme i odvoza u krugu gradilišta koristiti će se već izgrađeni čvrsti prometni putovi.

Reguliranje prometa mora se organizirati prometnim znakovima tako da se na ulazu postave prometni znakovi ograničenja brzine, obaveznog smjera, a na izlazu prometni znak «STOP». Odgovorna osoba za organizaciju prometa na gradilištu je rukovoditelj gradilišta ili po njemu ovlaštena osoba odnosno osoba odgovorna za provođenje mjera zaštite na radu.

#### **4.10.3 OGRADA GRADILIŠTA**

Gradilišna ograda je slobodno stojeća i na nju se ništa ne smije naslanjati. Visina ograde je 3,0 m i zadovoljava tehničke karakteristike u pogledu stabilnosti pune ograde na udare vjetera do 200 km/h i estetske uvjete koje će utvrditi investitor, a što izvođač mora ukalkulirati u svoju cijenu jer se ista zasebno neće vrednovati. Ograda gradilišta mora biti obilježena prema pravilima zaštite na radu.

#### **4.10.4 RADNE PROSTORIJE GARDEROBA, SANITARNI ČVOR**

Izvođač radova će postaviti privremeni sanitarni čvor koji će se sastojati umivaonika i WC školjke i garderobe sa ormarima za presvlačenje. Uredi moraju biti okrenuti prema gradilištu kako bi odgovorne osobe imale nadzor nad radovima koji se u tom trenutku obavljaju.

#### **4.10.5 PROMETNE KOMUNIKACIJE EVAKUACIJSKI PUTOVI I NUŽNI IZLAZI**

Voditelj gradilišta i njegov zamjenik su odgovorne osobe izvođača radova. Oni će prije početka radova proći obuku o kretanju operativnim površinama.

#### 4.10.6 NAČIN RAZMJEŠTAJA I SKLADIŠTENJE MATERIJALA

Skladišni materijal potreban za izvedbu radova skladištit će se na dogovorenom mjestu sa investitorom, odnosno uz pravovremenu najavu dopremit će se na gradilište. Otpadni materijal koji će se proizvesti rušenjem dijelova građevine će se razdvajati prema ključnim brojevima i kao takav zbrinut će se na ispravan način.

#### 4.10.7 MJESTO ZA ČUVANJE I SKLADIŠTENJE OPASNOG ZAPALJIVOG I EKSPLOZIVNOG MATERIJAL

Prilikom demontaže i rušenja, izvođač će koristiti sredstva i alate za rezanje, strojno rušenje. Na gradilištu će se koristiti sljedeći opasni materijali:

- Nafta D1 i D2 za pogon strojeva i vozila,
- Ulja za podmazivanje istih.

Sve opasne materijale koji će se koristiti na gradilištu dovoziti će se u manjim količinama. Za skladištenje, prijevoz i rukovanje opasnim materijalima odgovoran je rukovoditelj gradilišta i neposredni rukovoditelj pojedinih radova na rušenju pojedinih područja obuhvata.

#### 4.10.8 MANIPULACIJA RAZNIM VRSTAMA MATERIJALA

Izabrani i uvježbani radnici smiju prenositi teret težine do 50 kg na udaljenost do 60 m. Ako je put po kojem se nosi teret pod nagibom, nagib ne smije biti veći od 25 stupnjeva, a put ne smije biti duži od 50 metara dok će se za teže terete koristi kranska dizalica ili auto dizalica.

#### 4.10.9 OSIGURANJE OPASNIH MJESTA

Opasnost od pada u dubinu na prostoru rada i kretanja radnika sprečava se postavljanjem propisanih zaštitnih ograda ili pokrivanjem otvora:

- u slučaju nemogućnosti postavljanja zaštitnih ograda i pokrivanja otvora odgovorna osoba mora zatražiti rad i kretanje radnika u neposrednoj blizini na zaštićenim rubovima i na pristupima tom dijelu radilišta postaviti znak zabrane pristupa.
- u slučaju potrebe obavljanja poslova na prostoru gdje radnik nije zaštićen od opasnosti od pada u dubinu – rad se smije obavljati samo uz nadzor odgovorne osobe određene od strane odgovorne osobe za provođenje mjera zaštite na radu na gradilištu. Ako se radnik tijekom obavljanja poslova nalazi u neposrednoj blizini nezaštićenih otvora i rubova s kojih može pasti u dubinu onda smije raditi samo ako koristi zaštitni opasač s užetom vezanim za čvrsto uporište.

Opasnost od pada s visine – otklanja se na način kao i za opasnost od pada u dubinu.

Opasnost od građevinskih strojeva tijekom njihovog rada otklanja se na način:

- u radnom prostoru rada građevinskog stroja zabranjuje se obavljanje poslova drugim radnicima – osim radnika koji neposredno rade u tehnologiji obavljanja posla strojem (ali i ovi radnici moraju obavljati posao pod nadzorom određene odgovorne osobe).
- sa građevinskim strojem je dozvoljen samo onaj rad za koje je stroj predviđen, odnosno namijenjen i tehničkim uputstvom za rad na siguran način određen.

Opasnosti na mjestima utovara i istovara tereta otklanjaju se na način:

- a) U prostoru utovara/istovara tereta i u vrijeme obavljanja utovara/istovara zabranjeno je obavljanje drugih poslova i prisutnosti ostalih radnika koji ne rade na utovaru/istovaru.

- b) Utovar/istovar tereta ne smije se obavljati bez ovlaštenog radnika za nadzor i koordiniranje rada određenog od strane odgovorne osobe za provođenje mjera zaštite na radu na gradilištu.

#### Obilježavanje i osiguranje opasnih mjesta

Pošto je gradilište "zatvorenog tipa" (ograđeno sa svih strana) i cijeli radni prostor je u opasnoj zoni, glede obilježavanja i osiguranja opasnih mjesta valja provesti slijedeće mjere zaštite:

#### Obilježavanje opasnih mjesta

Postaviti pano-ploče na ulazu u gradilište i na nju postaviti znakove sigurnosti – zaštite na radu i to:

Znakovi zabrane:

- Zabranjen pristup nezaposlenima
- Zabranjeno pušenje

Znakovi opasnosti:

- Opasnost od visećeg tereta
- Opasnost od pada tereta s visine
- Opasnost od pada u istoj razini
- Opasnost od pada s visine
- Opasnost od vozila unutarnjeg prometa

Znakovi obveze:

- Opća obveza
- Obaveza zaštite glave
- Obaveza zaštite ruku
- Obaveza uporabe zaštitnog odjela

#### **4.10.10 RAD U BLIZINI OPASNIH PLINOVA**

Opasnost od opasnih plinova može se javiti prilikom rezanja čeličnih profila plinom acetilenom. Prostor na kojem će biti izvođeni radovi rezanja mora biti očišćen od svih zapaljivih tvari i osiguran aparatima za gašenje požara.

#### **4.10.11 ENERGETSKI VODOVI I ELEKTRIČNE INSTALACIJE**

Investitor je dužan postaviti RO razdjelni ormar koji će biti opremljen zaštitnim uređajima diferencijalne struje karakteristike 0,03A. Za isti se dostavlja zapisnik o izvršenom ispitivanju od strane ovlaštene ustanove. Zabranjena je uporaba prijenosnih kabela zaštićenih priručnim sredstvima na gradilištu.

Sva oruđa za rad i strojevi te transportna sredstva s povećanim opasnostima ne smiju se upotrebljavati ako na mjestu rada ne posjeduju ispravu o ispitivanju oruđa za rad odnosno uvjerenje o ispravnosti glede zaštite na radu.

Oruđem za rad ne smije rukovati osoba koja nije stručno osposobljena za rukovanje dotičnim strojem, osposobljena za rad na siguran način na privremenim gradilištima i ako ne posjeduje uvjerenje o radnoj sposobnosti na radnom mjestu s posebnim uvjetima rada.

Zbog sigurnosne provjere popis strojeva sa povećanim opasnostima izvođači će dostaviti službi za sigurnost na provjeru, te će nakon sigurnosne provjere postati dio ovog plana.

#### 4.10.12 ZAŠTITA RADNIKA OD PADA SA VISINE

Za vrijeme izvođenja radova rupa na gradilištu biti će osigurana ogradama sa prečkama u visini koljena i struka dakle na visini od 50 cm i visini 110 cm. Ograda mora biti izrađena od metalnih stupova debljine 50 mm sa utorima za prečke. Prečke moraju biti izrađene od zdrave daske debljine 25 mm i više kako bi spriječile mogući pad u rupu.

#### 4.10.13 ZAŠTITA RADNIKA PRI RADOVIMA ISKOPA

Iskop zemlje na dubini od 100 cm (za temelje, kanale i sl.) može se vršiti i bez razupiranja, ako to čvrstoća zemlje dozvoljava. Iskop zemlje u dubini većoj od 100 cm smije se vršiti samo uz postepeno osiguranje bočnih strana iskopa.

Pri strojnom kopanju zemlje, rukovatelj strojem ili poslovođa radova moraju voditi računa o sigurnosti radnika koji rade ispred ili oko stroja za iskop zemlje. Ako se iskop zemlje vrši na mjestu gdje postoji instalacija plina, elektrike, vode ili drugo, radovi na iskopu moraju se vršiti po uputama i pod nadzorom stručne osobe određene sporazumom između organizacije kojima pripadaju odnosno koje održavaju te instalacije i izvođača radova.

Ako se u toku iskopavanja naiđe na instalacije, radovi se moraju obustaviti dok se ne osigura nadzor. Rukovoditelj iskopavanja mora pregledati stanje radova i, po potrebi, poduzeti odgovarajuće zaštitne mjere protiv opasnosti od obrušavanja bočnih strana iskopa.

