

# Primjer proširenja i sanacije malog mosta

---

**Petrin, Ivona**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2022**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University North / Sveučilište Sjever**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:967767>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-05**



*Repository / Repozitorij:*

[University North Digital Repository](#)



**SVEUČILIŠTE SJEVER**  
**SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN**



DIPLOMSKI RAD br. 52/GRD/2022

**PRIMJER PROŠIRENJA I SANACIJE MALOG  
MOSTA**

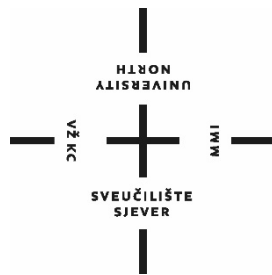
Ivona Petrin

Varaždin, rujan 2022.



**SVEUČILIŠTE SJEVER**  
**SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN**

**Studij graditeljstva**



DIPLOMSKI RAD br. 52/GRD/2022

**PRIMJER PROŠIRENJA I SANACIJE MALOG  
MOSTA**

Student:

Ivona Petrin, 1187/336D

Mentor:

prof. dr. sc. Božo Soldo

Varaždin, rujan 2022.

# Prijava diplomskog rada

## Definiranje teme diplomskog rada i povjerenstva

ODJEL Odjel za graditeljstvo

STUDIJ diplomski sveučilišni studij Graditeljstvo

PRISTUPNIK Ivona Petrin

JMBAG

0336014935

DATUM

KOLEGIJ

Mostovi

NASLOV RADA

Primjer proširenja i sanacije malog mosta

NASLOV RADA NA  
ENGL. JEZIKU

An example of expansion and recovery of a small bridge

MENTOR

prof. dr. sc. Božo Soldo

ZVANJE

redoviti profesor

ČLANOVI POVJERENSTVA

1. doc.dr.sc. Goran Puž
2. prof.dr.sc. Božo Soldo
3. izv.prof.dr.sc. Bojan Đurin
4. doc.dr.sc. Aleksej Aniskin
- 5.

VZK

MMI

## Zadatak diplomskog rada

BROJ

52/GRD/2022

OPIS

Pod temom Diplomskog rada: "PRIMJER PROŠIRENJA I SANACIJE MALOG MOSTA" u radu je potrebno prikazati problematiku, analizu proračuna, tehničke opise radova, nacрте na primjeru mosta predko rijeke/potoka. Načelni sadržaj rada sastojao bi se od poglavlja:

### SAŽETAK

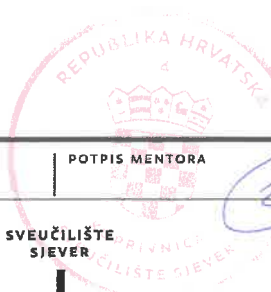
1. UVOD
  2. OPĆENITO O MOSTU I DEFINICIJE
  3. TEHNIČKI OPIS
  4. RAČUNSKA ANALIZA
  5. DISPOZICIJA MALOG MOSTA
  6. TROŠKOVNIK
  7. ZAKLJUČAK
- LITERATURA

ZADATAK URUČEN

14. veljače 2022.

POTPIS MENTORA

SVEUČILIŠTE  
SJEVER



## **Predgovor**

Zahvaljujem se svom mentoru prof. dr. sc. Boži Soldi, na pomoći, strpljenju i susretljivosti prilikom izrade diplomskog rada. Veliku zahvalu dugujem i ostalim profesorima Odjela za graditeljstvo na Sveučilištu Sjever za usvojeno znanje i predanost. Također, zahvaljujem se svim kolegama, prijateljima, dečku i roditeljima na velikoj podršci, strpljenju i razumijevanju tijekom mog obrazovanja.

Ivona Petrin

## **Sažetak**

U ovom diplomskom radu dano je rješenje za proširenje pločastog mosta preko potoka Koruška u Križevcima. Rad se sastoji od tehničkog opisa, računske analize te dispozicije mosta, nacрта i troškovnika. U tehničkom opisu opisano je rješenje proširenja mosta, od pripremnih radova, armirano - betonskih, postupak ugradnje cijevnih mikropilota, rješenje odvodnje s mosta, sve do završih radova. Prethodno proračunu provedeni su geotehnički istražni radovi na temelju kojih su usvojeni parametri tla. U računskoj analizi izvršen je proračun mosta te upornjaka mosta. Provedena je kontrola naprezanja u tlu, na prevrtanje te klizanje upornjaka. Proračunom nosivosti i slijeganja izračunato je slijeganje nakon ugradnje cijevnih mikropilota ispod upornjaka.

**Ključne riječi:** most, raspon, upornjak, temelj, mikropiloti, armatura, beton, slijeganje

## **Abstract**

This diploma work gives a solution for the expansion of the slab bridge over the Koruška stream in Križevci. The work consists of a technical description, computational analysis and disposition of the bridge, drawings and cost estimates. The technical description describes the solution for expansion of the bridge, from the preparatory works, reinforced concrete work, the procedure for installing pipe micropiles, the solution for drainage from the bridge and the finished works. Prior to the calculation, geotechnical investigation works were carried out on the basis of which the soil parameters were adopted. In the computational analysis, the calculation of the bridge and bridge abutments was performed. There are calculations of control of stress in the ground, overturning and sliding of abutments. The settlement was calculated after the installation of pipe micropiles under the abutments.

**Key words:** the bridge, span, abutment, foundation, micropilots, armature, concrete, subsidence



## Popis korištenih kratica

$\rho$	grčko slovo „ro“, specifična gustoća
v/c	vodocementni faktor
SPT	standardni penetracijski test
PPV	pojava podzemne vode
RPV	razina podzemne vode
I <sub>c</sub>	indeks konzistencije
I <sub>p</sub>	indeks plastičnosti
N	broj udaraca
M <sub>v</sub>	modul stišljivosti
$\varphi$	kut unutarnjeg trenja
$\gamma$	grčko slovo „gama“, obujamska težina
c	kohezija
c <sub>u</sub>	nedrenirana čvrstoća
q <sub>u</sub>	jednoosna čvrstoća
$\tau_{fu}$	nedrenirana posmična nčvrstoća
G	stalno opterećenje
Q	promjenjivo opterećenje
AB	armirano – betonski
w	širina kolnika
n	broj prometnih traka
w <sub>1</sub>	širina prometnog traka
Q <sub>k</sub>	koncentrirano opterećenje

qk kontinuirano opterećenje

C 35/45 razred čvrstoće betona

fcd čvrstoća betona

fyd čvrstoća čelika

d statička visina presjeka

$\mu_{sd}$  bezdimenzionalna veličina za moment

$\xi$  grčko slovo „ksi“, koeficijent položaja neutralne osi

$\zeta$  grčko slovo „zeta“, koeficijent kraka unutrašnjih sila

As površina armature

$M_{sd}$  moment savijanja

Aa glavna armatura

Aar razdjelna armatura

$\delta$  grčko slovo „delta“, kut unutarnjeg trenja između zida i tla

p opterećenje

$\sigma$  grčko slovo „sigma“, normalno naprezanje

W moment otpora

Ea sila aktivnog pritiska tla

ka koeficijent aktivnog pritiska

Rg reakcija stalnog djelovanja

Rq sireakcija promjenjivog djelovanja

Fs faktor sigurnosti

Mz moment zadržavanja

Mp moment prevrtanja

Qp nosivost na oplošje pilota

qp trenje između pilota i tla

Ap površina oplošja pilota

$\alpha$  grčko slovo „alfa“, faktor korekcije

Qv nosivost na vrh pilota

qv nosivi tlak na vrh pilota

Av površina vrha pilota

Nc faktor nosivosti

D promjer pilota

Qf ukupna nosivost

sg slijeganje grupe pilota

s slijeganje jednog pilota

# Sadržaj

<b>1. Uvod</b> .....	1
<b>2. Općenito o mostu i definicije</b> .....	3
2.1. Definicije vezane uz dijelove mosta i pločastih propusta.....	4
<b>3. Tehnički opis</b> .....	6
3.1. Postojeće stanje predmetne lokacije .....	6
3.2. Tehničko rješenje izgradnje mosta.....	7
3.2.1. Opis tehničkih mjera izgradnje .....	8
3.3. Geotehnički istražni radovi.....	14
<b>4. Računska analiza</b> .....	23
<b>4.1. Dimenzioniranje mosta</b> .....	23
<b>4.2. Dimenzioniranje upornjaka</b> .....	37
4.2.1. Kontrola naprezanja u tlu.....	64
4.2.2. Kontrola na prevrtanje .....	65
4.2.3. Kontrola na klizanje .....	66
<b>4.3. Proračun nosivosti i slijeganja</b> .....	67
<b>5. Dispozicija malog mosta</b> .....	70
<b>6. Troškovnik</b> .....	83
<b>7. Zaključak</b> .....	90
<b>Literatura</b> .....	91

## 1. Uvod

Most je građevina koja omogućuje promet ili obavljanje neke druge djelatnosti preko vodene površine. Važno je razlikovati pojmove: most, nadvožnjak i vijadukt, nadvožnjak je građevina koja prometnicu prevodi preko postojeće prometnice, ceste, a vijadukt preko suhe doline.

Ovisno o djelatnosti mostove dijelimo na:

- pješački,
- cestovni,
- željeznički,
- mješoviti,
- zaštitni i kranski most,
- mostove za cjevovode,
- akvadukte

Podjela mostova prema statičkom sustavu:

- gredni most (slobodna greda, kontinuirani nosač sa zglobovima, kontinuirani nosač bez prekida),
- svođeni,
- razuporni,
- okvirni,
- višeći,
- ovješeni,
- kombinirani mostovi

Podjela mostova prema tipu nosača:

- pločasti most,
- rebrasti,
- rešetkasti,
- sandučasti

Podjela mostova prema dimenzijama:

- propusti,
- mali mostovi,
- srednji mostovi,
- veći mostovi,
- veliki mostovi,
- izvanredne građevine

Most se sastoji od gornjeg i donjeg ustroja, te opreme mosta. Gornji ustroj obuhvaća sve dijelove mosta iznad ležišta glavne rasponske konstrukcije, dok pod donji ustroj ubrajamo sve dijelove ispod ležišta glavne rasponske konstrukcije i dijelove uz nju. Opremu mosta čine dijelovi namijenjeni odvijanju prometa na mostu.

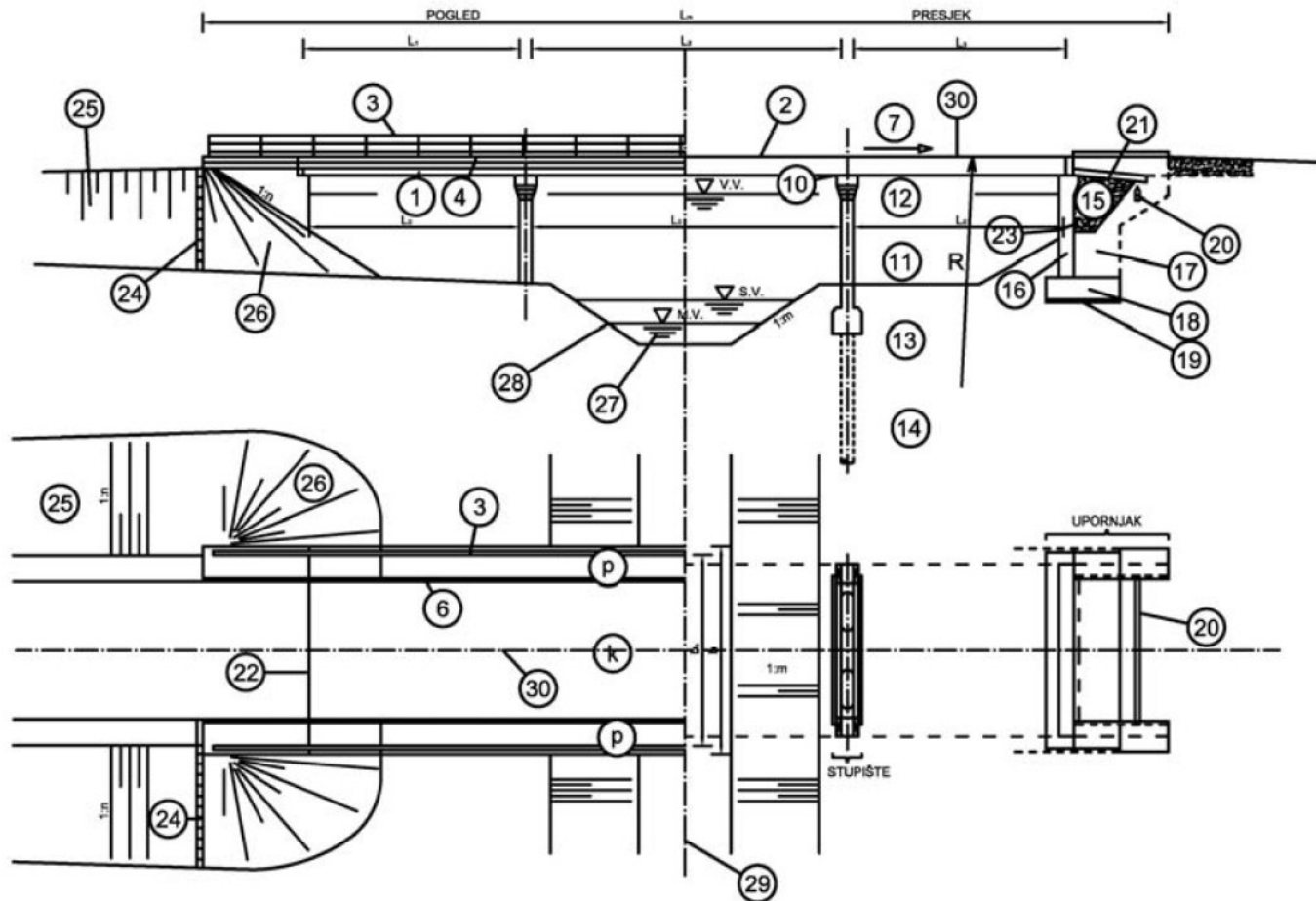
Kod podjele mostova prema dimenzijama razlikujemo male mostove, takozvane propuste. U ovom radu tema je upravo mali, pločasti most. Pločasti propust je most ograničene veličine otvora, odnosno raspona do 10 m, a tečenje ispod pločastih mostova je sa slobodnim vodnim licem. Obično su tipske građevine, zbog učestale primjene.

Ovim radom prikazan je mali most u Križevcima gdje se razvija problem u prometu zbog nedovoljne širine. Ideja je proširiti mali most sa svake strane, za 2,35 m. Detaljno su osmišljene i opisane sve faze radova, počevši sa pripremnim radovima, radovima iskopa, temeljenja, betonskim i armiračkim radovima, postupak ugradnje cijevnih mikropilota. Prikazano je rješenje površinske odvodnje s mosta, radovi na rekonstrukciji prometnice, te završni radovi.

Provedena je računaska analiza, dimenzioniranje ploče mosta i upornjaka, te kontrole upornjaka na prevrtanje i klizanje. Također izračunata je nosivost i slijeganje nakon ugradnje grupe mikopilota ispod upornjaka, što se pokazalo zadovoljavajućim.

Na kraju nalazi se dispozicija i troškovnik mosta. Dispozicija sadrži situacijski prikaz predmetnog mosta, nacрте mosta i upornjaka sa detaljima, te armaturu proširenja mosta, sa iskazom površina. U troškovniku su detaljno opisane stavke radova koji se planiraju izvesti te količine materijala.

## 2. Općenito o mostu i definicije



Slika 2.1. Shematski prikaz dijelova mosta

- |                            |  |
|----------------------------|--|
| 1 - Rasponska konstrukcija | 8 - Poprečni nagib                       |
| 2 - Kolovozna konstrukcija | 9 - Kota nivelete mosta                  |
| 3 - Zaštitna ograda        | 10 - Ležaj                               |
| 4 - Vijenac                | 11 - Stup                                |
| 5 - Pješačka konzola       | 12 - Ležajna greda                       |
| 6 - Rubnjak                | 13 - Temelj stupišta (plitko temeljenje) |
| 7 - Uzdužni nagib          | 14 - Pilot (duboko temeljenje)           |

---

15 - Vodopropusna ispuna	23 - Procjedna cijev
16 - Stup upornjaka	24 - Odvodnja mosta
17 - Krilo upornjaka	25 - Prilaz mostu (rampa)
18 - Temelj upornjaka	26 - Čunj prilaza
19 - Izravnavajući sloj	27 - Kanal
20 - Zatega	28 - Profil kanala
21 - Prijelazna ploča	29 - Os kanala
22 - Prijelazni uređaj	30 - Os mosta

## 2.1. Definicije vezane uz dijelove mosta i pločastih propusta

**Duljina mosta** je najveća međusobna udaljenost dviju točaka na građevini mjerena u smjeru uzdužne osi (obično je to udaljenost od krajnje točke krila jednog upornjaka do odgovarajuće točke na drugom krilu upornjaka).

**Raspon mosta** je vodoravni razmak između osi ležaja rasponske konstrukcije.

**Otvor mosta** je površina iznad kanala koja je u pogledu na uzdužni raspored mosta omeđena unutrašnjim plohamo stupova te donjim rubom rasponske konstrukcije. Uobičajeno se pod ovim pojmom podrazumijeva razmak između unutrašnjih ploha stupova. Kod mostova s više otvora govori se o ukupnom otvoru.

**Širina mosta** je vodoravna udaljenost između krajnjih suprotnih točaka mosta u poprečnom razmještaju.

**Korisna širina** mosta je vodoravna udaljenost između onih dijelova koji u poprečnom razmještaju ograničavaju prostor namijenjen prometu.

**Donji ustroj** mosta čine nosivi dijelovi koji preko ležaja rasponske konstrukcije preuzimaju opterećenje i prenose ga na tlo.



**Upornjaci** su nosive konstrukcije donjeg ustroja na koje se oslanja rasponska konstrukcija i gdje se ostvaruje spoj prometnice (obale) i mosta, a dijelovi upornjaka mogu biti stupovi, krila, temelj, prijelazna ploča i zatega.

**Stup upornjaka** je dio na koji se oslanja rasponska konstrukcija preko ležaja koji se postavljaju na posebna mjesta oslanjanja koja mogu biti izvedena kao ležajna greda i ležajni kvadar.

**Ležaj** je element koji prenosi opterećenje nosive konstrukcije gornjeg ustroja na donji ustroj.

**Temelj** je dio donjeg ustroja mosta koji cjelokupno opterećenje mosta izravno prenosi na tlo. U odnosu na dubinu i način prijenosa opterećenja na tlo mogu biti temelji plitki (samci, trakasti) ili duboki (piloti, kesoni, bunari).

**Prijelazna ploča** je dio upornjaka koji osigurava udoban prijelaz sa krute rasponske konstrukcije mosta na nasip.

**Rasponska konstrukcija** je nosivi dio građevine koji premošćuje otvor mosta, a čine je različiti sustavi nosača. Zadaća ovog dijela je preuzimanje korisnog opterećenja mosta i prijenos opterećenja na donji ustroj.

**Zaštitna ograda** je dio gornjeg ustroja koji uzduž mosta određuje korisnu širinu. Osnovna namjena ograde je zaštita prometnih korisnika ili sudionika u održavanju mosta. Položaj, oblik i veličina ovise o vrsti prometa.

### 3. Tehnički opis

#### 3.1. Postojeće stanje predmetne lokacije

Most preko potoka Koruška nalazi se u Križevcima, ulici Nikole Tesle – Karantski put, na katastarskim česticama broja 2080, 2082, 2380/1 i 14648, katastarske općine Križevci. Zbog nedovoljnog raspona i nedovoljne širine mosta potrebno je proširiti postojeći most kako bi ostvarili veći raspon i zadovoljavajuću širinu.



*Slika 3.1. Ortofoto: Križevci, ulice: Nikole Tesle – Karantski put: 2080, 2082, 2380/1 i 14648, k.o. Križevci; Koordinate: E=502731; N=5096831*



*Slika 3.2. Postojeći most preko potoka Koruška*



*Slika 3.3. Postojeće stanje prometnice*

### 3.2. Tehničko rješenje izgradnje mosta

Kako bi se riješili nedostaci postojećeg mosta potrebno je proširiti most da bi dobili veći raspon i veću širinu. Most prema postojećem stanju ima raspon od 5,40 m i širinu od 3,80m, a nakon proširenja mosta raspon iznosi 7,80 m, a širina 8,50 m.

Izbor koncepta radova zahvata kod proširenja mostova od osobite je važnosti. Naime, koncept je presudan za učinkovitost, a time i uspješnost zahvata. Opća situacija koja karakterizira ovo uglavnom upućuje na gradnju nove građevine:

- Rušenje i priprema okolnog terena;
- Iskop rovova za temelje upornjaka i upornjake do potrebne dubine, do projektiranih kota;
- Izrada cijevnih mikropilota (čelične cijevi u bušotinama i injektiranje pod tlakom) koji služe da ne dođe do slijeganja novih elemenata građevine pored starih;
- Izgradnja armirano betonskih temelja upornjaka i upornjaka;
- Izgradnja armirano betonskih nosača i ploče i armirano betonske naknadno prednapete ploče, kao monolitnu konstrukciju sa upornjacima; prema projektu i uvjetima: raspon mosta 7,80 m i širine mosta 8,50 m
- Izgradnja drenaže između upornjaka i tla;
- Rekonstrukcija kolnika (hidroizolacija, nosivi i habajući slojevi)
- Postavljanje zaštitne pješačke ograde na mostu
- Završni radovi

### 3.2.1. Opis tehničkih mjera izgradnje

Cjelina izgradnje obuhvaća izgradnju upornjaka i ploče mosta, a potom i rekonstrukciju - sanaciju odgovarajućeg poteza cestovne prometnice s pripadnom bankinom. Projektni zadatak vezan je na glavne zahvate koji se odnose na radove iskopa, temeljenja i betonske radove, dok radovi na rekonstrukciji prometnice trebaju biti izvedeni sukladno pravilima za izgradnju cesta na kojima se odvija promet.

#### **PRIPREMNI RADOVI**

Ovi radovi podrazumijevaju ulazak odabranog Izvoditelja na lokaciju pri čemu je Investitor dužan osigurati suglasnost pojedinih vlasnika za ulazak. Izvoditelj potom dorađuje definitivni plan organizacije rada, koji treba poštivati postojeće lokalne uvjete (treba očuvati privatno vlasništvo, odstraniti manje raslinje i humus, zatražiti odobrenje nadležnih poduzeća za premještanje ili premošćenje komunalnih vodova ako isti postoje na predmetnoj lokaciji i sl.), a treba uvažavati i vremenske uvjete s obzirom na doba godine u kojem će se radovi odvijati (treba izbjegavati kopanje u kišnom razdoblju).

Također u pripreme radove ubrajamo i: reguliranje prometa uz postavljanje prometne signalizacije na cesti, radovi se mogu izvoditi bez zatvaranja prometa, te sve potrebne geodetske izmjere i iskolčenja.

#### **ZEMLJANI RADOVI**

Zemljani radovi se odnose na iskop rovova za upornjake/temeljenje upornjaka. U zemljane radove također spadaju i izgradnja pokosa odnosno čepa u dijelu iskopanog rova uz izgrađeni upornjak uz nabijanje vibropločama u slojevima i manjeg djela na rekonstrukciji prometnice uz most s obje obale, te završno planiranje i razastiranje, vraćanje humusa, a preostali materijal ili eventualni odvoz i odlaganje. Zemljani radovi – iskopi izvode se uz pomoć razmjerno laganih traktorskih rovokopača.

U zemljane radove spada i drenažni sustav: nabava, doprema i ugradnja drenažnog zasipa - batuda drena, u donjem dijelu oko novog dijela upornjaka.

## CIJEVNI MIKROPILOTI

Mikropiloti ispod novog upornjaka koji imaju zadatak da spriječe bilo kakvo slijeganje novog upornjaka uz stare, odnosno da ne postoje nikakva diferencijalna slijeganja.

Bušenje bušotina za mikropilote i injektiranje mogu se izvoditi također pomoću laganih strojeva ili ručno.

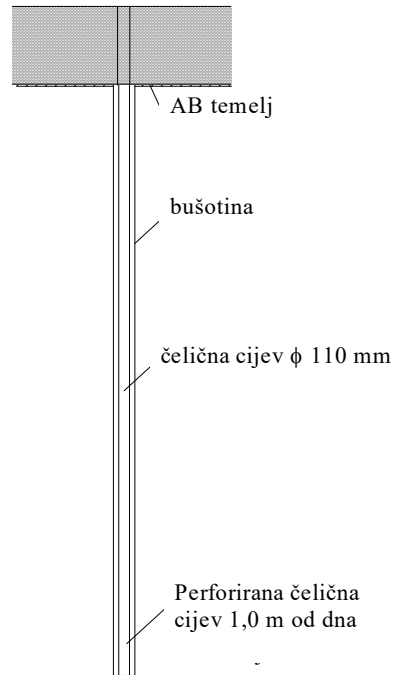
Navedeni efekt ima pozitivan utjecaj na nosivost pilota s dva aspekta:

- Stvrdnuta injekcijska smjesa izložena je uvećanom tlačnom prostornom naprezanju (prednaprezanju) što joj povećava otpornost na rascjep.
- Tlo oko konture mjehura nalazi se u povišenom stanju kompresije, što ima za posljedicu smanjenje poroziteta, a time i smanjenje deformabilnosti, što znači i povećanje nosivosti.

Koncepcija mikropilotiranja (ugrađena čelična cijev kroz koju se naknadno provodi injekcijski zahvat) može u mnogim situacijama predstavljati brzo, jeftino i efikasno rješenje.

Faze radova:

- Bušenje bušotina
- Umetanje perforiranih čeličnih cijevi dužine 6,00 m, promjera 110 mm, debljine stijenke 4 mm. Djelotvorna mjera je injekcijski zahvat koncipiran tako da se postigne injekcijsko prednaprezanje kontaktne zone između pilota i okolnog tla.
- Ugradnja brtve između čelične cijevi i stijenke bušotine, te ugradnja gumenog pakera
- Injektiranje cementnom suspenzijom pod tlakom.



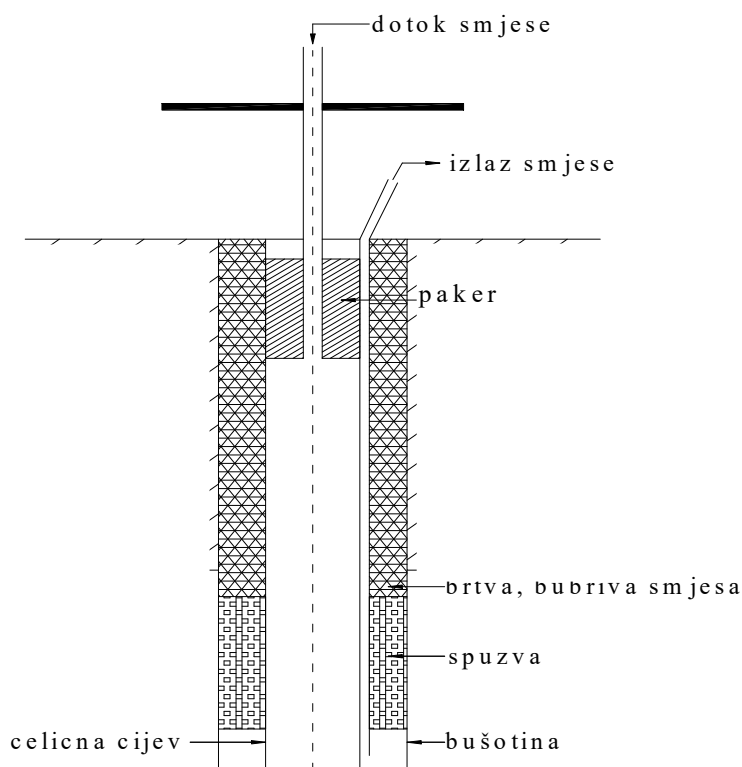
*Slika 3.2.1.1. Skica temelja, bušotine, čelične cijevi*



*Slika 3.2.1.2. Perforirane čelične cijevi ; Brtva sa spojem čelične i okiten cijevi*

Nakon postavljanja cijevi i završetka brtvljenja pristupa se izradi injekcijske smjese te ostalim radovima neophodnim za rad na injekcijskom zahvatu.

Nakon postavljanja pakera i postavljanja brtve utiskuje se injekcijska smjesa pod pažljivo prilagođenim radnim tlakom. Pod tim tlakom injekcijska smjesa izlazi iz cijevi (kroz perforacije), no zbog velike gustoće, a time i znatne viskoznosti injekcijska se smjesa kao utisnuti fluid ne može širiti u okolno tlo.



Slika 3.2.1.3. Presjek bušotine s namještenim cijevima i pakerom

Za uspješnu izvedbu mikropilota značajnu ulogu ima injekcijska smjesa, točnije sastav injekcijske smjese te gustoća koja ovisi o vodocementnom faktoru, odnosno omjeru miješanja vode i cementa v/c. Kod injekcijskih smjesa primjenjuje se v/c od 0,40 pa na više.

Zbog kapaciteta opreme u kojoj se miješa injekcijska smjesa poželjno je znati količine ostalih tvari na 100 kg suhe tvari.

