

# Nadvožnjak preko lokalne ceste u ravnici

---

Vorih, Mario

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:122:819844>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-19**

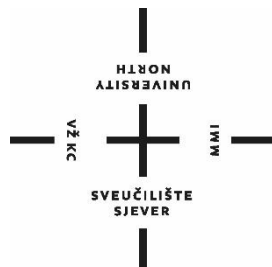


Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)



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



DIPLOMSKI RAD br. 23/GRD/2021

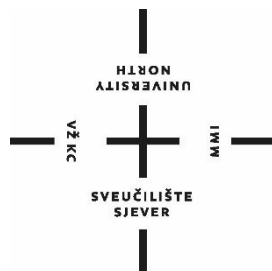
**NADVOŽNJAK PREKO LOKALNE CESTE U  
RAVNICI**

Mario Vorih, 1201/336D

Varaždin, rujan 2021.

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

**Studij graditeljstva**



DIPLOMSKI RAD br. 23/GRD/2021

**NADVOŽNJAK PREKO LOKALNE CESTE U  
RAVNICI**

Student:

Mario Vorih, 1201/336D

Mentor:

doc. dr. sc. Goran Puž

Varaždin, rujan 2021.

# Prijava diplomskog rada

## Definiranje teme diplomskog rada i povjerenstva

ODJEL Odjel za graditeljstvo

STUDIJ diplomski sveučilišni studij Graditeljstvo

PRISTUPNIK Mario Vorih

MATIČNI BROJ 0336010915

DATUM 28. lipnja 2021.

KOLEGIJ Mostovi

NASLOV RADA Nadvožnjak preko lokalne ceste u ravnici

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU Overpass across the local 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 Ćurin
5. \_\_\_\_\_

## Zadatak diplomskog rada

BROJ 23/GRD/2021

OPIS

Potrebno je načiniti projekt nadvožnjaka preko ceste u ravnici. Rasponski sklop građevine biti će kontinuirani pločasti nosač od armiranog betona, uz odabir raspona koji su uobičajeni za ovakav tip sklopa (na razini idejne skice potrebno je načiniti 3 varijante s različitim rasponima). Stupovi i upornjaci biti će također armiranobetonski, a temeljenje plitko. Most prevodi preko prepreke cestovnu prometnicu zadanog profila uz koju će biti dodane posližne staze. Rad treba sadržavati:

- tehnički opis s obrazloženjem odabranog rješenja
- osnovne - pregledne nacрте triju varijanti rasponskog sklopa
- dispozicijske nacрте odabrane varijante u preglednom mjerilu
- osnovni statički proračun rasponskog sklopa
- dimenzioniranje najopterećenijih presjeka rasponskog sklopa
- skicu armature rasponskog sklopa
- literatura

ZADATAK URUČEN

POTPIS MENTORA

Goran Puž

## PREDGOVOR

Zahvaljujem se najviše svojem mentoru doc.dr.sc. Goranu Pužu koji je bio uz mene cijelo vrijeme tokom nastajanja ovog diplomskog rada. Izuzetan ste stručnjak koji me svojim savjetima i prijedlozima usmjeravao kako da savladam probleme koji su se pojavili tijekom izrade ovog rada. Također želim zahvaliti svim nastavnicima i asistentima odjela Graditeljstva svojom suradnjom i koji ste nam cijelo vrijeme prenašali svoje znanje. Zahvaljujem svojim roditeljima, bratu, curi i široj obitelji na pruženoj potpori tijekom studiranja, bez kojih ovo postignuće ne bi bilo moguće. Hvala svim mojim dragim prijateljima i kolegama koji su uljepšali i olakšali ovaj put, te ostalima koji su bili neizmjereno velika podrška tijekom cijelog studija.

**Hvala Vam!**

**Mario Vorih**

# SAŽETAK

**Naslov rada:** Nadvožnjak preko lokalne ceste u ravnici

**Autor rada:** Mario Vorih, 1201/336D

**Mentor:** Goran Puž, doc. dr. sc.

Tema diplomskog rada svodi se na kolegij mostove, gdje se projektira nadvožnjak (most) preko jedne udubine u kojoj se nalazi lokalna cesta. Nadvožnjak se sastoji od tri raspona, gdje je rasponski sklop građevine kontinuirani pločati nosač od armiranog betona kao optimalno rješenje. Konstrukcija se oslanja na upornjacima i stupovima koji su također armiranobetonski, a njihovo temeljenje je plitko. Ono što je važno oslanja se na elastomerne ležajeve koji su zakretni, točnije omogućene su im rotacije. Na samom rasponskom sklopu dvije prometne trake, dvije pješačke staze odnosno nogostup, te zaštitna ograda i odbojna ograda. Za vrlo dobar vizualan izgled nadvožnjaka je predviđen vijenac (rubna istaka) koja daje dobru sliku istog. Svaki pojedini dio konstrukcije je detaljnije opisan u tehničkom opisu, zatim statički proračun iz programa Tower, te dispozicije iz programa AutoCad.