Razupiranje strana iskopa nije potrebno ako su bočne strane iskopa uređene pod kutom unutrašnjeg trenja tla (prirodni nagib terena) u kom se iskop vrši, niti pri etažnom kopanju do dubine veće od 200 cm. Iskopani materijal iz rovova i kanala mora se odbacivati na toliku udaljenost od ruba iskopa da ne postoji mogućnost obrušavanja tog materijala u iskop. Skidanje oplata i zasipanje iskopa mora se vršiti po uputi i pod nadzorom stručne osobe. Ako bi vađenje oplata moglo ugroziti sigurnost radnika, oplata se mora ostaviti u iskopu. Sredstva za spajanje i učvršćivanje dijelova podupirača, kao što su klinovi, okovi, vijci, čavli, žica i slično, moraju odgovarati važećim standardima. Ako se iskop zemlje za novi objekt vrši do dubine veće od dubine temelja neposredno stojećeg objekta, takav rad mora se vršiti po posebnom projektu, uz osiguranje susjednog objekta. Pri strojnom kopanju iskopa mora se voditi računa o stabilnosti stroja.

#### 4.10.14 ZAŠTITA RADNIKA PRI RUŠENJU ODNOSNO RASTAVLJANJU OBJEKATA

Poslovi rušenja objekta, bez obzira da li se rušenje obavlja ručno, pomoću strojeva, moraju se obavljati isključivo prema programu (projektu) radova i mjerama zaštite na radu (ZNR), zavisno od stupnja opasnosti koji pri tom radu prijete.

Radove na rušenju objekta smiju obavljati samo stručno osposobljeni radnici i to pod neposrednim i stalnim nadzorom određene stručne osobe na radilištu.

Rušenje objekta pomoću strojeva, mora se nalaziti na udaljenosti koja je najmanje za 1,5 puta veća od visine objekta, odnosno dijela koji se ruši.

Ukoliko se rušenje obavlja korištenjem čelične užadi, jačina na kidanje čelične užadi pomoću koje se prenosi vučna snaga potrebna za rušenje objekta, mora biti najmanje triput veća od vučne snage stroja.

Ručno rušenje mora se odvijati isključivo postupno i to odozgo naniže (bez potkopavanja).

Unutarnje prometnice trebaju biti projektirane i izvedene tako da osiguravaju prenošenje predviđenih opterećenja bez oštećenja, te da su stabilne i ravne kako bi kretanje transportnih sredstava i ljudi bilo sigurno.

Kada nije moguće pravilima zaštite na radu na sredstvima rada ili organizacijskim mjerama otkloniti ili u dovoljnoj mjeri ograničiti opasnosti po sigurnost i zdravlje zaposlenika, poslodavac mora osigurati odgovarajuća zaštitna sredstva i skrbiti da ih zaposlenici koriste pri obavljanju poslova.

#### 4.10.15 ZAJEDNIČKIH MJERA ZA PROVEDBU ZAŠTITE NA RADU NA RADILIŠTU

Uređenje gradilišta dužan je izvođač izvesti prema shemi organizacije gradilišta koju je obavezan dostaviti uz ponudu. U shemi organizacije gradilišta izvođač je dužan uz ostalo posebno predvidjeti:

- prostorije za svoje kancelarije,
- gradilište osigurati ogradom ili drugim posebnim elementima za sigurnost ljudi, za zaštitu prometa i objekata,
- ostaviti natpisnu ploču od cca 3,5 x 2,5 metra,
- osigurati zaštitu vrijednih postojećih stabala, prema projektu vanjskog uređenja,
- postaviti potreban broj urednih skladišta, pomoćnih radnih prostorija, nadstrešnica, odrediti i urediti prometne i parkirne površine za radne i teretne automobile, opremu, građevinske strojeve i sl., te opremu i objekte za rastresiti i kabelski građevinski materijal,
- Izvođač je dužan gradilište sa svim prostorijama i cijelim inventarom redovito održavati i čistiti,
- sve materijale Izvođač mora redovito i pravovremeno dobiti da ne dođe do bilo kakvog zastoja gradnje,
- Izvođač mora prema ponuđenim radovima uračunati ili posebno ponuditi eventualne zaštite za zimski period građenja, kišu, loše i neuobičajeno vremenske uvjete, konstantni noćni rad i sl.
- Izvođač je dužan svu površinsku vodu u granicama gradilišta na svim nižim nivoima redovito odstranjivati odnosno nasipavati,
- na gradilištu mora postojati permanentna čuvarska služba za cijelo vrijeme trajanja gradnje, također uračunata u faktor,
- gradilište mora biti po noći dobro osvijetljeno,
- sve otpadne materijale (šuta, lomovi, mort, ambalaža i sl.) treba odmah odvesti. Troškove treba ukalkulirati u režiju i faktor. Ukoliko se isti neće izvršavati investitor ima pravo čišćenja i odvoz otpada povjeriti drugome, a na teret izvođača radova,
- Izvođač je dužan uz shemu organizacije gradilišta dostaviti i spisak sve mehanizacije i opreme koja će biti na raspolaganju gradilišta, te satnice za rad i upotrebu svakog stroja,
- Izvođač je dužan bez posebne naplate osigurati investitoru i projektantu potrebnu pomoć kod obilaska gradilišta i nadzora, uzimanju uzoraka i sl., potrebnim pomagalima i ljudima,
- na gradilištu moraju biti poduzete sve HTZ mjere prema postojećim propisima,
- Izvođač je dužan po završetku radova gradilište kompletno očistiti, skinuti i odvesti sve nasipe, betonske podloge, temelje strojeva, radnih i pomoćnih prostorija i drugo do zdrave zemlje da se može pristupiti hortikulturnom uređenju.

#### **4.10.16 POPIS ISPRAVA, EVIDENCIJA I UPUTA IZ ZAŠTITE NA RADU, KOJE SE MORAJU ČUVATI STALNO NA GRADILIŠTU**

Na gradilištu se mora nalaziti sljedeća dokumentacija u skladu s Zakonom o zaštiti na radu te Pravilnikom o zaštiti na radu na privremenim gradilištima:

- 1)
- 2) Glavni projekt izrađen prema posebnom propisu iz kojeg je vidljiva primjena osnovnih pravila zaštite na radu za građevinu ili dio građevine u trenutku korištenja,
- 3) upute o načinu korištenja strojeva i uređaja s povećanim opasnostima dok te strojeve i uređaje koristi,
- 4) planove uređenja privremenih radilišta dok ta radilišta koristi,
- 5) isprave o obavljenim ispitivanjima radnih strojeva,
- 6) dokaze o ispravnosti instalacija,
- 7) dokaze da su radnici osposobljeni za rad na siguran način (prošli osposobljavanje zaštite na radu od strane stručnjaka zaštite na radu)

- 8) dokaze da radnici ispunjavaju uvjete za poslove s posebnim uvjetima rada (potvrda od specijalista medicine rada i dokaz o stručnim kvalifikacijama) – ukoliko izvođenje radova traje manje od 30 dana onda ne treba biti na gradilištu)
- 9) evidencije o strojevima i uređajima s povećanim opasnostima koje koristi,
- 10) evidencije o opasnim tvarima koje proizvodi, prerađuje ili koristi,
- 11) evidencije o ozljedama na radu, slučajevima profesionalnih bolesti i poremećajima u tehnološkom procesu koji su izazvali ili su mogli izazvati štetne posljedice po sigurnost i zdravlje radnika.
- 12) prijava gradilišta, plan izvođenja radova, imenovanje koordinatora.

#### 4.10.17 Popis propisa

Zakon o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19),  
Zakon o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17, 114/18, 39/19),  
Zakon o vodama (NN 153/09, 130/11, 56/13, 14/14, 46/18),  
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),  
Zakon o zaštiti prirode (NN 80/13, 15/18, 14/19),  
Zakon o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/13, 73/1, 14/19),  
Zakon o zaštiti na radu (NN 71/14, 118/14, 154/14, 94/18, 96/18),  
Zakon o zaštiti od buke (NN 30/09, 55/13, 153/13, 41/16, 114/18),  
Zakon o zaštiti od požara (NN 92/10),  
Zakon o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje (NN 78/15 i 118/18),  
Zakon o cestama (NN 84/11, 22/13, 54/13, 148/13, 92/14),  
Zakon o sigurnosti prometa na cestama (NN 67/08, 48/10, 74/11, 80/13, 158/13, 92/14, 64/15, 108/17),  
Pravilnik o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina (NN 64/14, 41/15, 105/15, 61/16, 20/17),  
Pravilnik o kontroli projekata (NN 32/14),  
Pravilnik o mjernim jedinicama (NN 88/15),  
Pravilnik o vrsti objekata namijenjenih za rad kod kojih inspekcija rada sudjeluje u postupku izdavanja građevnih dozvola i u tehničkim pregledima izgrađenih objekata (NN 48/97),  
Pravilnik o zaštiti na radu za mjesta rada (NN 29/13),  
Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave (NN 145/04, 46/08),  
Pravilnik o zahvatima u prostoru u kojima tijelo nadležno za zaštitu od požara ne sudjeluje u postupku izdavanja rješenja o uvjetima građenja, odnosno lokacijske dozvole (NN 115/11),  
Pravilnik o uvjetima za vatrogasne pristupe (NN 35/94, 55/94, 142/03),  
Pravilnik o gospodarenju otpadom (NN 117/17),  
Pravilnik o katalogu otpada (NN 90/15),  
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 33/05, 64/05,  
155/05, 14/11),  
Pravilnik o održavanju građevina ( NN 122/14, 98/19),  
Tehnički propis za građevinske konstrukcije (17/17)

: *Projektant:*  
**Mario Merlin**  
struč.spec.ing.aedif.

## 5. POSEBNI TEHNIČKI UVJETI I GOSPODARENJE OTPADOM

### 5.1 POSEBNI TEHNIČKI UVJETI GRADNJE

Za predmetnu građevinu zatraženi su posebni tehnički uvjeti gradnje.  
Posebni tehnički uvjeti sastavni su dio **Mape 1 - Opća mapa**.

### 5.2 NAČIN ZBRINJAVANJA GRAĐEVNOG OTPADA

Način zbrinjavanja građevnog otpada mora biti usklađen s propisima o otpadu.

Osnovni propisi iz tog područja su:

- Zakon o održivom gospodarenju otpadom
- Pravilnik o vrstama otpada
- Pravilnik o uvjetima za postupanje s otpadom

Prema zakonu o otpadu građevni otpad spada u interni otpad jer uopće ne sadrži ili sadrži malo tvari koje podliježu fizikalnoj, kemijskoj i biološkoj razgradnji pa ne ugrožavaju okoliš.