Vrsta tvari	Masa [kg]	Specifična gustoća - $\rho$ [g/cm <sup>3</sup> ]	Obujamska količina [litara]
Voda	42	1,0	42
Dodatak za bubrenje	0,50	3,0	0,17
Cement	100	3,05	33

Tablica 3.1. Sastav i svojstva injekcijske smjese na 100 kg suhe tvari cementa

## **ARMIRAČKI I BETONSKI RADOVI**

- Šalovanje upornjaka: za temelj i krilne zidove
- Bušenje bušotina u starim betonskim upornjacima i ploči za ugradnju armature
- Šalovanje ploča proširenja mosta na stupovima potrebne visine s izradom oslonaca u potoku
- Nabava armature, sječenje, čišćenje, savijanje, postavljanje i vezanje armature srednje složenosti
- Nabava, doprema, ugradnja betona za izradu upornjaka i nosive armiranobetonske ploče

Betonski radovi odnose se na betoniranje upornjaka i nosivih ploča mosta, te vijenac koji se izvodi paralelno s cestarskim radovima.

## **POVRŠINSKA ODVODNJA S MOSTA**

Sustav površinske odvodnje biti će riješen uz izgradnju kolnika, u manjem nagibu pored već postojećeg nagiba mosta, odnosno ugradnjom slivnika uz most te daljnjom odvodnjom kanalicama u potok. Prelijevanje površinske/oborinske vode s ploče mosta sprečava vijenac, zid.

Sve elemente odvodnje, a posebno spojna mjesta, potrebno je oblikom i dimenzijama prilagoditi situaciji na terenu, uz uvjet da uvijek budu uvaženi osnovni hidraulički principi. Poželjna je primjena predgotovljenih elemenata, betonska galanterija, betonska cijev i kanalice niz pokos, pri čemu naročitu pozornost treba posvetiti kvalitetnom vododrživom povezivanju pojedinih elemenata.



## **REKONSTRUKCIJA CESTE**

Nakon završenih radova na izgradnji mosta, pristupa se iskopu za rekonstrukciju ceste.

- Strojno rezanje i razbijanje asfalta kolnika.
- Raskopavanje postojećeg tamponskog sloja i posteljice, iskop i odvoz neupotrebljivog materijala na odlagalište. Nabava, doprema i ugradnja tamponskog sloja uz zbijanje do potrebne zbijenosti sukladno općim tehničkim uvjetima za prometnice.
- Postava hidroizolacije, visoko kvalitetne elastomerne bitumenske trake sa škrljevcem u gornjem sloju, koja se vari plamenom u jednoslojnom sistemu na betonsku mostnu konstrukciju premazanu sa epoksidskom smolom.
- Ugradnja novog asfaltnog zastora na zbijenu šljunčanu podlogu sukladno općim tehničkim uvjetima za prometnice.
- Nabava, doprema i postavljanje čelične zaštitne ograde na mostu.

## **ZAVRŠNI RADOVI**

Završni radovi obuhvaćaju uređenje pokosa potoka na kojima se odvijao zahvat. Obzirom na neospornu važnost biljnog pokrivača u smislu evapotranspiracije, te u smislu učvršćivanja i održavanja stabilizacijskih efekata zemljanih pokosa, kao važna sanacijska mjera predviđa se na uređenim pokosima potoka provesti sustavno ozelenjavanje. Kao na primjer sadnja vegetacije na formiranim pokosima potoka.

Ono što također spada u završne radove, to je čišćenje i uređenje gradilišta.

### 3.3. Geotehnički istražni radovi

Prethodno računskoj analizi pristupa se geotehničkim istražnim radovima. Kao podloga za izradu ovog predmetnog projekta korištena je projektna dokumentacija u kojoj su prikazani rezultati geotehničkih istražnih radova te geotehničke analize.

Prva bušotina – B1

0,00 m



8,00 m

Slika 3.3.1. Nabušena jezgra bušotine B1

DUBINA	Bušotina - B1
0,00 – 0,30 m	Humus
0,30 – 1,50 m	ML – prah smeđe boje, niske plastičnosti, teško gnječiv
1,50 – 2,60 m	CL glina niske plastičnosti, žuto smeđa s Fe kongrecijama, teško gnječiva
2,60 – 8,00 m	CH glina sivolave boje, lako do srednje gnječiva, vlažno visoke plastičnosti

Standardni penetracijski test SPT	
Dubina [m]	Broj udaraca [3×br.ud./15 cm]
2,0	3+4+4
4,0	3+3+3
6,0	2+2+3

Jednoosna čvrstoća na osnovi penetrometra	
Dubina [m]	q [kN/m <sup>2</sup> ]
2,0	200
3,0	100
4,0	125
6,0	80
7,5	80

Tablica 3.3.1. Rezultati istražnih radova

Tijekom bušenja podzemna voda pojavila se na 3,60 m, a razina podzemne vode iznosi 2,90 m.

Druga bušotina – B2

0,00 m



8,00 m

Slika 3.3.2. Nabušena jezgra bušotine B2

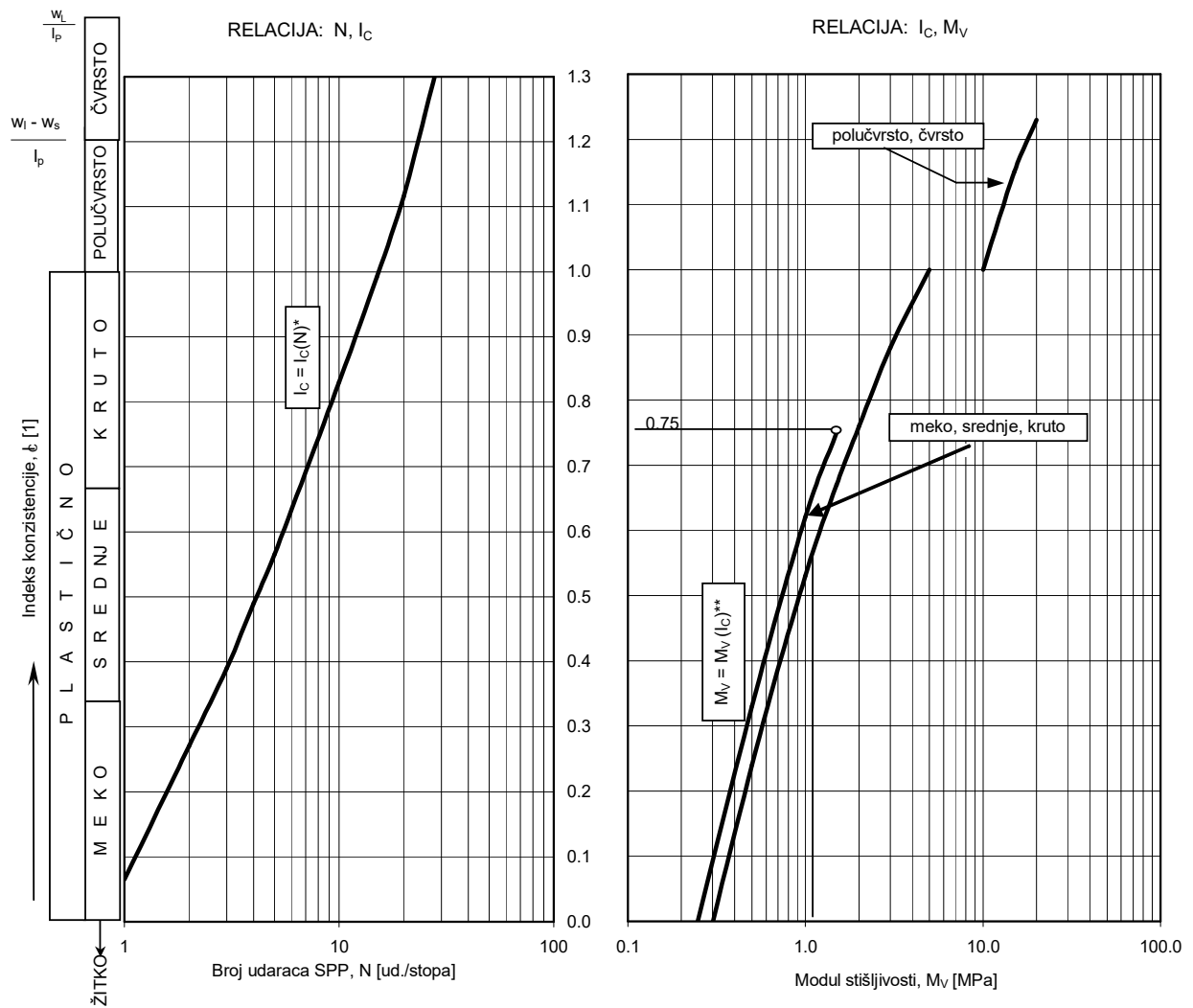
DUBINA	Bušotina – B2
0,00 – 0,30 m	Humus
0,30 – 1,20 m	Nasuti materijal - tucanik
1,20 – 2,10 m	CH glina srednje do visoke plastičnosti, žuto smeđa s Fe konkcijama, srednje gnječiva
2,10 – 8,00 m	CH glina sivolave boje, lako do srednje gnječiva, vlažno visoke plastičnosti

Standardni penetracijski test SPT	
Dubina [m]	Broj udaraca [3×br.ud./15 cm]
3,0	2+2+3
5,0	2+2+2
7,0	1+2+2

Jednoosna čvrstoća na osnovi penetrometra	
Dubina [m]	q [kN/m <sup>2</sup> ]
2,0	150
3,5	80
5,5	125
7,5	80

*Tablica 3.3.2. Rezultati istražnih radova*

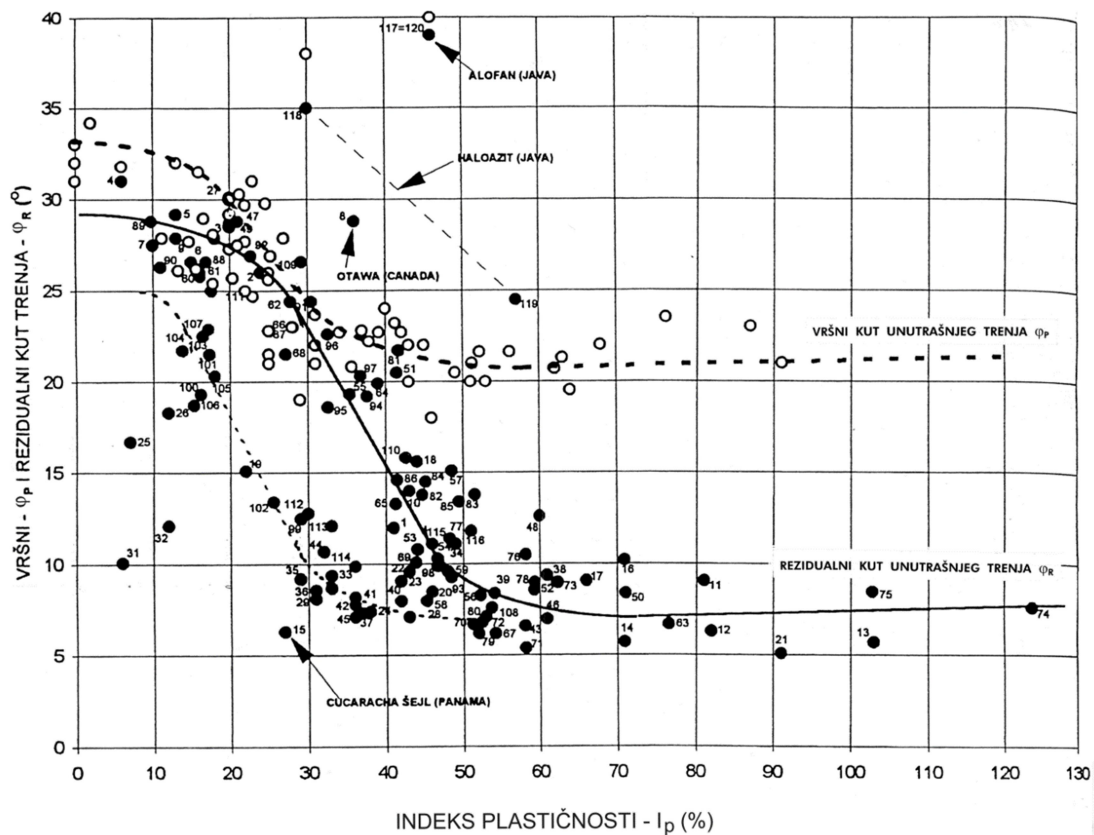
Pojava podzemne vode tijekom bušenja - PPV = 3,00 m, a razina podzemne vode - RPV = 2,80 m.



Slika 3.3.3. Geomehaničke korelacije za ocjenu karakterističnih parametara koherentnih vrsta tla

Konzistentno stanje	$SPP$	$q_u$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$M_v$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\tau_f$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$I_c$	TERENSKA IDENTIFIKACIJA	
ŽITKO	< 2	< 25	< 300	< 12.5	< 0	može se lako utisnuti šaka	
Lako	GNJEČIVO	2 - 4	25 - 50	200 - 600	12.5 - 25	0 - 0.33	može se lako utisnuti palac, može se valjati (kod ovog klizišta: KLIZNA PLOHA)
Srednje		4 - 8	50 - 100	500 - 1500	25 - 50	0.33 - 0.66	palac se može utisnuti laganim pritiskom može se valjati u valjčić $\phi < 3$ mm
Teško		8 - 15	100 - 200	1200 - 10000	50 - 100	0.66 - 1.0	može se ostaviti otisak palca samo uz snažan pritisak na granici mogućnosti valjanja do $\phi 3$ mm a da se ne drobi
ČVRSTO	15 - 30	200 - 400	5000 - 20000	100 - 200	1 do $\frac{w_L - w_S}{I_p}$	može se lako zarezati noktom drobi se kod $\phi 3$ mm ali se može prignječiti	
KRUTO	> 30	> 400	> 20000	> 200	$> \frac{w_L - w_S}{I_p}$	teško se zarezuje noktom gnječanjem se mrvi	

Tablica 3.3.4. Odnos fizičkih i mehaničkih svojstava koherentnog tla



Slika 3.3.5. Korelacija vršnog i rezidualnog kuta trenja s indeksom plastičnosti prirodnih materijala (Ortolan / Mihalinec, 1998)

Analizom dobivenih podataka iz laboratorija i empirijskim korelacijama preko podatka broja udaraca SPT, za izradu geostatičkog proračuna usvojeni su slijedeći parametri temeljnog tla:

$$\gamma = 18 - 19 \text{ kN/m}^3$$

$$M_v = 0,50 - 10,00 \text{ MN/m}^2$$

$$c = 5 - 10 \text{ kN/m}^2$$

$$\phi = 20 - 25^\circ$$

Na osnovi rezultata terenskih ispitivanja SPT, krilne sonde (nedrenirana čvrstoća  $c_u$  [ $\text{kN/m}^2$ ]) i penetrometra (jednoosna čvrstoća  $q_u$  [ $\text{kN/m}^2$ ]) mogu se korelacijski približno procijeniti i ostali geotehnički pokazatelji tla.

Nedrenirana posmična čvrstoća može se izraziti za nekoliko nizova koji se susreću u literaturi.

$$\tau_{fu} = f_1(l_c) \quad (3.3-1)$$

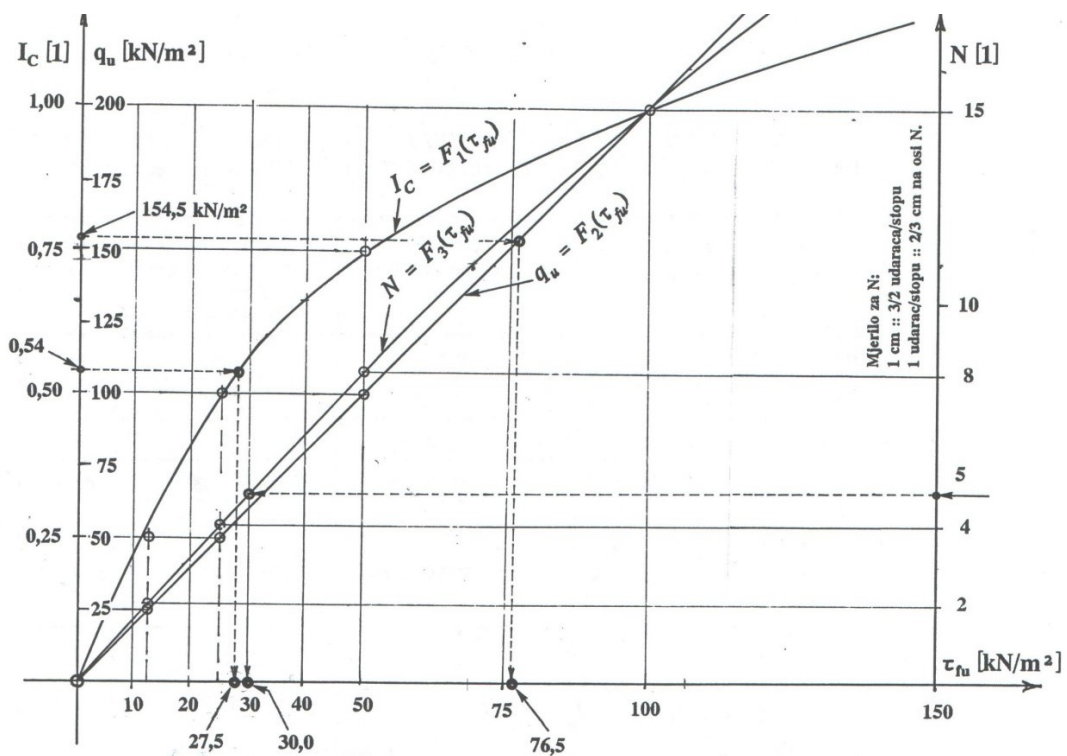
$$\tau_{fu} = f_2(q_u) \quad (3.3-2)$$

$$\tau_{fu} = f_3(N) \quad (3.3-3)$$



Konzistentno stanje		Nedrenirana posmična čvrstoća $\tau_{fu}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Jednoosna čvrstoća sa slobodnim bočnim širenjem $q_u$ [kN/m <sup>2</sup> ]	SPT $N$ [I]
Opisno	$I_C$ [I]			
Plastično	Vrlo meko	0 do 0,25	0 do 12,5	0 do 2
	Meko	0,25 do 0,50	12,5 do 25	2 do 4
	Srednje	0,50 do 0,75	25 do 50	4 do 8
	Kruto	0,75 do 1,00	50 do 100	8 do 15
Polučvrsto	1,00 do $\frac{w_L - w_s}{I_p}$	100 do 200	200 do 400	15 do 30
Čvrsto	$\frac{w_L - w_s}{I_p}$ do $\frac{w_L}{I_p}$	> 200	> 400	> 30

Tablica 3.3.5. Veze između konzistentnih stanja materijala i brojčane vrijednosti parametara  $I_C$ ,  $\tau_{fu}$ ,  $q_u$  i  $N$



Slika 3.3.6. Korelacijski dijagram  $I_c = f_1(\tau_{fu})$ ;  $q_u = f_2(\tau_{fu})$ ;  $N = f_3(\tau_{fu})$

Terenskim istražnim radovima, te na osnovi korelacija iz literature i povratnom analizom proračuna može se dobiti dovoljno pouzdana slika o stanju predmetnog zadatka o nosivosti i slijednju.

Na temelju dobivenih podataka konačno usvajamo sljedeće parametre tla:

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$M_v = 0,50 - 10,00 \text{ MN/m}^2$$

$$c = 5 - 10 \text{ kN/m}^2$$

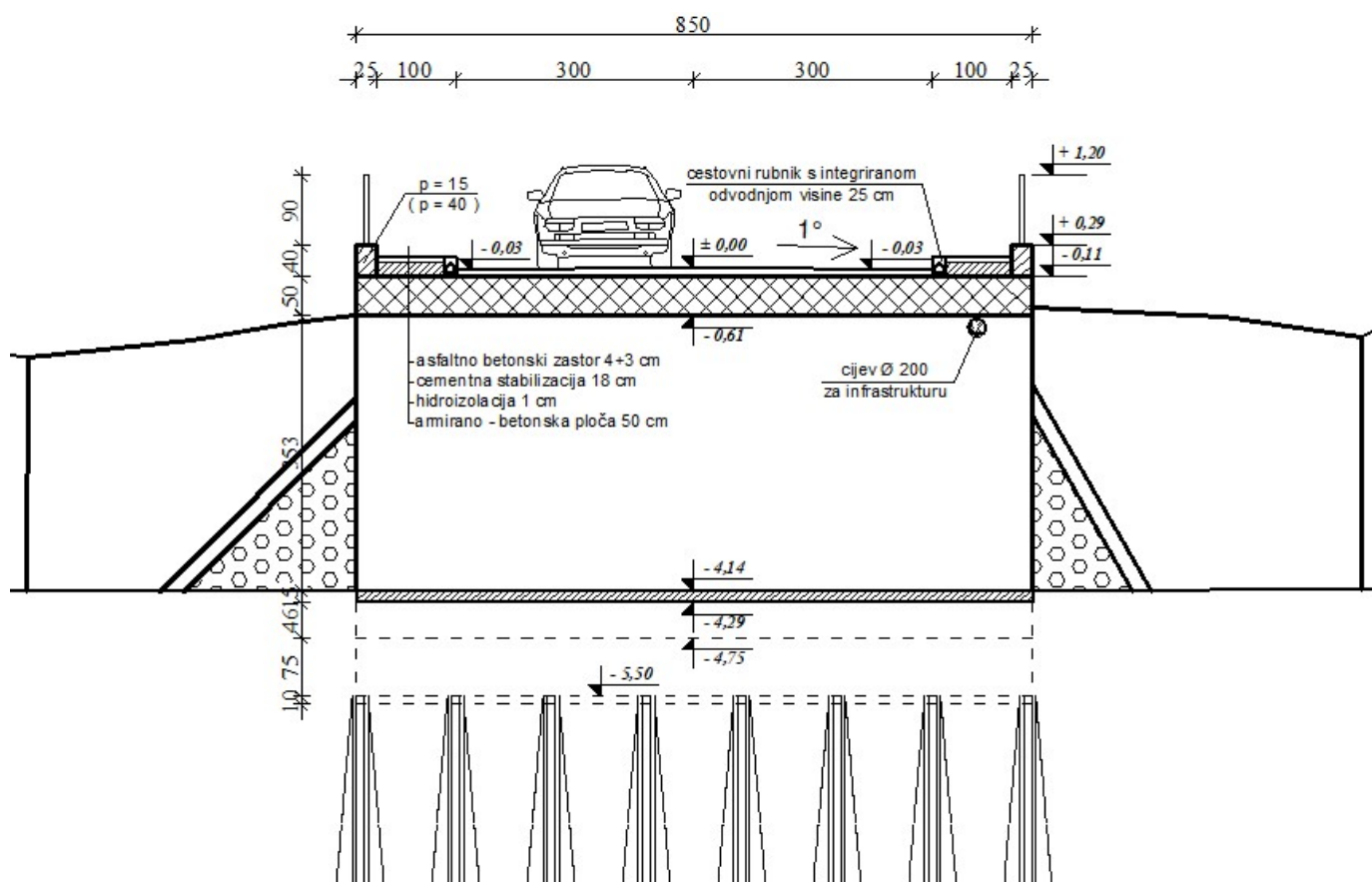
$$\phi = 24 - 27^\circ$$

$$c_u = 25 - 100 \text{ kN/m}^2 \text{ (ovisno o dubini sloja)}$$

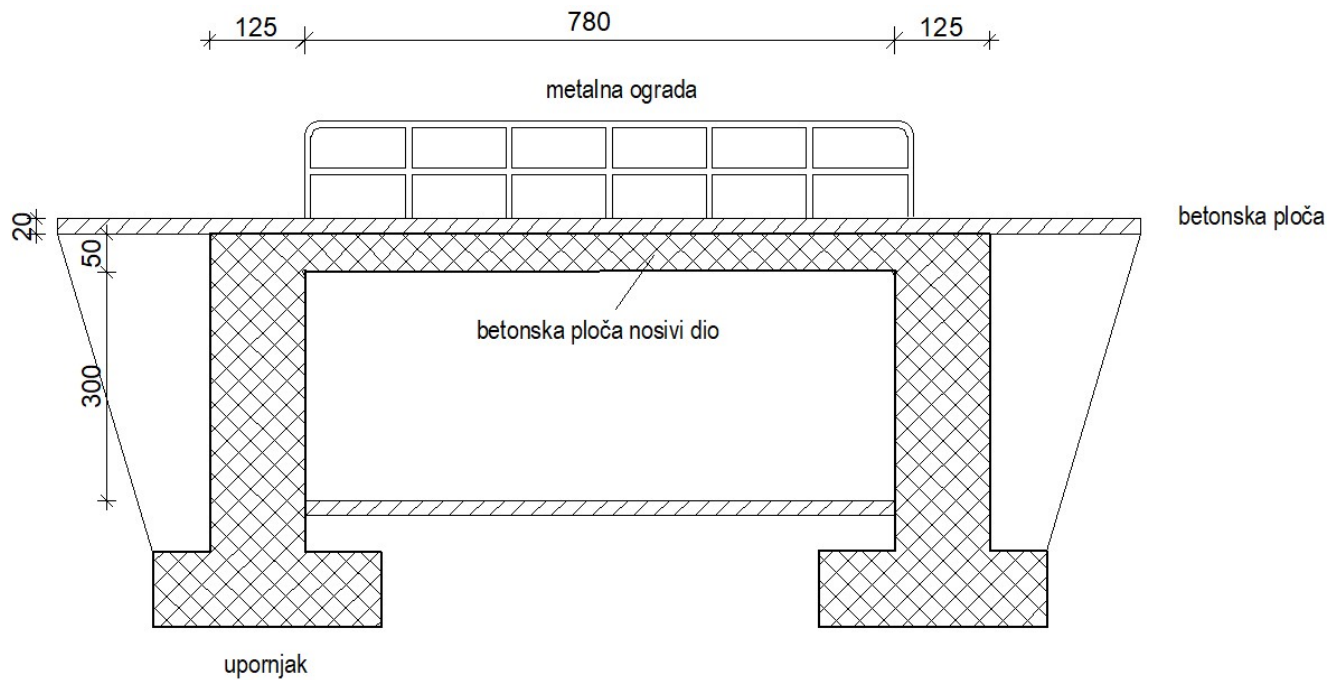
## 4. Računska analiza

Računska analiza sadrži proračuna malog mosta, te upornjaka mosta. Provodi se kontrola upornjaka na klizanje i prevrtanje i kontrola naprezanja u tlu. Nadalje, slijedi proračun nosivosti i slijeganja tla nakon ugradnje mikropilota ispod upornjaka.

