

# Nadvožnjak preko županijske ceste u ravnici

---

**Sabolović, Antonio**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2021**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:100494>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-08-03**



*Repository / Repozitorij:*

[University North Digital Repository](#)





# Sveučilište Sjever

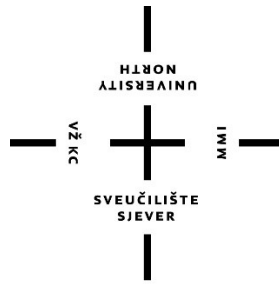
**Diplomski rad br. 25/GRD/2021**

## **Nadvožnjak preko županijske ceste u ravnici**

**Antonio Sabolović, 1191/336D**

Varaždin, rujan 2021. godine





# Sveučilište Sjever

Odjel za Graditeljstvo

Diplomski rad br. 25/GRD/202115

## Nadvožnjak preko županijske ceste u ravnici

**Student**

Antonio Sabolović, 1191/336D

**Mentor**

Goran Puž, doc.dr.sc.

Varaždin, rujan 2021. godine

# Prijava diplomskog rada

## Definiranje teme diplomskog rada i povjerenstva

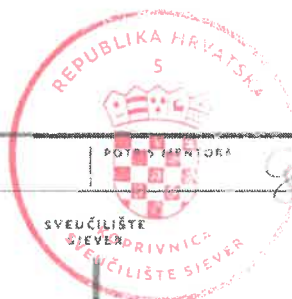
ODJEL	Odjel za graditeljstvo		
STUPNJE	diplomski sveučilišni studij Graditeljstvo		
PRISTUPNIK	Antonio Sabolović	MATIČNI BROJ	0135237695
DATUM	28. lipnja 2021.	KOLEGIJ	Mostovi
NAZIV RADA	Nadvožnjak preko županijske ceste u ravnici		
NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU	Overpass across the county road in a plain		
MENTOR	dr. sc. Goran Puž	ZVANJE	docent
ČLANOVI POVJERENSTVA	1. doc. dr. sc. Danko Markovinović		
	2. doc. dr. sc. Goran Puž		
	3. prof.dr.sc. Božo Soldo		
	4. izv.prof.dr.sc. Bojan Đurin		
	5. _____		

## Zadatak diplomskog rada

BROJ	25/GRD/2021
OPIS	<p>Potrebno je načiniti projekt nadvožnjaka preko ceste u ravnici. Rasponski sklop građevine biti će kontinuirani nosač od armiranog betona, u poprečnom presjeku pločasti, stalne debljine, bez prednapinjanja, raspona koji su uobičajeni za ovakav tip sklopa. Stupovi i upornjaci biti će također armiranobetonski, a temeljnije plitko. Most prevodi preko prepreke cestovnu prometnicu zadanog profila uz koju će biti dodane pješačke staze. Rad treba sadržavati:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- tehnički opis s obrazloženjem odabranog rješenja</li><li>- dispozicijske nacрте u preglednom mjerilu</li><li>- osnovni statički proračun rasponskog sklopa</li><li>- dimenzioniranje najopterećenijih presjeka rasponskog sklopa</li><li>- skicu armature rasponskog sklopa</li><li>- približni troškovnik radova s dokaznicom mjera</li><li>- literatura</li></ul>

ZADATAK URUČEN

27.09.2021.



POTVRBA MENTORA

Goran Puž

## **Sažetak**

U ovom radu prikazan je dio glavnog projekta nadvožnjaka preko županijske ceste u ravnici. Rasponski sklop građevine je kontinuirani nosač od armiranog betona, preko četiri raspona, u poprečnom presjeku pločast i stalne visine, direktno oslonjen na ležajeve. Most prevodi preko prepreke cestovnu prometnicu profila TP-8,5 m u ravničarskom kraju. Rad sadrži tehnički opis, statički proračun rasponskog sklopa, dimenzioniranje najopterećenijih presjeka rasponskog sklopa, približni troškovnik radova i dispozicijske nacрте nadvožnjaka zajedno sa skicama armature.

***Ključne riječi*** : nadvožnjak, građevinski projekt, numerički model, dispozicijski nacrti

## **Abstract**

The purpose of the paper was to present the design of concrete slab road overpass crossing the country road in plain terrain, with typical road cross section of 8,5 m.

This overpass is a four-span continuous girder made of reinforced concrete with constant slab thickness placed directly on supports. This paper consists of technical specifications, calculation of internal forces, dimensioning of a bridges most loaded cross sections, cost estimate and technical drawings of the overpass together with reinforcement sketches.

***Keywords*** : overpass, construction project, bridge model, technical drawings

# Sadržaj

1.	Tehnički opis.....	1
1.1.	Općenito .....	1
1.2.	Značajke tla i temeljenje .....	2
1.3.	Donji ustroj.....	2
1.4.	Gornji ustroj .....	4
1.5.	Zaštitna oprema i ostala rješenja .....	6
1.6.	Izvedba .....	8
1.7.	Održavanje .....	10
1.8.	Proračun nosivih konstrukcija.....	11
2.	Analiza opterećenja.....	12
3.	Statički proračun rasponskog sklopa na računalu .....	18
3.1.	Ulazni podaci.....	18
3.2.	Opterećenja.....	19
3.3.	Slučajevi opterećenja.....	21
3.4.	Ispis sila za dimenzioniranje .....	30
4.	Dimenzioniranje armature .....	31
4.1.	Značajke materijala i presjeka.....	31
4.2.	Dimenzioniranje na savijanje-uzdužna armatura .....	32
4.3.	Dimenzioniranje na poprečne sile-poprečna armatura.....	47
4.4.	Proračun konzole.....	53
5.	Predmjer radova i troškovnik.....	55
6.	Grafički prilozi.....	71
7.	Literatura.....	84

# 1. TEHNIČKI OPIS

## 1.1. OPĆENITO

Predmetni nadvožnjak „Velika Rijeka“ izgrađen je da premosti županijsku cestu koja prolazi ravničarskim krajem. Os ceste nadvožnjaka je u pravcu i siječe os županijske ceste pod kutom od 90°. Cesta na nadvožnjaku je tipskog poprečnog presjeka TPP-8,5, širine kolnika  $2 \times (3,00 + 0,25) \text{ m} = 6,5 \text{ m}$  sa obostranom pješačkom stazom u širini od 1 m, ograđenom ogradom. Promet pješaka preko nadvožnjaka je zanemariv pa zaštitna ograda nije predviđena, već se izvodi povišeni rubnjak pješačke staze.

Županijska cesta ispod nadvožnjaka široka je 21,5 m i visine slobodnog profila 4,5 m. Kolnik nadvožnjaka ima jednostrešni poprečni nagib od 2,5% radi odvodnje kolničkih voda. Rasponski sklop građevine je kontinuirani nosač od armiranog betona, u poprečnom presjeku pločast, stalne debljine od 0,8 m, izveden bez prednapinjanja. Rasponski sklop se oslanja na tri stupišta i dva upornjaka na kojima su postavljeni ležajevi.

Stupovi i upornjaci su od armiranog betona, a temeljenje je plitko.

Početna stacionaža nadvožnjaka je u ST1 (km 0+000,00) i predstavlja početak krila upornjaka U1, krajnja stacionaža nadvožnjaka je ST7 (km 0+053,20) koja označava kraj krila upornjaka U2, što znači da je **ukupna duljina nadvožnjaka 53,20 m**.

Tlocrtno gledajući, most je postavljen u pravcu, niveleta ceste je u vertikalnoj uzdužnoj krivini, radijusa  $R = 3450 \text{ m}$ , sa uzdužnim nagibom od 2% od srednjeg stupa ST3 (km 0+026,60) prema upornjacima.

Nadvožnjak ima zatvoren sustav odvodnje. Na nadvožnjaku su postavljene prihvatne kanalizacijske rešetke, voda se s kolnika odvodi cijevima u kanalizacijsku šahtu, a iza upornjaka U1 i U2, nalaze se tipske betonske kanalice.



## 1.2. ZNAČAJKE TLA I TEMELJENJE

Tablica 1. Značajke tla i temeljenje

<b>vrsta temeljenja</b>	plitko temeljenje
<b>tip temelja</b>	temelji samci
<b>dubina temeljenja</b>	0,8 m
<b>vrsta tla</b>	glinovito tlo
<b>razina podzemne vode</b>	temeljenje ispod razine podzemne vode
<b>dimenzije temelja upornjaka</b>	9,5m x 2,8m x 1m
<b>dimenzije temelja stupa</b>	6,3m x 2,6m x 1m

## 1.3. DONJI USTROJ

### Upornjaci

Upornjaci su klasični masivni koji svojim dimenzijama i masom osiguravaju stabilnost i nepomičnost rasponskog sklopa. Upornjaci se sastoje od temelja, zida upornjaka, zidića upornjaka, krila upornjaka i prijelazne ploče. Debljina stupa upornjaka iznosi 1 m, a visina 3,5 m. Temelj upornjaka tlocrtnih je dimenzija: 9,5m x 2,8m, ispod kojeg se nalazi 10 cm podložnog betona C12/15.

Upornjaci su temeljeni na nasipu, temeljno tlo je stabilno, uvjeti za temeljenje su dobri. Krila upornjaka su debljine 0,5 m, dužine 4,6 m, izvedena okomito na zid upornjaka, a paralelno sa osi mosta. Materijal izvedbe upornjaka je armirani beton C30/37 i rebrasti čelik B500B.

Izveden je drenažni sloj uz zidove i krila upornjaka. Na mjestima dodira plohe upornjaka s tlom, izvedena je odgovarajuća hidroizolacija.

## **Prijelazna ploča**

Prijelazna ploča je armiranobetonska, debljine 30 cm izvedena u dužini od 4,00 m po cijeloj širini mosta, s uzdužnim padom od 10% prema trupu nasipa. Ispod prijelazne ploče nalazi se 10 cm podložnog betona C12/15.

Ploča se ugrađuje na način da se s jedne strane oslanja na zid upornjaka, a s druge strane ukopava se u nasip debljine 70 cm, odgovarajuće zbijenosti. Prijelazna ploča izvodi se na čitavoj širini između krila upornjaka.

Materijal izvedbe je beton C30/37 i armaturni čelik B500B.

## **Stupovi**

Stupišta se sastoje od po dva pojedinačna stupa kružnog presjeka, koji su povezani zajedničkim trakastim temeljem. Stup se sastoji od temelja, tijela stupa i glave stupa, promjer stupa je konstantan i iznosi 0,8 m.

Postoje tri stupna mjesta, visina stupova S1(km 0+014,60) i S3(km 0+038,60) u osi glave iznosi 4,55 m, a visina centralnog stupa S2(km 0+026,60) je 4,61 m. Uzdužni i poprečni nagib gornje plohe stupa prati odgovarajuće nagibe kolnika ceste.

U ovom slučaju, stupovi su primarno opterećeni vertikalnom silom, na vrhu stupa ugrađeni su ležajni kvadri koji služe za postavu ležajeva rasponskog sklopa.

Stupovi su puni, jednostavnog kružnog poprečnog presjeka, izvedeni na licu mjesta od betona C30/37 i armirani armaturnim željezom B500B. Pri betoniranju se koristi potpuna oplata, sastavljena na cijelu visinu stupa. Stup je temeljen na temelju samcu, dimenzija 6,3x2,6x1,0 m ispod kojeg se nalazi 10 cm podložnog betona C12/15.

## 1.4. GORNJI USTROJ

### Rasponski sklop

#### Statički sustav

- kontinuirana armiranobetonska konstrukcija preko četiri raspona
- direktno oslanjanje na ležajeve
- duljina sklopa 43,8 m

#### Statički rasponi

- $9,5 + 12,0 + 12,0 + 9,5 = 43 \text{ m}$

#### Poprečni presjek

- monolitna, kontinuirana ploča, konstantne debljine 0,8 m s uzdužnim konzolnim stazama obostrano

*Tablica 2. Poprečni presjek rasponskog sklopa nadvožnjaka*

	[m]
Lijeva pješačka staza	1,00
Prometna ploha	0,25+3,00+3,00+0,25
Desna pješačka staza	1,00
<b>Ukupno</b>	<b>8,5</b>

#### Stacionaža objekta

- od km 0+000 do km 0+053,20 km (početak i kraj objekta)

## **Ležajevi**

Raponska konstrukcija oslanja se na ležajeve dimenzija 300x400x30mm. Na oba upornjaka i stupnim mjestima nalaze se po 2 ležaja, međusobnog osnovog razmaka 370 cm. Ležajevi su oslonjeni na ležajne kvadre, zbog preciznijeg pozicioniranja i mogućnosti postavljanja hidraulične dizalice koja omogućuje zamjenu ležajeva.

Ležajevi na upornjaku U1(km 0+005,10) i U2(km 0+048,10) su horizontalno nepomični, dok su ostali ležajevi horizontalno pomični, armirani elastomerni, tip GUMBA. Elastomerni (deformabilni) ležaj preuzima vertikalnu i horizontalnu silu i omogućuje pomake konstrukcije.

## **Prijelazne naprave**

Prijelazne naprave služe osiguravanju kontinuiteta prijelaza na mjestima prekida u konstrukciji te posebice na prijelazu s upornjaka na rasponsku konstrukciju.

Prijelazne naprave omogućuju širenje i skupljanje konstrukcije mosta, postavljene su na oba upornjaka po čitavoj širini kolničke ploče i pješačke staze. Linija prijelazne naprave mora pratiti liniju kolnika i pješačke staze kako bi se osigurala potrebna visinska razlika između kolnika i pješačke staze.

Prijelazna naprava je tipa THORMA JOINT, duljine 8,5 m, dok širina korita prijelazne naprave iznosi 0,7 m. Prijelazna naprava mora biti vodonepropusna i omogućiti dilatiranje do  $\pm 40$ mm.

## **Hidroizolacija**

Ispod kolničke ploče i pješačke staze koje naliježu na AB konstrukciju postavlja se hidroizolacija. Predviđena je jednoslojna hidroizolacija debljine 1 cm, izvedena zavarivanjem bitumenskih traka po cijeloj širini AB ploče.

Izolacija gornjih i bočnih ploha temeljnih stopa upornjaka i stupova, dijelova zidova i krila upornjaka, te dijelova stupova koji se nakon izgradnje zasipaju, izvodi se u dva sloja bezbojnim vodonepropusnim premazom.

## **Kolnički zastor**

Kolnički zastor izveden je u dva sloja asfaltnog betona (4+4 cm). Donji, nosivi sloj asfaltbetona tip AC16 base, predviđen za srednje prometno opterećenje, ugrađuje se iznad hidroizolacije u debljini od 4 cm. Na donji sloj je ugrađen gornji, habajući sloj asfaltbetona tip AC8 surf, debljine 4 cm. Ukupna debljina kolničkog zastora je 8 cm.

## **Odvodnja**

Odvodnja nadvožnjaka provodi se uzdužnim i poprečnim nagibom kolnika te postavljanjem slivnika na razmaku od 20 m, smještenim uz desni rub kolnika. Poprečni pad kolnika od 2,5 % omogućuje prihvat kolničkih voda kroz slivnike i daljnju odvodnju odvodnim cijevima do odvodnog šahta.

Tlocrtne dimenzije kišne rešetke su 400x400mm, a promjer odvodne cijevi Ø160 mm, odvodnja je zatvorenog tipa. Voda koja teče prema mostu skuplja se ispred rasponskog sklopa u slivnike na prometnici, voda koja teče od mosta odvodi se betonskim kanalicama niz pokos nasipa. Elementi odvodnje moraju biti dostupni i lako zamjenjivi, i ne smiju zadirati u nosivu konstrukciju.

## **1.5. ZAŠTITNA OPREMA I OSTALA RJEŠENJA**

### **Pješačka staza**

Pješačka staza izvedena je u poprečnom nagibu od 2%, širine 1m, uzdignuta od kolnika za 20 cm, zaštićena od prometnih vozila visinom rubnjaka i ograđena pješačkom ogradom. Pješačke staze betoniraju se na licu mjesta betonom C 25/30 nakon izvedbe hidroizolacije zajedno s ugradbom dodatne armature vijenca, rubnjaka i plastičnih PVC cijevi Ø 160mm za odvodnju i provlačenje instalacija. Veza između pješačke staze, vijenca i kolničke ploče ostvarena je tanjurastim sidrima. Između pješačke staze i kolničke konstrukcije, ugrađeni su betonski rubnjaci visine 25 cm. Rubnjaci se dobavljaju kao gotovi betonski elementi C30/37 i polažu na betonsku podlogu C16/20. Vijenci na mostu su montažni armiranobetonski od betona C30/37, dimenzija 70x30cm, montirani na istaku nosive pločaste konstrukcije.

## **Pješačka ograda**

Pješačka ograda visine je 1,0 m, postavljena na udaljenosti 1,0 m od ruba kolnika.

Izvedena je s prečkama od čeličnih cijevi, na osnovnom razmaku od 2300 mm. Stupci ograde postavljaju se u pripremljene otvore u vijencu mosta, odnosno ograda je sidrena u monolitni beton pješačke staze. Promet pješaka preko nadvožnjaka je zanemariv pa zaštitna ograda nije predviđena.

## **Izrada pokosa nasipa**

Nasip je izveden u slojevima od zemljanog materijala, svaki nasuti sloj mora se zbijati u punoj širini odgovarajućim strojevima. Nasip ispred upornjaka izvodi se s nagibom pokosa 1:1,5. Na svim pokosima izvodi se zatravljivanje, odnosno zaštita pokosa. Nožica nasipa je stabilizirana krupnijim kamenjem.

## **Vođenje instalacija**

Instalacije su provedene kroz zaštitne cijevi Ø160 mm koje su ugrađene u pješačke staze objekta. Instalacije moraju biti ugrađene na lako pristupnim mjestima radi održavanja, uklanjanja ili dodavanja.

## **1.6. IZVEDBA**

Za male raspone kao u ovom slučaju, odabrano je rješenje sa punom armiranobetonskom pločom koja se izvodi na licu mjesta.

Gradnja predmetnog nadvožnjaka u potpunosti je monolitna i podijeljena u četiri osnovne faze[1]:

1. faza – izgradnja upornjaka i temelja stupova;
2. faza – izgradnja stupova;
3. faza – betoniranje nosive ploče;
4. faza – asfaltiranje kolničkog zastora: ugradnja ograda, odbojnika i ostale opreme.

### **1. faza – izgradnja upornjaka i temelja stupova**

Temelji upornjaka i stupova izvode se na licu mjesta kao plitki temelji, u četvrtastoj oplati.

Postavlja se oplata i armatura te se vrši klasično betoniranje, betonom C30/37.

Upornjaci mosta su također izvedeni na klasičan način, u oplati i betoniranjem na licu mjesta.

### **2. faza – izgradnja stupova**

Stupovi su kružnog poprečnog presjeka, na izveden temelj stupa, postavlja se potpuna oplata zajedno s armaturom, po cijeloj visini stupa.

Stupovi se izvode klasično, betoniranjem na gradilištu.

### **3. faza – betoniranje nosive ploče**

Kod treće faze, izrađuje se oplata u obliku kade, postavlja se armatura i izvodi se nosiva betonska ploča na skeli. Betoniranje se vrši u slojevima.

#### **4. faza – asfaltiranje kolničkog zastora; ugradnja ograda, odbojnika i ostale opreme**

Prva stavka u 4. fazi je izvođenje odgovarajuće hidroizolacije nadvožnjaka. Hidroizolacija se sastoji od temeljnog i brtvenog sloja. Prvo se izvodi temeljni sloj od dvokomponentne epoksidne smole, zatim brtveni od jednog sloja brtvenih traka zavarenih na temeljni sloj.

Na izvedenu hidroizolaciju polaže se asfaltni zaštitni sloj hidroizolacije i habajući sloj asfalta.

Ugradnja bitumeniziranog nosivog sloja (BNS-a) u debljini od 4 cm vrši se strojno u strojevima za razastiranje „finišerima“ te grupom valjaka za nabijanje. Na BNS ugrađuje se habajući sloj od asfaltbetona prosječne debljine 4 cm.

Ugradnja habajućeg sloja vrši se isto tako strojno „finišerima“ te grupom valjaka za nabijanje.

Beton vijenaca ugrađuje se zajedno s betoniranjem hodnika. Betonski montažni rubnjaci se polažu u betonsku podlogu od C12/15. Postavljena je i pješačka ograda visine 1,00 m, sidrena u monolitni beton pješačke staze.



## 1.7. ODRŽAVANJE

Nadvožnjak mora zadovoljiti temeljne zahtjeve za konstrukciju [2]:

1. mehanička otpornost i stabilnost;
2. sigurnost u slučaju požara;
3. higijena, zdravlje i okoliš;
4. sigurnost i pristupačnost tijekom uporabe.

Pri projektiranju, odabrani su takvi materijali, gradiva i konstruktivni detalji koji zahtijevaju minimalne troškove održavanja i osiguravaju funkcionalnost objekta.

Kako bi se ispunio *zahtjev za projektirani vijek trajanja konstrukcije*, potrebno je vršiti poslove redovnog održavanja i pravovremenih kontrolnih pregleda.

U redovno održavanje spadaju radovi čišćenja mosta i opreme, radovi na zamjeni istrošene opreme i svi oni radovi koji ne zadiru u samu konstrukciju mosta.

Prema Zakonu o javnim cestama i Pravilniku o održavanju i zaštiti javnih cesta u Republici Hrvatskoj, provode se redovni, godišnji, glavni i izvanredni pregledi mostova [3].

Glavni pregled mosta je detaljan pregled svih dijelova građevine i provodi se svakih 5 godina. Provodi ga ovlaštenu inženjer i o tome sastavlja službeno izvješće.

Izvanredni pregledi obavljaju se nakon izvanrednih događaja (elementarne nepogode, teže nezgode i oštećenja, eksplozije, slijeganja i klizanja), prije i nakon prolaska izvanrednih tereta i pri kraju jamstvenog roka.

Godišnji pregledi trebaju se obavljati najmanje jednom u dvije godine i pritom je potrebno obratiti pažnju na:

- stanje pukotina, deformacija i eventualna oštećenja rasponske konstrukcije, stupova i upornjaka;
- stanje kolničke konstrukcije;
- stanje ležajeva;
- stanje zaštitnog sloja armature na vidljivim ploham;
- stanje i funkcioniranje sustava odvodnje;
- stanje i funkcioniranje prijelaznih naprava;
- stanje instalacija.

## 1.8. PRORAČUN NOSIVIH KONSTRUKCIJA

### Model sklopa i usvojene pretpostavke

Za proračun rasponskog sklopa korišten je linijski model, broj štapova jednak je broju raspona mosta (4). Broj oslonaca jednak je broju raspona mosta +1, odnosno linijski model ima 5 oslonaca. Proračun i dimenzioniranje armiranobetonskih elemenata izvršeno je prema EC-1 i EC-2.

### Opterećenja [4]

- **Stalno opterećenje (G)**
  - djeluje uvijek
  - vlastita težina nosača + oprema mosta
- **Kontinuirano korisno (pokretno) opterećenje (q)**
  - postavljeno da se ostvare najveći utjecaji u kritičnim točkama
- **Koncentrirane sile od kotača (Q)**
  - postavljaju se na više mjesta na modelu, kako bi se dobio najnepovoljniji utjecaj

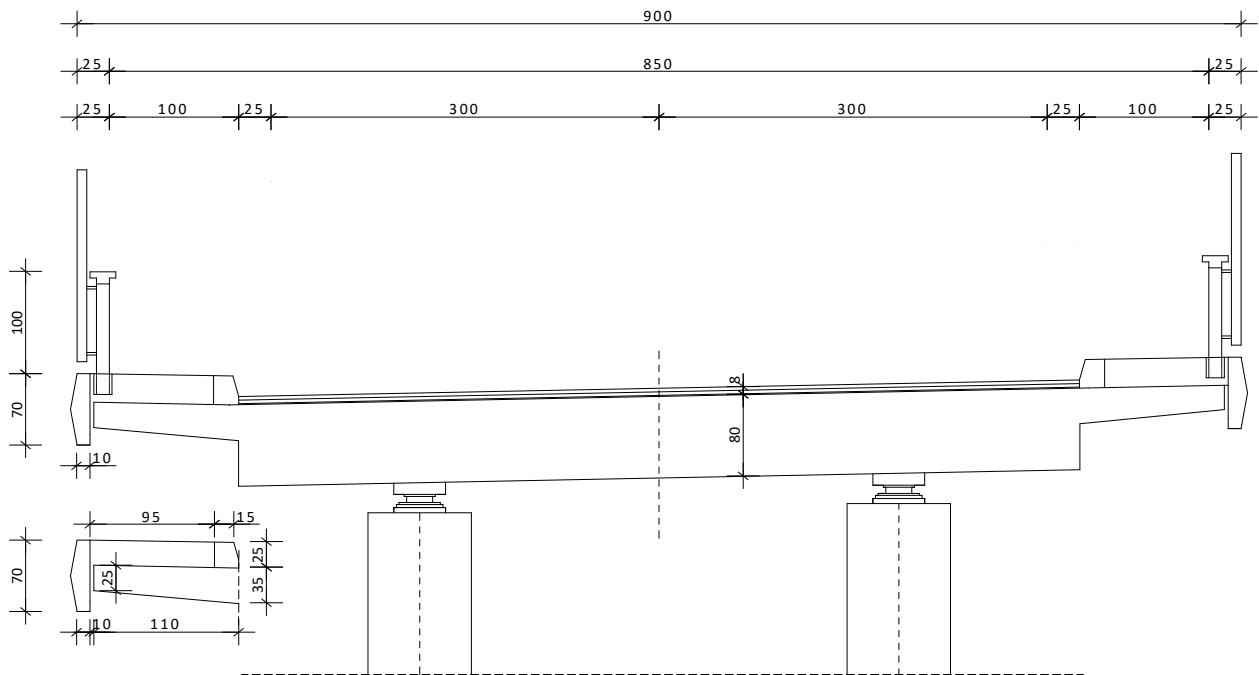
### Probno opterećenje

Dimenzije i složenost građevine zahtijevaju izradu programa ispitivanja kako bi se odredilo:

- način, vrsta i intenzitet pokusnog opterećenja;
- faze opterećenja pri statičkom opterećenju;
- usporedba statičkih utjecaja pri pokusnom opterećenju s onima iz statičkog proračuna;
- položaj mjernih mjesta, opseg i način mjerenja deformacija i unutarnjih sila pri statičkom opterećenju.

Pokusno opterećenje provodi se prema *HRN U.M1.046:1984 – Ispitivanje mostova pokusnim opterećenjem*

## 2. ANALIZA OPTEREĆENJA



Slika 1. Poprečni presjek nosača

### 1. VLASTITA TEŽINA

<b>ploča</b> (po m <sup>2</sup> )	$0,80 \text{ m} \times 25,00 \text{ kN/m}^3 = 20,00 \text{ kN/m}^2$
<b>ploča</b> (po m')	$20,00 \text{ kN/m}^2 \times 6,50 \text{ m} = 130 \text{ kN/m}'$
	<b><math>g = 130 \text{ kN/m}'</math></b>

dodatno stalno opterećenje:

#### **kolnik**

- asfalt  $6,50 \text{ m} \times 0,07 \text{ m} \times 22 \text{ kN/m}^3 = 10,01 \text{ kN/m}'$
- hidroizolacija  $8,50 \text{ m} \times 0,01 \text{ m} \times 21 \text{ kN/m}^3 = 1,79 \text{ kN/m}'$

$$\Delta g_1 = 11,80 \text{ kN/m}'$$

#### **hodnik**

- konzole  $2 \times (0,275 \text{ m} + 0,055 \text{ m}) \times 25 \text{ kN/m}^3 = 16,5 \text{ kN/m}'$
- pješačka staza  $2 \times 1,1 \text{ m} \times 0,25 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m}^3 = 13,75 \text{ kN/m}'$
- vijenac  $2 \times 0,062 \text{ m}^2 \times 25 \text{ kN/m}^3 = 3,1 \text{ kN/m}'$
- ograda  $0,50 \text{ kN/m}' \times 2 = 1,00 \text{ kN/m}'$

$$\Delta g_2 = 34,35 \text{ kN/m}'$$

$$\Delta g = \Delta g_1 + \Delta g_2 = 46,15 \text{ kN/m'}$$

Stalno opterećenje po dužnom metru nosača:

$$g + \Delta g = 176,15 \text{ kN/m'}$$

Proračunsko stalno opterećenje na mostu po metru širine ploče (nosača):

$$g = \frac{176,15}{6,5} = 27,20 \text{ kN po m širine}$$

## 2. PROMETNO OPTEREĆENJE

prema:

*HRN EN 1991-2*

*Eurokod 1 : Djelovanja na konstrukcije – 2.dio : Prometna opterećenja mostova*

a) Određivanje širine kolnika (*Tablica 4.1 HRN EN 1991-2*)

*Tablica 3. Odabir širine prometnog traka [5]*

Carriageway width $w$	Number of notional lanes	Width of a notional lane $w_l$	Width of the remaining area
$w < 5,4 \text{ m}$	$n_1 = 1$	3 m	$w - 3m$
$5,4m \leq w < 6m$	$n_1 = 2$	$\frac{w}{2}$	0
$6m \leq w$	$n_1 = \text{Int}\left(\frac{w}{3}\right)$	3 m	$w - 3 \times n_1$
<b>NOTE</b> For example, for a carriageway width equal to 11m, $n_1 = \text{Int}\left(\frac{w}{3}\right) = 3$ , and the width of the remaining area is $11 - 3 \times 3 = 2\text{m}$ .			