Nakon završetka radova gradilište treba očistiti od otpadaka i suvišnog materijala i okolni dio terena dovesti u prvobitno stanje.

Pravilnikom o vrstama otpada određeno je da je proizvođač otpada, čija se vrijedna sredstva mogu iskoristiti, dužan otpad razvrstavati na mjestu nastanka, odvojeno skupljati po vrstama i osigurati uvjete skladištenja za očuvanje kakvoće u svrhu ponovne obrade.

Taj pravilnik predviđa slijedeće moguće postupke s otpadom:

- kemijsko-fizikalna obrada,
- biološka obrada,
- termička obrada,
- kondicioniranje otpada i
- odlaganje otpada.

Kemijsko-fizikalna obrada otpada je obrada kemijsko-fizikalnim metodama s ciljem mijenjanja njegovih kemijsko-fizikalnih, odnosno bioloških svojstava, a može biti: neutralizacija, taloženje, ekstrakcija, redukcija, oksidacija, dezinfekcija, centrifugiranje, filtracija, sedimentacija, rezervna osmoza.

Biološka obrada je obrada biološkim metodama s ciljem mijenjanja kemijskih, fizikalnih, odnosno bioloških svojstava, a može biti: aerobna i anaerobna razgradnja.

Termička obrada je obrada termičkim postupkom. Provodi se s ciljem mijenjanja kemijskih, fizikalnih, odnosno bioloških svojstava, a može biti: spaljivanje, piroliza, isparavanje, destilacija, sinteriranje, žarenje, taljenje, zataljivanje u staklo.

Kondicioniranje otpada je priprema za određeni način obrade ili odlaganja, a može biti: usitnjavanje, ovlaživanje, pakiranje, odvodnjavanje, oprашivanje, očvršćivanje te postupci kojima se smanjuje utjecaj štetnih tvari koje sadrži otpad.

S građevnim otpadom treba postupiti u skladu s Pravilnikom o uvjetima za postupanje s otpadom.



Taj pravilnik predviđa moguću termičku obradu za slijedeći otpad:

- drvo
- plastiku,
- asfalt koji sadrži katran i
- katran i proizvodi koji sadrže katran.

Kondicioniranjem se može obraditi slijedeći otpad:

- asfalt koji sadrži katran,
- asfalt (bez katrana)
- katran i proizvodi koji sadrže katran
- miješani građevni otpad i otpad od rušenja.

Najveći dio građevnog otpada (prethodno obrađen ili neobrađen) može se odvesti u najbliže javno odlagalište otpada:

- beton,
- cigle,
- pločice i keramika,
- građevinski materijali na bazi gipsa,
- drvo,
- staklo,
- plastika,
- bakar, bronca, mjed,
- aluminij,
- olovo,
- cink
- željezo i čelik,
- kositar,
- miješani materijali,
- kablovi,
- zemlja i kamenje i
- ostali izolacijski materijali.

Nakon završetka radova gradilište treba očistiti od otpada i suvišnog materijala, postupiti prema iznesenom, a okolni dio terena dovesti u uredno stanje prije izdavanja uporabne dozvole.

: *Projektant:*  
Mario Merlin  
struč.spec.ing.aedif.

## 6. ISKAZ PROCIJENJENIH TROŠKOVA GRAĐENJA

### 6.1 Iskaz procijenjenih troškova građenja predmetnog dijela građevine

Procijenjeni troškovi izgradnje ustave Znanovit iznose

200.000,00 €+ bez PDV-a,

Odnosno

**250.000,00 € s PDV-om.**

U ovu procijenjenu vrijednost troškova ne ulaze zemljani radovi.

: *Projektant:*  
Mario Merlin  
struč.spec.ing.aedif.

## 7. GRAFIČKI PRIKAZI

Sadržaj grafičkih prikaza

- 1.1. Situacija na TK25
- 1.2. Situacija građevine na HOK-u
- 1.3. Situacija građevine na DOF-u
- 2.1. Ustava Znanovit - tlocrt i presjek 1-1
- 2.2. Ustava Znanovit - uzdužni presjek
- 2.3. Ustava Znanovit - Presjeci A-A, B-B, C-C i D-D
- 2.4. Ustava Znanovit - Presjeci E-E, F-F, i G-G
- 2.5. Ustava Znanovit - Presjeci H-H, I-I, i J-J



Investitor / Podnositelj zahtjeva:  
 HRVATSKE VODE ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220

Projekt: Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupa i Dobri i retenciji Kupčini - ETAPA 3: RADOVI NA KANALU KUPA-KUPA I ISTOČNI NASIP RETENCIJE KUPČINA

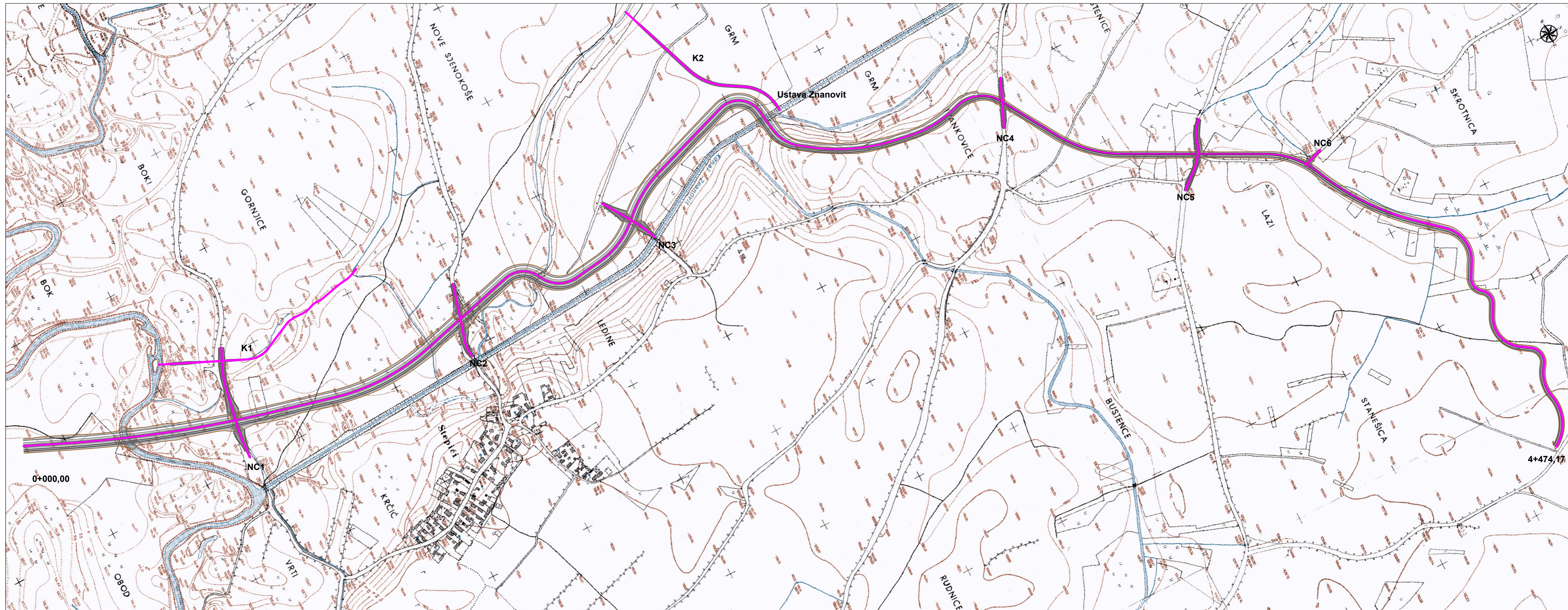
Gradevina / Dio građevine:  
 ISTOČNI NASIP RETENCIJE KUPČINE - ARMIRANOBETONSKI OBJEKTI

Glavni projektant: Nenad Heček, dipl.ing.građ.	R. br. mape: 4	R. br. sveska: 1
Projektant: Mario Merlin, struč.spec.ing.aedif.	Zajednička oznaka projekta: O89.03	Broj projekta: VPB-TGP--22-0009-3
Izradio: Mario Merlin, struč.spec.ing.aedif.	Razina razrade: GLAVNI PROJEKT	Strukovna odrednica: GRAĐEVINSKI PROJEKT

Naziv priloga:

**Situacija na TK25**

Mjesto i datum izrade: ZAGREB, prosinac 2024.	Br. revizije: 0	Mjerilo: <b>1:25 000</b>	Br. priloga: <b>1.1.</b>	List: <b>1.</b>
--	--------------------	-----------------------------	-----------------------------	--------------------



Investitor / Podnositelj zahtjeva:  
 HRVATSKE VODE ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220

Projekt: Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčini - ETAPA 3: RADOVI NA KANALU KUPA-KUPA I ISTOČNI NASIP RETENCIJE KUPČINA

Gradovina / Dio gradvine:  
 ISTOČNI NASIP RETENCIJE KUPČINE - ARMIRANOBETONSKI OBJEKTI

Glavni projektant: Nenad Heček, dipl.ing.građ.	R. br. mape: 4	R. br. sveska: 1
Projektant: Mario Merlin, struč.spec.ing.aedif.	Zajednička oznaka projekta: O89.03	Broj projekta: VPB-TGP--22-0009-3
Izdadio: Mario Merlin, struč.spec.ing.aedif.	Razina razrade: GLAVNI PROJEKT	Strukovna odrednica: GRAĐEVINSKI PROJEKT
Naziv priloga:		

**Situacija na HOK-u**

Mjesto i datum izrade: ZAGREB, prosinac 2024.	Br. revizije: 0	Mjerilo: 1:5 000	Br. priloga: 1.2.	List: 1.
--	--------------------	---------------------	----------------------	-------------



Investitor / Podnositelj zahtjeva:  
 HRVATSKE VODE ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220