### 4.1. Proračun mosta



Slika 4.1.1. Poprečni presjek mosta



Slika 4.1.2. Uzdužni presjek mosta

### ANALIZA OPTEREĆENJA

- **Stalno opterećenje - G:**

Ploča (po m<sup>2</sup>)                      0,50 m · 25,00 kN/m<sup>3</sup>                      = 12,50 kN/m<sup>2</sup>

Ploča (po m<sup>1</sup>)                      8,50 m · 12,50 kN/m<sup>2</sup>                      = 106,25 kN/m<sup>1</sup>

Težina ograde                      = 0,50 kN/m<sup>1</sup>

AB vijenac [(0,55 m · 0,12 m) + (0,30 m · 0,24 m)] · 25,00 kN/m<sup>3</sup>                      = 3,45 kN/m<sup>1</sup>

Rubnjak [(0,20 m · 0,20 m) – 0,10 m] · 24,00 kN/m<sup>3</sup>                      = 0,84 kN/m<sup>1</sup>

Asfalt – betonski zastor 0,08 m · 1,00 m · 22,00 kN/m<sup>3</sup>                      = 1,76 kN/m<sup>1</sup>

Hydroizolacija 0,01 m · 1,50 m · 8,00 kN/m<sup>3</sup>                      = 0,12 kN/m<sup>1</sup>

**G = 112,92 kN/m<sup>1</sup>**

Za proračun po metru širine ploče:

**G = 112,92 kN/m<sup>1</sup> : 8,50 m = 13,28 kN po metru širine ploče**

- **Prometno opterećenje - Q:**

Širina kolnika - w = 7,00 m

Broj prometnih traka – n = 2

Širina prometnog traka - w1 = 3,00 m

Preostala širina = 1,00 m

**MODEL 1**

Traka 1

Koncentrirano opterećenje  $Q_{1k} = 300 \text{ kN}$  (po osnovi)

Kontinuirano opterećenje  $q_{1k} = 9 \text{ kN/m}^2$

Traka 2

Koncentrirano opterećenje  $Q_{2k} = 200 \text{ kN}$

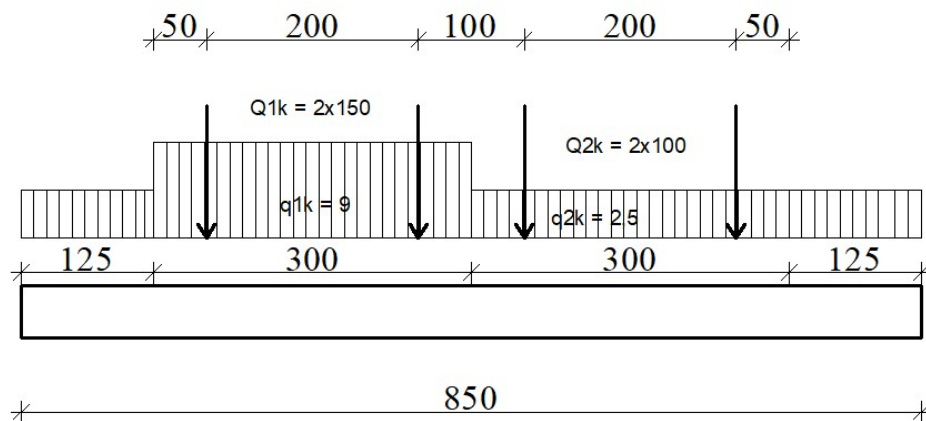
Kontinuirano opterećenje  $q_{2k} = 2,5 \text{ kN/m}^2$

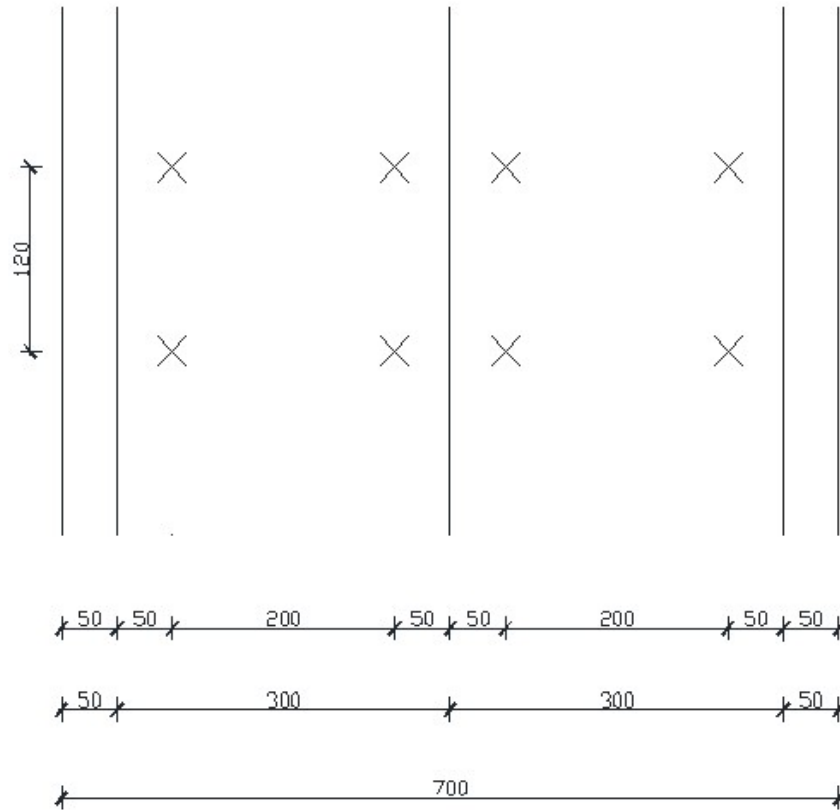
Preostala površina

Kontinuirano opterećenje  $q_{rk} = 2,5 \text{ kN/m}^2$

$\alpha_{Q1} = 0,8$

$\alpha_{Q2} = 1,0$





Slika 4.1.3. Kontinuirano opterećenje + koncentrirane sile

## PROMETNO OPTEREĆENJE

### MODEL 1

a) Poprečna razdioba koncentriranih sila

(nosač širine 100 cm i visine 50 cm)

Koncentrirana opterećenja rasprostranjena su na sudjelujućoj širini –  $b_s$

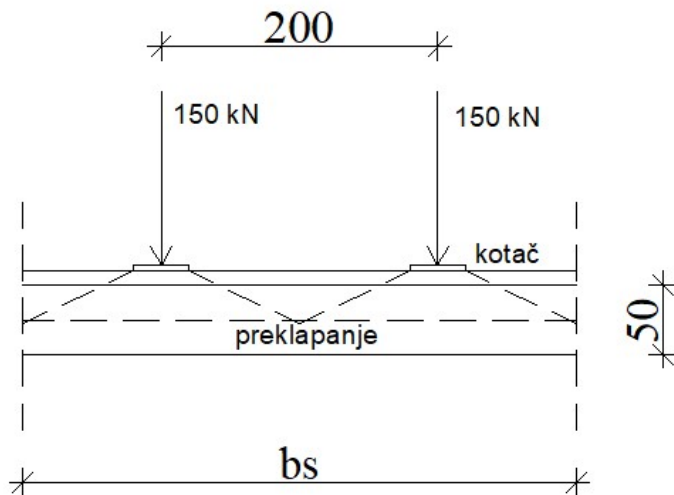
$$b_s = b_1 + \frac{A_{ar}}{A_a} \cdot l_x < \frac{l_y}{2} \quad (4.1 - 1)$$

$$\frac{A_{ar}}{A_a} = 0,2 - \text{pretpostavka}$$

### 1. SLUČAJ – b1

Širine rasprostiranja se preklapaju

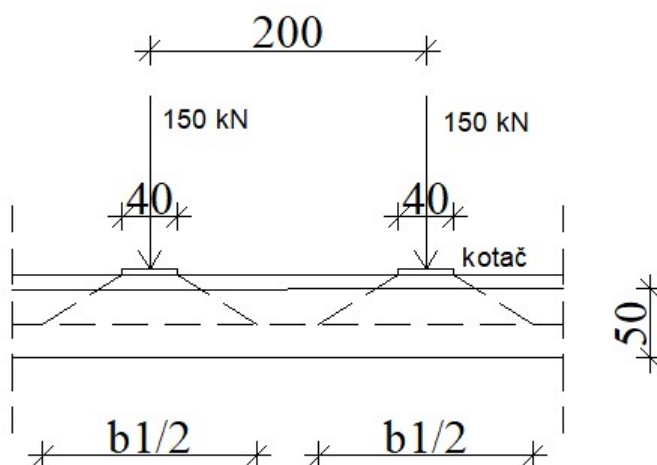
$Q_1 = 300 \text{ kN}$



### 2. SLUČAJ – b1

Širine rasprostiranja ispod kotača se ne preklapaju

$Q_1 = 300 \text{ kN}$



$$b_1 = 2 \cdot b_{1/2} \quad (4.1-2)$$

$$b_{1/2} = (2 \cdot 33) + 40 = 106 \text{ cm}$$

$$b_1 = 2 \cdot 106 \text{ cm} = 212 \text{ cm}$$

$$b_s = 212 \text{ cm} + 0,2 \cdot 817,5 \text{ cm} = 375,50 \text{ cm}$$

$l_y/2 = 850 \text{ cm}/2 = 425 \text{ cm}$ , uvjet za širinu rasprostiranja koji kaže da ona ne može biti veća od polovice širine nosača

Usvojeno,

$$b_s = 375,50 \text{ cm} = 3,75 \text{ m}$$

#### **ZAMJENSKO KONCENTRIRANO OPTEREĆENJE U 1. TRACI**

$$\frac{300}{4,25} = 70,59 \text{ kN} = 71 \text{ kN}$$

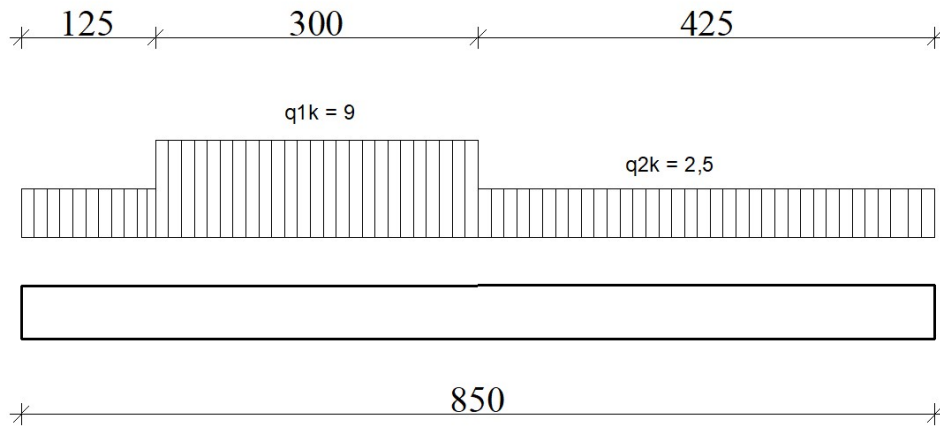
Pretpostavka glasi da je proračunski nosač ispod 1. trake, a da koncentrirano opterećenje u 2. traci ne utječe na njega.



## PROMETNO OPTEREĆENJE

### MODEL 1

b) Poprečna razdioba kontinuiranog opterećenja



Slika 4.1.4. Kontinuirano opterećenje

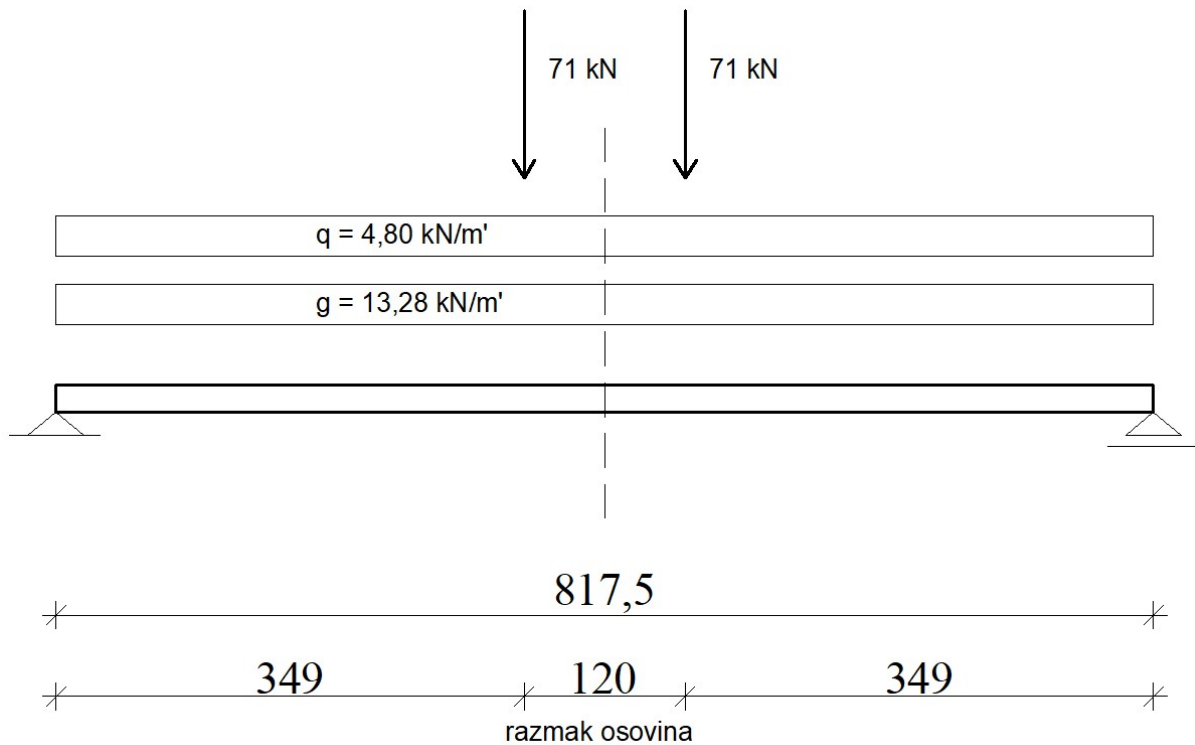
q - proračunsko

$$q = \frac{\sum q_i \cdot l_i}{l_y} \quad (4.1 - 3)$$

$$q = \frac{\frac{9 \text{ kN}}{\text{m}^2} \cdot 3,0 \text{ m} + 2,5 \frac{\text{ kN}}{\text{m}^2} \cdot 5,5 \text{ m}}{8,5 \text{ m}}$$

$q = 4,80 \text{ kN/m}^2$  - budući da je proračunski nosač širok 1,0 m –  $q = 4,80 \text{ kN/m}$

## OPTEREĆENJA ZA STATIČKI PRORAČUN



Slika 4.1.5. Opterećenja

## PRORAČUN UNUTARNJIH SILA

Momenti u polovici raspona

$$M_g = \frac{g \cdot l^2}{8} \quad (4.1 - 4)$$

$$M_g = \frac{g \cdot l^2}{8} = \frac{13,28 \text{ kN/m} \cdot (8,175 \text{ m})^2}{8} = 110,94 \text{ kNm}$$

$$M_q = \frac{q \cdot l^2}{8} = \frac{4,80 \text{ kN/m} \cdot (8,175 \text{ m})^2}{8} = 40,10 \text{ kNm}$$

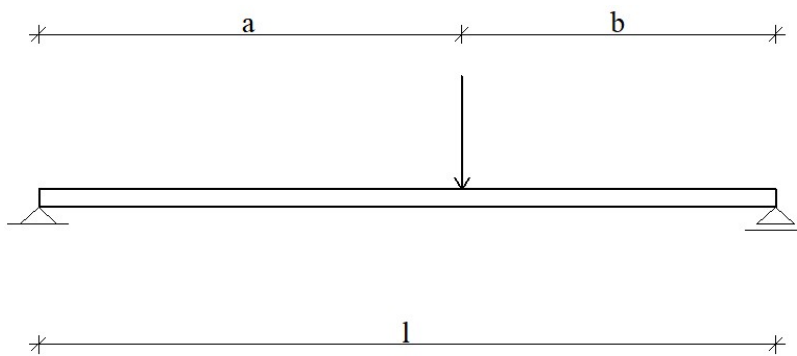
Poprečna sila

$$V_g = \frac{g \cdot l}{2} \quad (4.1 - 5)$$

$$V_g = \frac{g \cdot l}{2} = \frac{13,28 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 8,175 \text{m}}{2} = 54,28 \text{ kN}$$

$$V_q = \frac{q \cdot l}{2} = \frac{4,80 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 8,175 \text{m}}{2} = 19,62 \text{ kN}$$

Od koncentrirane sile



$$M_{\max} = \frac{P \cdot a \cdot b}{l} \quad (4.1 - 6)$$

$$V_{\max} = \frac{P \cdot a}{l} \quad (4.1 - 7)$$

$$M_Q = \frac{71 \text{ kN} \cdot 3,49 \text{ m} \cdot 4,69 \text{ m}}{8,175 \text{ m}} + \frac{71 \text{ kN} \cdot 4,69 \text{ m} \cdot 3,49 \text{ m}}{8,175 \text{ m}} = 284,31 \text{ kNm}$$

$$V_Q = \frac{71 \text{ kN} \cdot 3,49 \text{ m}}{8,175 \text{ m}} + \frac{71 \text{ kN} \cdot 4,69 \text{ m}}{8,175 \text{ m}} = 71,04 \text{ kN}$$

### PRORAČUNSKE SITUACIJE

- Stalna proračunska situacija

$$M_{Ed} = 110,94 \text{ kNm} \cdot 1,35 + (40,10 \text{ kNm} + 284,31 \text{ kNm}) \cdot 1,50 = 636,40 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 54,28 \text{ kN} \cdot 1,35 + (19,62 \text{ kN} + 71,04 \text{ kN}) \cdot 1,50 = 209,27 \text{ kN}$$

## GRADIVA

### Kakvoća materijala

Beton C 35/45

Armatura RA 400/500

### Računske čvrstoće

$$f_{cd} = \frac{35 \text{ N/mm}^2}{1,5} = 23,33 \text{ N/mm}^2 = 2,3 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{yd} = \frac{400 \text{ N/mm}^2}{1,15} = 347,80 \text{ N/mm}^2 = 34,78 \text{ kN/cm}^2$$

### Zaštitni sloj betona od armature

$$d = h - c - \phi_{\text{poprečna armatura}} - \phi_{\text{glavna armatura}} / 2 \quad (4.1-8)$$

$$d = 50,0 \text{ cm} - 4,0 \text{ cm} - 1,8 \text{ cm} - 2,8 \text{ cm} / 2$$

$$d = 42,8 \text{ cm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} \quad (4.1 - 9)$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d^2} = \frac{63640 \text{ kNcm}}{2,3 \text{ kN/cm}^2 \cdot 100 \text{ cm} \cdot (42,8 \text{ cm})^2}$$

$$\mu_{Ed} = 0,1510$$

$$\xi = 0,250$$

$$\zeta = 0,896$$

### POTREBNA POVRŠINA ARMATURE

$$A_{S1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{63640 \text{ kNcm}}{0,896 \cdot 42,8 \text{ cm} \cdot 34,78 \text{ kN/cm}^2} \quad (4.1 - 10)$$

$$A_{S1} = 47,71 \text{ cm}^2$$

Minimalna površina armature:

$$A_{S1,min} = 0,0015 \cdot b \cdot d = 0,0015 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 42,8 \text{ cm}$$

$$A_{S1,min} = 6,42 \text{ cm}^2$$

ODABRANO – glavna uzdužna armatura:

8  $\Phi$  28 ( $A_{S1} = 49,24 \text{ cm}^2$ ), razmak 12,50 cm

### PROVJERA NOSIVOSTI PLOČE NA POPREČNE SILE

$$V_{sd} = 209,27 \text{ kN}$$

- smanjenje poprečne sile na ležaju zbog utjecaja ležaja

$$\Delta V_{sd} = (1,35 \cdot g + 1,5 \cdot q) \cdot (b_{swp}/2 + d) \quad (4.1-11)$$

$$\Delta V_{sd} = (1,35 \cdot 13,28 \text{ kN/m} + 1,5 \cdot 4,8 \text{ kN/m}) \cdot (0,2 \text{ m} + 0,428 \text{ m})$$

$$\Delta V_{sd} = 15,83 \text{ kN}$$

$$V_{sd}' = V_{sd} - \Delta V_{sd} = 209,27 \text{ kN} - 15,83 \text{ kN} \quad (4.1-12)$$

$$V_{sd}' = 193,44 \text{ kN}$$

## NOSIVOST PLOČE NA POPREČNE SILE BEZ POPREČNE ARMATURE

$$V_{Ed1} = (\tau_{Rd} \cdot k (1,2 + 40 \rho_1) + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot bw \cdot d \quad (4.1-13)$$

$$\tau_{Rd} \text{ za C30/37} = 0,34 \text{ N/mm}^2 = 0,034 \text{ kN/cm}^2$$

$$k = 1$$

$$\rho_1 = \frac{A_{S1}}{b_w \cdot d} < 0,02 \quad (4.114)$$

$A_{S1}$  – površina vlačne armature koja se sidri iza promatranog presjeka

$$A_{S1} = \frac{49,24 \text{ cm}^2}{2} = 24,62 \text{ cm}^2$$

$b_w = 100 \text{ cm}$  – širina presjeka

$$\rho_1 = \frac{24,62 \text{ cm}^2}{100 \text{ cm} \cdot 42,8 \text{ cm}} = 0,0058 < 0,02$$

$\sigma_{cp}$  – javlja se u slučaju kada imamo uzdužnu silu

$$V_{Ed1} = (0,034 \text{ kN/cm}^2 \cdot 1 (1,2 + 40 \cdot 0,0058) + 0,15 \cdot 0) \cdot 100 \text{ cm} \cdot 42,8 \text{ cm}$$

$$V_{Ed1} = 178,38 \text{ kN}$$

$V_{Ed1} < V_{sd}'$  – potreban je proračun poprečne armature – vilica u ploči

### NORMIRANI POSTUPAK

- nosivost na poprečne sile presjeka s vilicama

$$V_{Ed3} = V_{Ed1} + V_{wd} \quad (4.1-15)$$

$V_{wd}$  – doprinos poprečne armature

$$V_{wd} = \frac{A_{sw}}{sw} \cdot 0,9 \cdot d \cdot f_{ywd} \quad (4.1 - 16)$$

$$A_{sw} = 4 \cdot 1,54 = 6,16 \text{ cm}^2$$

$sw = 25 \text{ cm}$  – razmak vilica

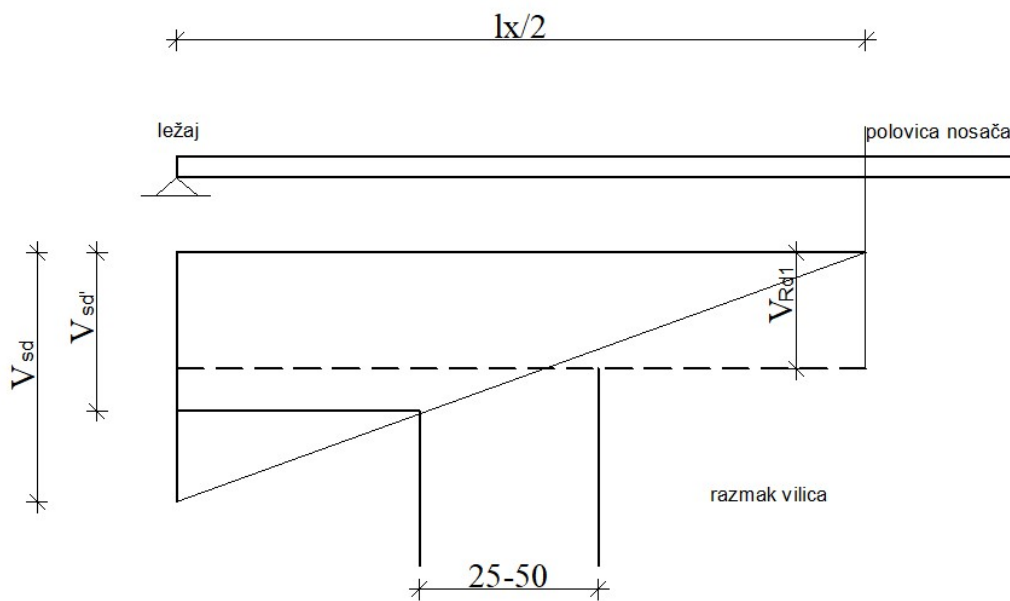
$$V_{wd} = \frac{6,16 \text{ cm}^2}{25 \text{ cm}} \cdot 0,9 \cdot 42,8 \text{ cm} \cdot 34,78 \text{ kN/cm}^2 = 330,10 \text{ kN}$$

Zadovoljavaju vilice  $\Phi$  14mm, po dvije u presjeku širine 1 m (proračunskoj gredi) na međusobnom razmaku od 25cm.

$$V_{Ed3} = V_{Ed1} + V_{wd} = 178,38 \text{ kN} + 330,10 \text{ kN}$$

$$V_{Ed3} = 508,49 \text{ kN} > V_{sd}' = 193,44 \text{ kN}$$

Razmak vilica u uzdužnom smjeru mosta može se povećati od ležaja prema sredini jer se poprečne sile smanjuju, ali samo do razmaka od 50 cm.



## ARMIRANJE – REKAPITULACIJA

Donja zona – vlačna

Glavna uzdužna armatura u sredini ploče: ODABRANO 8  $\Phi$  28 ( $A_{S1} = 49,24 \text{ cm}^2$ ), razmak 12,50 cm

Razdjelna armatura – y smjer:

$$\frac{A_{ar}}{A_a} = 0,2$$

$$A_{ar} = 0,2 \cdot 49,24 \text{ cm}^2$$

$$A_{ar} = 9,85 \text{ cm}^2$$

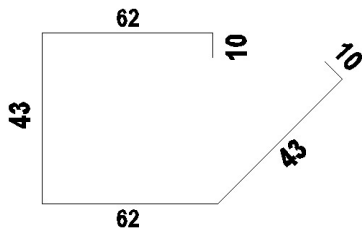
ODABRANO – razdjelna armatura:

4  $\Phi$  18 ( $A_{S1} = 10,17 \text{ cm}^2$ ), razmak 25,00 cm

Rub ploče je više opterećen; pojačanje glavne armature za 15% na širini od 1,7 m od ruba.

Glavna uzdužna armatura uz rub ploče: ODABRANO 8  $\Phi$  28

**Vilice  $\Phi$ 10**, na razmaku 20 cm po cijeloj duljini



Gornja zona – tlačna zona

Konstruktivna armatura:

ODABRANO:  $\Phi$ 14

Za mostove se uzima najveći razmak šipki armature 20 cm, poprečno i uzdužno.



## 4.2. Proračun upornjaka

### Osnovni podaci

$$\gamma_{tlo} = 19 \text{ kN/m}^3$$

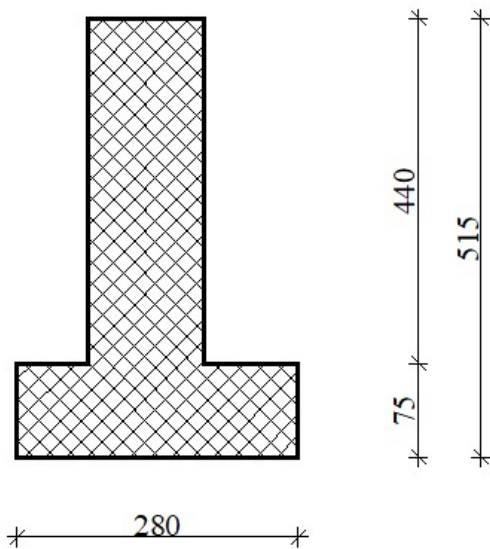
$$\phi = 25^\circ$$

$$\delta = 16,67$$

$$p = 33 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{tla,dop} = 560 \text{ kN/m}^2$$

### Geometrijski podaci zida



$$H = 5,15 \text{ m}$$

$$L = 2,80 \text{ m}$$

$$B = 1,50 \text{ m}$$

$$A = 4,20 \text{ m}^2$$

$$W = 1,96 \text{ m}^3$$

## SILE NA POTPORNI ZID

### Aktivni pritisak tla - Ea

$$Ea = \frac{e_1 + e_2}{2} \cdot H \cdot B \quad (4.2 - 1)$$

$$ka = \left( \operatorname{tg} \left( 45 - \frac{\varphi}{2} \right) \right)^2 = \left( \operatorname{tg} \left( 45 - \frac{25}{2} \right) \right)^2 \quad (4.2 - 2)$$

$$ka = 0,406$$

$$e_1 = p \cdot ka = 33 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,406 \quad (4.2-3)$$

$$e_1 = 13,39 \text{ kN/m}^2$$

$$e_2 = (p \cdot \gamma \cdot H) \cdot ka \quad (4.2-4)$$

$$e_2 = (33 \text{ kN/m}^2 \cdot 19 \text{ kN/m}^3 \cdot 5,15 \text{ m}) \cdot 0,406$$

$$e_2 = 51,11 \text{ kN/m}^2$$

$$Ea = \frac{e_1 + e_2}{2} \cdot H \cdot B = \frac{13,39 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} + 51,11 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}}{2} \cdot 5,15 \text{ m} \cdot 1,50 \text{ m}$$

$$Ea = 256,86 \text{ kN}$$

$$Ea,v = Ea \cdot \sin \delta = 256,86 \text{ kN} \cdot \sin (16,67) \quad (4.2-5)$$

$$Ea,v = 73,68 \text{ kN}$$

$$Ea,h = Ea \cdot \cos \delta = 256,86 \text{ kN} \cdot \cos (16,67) \quad (4.2-6)$$

$$Ea,h = 246,06 \text{ kN}$$

### TEŽINA UPORNJAKA

$$W1 = h_1 \cdot l_1 \cdot B \cdot \gamma_b = 4,40 \text{ m} \cdot 2,30 \text{ m} \cdot 1,50 \text{ m} \cdot 25,00 \text{ kN/m}^3 \quad (4.2-7)$$

$$W1 = 379,50 \text{ kN}$$

$$W2 = h_2 \cdot L \cdot B \cdot \gamma_b = 0,75 \text{ m} \cdot 2,80 \text{ m} \cdot 1,50 \text{ m} \cdot 25,00 \text{ kN/m}^3 \quad (4.2-8)$$

$$W2 = 78,75 \text{ kN}$$

## 4.2.1. Dimenzioniranje

### Osnovni podaci o modelu

Datoteka: Most Koruska - MODEL.twp  
Datum proračuna: 30.8.2017

Način proračuna: 3D model

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

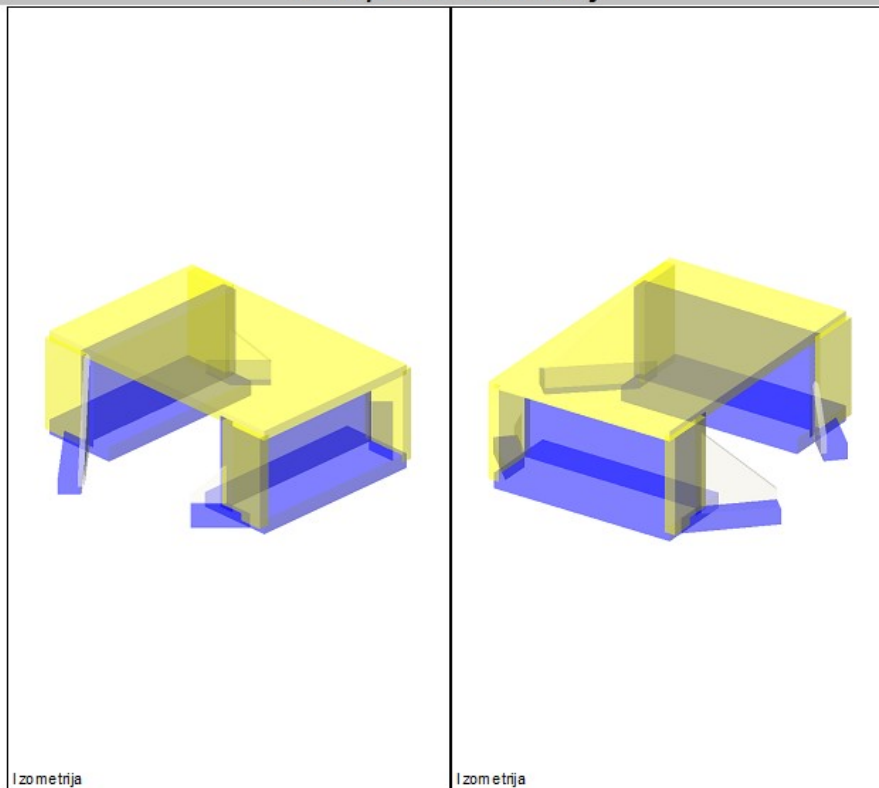
#### Veličina modela

Broj čvorova: 3733  
Broj pločastih elemenata: 3640  
Broj grečnih elemenata: 0  
Broj graničnih elemenata: 14643  
Broj osnovnih slučajeva opterećenja: 10  
Broj kombinacija opterećenja: 9