Rad sadrži:

- tehnički opis
- osnovni statički proračuna rasponskog sklopa
- dimenzioniranje najopterećenijih presjeka rasponskog sklopa
- skicu armature rasponskog sklopa
- dispozicijske nacрте u preglednim mjerilima
- literaturu

**Ključne riječi:** nosiva konstrukcija, raspon, niveleta, temelj, čelik, beton, hidroizolacija, ležajevi, stup, upornjak, prijelazna naprava, kosa krila, nasip, usjek, prijelazna ploča

# ABSTRACT

**Title:** Overpass over local roads in the plain

**Author:** Mario Vorih, 1201/336D

**Mentor:** Goran Puž, doc. dr. sc.

The topic 'Overpass' of this is related to the course bridges, where an overpass will be designed over a depression where the Local Road is located. The overpass consists of three spans, where the available building assembly is a continuous slab of reinforced concrete girders as the optimal solution. The structure relies on abutments and columns that are also reinforced concrete, and their foundation is shallow. What is important is to weaken on elastomeric bearings that are swivel, more precisely they are allowed to rotate. On the span itself, there are two traffic lanes, two pedestrian paths or a sidewalk, as well as a protective fence and a fencing fence. For a very good visual appearance of the overpass, a wreath (edge protrusion) is provided, which gives a good picture of the same. Each individual part of the Construction is described in more detail in the technical description, then the static calculation from the Tower program, and the dispositions from the AutoCad program.

The paper consists of:

- technical description
- basic static calculation of span assembly
- dimensioning of the most loaded cross-sections of the span assembly
- sketch of span armature
- dispositional drawings in overview scales
- literature

**Keywords:** load-bearing structure, span, level, foundation, steel, concrete, waterproofing, bearings, column, abutment, transition device, sash slope, embankment, notch, transition plate.

# POPIS KORIŠTENIH KRATICA

## Općenito

<b>AB</b>	armirano-betonski
<b>B500B</b>	čelik armiranja betona vrhunske kvalitete
<b>CX/X</b>	razred čvrstoće betona
<b>H2 W5</b>	tipska sigurnosna ograda
<b>HRN EN</b>	norme koje su preuzete iz normizacijskih sustava

## Razredi izloženosti

<b>XD1</b>	umjereno vlažna okolina
<b>XD2</b>	vlažna, rijetko suha okolina
<b>XD3</b>	izmjenično vlažna i suha okolina
<b>XC2</b>	vlažna, rijetko suha okolina uvjetovana karbonatizacijom
<b>XF2</b>	umjerena zasićenost vodom bez soli za odmrzavanje
<b>XF4</b>	visoka zasićenost vodom sa solima za odmrzavanje

## Statički proračun

<b>g</b>	stalno (vlastito) opterećenje
<b>q</b>	kontinuirano opterećenje
<b>lx</b>	duljina nosača
<b>ly</b>	širina nosača
<b><math>\Delta g</math></b>	dodatno stalno opterećenje
<b>w</b>	širina kolničke konstrukcije
<b><math>Q_K</math></b>	koncentrirano opterećenje
<b><math>q_K</math></b>	kontinuirano opterećenje
<b>b</b>	sudjelujuća širina
<b>b<sub>1</sub></b>	širina rasprostiranja koncentriranog opterećenja
<b><math>Q_v</math></b>	koncentrirano opterećenje u traci (vozila)
<b>A<sub>(1-4)</sub></b>	reakcije u osloncima
<b>M<sub>(1,2)</sub></b>	momenti nad ležajevima
<b>m<sub>(1-3)</sub></b>	momenti u polju
<b>T<sub>(1-3)</sub></b>	poprečne sile



$M_{Ed}$	moment savijanja (računski)
$V_{Ed}$	poprečna sila (računska)
$f_{cd}$	čvrstoća betona (računska)
$f_{yd}$	čvrstoća čelika (računska)
$f_{yk}$	karakteristična čvrstoća betona (valjak)
$f_{yk}$	karakteristična čvrstoća čelika
$d$	statička visina presjeka
$h$	visina presjeka
$c$	zaštitni sloj betona
$\xi$	koeficijent položaja neutralne osi
$\zeta$	koeficijent kraka unutrašnjih sila
$A_s$	potrebna armatura
$A_{s1,max}$	maksimalna armatura
$V_{Rd}$	računska nosivost na poprečne sile
$V_{Rd1}$	nosivost neraspucalog elementa na poprečne sile
$\rho_1$	koeficijent armiranja
$b_w$	širina presjeka
$V_{wd}$	doprinos poprečne armature
$s_w$	razmak spona (vilica)
$f_{ywd}$	granica popuštanja poprečne armature
$A_a$	glavna armatura
$A_{ar}$	razdjelna armatura
$\mu_{Ed}$	bezdimenzijska veličina za moment