$w$  (širina kolnika) = 6,5 m

broj prometnih trakova :  $n = \text{Int}\left(\frac{w}{3}\right) = \left(\frac{6,5}{3}\right) = 2$

preostala širina kolnika : 0,5 m

širina prometnog traka : 3m

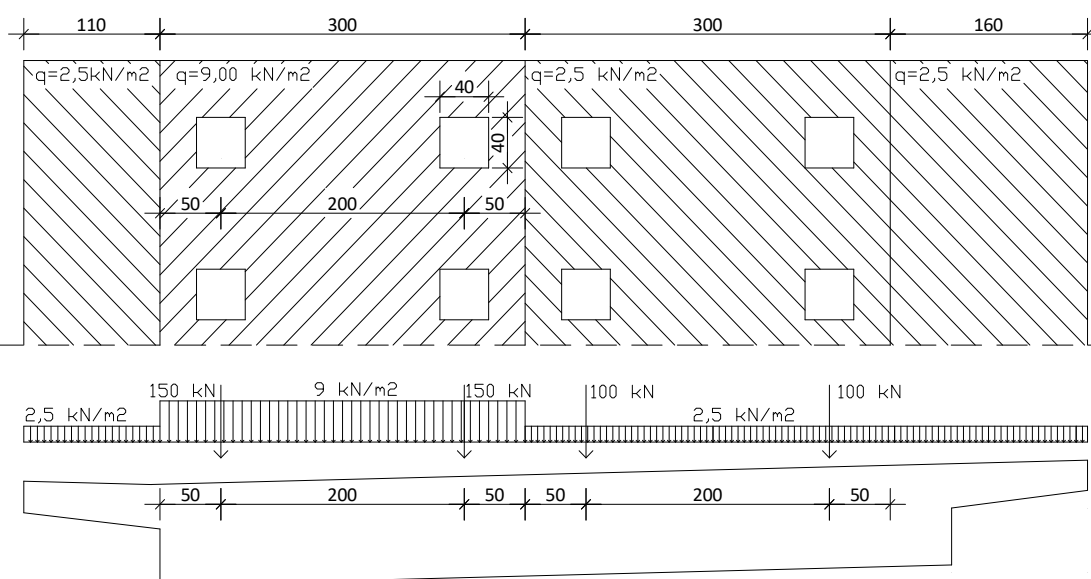
b) Odabir modela opterećenja (Tablica 4.2 HRN EN 1991-2)

**MODEL 1**

- glavni sustav opterećenja
- za koncentrirana i jednoliko raspoređena opterećenja
- svaki prometni trak opterećuje se s dva osovinska tereta  $Q_{ik}$  na razmaku 1,2 m i s kontinuiranim opterećenjem  $q_{ik}$
- preostala ploha opterećuje se s kontinuiranim opterećenjem  $q_{rk}$
- kotač vozila je pretpostavljenih dimenzija 40x40 cm

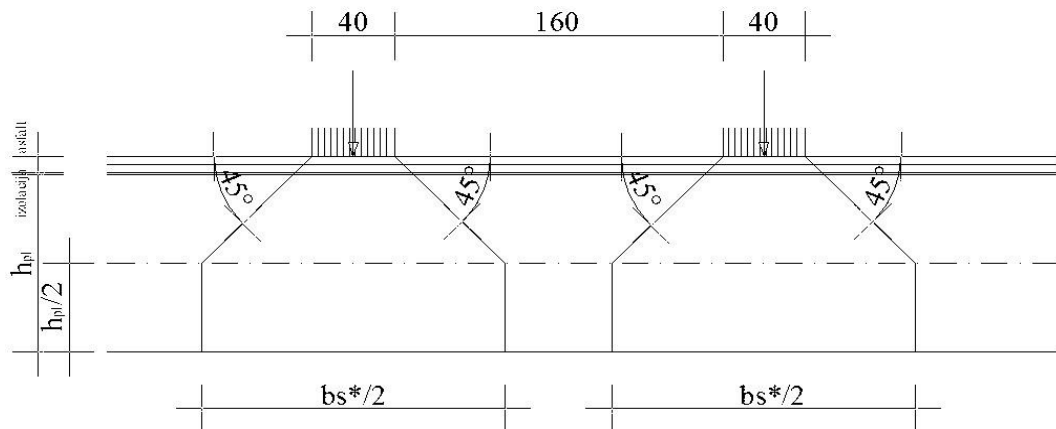
Tablica 4. Intenzitet i raspored opterećenja [5]

Location	Tandem system <i>TS</i>	<i>UDL</i> system
	Axle loads $Q_{ik}$ (kN)	$q_{ik}$ (or $q_{rk}$ ) (kN/m <sup>2</sup> )
Lane Number 1	300	9
Lane Number 2	200	2,5
Lane Number 3	100	2,5
Other lanes	0	2,5
Remaining area ( $q_{rk}$ )	0	2,5



Slika 2. Raspodjela prometnog opterećenja na nosaču

c) Poprečna razdioba koncentriranih sila od kotača



Slika 3. Poprečna razdioba koncentriranih sila od kotača

*Gredni nosač - raspon 9,5 m*

$$\frac{b_s}{2} = 40 + 2 \times \left( \frac{h_{pl}}{2} + \text{asfalt} + \text{izolacija} \right) = 40 + 2 \times (40 + 7 + 1) = 136 \text{ cm} = 1,36 \text{ m}$$

$$\frac{b_s}{2} \times 2 = 272 \text{ cm} = 2,72 \text{ m}$$

Koncentrirano prometno opterećenje za linijski štapni nosač:  $Q = \sum \frac{Q_{ik}}{b_s}$  (2-1)

$$b_s = b_1 + 0,2 \times l_x = 2,72 + 0,2 \times 9,5 = 4,62 \text{ m}$$

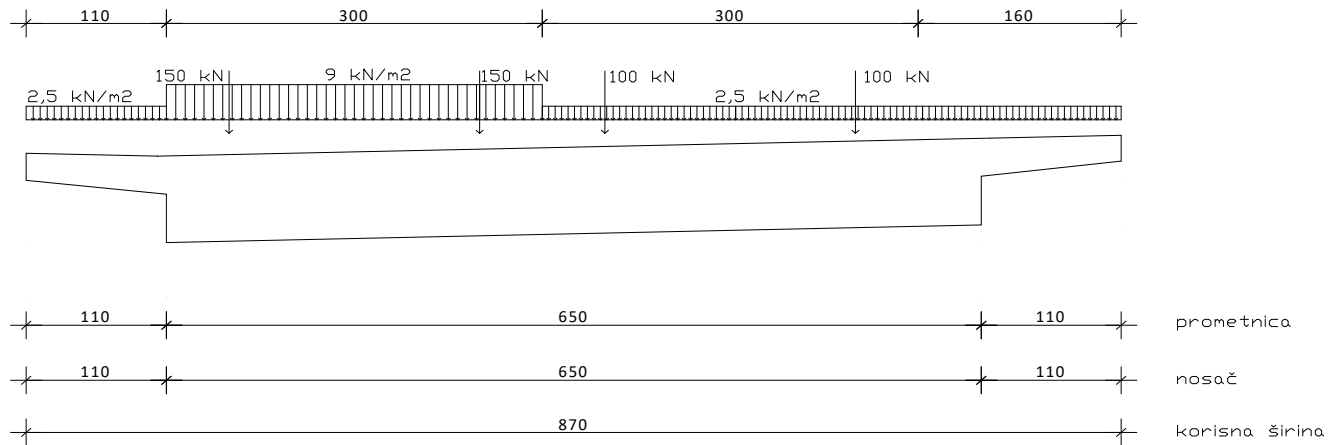
$$b_s \geq \frac{l_y}{2}$$

$$4,62 \geq \frac{6,5}{2} = 3,25 \text{ m} \rightarrow \text{mjerodavna je vrijednost } b_s = 3,25 \text{ m}$$

$$Q = \frac{Q_{1k}}{b_s} + \frac{Q_{2k}}{b_s} = \frac{150}{3,25} + \frac{150}{3,25} = 92,30 \text{ kN}$$

**Q = 92,30 kN** - dobivena koncentrirana sila zamjenjuje djelovanje dva kotača (jedne osovine) na proračunsku traku širine m

Kontinuirano prometno opterećenje za linijski štapni nosač:  $Q = \sum \frac{q \cdot l_i}{l_y}$  (2-2)



Slika 4. Prometno opterećenje na nosaču

$$q = \frac{2,5 \cdot 1,1 + 9,0 \cdot 3,0 + 2,5 \cdot 4,1}{6,5} = 6,15 \text{ kN/m'}$$

$$q = 6,15 \text{ kN/m'}$$

Gredni nosač - raspon 12,00 m

$$\frac{b_s}{2} = 40 + 2 \times \left( \frac{h_{pl}}{2} + \text{asfalt} + \text{izolacija} \right) = 40 + 2 \times (40 + 7 + 1) = 1,36 \text{ m}$$

$$b_1 = \frac{b_s}{2} \times 2 = 272 \text{ cm} = 2,72 \text{ m}$$

Koncentrirano prometno opterećenje za linijski štapni nosač:  $Q = \sum \frac{Q_{ik}}{b_s}$  (2-1)

$$b_s = b_1 + 0,2 \times l_x = 2,72 + 0,2 \times 12,0 = 5,12 \text{ m}$$

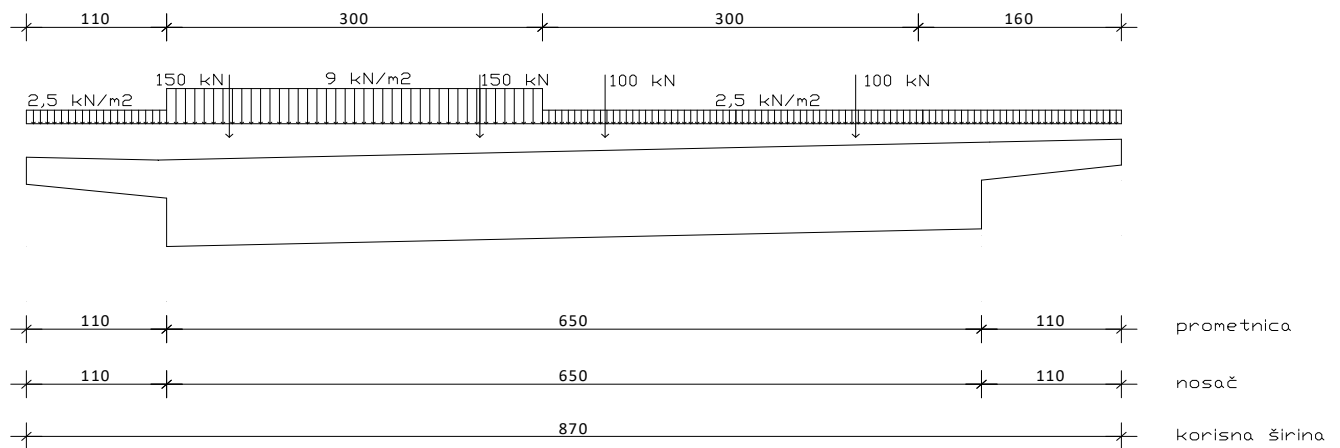
$$b_s \geq \frac{l_y}{2}$$

$$5,12 \geq \frac{6,5}{2} = 3,25 \text{ m} \rightarrow \text{mjerodavna je vrijednost } b_s = 3,25 \text{ m}$$

$$Q = \frac{Q_{1k}}{b_s} + \frac{Q_{2k}}{b_s} = \frac{150}{3,25} + \frac{150}{3,25} = 92,30 \text{ kN}$$

$Q = 92,30 \text{ kN}$  - dobivena koncentrirana sila zamjenjuje djelovanje dva kotača (jedne osovine) na proračunsku traku širine m

Kontinuirano prometno opterećenje za linijski štapni nosač:  $Q = \sum \frac{q \cdot l_i}{l_y}$  (2-2)



Slika 4. Prometno opterećenje na nosaču

$$q = \frac{2,5 \cdot 1,1 + 9,0 \cdot 3,0 + 2,5 \cdot 4,1}{6,5} = 6,15 \text{ kN/m'}$$

$$q = 6,15 \text{ kN/m'}$$

## OPTEREĆENJA ZA PRORAČUN

- stalno (djeluje uvijek)  $g = 27,20 \text{ kN/m'}$
- pokretno (postaviti na nosač tako da izazove najnepovoljniji efekt)
  - kontinuirano prometno  $q = 6,15 \text{ kN/m'}$
  - koncentrirano prometno  $Q = 92,30 \text{ kN}$

Ostala proračunska opterećenja (npr, horizontalne sile od potresa, vjetrova, jednolike i nejednolike promjene temperature, sila kočenja i polaska vozila, te vertikalne sile, npr. od nejednolikog slijeganja oslonaca) nisu uzeta u obzir.



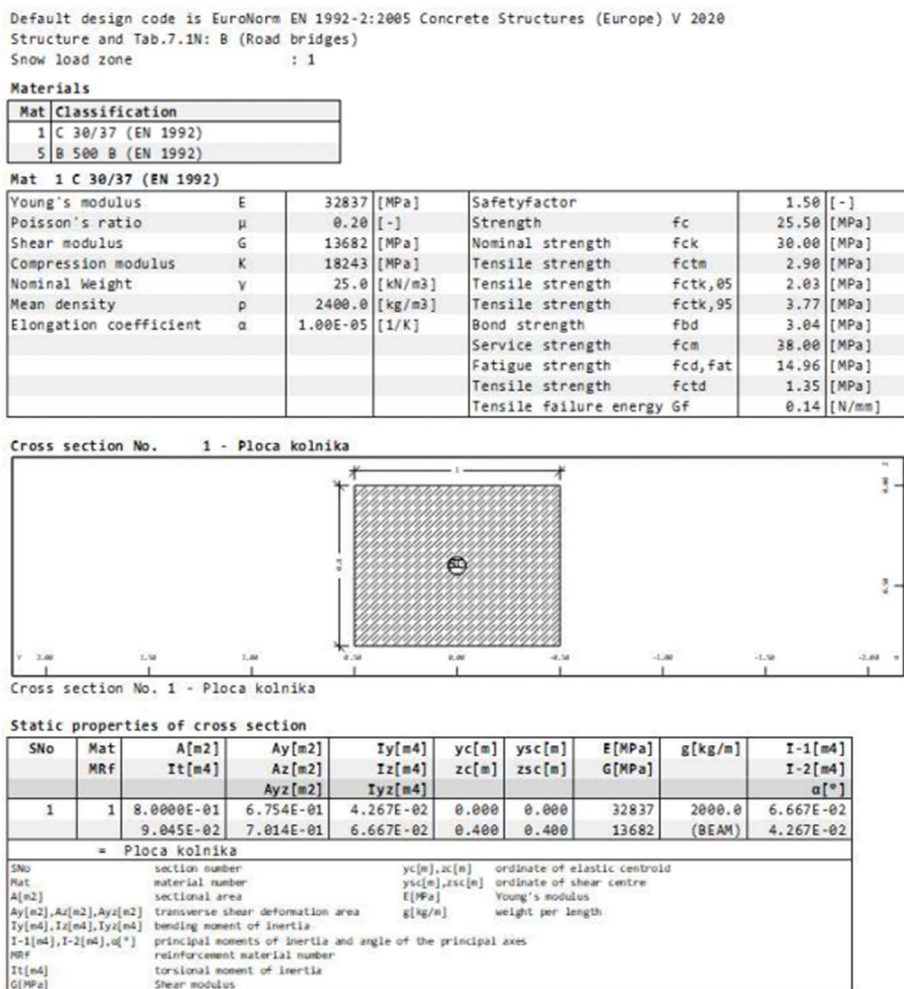
### 3. STATIČKI PRORAČUN RASPONSKOG SKLOPA NA RAČUNALU

#### Pretpostavke:

- pojednostavljen linijski model;
- broj štapova jednak je broju raspona mosta (4);
- broj oslonaca jednak je broju raspona mosta + 1, odnosno linijski model ima 5 oslonaca;
- duljina pojedinih raspona odgovara duljini od osi do osi ležaja.

Statički proračun odrađen je u programu SOFiSTIK AG, korištenjem studentske licence.

#### 3.1. Ulazni podaci



Slika 5. Ulazni podaci za proračun u programskom paketu

## 3.2. Opterećenja

**G** - stalno opterećenje, djeluje uvijek

**p** - pokretno kontinuirano opterećenje

- razrađuju se 4 kombinacije
- za dimenzioniranje se bira najveća sila (moment ili poprečna sila)

**P** - pokretno opterećenje od vozila postavlja se po položajima od početka do kraja mosta:

- 1 m od oslonca nosača, za najveću poprečnu silu uz oslonac;
- u četvrtini raspona;
- u polovici raspona, za najveće momente.

- stalno  $g = 27,20 \text{ kN/m'}$

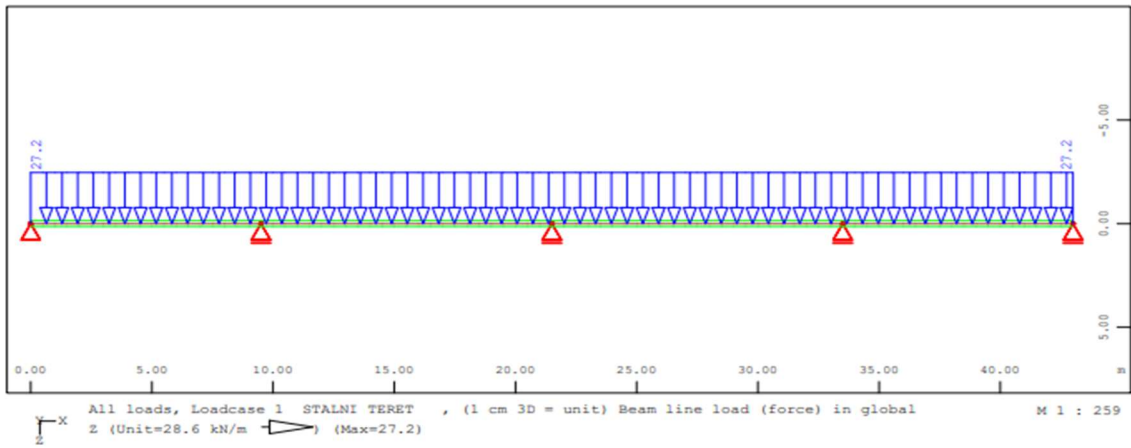
- pokretno

- kontinuirano prometno  $q = 6,15 \text{ kN/m'}$

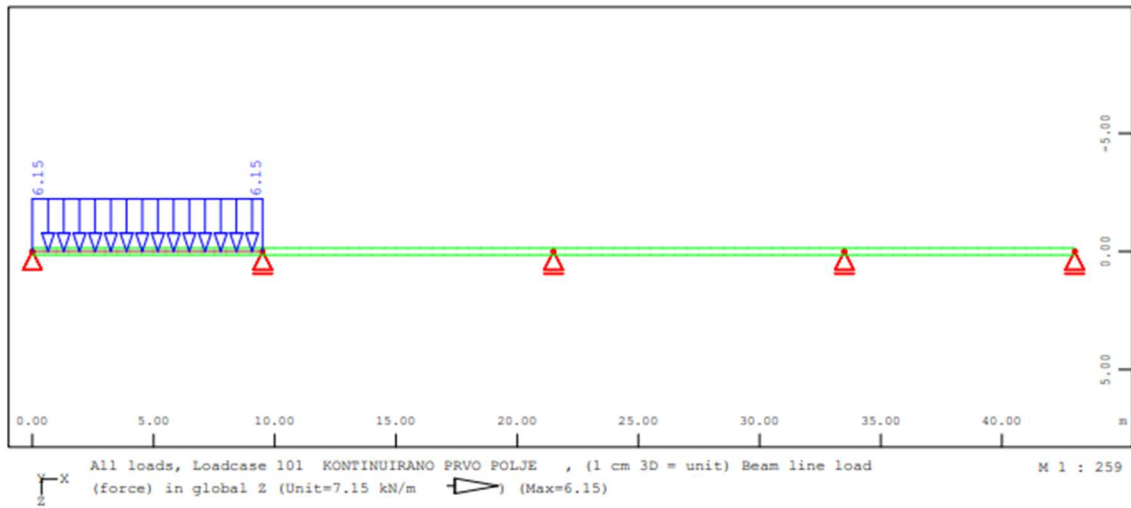
- koncentrirano prometno  $Q = 92,30 \text{ kN}$

Ostala proračunska opterećenja (npr, horizontalne sile od potresa, vjetra, jednolike i nejednolike promjene temperature, sila kočenja i polaska vozila, te vertikalne sile, npr. od nejednolikog slijeganja oslonaca) nisu uzeta u obzir.

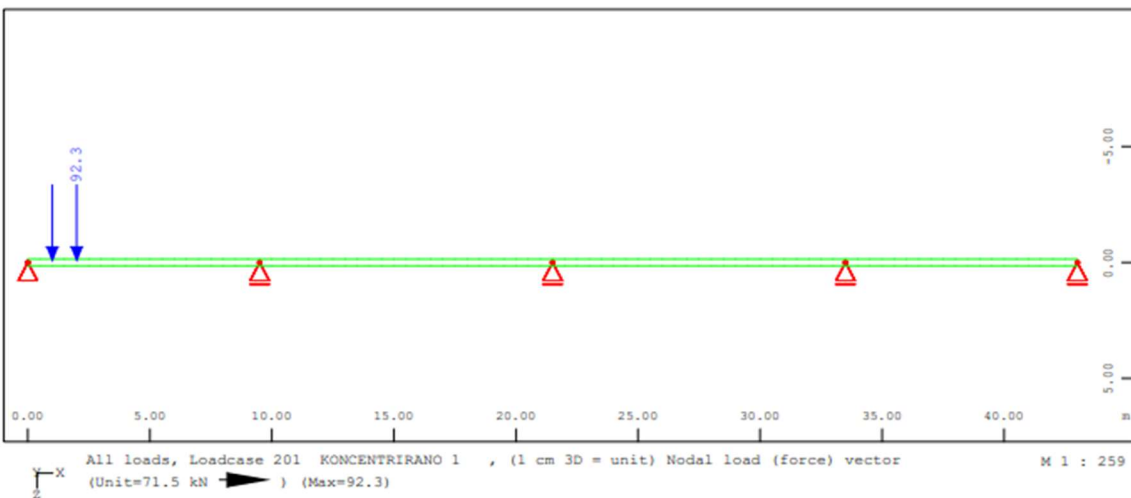
Dobivena opterećenja postavljena su na poprečni presjek 1,0 x 0,8 m (DxŠ), odnosno za 1m širine ploče.



Slika 6. Stalno opterećenje

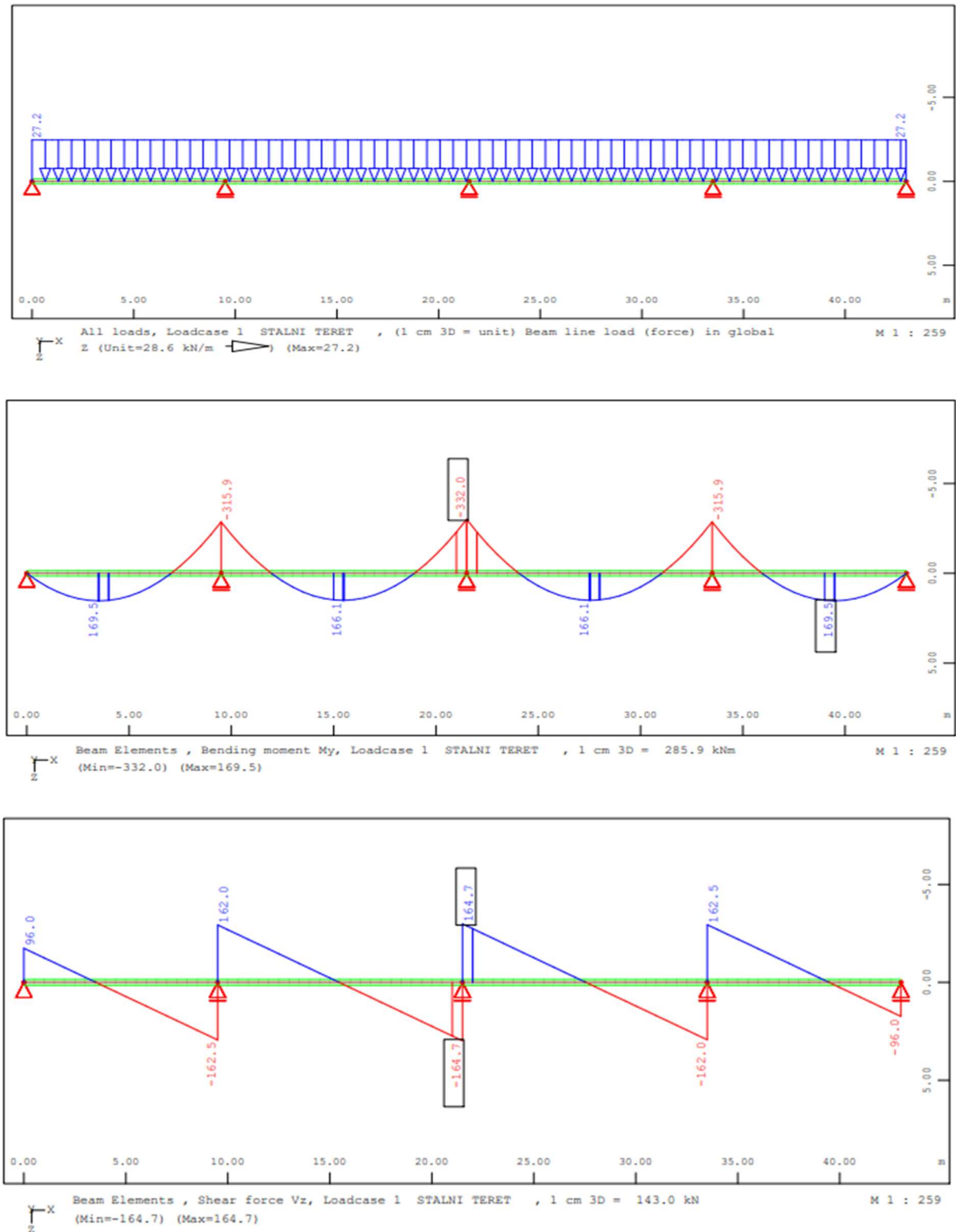


Slika 7. Korisno prometno opterećenje

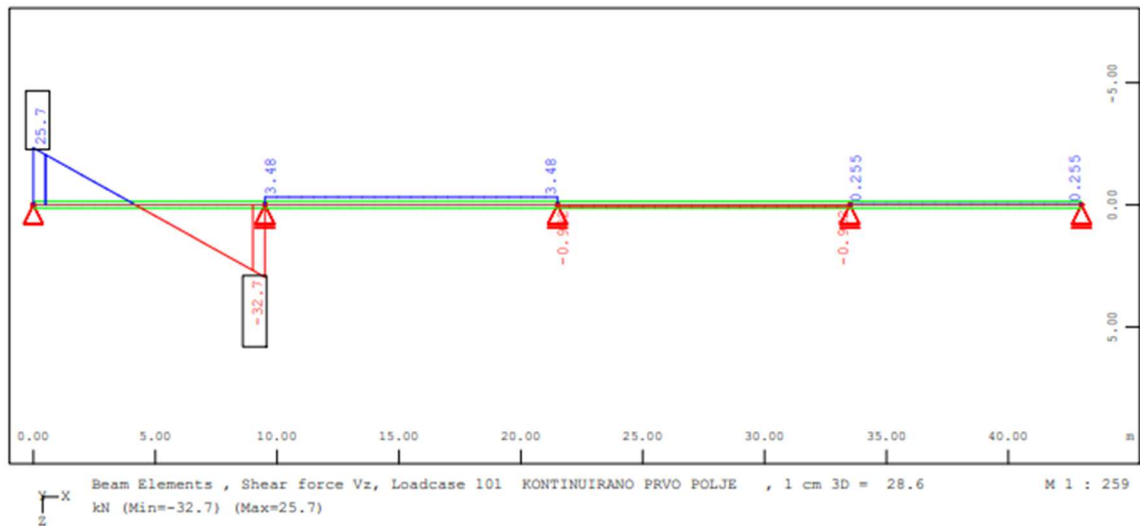
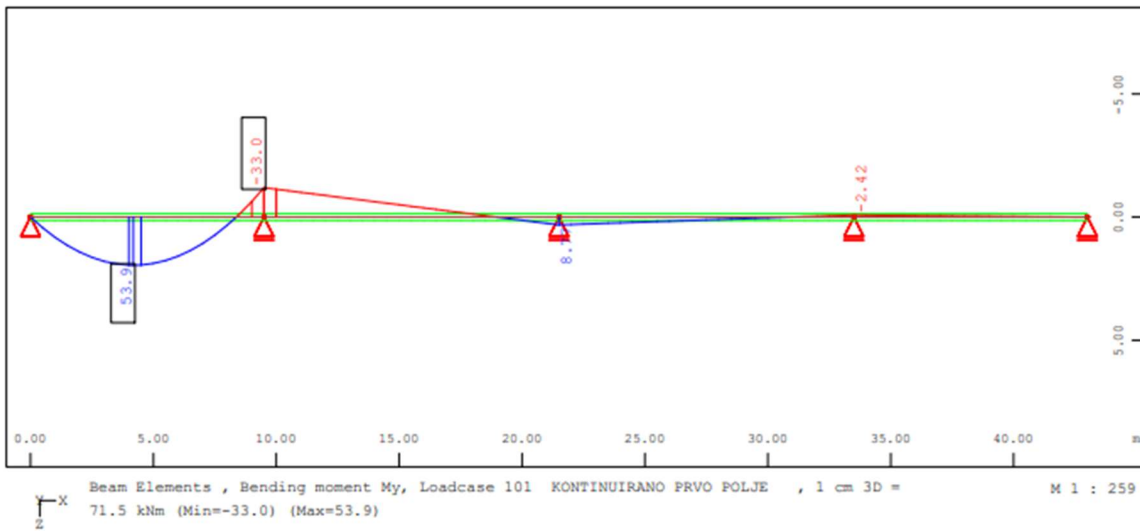
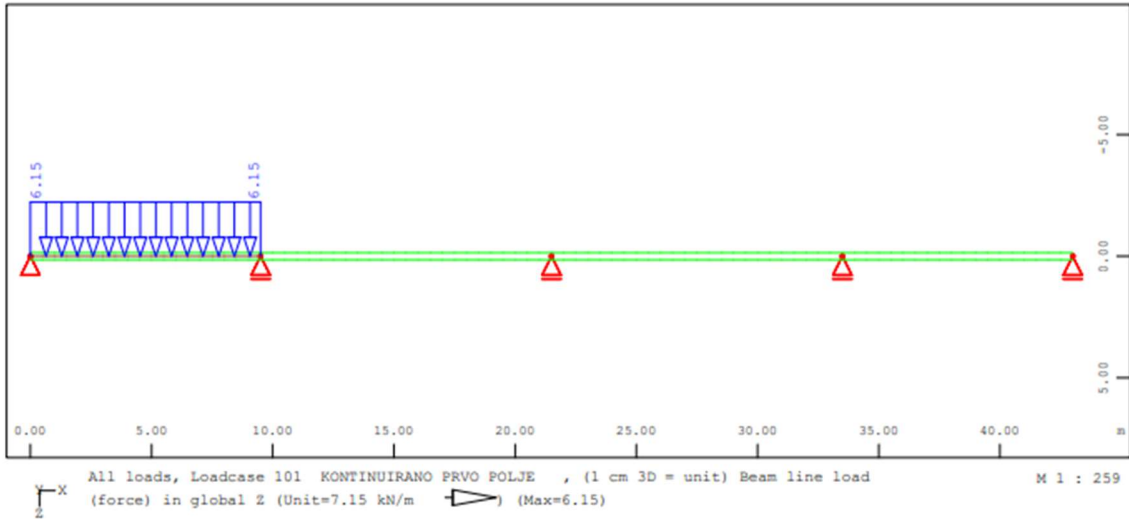