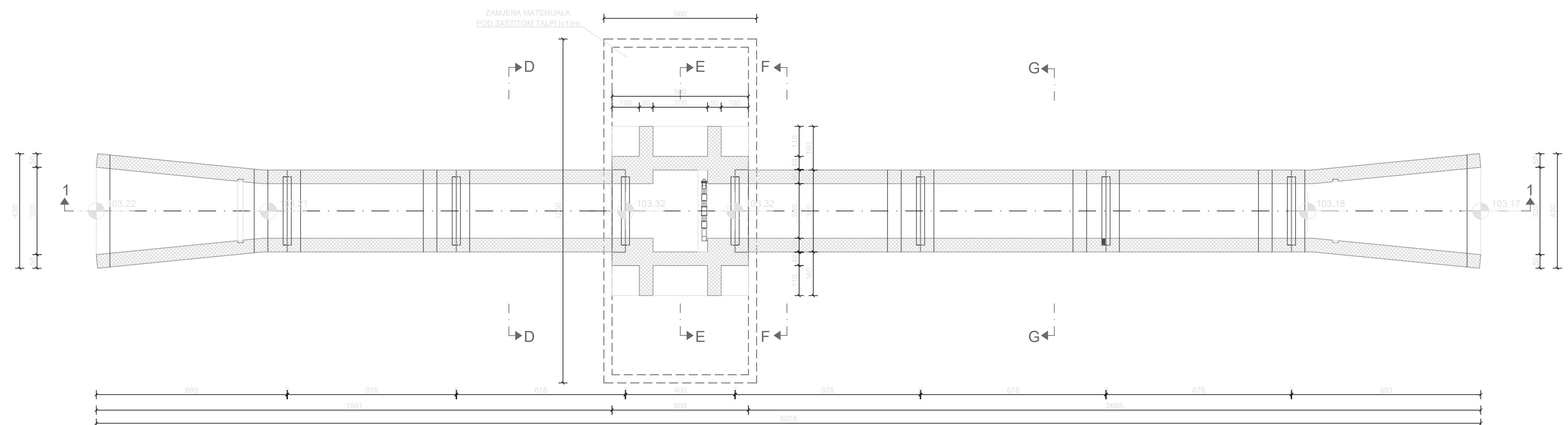
Projekt: Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčini - ETAPA 3: RADOVI NA KANALU KUPA-KUPA I ISTOČNI NASIP RETENCIJE KUPČINA

Gradjevina / Dio gradvine:  
 ISTOČNI NASIP RETENCIJE KUPČINE - ARMIRANOBETONSKI OBJEKTI

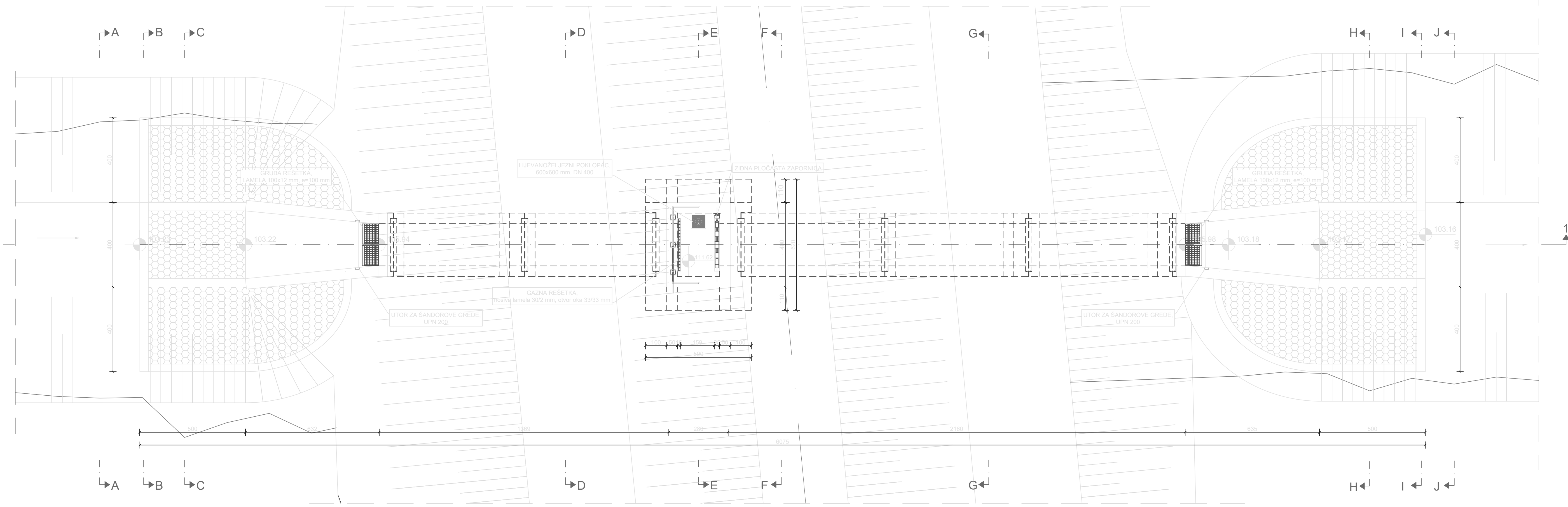
Glavni projektant: Nenad Heček, dipl.ing.građ.	R. br. mape: 4	R. br. sveska: 1
Projektant: Mario Merlin, struč.spec.ing.aedif.	Zajednička oznaka projekta: O89.03	Broj projekta: VPB-TGP--22-0009-3
Izradio: Mario Merlin, struč.spec.ing.aedif.	Razina razrade: GLAVNI PROJEKT	Strukovna odrednica: GRAĐEVINSKI PROJEKT

Naziv priloga:				<b>Situacija na DOF-u</b>			
Mjesto i datum izrade: ZAGREB, prosinac 2024.	Br. revizije: 0	Mjerilo: 1:5 000	Br. priloga: 1.3.	List: 1.			

PRESJEK 3-3  
M 1:100



TLOCRT 2-2  
M 1:100



NAPOMENA:  
-BETON C30/37, XC4, XF4  
-ARMATURA B500B  
-ZAŠTITNI SLOJ a=5,0 cm

NAPOMENA:  
DILATACIJSKA TRAKA OD ELASTOMERA MORA ZADOVOLJITI  
SLUJEDEĆE ZAHTJEVE:  
-IZDUŽENJE KOD PREKIDA >380%  
-OTPORNOST NA ISTEZANJE > 10N/mm<sup>2</sup>  
-TVRDOĆA PO SHORE-U 62 ± 5

**VP VODOPRIVREDNO-PROJEKTI BIRO d.d.**

Investitor / Podnositelj zahtjeva:  
HRVATSKE VODE ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220

Projekt: Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupa i Dobri i retenciji Kupčini - ETAPA 3. RADOVI NA KANALU KUPA-KUPA I ISTOČNI NASIP RETENCIJE KUPČINA

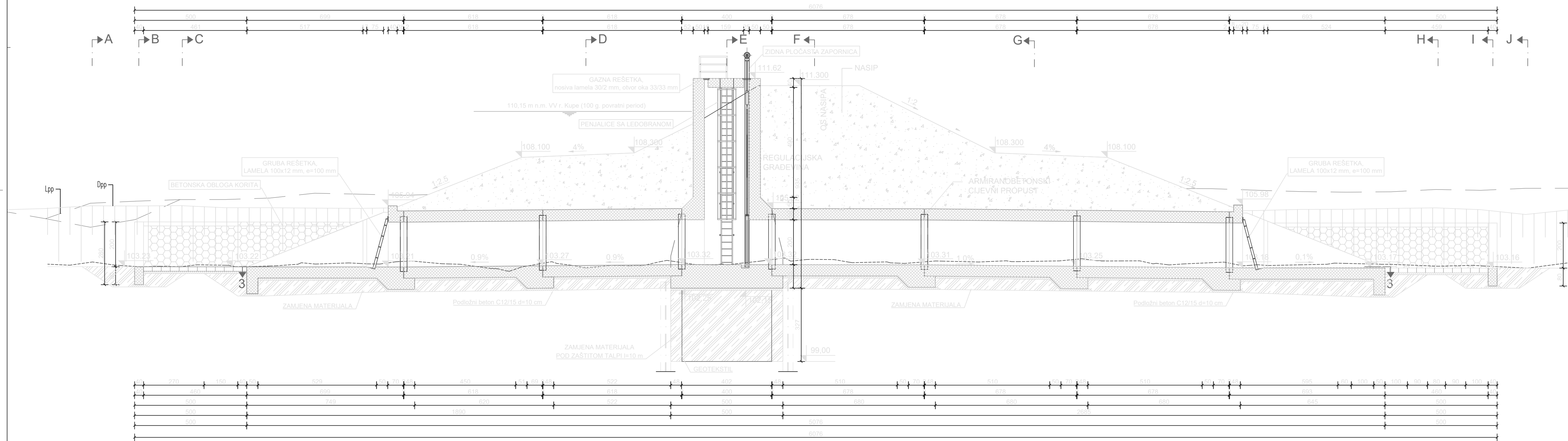
Gradska / Dio gradvine:  
ISTOČNI NASIP RETENCIJE KUPČINE - ARMIRANOBETONSKI OBJEKTI

Glavni projektant: Nenad Heček, dipl.ing.građ.	R.br. mape: 4	R.br. sveska: 1
Projektant: Mario Merlin, struč.spec.ing.aedif.	Zajednička oznaka projekta: O89.03	Broj projekta: VPB-TGP--22-0009-3
Izdadio: Mario Merlin, struč.spec.ing.aedif.	Razina razrade: GLAVNI PROJEKT	Strukovna odrednica: GRAĐEVINSKI PROJEKT

Naziv priloga: **Ustava Znanovit - tlocrt i presjek 1-1**

Mjesto i datum izrade: ZAGREB, prosinac 2024.	Br. revizije: 0	Mjerilo: 1:100	Br. priloga: 2.1.	List: 1/1
--	--------------------	-------------------	----------------------	--------------

UZDUŽNI PRESJEK  
M 1:100



NAPOMENA:

-BETON C30/37, XC4, XF4  
-ARMATURA B500B  
-ZAŠTITNI SLOJ a=5,0 cm

NAPOMENA:

DILATACIJSKA TRAKA OD ELASTOMERA MORA ZADOVOLJITI SLJUJEĆE ZAHTJEVE:  
-IZDUŽENJE KOD PREKIDA >380%  
-OTPORNOST NA ISTEZANJE > 10N/mm<sup>2</sup>  
-TVRDOĆA PO SHORE-U 62 ± 5