1.	UVOD .....	1
2.	TEHNIČKI OPIS .....	5
2.1.	Općenito o konstrukciji .....	5
2.2.	Nagib prometnice nadvožnjaka .....	5
2.3.	Značajke tla i temeljenje .....	6
2.4.	Donji ustroj mosta .....	7
2.5.	Rasponski sklop .....	7
2.6.	Odvodnja .....	8
2.7.	Zaštitna oprema .....	9
2.8.	Oprema mosta .....	9
2.9.	Statički proračun .....	10
2.10.	Izvedba .....	14
2.11.	Utrošak gradiva .....	14
3.	STATIČKI PRORAČUN .....	15
3.1.	Slučajevi opterećenja za proračun unutarnjih sila: .....	24
3.2.	Dijagrami opterećenja .....	32
3.3.	Dijagrami unutarnjih sila .....	35
3.4.	Proračunska situacija za prvo polje .....	39
3.5.	Proračunska situacija za drugo polje .....	46
3.6.	Proračunska situacija za treće polje .....	54
3.7.	Proračunska situacija nad prvim ležajem .....	61
3.8.	Proračunska situacija nad drugim ležajem .....	62
3.9.	Statička provjera konzole mosta .....	64
4.	TROŠKOVNIK .....	72
4.1.	Donji ustroj mosta .....	73
4.2.	Gornji ustroj mosta .....	76
4.3.	Oprema mosta .....	77
5.	DISPOZICIJA MOSTA (NACRTI) .....	81
6.	ZAKLJUČAK .....	92
7.	LITERATURA .....	93
8.	POPIS SLIKA I TABLICA .....	94

## 1. UVOD

Most je konstrukcija koja neku prometnicu prevodi preko prepreke. Potreba za mostom postoji ondje gdje se u samoj trasi prometnice stvara takva zapreka da ju nije moguće savladati izravnim oslanjanjem na tlo. Najvažniji dio mosta je nosiva struktura. U ovom radu je projektiran nadvožnjak, njegova zadaća je da premošćuje prometnicu sa svojim slobodnim profilom. Slobodni profil označava prostor kroz kojeg se može odvijati promet ispod nadvožnjaka. Svaki most se dijeli na gornji i donji ustroj. Gornji su svi dijelovi iznad ležišta osnovne (glavne) rasponske konstrukcije, a donji svi dijelovi ispod ili pored nje. U nastavku slijedi opis najvažnijih dijelova mosta koji se koriste u radu.

### GORNJI USTROJ MOSTA

---

**Nosiva struktura** – nosivi dio mosta koji preuzima sva opterećenja s prometne podloge i sva druga djelovanja te ih preko zapreke koja se premošćuje prenosi u nosivo tlo. Kod ovog projekta je najoptimalniji kontinuirani položatsi rasponski sklop, koji je najuobičajeniji za nadvožnjake malih i srednjih raspona. Najveća prednost jednostavnost izvedbe i izgleda, kod ovog slučaja monolitne izvedbe.

**Kolnička konstrukcija** – ploha namijenjena prometu vozila na mostu, različitih standardnih tipova. Sastoji se od kolničkog zastora koji se ugrađuje na krugu podlogu, najčešće asfaltni kolnički zastor sa dva sloja (zaštitni i trošivi sloj).

**Hodnici (pješačke staze)** – dijelovi prometne plohe koji služe prometu pješaka i/ili biciklista. Najčešće su izdignuti na vanjskim dijelovima konstrukcije, omeđeni sa rubnjakom s jedne strane, dok s druge strane hodnika rubni vijenac formira kraj istog.

**Ograde** – dijelovi koji štite korisnike mosta (vozače, bicikliste i pješake) od pada s građevine. One koji obilaze ili stanuju u okolini mosta štite od utjecaja prometa, a uz to u velikoj mjeri oblikuje izgled mosta. Prema namjeni u ovom slučaju razlikujemo pješačku i odbojnu ogradu.

**Hidroizolacija** - materijal koji ima zadatak spriječiti pristup vode dijelovima konstrukcije, a time i njeno agresivno fizikalno ili kemijsko djelovanje. Pravilno postavljena hidroizolacija ima isti značaj kod postizanja trajnosti kao što i pravilno vrednovanje prometnih djelovanja.

**Prijelazne naprave** – pomaci rasponskoga sklopa uzrokuju promjenu veličine dilatacije (raspora) između rasponskog sklopa i upornjaka, odnosno između dva dijela gornjeg ustroja. Na tim mjestima ugrađuju se prijelazne naprave kojima je zadatak omogućiti međusobne pomake dijelova rasponskoga sklopa bez otpora ili sa zanemarivim otporom, a također bez narušavanja udobnosti prometovanja. Prijelaz prijevoznih sredstava preko prijelazne naprave bi trebao biti tih, bez jačeg udarca na sklop.

**Odvodnja (slivnici)** – oborinsku vodu potrebno je ukloniti s prometnice i to tako da se spriječi njezin prodor do konstrukcije i ostalih dijelova unutrašnjosti mosta. Dakle, uz osnovnu zadaću osiguranja parametra za prometovanje nadvožnjakom, sistemom odvodnje štiti se okoliš i građevina.