Slika 8. Koncentrirane sile od kotača

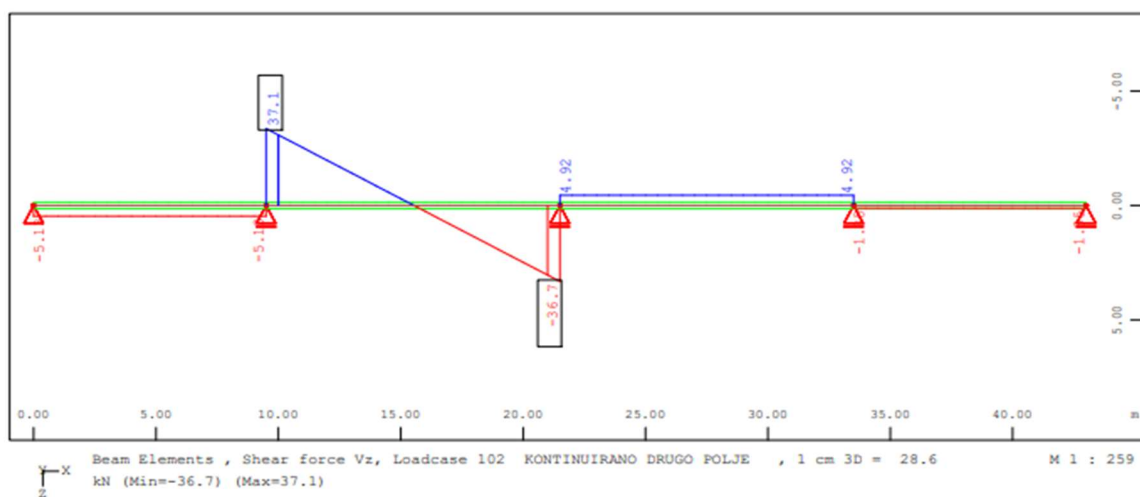
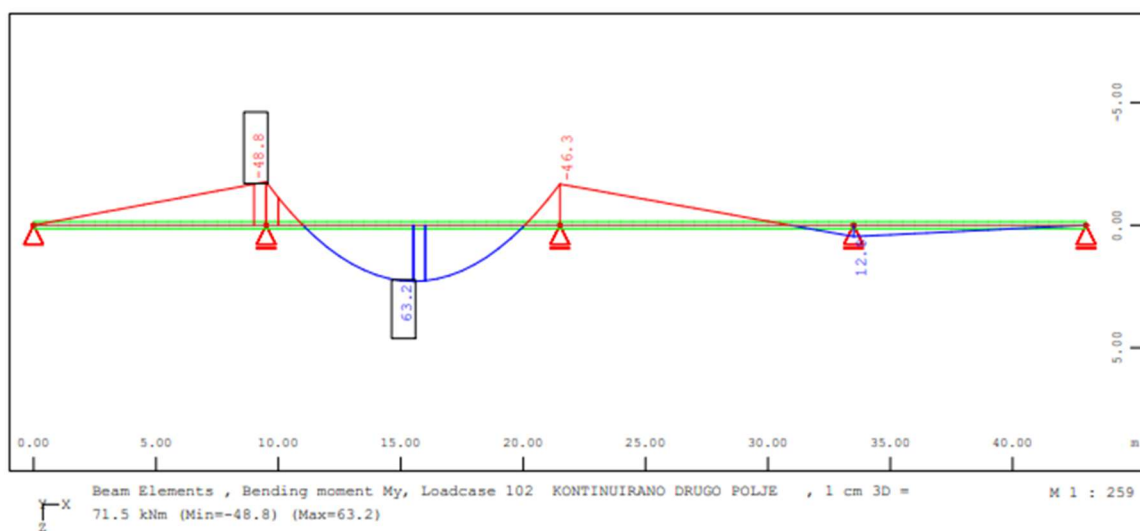
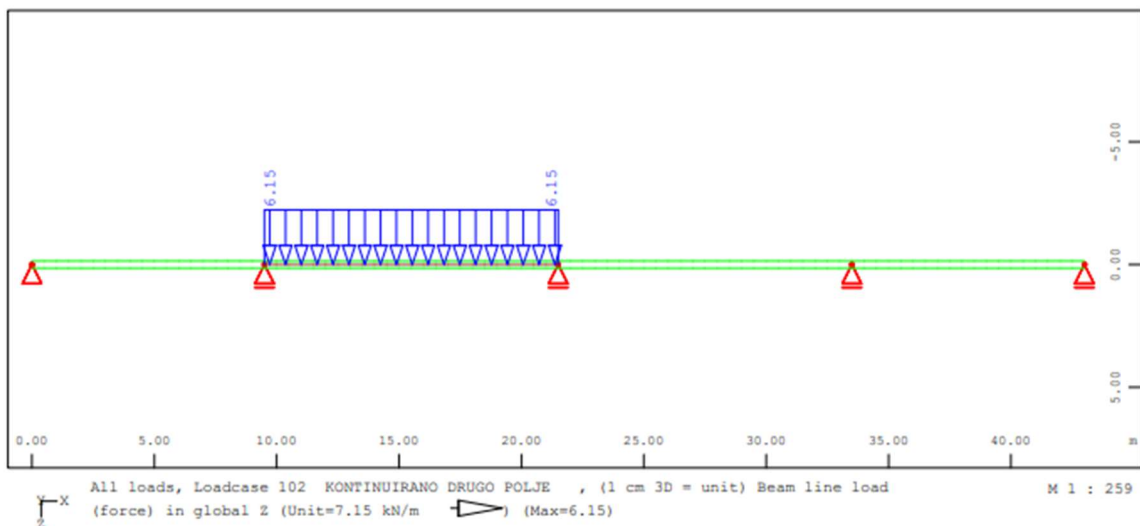
### 3.3. Slučajevi opterećenja



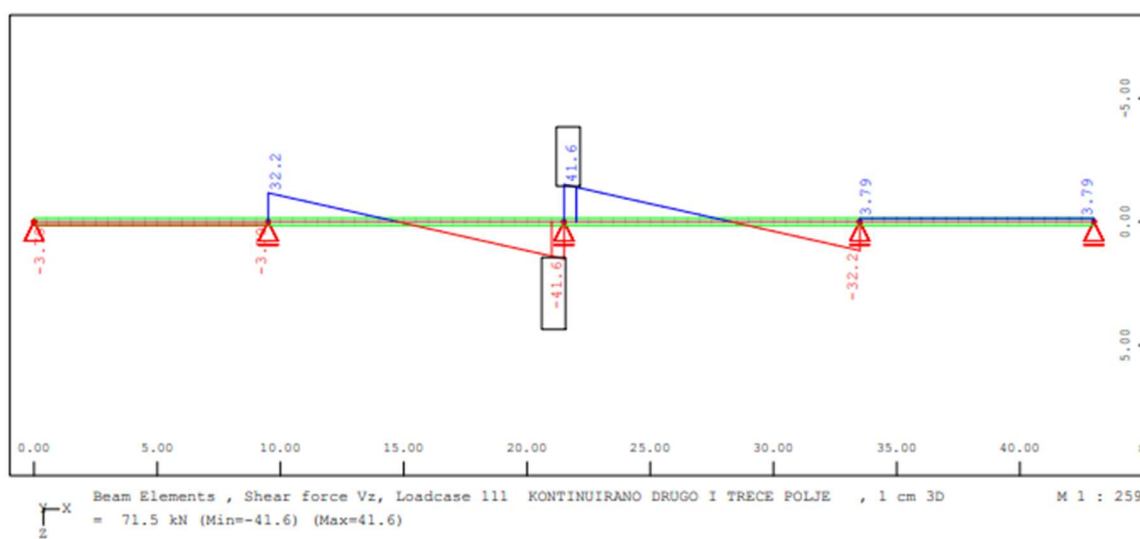
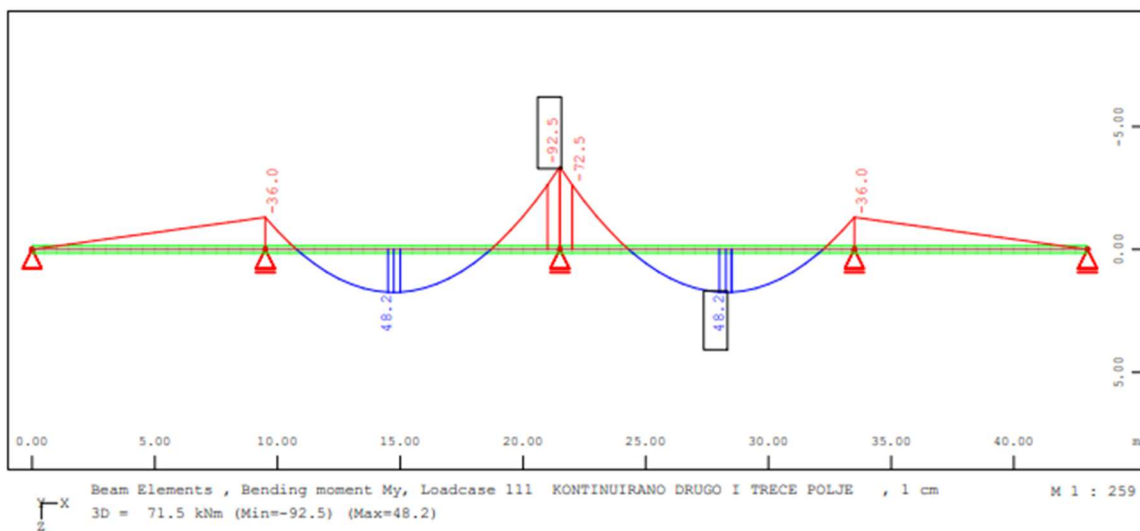
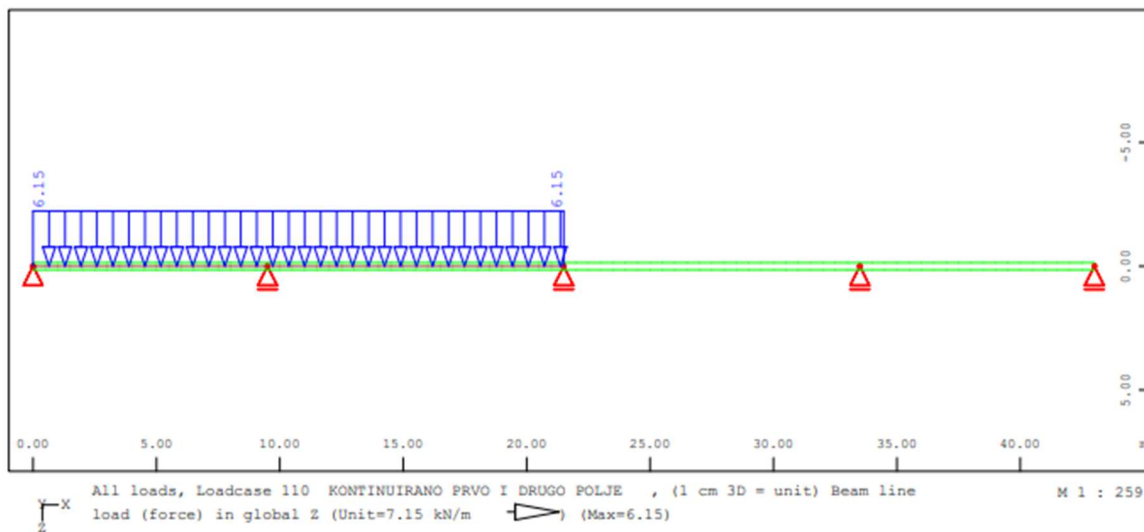
Slika 9. Moment My i poprečne sile Vz od stalnog opterećenja



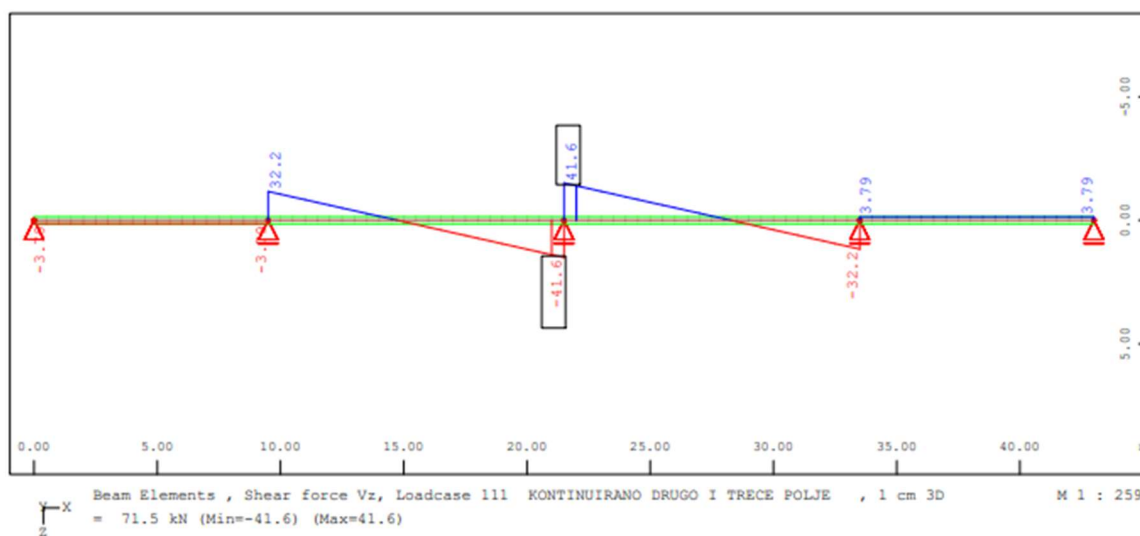
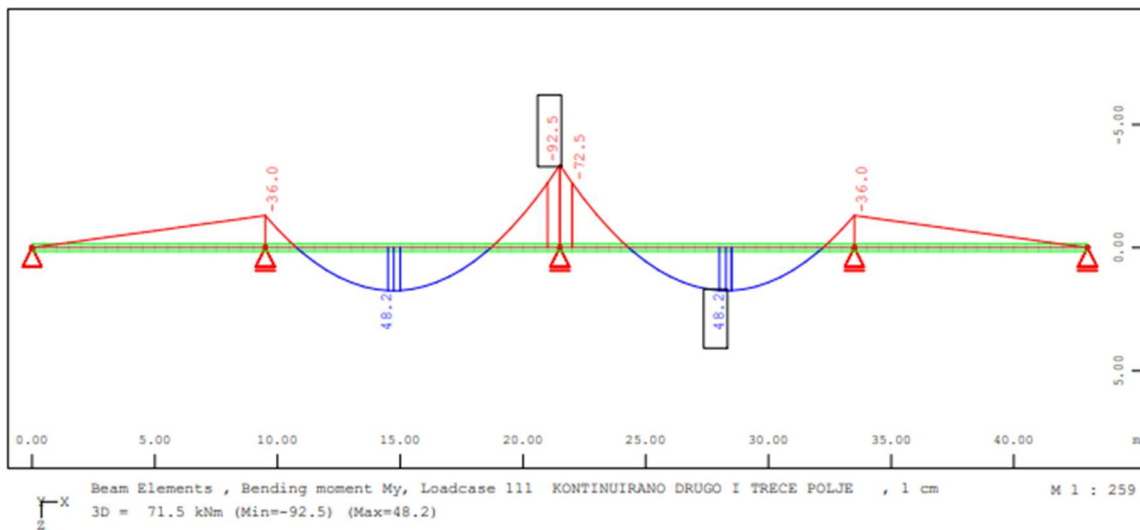
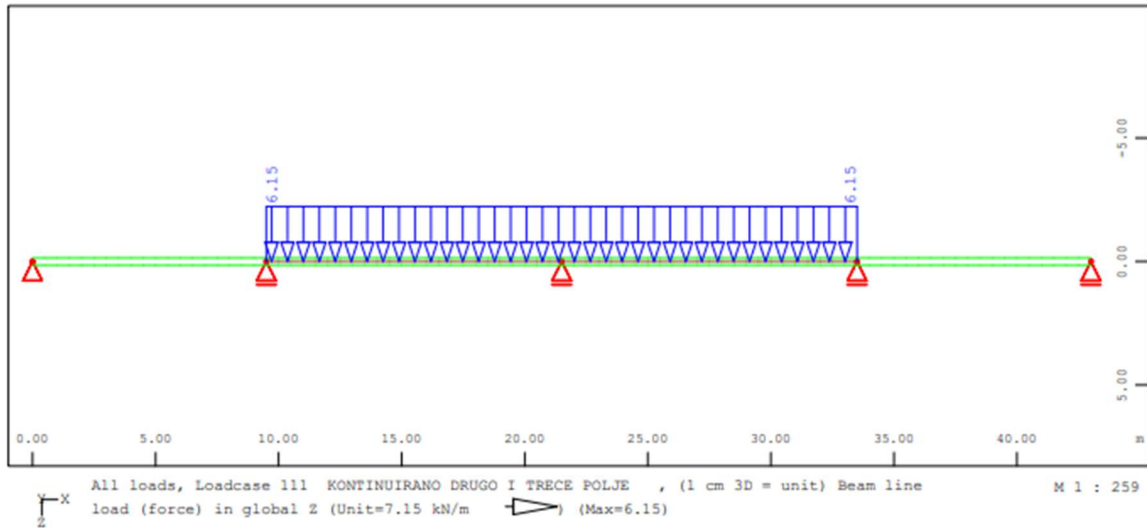
Slika 10. Moment  $M_y$  i poprečne sile  $V_z$  od korisnog opterećenja u prvom polju



Slika 11. Moment My i poprečne sile Vz od korisnog opterećenja u drugom polju

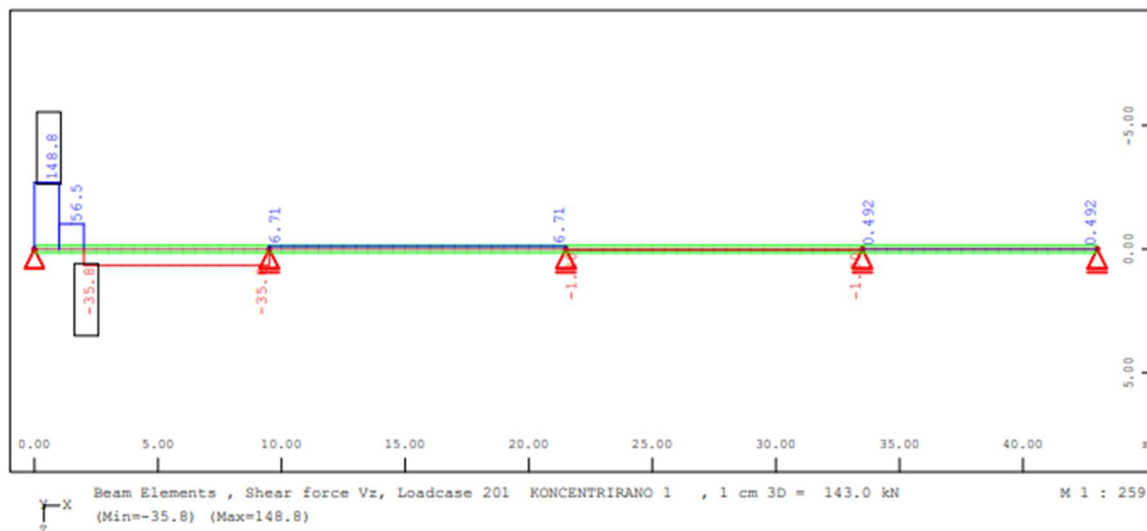
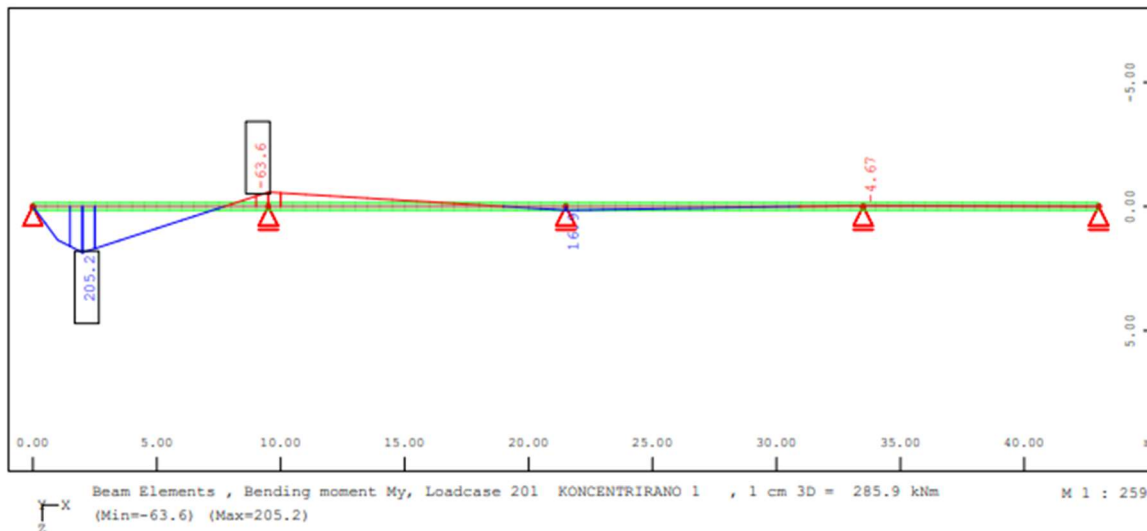
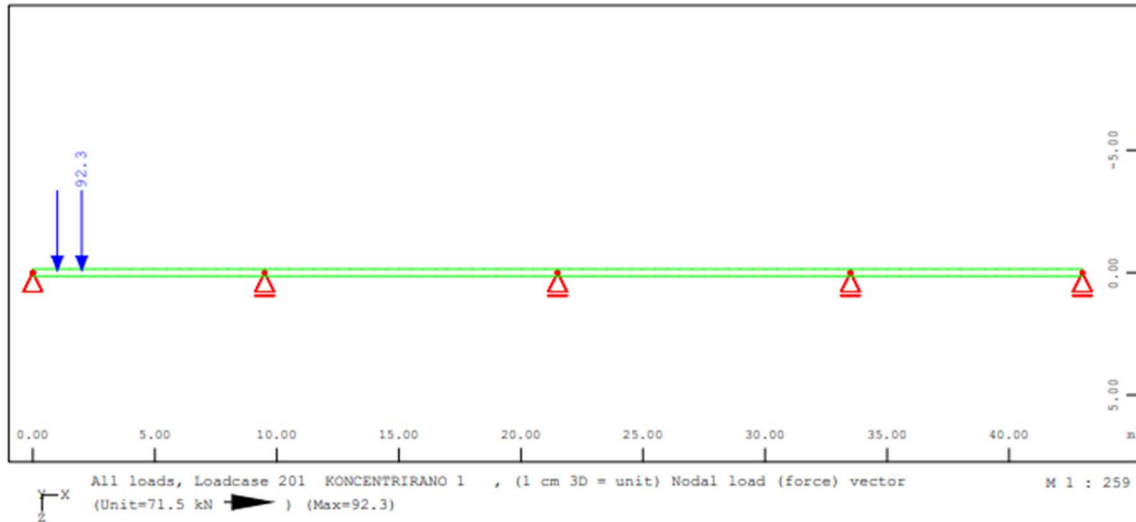


Slika 12. Moment  $M_y$  i poprečne sile  $V_z$  od korisnog opterećenja preko prva dva polja

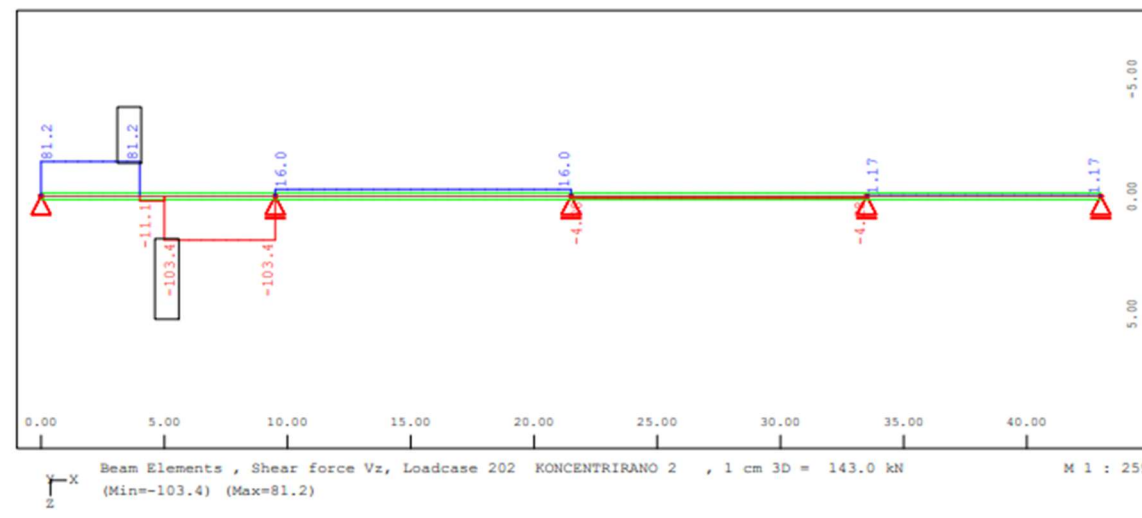
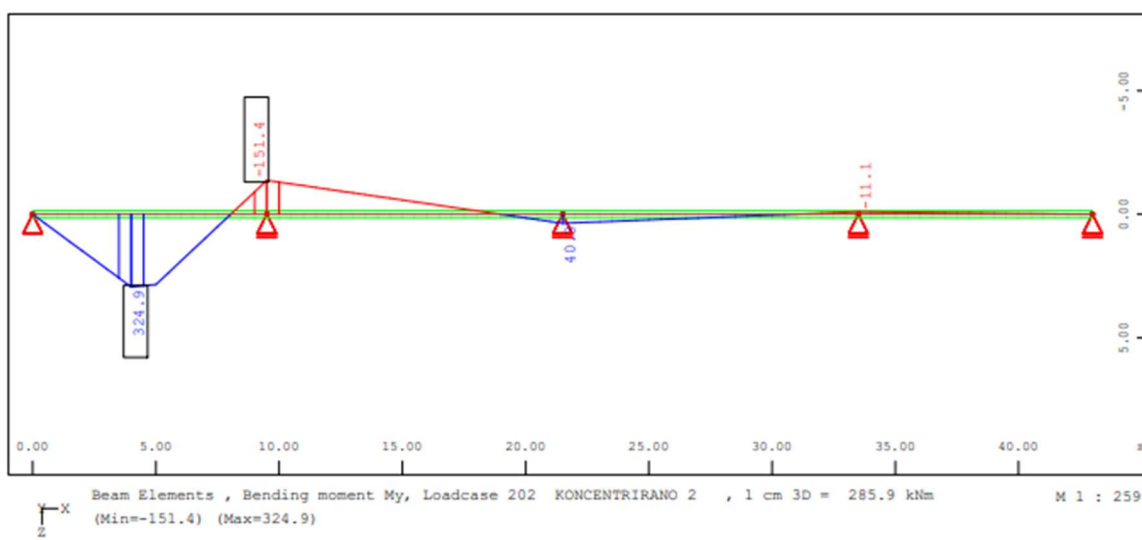
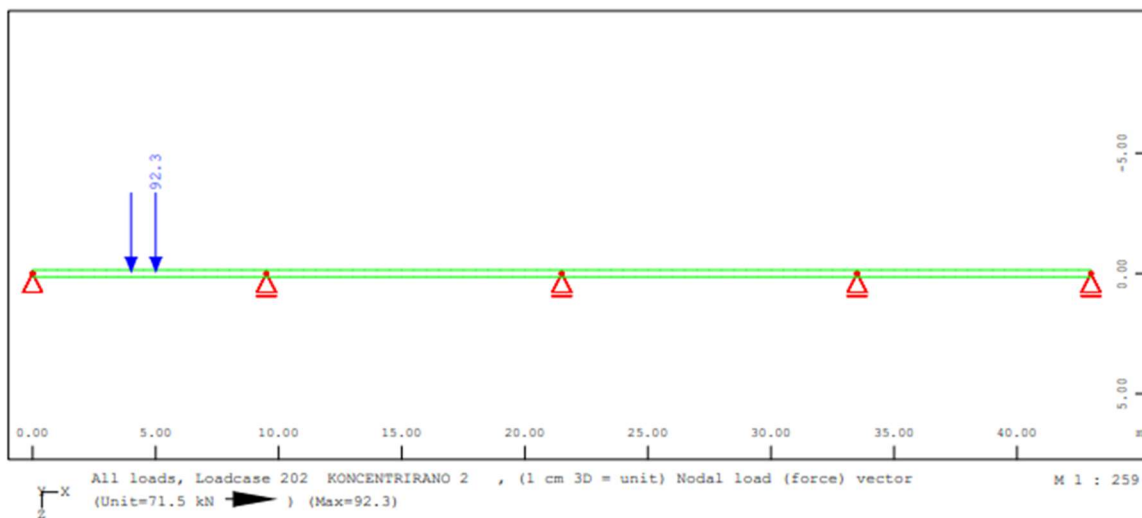


Slika 13. Moment My i poprečne sile Vz od korisnog opterećenja preko drugog i trećeg polja

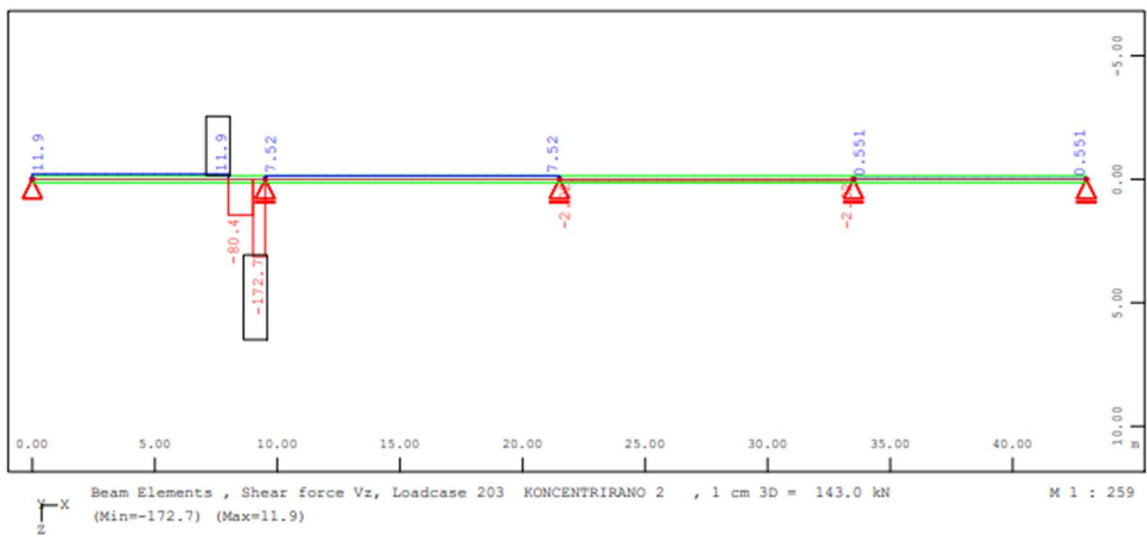
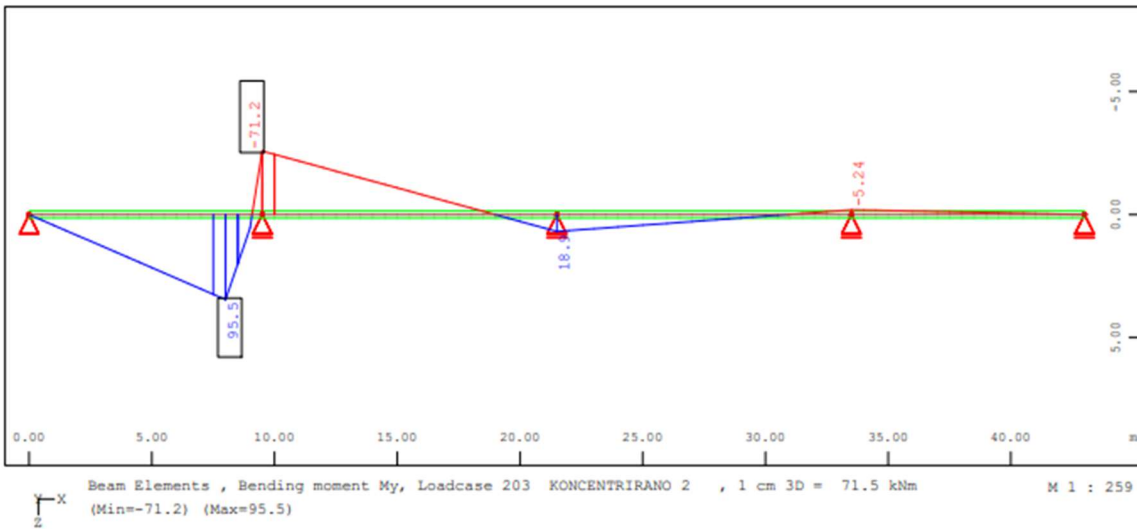
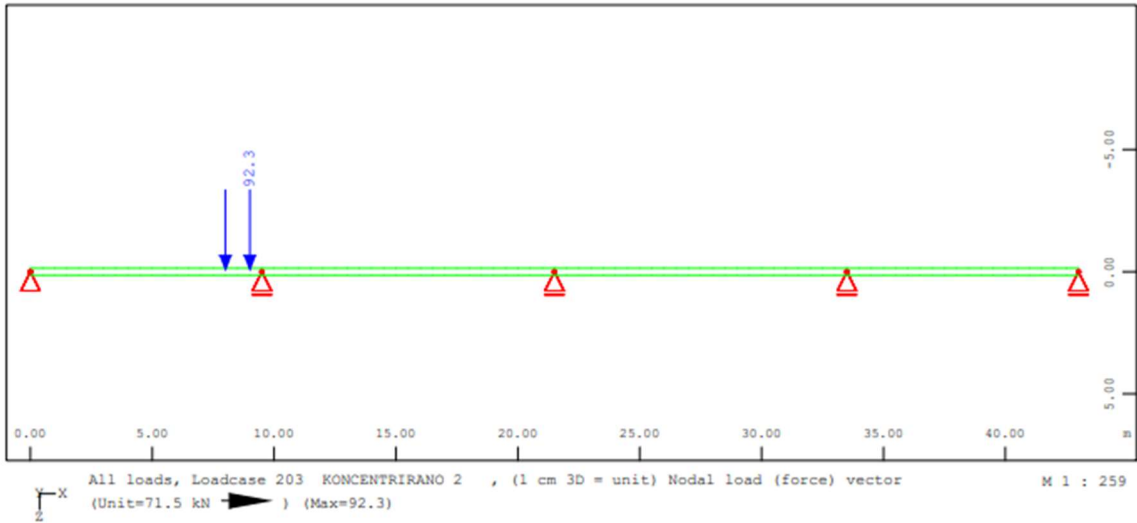