#### Jedinice mjera

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

### Ulazni podaci - Konstrukcija



**Schema nivoa**

Naziv	z [m]	h [m]
Nivo mosta	0.00	4.75
Nivo dna upornjaka	-4.75	

**Tabela materijala**

No	Naziv materijala	E[kN/m <sup>2</sup> ]	$\mu$	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\alpha$ [1/C]	Em[kN/m <sup>2</sup> ]	$\mu_m$
1	Beton C35/45	3.350e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.350e+7	0.20

**Setovi ploča**

No	d[m]	e[m]	Materijal	Tip proračuna	Ortotropija	E2[kN/m <sup>2</sup> ]	G[kN/m <sup>2</sup> ]	$\alpha$
<1>	0.500	0.250	1	Tanka ploča	Izotropna			
<2>	0.750	0.375	1	Tanka ploča	Izotropna			
<3>	0.250	0.125	1	Tanka ploča	Izotropna			

**Setovi površinskih ležajeva**

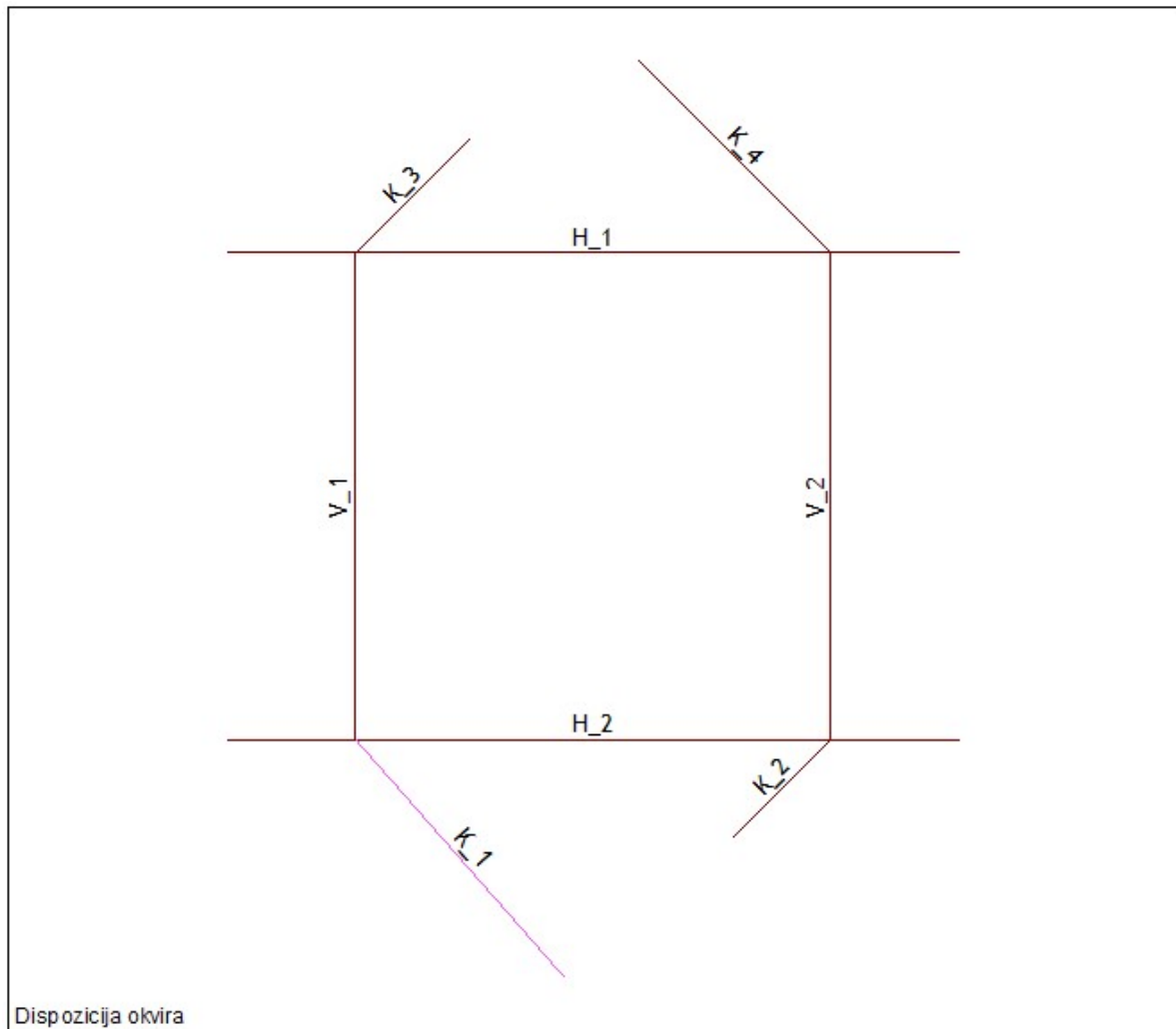
Set	K,R1	K,R2	K,R3
1	5.000e+3	5.000e+3	5.000e+3

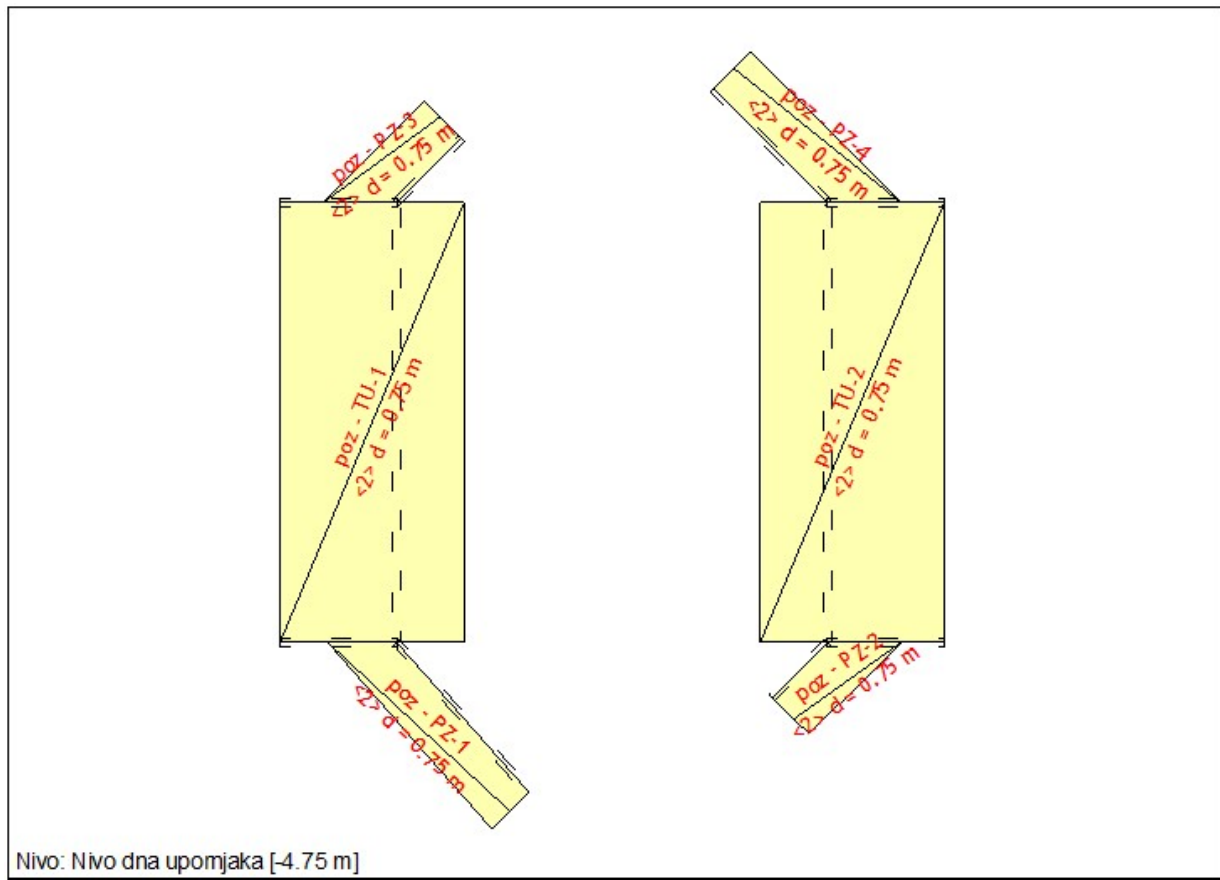
**Ploče - količine**

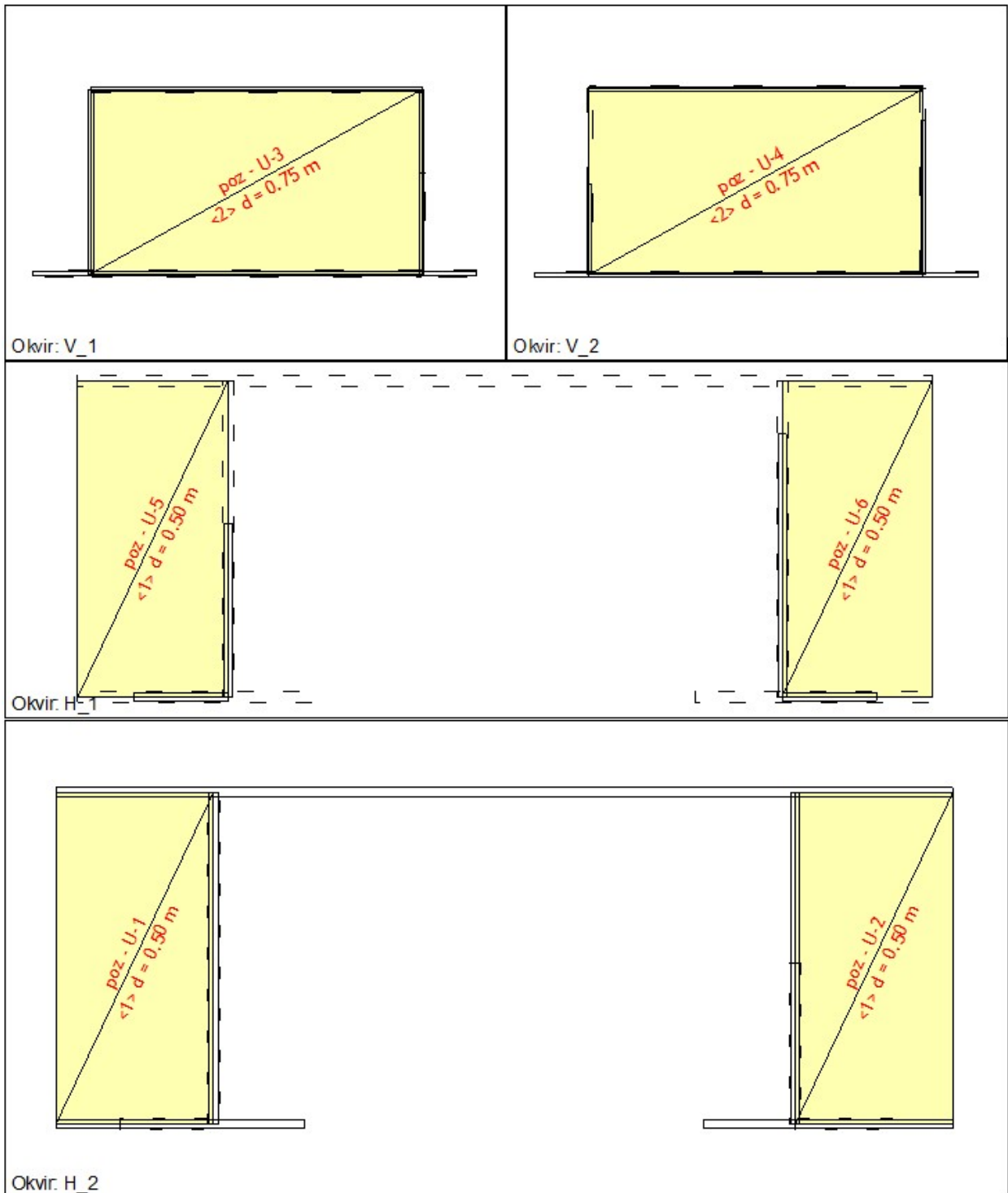
Set	d [m]/Materijal	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	P [m <sup>2</sup> ]	V [m <sup>3</sup> ]	m [T]
1	d=0.500 Beton C35/45	25.000	151.55	75.775	193.17
2	d=0.750 Beton C35/45	25.000	153.26	114.95	293.03
3	d=0.250 Beton C35/45	25.000	23.601	5.900	15.042
Ukupno:			328.41	196.62	501.25

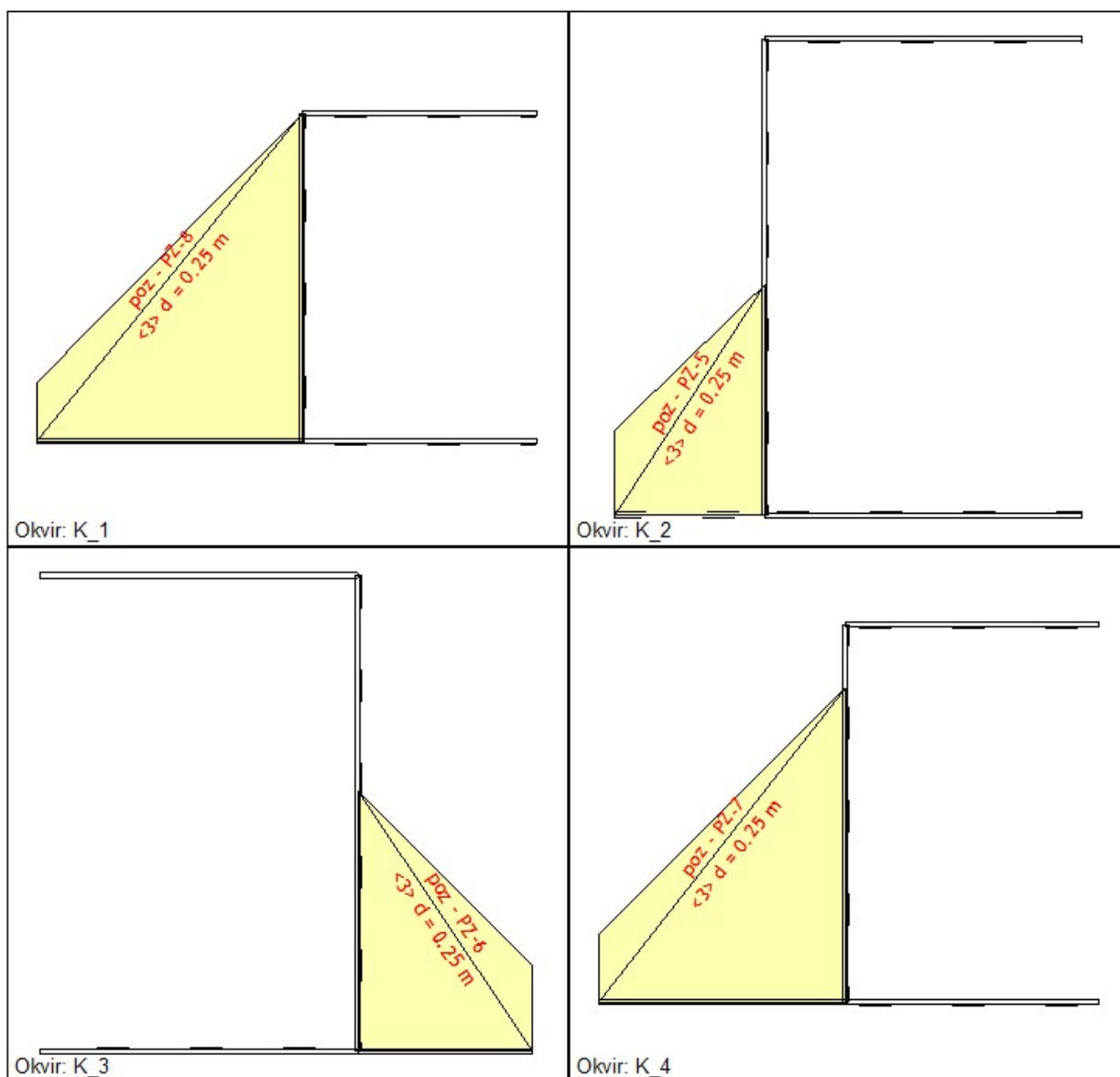
**Rekapitulacija količina materijala**

Materijal	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	V [m <sup>3</sup> ]	m [T]
Beton C35/45	25.000	196.62	501.25







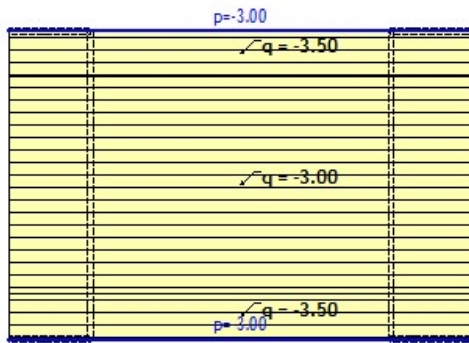


**Ulazni podaci - Opterećenje**

**Lista slučajeva opterećenja**

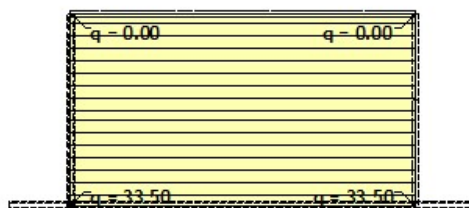
LC	Naziv
1	Vlastita težina (g)
2	Stalno opterećenje
3	Prometno opterećenje - 1
4	Prometno opterećenje - 2
5	Prometno opterećenje - 3
6	Prometno opterećenje - 4
7	Prometno opterećenje - 5
8	Prometno opterećenje - 6
9	Prometno opterećenje - 7
10	Prometno opterećenje - 8
11	Komb.: 1.35xI+1.35xII
12	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII
13	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIV
14	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xV
15	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xVI
16	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xVII
17	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xVIII
18	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIX
19	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xX

Opt. 2: Stalno opterećenje



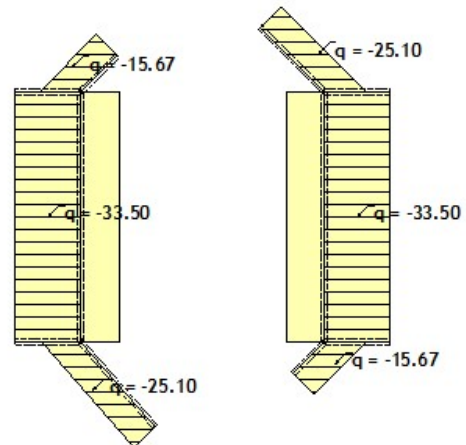
Nivo: Nivo mosta [0.00 m]

Opt. 2: Stalno opterećenje



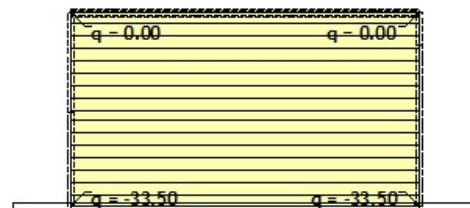
Okvir: V\_1

Opt. 2: Stalno opterećenje



Nivo: Nivo dna upornjaka [-4.75 m]

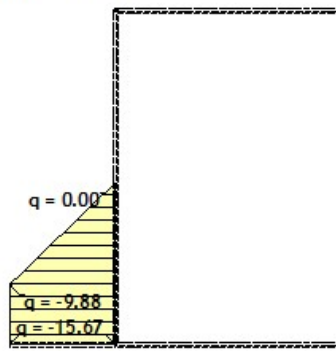
Opt. 2: Stalno opterećenje



Okvir: V\_2

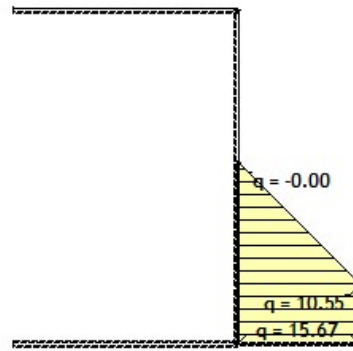


Opt. 2: Stalno opterećenje



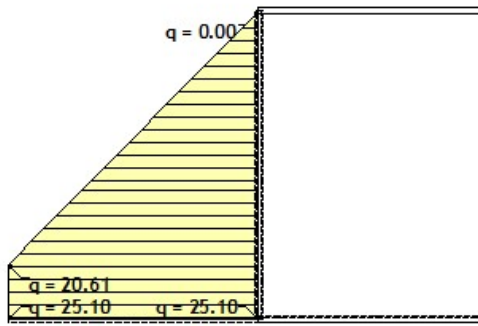
Okvir: K\_2

Opt. 2: Stalno opterećenje



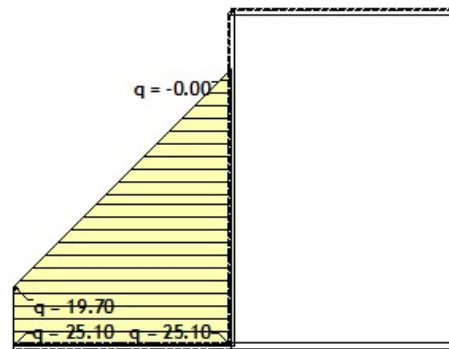
Okvir: K\_3

Opt. 2: Stalno opterećenje



Okvir: K\_1

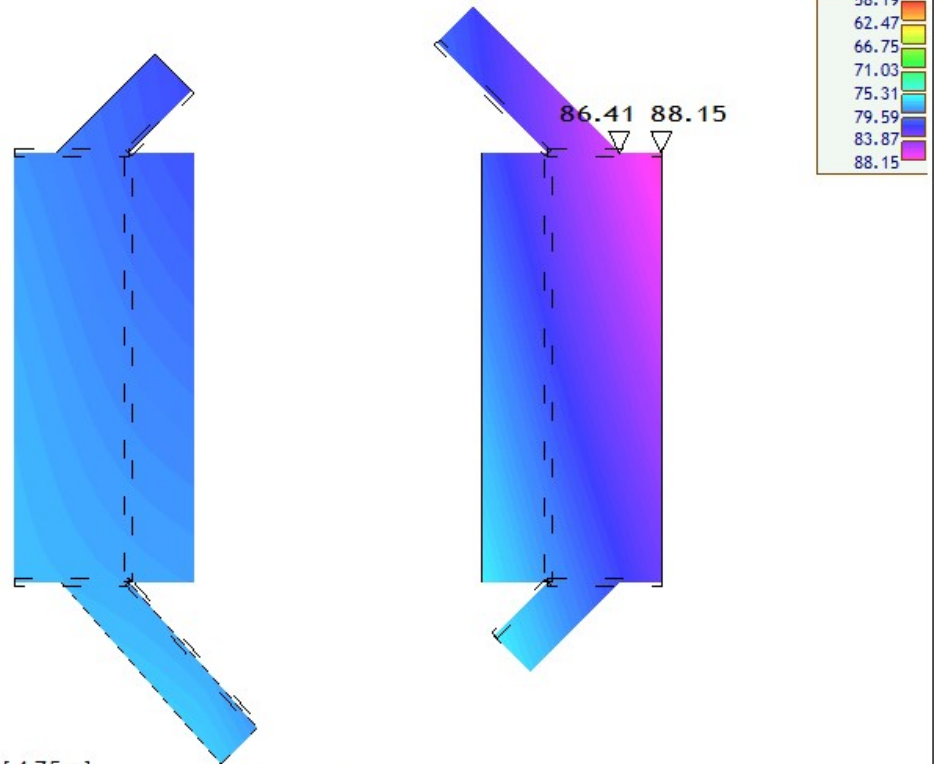
Opt. 2: Stalno opterećenje



Okvir: K\_4

Statički proračun

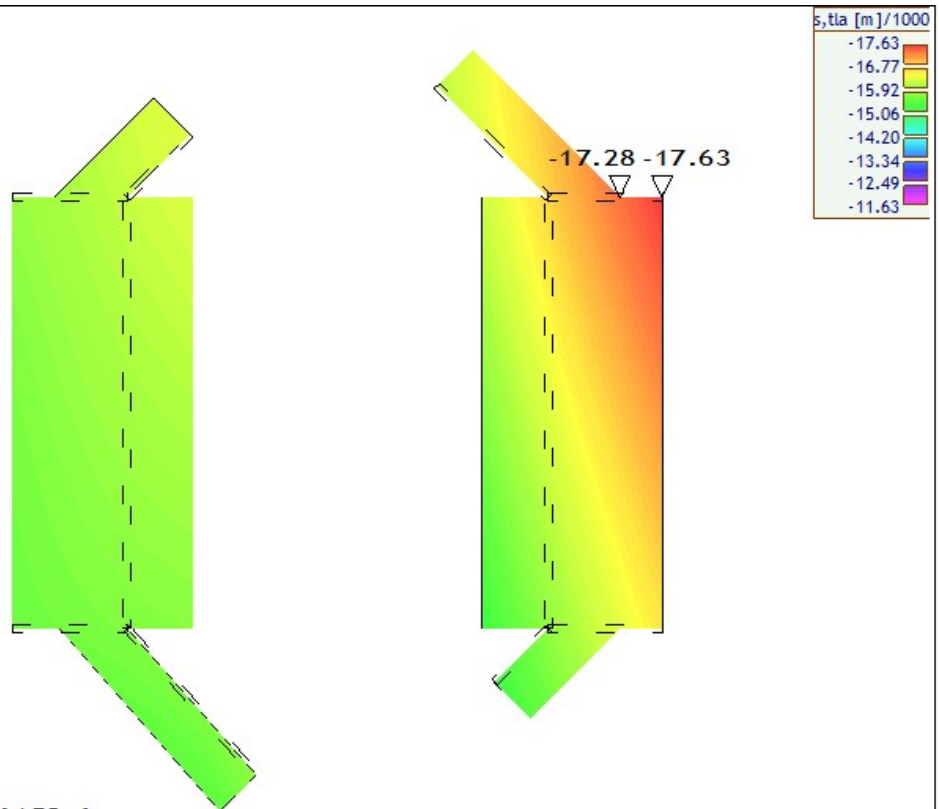
Opt. 20: [Anv] 11-19



Nivo: Nivo dna upomjaka [-4.75 m]