## DONJI USTROJ MOSTA

---

**Upornjak** – je mjesto na kojemu se odvija prijelaz s terena (najčešće s nasipa) na most. S jedne strane predstavlja potporni zid pristupnog nasipa, a s druge oslonac rasponskog sklopa. Iza zida upomjaka, između krila, cesta prelazi na nasip, ali to ne mora biti slučaj sa pješačkom stazom, koja se vodi do kraja krila upomjaka.

**Zid upornjaka** - prenosi vertikalne, a često i horizontalne sile s rasponskog sklopa na tlo, te preuzima pritisak tla s nasipa, koji se nastavlja na most.

**Krila upornjaka** - zadržavaju nasip iza upornjaka protiv slijeganja i osipanja te formiraju kraj nasipa. Prema tlocrtnom smještaju u odnosu na uzdužnu os mosta krila mogu biti usporedna, okomita ili kosa. Kod konkretnog slučaja koristimo kosa krila.

**Stupovi** - dijelovi mosta koji podupiru rasponski sklop između upornjaka. Stup se sastoji od temelja stupa i tijela stupa.

**Prijelazne ploče** – prijelaz s deformabilnog tijela nasipa na nedeformabilni sklop mosta definira se prijelaznom pločom da bi se osigurala sigurnost prometna i zaustavila dinamička djelovanja nja sklop.

**Ležajevi** – osnovni elementi kojima je cilj prenositi opterećenja (horizontalnu i vertikalnu silu) s glavnog rasponskog sklopa na oslonce – upornjake te stupove. Pri tome trebaju omogućiti ili spriječiti zakretanja, te pomake sklopa kako bi se ostvarila predviđena podjela naprezanja, pomaka i deformacija.

## OSTALI POJMOVI

---

**Niveleta** – najosnovnija linija u presjeku nadvožnjaka koja predstavlja presječnicu vertikalne plohe i kolničke plohe koja prolazi kroz os prometnice na mostu. Uzdužni pad trebao bi biti najmanje 0,5%, zbog odvodnje.

**Slobodni profil** - otvor kroz koji može odvijati promet ispod nadvožnjaka ili preko njega, zato razlikujemo slobodni profil ispod mosta i na mostu.

**Nasip** – iza upornjaka se nalazi nasip koji je cjelovit dio mosta, pa ga je potrebno urediti kako ne bi došlo do puknuća sklopa usljed neočekivanog slijeganja. Uz zbijenosti nasipa i samog sastava, na rješenje znatno dolazi do izražaja njegovo oblikovanje u blizini upornjaka, te ozelenjavanje raslinjem ili nekom oblogom.

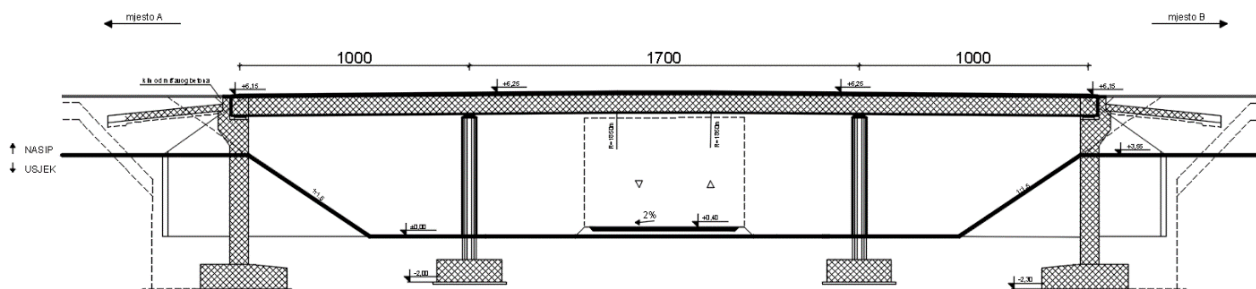
**Usjek** - zemljani objekt dobiven iskopom određenoga poprečnog profila u zemlji. Na usjeku je, za razliku od nasipa, niveleta buduće ceste ispod površine terena.

**Zahtjevi za most** - premoštenje neke prepreke predstavlja zahtjevan problem, zbog množine postavljenih uvjeta i ograničenja koje valja razrješiti: počevši od zahtjeva koje diktira prepreka koje diktira budući promet na mostu. Pri tome su osnovni zahtjevi koje treba zadovoljiti:

- [1] Sigurnost - ostvarenje prikladne pouzdanosti nosivog sklopa. Sklop je siguran ako je zadovoljen uvjet nosivosti, odnosno ako su računске vrijednosti mjerodavnih reznih sila manje ili jednake od računске nosivosti presjeka.
- [2] Ekonomičnost pri građenju i održavanju - optimalno rješenje u gospodarskom pogledu nije ono koje sadrži najmanje količine gradiva u sklopu, već ono koje daje najmanje ukupne troškove s troškovima održavanja mosta.
- [3] Trajnost - definira se njihovom sposobnošću da posjeduju zahtjevanu razinu sigurnosti i uporabljivosti u određenom vremenskom razdoblju.
- [4] Ekologija - svaka građevina, a poglavito most, na neki način remeti uvjete prirodne sredine.
- [5] Postizanje estetskog dometa - osnovni uvjet biti će ispunjen ako građevina bude odicala iskrenošću i jednostavnošću.