Investitor / Podnositelj zahtjeva:  
HRVATSKE VODE ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220

Projekt: Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčini - ETAPA 3: RADOVI NA KANALU KUPA-KUPA I ISTOČNI NASIP RETENCIJE KUPČINA

Gradovina / Dio građevine:  
ISTOČNI NASIP RETENCIJE KUPČINE - ARMIRANOBETONSKI OBJEKTI

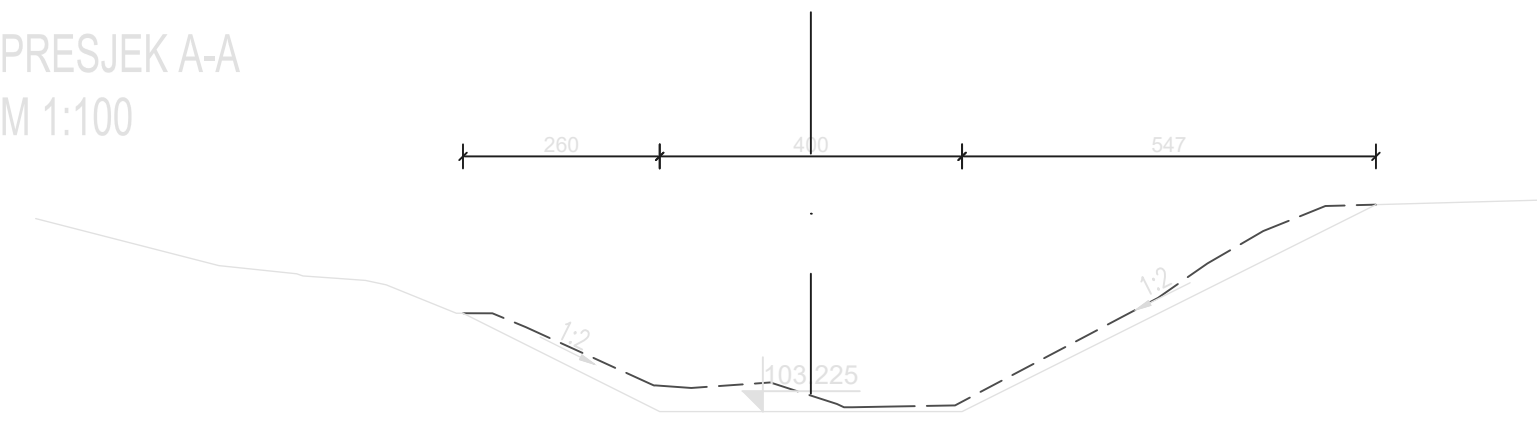
Glavni projektant: Nenad Heček, dipl.ing.grad.	R. br. mape: 4	R. br. sveska: 1
Projektant: Mario Merlin, struč.spec.ing.aedif.	Zajednička oznaka projekta: O89.03	Broj projekta: VPB-TGP-22-0009-3
Izradio: Mario Merlin, struč.spec.ing.aedif.	Razina razrade: GLAVNI PROJEKT	Strukovna odrednica: GRAĐEVINSKI PROJEKT

Naziv priloga: **Ustava Znanovit - uzdužni presjek**

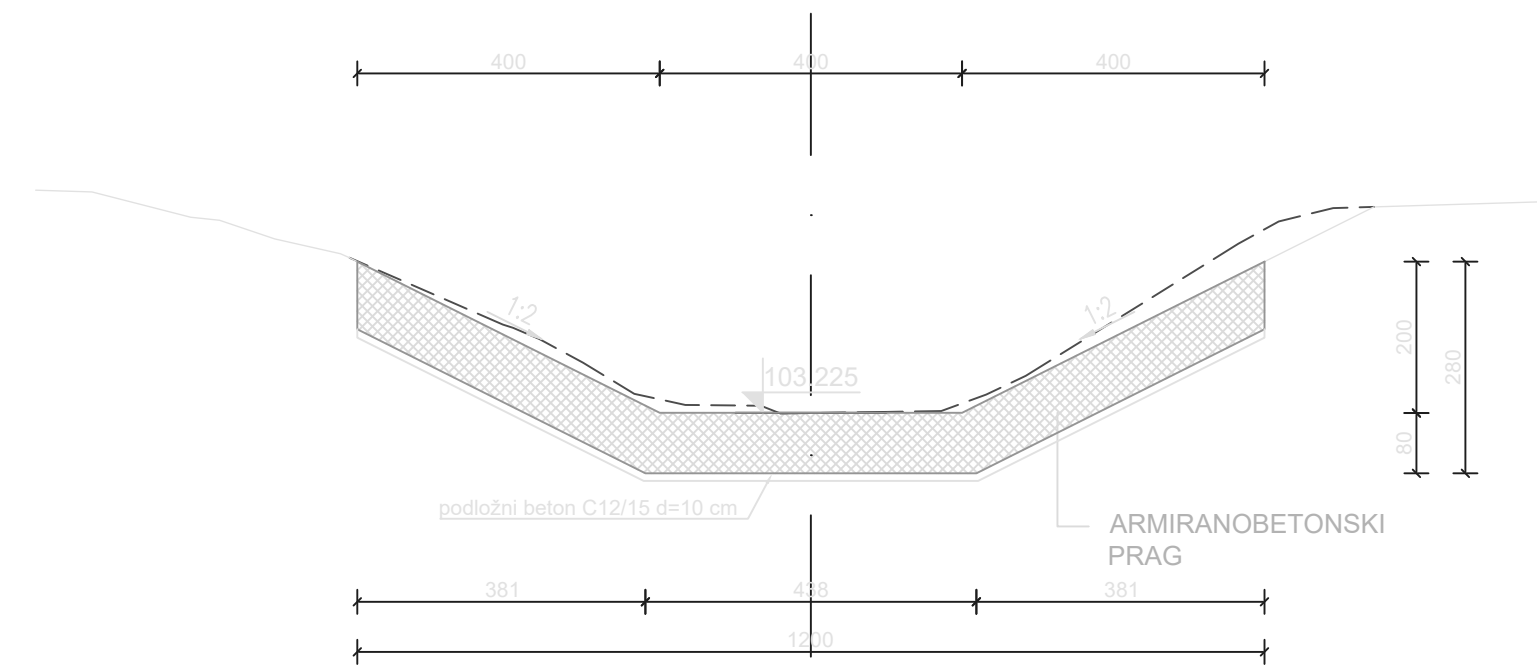
Mjesto i datum izrade: ZAGREB, prosinac 2024. Br. revizije: 0 Mjerilo: 1:100 Br. priloga: 2.2. List: 1/1