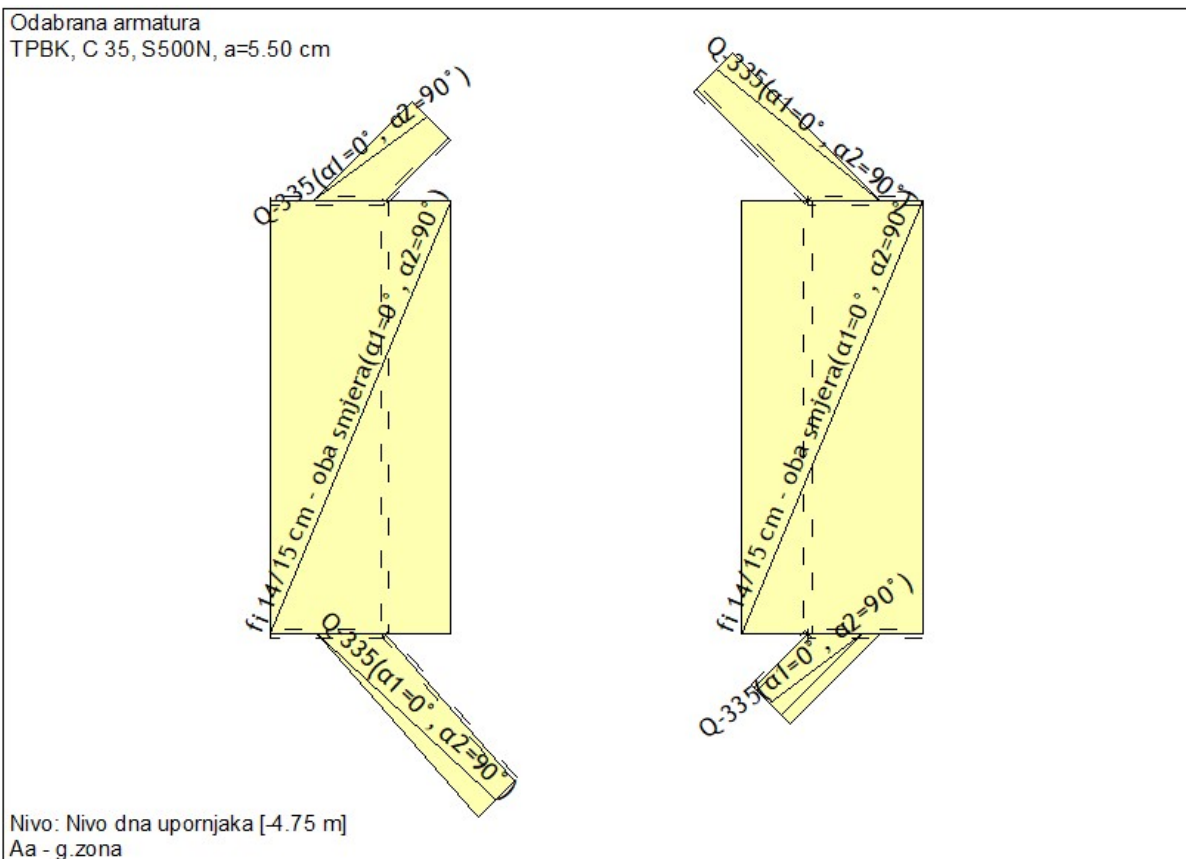
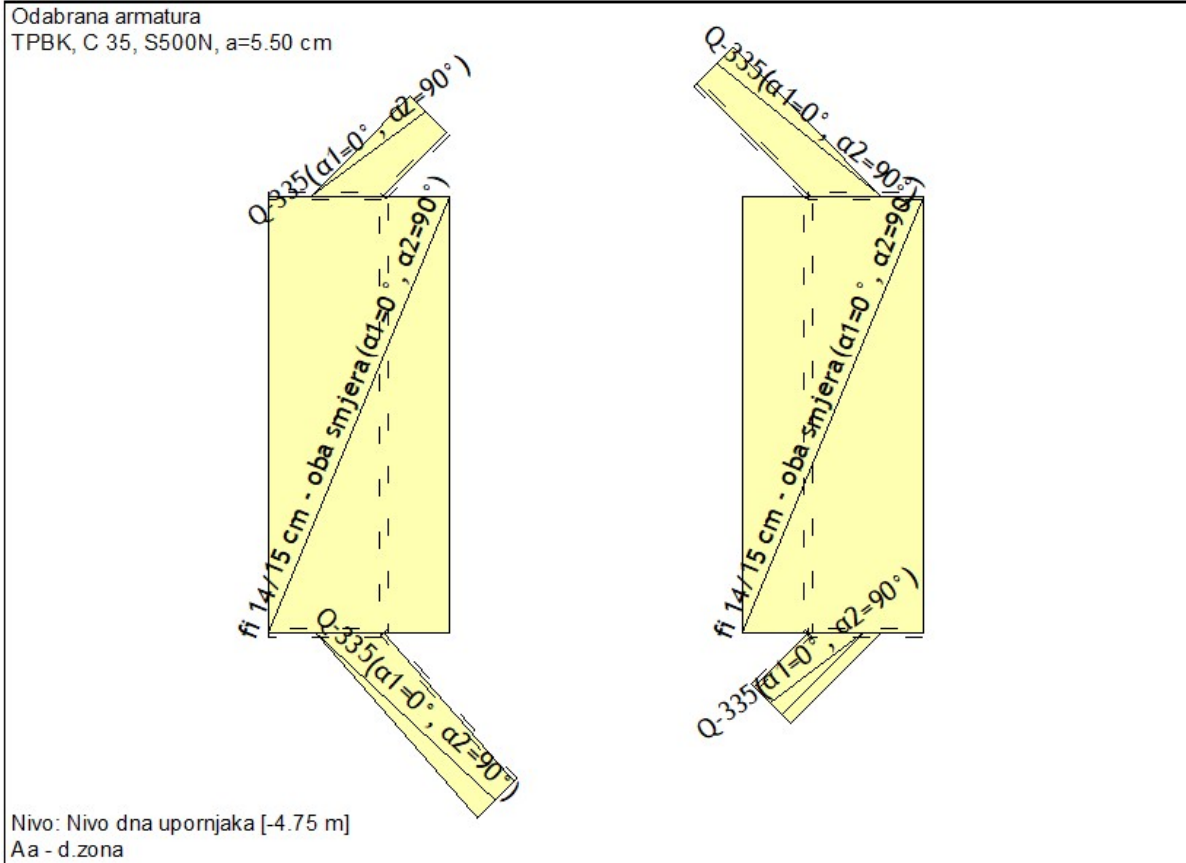
Utjecaji u pov. ležaju: max  $\sigma, tla$  = 88.15 / min  $\sigma, tla$  = 58.20 kN/m<sup>2</sup>

Opt. 20: [Anv] 11-19



Nivo: Nivo dna upomjaka [-4.75 m]

Utjecaji u pov. ležaju: max  $s, tla$  = -11.64 / min  $s, tla$  = -17.63 m / 1000



**Nivo: Nivo dna upornjaka [-4.75 m]**

TPBK

poz - TU-1 (d.pl=75.0 cm)

C 35 ( $\gamma_C = 1.50$ ,  $\gamma_S = 1.15$ ) [SP]

Gornja zona: S500N (a=5.5 cm)

Donja zona: S500N (a=5.5 cm)

Dimenzioniranje grupe slučajeva

opterećenja: 11-19

**Točka 1**

X=-1.94 m; Y=8.20 m; Z=-4.75 m

Pravac 1: ( $\alpha=0^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xVIII

Msd = -4.65 kNm

Nsd = 0.00 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.165/25.000 \text{ ‰}$

Ag1 = 0.15 cm<sup>2</sup>/m

Ad1 = 0.00 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.27%

Pravac 2: ( $\alpha=90^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xVII

Msd = -12.82 kNm

Nsd = 0.00 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.267/25.000 \text{ ‰}$

Ag2 = 0.43 cm<sup>2</sup>/m

Ad2 = 0.00 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.27%

**Točka 2**

X=-2.25 m; Y=8.20 m; Z=-4.75 m

Pravac 1: ( $\alpha=0^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xVIII

Msd = -0.95 kNm

Nsd = 0.00 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.085/25.000 \text{ ‰}$

Nije potrebna armatura.

Odabrano (gornja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.27%

Pravac 2: ( $\alpha=90^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xVII

Msd = -14.45 kNm

Nsd = 0.00 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.284/25.000 \text{ ‰}$

Ag2 = 0.48 cm<sup>2</sup>/m

Ad2 = 0.00 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.27%

**Točka 3**

X=0.00 m; Y=8.20 m; Z=-4.75 m

Pravac 1: ( $\alpha=0^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xVI

Msd = 70.52 kNm

Nsd = 0.00 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.655/25.000 \text{ ‰}$

Ag1 = 0.00 cm<sup>2</sup>/m

Ad1 = 2.35 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.27%

Pravac 2: ( $\alpha=90^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xIV

Msd = 17.22 kNm

Nsd = 0.00 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.311/25.000 \text{ ‰}$

Ag2 = 0.00 cm<sup>2</sup>/m

Ad2 = 0.57 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.27%

**Točka 4**

X=-1.00 m; Y=0.00 m; Z=-4.75 m

Pravac 1: ( $\alpha=0^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII

Msd = -2.14 kNm

Nsd = 0.00 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.107/25.000 \text{ ‰}$

Ag1 = 0.07 cm<sup>2</sup>/m

Ad1 = 0.00 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.27%

Pravac 2: ( $\alpha=90^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xIII

Msd = 66.97 kNm

Nsd = 0.00 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.637/25.000 \text{ ‰}$

Ag2 = 0.00 cm<sup>2</sup>/m

Ad2 = 2.23 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.27%

#### Točka 5

X=9.99 m; Y=0.30 m; Z=-4.75 m

Pravac 1: ( $\alpha=0^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xV

Msd = -4.54 kNm

Nsd = 0.00 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.157/25.000 \text{ ‰}$

Ag1 = 0.15 cm<sup>2</sup>/m

Ad1 = 0.00 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.27%

Pravac 2: ( $\alpha=90^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xV

Msd = -8.44 kNm

Nsd = 0.00 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.215/25.000 \text{ ‰}$

Ag2 = 0.28 cm<sup>2</sup>/m

Ad2 = 0.00 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.27%

#### Točka 6

X=10.55 m; Y=0.30 m; Z=-4.75 m

Pravac 1: ( $\alpha=0^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xX

Msd = 0.75 kNm

Nsd = 0.00 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.069/25.000 \text{ ‰}$

Nije potrebna armatura.

Odabrano (gornja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.27%

Pravac 2: ( $\alpha=90^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xV

Msd = -9.79 kNm

Nsd = 0.00 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.232/25.000 \text{ ‰}$

Ag2 = 0.32 cm<sup>2</sup>/m

Ad2 = 0.00 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.27%

#### Točka 7

X=8.58 m; Y=4.25 m; Z=-4.75 m

Pravac 1: ( $\alpha=0^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xIX

Msd = 79.60 kNm

Nsd = 0.00 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.700/25.000 \text{ ‰}$

Ag1 = 0.00 cm<sup>2</sup>/m

Ad1 = 2.66 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.27%

Pravac 2: ( $\alpha=90^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xIX

Msd = 16.75 kNm

Nsd = 0.00 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.307/25.000 \text{ ‰}$

Ag2 = 0.00 cm<sup>2</sup>/m

Ad2 = 0.56 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.27%

#### Točka 8

X=8.58 m; Y=8.50 m; Z=-4.75 m

Pravac 1: ( $\alpha=0^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xVII

Msd = 10.21 kNm

Nsd = 0.00 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.238/25.000 \text{ ‰}$

Ag1 = 0.00 cm<sup>2</sup>/m

Ad1 = 0.34 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.27%

Pravac 2: ( $\alpha=90^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xX

Msd = 52.15 kNm

Nsd = 0.00 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.557/25.000 \text{ ‰}$

Ag2 = 0.00 cm<sup>2</sup>/m

Ad2 = 1.74 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.27%

Točka 9

X=0.25 m; Y=9.08 m; Z=-4.75 m

Pravac 1: ( $\alpha=0^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xIV

Msd = -18.25 kNm

Nsd = 0.00 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.320/25.000\%$

Ag1 = 0.61 cm<sup>2</sup>/m

Ad1 = 0.00 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.09%

Pravac 2: ( $\alpha=90^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xIV

Msd = 23.14 kNm

Nsd = 0.00 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.363/25.000\%$

Ag2 = 0.00 cm<sup>2</sup>/m

Ad2 = 0.77 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.09%

Točka 10

X=-1.41 m; Y=8.50 m; Z=-4.75 m

Pravac 1: ( $\alpha=0^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xVIII

Msd = -3.85 kNm

Nsd = 0.00 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.156/25.000\%$

Ag1 = 0.13 cm<sup>2</sup>/m

Ad1 = 0.00 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.09%

Pravac 2: ( $\alpha=90^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xIII

Msd = 5.57 kNm

Nsd = 0.00 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.237/25.000\%$

Ag2 = 0.21 cm<sup>2</sup>/m

Ad2 = 0.17 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.09%

Točka 11

X=0.00 m; Y=8.50 m; Z=-4.75 m

Pravac 1: ( $\alpha=0^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xVI

Msd = 47.96 kNm

Nsd = 0.00 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.532/25.000\%$

Ag1 = 0.00 cm<sup>2</sup>/m

Ad1 = 1.60 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.09%

Pravac 2: ( $\alpha=90^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xIV

Msd = 35.25 kNm

Nsd = 0.00 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.452/25.000\%$

Ag2 = 0.00 cm<sup>2</sup>/m

Ad2 = 1.17 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.09%

Točka 12

X=8.15 m; Y=-0.62 m; Z=-4.75 m

Pravac 1: ( $\alpha=0^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xIX

Msd = -11.73 kNm

Nsd = 0.00 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.255/25.000\%$

Ag1 = 0.39 cm<sup>2</sup>/m

Ad1 = 0.00 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.09%

Pravac 2: ( $\alpha=90^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xIX

Msd = 16.82 kNm

Nsd = 0.00 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.307/25.000\%$

Ag2 = 0.00 cm<sup>2</sup>/m

Ad2 = 0.56 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.09%

Točka 13

X=9.71 m; Y=-0.00 m; Z=-4.75 m

Pravac 1: ( $\alpha=0^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xX

Msd = 1.39 kNm

Nsd = 0.00 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.144/25.000 \text{ ‰}$

Ag1 = 0.10 cm<sup>2</sup>/m

Ad1 = 0.00 cm<sup>2</sup>/m

Pravac 2: ( $\alpha=90^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xX

Msd = 3.84 kNm

Nsd = 0.00 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.215/25.000 \text{ ‰}$

Ag2 = 0.20 cm<sup>2</sup>/m

Ad2 = 0.12 cm<sup>2</sup>/m

Točka 14

X=8.30 m; Y=0.00 m; Z=-4.75 m

Pravac 1: ( $\alpha=0^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xVII

Msd = 50.50 kNm

Nsd = 0.00 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.547/25.000 \text{ ‰}$

Ag1 = 0.00 cm<sup>2</sup>/m

Ad1 = 1.68 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.09%

Pravac 2: ( $\alpha=90^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xIX

Msd = 26.25 kNm

Nsd = 0.00 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.387/25.000 \text{ ‰}$

Ag2 = 0.00 cm<sup>2</sup>/m

Ad2 = 0.87 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.09%

Točka 15

X=8.58 m; Y=0.00 m; Z=-4.75 m

Pravac 1: ( $\alpha=0^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xVII

Msd = 25.85 kNm

Nsd = 0.00 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.384/25.000 \text{ ‰}$

Ag1 = 0.00 cm<sup>2</sup>/m

Ad1 = 0.86 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.09%

Pravac 2: ( $\alpha=90^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xIX

Msd = 27.11 kNm

Nsd = 0.00 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.394/25.000 \text{ ‰}$

Ag2 = 0.00 cm<sup>2</sup>/m

Ad2 = 0.90 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.09%

Točka 16

X=7.81 m; Y=9.33 m; Z=-4.75 m

Pravac 1: ( $\alpha=0^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xIX

Msd = -43.77 kNm

Nsd = 0.00 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.507/25.000 \text{ ‰}$

Ag1 = 1.46 cm<sup>2</sup>/m

Ad1 = 0.00 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.09%

Pravac 2: ( $\alpha=90^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xIX

Msd = 39.67 kNm

Nsd = 0.00 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.481/25.000 \text{ ‰}$

Ag2 = 0.00 cm<sup>2</sup>/m

Ad2 = 1.32 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.09%

Točka 17

X=8.30 m; Y=8.50 m; Z=-4.75 m

Pravac 1: ( $\alpha=0^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xVII

Msd = 44.68 kNm

Nsd = 0.00 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.513/25.000 \text{ ‰}$

Ag1 = 0.00 cm<sup>2</sup>/m

Ad1 = 1.49 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.09%

Pravac 2: ( $\alpha=90^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xX

Msd = 44.46 kNm

Nsd = 0.00 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.511/25.000 \text{ ‰}$

Ag2 = 0.00 cm<sup>2</sup>/m

Ad2 = 1.48 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.09%

Točka 18

X=8.25 m; Y=8.89 m; Z=-4.75 m

Pravac 1: ( $\alpha=0^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xIX

Msd = -25.34 kNm

Nsd = 0.00 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.380/25.000 \text{ ‰}$

Ag1 = 0.84 cm<sup>2</sup>/m

Ad1 = 0.00 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.09%

Pravac 2: ( $\alpha=90^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xX

Msd = 59.23 kNm

Nsd = 0.00 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.596/25.000 \text{ ‰}$

Ag2 = 0.00 cm<sup>2</sup>/m

Ad2 = 1.98 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.09%

Točka 19

X=0.60 m; Y=-1.05 m; Z=-4.75 m

Pravac 1: ( $\alpha=0^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xIV

Msd = -60.86 kNm

Nsd = 0.00 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.605/25.000 \text{ ‰}$

Ag1 = 2.03 cm<sup>2</sup>/m

Ad1 = 0.00 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.09%

Pravac 2: ( $\alpha=90^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xIV

Msd = 48.89 kNm

Nsd = 0.00 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.538/25.000 \text{ ‰}$

Ag2 = 0.00 cm<sup>2</sup>/m

Ad2 = 1.63 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.09%

Točka 20

X=0.00 m; Y=0.00 m; Z=-4.75 m

Pravac 1: ( $\alpha=0^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xVI

Msd = 24.29 kNm

Nsd = 0.00 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.372/25.000 \text{ ‰}$

Ag1 = 0.00 cm<sup>2</sup>/m

Ad1 = 0.81 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.09%

Pravac 2: ( $\alpha=90^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xIII

Msd = 57.75 kNm

Nsd = 0.00 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.588/25.000 \text{ ‰}$

Ag2 = 0.00 cm<sup>2</sup>/m

Ad2 = 1.93 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.09%



Točka 21

X=-0.76 m; Y=-0.27 m; Z=-4.75 m

Pravac 1: ( $\alpha=0^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xIII

Msd = -11.99 kNm

Nsd = 0.00 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.258/25.000 \text{ ‰}$

Ag1 = 0.40 cm<sup>2</sup>/m

Ad1 = 0.00 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.09%

Pravac 2: ( $\alpha=90^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xIII

Msd = 71.70 kNm

Nsd = 0.00 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.661/25.000 \text{ ‰}$

Ag2 = 0.00 cm<sup>2</sup>/m

Ad2 = 2.39 cm<sup>2</sup>/m

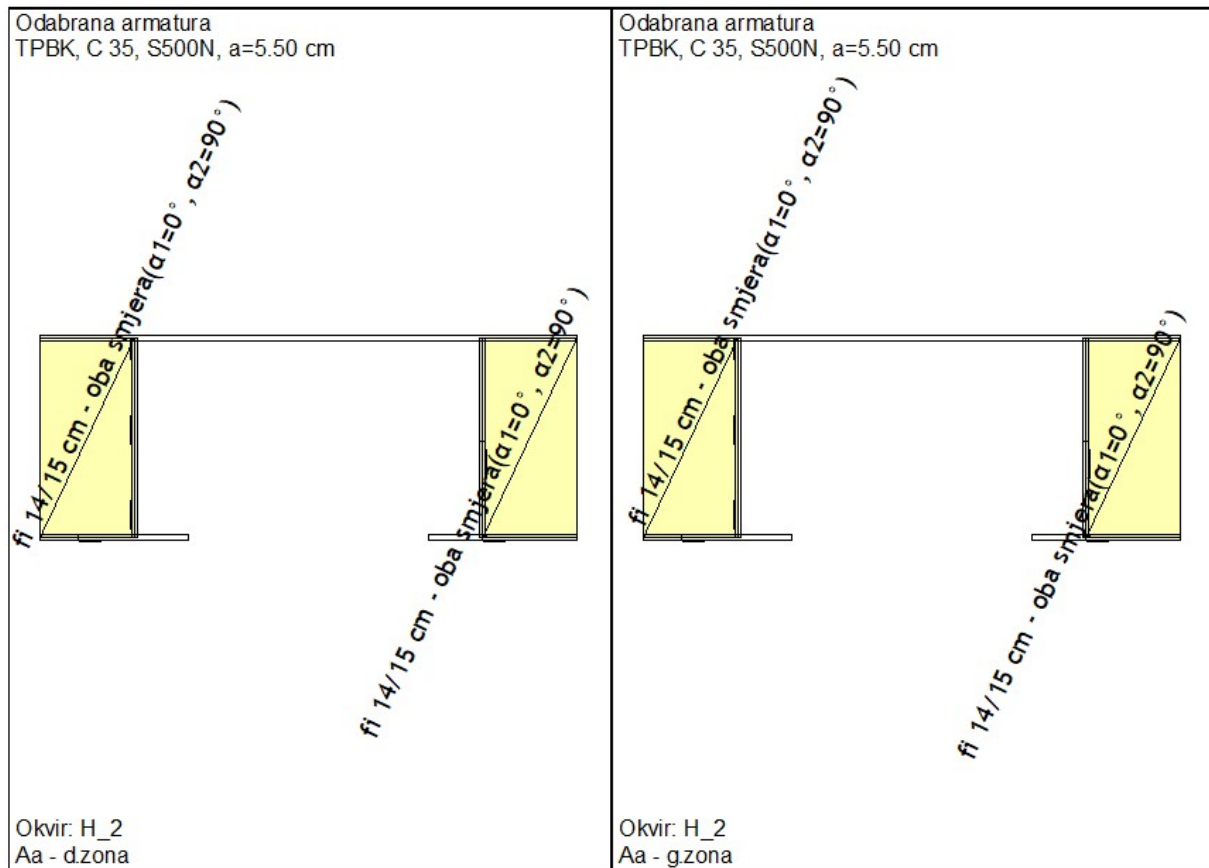
Odabrano (gornja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.09%



**Okvir: H\_2**

TPBK

poz - U-1 (d,pl=50.0 cm)

C 35 ( $\gamma_C = 1.50$ ,  $\gamma_S = 1.15$ ) [SP]

Gornja zona: S500N (a=5.5 cm)

Donja zona: S500N (a=5.5 cm)

Dimenzioniranje grupe slučajeva  
 opterećenja: 11-19

**Točka 1**

$X=0.33$  m;  $Y=0.00$  m;  $Z=0.00$  m

Pravac 1: ( $\alpha=0^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xVII

Msd = -7.24 kNm

Nsd = 287.77 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.431/25.000$  ‰

Ag1 = 3.64 cm<sup>2</sup>/m

Ad1 = 3.66 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.41%

Pravac 2: ( $\alpha=90^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xVII

Msd = 15.45 kNm

Nsd = 151.22 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.637/25.000$  ‰

Ag2 = 2.45 cm<sup>2</sup>/m

Ad2 = 2.46 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.41%

Točka 2

X=-2.25 m; Y=0.00 m; Z=0.00 m

Pravac 1: ( $\alpha=0^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xIII

Msd = 8.56 kNm

Nsd = 102.90 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.464/25.000 \text{ ‰}$

Ag1 = 1.57 cm<sup>2</sup>/m

Ad1 = 1.58 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.41%

Pravac 2: ( $\alpha=90^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xV

Msd = 93.83 kNm

Nsd = 559.09 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -1.577/25.000 \text{ ‰}$

Ag2 = 11.09 cm<sup>2</sup>/m

Ad2 = 11.15 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.41%

Točka 3

X=8.58 m; Y=0.00 m; Z=0.00 m

Pravac 1: ( $\alpha=0^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xVI

Msd = -8.55 kNm

Nsd = 617.36 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.474/25.000 \text{ ‰}$

Ag1 = 7.49 cm<sup>2</sup>/m

Ad1 = 7.53 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.41%

Pravac 2: ( $\alpha=90^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xV

Msd = 13.23 kNm

Nsd = 241.92 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.584/25.000 \text{ ‰}$

Ag2 = 3.38 cm<sup>2</sup>/m

Ad2 = 3.40 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.41%

Točka 4

X=10.55 m; Y=0.00 m; Z=0.00 m

Pravac 1: ( $\alpha=0^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xX

Msd = 6.29 kNm

Nsd = 93.35 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.394/25.000 \text{ ‰}$

Ag1 = 1.36 cm<sup>2</sup>/m

Ad1 = 1.37 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.41%

Pravac 2: ( $\alpha=90^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xVIII

Msd = 89.62 kNm

Nsd = 593.62 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -1.536/25.000 \text{ ‰}$

Ag2 = 11.27 cm<sup>2</sup>/m

Ad2 = 11.33 cm<sup>2</sup>/m

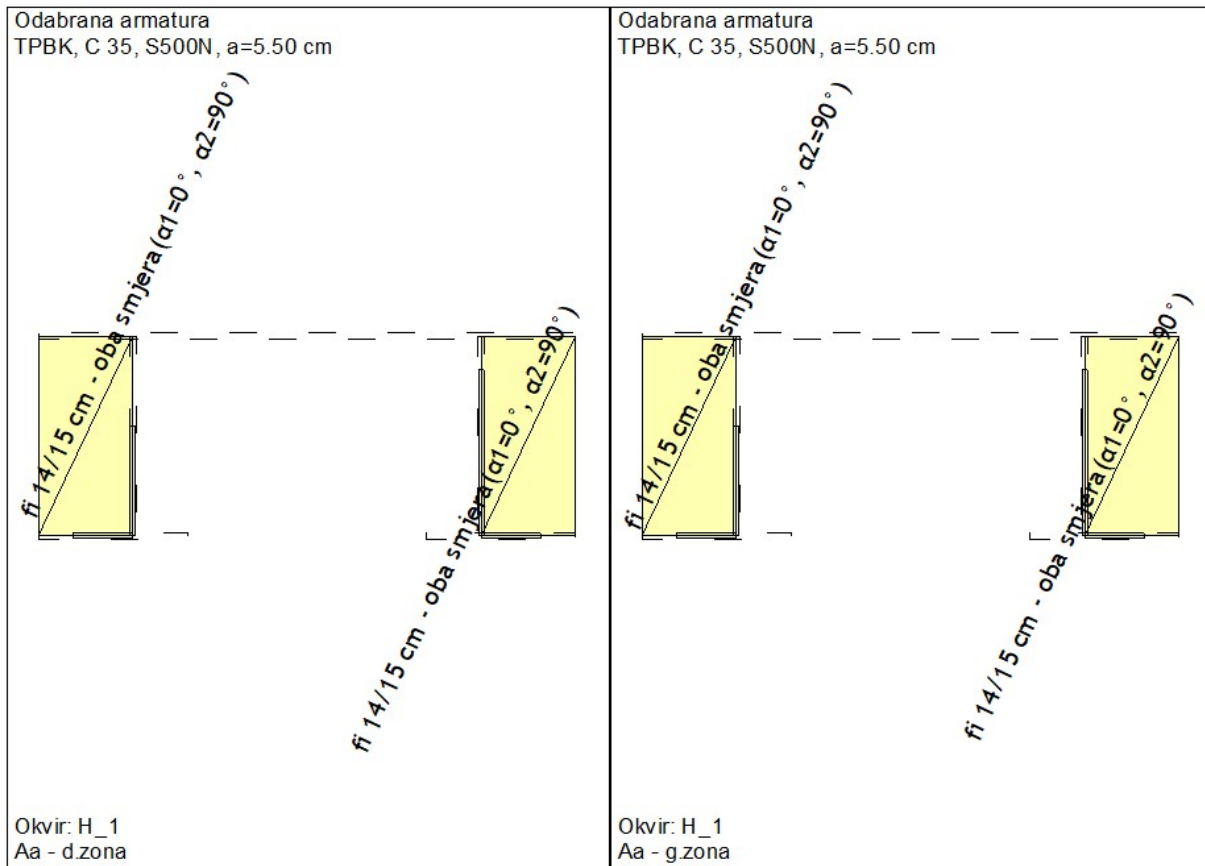
Odabrano (gornja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.41%



**Okvir: H\_1**

TPBK  
 poz - U-5 (d,pl=50.0 cm)  
 C 35 ( $\gamma_C = 1.50$ ,  $\gamma_S = 1.15$ ) [SP]  
 Gornja zona: S500N (a=5.5 cm)  
 Donja zona: S500N (a=5.5 cm)  
 Dimenzioniranje grupe slučajeva  
 opterećenja: 11-19

**Točka 1**

$X=-0.33$  m;  $Y=8.50$  m;  $Z=0.00$  m

Pravac 1: ( $\alpha=0^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xVII

Msd = 4.47 kNm

Nsd = 448.09 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.323/25.000$  ‰

Ag1 = 5.34 cm<sup>2</sup>/m

Ad1 = 5.36 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.41%

Pravac 2: ( $\alpha=90^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xVII

Msd = -12.60 kNm

Nsd = 172.07 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.575/25.000$  ‰

Ag2 = 2.57 cm<sup>2</sup>/m

Ad2 = 2.58 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.41%

**Točka 2**

$X=-2.25$  m;  $Y=8.50$  m;  $Z=0.00$  m

Pravac 1: ( $\alpha=0^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xIII

Msd = -5.03 kNm

Nsd = 73.82 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.354/25.000$  ‰

Ag1 = 1.08 cm<sup>2</sup>/m

Ad1 = 1.09 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.41%

Pravac 2: ( $\alpha=90^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xV

Msd = -64.43 kNm

Nsd = 481.53 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -1.334/25.000 \text{ ‰}$

Ag2 = 8.69 cm<sup>2</sup>/m

Ad2 = 8.74 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.41%

#### Točka 3

X=8.58 m; Y=8.50 m; Z=0.00 m

Pravac 1: ( $\alpha=0^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xVI

Msd = 10.25 kNm

Nsd = 620.84 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.504/25.000 \text{ ‰}$