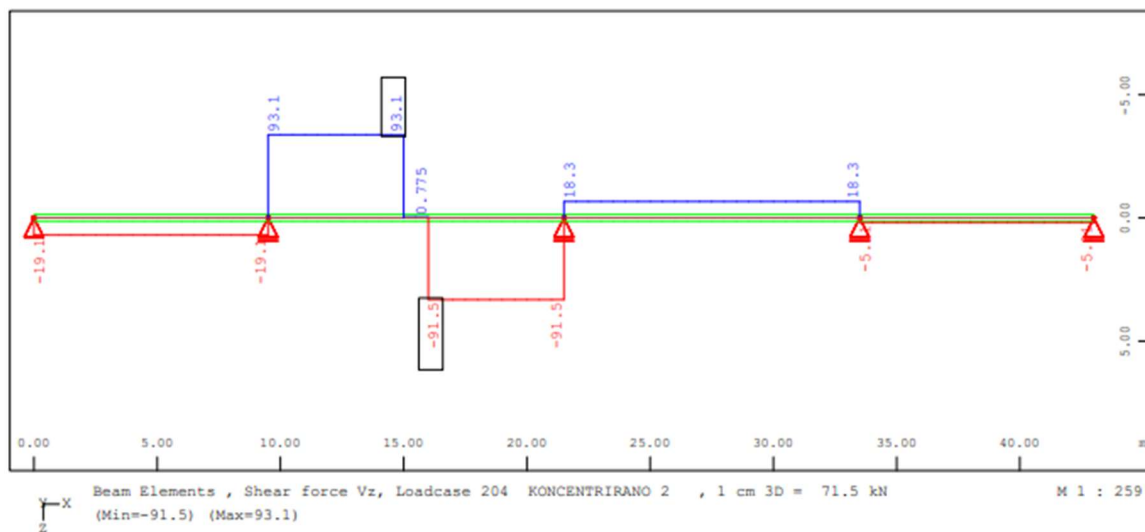
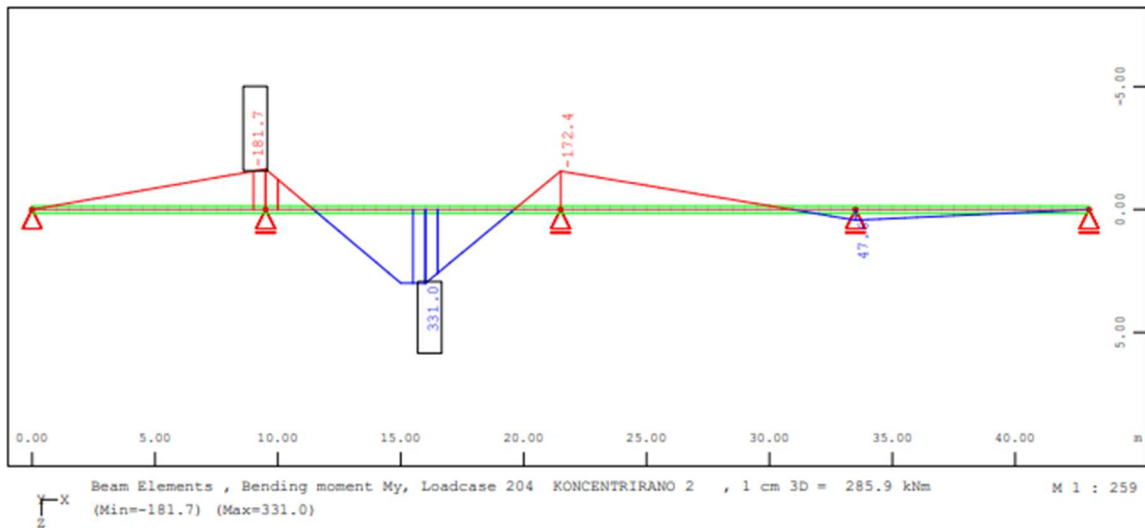
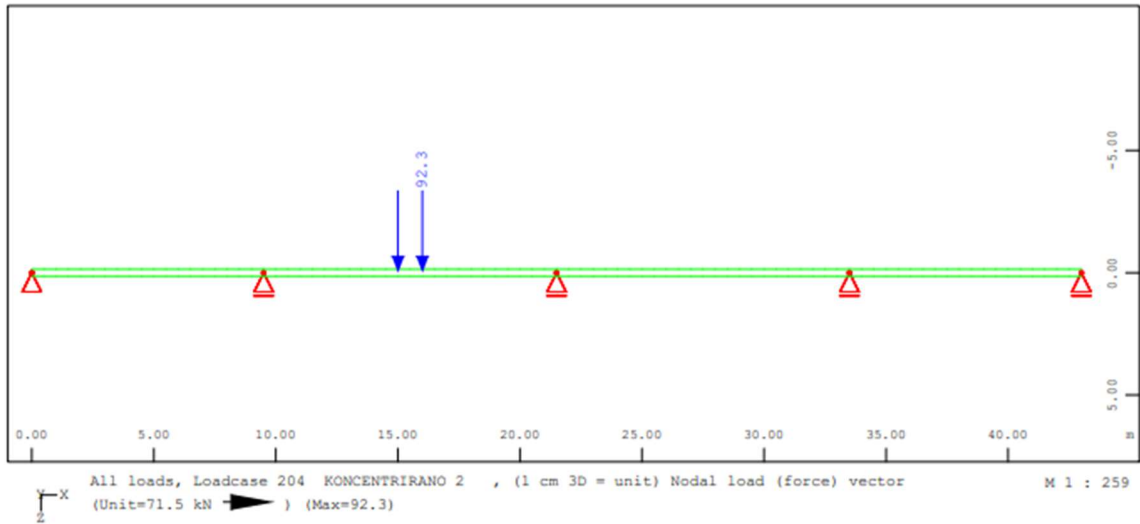
Slika 14. Moment My i poprečne sile Vz od koncentriranih sila kotača na početku prvog polja



Slika 15. Moment My i poprečne sile Vz od koncentriranih sila kotača u sredini prvog polja



Slika 16. Moment  $M_y$  i poprečne sile  $V_z$  od koncentriranih sil kotača pri ležaju S1



Slika 17. Moment My i poprečne sile Vz od koncentriranih sila kotača u sredini drugog polja

### 3.4. Ispis sila za dimenzioniranje

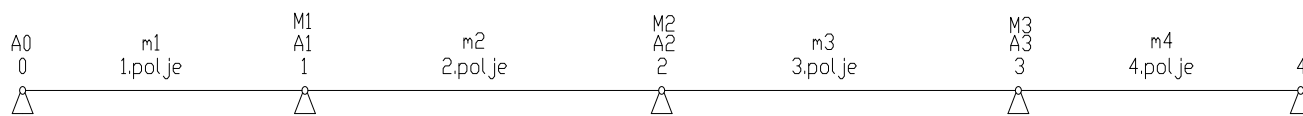
Nakon provedenog statičkog proračuna dobivene su maksimalne i minimalne vrijednosti unutarnjih sila potrebne za dimenzioniranje armature. Navedene vrijednosti popisane su niže u Tablici 5, a raspodjela unutarnjih sila na nosaču prikazana je Slikom 18.

Tablica 5. Mjerodavne sile za dimenzioniranje

MJERODAVNE SILE ZA DIMENZIONIRANJE		Reakcije					Momenti nad ležajima		
		kN					kNm		
opterećenje		A0	A1	A2	A3	A4	M1	M2	M3
stalno	-	96,00	324,50	329,40	324,50	96,00	-315,9	-332	-316
kont. korisno	min	-5,13	-6,27	-4,41	-6,27	-5,13	-81,7	-92,5	-81,7
	max	25,7	78,4	83,2	42,23	25,7	12,8	8,77	12,8
konc. sile od kotača	min	-19,1	42,51	-20,3	42,51	-19,1	-63,6	-172	-63,6
	max	148,8	180,2	109,8	180,2	148,8	-181,7	40,3	-182

MJERODAVNE SILE ZA DIMENZIONIRANJE		Momenti u polju				Poprečne sile							
		kNm				kN							
opterećenje		m1	m2	m3	m4	T0	T1l	T1d	T2l	T2d	T3l	T3d	T4
stalno	-	169,5	166,1	166,1	169,5	96	-162,5	162	-165	164,7	-162	162,5	-96
kont. korisno	min	-48,7	-32	-32	-48,7	-5,13	-37,78	-37,8	-41,6	3,48	-37,8	-1,35	-5,13
	max	53,9	63,2	63,2	53,9	25,7	-37,80	40,60	-41,6	41,6	40,6	-37,8	25,7
konc. sile od kotača	min	-181	-172	-172	-181	-19,1	-19,1	6,7	6,71	-1,8	6,7	-19,1	-19,1
	max	324,9	331	331	324,9	148,8	-172,7	93,1	-91,5	-91,5	93,1	-172,7	148,8

\* za dimenzioniranje su korištene apsolutne vrijednosti



Slika 18. Raspodjela unutarnjih sila na nosaču

## 4. DIMENZIONIRANJE ARMATURE

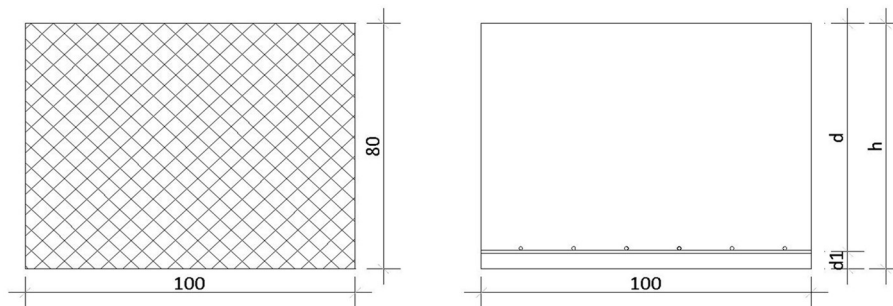
### 4.1. Značajke materijala i presjeka

Materijal:

Beton: C30/37

Čelik: B500B

Poprečni presjek:



Slika 19. Poprečni presjek nosača

Visina presjeka:	$h = 80 \text{ cm}$
Zaštitni sloj betona:	$c = 5 \text{ cm}$ - za suhi okoliš
Udaljenost do težišta armature:	$d_1 = c + \Phi_{\text{VILICE}} + \frac{\Phi_{\text{ARM}}}{2} = 5 + 1,2 + \frac{2,8}{2} = 7,6 \text{ cm}$
Statička visina presjeka:	$d = h - d_1 = 80 - 7,6 = 72,4 \text{ cm}$
Proračunska širina presjeka	$b = 100 \text{ cm}$

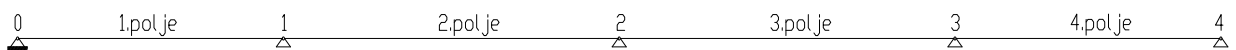
$f_{cd}$  - računski čvrstoća betona

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30,0}{1,5} = 20 \text{ N/mm}^2 \quad (4.1-1)$$

$$f_{cd} = 2 \text{ kN/cm}^2$$

$f_{yd}$  - računski čvrstoća čelika

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \text{ N/mm}^2 = 43,48 \text{ kN/cm}^2 \quad (4.1-2)$$



Slika 20. Nosač

## 4.2 Dimenzioniranje na savijanje – uzdužna armatura

\*proračun je odrađen prema izvoru [6]

### POZICIJA 1 – presjek u polju prvog i četvrtog raspona mosta

a) *Armatura donje zone*

**Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja kod doseganja granične nosivosti:**

$$M_{sd} = 1,35 \cdot M_g + 1,5 \cdot (M_q + M_Q) = 1,35 \cdot 169,5 + 1,5 \cdot (53,9 + 324,9) = 797,03 \text{ kNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{79703}{100 \cdot 72,4^2 \cdot 2} = 0,076 < \mu_{Rd,max} = 0,316 \quad (4.1-3)$$

Za  $\mu_{sd} = 0,077$  očitano:

$$\zeta = 0,944$$

$$\xi = 0,153$$

$$\varepsilon_{s1} = 10,0 \text{ ‰}$$

$$\varepsilon_{c2} = -1,8 \text{ ‰}$$

**Potrebna površina armature u polju:**

$$A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{79703}{0,944 \cdot 72,4 \cdot 43,5} = 26,80 \text{ cm}^2/\text{m}' \quad (4.1-4)$$

Provjera da li se odabrana armatura nalazi u rasponu minimalno i maksimalno dopuštene količine.

**Minimalna dopuštena armatura:**

$$1. \quad A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 0,26 \cdot \frac{0,29}{50} \cdot 100 \cdot 72,4 = 10,92 \text{ cm}^2 \quad (4.1-5)$$

$$2. \quad A_{s,min} = 0,0013 \cdot b \cdot d = 0,0013 \cdot 100 \cdot 72,4 = 9,41 \text{ cm}^2 \quad (4.1-6)$$

**Maksimalna dopuštena armatura:**

$$1. \quad A_{s,max} = 0,022 \cdot A_c = 0,022 \cdot b \cdot h = 0,022 \cdot 100 \cdot 0,8 = 176 \text{ cm}^2 \quad (4.1-7)$$

$$2. \quad A_{s,max} = \omega_{lim} \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,365 \cdot 100 \cdot 72,4 \cdot \frac{20}{434,78} = 121,56 \text{ cm}^2 \quad (4.1-8)$$

Glavna armatura *POLJE 1,4*

**ODABRANO:** 8  $\phi$ 22/12,50 cm (30,40 cm<sup>2</sup>/m')

Odabrana armatura zadovoljava:

$$A_{s,\min} < A_s < A_{s,\max} \quad 10,92 < 30,40 < 176 \quad (4.1-9)$$

Razdjelna armatura:

$$A_{s,\text{raz}} = 0,2 \cdot A_s = 0,2 \cdot 30,40 = 6,08 \text{ cm}^2/\text{m}' \quad (4.1-10)$$

Razdjelna armatura *POLJE 1,4*

**ODABRANO:** 8  $\phi$ 14/12,50cm (12,31 cm<sup>2</sup>/m') > 6,08 cm<sup>2</sup>/m'

### *b) Armatura gornje zone*

- gornja zona-> tlačna zona

- odabrana konstruktivna armatura  $\phi$ 14/20 cm

#### Armatura ruba ploče

- rub ploče (u poprečnom smislu) više je opterećen

- potrebno pojačanje glavne uzdužne armature za 15%

- pojačana armatura postavlja se na 20% širine ploče, obostrano

Izračun:

$$0,2 \times 6,5 \text{ m} = 1,3 \text{ m}$$

$$1,15 \times 30,40 \text{ cm}^2 = 34,96 \text{ cm}^2$$

Glavna uzdužna armatura uz rub ploče :

$$10 \phi 22/10 \text{ cm} (37,99 \text{ cm}^2/\text{m}')$$

Ukupna duljina rasponskog sklopa :

$$9,5 \text{ m} + 2 \times 0,3 \text{ m} = 10,1 \text{ m}$$

Duljina uzdužne armature:

$$10,1 \text{ m} - 2 \times 0,05 \text{ m} = 10,00 \text{ m}$$



## Proračun duljine prijeklopa i vilica

- odabran način nastavljanja armature je preklapanjem

Određivanje dužine nastavljanja:

$$l_s = l_{bd} \cdot \alpha_1 \quad (4.1-11)$$

$$l_{bd} = \frac{ds}{4} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{bd}} \quad (4.1-12)$$

$l_s$  – duljina preklapanja

$l_{bd}$  – duljina sidrenja

$\alpha_1 = 1,4$  (tablična vrijednost)

$ds$  – promjer šipke

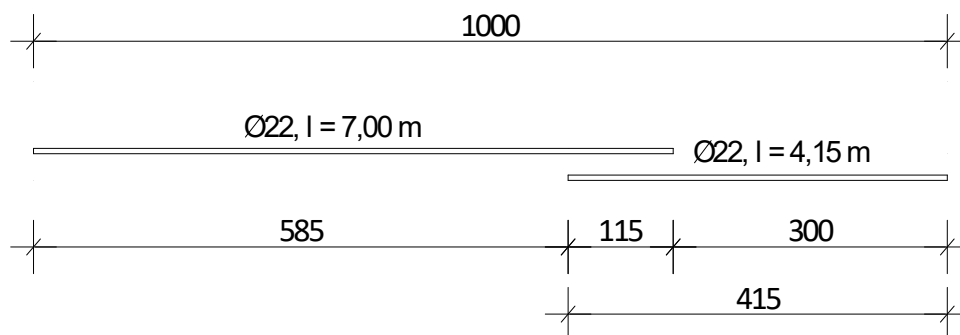
$f_{yd}$  – računaska čvrstoća čelika (tablična vrijednost)

$f_{bd}$  – proračunska čvrstoća prionjivosti armature

$$l_{bd} = \frac{ds}{4} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{bd}} = \frac{22}{4} \cdot \frac{434,78}{3} = 797,1 \text{ mm}$$

$$l_s = l_{bd} \cdot \alpha_1 = 797,1 \cdot 1,4 = 1115,94 \text{ mm} \cong 1,15 \text{ m}$$

- osnovna duljina šipke -> odabrano 7,00 m



Slika 21. Glavna uzdužna armatura polja 1-4

### Dimenzioniranje vilica

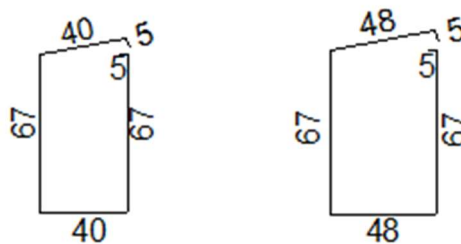
- $\phi 14$ , dvorezne ( $m=2$ )
- razmak od 20 cm, uz rube ploče po cijeloj duljini nosača
- razmak u poprečnom smislu: 2 kom u 1 m širine

- dimenzije vilica diktira raspored glavne armature -  $\phi 22/12,50$  cm osno

Visina vilice:

$h = d_{p1} - 2 \times \text{zaštitni sloj betona} - 2 \times \phi 14 \text{ razdjelne armature}$

$h = 80 \text{ cm} - 2 \times 5 \text{ cm} - 2 \times 1,4 \text{ cm} = 67,2 \text{ cm} \cong 67 \text{ cm}$



Slika 22. Vilice za armaturu

Raspored vilica:

- uz ležaje na 20 cm, u zoni 3 m od kraja
- u središnjem dijelu raspona na 25 cm
- minimalno 4 vilice po  $m^2$  površine
- na svim dijelovima 2 vilice u 1m širine

## POZICIJA 2 – presjek u polju drugog i trećeg raspona mosta

### a) Armatura donje zone

#### **Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja kod dosezanja granične nosivosti:**

$$M_{sd} = 1,35 \cdot M_g + 1,5 \cdot (M_q + M_Q) = 1,35 \cdot 166,1 + 1,5 \cdot (63,2 + 331) = 815,54 \text{ kNm}$$

$$\mu_{sd} = \frac{M_{sd}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{81554}{100 \cdot 72,4^2 \cdot 2} = 0,078 < \mu_{Rd,max} = 0,316 \quad (4.1-3)$$

Za  $\mu_{sd} = 0,083$  očitano:

$$\zeta = 0,940$$

$$\xi = 0,160$$

$$\varepsilon_{s1} = 10,0\text{‰}$$

$$\varepsilon_{c2} = -1,9\text{‰}$$

#### **Potrebna površina armature u polju:**

$$A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{81554}{0,940 \cdot 72,4 \cdot 43,5} = 27,55 \text{ cm}^2/\text{m}' \quad (4.1-4)$$

Provjera da li se odabrana armatura nalazi u rasponu minimalno i maksimalno dopuštene količine.

#### **Minimalna dopuštena armatura:**

$$1. \quad A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 0,26 \cdot \frac{0,29}{50} \cdot 100 \cdot 72,4 = 10,92 \text{ cm}^2 \quad (4.1-5)$$

$$2. \quad A_{s,min} = 0,0013 \cdot b \cdot d = 0,0013 \cdot 100 \cdot 72,4 = 9,41 \text{ cm}^2 \quad (4.1-6)$$

#### **Maksimalna dopuštena armatura:**

$$1. \quad A_{s,max} = 0,022 \cdot A_c = 0,022 \cdot b \cdot h = 0,022 \cdot 100 \cdot 0,8 = 176 \text{ cm}^2 \quad (4.1-7)$$

$$2. \quad A_{s,max} = \omega_{lim} \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,365 \cdot 100 \cdot 72,4 \cdot \frac{20}{434,78} = 121,56 \text{ cm}^2 \quad (4.1-8)$$

Glavna armatura *POLJE 2,3*

**ODABRANO:** 8  $\phi 22/12,50 \text{ cm}$  (30,40  $\text{cm}^2/\text{m}'$ )

Odabrana armatura zadovoljava:

$$A_{s,\min} < A_s < A_{s,\max} \quad 10,92 < 30,40 < 176 \quad (4.1-9)$$

Razdjelna armatura:

$$A_{s,\text{raz}} = 0,2 \cdot A_s = 0,2 \cdot 30,40 = 6,08 \text{ cm}^2/\text{m}' \quad (4.1-10)$$

Razdjelna armatura *POLJE 1,4*

**ODABRANO:** 8  $\phi$ 14/12,50cm (12,31 cm<sup>2</sup>/m') > 6,08 cm<sup>2</sup>/m'

*a) Armatura gornje zone*

- gornja zona-> tlačna zona
- odabrana konstruktivna armatura  $\phi$ 14/20 cm

Armatura ruba ploče

- rub ploče (u poprečnom smislu) više je opterećen
- potrebno pojačanje glavne uzdužne armature za 15%
- pojačana armatura postavlja se na 20% širine ploče, obostrano

Izračun:

$$0,2 \times 6,5 \text{ m} = 1,3 \text{ m}$$

$$1,15 \times 30,40 \text{ cm}^2 = 34,96 \text{ cm}^2$$

Glavna uzdužna armatura uz rub ploče :

$$10 \phi 22/10 \text{ cm} (37,99 \text{ cm}^2/\text{m}')$$

Ukupna duljina rasponskog sklopa :

$$12,00 \text{ m} + 2 \times 0,3 \text{ m} = 12,6 \text{ m}$$

Duljina uzdužne armature:

$$12,6 \text{ m} - 2 \times 0,05 \text{ m} = 12,5 \text{ m}$$

## Proračun dužine prijeklopa i sidrenja

- odabran način nastavljanja armature je preklapanjem

Određivanje dužine nastavljanja:

$$l_s = l_{bd} \cdot \alpha_1 \quad (4.1-11)$$

$$l_{bd} = \frac{ds}{4} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{bd}} \quad (4.1-12)$$

$l_s$  – duljina preklapanja

$l_{bd}$  – duljina sidrenja

$\alpha_1 = 1,4$  (tablična vrijednost)

$ds$  – promjer šipke

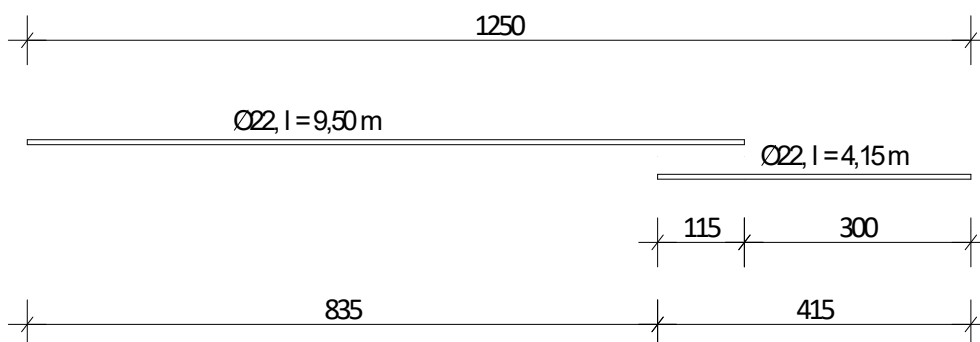
$f_{yd}$  – računaska čvrstoća čelika (tablična vrijednost)

$f_{bd}$  – proračunska čvrstoća prionjivosti armature

$$l_{bd} = \frac{ds}{4} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{bd}} = \frac{22}{4} \cdot \frac{434,78}{3} = 797,1 \text{ mm}$$

$$l_s = l_{bd} \cdot \alpha_1 = 797,1 \cdot 1,4 = 1115,94 \text{ mm} \cong 1,15 \text{ m}$$

- osnovna duljina šipke -> odabrano 9,50 m



Slika 23. Glavna uzdužna armatura polja 2-3

Određivanje dužine sidrenja armature:

Proračunska duljina sidrenja:  $l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{bd,rqd} \geq l_{b,min}$  (4.1-13)

Osnovna duljina sidrenja:  $l_{bd} = \frac{\phi}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}}$  (4.1-14)

Gdje je:  $\phi$  - profil armature,

$\sigma_{sd} = f_{yd}$  - proračunsko naprezanje šipke,

$f_{bd}$  - proračunska čvrstoća prijanjanja,

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5$  - koeficijenti iz tablice 4.14 (skripta prema EN-u)

$l_{b,min} \geq \max(0.3 \cdot l_{bd,rqd}; 10\phi; 100 \text{ mm})$

-za razred betona C30/37, čelik B500B te dobre uvjete prijanjanja:  $f_{bd} = 3,0 \text{ N/mm}^2$

**-profil  $\phi 14 \text{ mm}$ :**

$$l_{bd,rqd} = \frac{\phi}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = \frac{1.4}{4} \cdot \frac{43.478}{0.3} = 50,72 \text{ cm}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{bd,rqd} = 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 50,72 = 50,72$$

$$l_{bd} = 55 \text{ cm}$$

$$l_{b,min} \geq \max(0.3 \cdot 55 = 16,5\text{cm}; 10\phi=14\text{cm}; 10\text{cm})$$

\* uvjet zadovoljen

usvojeno  $l_{bd} = 55 \text{ cm}$

### Dimenzioniranje vilica

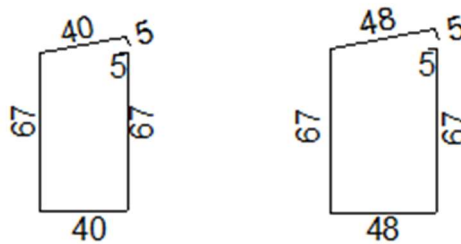
- $\phi 14$ , dvorezne ( $m=2$ )
- razmak od 20 cm, uz rube ploče po cijeloj duljini nosača
- razmak u poprečnom smislu: 2 kom u 1 m širine

- dimenzije vilica diktira raspored glavne armature -  $\phi 22/12,50$  cm osno

visina vilice:

$h = d_{p1} - 2 \times \text{zaštitni sloj betona} - 2 \times \phi 14 \text{ razdjelne armature}$

$h = 80 \text{ cm} - 2 \times 5 \text{ cm} - 2 \times 1,4 \text{ cm} = 67,2 \text{ cm} \cong 67 \text{ cm}$



Slika 22. Vilice za armaturu

Raspored vilica:

- uz ležaje na 20 cm, u zoni 3 m od kraja
- u središnjem dijelu raspona na 25 cm
- minimalno 4 vilice po  $m^2$  površine
- na svim dijelovima 2 vilice u 1m širine

### POZICIJA 3 - Presjek nad drugim i četvrtim osloncem mosta - armatura gornje zone

#### **Maksimalni računski moment savijanja nad ležajem:**

$$M_{sd} = 1,35 \cdot M_g + 1,5 \cdot (M_q + M_Q) = 1,35 \cdot 315,9 + 1,5 \cdot (81,7 + 181,7) = 821,57 \text{ kNm}$$

#### **Maksimalna računska reakcija nad ležajem:**

$$R_{sd} = 1,35 \cdot R_g + 1,5 \cdot (R_q + R_Q) = 1,35 \cdot 162,5 + 1,5 \cdot (37,8 + 172,7) = 535,13 \text{ kN}$$

#### **Redukcija momenta savijanja nad ležajem pretpostavljene širine $t = 40 \text{ cm}$**

$$\Delta M_{sd} = \frac{R_{sd} \cdot t}{8} \quad (t = 40 \text{ cm} - \text{širina ležaja}) \quad (4.1-15)$$

$$\Delta M_{sd} = \frac{535,13 \cdot 0,4}{8} = 26,76 \frac{\text{kNm}}{\text{m}'} \quad (4.1-16)$$

#### **Reducirani moment na ležaju:**

$$M_{sd,red} = M_{sd} - \Delta M_{sd} \quad (4.1-17)$$

$$M_{sd,red} = -(821,57 - 26,76) = -794,81 \frac{\text{kNm}}{\text{m}'}$$

#### **Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja kod dosezanja granične nosivosti:**

$$\mu = \frac{M_{sd}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{161539}{100 \cdot 72,4^2 \cdot 2} = 0,076 < \mu_{Rd,max} = 0,316 \quad (4.1-3)$$