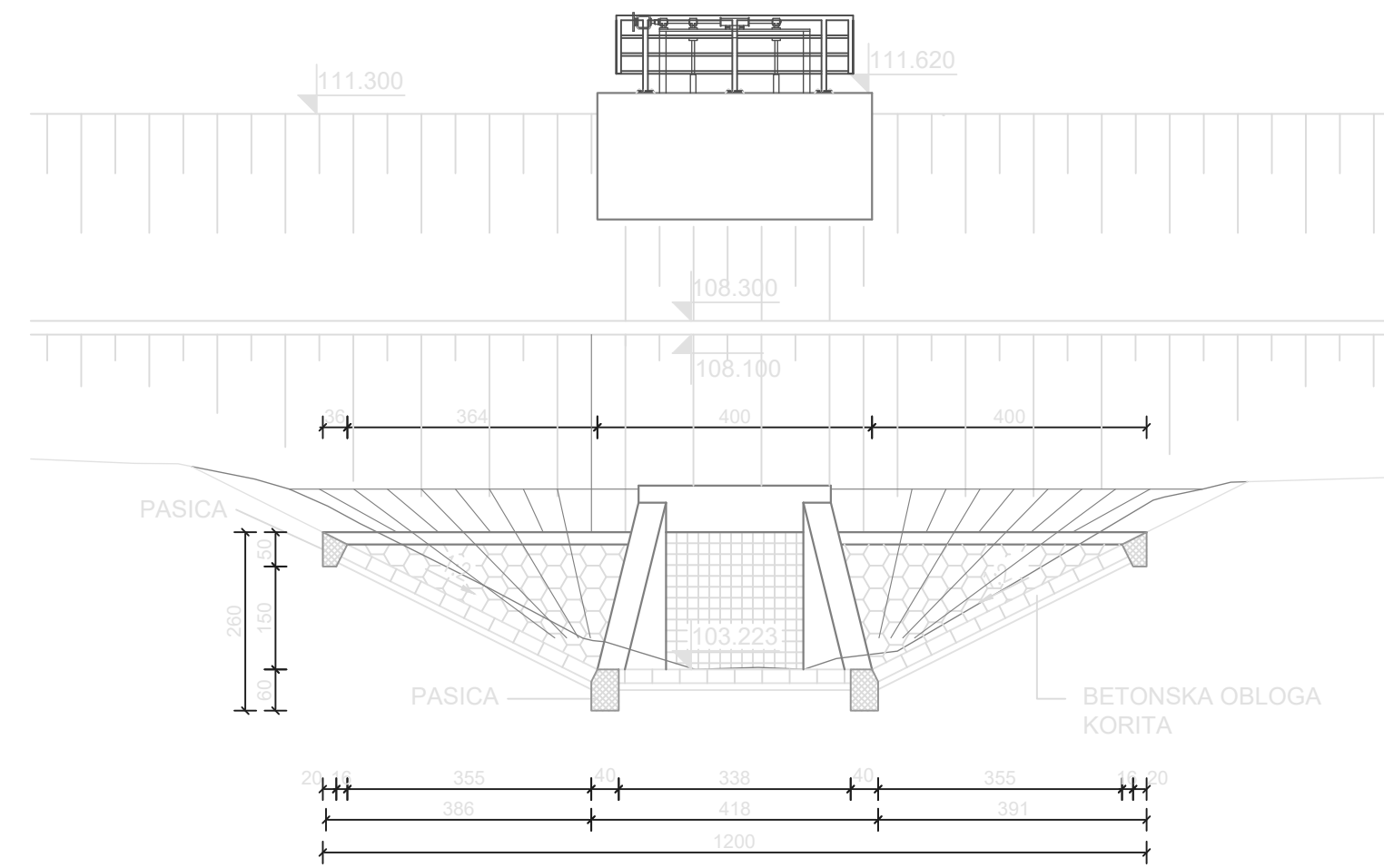
PRESJEK A-A  
M 1:100



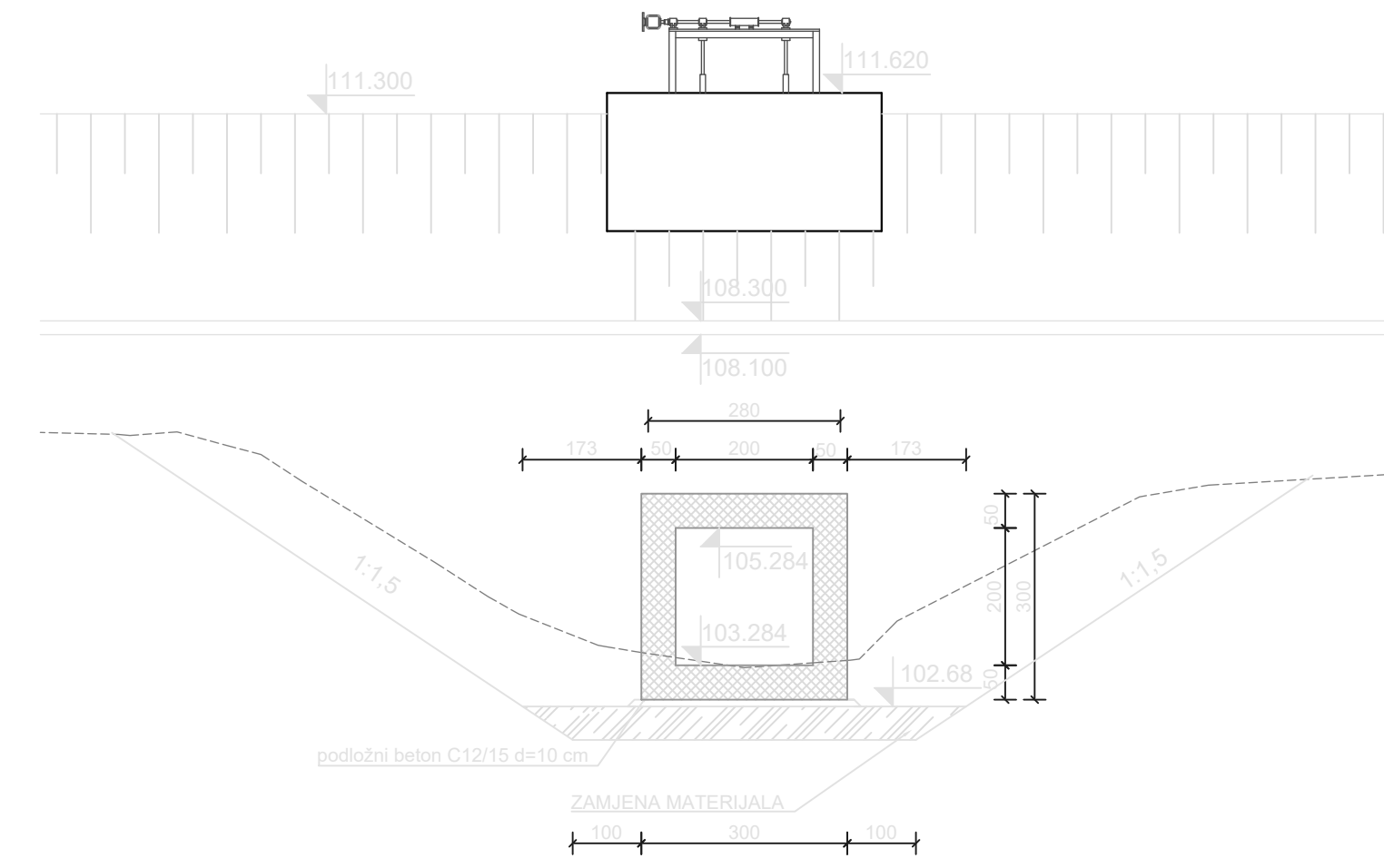
PRESJEK B-B  
M 1:100



PRESJEK C-C  
M 1:100



PRESJEK D-D  
M 1:100



**NAPOMENA:**

- BETON C30/37, XC4, XF4
- ARMATURA B500B
- ZAŠTITNI SLOJ a=5,0 cm

**NAPOMENA:**

- DILATACIJSKA TRAKA OD ELASTOMERA MORA ZADOVOLJITI SLJUDEĆE ZAHTEJEVE:
- IZDUŽENJE KOD PREKIDA >380%
- OTPORNOST NA ISTEZANJE > 10N/mm<sup>2</sup>
- TVRDOĆA PO SHORE-U 62 ± 5



Investitor / Podnositelj zahtjeva:  
HRVATSKE VODE ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220

Projekt: Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupa i Dobri i retenciji Kupčini - ETAPA 3: RADOVI NA KANALU KUPA-KUPA I ISTOČNI NASIP RETENCIJE KUPČINA

Gradjevina / Dio gradjevine:  
ISTOČNI NASIP RETENCIJE KUPČINE - ARMIRANOBETONSKI OBJEKTI

Glavni projektant: Nenad Heček, dipl.ing.grad.	R. br. mape: 4	R. br. sveska: 1
Projektant: Mario Merlin, struč.spec.ing.aedif.	Zajednička oznaka projekta: O89.03	

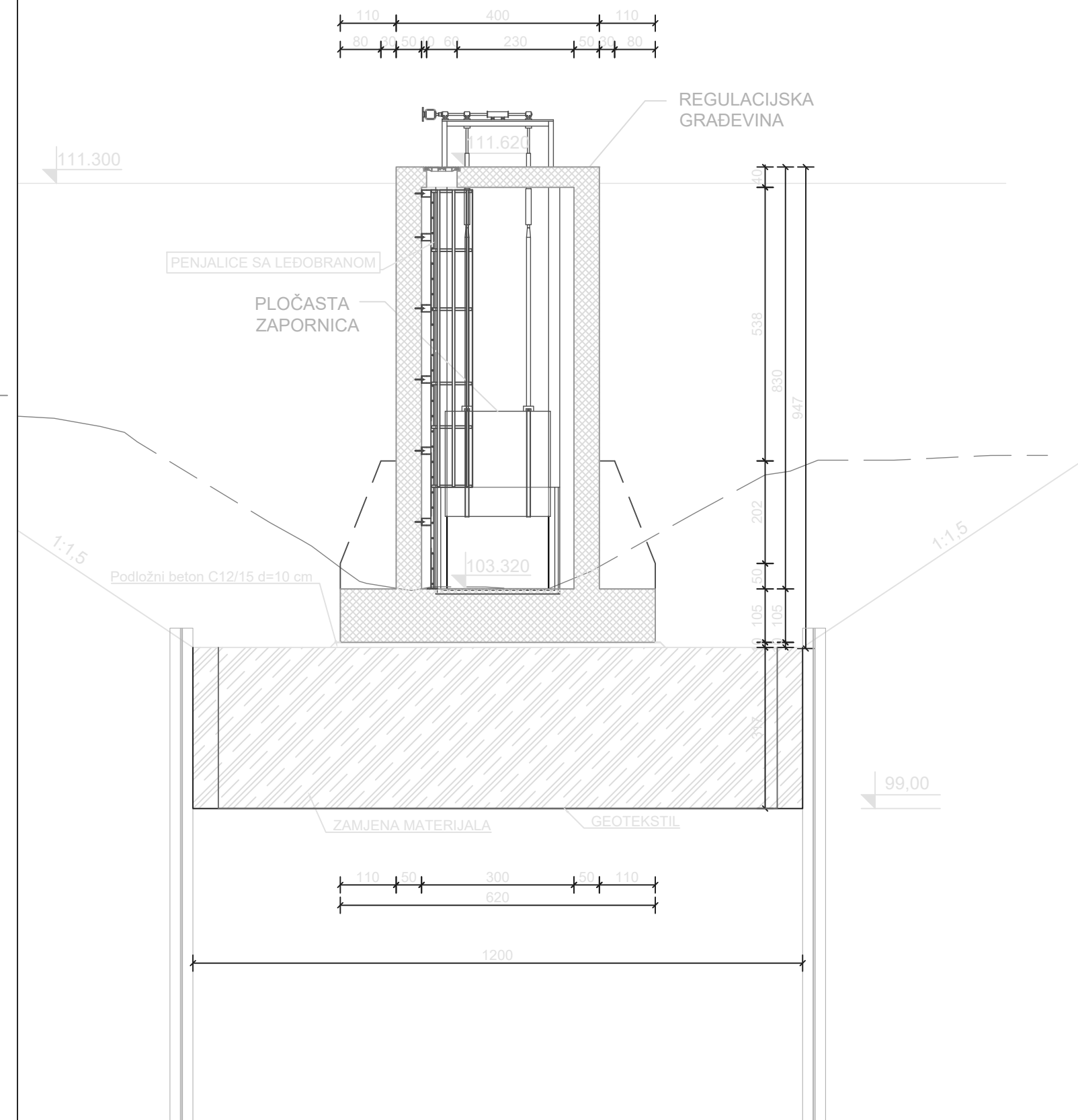
Projektant: Mario Merlin, struč.spec.ing.aedif.	Broj projekta: VPB-TGP-22-0009-3
	Razina razrade: GLAVNI PROJEKT

Izradio: Mario Merlin, struč.spec.ing.aedif.	Strukovna odrednica: GRADEVINSKI PROJEKT
---	--