Ag1 = 7.58 cm<sup>2</sup>/m

Ad1 = 7.62 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.41%

Pravac 2: ( $\alpha=90^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xVI

Msd = -14.28 kNm

Nsd = 263.23 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.616/25.000 \text{ ‰}$

Ag2 = 3.69 cm<sup>2</sup>/m

Ad2 = 3.71 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.41%

#### Točka 4

X=10.55 m; Y=8.50 m; Z=0.00 m

Pravac 1: ( $\alpha=0^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xX

Msd = -7.89 kNm

Nsd = 105.13 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.448/25.000 \text{ ‰}$

Ag1 = 1.57 cm<sup>2</sup>/m

Ad1 = 1.58 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.41%

Pravac 2: ( $\alpha=90^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xVIII

Msd = -107.73 kNm

Nsd = 629.31 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -1.680/25.000 \text{ ‰}$

Ag2 = 12.70 cm<sup>2</sup>/m

Ad2 = 12.76 cm<sup>2</sup>/m

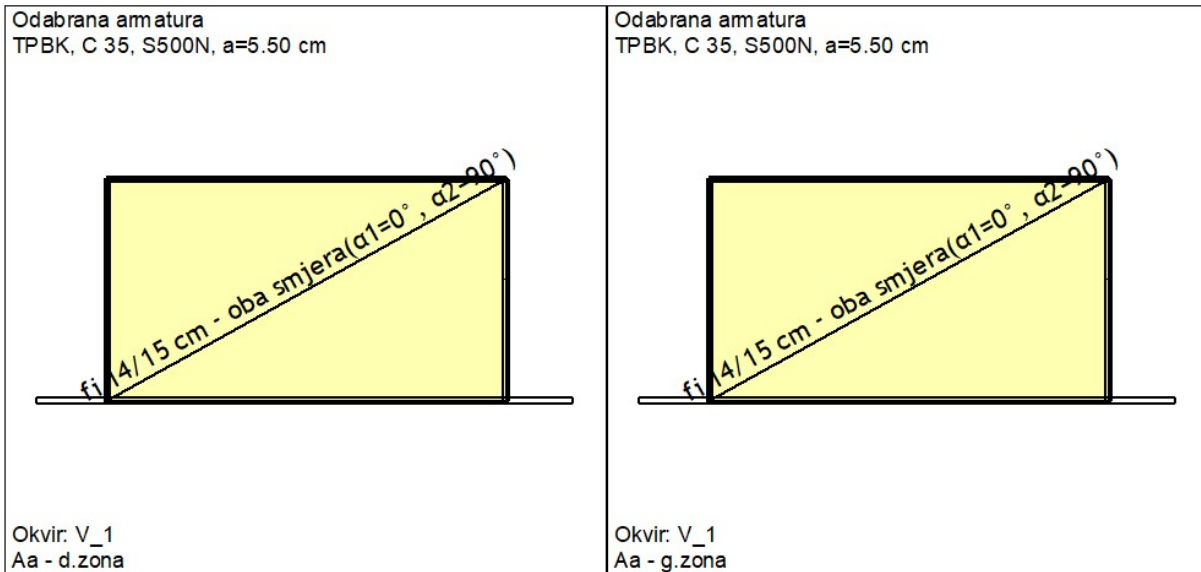
Odabrano (gornja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.41%



**Okvir: V\_1**

TPBK  
 poz - U-3 (d,pl=75.0 cm)  
 C 35 ( $\gamma_C = 1.50$ ,  $\gamma_S = 1.15$ ) [SP]  
 Gornja zona: S500N (a=5.5 cm)  
 Donja zona: S500N (a=5.5 cm)  
 Dimenzioniranje grupe slučajeva  
 opterećenja: 11-19

**Točka 1**

$X=0.00$  m;  $Y=2.73$  m;  $Z=0.00$  m  
 Pravac 1: ( $\alpha=0^\circ$ )  
 Mjerodavna kombinacija:  
 1.35xI+1.35xII+1.50xIII  
 Msd = 32.04 kNm  
 Nsd = 93.13 kN  
 $\epsilon_b/\epsilon_a = -0.501/25.000 \text{ ‰}$   
 $Ag_1 = 2.10 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 $Ad_1 = 2.11 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 Odabrano (gornja zona):  
 fi 14/15 cm - oba smjera  $\emptyset 14/15$  (10.26 cm<sup>2</sup>/m)  
 Odabrano (donja zona):  
 fi 14/15 cm - oba smjera  $\emptyset 14/15$  (10.26 cm<sup>2</sup>/m)  
 Postotak armiranja: 0.27%

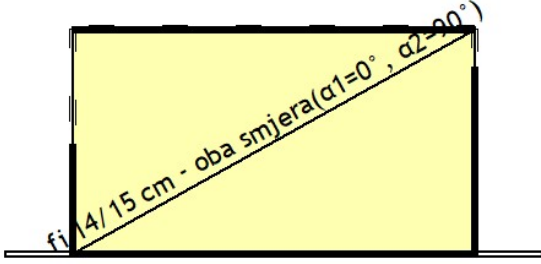
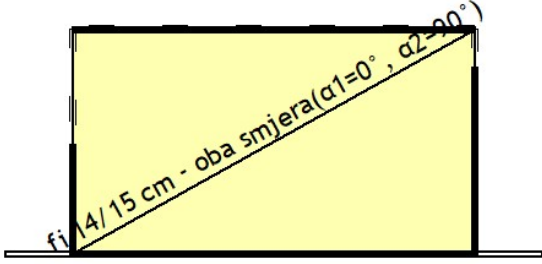
**Pravac 2: ( $\alpha=90^\circ$ )**

Mjerodavna kombinacija:  
 1.35xI+1.35xII+1.50xVII  
 Msd = 211.77 kNm  
 Nsd = -3.40 kN  
 $\epsilon_b/\epsilon_a = -1.417/25.000 \text{ ‰}$   
 $Ag_2 = 6.94 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 $Ad_2 = 6.97 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 Odabrano (gornja zona):  
 fi 14/15 cm - oba smjera  $\emptyset 14/15$  (10.26 cm<sup>2</sup>/m)  
 Odabrano (donja zona):  
 fi 14/15 cm - oba smjera  $\emptyset 14/15$  (10.26 cm<sup>2</sup>/m)  
 Postotak armiranja: 0.27%

**Točka 2**

$X=0.00$  m;  $Y=3.95$  m;  $Z=-0.30$  m  
 Pravac 1: ( $\alpha=0^\circ$ )  
 Mjerodavna kombinacija:  
 1.35xI+1.35xII+1.50xVII  
 Msd = 61.76 kNm  
 Nsd = -1.75 kN  
 $\epsilon_b/\epsilon_a = -0.766/25.000 \text{ ‰}$   
 $Ag_1 = 1.95 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 $Ad_1 = 1.96 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 Odabrano (gornja zona):  
 fi 14/15 cm - oba smjera  $\emptyset 14/15$  (10.26 cm<sup>2</sup>/m)  
 Odabrano (donja zona):  
 fi 14/15 cm - oba smjera  $\emptyset 14/15$  (10.26 cm<sup>2</sup>/m)  
 Postotak armiranja: 0.27%

Pravac 2: ( $\alpha=90^\circ$ )  
 Mjerodavna kombinacija:  
 1.35xI+1.35xII+1.50xVII  
 Msd = 279.85 kNm  
 Nsd = -23.26 kN  
 $\epsilon_b/\epsilon_a = -1.635/25.000 \text{ ‰}$   
 $Ag_2 = 9.03 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 $Ad_2 = 9.08 \text{ cm}^2/\text{m}$   
 Odabrano (gornja zona):  
 fi 14/15 cm - oba smjera  $\emptyset 14/15$  (10.26 cm<sup>2</sup>/m)  
 Odabrano (donja zona):  
 fi 14/15 cm - oba smjera  $\emptyset 14/15$  (10.26 cm<sup>2</sup>/m)  
 Postotak armiranja: 0.27%

<p>Odabrana armatura TPBK, C 35, S500N, a=5.50 cm</p>  <p>Okvir: V_2 Aa - d.zona</p>	<p>Odabrana armatura TPBK, C 35, S500N, a=5.50 cm</p>  <p>Okvir: V_2 Aa - g.zona</p>
---	--

**Okvir: V\_2**

TPBK  
poz - U-4 (d,pl=75.0 cm)  
C 35 ( $\gamma_C = 1.50$ ,  $\gamma_S = 1.15$ ) [SP]  
Gornja zona: S500N (a=5.5 cm)  
Donja zona: S500N (a=5.5 cm)  
Dimenzioniranje grupe slučajeva  
opterećenja: 11-19

**Točka 1**

X=8.30 m; Y=3.95 m; Z=-0.31 m

Pravac 1: ( $\alpha=0^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xVII

Msd = -87.85 kNm

Nsd = 20.45 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.904/25.000 \text{ ‰}$

Ag1 = 3.08 cm<sup>2</sup>/m

Ad1 = 3.10 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.27%

Pravac 2: ( $\alpha=90^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xVI

Msd = -391.42 kNm

Nsd = -33.20 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -1.925/25.000 \text{ ‰}$

Ag2 = 12.84 cm<sup>2</sup>/m

Ad2 = 12.90 cm<sup>2</sup>/m

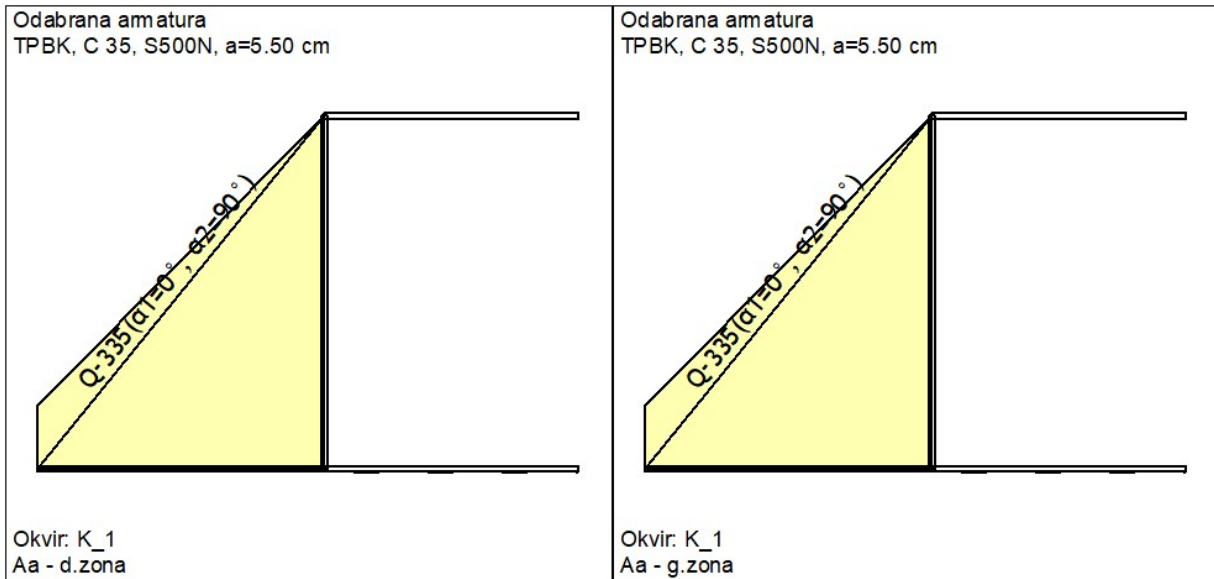
Odabrano (gornja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

fi 14/15 cm - oba smjera Ø14/15 (10.26 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.27%



**Okvir: K\_1**

TPBK  
 poz - PZ-8 (d.pl=25.0 cm)  
 C 35 ( $\gamma_C = 1.50$ ,  $\gamma_S = 1.15$ ) [SP]  
 Gornja zona: S500N (a=5.5 cm)  
 Donja zona: S500N (a=5.5 cm)  
 Dimenzioniranje grupe slučajeva  
 opterećenja: 11-19

**Točka 1**

X=0.00 m; Y=-0.00 m; Z=-2.10 m  
 Pramac 1: ( $\alpha=0^\circ$ )  
 Mjerodavna kombinacija:  
 1.35xI+1.35xII+1.50xVII  
 Msd = 20.35 kNm  
 Nsd = 15.83 kN  
 $\epsilon_b/\epsilon_a = -1.841/25.000 \%$   
 Ag1 = 2.12 cm<sup>2</sup>/m  
 Ad1 = 2.13 cm<sup>2</sup>/m  
 Odabrano (gornja zona):  
 Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)  
 Odabrano (donja zona):  
 Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)  
 Postotak armiranja: 0.27%

**Pramac 2: ( $\alpha=90^\circ$ )**

Mjerodavna kombinacija:  
 1.35xI+1.35xII+1.50xVI  
 Msd = 3.48 kNm  
 Nsd = -49.59 kN  
 Nije potrebna armatura.  
 Odabrano (gornja zona):  
 Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)  
 Odabrano (donja zona):  
 Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)  
 Postotak armiranja: 0.27%

**Točka 2**

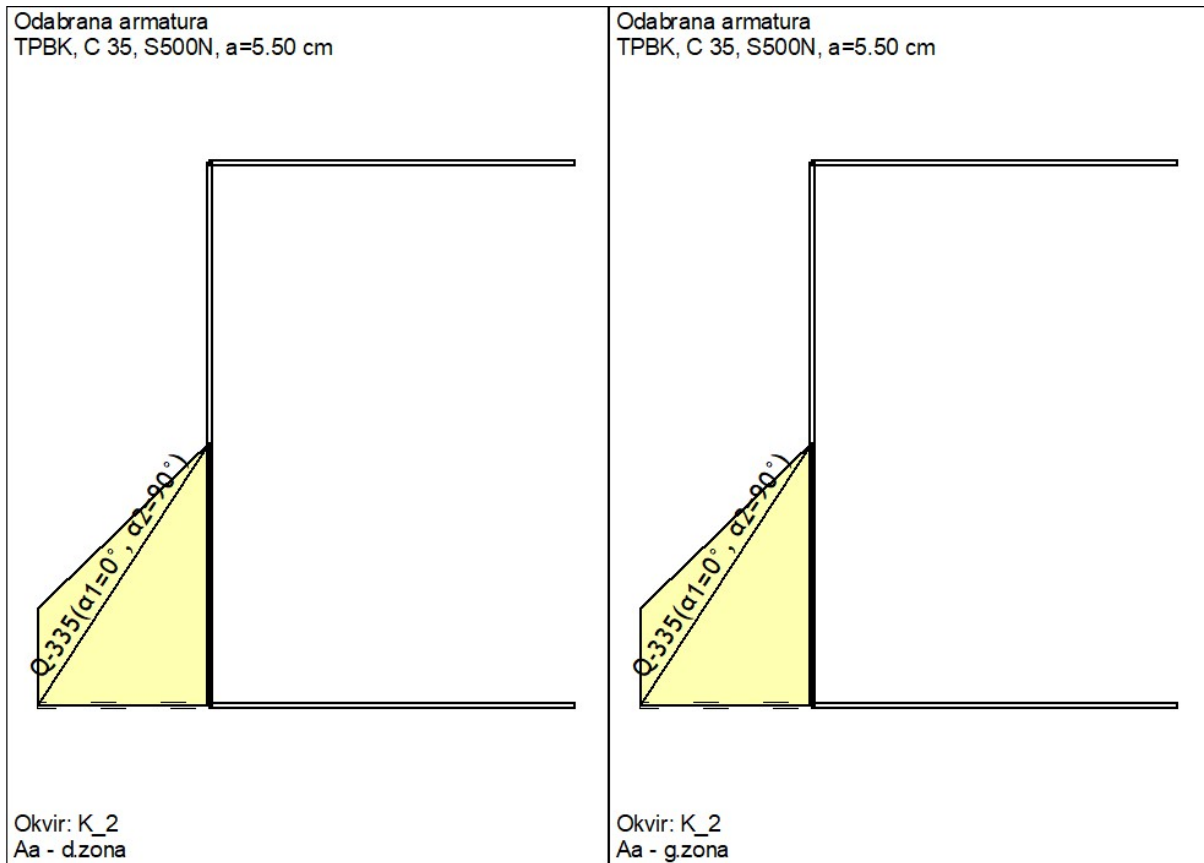
X=1.96 m; Y=-2.22 m; Z=-4.75 m  
 Pramac 1: ( $\alpha=0^\circ$ )  
 Mjerodavna kombinacija:  
 1.35xI+1.35xII+1.50xIII  
 Msd = 2.11 kNm  
 Nsd = 1.01 kN  
 $\epsilon_b/\epsilon_a = -0.494/25.000 \%$   
 Ag1 = 0.21 cm<sup>2</sup>/m  
 Ad1 = 0.21 cm<sup>2</sup>/m  
 Odabrano (gornja zona):  
 Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)  
 Odabrano (donja zona):  
 Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)  
 Postotak armiranja: 0.27%

**Pramac 2: ( $\alpha=90^\circ$ )**

Mjerodavna kombinacija:  
 1.35xI+1.35xII  
 Msd = 17.30 kNm  
 Nsd = -10.88 kN  
 $\epsilon_b/\epsilon_a = -1.650/25.000 \%$   
 Ag2 = 1.52 cm<sup>2</sup>/m  
 Ad2 = 1.53 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):  
 Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)  
 Odabrano (donja zona):  
 Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)  
 Postotak armiranja: 0.27%





**Okvir: K\_2**

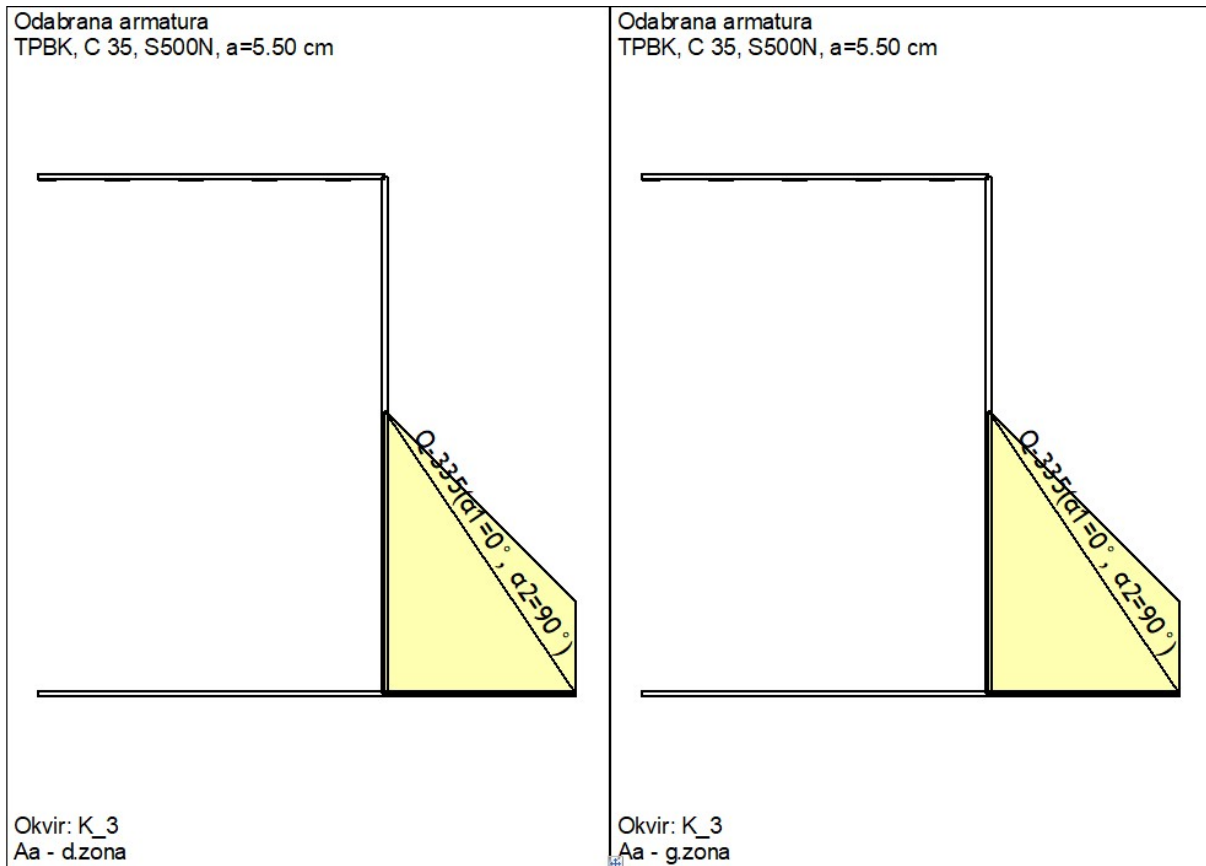
TPBK  
 poz - PZ-5 (d,pl=25.0 cm)  
 C 35 ( $\gamma_C = 1.50$ ,  $\gamma_S = 1.15$ ) [SP]  
 Gornja zona: S500N (a=5.5 cm)  
 Donja zona: S500N (a=5.5 cm)  
 Dimenzioniranje grupe slučajeva  
 opterećenja: 11-19

**Točka 1**

X=8.30 m; Y=0.00 m; Z=-4.18 m  
 Pravac 1: ( $\alpha=0^\circ$ )  
 Mjerodavna kombinacija:  
 1.35xI+1.35xII+1.50xVII  
 Msd = -3.07 kNm  
 Nsd = 10.48 kN  
 $\epsilon_b/\epsilon_a = -0.606/25.000 \text{ ‰}$   
 Ag1 = 0.41 cm<sup>2</sup>/m  
 Ad1 = 0.41 cm<sup>2</sup>/m  
 Odabrano (gornja zona):  
 Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)  
 Odabrano (donja zona):  
 Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)  
 Postotak armiranja: 0.27%

**Pravac 2: ( $\alpha=90^\circ$ )**

Mjerodavna kombinacija:  
 1.35xI+1.35xII+1.50xVIII  
 Msd = -0.42 kNm  
 Nsd = -52.96 kN  
 Nije potrebna armatura.  
 Odabrano (gornja zona):  
 Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)  
 Odabrano (donja zona):  
 Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)  
 Postotak armiranja: 0.27%



**Okvir: K\_3**

TPBK  
 poz - PZ-6 (d,pl=25.0 cm)  
 C 35 ( $\gamma_C = 1.50$ ,  $\gamma_S = 1.15$ ) [SP]  
 Gornja zona: S500N (a=5.5 cm)  
 Donja zona: S500N (a=5.5 cm)  
 Dimenzioniranje grupe slučajeva  
 opterećenja: 11-19

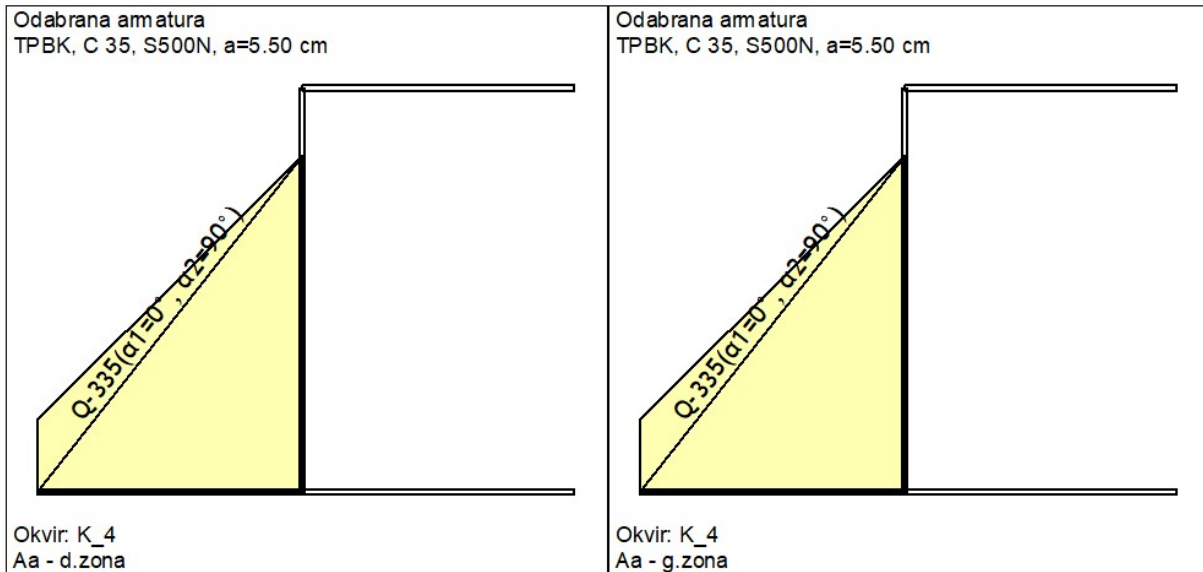
**Točka 1**

$X=0.00$  m;  $Y=8.50$  m;  $Z=-4.17$  m  
 Pravac 1: ( $\alpha=0^\circ$ )  
 Mjerodavna kombinacija:  
 1.35xI+1.35xII+1.50xVI  
 Msd = 3.25 kNm  
 Nsd = 12.64 kN  
 $\epsilon_b/\epsilon_a = -0.623/25.000$  ‰  
 Ag1 = 0.45 cm<sup>2</sup>/m  
 Ad1 = 0.45 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):  
 Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)  
 Odabrano (donja zona):  
 Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)  
 Postotak armiranja: 0.27%

**Pravac 2: ( $\alpha=90^\circ$ )**

Mjerodavna kombinacija:  
 1.35xI+1.35xII+1.50xV  
 Msd = 0.47 kNm  
 Nsd = -50.32 kN  
 Nije potrebna armatura.  
 Odabrano (gornja zona):  
 Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)  
 Odabrano (donja zona):  
 Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)  
 Postotak armiranja: 0.27%



**Okvir: K\_4**

TPBK  
 poz - PZ-7 (d,pl=25.0 cm)  
 C 35 ( $\gamma_C = 1.50$ ,  $\gamma_S = 1.15$ ) [SP]  
 Gornja zona: S500N (a=5.5 cm)  
 Donja zona: S500N (a=5.5 cm)  
 Dimenzioniranje grupe slučajeva  
 opterećenja: 11-19

**Točka 1**

$X=8.30$  m;  $Y=8.50$  m;  $Z=-2.74$  m

Pravac 1: ( $\alpha=0^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xVI

Msd = 14.50 kNm

Nsd = 11.81 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -1.473/25.000$  ‰

Ag1 = 1.51 cm<sup>2</sup>/m

Ad1 = 1.51 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.27%

Pravac 2: ( $\alpha=90^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII+1.50xVII

Msd = 2.42 kNm

Nsd = -70.52 kN

Nije potrebna armatura.