Za  $\mu_{sd} = 0,077$  očitano:

$$\zeta = 0,944$$

$$\xi = 0,153$$

$$\varepsilon_{s1} = 10,0 \text{ ‰}$$

$$\varepsilon_{c2} = -1,8 \text{ ‰}$$



**Potrebna površina armature ležaja:**

$$A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{79481}{0,944 \cdot 72,4 \cdot 43,5} = 26,73 \text{ cm}^2/\text{m}' \quad (4.1-4)$$

**Minimalna dopuštena armatura:**

$$1. \quad A_{s,\min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 0,26 \cdot \frac{0,29}{50} \cdot 100 \cdot 72,4 = 10,92 \text{ cm}^2 \quad (4.1-5)$$

$$2. \quad A_{s,\min} = 0,0013 \cdot b \cdot d = 0,0013 \cdot 100 \cdot 72,4 = 9,41 \text{ cm}^2 \quad (4.1-6)$$

**Maksimalna dopuštena armatura:**

$$1. \quad A_{s,\max} = 0,022 \cdot A_c = 0,022 \cdot b \cdot h = 0,022 \cdot 100 \cdot 0,8 = 176 \text{ cm}^2 \quad (4.1-7)$$

$$2. \quad A_{s,\max} = \omega_{\lim} \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,365 \cdot 100 \cdot 72,4 \cdot \frac{20}{434,78} = 121,56 \text{ cm}^2 \quad (4.1-8)$$

Glavna armatura *LEŽAJA SI=S3*

**ODABRANO:** 8  $\phi 22/12,50 \text{ cm}$  ( $30,40 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

Odabrana armatura zadovoljava:

$$A_{s,\min} < A_s < A_{s,\max} \quad 10,92 < 30,40 < 176 \quad (4.1-9)$$

Razdjelna armatura:

$$A_{s,\text{raz}} = 0,2 \cdot A_s = 0,2 \cdot 30,40 = 6,08 \text{ cm}^2/\text{m}' \quad (4.1-10)$$

Razdjelna armatura ležaj *SI=S3*

**ODABRANO:** 6  $\phi 14/16,67 \text{ cm}$  ( $9,23 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )  $> 6,08 \text{ cm}^2/\text{m}'$

## POZICIJA 4 - Presjek nad trećim osloncem mosta - armatura gornje zone

### **Maksimalni računski moment savijanja nad ležajem:**

$$M_{sd} = 1,35 \cdot M_g + 1,5 \cdot (M_q + M_Q) = 1,35 \cdot 332 + 1,5 \cdot (92,5 + 172,4) = 844,55 \text{ kNm}$$

### **Maksimalna računska reakcija nad ležajem:**

$$R_{sd} = 1,35 \cdot R_g + 1,5 \cdot (R_q + R_Q) = 1,35 \cdot 164,7 + 1,5 \cdot (41,6 + 91,5) = 422 \text{ kN}$$

### **Redukcija momenta savijanja nad ležajem pretpostavljene širine $t = 40 \text{ cm}$**

$$\Delta M_{sd} = \frac{R_{sd} \cdot t}{8} \quad (t = 40 \text{ cm} - \text{širina ležaja}) \quad (4.1-15)$$

$$\Delta M_{sd} = \frac{844,55 \cdot 0,4}{8} = 21,1 \frac{\text{kNm}}{\text{m}} \quad (4.1-16)$$

### **Reducirani moment na ležaju:**

$$M_{sd,red} = M_{sd} - \Delta M_{sd} \quad (4.1-17)$$

$$M_{sd,red} = -(844,55 - 21,1) = -823,45 \frac{\text{kNm}}{\text{m}}$$

### **Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja kod doseganja granične nosivosti:**

$$\mu = \frac{M_{sd}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{82345}{100 \cdot 72,4^2 \cdot 2} = 0,079 < \mu_{Rd,max} = 0,316 \quad (4.1-18)$$

Za  $\mu_{sd} = 0,083$  očitano:

$$\zeta = 0,940$$

$$\xi = 0,160$$

$$\varepsilon_{s1} = 10,0 \text{ ‰}$$

$$\varepsilon_{c2} = -1,9 \text{ ‰}$$

### **Potrebna površina armature ležaja:**

$$A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{80232}{0,940 \cdot 72,4 \cdot 43,5} = 27,82 \text{ cm}^2/\text{m}' \quad (4.1-4)$$

**Minimalna dopuštena armatura:**

$$1. \quad A_{s,\min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 0,26 \cdot \frac{0,29}{50} \cdot 100 \cdot 72,4 = 10,92 \text{ cm}^2 \quad (4.1-5)$$

$$2. \quad A_{s,\min} = 0,0013 \cdot b \cdot d = 0,0013 \cdot 100 \cdot 72,4 = 9,41 \text{ cm}^2 \quad (4.1-6)$$

**Maksimalna dopuštena armatura:**

$$1. \quad A_{s,\max} = 0,022 \cdot A_c = 0,022 \cdot b \cdot h = 0,022 \cdot 100 \cdot 0,8 = 176 \text{ cm}^2 \quad (4.1-7)$$

$$2. \quad A_{s,\max} = \omega_{\lim} \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,365 \cdot 100 \cdot 72,4 \cdot \frac{20}{434,78} = 121,56 \text{ cm}^2 \quad (4.1-8)$$

Glavna armatura *LEŽAJA S2*

**ODABRANO:** 8  $\phi 22/12,50 \text{ cm}$  ( $30,40 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )

Odabrana armatura zadovoljava:

$$A_{s,\min} < A_s < A_{s,\max} \quad 13,55 < 30,40 < 106,16 \quad (4.1-9)$$

Razdjelna armatura:

$$A_{s,\text{raz}} = 0,2 \cdot A_s = 0,2 \cdot 30,40 = 6,08 \text{ cm}^2/\text{m}' \quad (4.1-10)$$

Razdjelna armatura *LEŽAJA S2*

**ODABRANO:** 6  $\phi 14/16,67 \text{ cm}$  ( $9,23 \text{ cm}^2/\text{m}'$ )  $> 6,08 \text{ cm}^2/\text{m}'$

## POZICIJA 5 - Presjek nad prvim i krajnjim osloncem mosta - armatura gornje zone

**Maksimalni računski moment savijanja nad krajnjim ležajem pretpostavlja se da je 25% momenta savijanja iz prvog polja:**

$$M_{Ed} = 0,25 \cdot 797,03 = 199,26 \text{ kNm}$$

**Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja kod doseganja granične nosivosti:**

$$\mu = \frac{M_{sd}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{19926}{100 \cdot 72,4^2 \cdot 2} = 0,019 < \mu_{Rd,max} = 0,316 \quad (4.1-3)$$

Za  $\mu_{sd} = 0,021$  očitano:

$$\zeta = 0,974$$

$$\xi = 0,074$$

$$\varepsilon_{s1} = 10,0 \text{ ‰}$$

$$\varepsilon_{c2} = -0,8 \text{ ‰}$$

**Potrebna površina armature ležaja:**

$$A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{19926}{0,974 \cdot 72,4 \cdot 43,5} = 6,5 \text{ cm}^2/\text{m}' \quad (4.1-4)$$

**Minimalna dopuštena armatura:**

$$1. A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 0,26 \cdot \frac{0,29}{50} \cdot 100 \cdot 72,4 = 10,92 \text{ cm}^2 \quad (4.1-5)$$

$$2. A_{s,min} = 0,0013 \cdot b \cdot d = 0,0013 \cdot 100 \cdot 72,4 = 9,41 \text{ cm}^2 \quad (4.1-6)$$

**Maksimalna dopuštena armatura:**

$$1. A_{s,max} = 0,022 \cdot A_c = 0,022 \cdot b \cdot h = 0,022 \cdot 100 \cdot 0,8 = 176 \text{ cm}^2 \quad (4.1-7)$$

$$2. A_{s,max} = \omega_{lim} \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,365 \cdot 100 \cdot 72,4 \cdot \frac{20}{434,78} = 121,56 \text{ cm}^2 \quad (4.1-8)$$

Glavna armatura ležaja na upornjaku U1 i U2

**ODABRANO:** 8  $\phi$ 14/12,50 cm (12,31 cm<sup>2</sup>/m')

Odabrana armatura zadovoljava:

$$A_{s,\min} < A_s < A_{s,\max} \quad 10,92 < 12,31 < 176 \quad (4.1-9)$$

Razdjelna armatura:

$$A_{s,\text{raz}} = 0,2 \cdot A_s = 0,2 \cdot 12,31 = 2,46 \text{ cm}^2/\text{m}' \quad (4.1-10)$$

Razdjelna armatura *LEŽAJA NA UPORNJAKU U1 i U2*

**ODABRANO:** 6  $\phi$ 14/16,67cm (9,23 cm<sup>2</sup>/m') > 6,08 cm<sup>2</sup>/m'

### 4.3. Dimenzioniranje na poprečne sile – poprečna armatura

POZICIJA 6 – Ležaj nad prvim osloncem desno i posljednjim lijevo:

**Računska poprečna sila na udaljenosti a od ležaja:**

$$a = \frac{b_0}{2} + d = \frac{40}{2} + 72,4 = 92,4 \text{ cm} \quad (4.3-1)$$

$$V_{Sd} = 1,35 \cdot V_g + 1,5 \cdot (V_q + V_Q) = 1,35 \cdot 96,0 + 1,5 \cdot (25,7 + 148,8) = 391,35 \text{ kN}$$

$$V'_{Sd} = V_{Sd} - a \cdot (\gamma_G \cdot g + \gamma_Q \cdot q) \quad (4.3-2)$$

$$V'_{Sd} = 391,35 - 0,924 \cdot (1,35 \cdot 27,22 + 1,5 \cdot 6,15) = 348,87 \text{ kN}$$

**Nosivost na poprečne sile preko betona i uzdužne armature:**

$$V_{Rd1} = [\tau_{Rd} \cdot k \cdot (1,2 + 40 \cdot \rho_1) + 0,15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d \quad (4.3-3)$$

$$\tau_{Rd} = \frac{0,034 \text{ kN}}{\text{cm}^2} - \text{nosivost na posmik}$$

$$k = 1,6 - d = 1,6 - 0,724 = 0,88 < 1,0 \quad (4.3-4)$$

*Pravilo: najmanje četvrtina vlačne armature se sidri iza krajnjeg ležaja (EC2)*

$$A_{s1} = 30,40/2 = 15,20 \text{ cm}^2$$

$b_w$  – širina presjeka (100 cm)

$$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b_w \cdot d} = \frac{15,20}{100 \cdot 72,4} = 0,00201 - \text{koeficijent armiranja uzdužne armature} \quad (4.3-5)$$

$\sigma_{cp} = 0,0 \text{ kN/cm}^2$  – javlja se samo ako postoji uzdužna sila

$$V_{Rd1} = [0,034 \cdot 1,0 \cdot (1,2 + 40 \cdot 0,00201) + 0,15 \cdot 0,0] \cdot 100 \cdot 72,4 = 315,18 \text{ kN}$$

$V'_{Sd} \geq V_{Rd1}$  - potreban je proračun poprečne armature

**Normirani postupak**

Nosivost na poprečne sile presjeka s vilicama

$$V_{Rd3} = V_{Rd1} + V_{wd} \quad (4.3-6)$$

$V_{wd}$  – doprinos poprečne armature

$V_{Rd1} = 315,18 \text{ kN}$  - dio poprečne sile koji prihvaća beton i uzdužna armatura

$$V_{wd} = \frac{A_{sw}}{s_w} \cdot 0,9 \cdot d \cdot f_{yd,w} \quad (4.3-7)$$

Pretpostavljamo: vilice  $\phi 14$  ( $A_{sw} = 1,54 \text{ cm}^2$ ), reznost  $m = 4$

$s_w$  – razmak spona (vilica) = 25 cm

$f_{yd,w}$  – granica popuštanja poprečne armature

$$V_{wd} = \frac{6,15}{25} \cdot 0,9 \cdot 72,4 \cdot 43,5 = 697,28 \text{ kN}$$

$$V_{Rd3} = V_{Rd1} + V_{wd} = 315,18 + 697,28 = 1012,46 \text{ kN} \quad (4.3-8)$$

*Minimalna poprečna armatura (maksimalni razmak vilica)*

- pretpostavljamo vilice  $\phi 14$ , reznost  $m = 4$ ,  $A_{sw} = 6,16 \text{ cm}^2$

1. uvjet:  $A_{sw,min} = \rho_{min} \cdot s_w \cdot b_w$ , gdje je: (4.3-9)

$\rho_{w,min}$  – minimalni koeficijent armiranja poprečne armature ovisno o kakvoći betona i čelika

$\rho_{w,min} = 0,0011$  – koeficijent armiranja za beton klase C30/37 i čelika B500B

$$s_{w,max} = \frac{A_{sw,min}}{\rho_{min} \cdot b_w} = \frac{6,16}{0,0011 \cdot 100} = 56 \text{ cm} \quad (4.3-10)$$

2. uvjet:  $V_{Rd2} = 0,5 \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z$ , gdje je: (4.3-11)

$v$  - koeficijent redukcije tlačne čvrstoće betonskih tlačnih štapova

$$v = 0,7 - \frac{f_{ck}}{200} = 0,7 - \frac{30}{200} = 0,55 \quad (4.3-12)$$

$b_w$  – najmanja širina presjeka u vlačnoj zoni, 100 cm

$$z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 72,4 = 65,16 \text{ cm} - \text{krak unutarnjih sila} \quad (4.3-13)$$

$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{1,5} = \frac{30}{1,5} = 2,0 \text{ kN/cm}^2$  - računski čvrstoća betona na tlak

$$V_{Rd2} = 0,5 \cdot 0,55 \cdot 2,0 \cdot 100 \cdot 65,16 = 3583,80 \text{ kN},$$

$$\text{- ako je: } V'_{Sd1} < \frac{1}{5} V_{Rd2} \Rightarrow 348,87 < 716,76 \quad (4.3-14)$$

$$s_{w,max} = 0,8 \cdot d = 0,8 \cdot 72,4 = 57,92 \text{ cm} > 25 \text{ cm} \quad (4.3-15)$$

Mjerodavni najveći razmak odabranih vilica  $\phi 14$ ,  $m = 4$ :  $s_{w,max} = 25,0 \text{ cm}$

**ODABRANO:** vilice  $\phi 14$ ;  $m = 4$  na razmaku 25 cm, maksimalni razmak  $s_{w,max} = 25 \text{ cm}$

## POZICIJA 7 – Ležaj nad drugim osloncem lijevo i trećim desno:

### **Računska poprečna sila na udaljenosti a od ležaja:**

$$a = \frac{b_0}{2} + d = \frac{40}{2} + 72,4 = 92,4 \text{ cm} \quad (4.3-1)$$

$$V_{Sd} = 1,35 \cdot V_g + 1,5 \cdot (V_q + V_Q) = 1,35 \cdot 162,5 + 1,5 \cdot (37,80 + 172,7) = 535,13 \text{ kN}$$

$$V'_{Sd} = V_{Sd} - a \cdot (\nu_G \cdot g + \nu_Q \cdot q) \quad (4.3-2)$$

$$V'_{Sd} = 535,13 - 0,924 \cdot (1,35 \cdot 27,22 + 1,5 \cdot 6,15) = 492,65 \text{ kN}$$

### **Nosivost na poprečne sile preko betona i uzdužne armature:**

$$V_{Rd1} = [\tau_{Rd} \cdot k \cdot (1,2 + 40 \cdot \rho_1) + 0,15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d \quad (4.3-3)$$

$$\tau_{Rd} = \frac{0,034 \text{ kN}}{\text{cm}^2} - \text{nosivost na posmik}$$

$$k = 1,6 - d = 1,6 - 0,724 = 0,88 < 1,0 \quad (4.3-4)$$

*Pravilo: najmanje četvrtina vlačne armature se sidri iza krajnjeg ležaja (EC2)*

$$A_{s1} = 30,40/2 = 15,20 \text{ cm}^2$$

$b_w$  – širina presjeka (100 cm)

$$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b_w \cdot d} = \frac{15,20}{100 \cdot 72,4} = 0,00201 - \text{koeficijent armiranja uzdužne armature} \quad (4.3-5)$$

$\sigma_{cp} = 0,0 \text{ kN/cm}^2$  – javlja se samo ako postoji uzdužna sila

$$V_{Rd1} = [0,034 \cdot 1,0 \cdot (1,2 + 40 \cdot 0,00201) + 0,15 \cdot 0,0] \cdot 100 \cdot 72,4 = 315,18 \text{ kN}$$

$V'_{Sd} \geq V_{Rd1}$  - potreban je proračun poprečne armature

### **Normirani postupak**

Nosivost na poprečne sile presjeka s vilicama

$$V_{Rd3} = V_{Rd1} + V_{wd} \quad (4.3-6)$$

$V_{wd}$  – doprinos poprečne armature

$V_{Rd1} = 315,18 \text{ kN}$  - dio poprečne sile koji prihvaća beton i uzdužna armatura

$$V_{wd} = \frac{A_{sw}}{s_w} \cdot 0,9 \cdot d \cdot f_{yd,w} \quad (4.3-7)$$



Pretpostavljamo: vilice  $\phi 14$  ( $A_{sw} = 1,54 \text{ cm}^2$ ), reznost  $m = 4$

$s_w$  – razmak spona (vilica) = 25 cm

$f_{yd,w}$  – granica popuštanja poprečne armature

$$V_{wd} = \frac{6,15}{25} \cdot 0,9 \cdot 72,4 \cdot 43,5 = 697,28 \text{ kN}$$

$$V_{Rd3} = V_{Rd1} + V_{wd} = 315,18 + 697,28 = 1012,46 \text{ kN}$$

*Minimalna poprečna armatura (maksimalni razmak vilica)*

- pretpostavljamo vilice  $\phi 14$ , reznost  $m = 4$ ,  $A_{sw} = 6,16 \text{ cm}^2$

1. uvjet:  $A_{sw,min} = \rho_{min} \cdot s_w \cdot b_w$ , gdje je: (4.3-9)

$\rho_{w,min}$  – minimalni koeficijent armiranja poprečne armature ovisno o  
kakvoći betona i čelika

$\rho_{w,min} = 0,0011$  – koeficijent armiranja za beton klase C30/37 i čelika  
B500B

$$s_{w,max} = \frac{A_{sw,min}}{\rho_{min} \cdot b_w} = \frac{6,16}{0,0011 \cdot 100} = 56 \text{ cm} \quad (4.3-10)$$

2. uvjet:  $V_{Rd2} = 0,5 \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z$ , gdje je: (4.3-11)

$v$  – koeficijent redukcije tlačne čvrstoće betonskih tlačnih štapova

$$v = 0,7 - \frac{f_{ck}}{200} = 0,7 - \frac{30}{200} = 0,55 \quad (4.3-12)$$

$b_w$  – najmanja širina presjeka u vlačnoj zoni, 100 cm

$$z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 72,4 = 65,16 \text{ cm} - \text{krak unutarnjih sila} \quad (4.3-13)$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{1,5} = \frac{30}{1,5} = 2,0 \text{ kN/cm}^2 - \text{računska čvrstoća betona na tlak}$$

$$V_{Rd2} = 0,5 \cdot 0,55 \cdot 2,0 \cdot 100 \cdot 65,16 = 3583,80 \text{ kN}$$

$$- \text{ ako je: } V'_{Sd1} < \frac{1}{5} V_{Rd2} \Rightarrow 348,87 < 716,76$$

$$s_{w,max} = 0,8 \cdot d = 0,8 \cdot 72,4 = 57,92 \text{ cm} > 25 \text{ cm} \quad (4.3-14)$$

Mjerodavni najveći razmak odabranih vilica  $\phi 14$ ,  $m = 4$ :  $s_{w,max} = 25,0 \text{ cm}$

**ODABRANO:** vilice  $\phi 14$ ;  $m = 4$  na razmaku 25 cm, maksimalni razmak  $s_{w,max} = 25 \text{ cm}$

## POZICIJA 8 – Ležaj nad trećim osloncem:

### **Računska poprečna sila na udaljenosti a od ležaja:**

$$a = \frac{b_0}{2} + d = \frac{40}{2} + 72,4 = 92,4 \text{ cm} \quad (4.3-1)$$

$$V_{Sd} = 1,35 \cdot V_g + 1,5 \cdot (V_q + V_Q) = 1,35 \cdot 164,7 + 1,5 \cdot (41,6 + 91,5) = 422 \text{ kN}$$

$$V'_{Sd} = V_{Sd} - a \cdot (\gamma_G \cdot g + \gamma_Q \cdot q) \quad (4.3-2)$$

$$V'_{Sd} = 422 - 0,924 \cdot (1,35 \cdot 27,22 + 1,5 \cdot 6,15) = 379,52 \text{ kN}$$

### **Nosivost na poprečne sile preko betona i uzdužne armature:**

$$V_{Rd1} = [\tau_{Rd} \cdot k \cdot (1,2 + 40 \cdot \rho_1) + 0,15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d \quad (4.3-3)$$

$$\tau_{Rd} = \frac{0,034 \text{ kN}}{\text{cm}^2} \text{ - nosivost na posmik}$$

$$k = 1,6 - d = 1,6 - 0,724 = 0,88 < 1,0 \quad (4.3-4)$$

*Pravilo: najmanje četvrtina vlačne armature se sidri iza krajnjeg ležaja (EC2)*

$$A_{s1} = 30,40/2 = 15,20 \text{ cm}^2$$

$b_w$  – širina presjeka (100 cm)

$$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b_w \cdot d} = \frac{15,20}{100 \cdot 72,4} = 0,00201 \text{ - koeficijent armiranja uzdužne armature} \quad (4.3-5)$$

$\sigma_{cp} = 0,0 \text{ kN/cm}^2$  – javlja se samo ako postoji uzdužna sila

$$V_{Rd1} = [0,034 \cdot 1,0 \cdot (1,2 + 40 \cdot 0,00201) + 0,15 \cdot 0,0] \cdot 100 \cdot 72,4 = 315,18 \text{ kN}$$

$V'_{Sd} \geq V_{Rd1}$  - potreban je proračun poprečne armature

### **Normirani postupak**

Nosivost na poprečne sile presjeka s vilicama

$$V_{Rd3} = V_{Rd1} + V_{wd} \quad (4.3-6)$$

$V_{wd}$  – doprinos poprečne armature

$V_{Rd1} = 315,18 \text{ kN}$  - dio poprečne sile koji prihvaća beton i uzdužna armatura

$$V_{wd} = \frac{A_{sw}}{s_w} \cdot 0,9 \cdot d \cdot f_{yd,w} \quad (4.3-7)$$

Pretpostavljamo: vilice  $\phi 14$  ( $A_{sw} = 1,54 \text{ cm}^2$ ), reznost  $m = 4$

$s_w$  - razmak spona (vilica) = 25 cm

$f_{yd,w}$  - granica popuštanja poprečne armature

$$V_{wd} = \frac{6,15}{25} \cdot 0,9 \cdot 72,4 \cdot 43,5 = 697,28 \text{ kN}$$

$$V_{Rd3} = V_{Rd1} + V_{wd} = 315,18 + 697,28 = 1012,46 \text{ kN}$$

*Minimalna poprečna armatura (maksimalni razmak vilica)*

- pretpostavljamo vilice  $\phi 14$ , reznost  $m = 4$ ,  $A_{sw} = 6,16 \text{ cm}^2$

1. uvjet:  $A_{sw,min} = \rho_{min} \cdot s_w \cdot b_w$ , gdje je: (4.3-9)

$\rho_{w,min}$  - minimalni koeficijent armiranja poprečne armature ovisno o  
kakvoći betona i čelika

$\rho_{w,min} = 0,0011$  - koeficijent armiranja za beton klase C30/37 i čelika  
B500B

$$s_{w,max} = \frac{A_{sw,min}}{\rho_{min} \cdot b_w} = \frac{6,16}{0,0011 \cdot 100} = 56 \text{ cm} \quad (4.3-10)$$

2. uvjet:  $V_{Rd2} = 0,5 \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z$ , gdje je: (4.3-11)

$v$  - koeficijent redukcije tlačne čvrstoće betonskih tlačnih štapova

$$v = 0,7 - \frac{f_{ck}}{200} = 0,7 - \frac{30}{200} = 0,55 \quad (4.3-12)$$

$b_w$  - najmanja širina presjeka u vlačnoj zoni, 100 cm

$$z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 72,4 = 65,16 \text{ cm} - \text{krak unutarnjih sila} \quad (4.3-13)$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{1,5} = \frac{30}{1,5} = 2,0 \text{ kN/cm}^2 - \text{računska čvrstoća betona na tlak}$$

$$V_{Rd2} = 0,5 \cdot 0,55 \cdot 2,0 \cdot 100 \cdot 65,16 = 3583,80 \text{ kN}$$

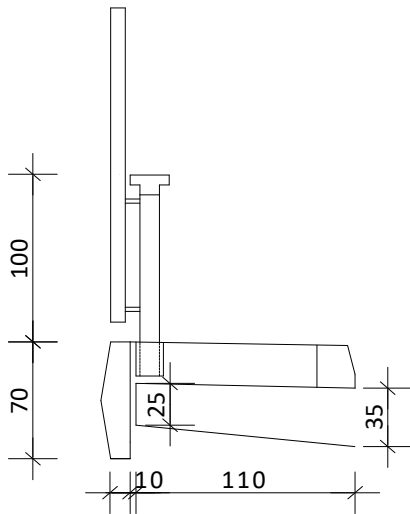
$$- \text{ ako je: } V'_{sd1} < \frac{1}{5} V_{Rd2} \Rightarrow 348,87 < 716,76$$

$$s_{w,max} = 0,8 \cdot d = 0,8 \cdot 72,4 = 57,92 \text{ cm} > 25 \text{ cm} \quad (4.3-14)$$

Mjerodavni najveći razmak odabranih vilica  $\phi 12$ ,  $m = 4$ :  $s_{w,max} = 25,0 \text{ cm}$

**ODABRANO:** vilice  $\phi 14$ ;  $m = 4$  na razmaku 25 cm, maksimalni razmak  $s_{w,max} = 25 \text{ cm}$

#### 4.4. Proračun konzole



Slika 24. Detalj konzole

- pješačka staza  $2 \times (0,275 \text{ m} + 0,055 \text{ m}) \times 25 \text{ kN/m}^3 = 16,5 \text{ kN/m'}$
  - vijenac  $2 \times 0,062 \text{ m}^2 \times 25 \text{ kN/m}^3 = 3,1 \text{ kN/m'}$
  - ograda  $0,50 \text{ kN/m' } \times 2 = 1,00 \text{ kN/m'}$
- stalno opterećenje  $\mathbf{g = 20,6 \text{ kN/m'}}$
- pokretno opterećenje - navala ljudi
- $\mathbf{Q = 5 \text{ kN/m}^2}$

$$M_g = \frac{20,6 \times 1,1}{2} = 11,33 \text{ kNm}$$

$$M_Q = \frac{5 \times 1,1}{2} = 2,75 \text{ kNm}$$

} po m širine

$$M_{sd} = 11,77 \times 1,35 + 2,75 \times 1,5 = 19,42 \text{ kNm}$$

- Visina presjeka:  $h = 33 \text{ cm}$
- Zaštitni sloj betona:  $c = 5 \text{ cm}$  - za suhi okoliš
- Udaljenost do težišta armature:  $d_1 = c + \Phi_{VILICE} + \frac{\Phi_{ARM}}{2} = 5 + 1,2 + \frac{2,8}{2} = 7,6 \text{ cm}$
- Statička visina presjeka:  $d = h - d_1 = 33 - 7,6 = 25,4 \text{ cm}$

**Bezdimenzionalni koeficijent momenta savijanja kod doseganja granične nosivosti:**

$$\mu = \frac{M_{sd}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{19420}{100 \cdot 24,9^2 \cdot 2} = 0,157 < \mu_{Rd,max} = 0,316 \quad (4.4-1)$$

Za  $\mu_{sd} = 0,159$  očitano:

$$\zeta = 0,892$$

$$\xi = 0,259$$

$$\varepsilon_{s1} = 10\text{‰}$$

$$\varepsilon_{c2} = -3,5 \text{‰}$$

**Potrebna površina armature u konzoli:**

$$A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{19420}{0,892 \cdot 24,9 \cdot 43,5} = 20,1 \text{ cm}^2/\text{m}' \quad (4.4-2)$$

**Minimalna dopuštena armatura:**

$$1. A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 0,26 \cdot \frac{0,29}{50} \cdot 100 \cdot 25,4 = 3,83 \text{ cm}^2 \quad (4.4-3)$$

$$2. A_{s,min} = 0,0013 \cdot b \cdot d = 0,0013 \cdot 100 \cdot 25,4 = 3,30 \text{ cm}^2 \quad (4.4-4)$$

**Maksimalna dopuštena armatura:**

$$1. A_{s,max} = 0,022 \cdot A_c = 0,022 \cdot b \cdot h = 0,022 \cdot 100 \cdot 33 = 72,6 \text{ cm}^2 \quad (4.4-5)$$

$$2. A_{s,max} = \omega_{lim} \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,365 \cdot 100 \cdot 25,4 \cdot \frac{20}{434,78} = 42,65 \text{ cm}^2 \quad (4.4-6)$$

**ODABRANO:** 12  $\phi 14$  /8,33 cm (21,54 cm<sup>2</sup>/m')

Odabrana armatura zadovoljava:

$$A_{s,min} < A_s < A_{s,max} \quad 3,83 < 21,54 < 72,6 \quad (4.4-7)$$

## 5. PREDMJER RADOVA

### a) DONJI USTROJ

Stavka	Opis radova	Mj	Količina
<b>1.</b>	<b>Zemljani radovi</b>		
1.1	Široki iskop do gornje kote temelja	m <sup>3</sup>	$3 \times (6,8 \times 1,5 \times 0,80 + 0,8 \times 0,8 / 2 \times 9,1) + 2 \times (10,00 \times 3,30 \times 0,8 + 0,8 \times 0,8 / 2 \times (9,90 \times 2 + 3,20 \times 2)) = 111,52 \text{ m}^3$
1.1.1	Iskop za temelje upornjaka	m <sup>3</sup>	$2 \times (10,0 \times 3,3 \times 1,1) = 72,60 \text{ m}^3$
1.1.2	Iskop za temelje stupa	m <sup>3</sup>	$3 \times (6,8 \times 3,1 \times 1,1) = 69,56 \text{ m}^3$
1.2	Zatrpavanje temelja	m <sup>3</sup>	$(111,52 + 72,60 + 69,56) - (9,50 \times 2,80 \times 2 + 6,30 \times 2,60 \times 3) = 151,34 \text{ m}^3$
1.3	Izrada nasipa iza zida upornjaka	m <sup>3</sup>	$6,70 \times 4,30 \times (5,65 - 2,62) = 87,29 \text{ m}^3$
1.4	Izrada pokosa nasipa uz upornjake	m <sup>3</sup>	$2 \times 2 \times (R^2 \times \frac{\pi}{3} \times \frac{H}{4}) = 4 \times 36,02 = 144,09 \text{ m}^3$
<b>2.</b>	<b>Pripremni radovi</b>		
2.1	Jarci za odvodnju drenaže iza upornjaka	m'	$4 \times 15 = 60 \text{ m}'$
2.2	Izvedba drenažnog sloja uz zidove i krila upornjaka	m <sup>3</sup>	$6,70 \times 3,83 \times 0,45 = 11,52 \text{ m}^3$
2.3	Izvedba drenaže upornjaka drenažnim PVC cijevima $\Phi 200$	m'	$2 \times 16,70 = 33,40 \text{ m}'$
2.4	Izvedba odvodnje sa zida upornjaka PVC cijevima $\Phi 80$	m'	$2 \times 0,5 = 1 \text{ m}$
<b>3.</b>	<b>Betonski radovi</b>		
3.1	Izrada sloja podložnog betona C12/15 u debljini 10 cm	m <sup>3</sup>	$5,32 + 4,91 = 10,23 \text{ m}^3$
3.2	Betoniranje temelja upornjaka i stupova betonom C30/37	m <sup>3</sup>	$2 \times (9,5 \times 2,8 \times 1,0) + 3 \times (2,6 \times 6,3 \times 1,0) = 102,34 \text{ m}^3$
3.3	Izrada zidova i krila upornjaka C30/37	m <sup>3</sup>	$4 \times (4,6 \times 1,20 \times 1,10) + 2 \times (7,7 \times 1,45 \times 0,5) + 7,30 \times 1,00 \times 2,64 + 0,20 \times 1,00 \times 1,18 + 2 \times 2,50 \times 0,9 \times 1,10 + 3,6 \times 2,5 \times 1,1 = 77,96 \text{ m}^3$
3.4	Izrada AB prijelaznih ploča na upornjacima, C30/37	m <sup>3</sup>	$2 \times 8,5 \times 4,0 \times 0,3 = 20,4 \text{ m}^3$
3.5	Izrada stupova od arm. betona C30/37	m <sup>3</sup>	$3 \times 2 \times 0,4^2 \times \pi \times 5,35 = 16,13 \text{ m}^3$
3.6	Izrada ležajnih kvadera ispod ležaja	m <sup>3</sup>	$10 \times (0,4 \text{ m} \times 0,4 \text{ m} \times 0,3 \text{ m}) = 0,48 \text{ m}^3$