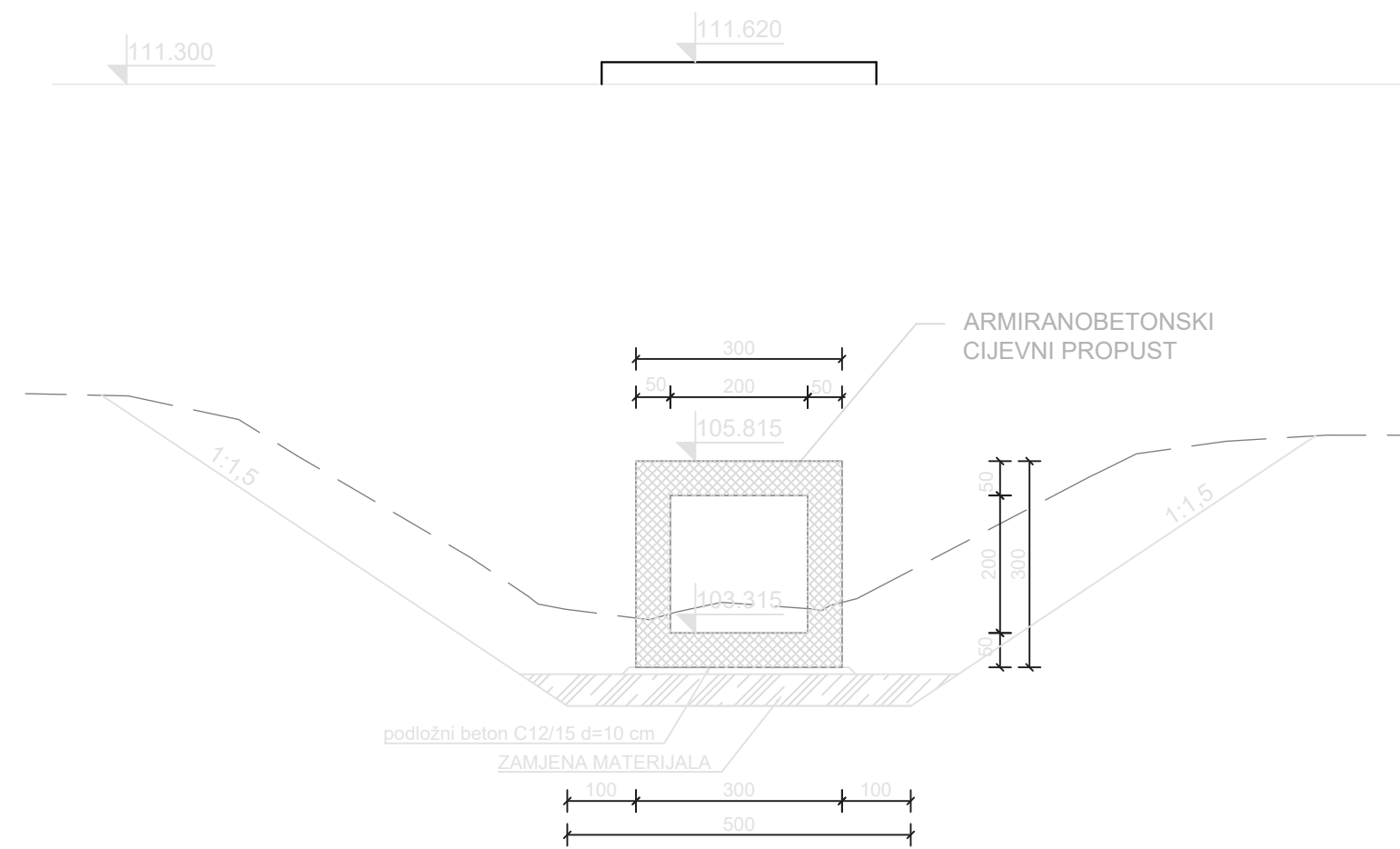
Naziv priloga: **Ustava Znanovit - Presjeci A-A, B-B, C-C i D-D**

Mjesto i datum izrade: ZAGREB, prosinac 2024.	Br. revizije: 0	Mjerilo: <b>1:100</b>	Br. priloga: <b>2.3.</b>	Lišt: <b>1/1</b>
--	--------------------	--------------------------	-----------------------------	---------------------

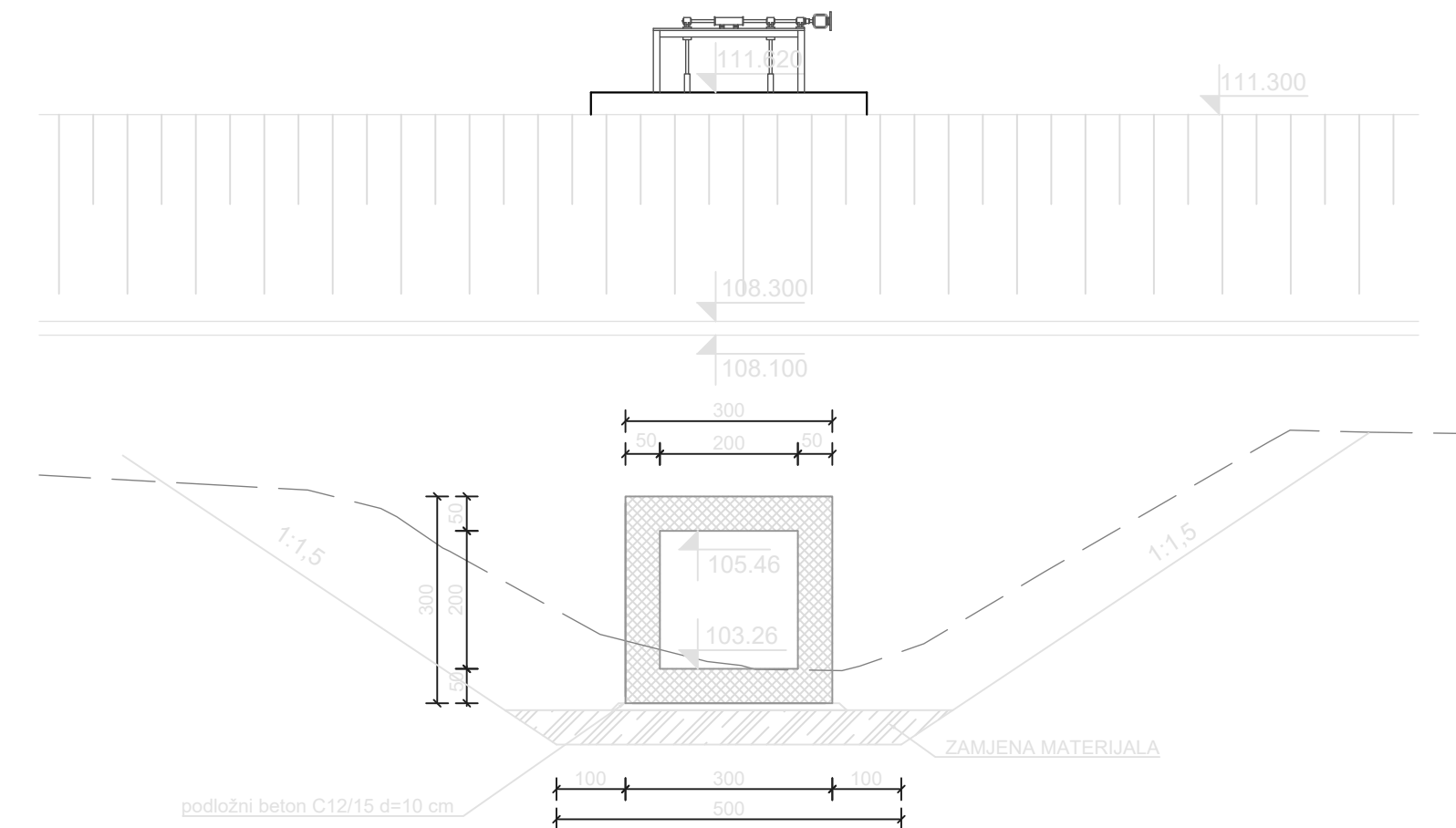
PRESJEK E-E  
M 1:100



PRESJEK F-F  
M 1:100



PRESJEK G-G  
M 1:100



NAPOMENA:

- BETON C30/37, XC4, XF4
- ARMATURA B500B
- ZAŠTITNI SLOJ a=5,0 cm

NAPOMENA:

- DILATACIJSKA TRAKA OD ELASTOMERA MORA ZADOVOLJITI SLIJEDEĆE ZAHTEJEVE:
- IZDUŽENJE KOD PREKIDA >380%
- OTPORNOST NA ISTEZANJE > 10N/mm<sup>2</sup>
- TVRDOĆA PO SHORE-U 62 ± 5



Investitor / Podnositelj zahtjeva:  
HRVATSKE VODE ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220

Projekt: Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčini - ETAPA 3: RADOVI NA KANALU KUPA-KUPA I ISTOČNI NASIP RETENCIJE KUPČINA

Građevina / Dio građevine:  
ISTOČNI NASIP RETENCIJE KUPČINE - ARMIRANOBETONSKI OBJEKTI

Glavni projektant: Nenad Heček, dipl.ing.građ.	R. br. mape: 4	R. br. sveska: 1
	Zajednička oznaka projekta: O89.03	