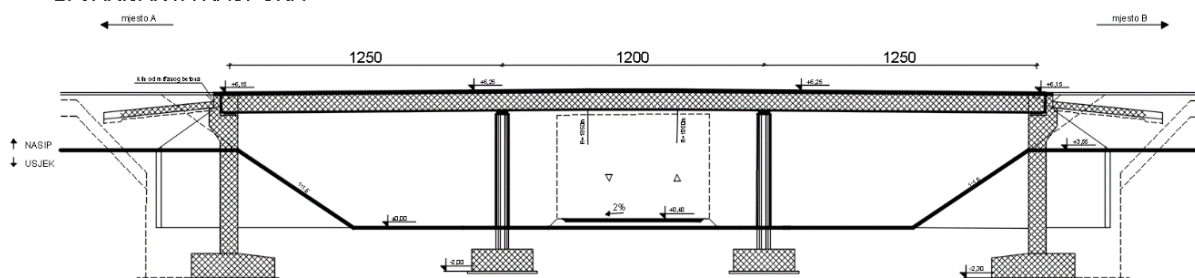
Na razini idejne skice napravljene su tri varijante s različitim rasponima, gdje će se odabrati najbolja varijanta za nadvožnjak preko lokalne ceste u ravnici.

### 1. VARIJANTA RASPONA



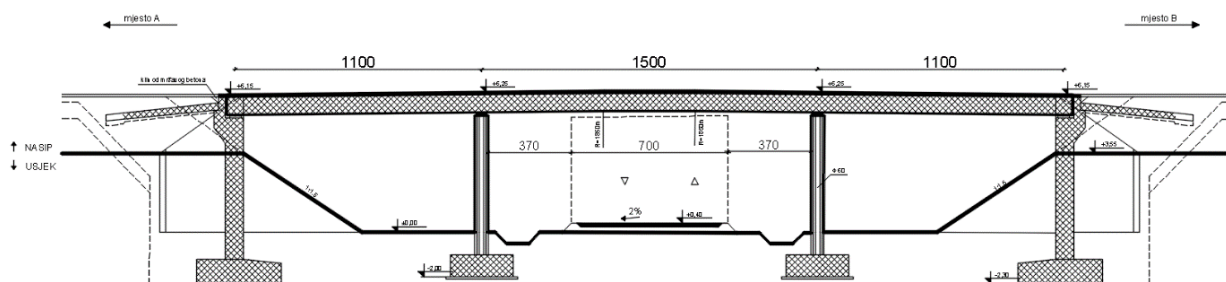
Prva varijanta nam odgovara zbog većeg prostora za kanale oko lokalne ceste, ali nam ne odgovara središnji raspon od 17,00m jer se radi o rasponu za kojeg je procijenjeno da bi zahtjevao prekomjerno podebljanje konstrukcije, a stim i problem izvedbe. Zato je odbačena ta varijanta.

### 2. VARIJANTA RASPONA



Druga varijanta raspona je idealna za pločasti rasponski sklop, rasponi su odgovarajući, no uz lokalnu cestu nema dovoljno širine za odvodne kanale sa svake strane. Tako da bi stupovi morali ležati u kanalima, što nije dobro za odvodnju. Zbog toga je odbačena i ova varijanta.

### 3. VARIJANTA RASPONA



Najbolja varijanta s prvim rasponom od 11,00m, drugim rasponom od 15,00m, te trećim rasponom od 11,00m. Najoptimalnija nam je ta 3. varijanta jer odgovara uz lokalnu cestu odgovarajući kanal širine 1,50m, te dvije prometne trake od 3,50m, te su rasponi odgovarajući pločastom rasponskom sklopu.