<b>4. Armirački radovi</b>			
4.1.1	Armatura temelja upornjaka do uključivo $\Phi 12\text{mm}$	kg	$2 \times 2,80 \times 9,50 \times 1,00 \times 25 \text{kn/m}^3 = 1330 \text{ kg}$
4.1.2	Armatura temelja upornjaka preko $\Phi 12\text{mm}$	kg	$2 \times 2,80 \times 9,50 \times 1,00 \times 80 \text{kn/m}^3 = 4256 \text{ kg}$
4.2.1	Armatura temelja stupova do uključivo $\Phi 12\text{mm}$	kg	$2 \times 3 \times 6,3 \times 2,6 \times 1,00 \times 30 \text{kg/m}^3 = 1474,2 \text{ kg}$
4.2.2	Armatura temelja stupova preko $\Phi 12\text{mm}$	kg	$2 \times 3 \times 6,3 \times 2,6 \times 1,00 \times 85 \text{kg/m}^3 = 4176,9 \text{ kg}$
4.3.1	Armatura zidova i krila upornjaka do uključivo $\Phi 12\text{mm}$	kg	$Iz 3.3 = 77,96 \times 30 \text{ kg/m}^3 = 2338,8 \text{ kg}$
4.3.2	Armatura zidova i krila upornjaka preko $\Phi 12\text{mm}$	kg	$Iz 3.3 = 77,96 \times 60 \text{ kg/m}^3 = 4677,6 \text{ kg}$
4.4.1	Armatura prijelaznih ploča do uključivo $\Phi 12\text{mm}$	kg	$Iz 3.4 = 20,4 \times 50 \text{ kg/m}^3 = 1020 \text{ kg}$
4.4.2	Armatura prijelaznih ploča preko $\Phi 12\text{mm}$	kg	$Iz 3.4 = 18,49 \times 85 \text{ kg/m}^3 = 1571,65 \text{ kg}$
4.5.1	Armatura stupova do uključivo $\Phi 12\text{mm}$	kg	$6 \times 0,4^2 \times \pi \times 5,35 \times 35 \text{ kg/m}^3 = 564,445 \text{ kg}$
4.5.2	Armatura stupova preko $\Phi 12\text{mm}$	kg	$6 \times 0,4^2 \times \pi \times 5,35 \times 80 \text{ kg/m}^3 = 1290,16 \text{ kg}$
4.6	Armatura ležajnih istaka (kvadera) do $\Phi 12\text{mm}$	kg	$10 \times 20 \text{ kg} = 200 \text{ kg}$
<b>5. Završni i ostali radovi</b>			
5.1	Vertikalna hidroizolacija zidova i krila upornjaka	$\text{m}^2$	$2 \times 1,5 \times 7,7 + 4 \times 4,6 \times 1,2 + 4 \times 3,6 \times 2,5/2 + 4 \times 2,5 \times 0,9 + 4 \times 1,15 \times 1,2 + 2,5 \times 6,7 = 94,42 \text{ m}^2$
5.2	Horizontalna hidroizolacija konzola krila i vrha upornjaka	$\text{m}^2$	$4 \times 1,1 \times 4,6 + (2,8 \times 9,5 - 1,9 \times 8,6) = 30,50 \text{ m}^2$
5.3	Hidroizolacija prijelaznih ploča	$\text{m}^2$	$4 \times (4,00 \times 8,5) = 136,00 \text{ m}^2$
5.3.1	Nepomični ležajevi iznad upornjaka AEL 300x400x30	kom	4 kom
5.3.2	Obostrano pomični ležajevi iznad stupova AEL 300x400x30	kom	6 kom

## b) GORNJI USTROJ

Stavka	Opis radova	Mj	Količina
<b>6.</b>	<b>Betonski radovi</b>		
6.1	Kolnička ploča izvedena na licu mjesta, C40/50	m <sup>3</sup>	$43.8 \times 6.5 \times 0,8 + 1,10 \times 0,40 \times 43,8 = 247,03 \text{ m}^3$
<b>7.</b>	<b>Armirački radovi</b>		
7.1	Armatura kolničke ploče - ukupno	kg	Prema iskazu armature: 2x (Polje 1 + Polje 2) = 2x (6666,09 + 8297,68)kg = 29927,52 kg

## c) OPREMA MOSTA I OSTALO

Stavka	Opis radova	MJ	Količina
<b>8.</b>	<b>Betonski radovi</b>		
8.1	Armiranobetonski montažni vijenac C40/50	m <sup>3</sup>	$2 \times 0,062 \times 53,20 = 6,6 \text{ m}^3$
8.2	Armiranobetonski montažni rubnjak C30/37, dim.15x25x100cm	m <sup>3</sup>	$2 \times 0,15 \times 0,25 \times 53,20 = 3,99 \text{ m}^3$
8.3	Armiranobetonski hodnik C25/30	m <sup>3</sup>	$2 \times 1,10 \times 0,25 \times 53,20 = 29,26 \text{ m}^3$
<b>9.</b>	<b>Armirački radovi</b>		
9.1	Armatura montažnog vijenca do uključivo $\Phi 12$ mm	kg	Iz 8.1 : $6,60 \times 20 \text{ kg/m}^3 = 132,00 \text{ kg}$
9.2	Armatura vijenca, mrežasta	kg	Iz 8.1 : $6,60 \times 10 \text{ kg/m}^3 = 66,00 \text{ kg}$
9.3	Armatura hodnika mosta	kg	Iz 8.3 : $29,26 \times 40 \text{ kg/m}^3 = 1170,40 \text{ kg}$
<b>10.</b>	<b>Izrada prijelaznih naprava</b>		
10.1	Prijelazna naprava THORMA JOINT	m'	$2 \times 8,5 = 17 \text{ m}'$
<b>11.</b>	<b>Izrada i ugradnja slivnika za odvodnju</b>		
11.1.	Slivnik za odvodnju oborinske vode s kolnika mosta	kom	4
11.2.	Kanalice za odvodnju s kolnika iza mosta	m'	$4 \times 10 = 40 \text{ m}'$



<b>12.</b>	<b>Ugradnja cijevi za odvodnju i provođenje instalacija</b>		
12.1	PVC cijevi $\Phi 160$ mm	m'	4x 53,20 = 212,8 m
<b>13.</b>	<b>Izrada i ugradba čelične ograde</b>		
13.1	Pješačka ograda	m'	53,20 m
<b>14.</b>	<b>Izrada hidroizolacije kolnika i hodnika</b>		
14.1	Izrada hidroizolacije sa zavarenim bitumenskim trakama	m <sup>2</sup>	53,20 x 8,5 = 452,2 m <sup>2</sup>
<b>15.</b>	<b>Izrada asfaltnog zastora</b>		
15.1	Asfalt-beton, nosivi sloj, 4 cm tip AC16 base	m <sup>2</sup>	6,5 x 63,20 = 410,8 m <sup>2</sup>
15.2	Asfalt-beton, habajući sloj, 4 cm tip AC8 surf	m <sup>2</sup>	6,5 x 63,20 = 410,8 m <sup>2</sup>
<b>16.</b>	<b>Masa za zalijevanje reški</b>		
16.1	Zalijevanje uzdužnih reški na spoju zastora i rubnjaka	m'	2 x 53,20 = 106,4 m
<b>17.</b>	<b>Završni i ostali radovi</b>		
17.1	Izvedba otvora za instalacije u mostu – PVC cijevi u pješačkoj stazi	m'	4 x 53,20 = 212,8 m
<b>18.</b>	<b>Ispitivanje mosta probnim opterećenjem</b>		
18.1	Ispitivanje	pauš.	1

\*NAPOMENA- predmjer radova je tipski za nadvožnjak, nisu obuhvaćeni svi radovi, preuzet iz izvora [11]

## ***IZGRADNJA TIPSKOG NADVOŽNJAKA PREKO PREPREKE U RAVNICI***

### **TROŠKOVNIČKE STAVKE**

#### **A. DONJI USTROJ**

1. Zemljani radovi
2. Pripremni radovi
3. Betonski radovi
4. Armirački radovi
5. Završni i ostali radovi

#### **B. GORNJI USTROJ**

6. Betonski radovi
7. Armirački radovi

#### **C. OPREMA MOSTA I OSTALO**

8. Betonski radovi
9. Armirački radovi
10. Izrada i ugradnja prijelaznih naprava
11. Izrada i ugradnja slivnika za odvodnju
12. Ugradnja cijevi za odvodnju
13. Izrada i ugradba čelične ograde
14. Izrada hidroizolacije kolnika i hodnika
15. Izrada i ugradnja prijelaznih naprava
16. Masa za zalijevanje reški
17. Završni i ostali radovi
18. Ispitivanje mosta probnim opterećenjem

<b>A DONJI USTROJ</b>					
<b>Broj stavke</b>	<b>Opis radova</b>	<b>Jedinica mjere</b>	<b>Količina</b>	<b>Jedinična cijena</b>	<b>Ukupno</b>
<b>1. ZEMLJANI RADOVI</b>					
1.1.	Širok iskop do gornje kote temelja. Iskop se vrši pod kutem od 45° do gornjeg ruba temelja proširenog za po 0.5 m na svaku stranu. Radove izvesti sukladno OTU, knjiga II, točka 2-02.3.	m <sup>3</sup>	111,52		
1.1.1.	Strojni iskop za temelje upornjaka, uz ručno dotjerivanje iskopa u materijalu "C" kategorije. Radove izvesti sukladno OTU, knjiga II, točka 2-04.	m <sup>3</sup>	72,60		
1.1.2.	Strojni iskop za temelje stupa, uz ručno dotjerivanje iskopa u materijalu "C" kategorije. Radove izvesti sukladno OTU, knjiga II, točka 2-04.	m <sup>3</sup>	69,56		
1.2.	Strojno zatrpavanje oko temelja materijalom iz iskopa u slojevima od 30-50 cm uz lagano zbijanje glatkim valjcima. Radove izvesti sukladno OTU, knjiga II, točka 2-08.1.	m <sup>3</sup>	151,34		
1.3.	Izrada nasipa iza zida upornjaka od zemljanog materijala kategorije "C". Obuhvaća nasipanje, razastiranje, planiranje materijala u nasipu i zbijanje, prema zahtjevima iz OTU, knjiga II točka. 2-09.1.	m <sup>3</sup>	87,29		
1.4.	Izrada pokosa nasipa uz upornjaka od zemljanog materijala kategorije "C". Obuhvaća nasipanje, razastiranje, planiranje materijala u nasipu i zbijanje, prema zahtjevima iz OTU, knjiga II, točka 2-09.1.	m <sup>3</sup>	144,09		
<b>ZEMLJANI RADOVI UKUPNO</b>		<b>m<sup>3</sup></b>	<b>636,40</b>		

<b>2. PRIPREMNI RADOVI</b>					
2.1.	Postavljanje jaraka za odvodnju drenaže iza upornjaka. Potrebno je izvesti pravilan pad drenaže i odvodnje prema zasebnom projektu. Radove izvesti sukladno OTU knjiga II, točka 3-02.2.	m'	60,00		
2.2.	Izvedba drenažnog sloja uz zidove i krila upornjaka prema zahtjevima projekta i odgovarajućim odredbama OTU knjiga II, točka 3.02. Obuhvaća nabavu, dopremu i ugradbu kamenog materijala kao drenažnog sloja iza oba zida upornjaka debljine 50cm.	m <sup>3</sup>	11,52		
2.3.	Izvedba drenaže iza upornjaka drenažnim PVC cijevima $\Phi$ 200. Radove izvesti sukladno OTU knjiga II, točka 3-02.	m'	33,40		
2.4.	Izvedba odvodnje sa zida upornjaka PVC cijevima $\Phi$ 80. Radove izvesti sukladno OTU knjiga II, točka 3-02.	m'	1,00		
<b>PRIPREMNI RADOVI UKUPNO</b>		<b>m'</b>	<b>105,92</b>		

3.	BETONSKI RADOVI				
3.1.	Izrada sloja podložnog betona C12/15 ispod temelja stupa i upornjaka i prijelazne ploče, u debljini 10 cm. Gornja ploha podbetona treba biti ravna i na projektiranoj visinskoj koti. Prema nacrtima, detaljima i uvjetima iz projekta. Obračun je po m <sup>3</sup> ugrađenog betona po projektiranim mjerama, a u jediničnu cijenu su uključeni nabava betona, svi prijevozi i prijenosi, izrada, montaža i demontaža potrebne oplata i skele, rad na ugradnji i njezi betona, te sav drugi potrebni rad i materijal. Armatura se obračunava posebno. Radove izvesti prema OTU, knjiga IV, točka 7-01.4.	m <sup>3</sup>	10,23		
3.2.	Betoniranje temelja upornjaka i stupova betonom C30/37 u temeljnoj jami. Prema nacrtima, detaljima i uvjetima iz projekta. Obračun je po m <sup>3</sup> ugrađenog betona po projektiranim mjerama, a u jediničnu cijenu su uključeni nabava betona, svi prijevozi i prijenosi, izrada, montaža i demontaža potrebne oplata i skele, rad na ugradnji i njezi betona, te sav drugi potrebni rad i materijal. Armatura se obračunava posebno. Radove izvesti prema OTU, knjiga IV, točka 7-01.4.	m <sup>3</sup>	102,34		
3.3.	Izrada zidova i krila upornjaka betonom C30/37. Prema nacrtima, detaljima i uvjetima iz projekta. Obračun je po m <sup>3</sup> ugrađenog betona po projektiranim mjerama, a u jediničnu cijenu su uključeni nabava betona, svi prijevozi i prijenosi, izrada, montaža i demontaža potrebne oplata i skele, rad na ugradnji i njezi betona, te sav drugi potrebni rad i materijal. Armatura se obračunava posebno. Radove izvesti prema OTU, knjiga IV, točka 7-01.4.	m <sup>3</sup>	77,96		
3.4.	Izrada AB prijelaznih ploča betonom C30/37. Prema nacrtima, detaljima i uvjetima iz projekta. Obračun je po m <sup>3</sup> ugrađenog betona po projektiranim mjerama, a u jediničnu cijenu su uključeni nabava betona, svi prijevozi i prijenosi, izrada, montaža i demontaža potrebne oplata i skele, rad na ugradnji i njezi betona, te sav drugi potrebni rad i materijal. Armatura se obračunava posebno. Radove izvesti prema OTU, knjiga IV, točka 7-01.4.	m <sup>3</sup>	20,40		

3.5.	Izrada tijela stupova u jednodijelnoj oplati, betonom C30/37. Prema nacrtima, detaljima i uvjetima iz projekta. Obračun je po m <sup>3</sup> ugrađenog betona po projektiranim mjerama, a u jediničnu cijenu su uključeni nabava betona, svi prijevozi i prijenosi, izrada, montaža i demontaža potrebne oplata i skele, rad na ugradnji i njezi betona, te sav drugi potrebni rad i materijal. Armatura se obračunava posebno. Radove izvesti prema OTU, knjiga IV, točka 7-01.4.	m <sup>3</sup>	16,13		
3.6.	Izrada ležajnih kvadera ispod ležaja. Radove izvesti OTU, knjiga IV, točka 7-01.7.	m <sup>3</sup>	0,48		
<b>BETONSKI RADOVI UKUPNO</b>		<b>m<sup>3</sup></b>	<b>227,54</b>		

<b>4. ARMIRAČKI RADOVI</b>					
4.1.1.	Izvedba armature temelja upornjaka do uključivo $\Phi$ 12mm. Radove izvesti prema nacrtima, detaljima i uvjetima iz projekta, te prema OTU, knjiga IV, točka 7-00.2.3.	kg	1.330,00		
4.1.2.	Izvedba armature temelja upornjaka preko $\Phi$ 12mm. Radove izvesti prema nacrtima, detaljima i uvjetima iz projekta, te prema OTU, knjiga IV, točka 7-00.2.3.	kg	4.256,00		
4.2.1.	Izvedba armature temelja stupova do uključivo $\Phi$ 12mm. Radove izvesti prema nacrtima, detaljima i uvjetima iz projekta, te prema OTU, knjiga IV, točka 7-00.2.3.	kg	1.474,00		
4.2.2.	Izvedba armature temelja stupova preko $\Phi$ 12mm. Radove izvesti prema nacrtima, detaljima i uvjetima iz projekta, te prema OTU, knjiga IV, točka 7-00.2.3.	kg	4.176,90		
4.3.1.	Izvedba armature zidova i krila upornjaka do uključivo $\Phi$ 12mm. Radove izvesti prema nacrtima, detaljima i uvjetima iz projekta, te prema OTU, knjiga IV, točka 7-00.2.3.	kg	2.338,80		
4.3.2.	Izvedba armature zidova i krila upornjaka preko $\Phi$ 12mm. Radove izvesti prema nacrtima, detaljima i uvjetima iz projekta, te prema OTU, knjiga IV, točka 7-00.2.3.	kg	4.677,60		
4.4.1.	Izvedba armature prijelaznih ploča do uključivo $\Phi$ 12mm. Radove izvesti prema nacrtima, detaljima i uvjetima iz projekta, te prema OTU, knjiga IV, točka 7-00.2.3.	kg	1.020,00		
4.4.2.	Izvedba armature prijelaznih ploča preko $\Phi$ 12mm. Radove izvesti prema nacrtima, detaljima i uvjetima iz projekta, te prema OTU, knjiga IV, točka 7-00.2.3.	kg	1.571,65		
4.5.1.	Izvedba armature stupova do uključivo $\Phi$ 12mm. Radove izvesti prema nacrtima, detaljima i uvjetima iz projekta, te prema OTU, knjiga IV, točka 7-00.2.3.	kg	564,45		
4.5.2.	Izvedba armature stupova preko $\Phi$ 12mm. Radove izvesti prema nacrtima, detaljima i uvjetima iz projekta, te prema OTU, knjiga IV, točka 7-00.2.3.	kg	1.290,16		

4.6.	Izvedba armature ležajnih istaka (kvadera) do $\Phi 12\text{mm}$ . Radove izvesti prema nacrtima, detaljima i uvjetima iz projekta, te prema OTU, knjiga IV, točka 7-00.2.3.	kg	120,00		
------	--	----	--------	--	--

**ARMIRANOBETONSKI RADOVI  
UKUPNO** kg **22.819,56**

<b>5.</b>	<b>ZAVRŠNI I OSTALI RADOVI</b>				
5.1.	Vertikalna hidroizolacija zidova i krila upornjaka. Radove izvesti prema OTU, knjiga IV, 7-01.9.	m <sup>2</sup>	94,42		
5.2.	Horizontalna hidroizolacija konzola krila, te vrha upornjaka. Radove izvesti prema OTU, knjiga IV, 7-01.9.	m <sup>2</sup>	30,50		
5.3.	Hidroizolacija prijelaznih ploča. Radove izvesti prema OTU, knjiga IV, 7-01.9.	m <sup>2</sup>	136,00		
5.4.1.	Nepomični ležajevi iznad upornjaka AEL 400X400X30.	kom	4,00		
5.4.2.	Obostrano pomični ležajevi iznad stupova AEL 400x400x30.	kom	6,00		

**ZAVRŠNI I OSTALI RADOVI  
UKUPNO** m<sup>2</sup> **260,92**

**kom 10,00**

<b>REKAPITULACIJA DONJI USTROJ</b>			
1.	<b>ZEMLJANI RADOVI</b>	m <sup>3</sup>	<b>636,40</b>
2.	<b>PRIPREMNI RADOVI</b>	m'	<b>105,92</b>
3.	<b>BETONSKI RADOVI</b>	m <sup>3</sup>	<b>227,54</b>
4.	<b>ARMIRANOBETONSKI RADOVI</b>	kg	<b>22.819,56</b>
5.	<b>ZAVRŠNI I OSTALI RADOVI</b>	m <sup>2</sup>	<b>260,92</b>
		kom	<b>10,00</b>



<b>B GORNJI USTROJ</b>					
<b>Broj stavke</b>	<b>Opis radova</b>	<b>Jedinica mjere</b>	<b>Količina</b>	<b>Jedinična cijena</b>	<b>Ukupno</b>
<b>6.</b>	<b>BETONSKI RADOVI</b>				
6.1.	Izrada armiranobetonske ploče rasponskog sklopa klase betona C 40/50. Prema nacrtima, detaljima i uvjetima iz projekta. Obračun je po m <sup>3</sup> ugrađenog betona po projektiranim mjerama, a u jediničnu cijenu su uključeni nabava betona, svi prijevozi i prijenosi, izrada, montaža i demontaža potrebne oplata i skele, rad na ugradnji i njezi betona, te sav drugi potrebni rad i materijal. Armatura se obračunava posebno. Izvedba, kontrola kakvoće i obračun prema OTU 7-01.4.4. Ukoliko opći tehnički uvjeti (OTU-2001.) svojom uputom propisuju korištenje, odnosno postupanje sukladno određenoj normi, naručitelj će prihvatiti jednakovrijednu zamjenjujuću normu ili propis, kako je opisano i u sadržaju općih tehničkih uvjeta.	m <sup>3</sup>	247,03		
<b>BETONSKI RADOVI UKUPNO</b>		<b>m<sup>3</sup></b>	<b>247,03</b>		

<b>7.</b>	<b>ARMIRAČKI RADOVI</b>				
7.1.	Izrada armature betonskog rasponskog sklopa, za armaturu debljine preko $\Phi 12$ mm. Radove izvesti prema nacrtima, detaljima i uvjetima iz projekta, te prema OTU, knjiga 4, točka 7-00.2.3.	kg	29927,52		
<b>ARMIRAČKI RADOVI UKUPNO</b>		<b>kg</b>	<b>29.927,52</b>		

<b>REKAPITULACIJA GORNJI USTROJ</b>					
6.	<b>BETONSKI RADOVI</b>		m <sup>3</sup>	<b>247,03</b>	
7.	<b>ARMIRANOBETONSKI RADOVI</b>		kg	<b>29.927,52</b>	

<b>C</b>	<b>OPREMA MOSTA I OSTALO</b>				
<b>Broj stavke</b>	<b>Opis radova</b>	<b>Jedinica mjere</b>	<b>Količina</b>	<b>Jedinična cijena</b>	<b>Ukupno</b>
<b>8.</b>	<b>BETONSKI RADOVI</b>				
8.1.	Izrada i ugradnja armiranobetonskog montažnog vijenca C35/45 po dužini mosta. Prema nacrtima, detaljima i uvjetima iz projekta. Obračun je po m <sup>3</sup> ugrađenog betona po projektiranim mjerama, a u jediničnu cijenu su uključeni nabava betona, svi prijevozi i prijenosi, izrada, montaža i demontaža potrebne oplata i skele, rad na ugradnji i njezi betona, te sav drugi potrebni rad i materijal. Armatura se obračunava posebno.	m <sup>3</sup>	6,60		
8.2.	Izrada armiranobetonskog rubnjaka C30/37 duž kolnika mosta dim.15x25x100cm. Prema nacrtima, detaljima i uvjetima iz projekta. Obračun je po m <sup>3</sup> ugrađenog betona po projektiranim mjerama, a u jediničnu cijenu su uključeni nabava betona, svi prijevozi i prijenosi, izrada, montaža i demontaža potrebne oplata i skele, rad na ugradnji i njezi betona, te sav drugi potrebni rad i materijal.	m <sup>3</sup>	3,99		
8.3.	Izrada armiranobetonskog hodnika betonom C25/30. Prema nacrtima, detaljima i uvjetima iz projekta. Obračun je po m <sup>3</sup> ugrađenog betona po projektiranim mjerama, a u jediničnu cijenu su uključeni nabava betona, svi prijevozi i prijenosi, izrada, montaža i demontaža potrebne oplata i skele, rad na ugradnji i njezi betona, te sav drugi potrebni rad i materijal. Armatura se obračunava posebno.	m <sup>3</sup>	29,26		
<b>BETONSKI RADOVI UKUPNO</b>		<b>m<sup>3</sup></b>	<b>39,85</b>		

<b>9. ARMIRAČKI RADOVI</b>					
9.1.	Izrada armature montažnog vijenca debljine do uključivo $\Phi 12$ mm. Radove izvesti prema nacrtima, detaljima i uvjetima iz projekta, te prema OTU, knjiga 4, točka 7-00.2.3.	kg	132,00		
9.2.	Izrada armature vijenca, mrežasta. Radove izvesti prema nacrtima, detaljima i uvjetima iz projekta, te prema OTU, knjiga 4, točka 7-00.2.3.	kg	66,00		
9.3.	Izrada armature hodnika mosta. Radove izvesti prema nacrtima, detaljima i uvjetima iz projekta, te prema OTU, knjiga 4, točka 7-00.2.3.	kg	1.170,40		
<b>ARMIRAČKI RADOVI UKUPNO</b>		<b>kg</b>	<b>1.368,40</b>		
<b>10. IZRADA I UGRADNJA PRIJELAZNIH NAPRAVA</b>					
10.1.	Nabava i ugradnja prijelaznih naprava tipa THORMA JOINT nad upornjacima. Naprave su vodonepropusne s mogućnošću dilatiranja do $\pm 40$ mm. Radove izvesti prema OTU, knjiga IV, točka 7-01.7.	m'	17,00		
<b>IZGRADNJA I UGRADNJA PRIJELAZNIH NAPRAVA UKUPNO</b>		<b>m'</b>	<b>17,00</b>		
<b>11. IZRADA I UGRADNJA SLIVNIKA ZA ODVODNJU</b>					
11.1.	Slivnik za odvodnju oborinske vode s kolnika mosta. Radove izvesti prema OTU, knjiga IV, 7-01.8.	kom	4,00		
11.2.	Kanalice za odvodnju vode s kolnika iza mosta. Radove izvesti prema OTU, knjiga IV, 7-01.8.	m'	40,00		
<b>IZRADA I UGRADNJA SLIVNIKA ZA ODVODNJU UKUPNO</b>		<b>kom</b>	<b>4,00</b>		
		<b>m'</b>	<b>40,00</b>		
<b>12. UGRADNJA CIJEVI ZA ODVODNJU I PROVOĐENJE INSTALACIJA</b>					
12.1.	PVC cijevi $\Phi 160$ mm.	m'	212,80		
<b>UGRADNJA CIJEVI ZA ODVODNJU UKUPNO</b>		<b>m'</b>	<b>212,80</b>		

<b>13. IZRADA I UGRADNJA ČELIČNE OGRADE</b>					
13.1.	Postavljanje pješačke ograde. Ograda se postavlja nakon izvedbe hodnika, stupovi se sidre u unaprijed ostavljene rupe u betonu. Radove izvesti sukladno OTU, knjiga IV, 7-01.10.	m'	106,40		
<b>IZRADA I UGRADNJA ČELIČNE OGRADE UKUPNO</b>		<b>m'</b>	<b>106,40</b>		
<b>14. IZRADA HIDROIZOLACIJE KOLNIKA I HODNIKA</b>					
14.1.	Izrada hidroizolacije sa zavarenim bitumenskim trakama prema OTU, knjiga IV, 7-01.9.	m <sup>2</sup>	452,20		
<b>IZRADA HIDROIZOLACIJE KOLNIKA I HODNIKA UKUPNO</b>		<b>m<sup>2</sup></b>	<b>452,20</b>		
<b>15. IZRADA ASFALTOG ZASTORA</b>					
15.1.	Izrada donjeg zaštitnog sloja asfalt - betona tip AC16 base, debljine 4 cm na kolničkoj ploči. Radove izvesti sukladno OTU, knjiga III, točka 6-03.	m <sup>2</sup>	410,80		
15.2.	Izrada gornjeg habajućeg sloja asfalt - betona tip AC8 surf, debljine 4 cm. Radove izvesti sukladno OTU, knjiga III, točka 6-03.	m <sup>2</sup>	410,80		
<b>IZRADA ASFALTOG ZASTORA UKUPNO</b>		<b>m<sup>2</sup></b>	<b>821,60</b>		
<b>16. MASA ZA ZALIJEVANJE REŠKI</b>					
16.1.	Zalijevanje uzdužnih reški na spoju zastora i rubnjaka.	m'	106,40		
<b>MASA ZA ZALIJEVANJE REŠKI UKUPNO</b>		<b>m'</b>	<b>106,40</b>		
<b>17. ZAVRŠNI I OSTALI RADOVI</b>					
17.1.	Izvedba otvora za instalacije u mostu i postavljanje PVC cijevi u pješačkoj stazi.	m'	212,80		
<b>ZAVRŠNI I OSTALI RADOVI UKUPNO</b>		<b>m'</b>	<b>212,80</b>		
<b>18. ISPITIVANJE MOSTA PROBNIM OPTEREĆENJEM</b>					
18.1.	Ispitivanje mosta probnim opterećenjem prema HRN U.M1.046. Položaj i veličina probnog opterećenja određuju se projektom konstrukcije.	kom	1		
<b>ISPITIVANJE MOSTA PROBNIM OPTEREĆENJEM UKUPNO</b>		<b>kom</b>	<b>1,00</b>		