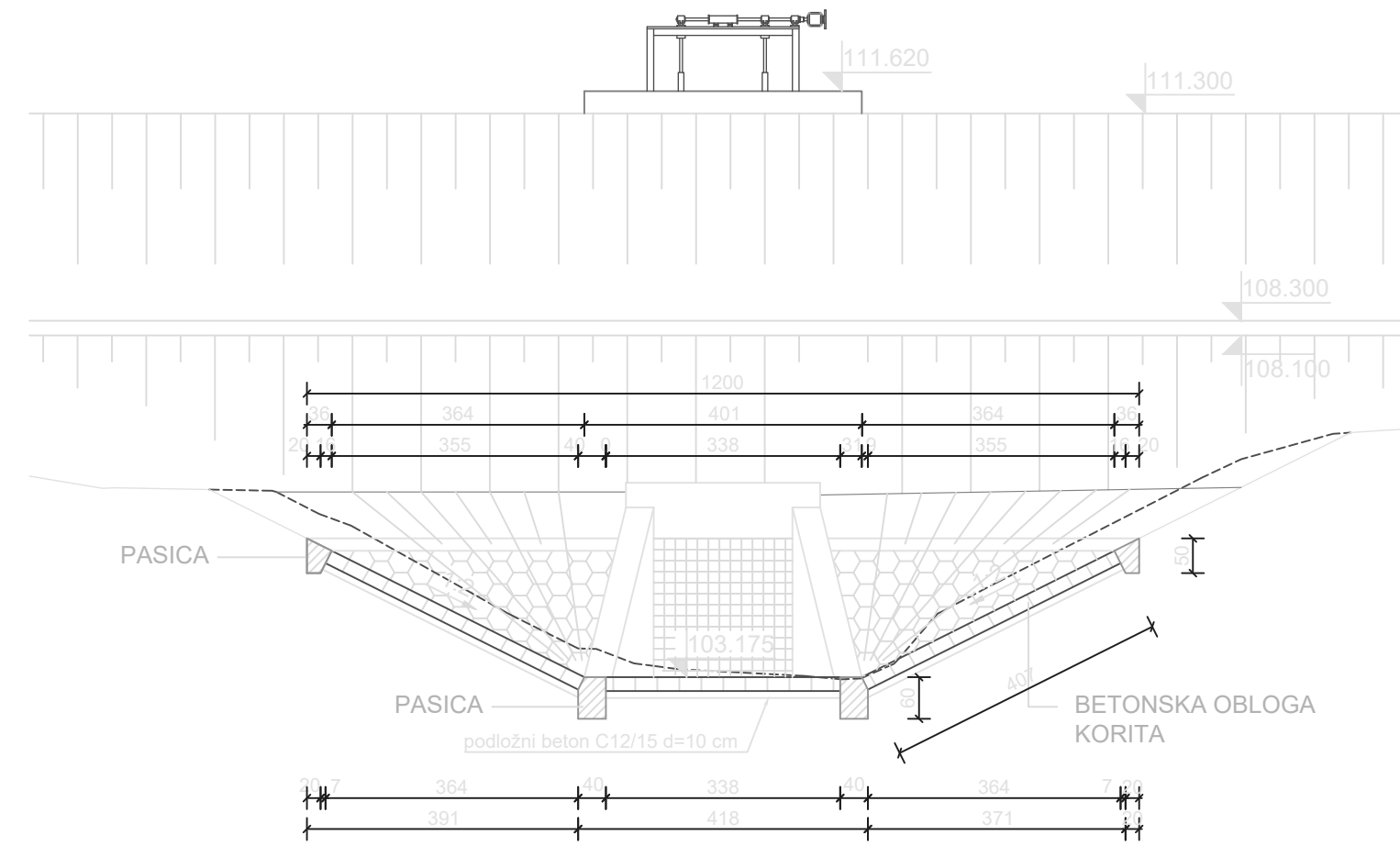
Projektant: Mario Merlin, struč.spec.ing.aedif.	Broj projekta: VPB-TGP--22-0009-3
	Razina razrade: GLAVNI PROJEKT

Izradio: Mario Merlin, struč.spec.ing.aedif.	Strukovna odrednica: GRAĐEVINSKI PROJEKT
---	--

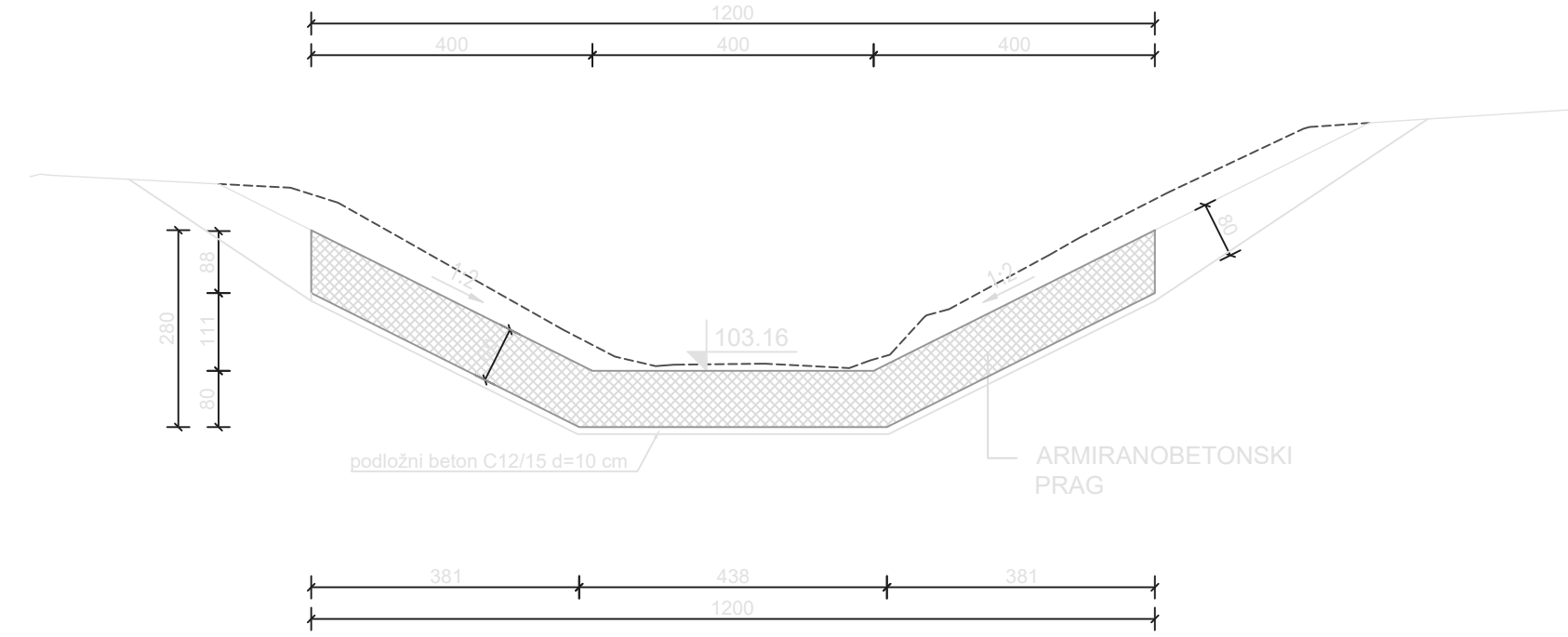
Naziv priloga: **Ustava Znanovit - Presjeci E-E, F-F, i G-G**

Mjesto i datum izrade: ZAGREB, prosinac 2024.	Br. revizije: 0	Mjerilo: <b>1:100</b>	Br. priloga: <b>2.4.</b>	List: <b>1/1</b>
--	--------------------	--------------------------	-----------------------------	---------------------

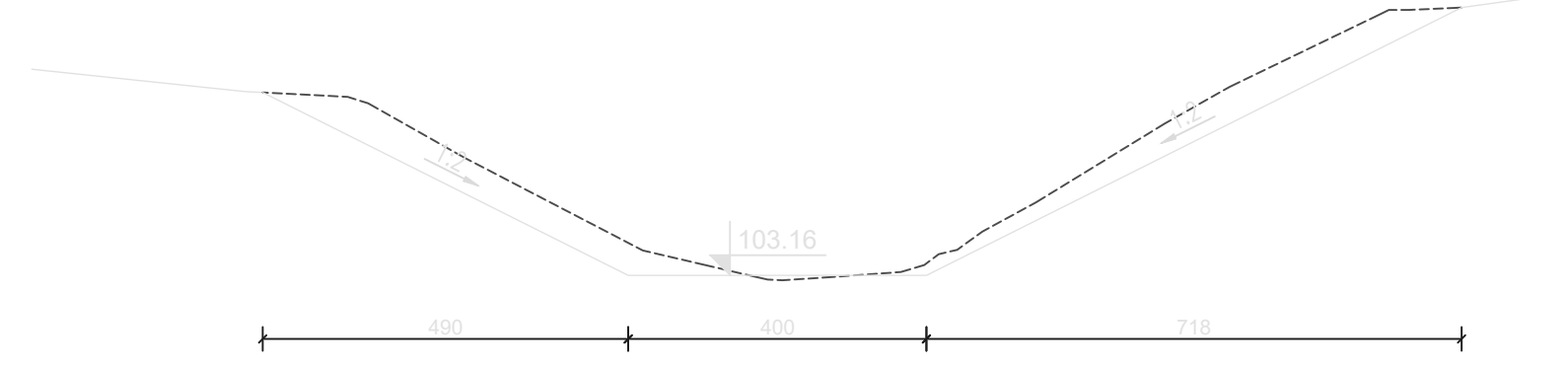
PRESJEK H-H  
M 1:100



PRESJEK I-I  
M 1:100



PRESJEK J-J  
M 1:100



NAPOMENA:  
-BETON C30/37, XC4, XF4  
-ARMATURA B500B  
-ZAŠTITNI SLOJ a=5,0 cm

NAPOMENA:  
DILATACIJSKA TRAKA OD ELASTOMERA MORA ZADOVOLJITI  
SLIJEDEĆE ZAHTEJEVE:  
-IZDUŽENJE KOD PREKIDA >380%  
-OTPORNOST NA ISTEZANJE > 10N/mm<sup>2</sup>  
-TVRDOĆA PO SHORE-U 62 ± 5



Investitor / Podnositelj zahtjeva: HRVATSKE VODE ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220			
Projekt: Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčini - ETAPA 3: RADOVI NA KANALU KUPA-KUPA I ISTOČNI NASIP RETENCIJE KUPČINA			
Građevina / Dio građevine: ISTOČNI NASIP RETENCIJE KUPČINE - ARMIRANOBETONSKI OBJEKTI			
Glavni projektant: Nenad Heček, dipl.ing.građ.	R. br. mape: 4	R. br. sveska: 1	Zajednička oznaka projekta: O89.03
Projektant: Mario Merlin, struč.spec.ing.aedif.	Broj projekta: VPB-TGP--22-0009-3	Razina razrade: GLAVNI PROJEKT	
Izradio: Mario Merlin, struč.spec.ing.aedif.	Strukovna odrednica: GRAĐEVINSKI PROJEKT		
Naziv priloga: <b>Ustava Znanovit - Presjeci H-H, I-I, i J-J</b>			
Mjesto i datum izrade: ZAGREB, prosinac 2024.	Br. revizije: 0	Mjerilo: <b>1:100</b>	Br. priloga: <b>2.5.</b> List: <b>1/1</b>