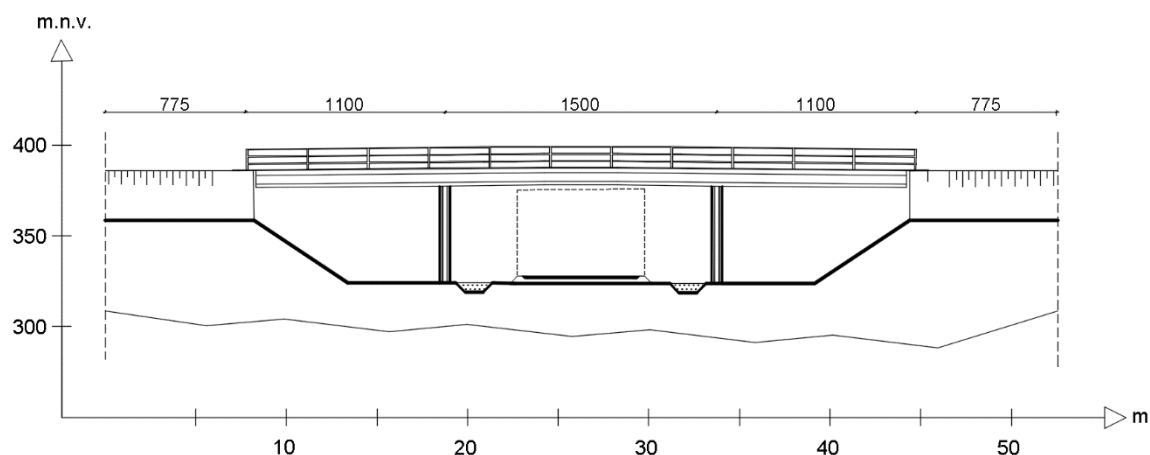
## 2. TEHNIČKI OPIS

### 2.1. Općenito o konstrukciji

Nadvožnjak koji premošćuje zadanu udubinu s jednom preprekom, a ta prepreka je cesta. S obzirom na zadanu konfiguraciju terena i prepreke, projektirana je konstrukcija s tri raspona. Nosiva konstrukcija je AB ploča, koja je izabrana kao optimalno rješenje. Slobodni profil ispod mosta koji se mora osigurati iznosi 4,80m. Za projektiranje mosta korišteni su parametri:

- presjek doline na kojem će se nalaziti konstrukcija s potrebnom razinom ceste
- presjek kolničke konstrukcije s danim dimenzijama i predviđenim materijalom

Konstrukcija ima četiri stupa, koji su visoki 6,35m. Na krajevima nadvožnjaka konstrukcija se oslanja na upornjacima, gdje se također vrši dilatacija. Objekt ima tri raspona, od kojih su dva rubna raspona 11,00m, središnji je 15,00m. Ukupna duljina konstrukcije mosta je 52,50m.



Slika 1.) Dispozicija nadvožnjaka

### 2.2. Nagib prometnice nadvožnjaka

Nadvožnjak omogućava prijelaz ceste preko lokalne ceste. Os nadvožnjaka siječe os lokalne ceste pod kutem od  $90^\circ$ . Na mjestu prijelaza lokalna cesta se nalazi u plitkom usjeku. U dispoziciji tlocrta most je smješten u pravcu. Niveleta mosta je izravnata s uzdužnim nagibom u usponu od 2,0%, a poprečni nagib iznosi 2,5%. Nagibi se spuštaju prema najnižoj točki kolnika koja je u liniji osi slivnika zbog odvodnje.

### 2.3. Značajke tla i temeljenje

Nosivo tlo, u našem slučaju odnosno pretpostavci je lapor, odnosno stijena, nalazi se oko 2,0m ispod zemlje. Vrh temelja upornjaka je u ravnini nulte kote iskopa terena, dok su temelji stupova nešto niži, nalaze se 1,0m ispod iskopanog tla. Temelj upornjaka se nastavlja, tako da služi kao temelj kosog krila, koji odvaja nasip od usjeka.

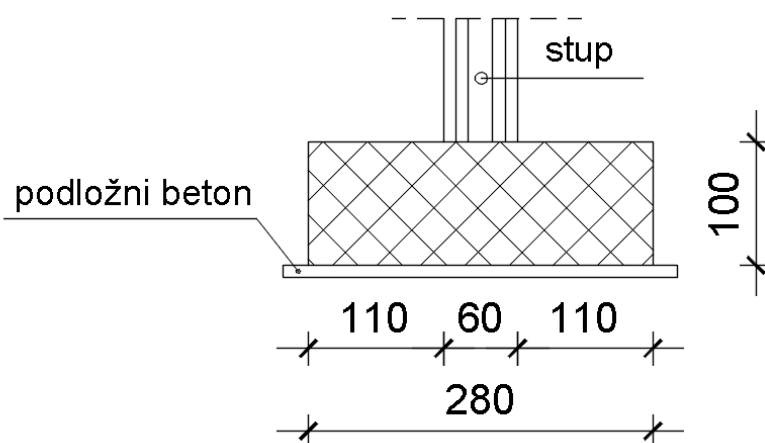
#### NOSIVOST TLA

Vertikalna (okomita) nosivost	1000 kN/m <sup>2</sup>
Vertikalni modul reakcije	200000 kN/m <sup>3</sup>
Horizontalni modul reakcije	55000 kN/m <sup>3</sup>

Tablica 1.) Tablica reakcija zadanog tla

Dimenzije temelja:

- temelj upornjaka sa podložnim betonom od 10,0cm: **5,90m x 1,10m x 26,50m**
- temelj stupa sa podložnim betonom od 10,0cm: **2,80m x 1,00m x 6,90m**



Slika 2.) Izgled i dijelovi uzdužnog presjeka temelja stupa



## 2.4. Donji ustroj mosta

Gradivo donjeg ustroja će biti armirani beton sa čelikom za armiranje rebraste armature B500(B) – čelik visoke duktilnosti. U donjem ustroju imamo upornjake i stupove, gdje su stupovi kružnog oblika. Uređenje vidljivih betonskih ploha uređuje se sa premazima, kako bi se dobila vrlo glatka površina. A neki dijelovi će biti obloženi imitacijom kamena. Hidroizolacija koja je u dodiru s tlom je jednoslojna ukupne debljine 1,0cm koja sadrži brtvenu traku od 5,0 mm, ljepljivu bitumensku masu i epoksidni premaz sa posipanjem kvarcnog pijeska. Svi strukturni elementi koji dolaze u dodir s tlom su vodonepropusni.