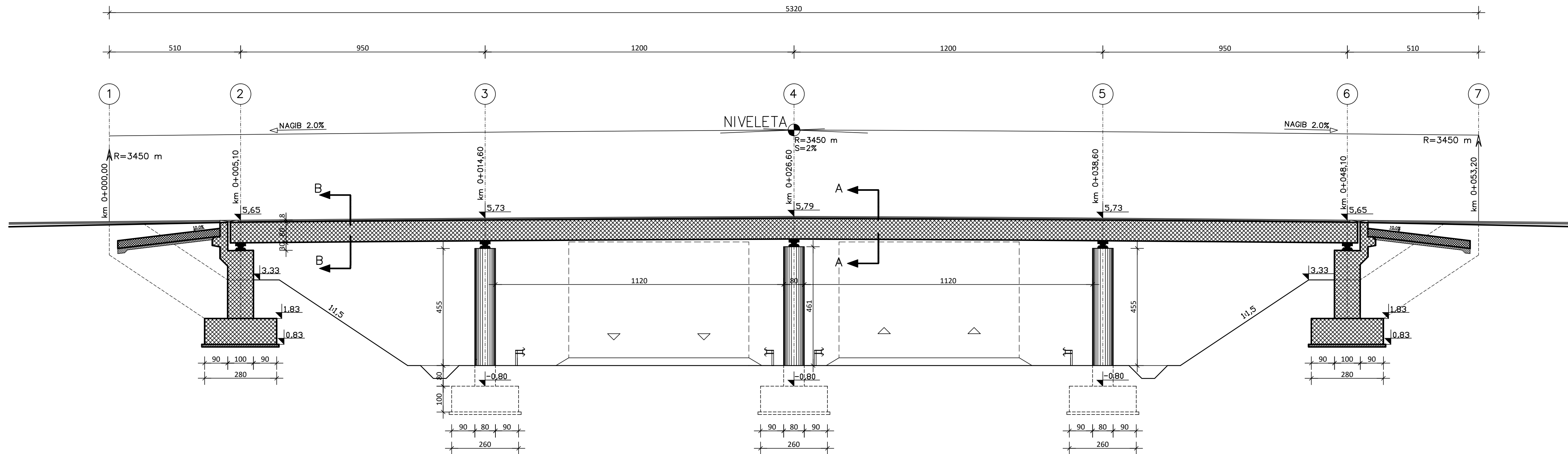
<b>REKAPITULACIJA OPREMA MOSTA I OSTALO</b>			
8.	<b>BETONSKI RADOVI</b>	m <sup>3</sup>	<b>39,85</b>
9.	<b>ARMIRAČKI RADOVI</b>	kg	<b>1.368,40</b>
10.	<b>IZRADA I UGRADNJA PRIJELAZNIH NAPRAVA</b>	m'	<b>17,00</b>
11.	<b>IZRADA I UGRADNJA SLIVNIKA ZA ODVODNJU</b>	kom	<b>4,00</b>
		m'	<b>40,00</b>
12.	<b>UGRADNJA CIJEVI ZA ODVODNJU I PROVOĐENJE INSTALACIJA</b>	m'	<b>212,80</b>
13.	<b>IZRADA I UGRADNJA ČELIČNE OGRADE</b>	m'	<b>106,40</b>
14.	<b>IZRADA HIDROIZOLACIJE KOLNIKA I HODNIKA</b>	m <sup>2</sup>	<b>452,20</b>
15.	<b>IZRADA ASFALTOG ZASTORA</b>	m <sup>2</sup>	<b>821,60</b>
16.	<b>MASA ZA ZALIJEVANJE REŠKI</b>	m'	<b>106,40</b>
17.	<b>ZAVRŠNI I OSTALI RADOVI</b>	m'	<b>212,80</b>
18.	<b>ISPITIVANJE MOSTA PROBNIM OPTEREĆENJEM</b>	kom	<b>1,00</b>

\* NAPOMENA – kod izrade troškovnika, korišteni su izvori [7]-[11]

## 6. Grafički prilozi

1. UZDUŽNI PRESJEK, MJ 1:100
2. POGLED, MJ 1:100
3. TLOCRT GORNJEG USTROJA, MJ 1:100
4. TLOCRT DONJEG USTROJA, MJ 1:100
5. POPREČNI PRESJEK A-A, B-B, C-C, MJ 1:50
6. TLOCRT I DETALJ UPORNJAKA, MJ 1:50
7. ARMATURA-RASTER, MJ 1:100
8. PRESJEK A-A, MJ 1:25
9. PRESJEK B-B, MJ 1:25
10. PRESJEK C-C, MJ 1:25
11. PRESJEK D-D, MJ 1:25
12. ISKAZ ARMATURE

# UZDUŽNI PRESJEK D-D, MJ 1:100



SVEUČILIŠTE SJEVER  
ODJEL ZA GRADITELJSTVO

Nadvožnjak preko županijske ceste  
u ravnici

DIPLOMSKI RAD-MOSTOVI

SADRŽAJ PRILOGA: UZDUŽNI PRESJEK D-D

MENTOR: doc.dr.sc.Goran Puž

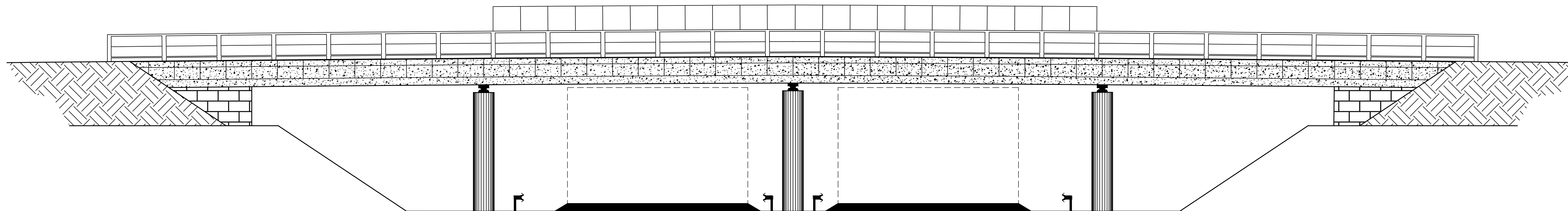
IZRADIO: Antonio Sabolović 1191/336D

MJERILO:  
1:100

AKADEMSKA GODINA 2020./2021.

DOVRŠENO: SRPANJ 2021.

POGLED, MJ 1:100



SVEUČILIŠTE SJEVER  
ODJEL ZA GRADITELJSTVO

Nadvožnjak preko županijske ceste  
u ravnici

DIPLOMSKI RAD-MOSTOVI

SADRŽAJ PRILOGA: POGLED

MENTOR: doc.dr.sc.Goran Puž

IZRADIO: Antonio Sabolović 1191/336D

MJERILO:

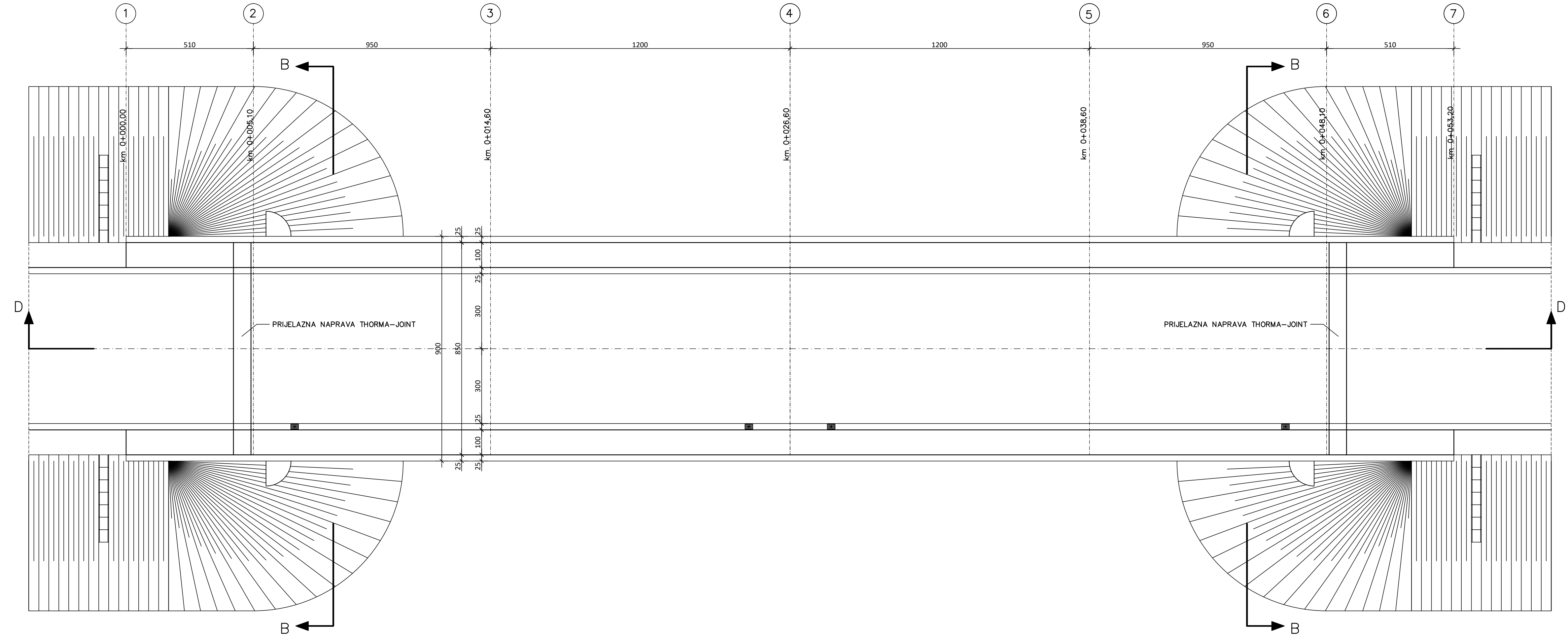
AKADEMSKA GODINA 2020/2021.

1:100

DOVRŠENO: SRPANJ 2021.

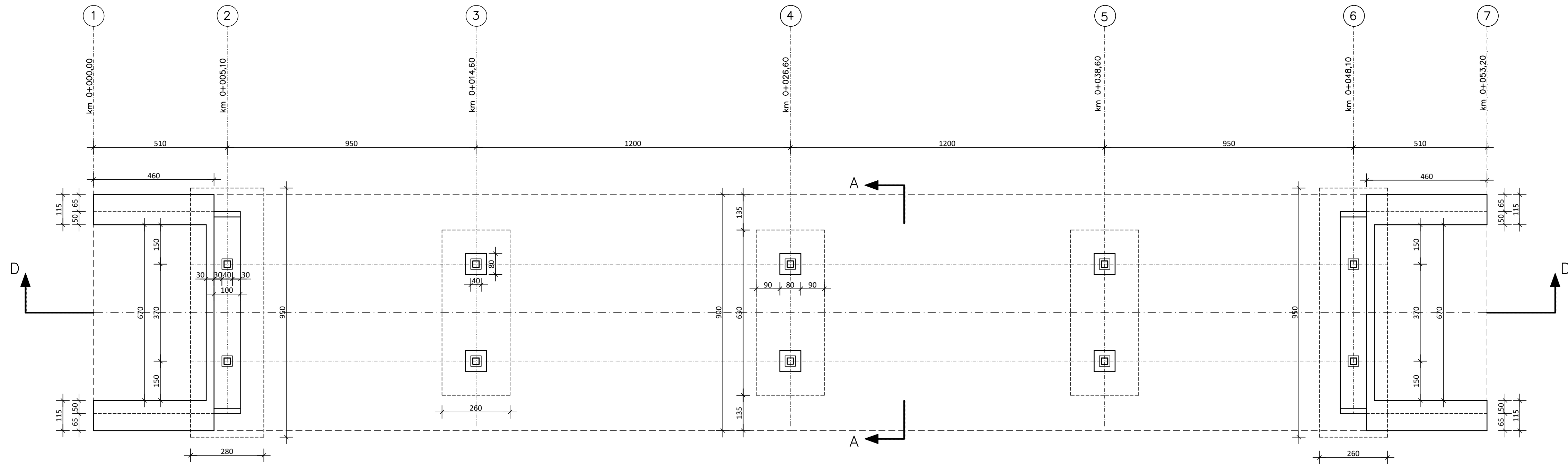


# TLOCRT GORNJEG USTROJA, MJ 1:100



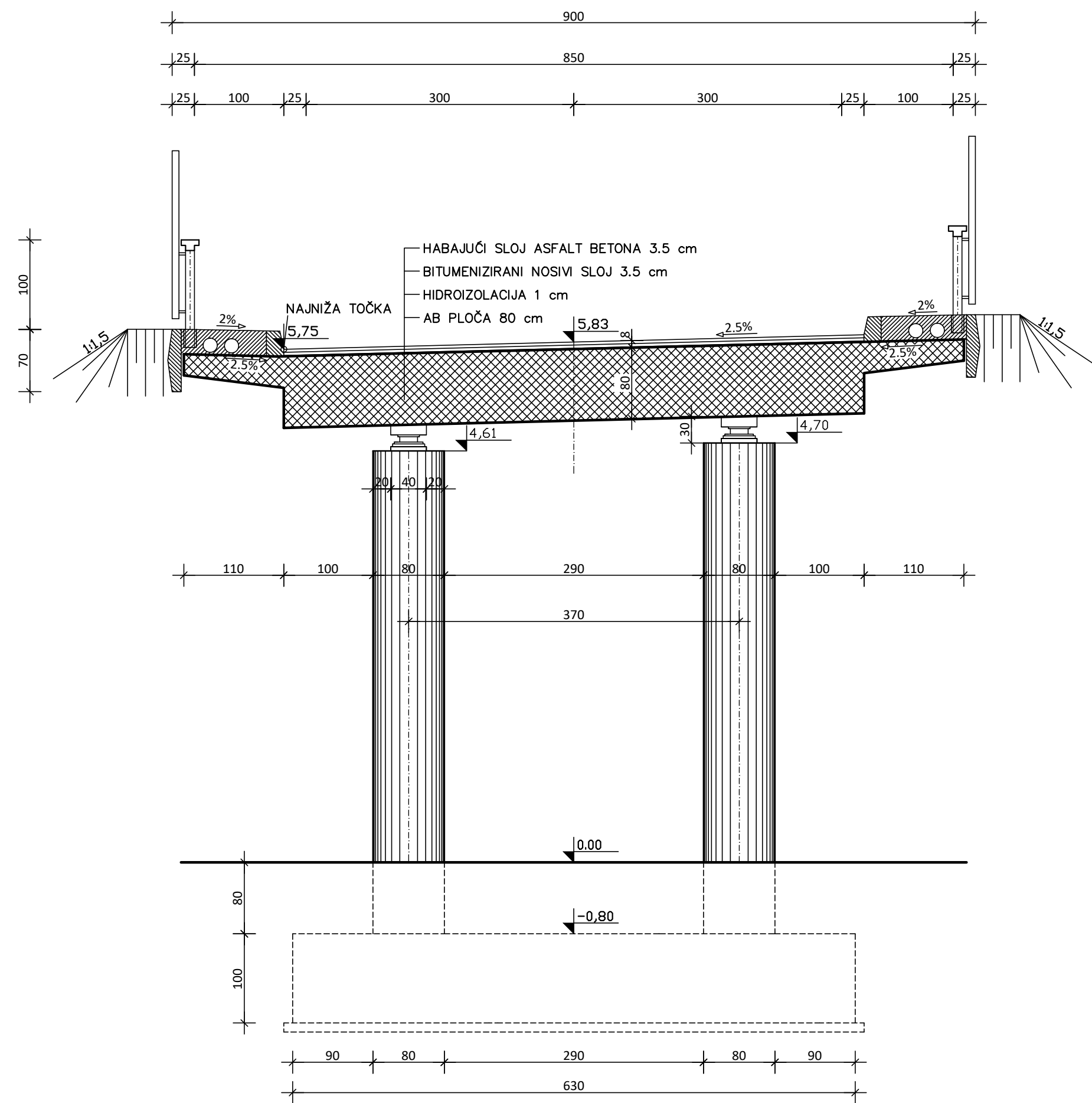
SVEUČILIŠTE SJEVER ODJEL ZA GRADITELJSTVO	
Nadvožnjak preko županijske ceste u ravnici	
DIPLOMSKI RAD-MOSTOVI	
SADRŽAJ PRILOGA: TLOCRT GORNJEG USTROJA	
MENTOR: doc.dr.sc.Goran Puž	
IZRADIO: Antonio Sabolović 1191/336D	MJERILO: 1:100
AKADEMSKA GODINA 2020./2021.	
DOVRŠENO: SRPANJ 2021.	

# TLOCRT DONJEG USTROJA, MJ 1:100

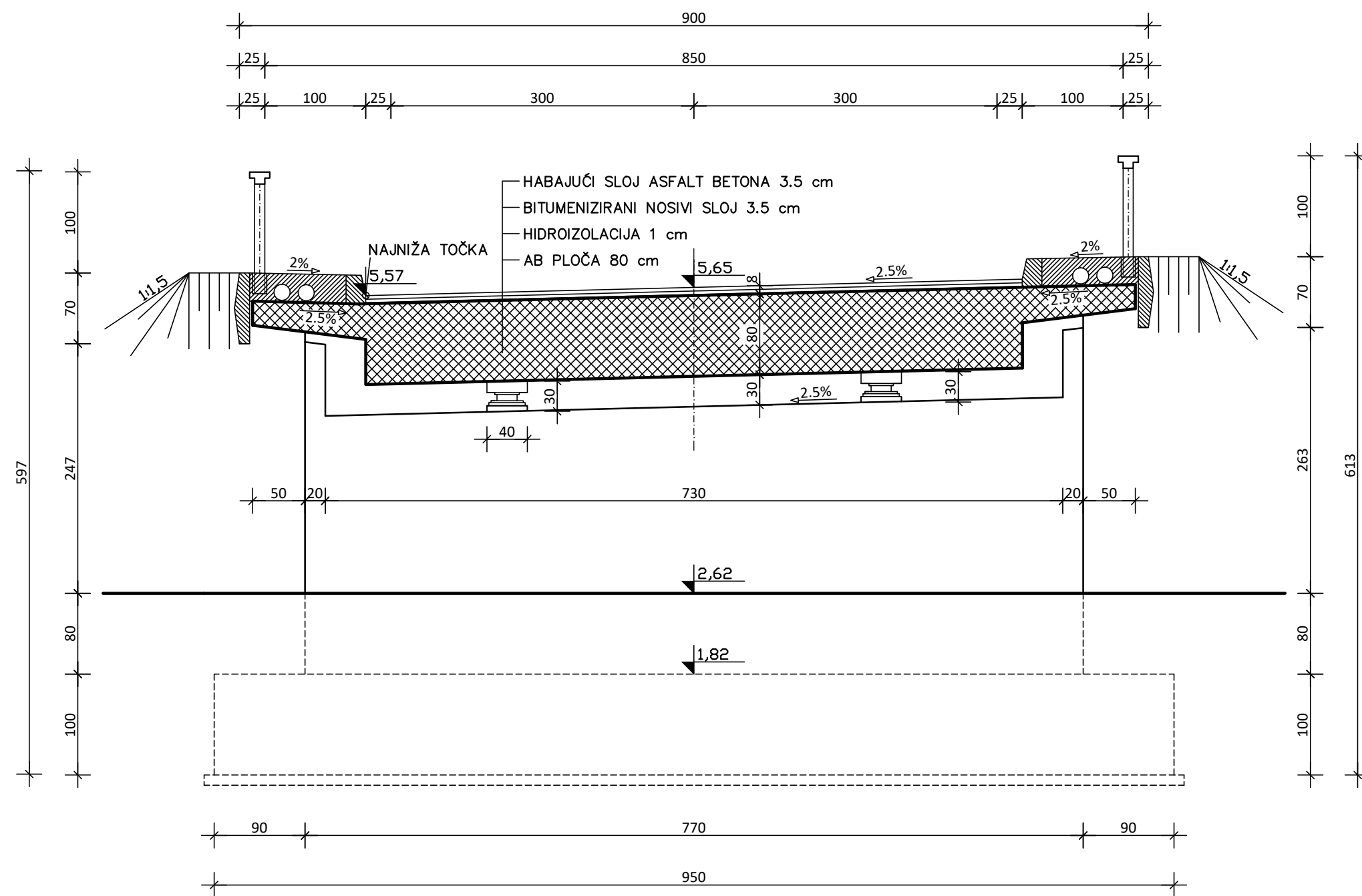


SVEUČILIŠTE SJEVER ODJEL ZA GRADITELJSTVO	
Nadvožnjak preko županijske ceste u ravnici	
DIPLOMSKI RAD - MOSTOVI	
SADRŽAJ PRILOGA: TLOCRT DONJEG USTROJA	
MENTOR: doc.dr.sc.Goran Puž	
IZRADIO: Antonio Sabolović 1191/336D	MJERILO: 1:100
AKADEMSKA GODINA 2020/2021.	
DOVRŠENO: SRPANJ 2021.	

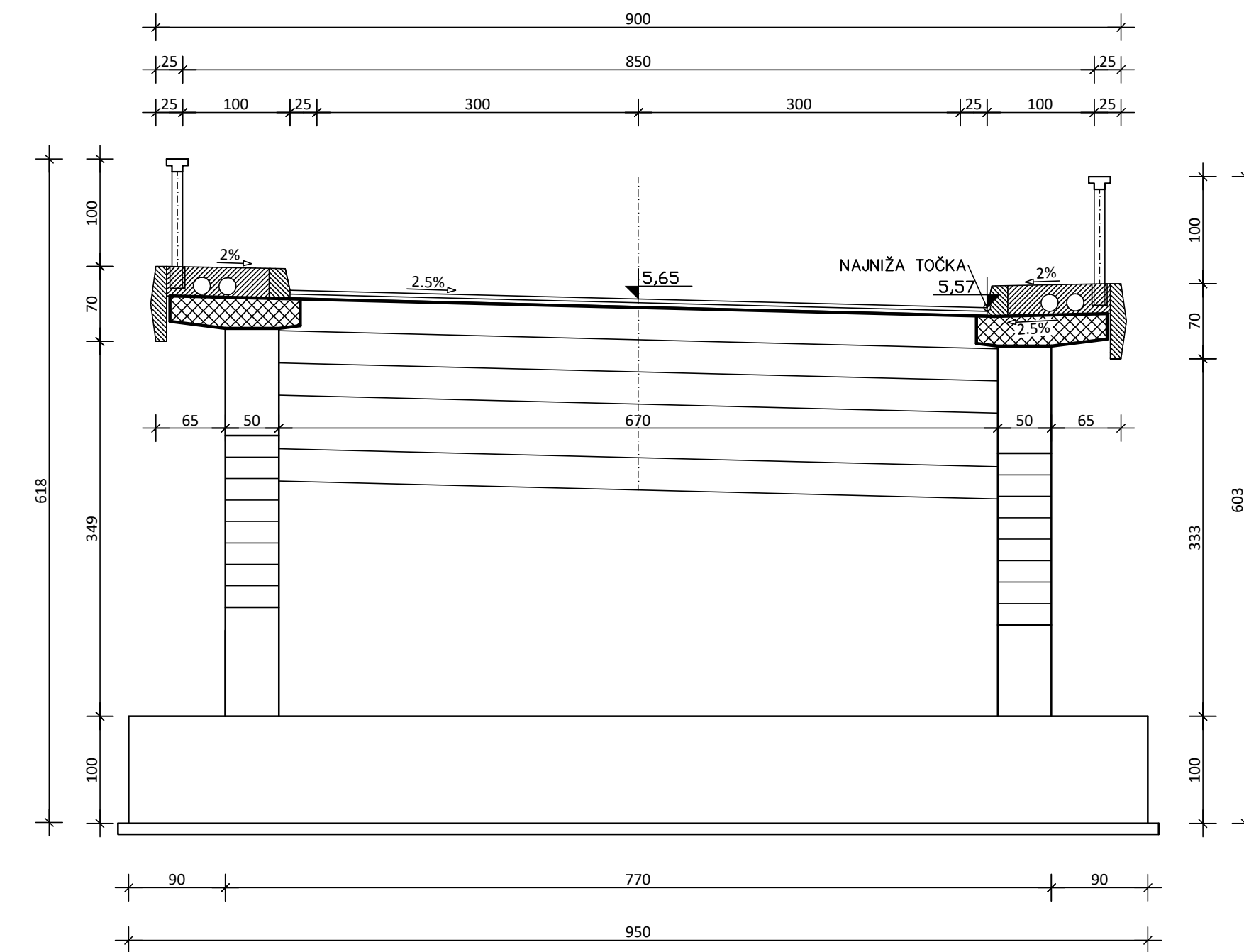
# POPREČNI PRESJEK A-A, MJ 1:50



# POPREČNI PRESJEK B-B, MJ 1:50



# POPREČNI PRESJEK C-C, MJ 1:50

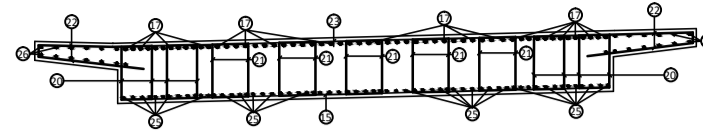


SVEUČILIŠTE SJEVER ODJEL ZA GRADITELJSTVO	
Nadvožnjak preko županijske ceste u ravnici	
DIPLOMSKI RAD-MOSTOVI	
SADRŽAJ PRILOGA: POPREČNI PRESJEK A-A, B-B, C-C	
MENTOR: doc.dr.sc.Goran Puž	
IZRADIO: Antonio Sabolović 1191/336D	M.ERILO: 1:50
AKADEMSKA GODINA 2020/2021.	
DOVRŠENO: SRPANJ 2021.	

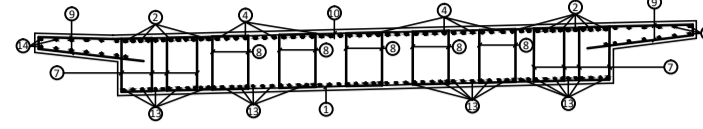


# ARMATURA-RASTER, MJ 1:100

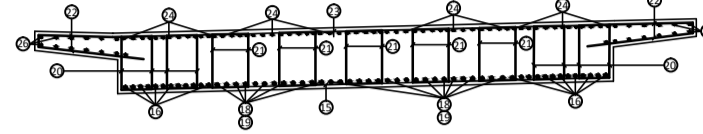
PRESJEK D-D



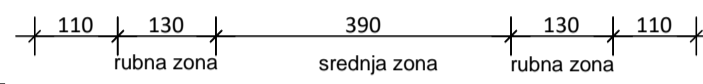
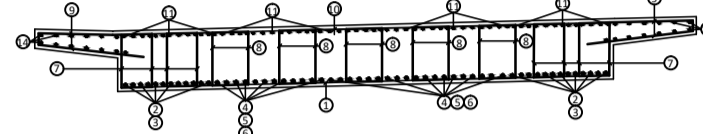
PRESJEK C-C



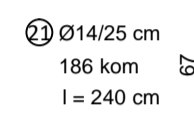
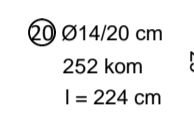
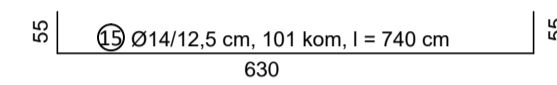
PRESJEK B-B



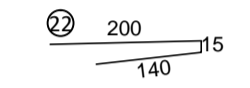
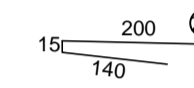
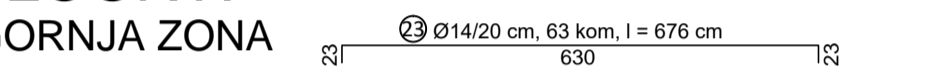
PRESJEK A-A