Odabrano (gornja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.27%

**Točka 2**

$X=6.55$  m;  $Y=10.25$  m;  $Z=-4.75$  m

Pravac 1: ( $\alpha=0^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII

Msd = 1.57 kNm

Nsd = -0.75 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -0.423/25.000$  ‰

Ag1 = 0.14 cm<sup>2</sup>/m

Ad1 = 0.14 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.27%

Pravac 2: ( $\alpha=90^\circ$ )

Mjerodavna kombinacija:

1.35xI+1.35xII

Msd = 12.67 kNm

Nsd = -13.17 kN

$\epsilon_b/\epsilon_a = -1.354/25.000$  ‰

Ag2 = 1.04 cm<sup>2</sup>/m

Ad2 = 1.05 cm<sup>2</sup>/m

Odabrano (gornja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Odabrano (donja zona):

Q-335 Ø8/15 (3.35 cm<sup>2</sup>/m)

Postotak armiranja: 0.27%

## 4.2.2. Kontrola naprezanja u tlu

Shema 1: bez kolovozne ploče

SILA	N [kN]		M [kNm]
Ea,v	73,68 kN	73,68 kN · 1,40 m	-103,15 kNm
Ea,h	246,06 kN	246,06 kN · 1,72 m	422,40 kNm
W1	379,50 kN	379,50 kN · 0,25 m	-94,88 kNm
W2	78,75 kN	78,75 kN · 0,00 m	0

$$N_{\text{ukupno}} = 531,93 \text{ kN}$$

$$M_{\text{ukupno}} = 224,38 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{\text{tlo},1,2} = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{W} = \frac{531,93 \text{ kN}}{4,20 \text{ m}^2} \pm \frac{224,38 \text{ kNm}}{1,96 \text{ m}^3} \quad (4.2.2 - 1)$$

$$\sigma_{\text{tlo},1} = 241,13 \text{ kN/m}^2 < \sigma_{\text{tla},\text{dop}}$$

$$\sigma_{\text{tlo},2} = 12,17 \text{ kN/m}^2 < \sigma_{\text{tla},\text{dop}}$$

Shema 2: sa kolovoznom pločom

SILA	N [kN]		M [kNm]
Ea,v	73,68 kN	73,68 kN · 1,40 m	-103,15 kNm
Ea,h	246,06 kN	246,06 kN · 1,72 m	422,40 kNm
W1	379,50 kN	379,50 kN · 0,25 m	-94,88 kNm
W2	78,75 kN	78,75 kN · 0,00 m	0
Rg	101,68 kN	101,68 kN · 0,25 m	-25,42 kNm
Rp	248,30 kN	248,30 kN · 0,25 m	-62,08 kNm

$$N_{\text{ukupno}} = 881,91 \text{ kN}$$

$$M_{\text{ukupno}} = 136,88 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{tlo,1,2} = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{W} = \frac{881,91 \text{ kN}}{4,20 \text{ m}^2} \pm \frac{136,88 \text{ kNm}}{1,96 \text{ m}^3}$$

$$\sigma_{tlo,1} = 279,82 \text{ kN/m}^2 < \sigma_{tla,dop}$$

$$\sigma_{tlo,2} = 140,14 \text{ kN/m}^2 < \sigma_{tla,dop}$$

#### 4.2.3. Kontrola na prevrtanje

$$F_s = \frac{M_z}{M_p} > 1,50 \quad (4.2.3 - 1)$$

SILA	N [kN]		Mz [kNm]
Ea,v	73,68 kN	73,68 kN · 2,30 m	169,47 kNm
W1	379,50 kN	379,50 kN · 1,65 m	626,18 kNm
W2	78,75 kN	78,75 kN · 1,40 m	110,25 kNm
Rg	101,68 kN	101,68 kN · 1,15 m	116,93 kNm
Rp	248,30 kN	248,30 kN · 1,15 m	285,55 kNm

$$M_z, \text{ukupno} = 1308,37 \text{ kNm}$$

Moment prevrtanja – Mp

$$M_p = \frac{E_a \cdot h \cdot H}{3} = \frac{246,06 \text{ kN} \cdot 5,15 \text{ m}}{3} \quad (4.2.3 - 2)$$

$$M_p = 422,40 \text{ kNm}$$

$$F_s = \frac{M_z}{M_p} = \frac{1308,37 \text{ kNm}}{422,40 \text{ kNm}}$$

$$F_s = 3,10 > 1,50$$

#### 4.2.4. Kontrola na klizanje

$$F_s = \frac{N \cdot \tan \mu}{E_{a, h}} \quad (4.2.4 - 1)$$

Kut između N i H

$$\tan \alpha = \frac{E_{a, h}}{N} = \frac{246,06 \text{ kN}}{881,91 \text{ kN}} \quad (4.2.4 - 2)$$

$$\alpha = 15,59^\circ$$

Rezultanta – R

$$R = \frac{N}{\cos \alpha} = \frac{881,91 \text{ kN}}{\cos 15,59} \quad (4.2.4 - 3)$$

$$R = 915,59 \text{ kN}$$

$$N' = R \cdot \cos (\alpha - \beta) = 915,59 \text{ kN} \cdot \cos (15,59 - 0,00) \quad (4.2.4-4)$$

$$N' = 881,91 \text{ kN}$$

$$H' = R \cdot \sin (\alpha - \beta) = 915,59 \text{ kN} \cdot \sin (15,59 - 0,00) \quad (4.2.4-5)$$

$$H' = 246,06 \text{ kN}$$

$$F_s = \frac{N \cdot \tan \mu}{E_{a, h}} = \frac{881,91 \text{ kN} \cdot 0,50}{246,06 \text{ kN}}$$

$$F_s = 1,96 > 1,50$$

### 4.3. Proračun nosivosti i slijeganja

Sila od novoizgrađenog upornjaka s jedne strane nadogradnje – Q

$$Q = 202 \text{ kN}$$

Naprezanje na kontaktu upornjaka i podloge – p

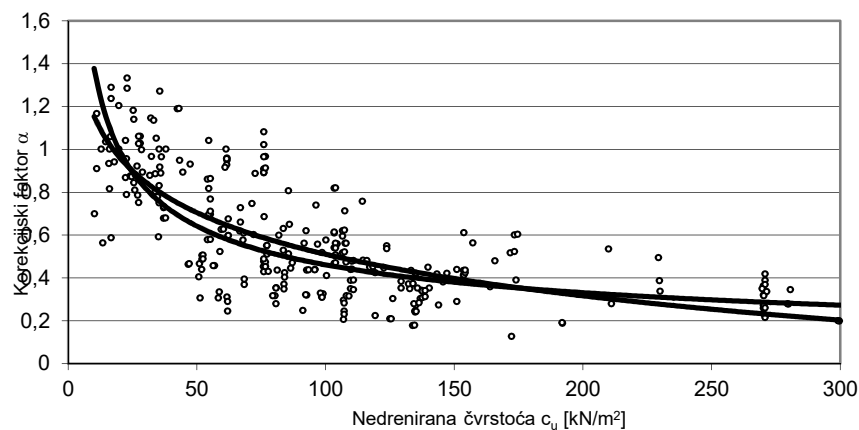
$$p = 60 \text{ kN/m}^2$$

Empirijskom metodom za proračun nosivosti jednog pilota

Na oplošju:

$$Q_p = q_p \cdot A_p \quad (4.3-1)$$

$$q_p = \alpha \cdot c \quad (4.3-2)$$



Slika 4.3.1. Odnos faktora korekcije i nedrenirane čvrstoće

Nosivost na vrh pilota je:

$$Q_v = q_v \cdot A_v \quad (4.3-3)$$

$$q_v = N_c \cdot c_u \quad (4.3-4)$$

faktor nosivosti  $N_c$ , u rasponu je od 6 do 13, a najčešće vrijednost 9

### Ukupna nosivost

$$Q_f = N_c \cdot c_u \cdot A_v + \alpha \cdot c_u \cdot A_p \quad (4.3-5)$$

Koeficijent  $\alpha$  iz dijagrama može se uzeti  $\alpha = 0,7$

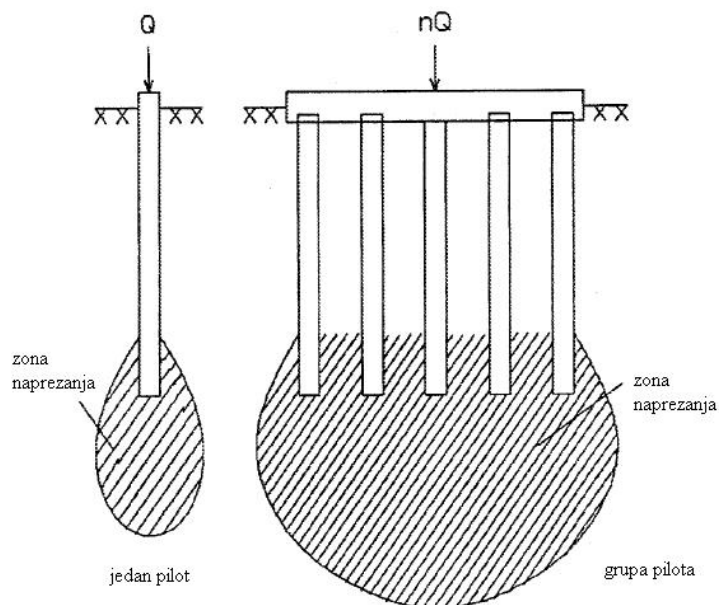
Proračun nosivosti cijevnog/injektiranog pilota  $D = 30 \text{ cm}$ ,  $L = 600 \text{ cm}$

$$Q_f = 9 \cdot 40 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,0707 \text{ m}^2 + 0,7 \cdot 40 \text{ kN/m}^2 \cdot 5,65 \text{ m}^2$$

$$Q_f = 183 \text{ kN}$$

### Proračun slijeganja grupe pilota

Proračun slijeganja grupe pilota proračunat će se na način poznavanja slijeganja jednog pilota i primjenom određenih izraza iz literature.



Slika 4.3.2. Zone naprezanja kod pilota i grupe pilota



Slijeganje grupe pilota može se izračunati na osnovi poznavanja slijeganja jednog pilota i odnosa širine grupe pilota i promjera jednog pilota.

Slijeganje grupe pilota:

$$s_g = \alpha \cdot s \quad (4.3-6)$$

$$\alpha = \sqrt{\frac{B_{gp}}{D}} = \sqrt{\frac{1,5 \text{ m}}{0,3 \text{ m}}} \quad (4.3 - 7)$$

$$\alpha = 2,2$$

Slijeganje jednog pilota :

$$s = \mu_1 \cdot \mu_2 \cdot \frac{1 - \nu^2}{E} \cdot q \cdot B \quad (4.3 - 8)$$

Pomoću Bjerumovih dijagrama određujemo  $\mu_1$  i  $\mu_0$

$$\mu_1 = 0,63$$

$$\mu_0 = 0,65$$

$$s = 0,63 \cdot 0,65 \cdot \frac{1 - (0,33)^2}{10000 \text{ kN/m}^2} \cdot 60 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,8 \text{ m}$$

$$s = 6,1 \text{ mm}$$

$$s_g = 1,3 \text{ cm}$$

### Zaključak:

Ugradnjom po 10 cijevnih mikropilota duljine po 6,0 m ispod svakog upornjaka, umanjila bi se slijeganja. Na osnovi proračuna slijeganje upornjaka procjenjuje se  $s = 1,3 \text{ cm}$ .

## 5. Dispozicija malog mosta

Dispozicija se sastoji od nacрта malog mosta i upornjaka mosta. Prikazan je situacijski položaj, tlocrti, presjeci i detalji mosta i upornjaka.

PRILOZI:

[LIST 1] Situacijski prikaz – postojeće stanje

[LIST 2] Situacijski prikaz – novo stanje

[LIST 3] Tlocrt temelja

[LIST 4] Tlocrt mosta

[LIST 5] Presjek A – A

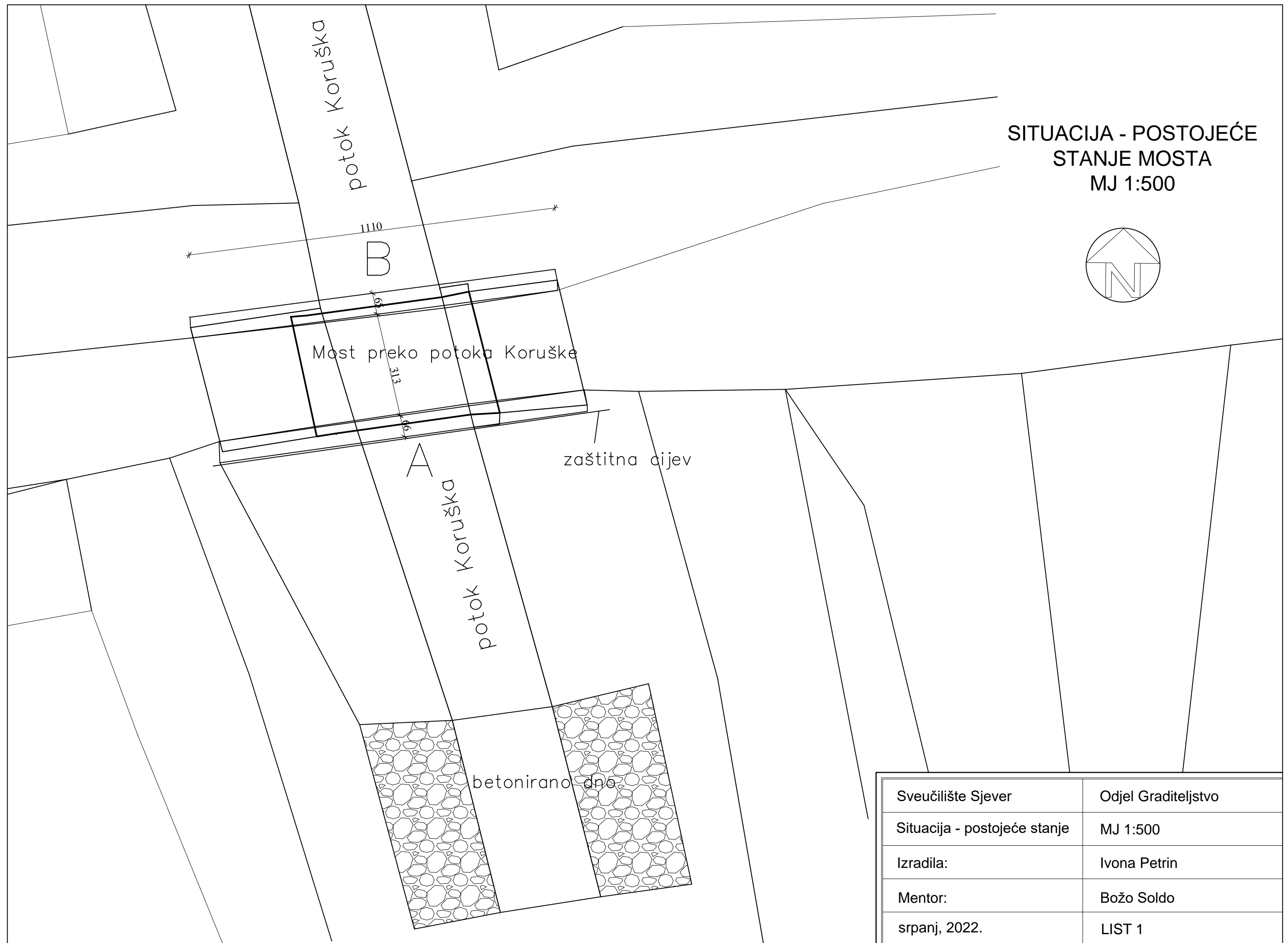
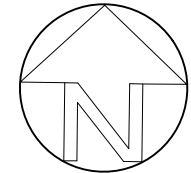
[LIST 6] Presjek B – B i Presjek C – C

[LIST 7] Pročelja

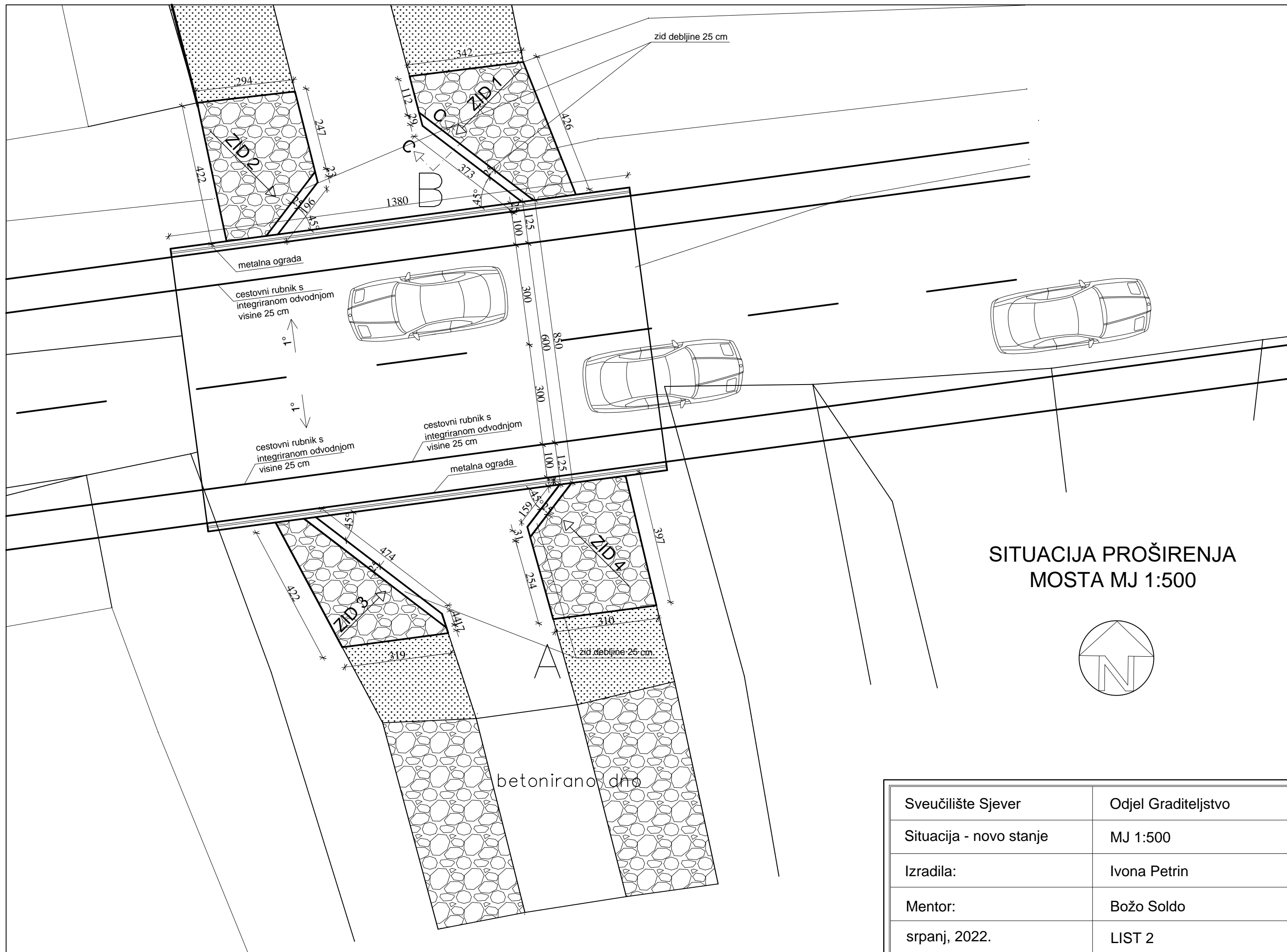
[LIST 8] Detalj A

[LIST 9] Armatura proširenja ploče

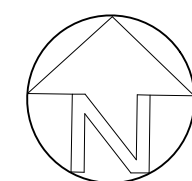
SITUACIJA - POSTOJEĆE  
STANJE MOSTA  
MJ 1:500



Sveučilište Sjever	Odjel Graditeljstvo
Situacija - postojeće stanje	MJ 1:500
Izradila:	Ivona Petrin
Mentor:	Božo Soldo
srpanj, 2022.	LIST 1

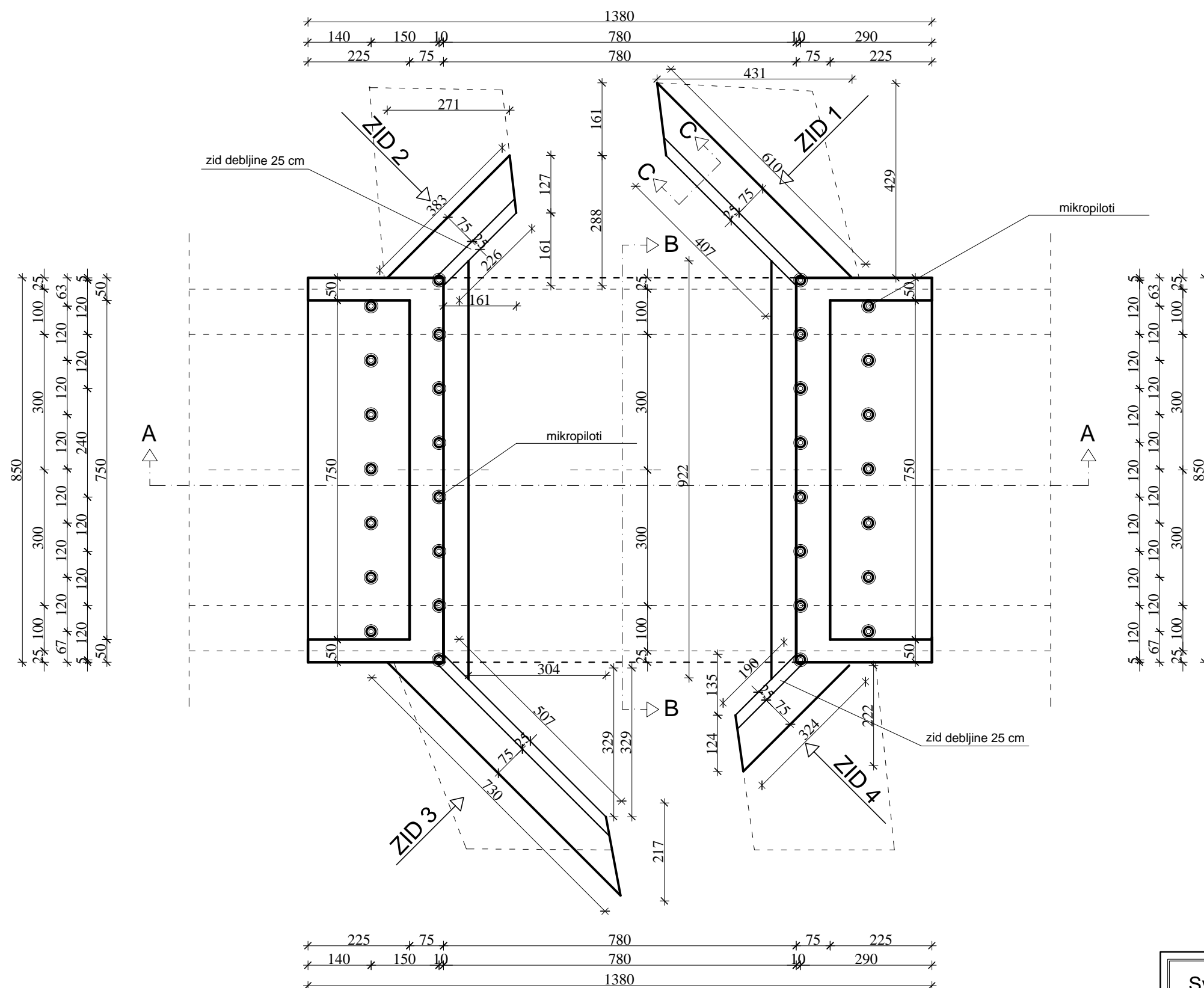
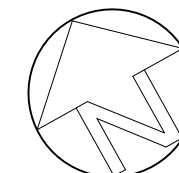


SITUACIJA PROŠIRENJA  
MOSTA MJ 1:500



Sveučilište Sjever	Odjel Graditeljstvo
Situacija - novo stanje	MJ 1:500
Izradila:	Ivona Petrin
Mentor:	Božo Soldo
srpanj, 2022.	LIST 2

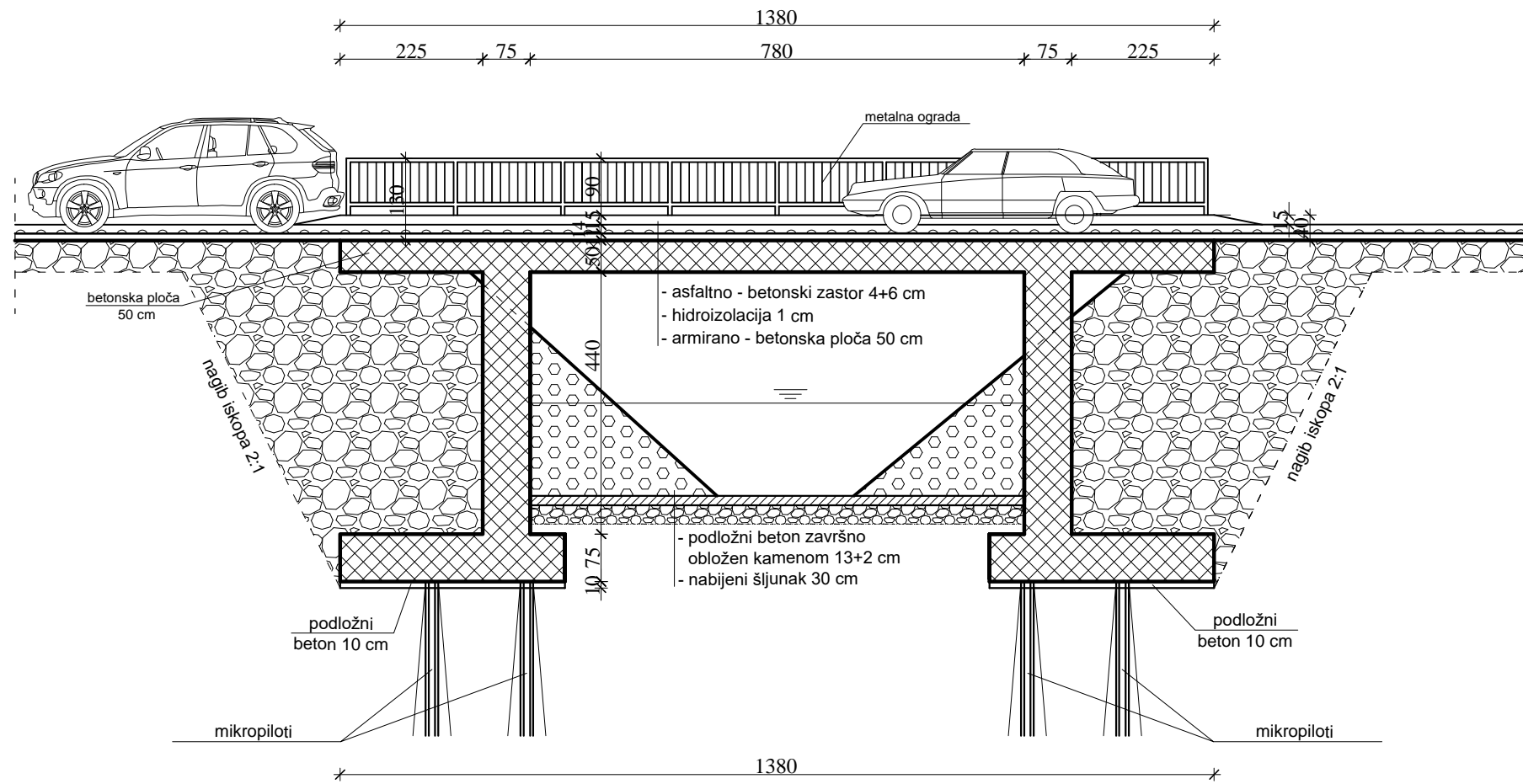
# TLOCRT TEMELJA MOSTA MJ 1:100



Sveučilište Sjever	Odjel Graditeljstvo
Tlocrt temelja	MJ 1:100
Izradila:	Ivona Petrin
Mentor:	Božo Soldo
srpanj, 2022.	LIST 3

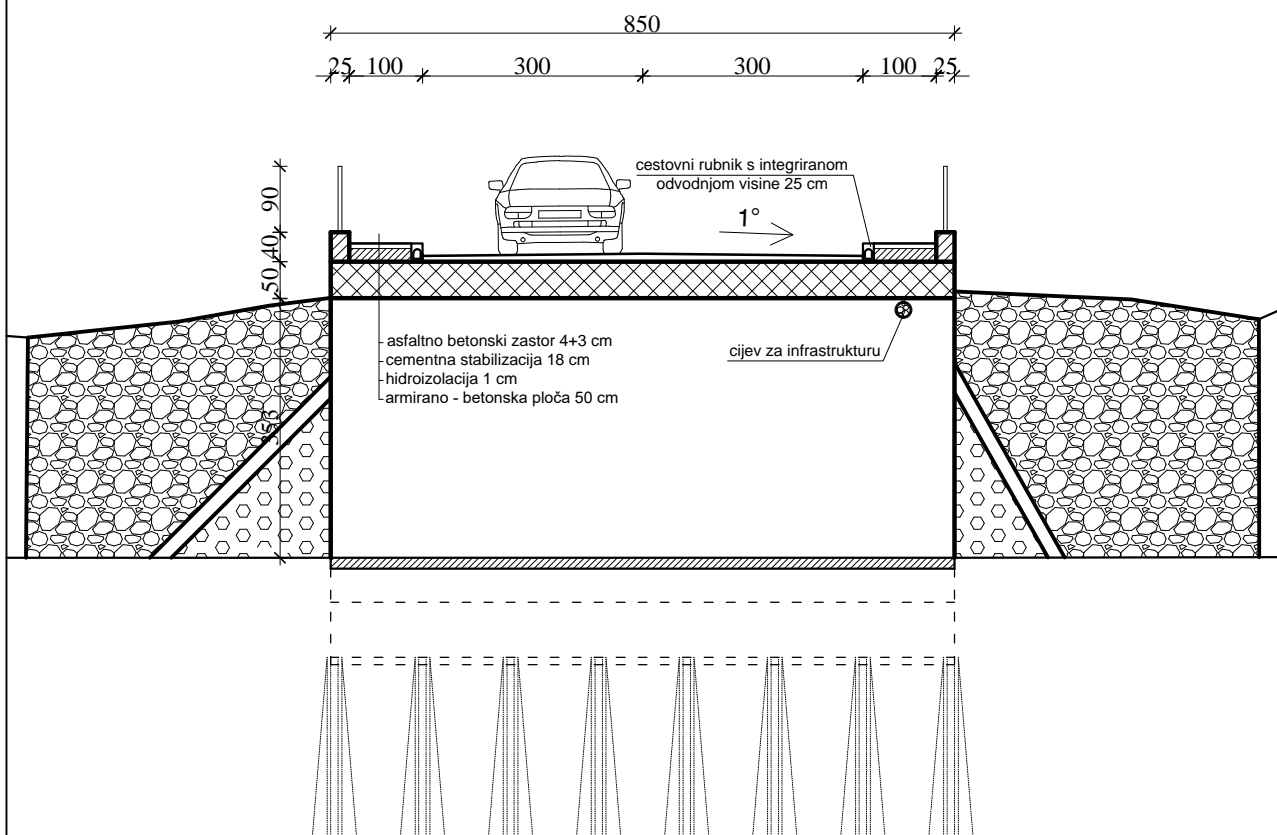


PRESJEK A-A  
MJ 1:100

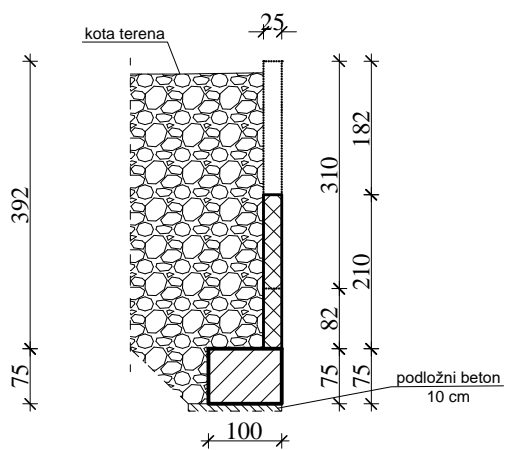


Sveučilište Sjever	Odjel Graditeljstvo
Presjek A - A	MJ 1:100
Izradila:	Ivona Petrin
Mentor:	Božo Soldo
srpanj, 2022.	LIST 5