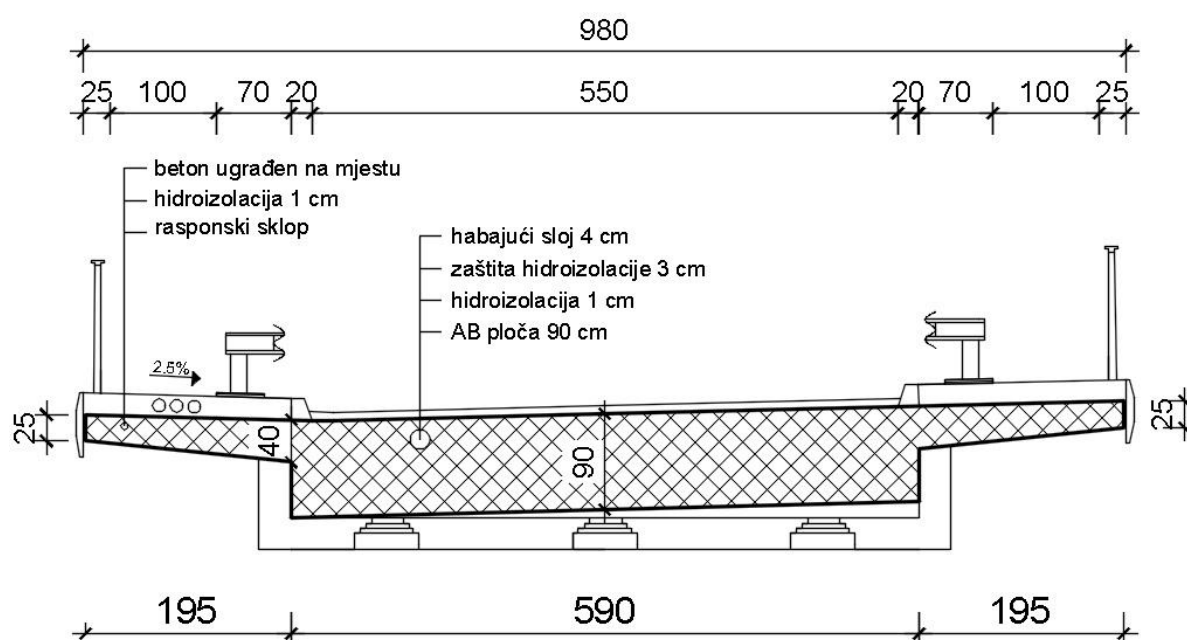
Karakteristike materijala betona pojedinih konstrukcijskih elemenata:

1. Rubni vijenac – beton **C25/30, XD3, XF4**
2. Betonska konstrukcija - beton **C30/37, XD1, XF2**
3. Kosa krila – beton **C30/37, XD2, XF2**
4. Nosivi stupovi - beton **C45/55, XD1, XF2**
5. Temelji – beton **C25/30, XC2**
6. Podložni beton - **C12/15**

## 2.5. Rasponski sklop

Poprečni presjek je trapeznog oblika točnije armiranobetonska ploča koja mora preuzeti teret. Ukupna širina mosta je 9,80m i uključuje dvije prometne trake širine 2,75m, te dvije pješačke staze (nogostup) širine 1,00m. Između pločnika i kolnika implementirana je zaštitna odbojna ograda koja spriječava prodor automobila u slučaju nesreća. Na samom rubu mosta predviđena je čelična ograda koja štiti pješake i bicikliste od pada s nadvožnjaka..Sama ploča oslanja se na stupove, te upornjak uz pomoć ležajeva. Ležajevi su elastomerni, što znači da su armirani ležajevi. Specifične značajke elastomernog materijala, uz pomoć deformacija omogućavaju translaciju, te rotaciju do dozvoljenog stupnja. Također su jednostavni za održavanje, te su dokazani svojom izdržljivošću.