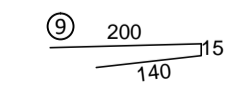
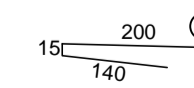
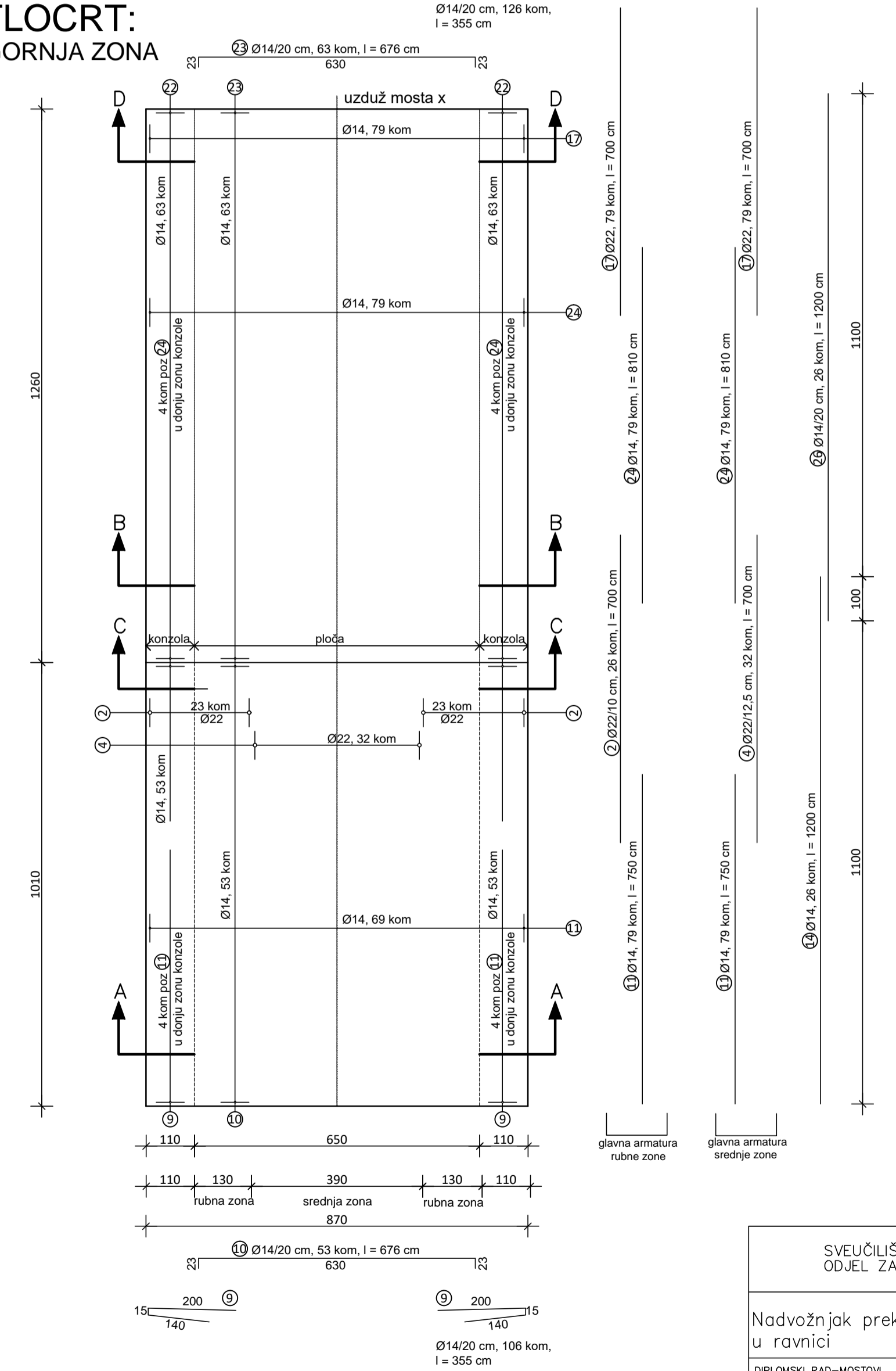
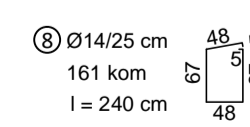
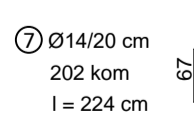
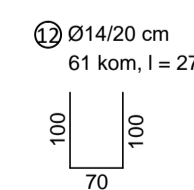
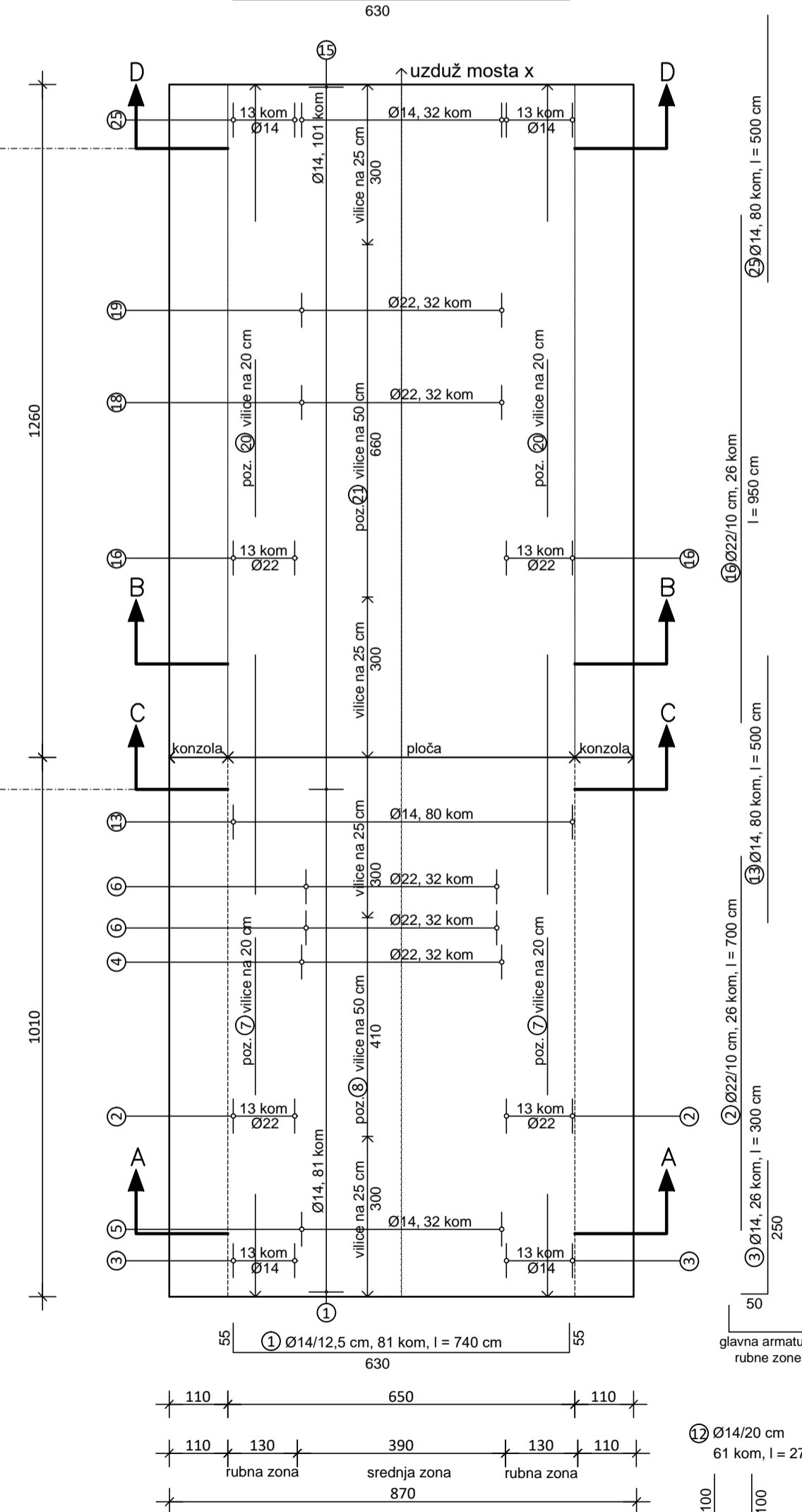
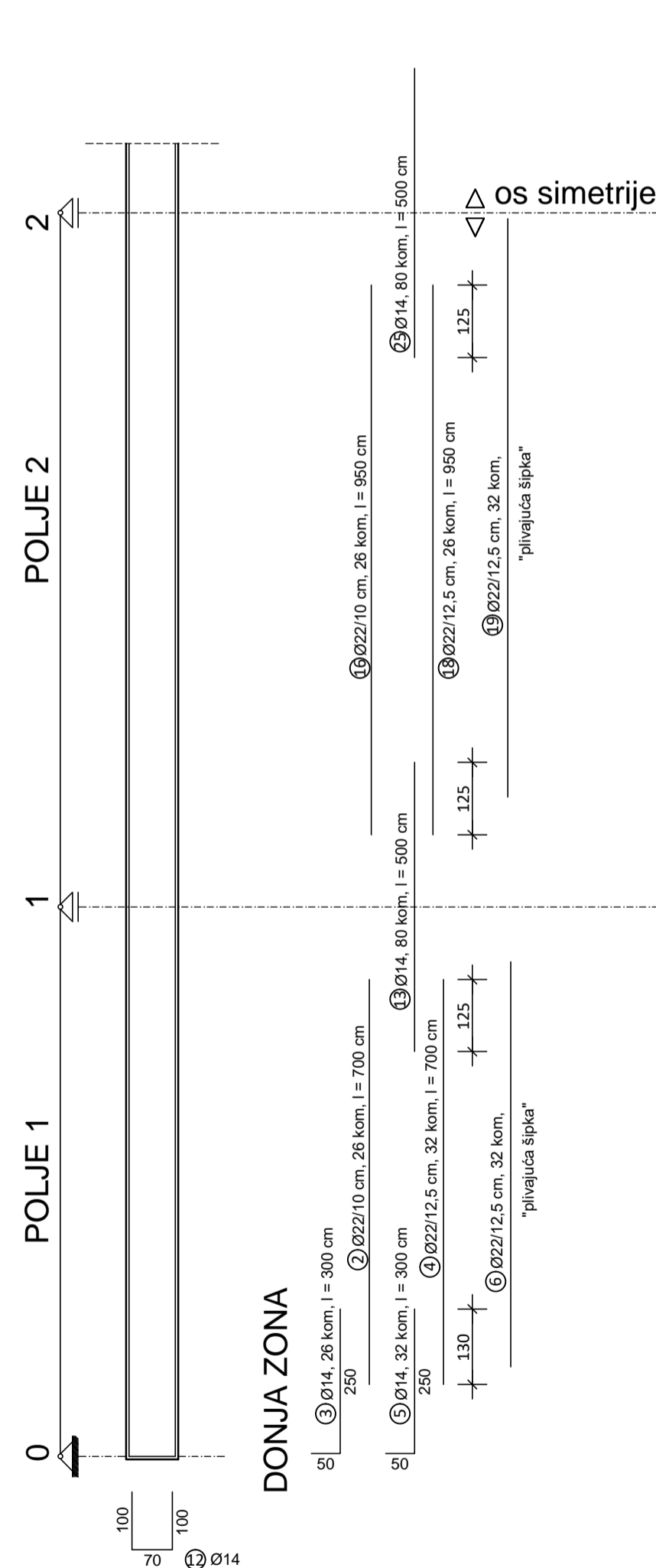
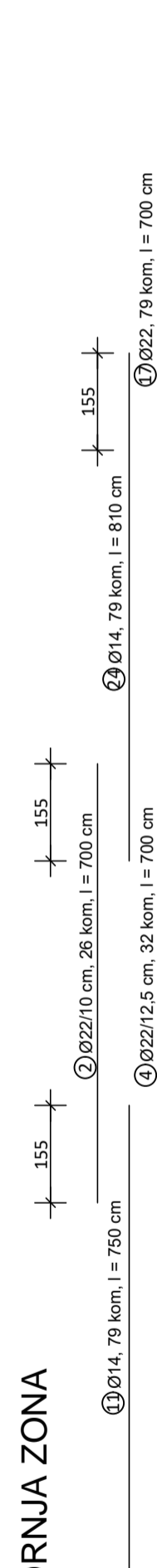
TLOCRT:  
DONJA ZONA



TLOCRT:  
GORNJA ZONA

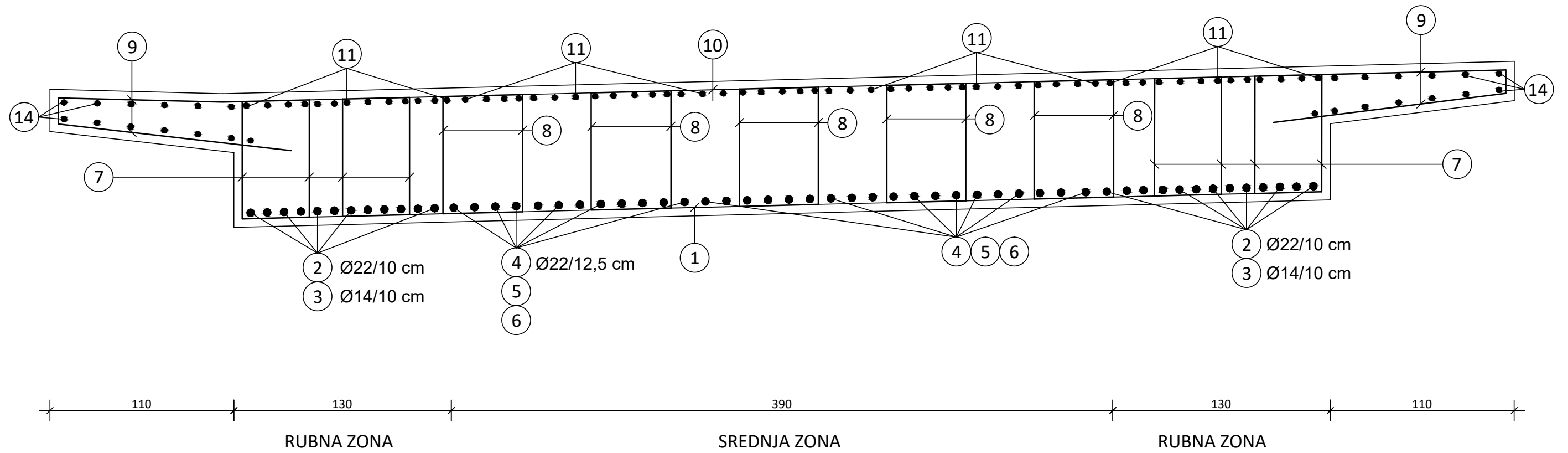


## UZDUŽNI PRESJEK: GORNJA ZONA

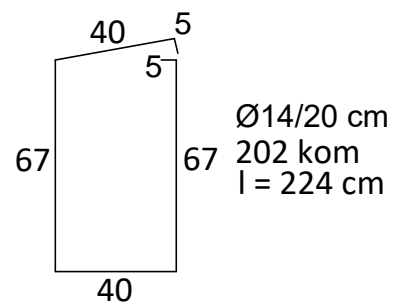


SVEUČILIŠTE SJEVER ODJEL ZA GRADITELJSTVO	
Nadvožnjak preko županijske ceste u ravnic	
DIPLOMSKI RAD-MOSTOVI	
SADRŽAJ PRILOGA: ARMATURA PLOČE-GORNJA I DONJA ZONA	
MENTOR: doc.dr.sc.Goran Puž	
IZRADIO: Antonio Sabolović 1191/336D	MJERILO: 1:100
AKADEMSKA GODINA 2020/2021.	
DOVRŠENO: RUJAN 2021.	

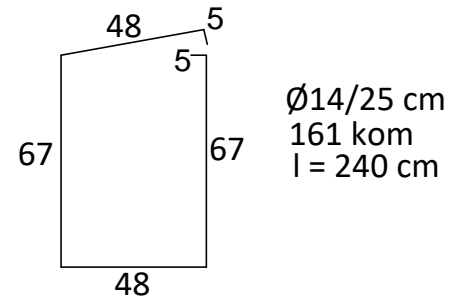
# PRESJEK A-A, MJ 1:25



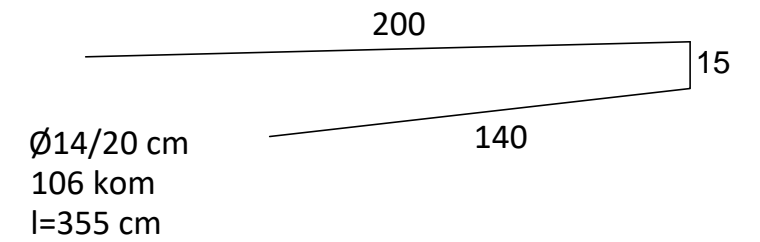
7 vilica u rubnoj zoni



8 vilica u srednjoj zoni

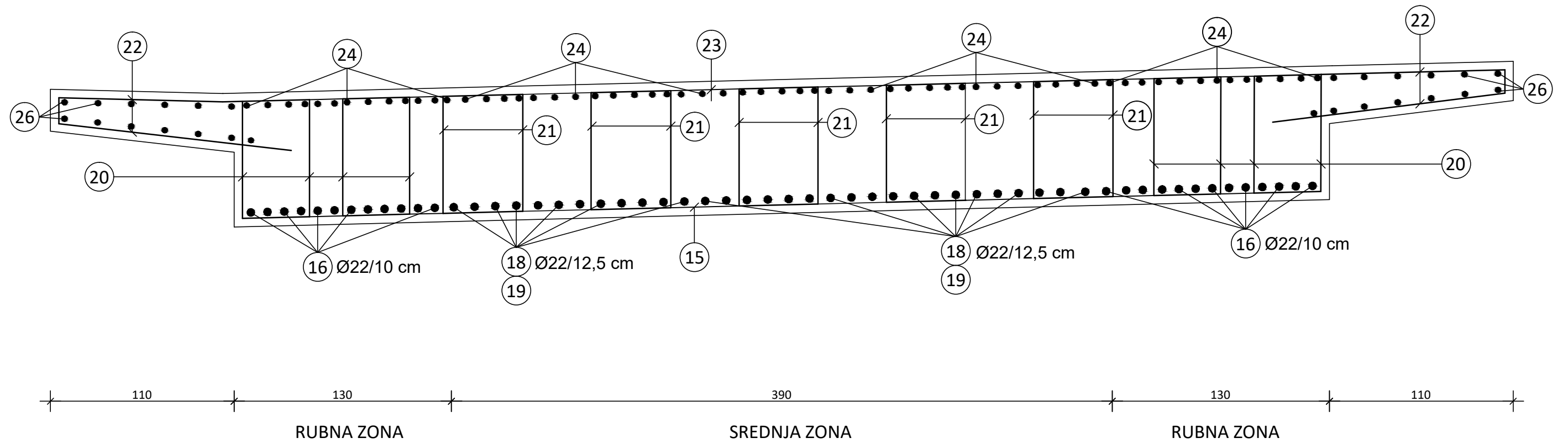


9 vilica u rubnoj zoni

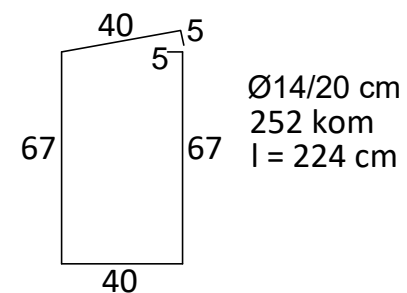


SVEUČILIŠTE SJEVER ODJEL ZA GRADITELJSTVO	
Nadvožnjak preko županijske ceste u ravnici	
DIPLOMSKI RAD-MOSTOVI	
SADRŽAJ PRILOGA: ARMATURA-POPREČNI PRESJEK A-A	
MENTOR: doc.dr.sc.Goran Puž	
IZRADIO: Antonio Sabolović 1191/336D	MJERILO: 1:25
AKADEMSKA GODINA 2020/2021.	
DOVRŠENO: RUJAN 2021.	

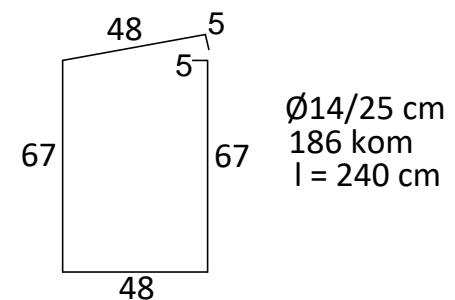
# PRESJEK B-B, MJ 1:25



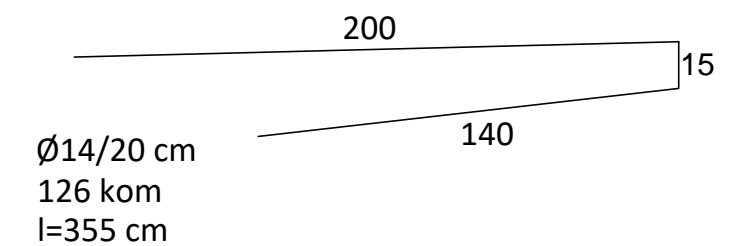
20 vilica u rubnoj zoni



21 vilica u srednjoj zoni



22 vilica u rubnoj zoni



SVEUČILIŠTE SJEVER  
ODJEL ZA GRADITELJSTVO

Nadvožnjak preko županijske ceste  
u ravnici

DIPLOMSKI RAD—MOSTOVI

SADRŽAJ PRILOGA: ARMATURA—POPREČNI PRESJEK B—B

MENTOR: doc.dr.sc.Goran Puž

IZRADIO: Antonio Sabolović 1191/336D

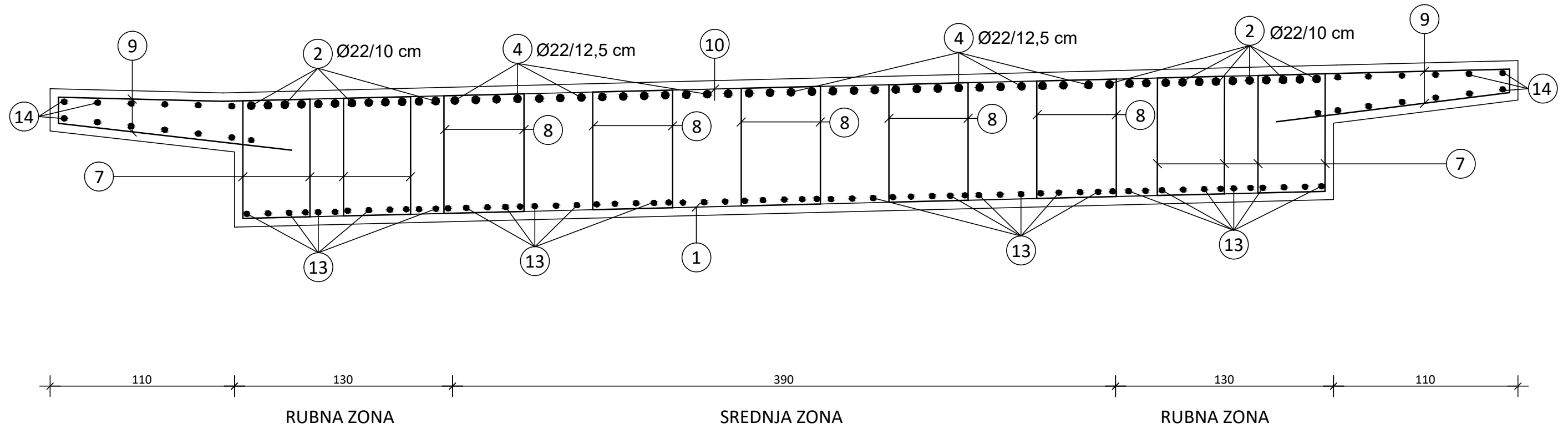
MJERILO:

AKADEMSKA GODINA 2020/2021.

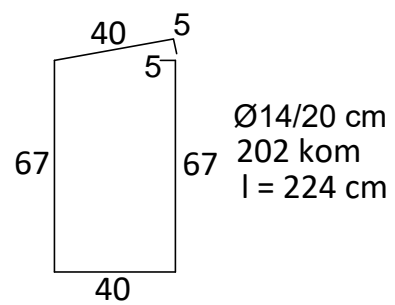
1:25

DOVRŠENO: RUJAN 2021.

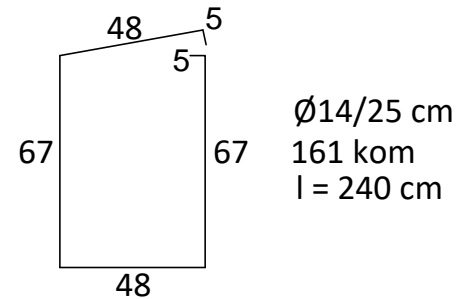
# PRESJEK C-C, MJ 1:25



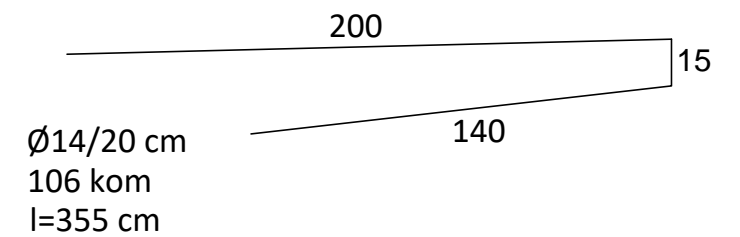
7 vilica u rubnoj zoni



8 vilica u srednjoj zoni



9 vilica u rubnoj zoni



SVEUČILIŠTE SJEVER  
ODJEL ZA GRADITELJSTVO

Nadvožnjak preko županijske ceste  
u ravnici

DIPLOMSKI RAD-MOSTOVI

SADRŽAJ PRILOGA: ARMATURA-POPREČNI PRESJEK C-C

MENTOR: doc.dr.sc.Goran Puž

IZRADIO: Antonio Sabolović 1191/336D

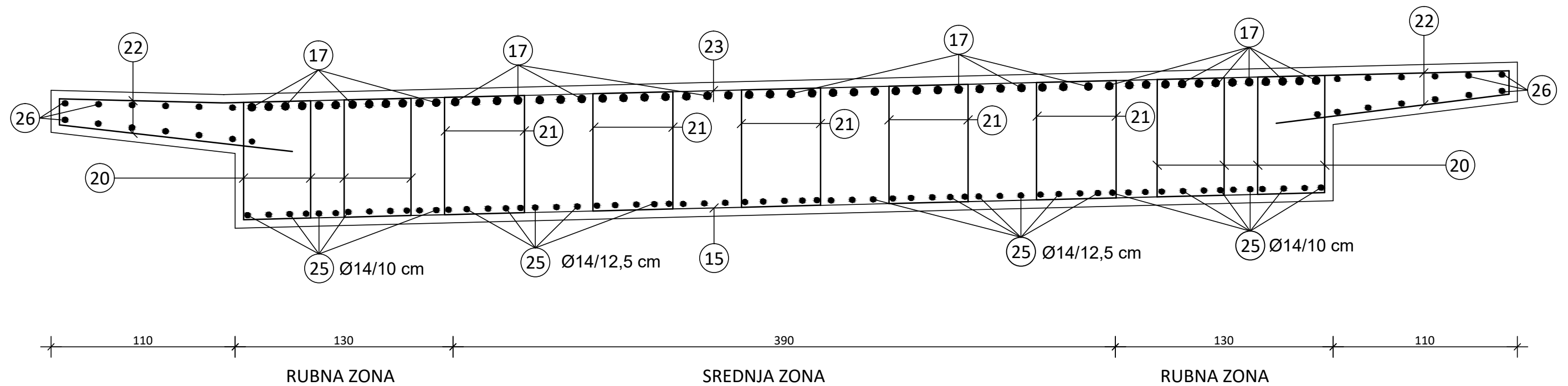
MJERILO:  
1:25

AKADEMSKA GODINA 2020/2021.

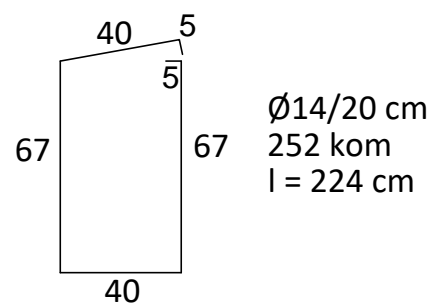
DOVRŠENO: RUJAN 2021.



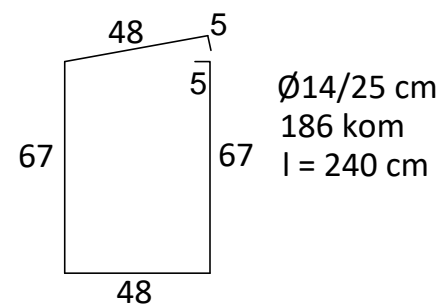
# PRESJEK D-D, MJ 1:25



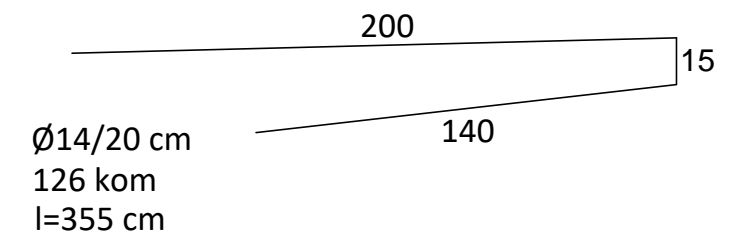
20 vilica u rubnoj zoni



21 vilica u srednjoj zoni



22 vilica u rubnoj zoni



SVEUČILIŠTE SJEVER  
ODJEL ZA GRADITELJSTVO

Nadvožnjak preko županijske ceste  
u ravnici

DIPLOMSKI RAD—MOSTOVI

SADRŽAJ PRILOGA: ARMATURA—POPREČNI PRESJEK D—D

MENTOR: doc.dr.sc.Goran Puž

IZRADIO: Antonio Sabolović 1191/336D

MJERILO:  
1:25

AKADEMSKA GODINA 2020/2021.

DOVRŠENO: RUJAN 2021.

Iskaz armature						
Dio sklopa	Oznaka šipke	Φ mm	komada	duljina (m)	Φ 14	Φ 22
POLJE 1	1	14	81	7,40	599,40	
	2	22	26	7,00		182,00
	3	14	26	3,00	78,00	
	4	22	32	7,00		224,00
	5	14	32	3,00	96,00	
	6	22	32	7,00		224,00
	7	14	202	2,24	452,48	
	8	14	161	2,40	386,40	
	9	14	106	3,55	376,30	
	10	14	53	6,76	358,28	
	11	14	79	7,50	592,50	
	12	14	61	2,70	164,70	
	13	14	80	5,00	400,00	
	14	14	26	12,00	312,00	
POLJE 2	15	14	101	7,40	747,40	
	16	22	26	9,50		247,00
	17	14	79	7,00	553,00	
	18	22	32	9,50		304,00
	19	22	32	10,00		320,00
	20	14	252	2,24	564,48	
	21	14	186	2,40	446,40	
	22	14	126	3,55	447,30	
	23	14	63	6,76	425,88	
	24	14	79	8,10	639,90	
	25	14	80	5,00	400,00	
	26	14	26	12,00	312,00	
Ukupno (m)					8352,42	1501,00
Masa (kg/m')					1,242	3,058
Ukupno po promjerima (kg)					10373,71	4590,06
Ukupno Polje 1 (kg)					6666,09	
Ukupno Polje 2 (kg)					8297,68	
Sveukupno (kg)					<b>14963,76</b>	

## 7. Literatura

- [1] Sveučilište u Splitu, GRAĐEVINSKO-ARHITEKTONSKI FAKULTET, Katedra za betonske konstrukcije i mostove, Kolegij Mostovi – skripta, str.53
- [2] Zakon o gradnji (NN br.125/19), 2. Temeljni zahtjevi za građevinu, čl.8.
- [3] Tenžera, D., Puž G., Radić J., Pregledi mostova na državnim cestama u Hrvatskoj
- [4] G. Puž: Predavanja iz kolegija Mostovi, Sveučilište Sjever, Odjel za Graditeljstvo
- [5] EN 1991-2: Eurocode 1: Actions on structures . Part 2: Traffic loads on bridges
- [6] G. Puž: Vježbe iz kolegija Mostovi, Pločasti gredni most, proračun, Sveučilište Sjever, Odjel za Graditeljstvo
- [7] OPĆI TEHNIČKI UVJETI ZA RADOVE NA CESTAMA KNJIGA I – OPĆE ODREDBE I PRIPREMNI RADOVI
- [8] OPĆI TEHNIČKI UVJETI ZA RADOVE NA CESTAMA KNJIGA II – ZEMLJANI RADOVI, ODVODNJA, POTPORN I OBLOŽNI ZIDOVI
- [9] OPĆI TEHNIČKI UVJETI ZA RADOVE NA CESTAMA KNJIGA III – KOLNIČKA KONSTRUKCIJA
- [10] OPĆI TEHNIČKI UVJETI ZA RADOVE NA CESTAMA KNJIGA IV – BETONSKI RADOVI
- [11] G. Puž: Vježbe iz kolegija Mostovi, Skripta za vježbe, Sveučilište Sjever, Odjel za Graditeljstvo

## Popis slika

Slika 1. Poprečni presjek nosača

Slika 2. Raspodjela prometnog opterećenja na nosaču

Slika 3. Poprečna razdioba koncentriranih sila od kotača

Slika 4. Prometno opterećenje na nosaču

Slika 5. Ulazni podaci za proračun u programskom paketu

Slika 6. Stalno opterećenje

Slika 7. Korisno prometno opterećenje

Slika 8. Koncentrirane sile od kotača

Slika 9. Moment  $M_y$  i poprečne sile  $V_z$  od stalnog opterećenja

Slika 10. Moment  $M_y$  i poprečne sile  $V_z$  od korisnog opterećenja u prvom polju

Slika 11. Moment  $M_y$  i poprečne sile  $V_z$  od korisnog opterećenja u drugom polju

Slika 12. Moment  $M_y$  i poprečne sile  $V_z$  od korisnog opterećenja preko prva dva polja

Slika 13. Moment  $M_y$  i poprečne sile  $V_z$  od korisnog opterećenja preko drugog i trećeg polja

Slika 14. Moment  $M_y$  i poprečne sile  $V_z$  od koncentriranih sila kotača na početku prvog polja

Slika 15. Moment  $M_y$  i poprečne sile  $V_z$  od koncentriranih sila kotača u sredini prvog polja

Slika 16. Moment  $M_y$  i poprečne sile  $V_z$  od koncentriranih sila kotača pri ležaju S1

Slika 17. Moment  $M_y$  i poprečne sile  $V_z$  od koncentriranih sila kotača u sredini drugog polja

Slika 18. Raspodjela unutarnjih sila na nosaču

Slika 19. Poprečni presjek nosača

Slika 20. Nosač

Slika 21. Glavna uzdužna armatura polja 1-4

Slika 22. Vilice za armaturu

Slika 23. Glavna uzdužna armatura polja 2-3

Slika 24. Detalj konzole

## **Popis tablica**

Tablica 1. Značajke tla i temeljenje

Tablica 2. Poprečni presjek rasponskog sklopa nadvožnjaka

Tablica 3. Odabir širine prometnog traka [5]

Tablica 4. Intenzitet i raspored opterećenja [5]

Tablica 5. Mjerodavne sile za dimenzioniranje



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, Antonio Sabolović (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom Nadvožnjak preko županijske ceste u ravnici (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Antonio Sabolović

(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, Antonio Sabolović (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan s javnom objavom diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom Nadvožnjak preko županijske ceste u ravnici (upisati naslov) čiji sam autor

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Antonio Sabolović

(vlastoručni potpis)