## PRESJEK B-B MJ 1:100



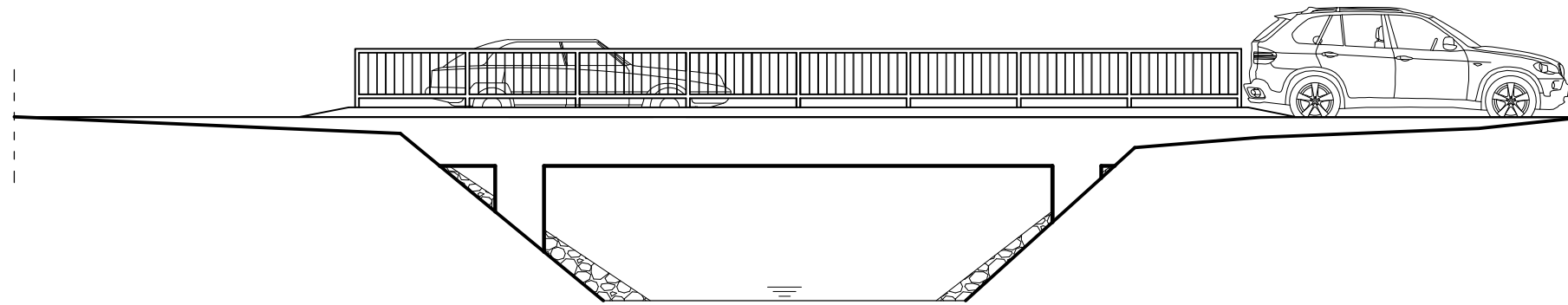
## PRESJEK C-C MJ 1:100



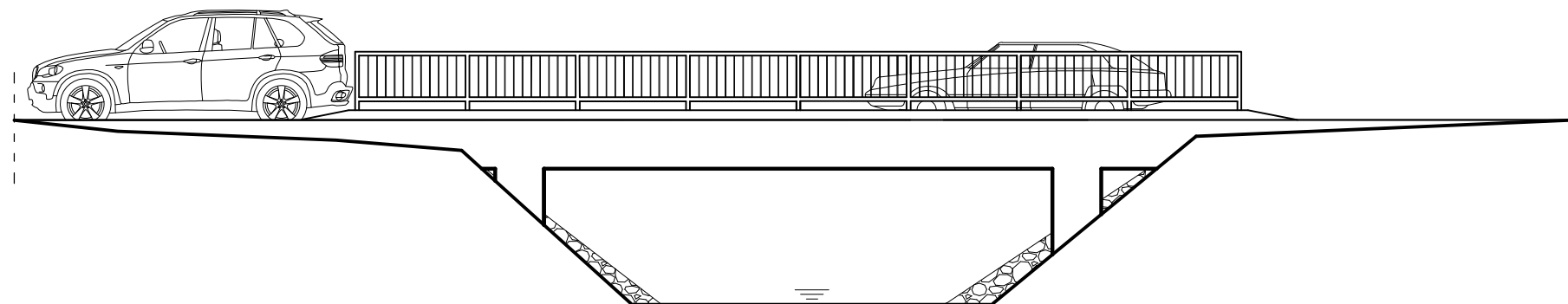
Sveučilište Sjever	Odjel Graditeljstvo
Presjeci	MJ 1:100
Izradila:	Ivona Petrin
Mentor:	Božo Soldo
srpanj, 2022.	LIST 6



## SJEVEROZAPADNI POGLED NA MOST



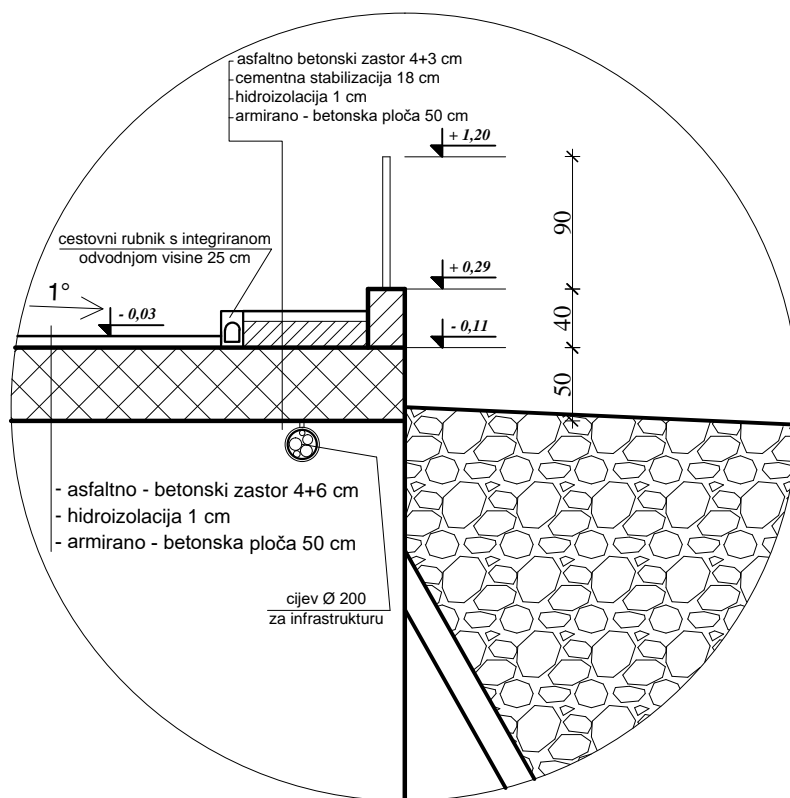
## JUGOISTOČNI POGLED NA MOST



Sveučilište Sjever	Odjel Graditeljstvo
Pročelja	MJ 1:100
Izradila:	Ivona Petrin
Mentor:	Božo Soldo
srpanj, 2022.	LIST 7

# DETALJ A

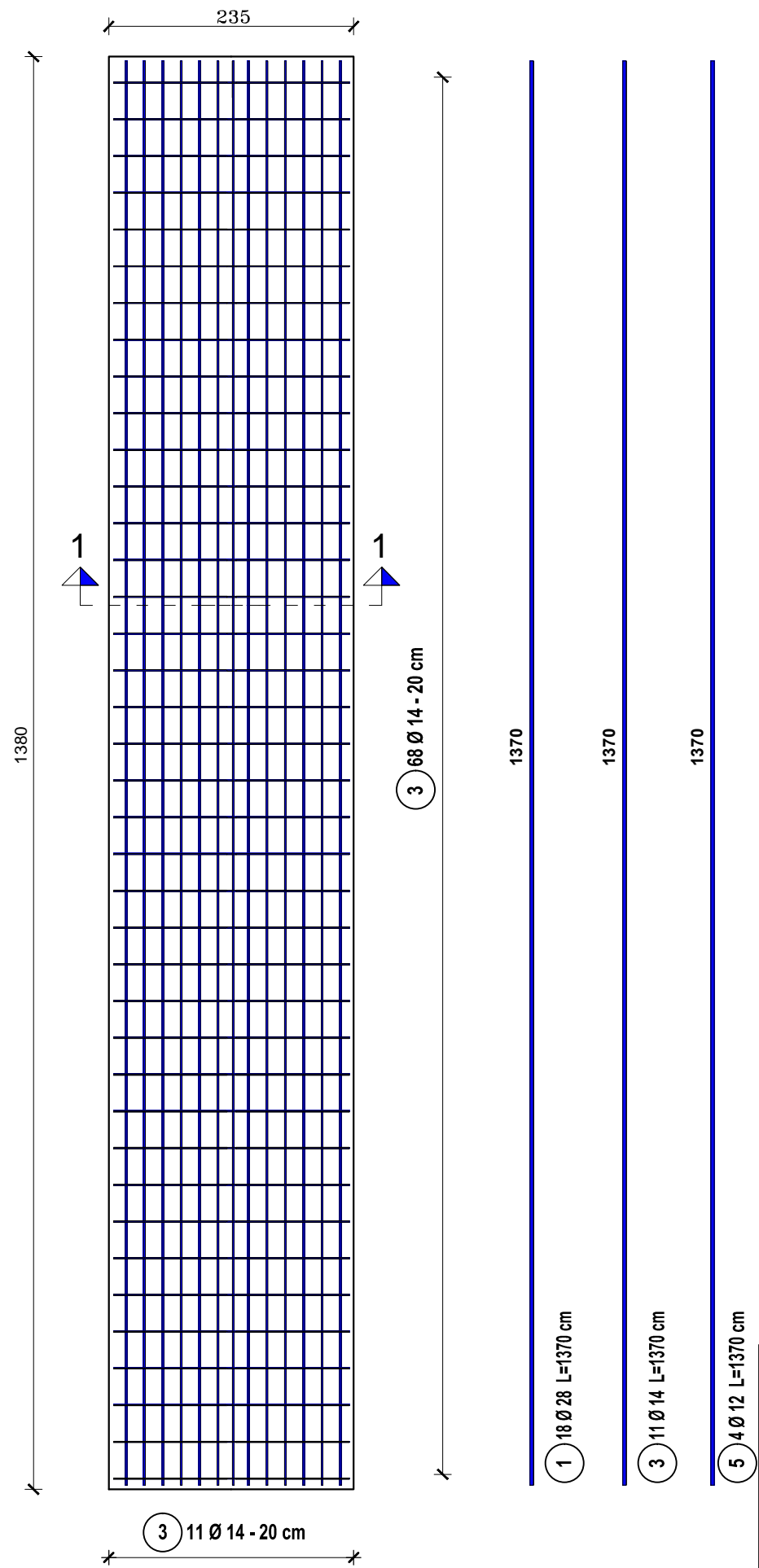
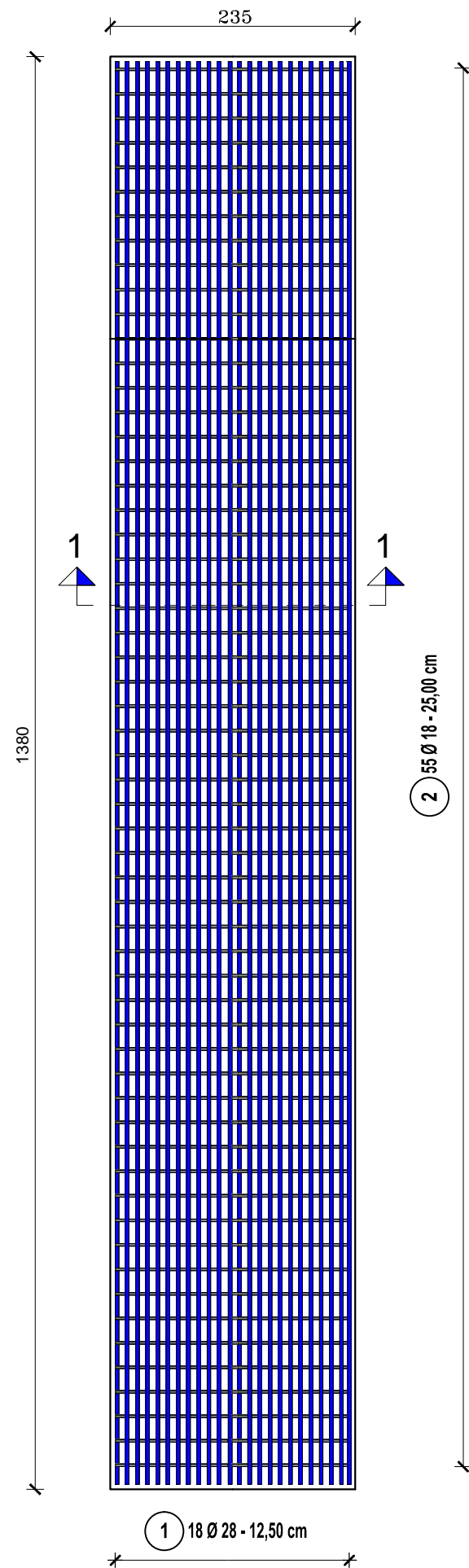
## MJ 1:50



Sveučilište Sjever	Odjel Graditeljstvo
Detalj A	MJ 1:100
Izradila:	Ivona Petrin
Mentor:	Božo Soldo
srpanj, 2022.	LIST 8

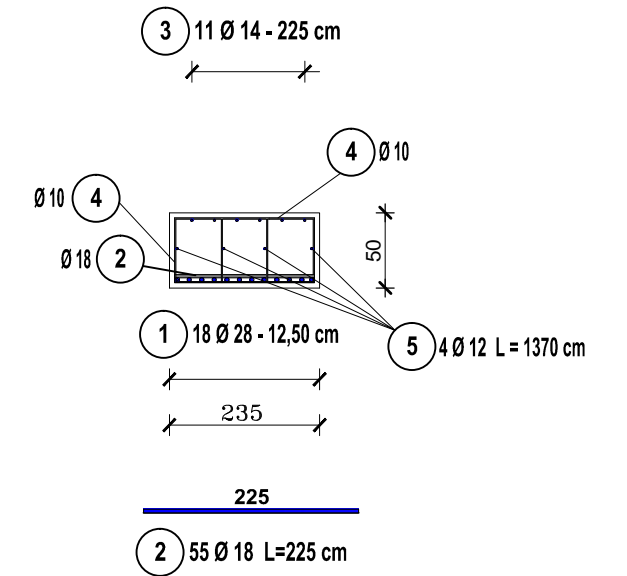
DONJA ZONA, M 1:50

GORNJA ZONA, M 1:50



ARMATURA PROŠIRENJA AB PLOČE  
MJ 1:50

Presjek 1 - 1



AB PLOČA , C 35/45, kom = 2,  
RA 400/500, MA 500/560

Šipke - Savijanje

Poz.	Kom	Ø [mm]	Pojedin Dužina [m]	Kotirano savijanje (nije u mjerilu)	Ukupna dužina [m]	Težina [kg]
1	36	28	13,70		493.20	2444,30
2	110	18	2,25		247.50	537,08
3	22	14	13,70		301.40	364,09
3	136	14	2,25		153.00	369,64
4	274	10	2,30		630.20	388,83
5	8	12	13,70		54,80	97,32

Ukupna težina [kg] : 4201,13

Sveučilište Sjever	Odjel Graditeljstvo
Armatura proširenja ploče	MJ 1:50
Izradila:	Ivona Petrin
Mentor:	Božo Soldo
srpanj, 2022.	LIST 9

## 6. Izvedeno stanje



*Slika 6.1. Izvedeno stanje – sjeverozapadni pogled na most*



*Slika 6.2. Izvedeno stanje – jugoistočni pogled na most*



*Slika 6.3. Izvedeno stanje – prometnica sa dva prometna traka*

## 7. Troškovnik

Troškovnik sadrži detaljan opis svih planiranih radova na proširenju malog mosta. Iskazane su količine radova kako bi se mogla odrediti približna cijena izvedbe.

Red. br.	Opis	Jed. mjere	Količina	Jed. cijena	Ukupno cijena [kn]
A	PRIPREMNI RADOVI				
1.	Reguliranje prometa uz postavljanje prometne signalizacije na cesti, prema Prometnom rješenju.	paušal	1		
2.	Sve potrebne geodetske izmjere, iskolčenje.	paušal	1		
3.	Rušenje: pikamiranje, rezanje, utovar. odvoz i odlaganje armiranog betona.	m <sup>3</sup>	80		
	UKUPNO A - PRIPREMNI RADOVI (KN)				

Red. br.	Opis	Jed. mjere	Količina	Jed. cijena	Ukupno cijena [kn]
<b>B</b>					
<b>ZEMLJANI RADOVI</b>					
1.	Iskop humusa na pokosima potoka uz upornjak i privremeno obližnje odlaganje.	m <sup>3</sup>	45		
2.	Iskop rovova za upornjak, utovar, odvoz i odlaganje materijala.	m <sup>3</sup>	320		
3.	Drenažni sustav (iza izgrađenih upornjaka): Nabava, doprema i ugradnja drenažnog zasipa - batuda drena, u donjem dijelu oko novog djela upornjaka.	m <sup>3</sup>	60		
4.	Zasip iza izgrađenih upornjaka. Nabava, doprema i ugradnja - šljunka (za nosive slojeve), u donjem dijelu oko novog djela upornjaka.	m <sup>3</sup>	240		
5.	Vraćanje već odloženog materijala (gline), ugradnja nabijanjem kao češa uz upornjake uz formiranje pokosa potoka.	m <sup>3</sup>	195		
6.	Vraćanje već odloženog humusa i ugradnja na pokose uz upornjak, uz nabijanje vibropločama.	m <sup>3</sup>	40		
<b>UKUPNO B - ZEMLJANI RADOVI (KN)</b>					



Red. br.	Opis	Jed. mjere	Količina	Jed. cijena	Ukupno cijena [kn]
----------	------	------------	----------	-------------	--------------------

C	MIKROPILOTI				
---	-------------	--	--	--	--

1.	Izrada mikropilota: Bušenje bušotina; Umetanje perforiranih čeličnih cijevi; Ugradnja brtve između čelične cijevi i stjenke bušotine, te ugradnja gumenog pakera; Injektiranje cementnom suspenzijom pod tlakom.	m	180		
----	---	---	-----	--	--

	UKUPNO C - MIKROPILOTI (KN)				
--	-----------------------------	--	--	--	--

D	ARMIRAČKI RADOVI				
---	------------------	--	--	--	--

1.	Nabava armature, sječenje, čišćenje, savijanje, postavljanje i vezanje armature srednje složenosti, prema iskazu armature i nacrtima.	kg	15500		
----	---	----	-------	--	--

	UKUPNO D - ARMIRAČKI RADOVI (KN)				
--	----------------------------------	--	--	--	--

Red. br.	Opis	Jed. mjere	Količina	Jed. cijena	Ukupno cijena [kn]
E	BETONSKI RADOVI				
1.	Dobava materijala i šalovanje u glatkoj oplati za upornjak.	m <sup>2</sup>	120		
2.	Dobava materijala i šalovanje ploča i ostale radnje šalovanja za AB ploču u glatkoj oplati sa cijevnim skelama.	m <sup>2</sup>	100		
3.	Nabava, doprema, ugradnja podložnog betona C16/20 ispod upornjaka, (poslije ugradnje mikropilota i prije šalovanja i ugradnje armature). Te za podloge ugradnje slivnika i kanalice niz pokos.	m <sup>3</sup>	15		
4.	Nabava, doprema, ugradnja betona C 35/45: Za temelje upornjaka; za upornjake; za ploču; za vijenac (izvodi se paralelno s cestarskim radovina).	m <sup>3</sup>	210		
5.	Doprema i ugradnja betonskih cijevi s poklopcem, kao slapišta vode s mosta.	m	2		
6.	Nabava, doprema i ugradnja betonskih kanalice na padini.	m	10		
	UKUPNO E - BETONSKI RADOVI (KN)				

Red. br.	Opis	Jed. mjere	Količina	Jed. cijena	Ukupno cijena [kn]
F	CESTA				
1.	Strojno rezanje i razbijanje asfalta kolnika. U cijenu uključiti zbrinjavanje razbijenog asfalta odvozom na stalnu deponiju prema Zakonu o otpadu.	m <sup>2</sup>	60		
2.	Raskopavanje postojećeg tamponskog i posteljice. Iskop, utovar i odvoz neupotrebljivog materijala na odlagalište.	m <sup>3</sup>	40		
3.	Nabava, doprema i ugradnju tamponskog sloja, granulacije 0-63 mm uz zbijanje do potrebne zbijenosti sukladno opće tehničkim uvjetima za prometnice.	m <sup>3</sup>	60		
4.	Hidroizolacija: visoko kvalitetna elastomerna bitumenska traka sa škrljivcem u gornjem sloju, koja se vari plamenom u jednoslojnom sistemu na betonsku mostnu konstrukciju premazanu sa epoksidskom smolom.	m <sup>2</sup>	135		
5.	Dvokomponentna visukoelastična cementno vezana vodonepropusna masa; ugrađuje se između nosive AB konstrukcije i AB serklaža, koji imaju monolitni spoj, a poslije izvedbe AB nosive konstrukcije, tj. paralelno sa ugradnjom hidroizolacijske trake, odnosno prije izvedbe rubnog AB serklaža.	m <sup>2</sup>	20		
6.	Asfalt, nosivi sloj AC 32 base AG4	m <sup>2</sup>	150		
7.	Asfalt, habajući sloj AC 11 surf AG2	m <sup>2</sup>	150		

Red. br.	Opis	Jed. mjere	Količina	Jed. cijena	Ukupno cijena [kn]
8.	Pješačka ograda. Nabava, doprema i ugradnja čelične zaštitne pješačke ograde. Izrada metalne zaštitne ograde na mostu (odnosno serklažu na mostu). Ograda se izrađuje od čeličnih hladno valjanih cijevi, koja je ugrađena u beton vijenca (serklaža) mosta te antikorozivno zaštićena, a sastoji se od četiri horizontalne šipke na jednakom razmaku i vertikalne šipke na svakih dva metra duljine ograde. Sidri se prema detalju iz izvedbenog projekta u AB nosivu konstrukciju kroz serklaž mosta. Ograda se boji temeljnom bojom za metal i s dva nanosa uljene boje za metal u bijeloj boji.	m'	30		

UKUPNO F - CESTA (KN)					
-----------------------	--	--	--	--	--

G	ZAVRŠNI RADOVI				
---	----------------	--	--	--	--

1.	Sadnja i sijanje vegetacije (Sijanje djeteline lucerne).	Paušal			
----	--	--------	--	--	--

UKUPNO G- ZAVRŠNI RADOVI (KN)					
-------------------------------	--	--	--	--	--

## REKAPITULACIJA

A	PRIPREMNI RADOVI	
B	ZEMLJANI RADOVI	
C	MIKROPILOTI	
D	ARMIRAČKI RADOVI	
E	BETONSKI RADOVI	
F	CESTA	
G	ZAVRŠNI RADOVI	
<b>UKUPNO: [kn]</b>		
PDV (25%): [kn]		
<b>SVEUKUPNO: [kn]</b>		

## 8. Zaključak

U ovom radu rješava se problematika na malom mostu u Križevcima. Most je nedovoljne širine, pa se promet može odvijati samo u jednom smjeru. Također jedan od problema je i dotrajalost, loše stanje prometnice. Zbog navedenih nedostataka dolazi do prometnih poteškoća i teži se rješenju, odnosno proširenju malog mosta. Zadatak je proširiti most sa svake strane kako bi se omogućio promet u dva smjera, rekonstrukcija prometnice, te adekvatno rješenje površinske odvodnje.

Kreće se od istražnih radova, snimanja i analiziranja postojećeg stanja terena, te geotehničkih radova. U geotehničkim istražnim radovima buše se dvije bušotine do dubine 8 m, radi se standardni penetracijski test, te ispituje čvrstoća pomoću penetrometra. Nakon provedenih ispitivanja i na osnovi korelacija iz literature određuju se parametri tla koji su nužni za daljnji proračun. Nadalje, prethodno proračunu opisane su sve faze radova, počevši sa pripremnim radovima, radovima iskopa, temeljenja, armirano betonskim radovima, ugradnja cijevnih mikropilota. Riješen je sustav površinske odvodnje mosta s manjim nagibom, ugradnjom slivnika i odvodnjom kanalicama u potok, te radovi na rekonstrukciji prometnice.

U računskoj analizi počinje se s pojednostavljenim proračunom mosta koji se sastoji od analize opterećenja preko koje se računaju djelovanja na konstrukciju i dobivaju traženi dijagrami reakcija i momenta. Nakon čega slijedi izračun i odabir armature ploče mosta. Nadalje, proračunati je upornjak zadovoljavajućih dimenzija, odnosno siguran od klizanja i prevrtanja. I na kraju proračuna izračunata je nosivost i slijeganje nakon ugradnje grupe mikopilota ispod upornjaka, a koji se ugrađuju radi ostvarenja minimalnih slijeganja. Izračunom se procjenjuje slijeganje od 1,3 cm, što se također pokazalo prihvatljivim.

U dispoziciji su situacijski prikaz, tlocrti, presjeci, pogledi i detalji mosta i upornjaka, te armatura proširenja mosta, u prikladnim mjerilima.

Na kraju rada opisane su sve stavke radova koji se planiraju izvesti na proširenju malog mosta kako bi se ostvarila potrebna širina i riješila zadana prometna problematika.

U Varaždinu, rujan, 2022.

## Literatura

- [1] Ured ovlaštenog inženjera građevinarstva Božo Soldo, (2017): Projektna dokumentacija: Glavni projekt - „Cestovni most – Most preko potoka Koruška“.
- [2] Puž, G. (2021): Mostovi, Skripte, Predavanja i vježbe, Sveučilište Sjever, Odjel za graditeljstvo, Varaždin.
- [3] Soldo, B. (2022): Temeljene konstrukcije, Skripte, Predavanja, Sveučilište Sjever, Odjel za graditeljstvo, Varaždin.
- [4] Orešković, M. (2019): Geotehnika, Skripte, Predavanja, Sveučilište Sjever, Odjel za graditeljstvo, Varaždin.
- [5] Nonveiller, E. (1979): Mehanika tla i temeljenje građevina, Školska knjiga, Zagreb.
- [6] Kuspilić, N., Kapitan, I. (2010): Opći tehnički uvjeti za radove u vodnom gospodarstvu, Knjiga 1, Gradnja i održavanje regulacijskih i zaštitnih vodnih građevina i vodnih građevina za melioracije, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Institut IGH, Zagreb.

## Popis slika

Slika 2.1. Shematski prikaz dijelova mosta

Slika 3.1. Ortofoto: Križevci, ulice: Nikole Tesle – Karantski put: 2080, 2082, 2380/1 i 14648, k.o. Križevci; Koordinate: E=502731; N=5096831

Slika 3.2. Postojeći most preko potoka Koruška

Slika 3.3. Postojeće stanje prometnice

Slika 3.2.1.1. Skica temelja, bušotine, čelične cijevi

Slika 3.2.1.2. Perforirane čelične cijevi ; Brtva sa spojem čelične i okiten cijevi

Slika 3.2.1.3. Presjek bušotine s namještenim cijevima i pakerom

Slika 3.3.1. Nabušena jezgra bušotine B1

Slika 3.3.2. Nabušena jezgra bušotine B2

Slika 3.3.3. Geomehničke korelacije za ocjenu karakterističnih parametara koherentnih vrsta tla

Slika 3.3.5. Korelacija vršnog i rezidualnog kuta trenja s indeksom plastičnosti prirodnih materijala (Ortolan / Mihalinec, 1998)

Slika 3.3.6. Korelacijski dijagram  $l_c = f_1(\tau_{fu})$  ;  $q_u = f_2(\tau_{fu})$  ;  $N = f_3(\tau_{fu})$

Slika 4.1.1. Poprečni presjek mosta

Slika 4.1.2. Uzdužni presjek mosta

Slika 4.1.3. Kontinuirano opterećenje + koncentrirane sile

Slika 4.1.4. Kontinuirano opterećenje

Slika 4.1.5. Opterećenja

Slika 4.3.1. Odnos faktora korekcije i nedrenirane čvrstoće

Slika 4.3.2. Zone naprezanja kod pilota i grupe pilota

Slika 6.1. Izvedeno stanje – sjeverozapadni pogled na most



Slika 6.2. Izvedeno stanje – jugoistočni pogled na most

Slika 6.3. Izvedeno stanje – prometnica sa dva prometna traka

## Popis tablica

Tablica 3.1. Sastav i svojstva injekcijske smjese na 100 kg suhe tvari cementa

Tablica 3.3.1. Rezultati istražnih radova

Tablica 3.3.2. Rezultati istražnih radova

Tablica 3.3.4. Odnos fizičkih i mehaničkih svojstava koherentnog tla

Tablica 3.3.5. Veze između konzistentnih stanja materijala i brojčane vrijednosti parametara  $I_c$ ,  $\tau_{fu}$ ,  $q_u$  i  $N$




**IZJAVA O AUTORSTVU  
I  
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU**

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, IVONA PETRIN (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom PRIMJER PROŠIRENJA I SANACIJE MALOG MOSTA (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.


Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

-----  
  
(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, IVONA PETRIN (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom PRIMJER PROŠIRENJA I SANACIJE MALOG MOSTA (upisati naslov) čiji sam autor/ica.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

-----  
  
(vlastoručni potpis)