Dijelovi	Dimenzije
Lijevi rub (ograda + pješačka staza + odbojna ograda)	$0,25\text{m} + 1,00\text{m} + 0,70\text{m} = 1,95\text{m}$
Kolnik (rubnjak + prometne trake + rubnjak)	$0,20\text{m} + 5,50\text{m} + 0,20\text{m} = 5,90\text{m}$
Desni rub (odbojna ograda + pješačka staza + ograda)	$0,70\text{m} + 1,00\text{m} + 0,25\text{m} = 1,95\text{m}$
<b>Ukupno:</b>	<b>9,80m</b>



Slika 3.) Poprečni presjek nadvožnjaka

## 2.6. Odvodnja

Uzdužni nagib nivelete prometnice na mostu je 2,0%, a poprečni pad iznosi 2,50%, tako da je s time omogućena kvalitetna odvodnja površinske/oborinske vode sa nadvožnjaka. Odvodnju vode omogućuju slivnici koji se nastavljaju u zatvoreni sistem odvodnje, tamo se voda sistemom uzdužnih i poprečnim cijevima odvodi u odvodnu jamu. Krajnji dio slivnika ubetonirava se u sklop kod izvođenja kolničke ploče. Okrugli rub krajnjeg dijela se koristi za priključak hidroizolacije na sami slivnik. U gornjem predijelu je taložnica koja je predviđena čišćenje, te je podesiva po visini i nagibu. Cijevi unutarnjeg promjera 200mm za gravitacijsku odvodnju su od nehrđajućeg čelika, visoke trajnosti te niskog koeficijenta istezanja. Prolaz kroz druge dijelove konstrukcije je osiguran korištenjem zaštitnim cijevima. Priključeno je 8 slivnika na odvodnu cijev, te uzdužna cijev mora imati minimalni nagib od 2,0%, dok kod poprečnih cijevi unutarnjeg promjera iznose također 200mm, te nagib bi trebao biti minimalno 5,0%.

Za umanjivanje tlaka (hidrostatskog) vode iz slojeva pored krila upornjaka i preuzimanje vode koja prodire planiran je procjedni sloj šljunka, te se voda odvodi u podnožje procjednog sloja uz pomoć drenažne cijevi.

## 2.7. Zaštitna oprema

Odbojna ograda je prepreka koju treba postaviti uzduž u svrhu zaštite osoba koje se nalaze u vozilu nad kojim je izgubljen nadzor vozila. Sastoji se od čeličnog stupa kojemu je zadaća nositi branik, sami branik koji izgleda kao ploča od čeličnog lima koji kod udara prijevoznog sredstva svojom deformacijom umanjuje posljedice udara, odstojnika koji ostvaruje krutu vezu između stupova i branika, te posebno oblikovanih branika i dijelova koje nalazimo na početku i kraju zaštitne ograde. Osnovni materijal za odbojnu ogradu je konstrukcijski čelik koji je zaštićen od korozije, te raznih vremenskih uvjeta. Izabrana je tipska čelična sigurnosna ograda **H2 W5** – visoka je 0,65m sa razmakom stupaca 1,34m, zaštićena vrućim pocinčavanjem.



*Slika 4.) Primjer tipske sigurnosne ograde H2 W5*

Pješачka ograda je glavni dio koji spriječava pad sa mosta. Sastoji se od rukohvata, usidrenih stupaca i ispune. Visine je 1,20m. Sidrenje ograde iznosi 0,25m.

## 2.8. Oprema mosta

Ležajevi su osnovni konstrukcijski elementi kojima prenosimo opterećenja s osnovnog sklopa na potpore (upornjake i stupove). Zadaća im je prihvatiti reakcije i preusmjeriti ih tako da smjer djelovanja bude određen. Omogućuju vertikalne i horizontalne pomake, te prenašaju torziju i momente savijanja. Za konstrukciju je odabran zakretni (deformabilni) ležaj. Nalaze se na upornjaku jer je najlakše prenijeti horizontalne sile u okolno tlo. Zamjena ležajeva ukoliko dođe do potrebe vrši se odizanjem rasponskom sklopa hidrauličkim prešama.

Predviđena je prijelazna naprava za male pomake do 0,40cm. To je gotova naprava, za koju je ostavljen prostor za ugradnju. Sastoji se od dva elementa: čelične letve koja je usidrena u betoniranu ploču kolničke konstrukcije, te elastomernog uložka koji se ugrađuje nakon asfaltiranja kolnika. Elastomerni uložak se mora redovito održavati kako bi osiguravao trajnu vodonepropusnost. Čelična letva se dobro usidri u beton uz pomoć varenih krilaca koje su povezane s armaturom kolnika. Također je potrebno dovesti hidroizolaciju sve do vrha čeličnog profila. Prijelazna naprava provodi se po cijeloj širini kolničke ploče, kao i kroz pješačku stazu.

Vijenac je krajnja (rubna) istaka na konzoli mosta, koja nam daje konačni izgled građevine, te je vrlo bitno da vizualno dobro izgleda. Nakon polaganja hidroizolacije mosta, betonira se na mjestu hodnik. Na njemu se postavljaju otvori za ugradnju cijevi za provođenje instalacija preko samog mosta i vrši se ugradnja ograde. Najbolje je rješenje izvesti hodnik i vijenac zajedno, betoniranjem u istoj oplati. Vijenac je spojen s rasponskim sklopom uz pomoć kuka, koje su postavljene iz konzole hodnika. Hodnik je armiran (gusto), da bi se izbjeglo njegovo pucanje uslijed prisutstva u radu sklopa konstrukcije. Za provođenje tih instalacija, smjestili smo šahtove u ravnini pješačke staze, tj. ispred početka konstrukcije mosta, kako bi se osiguralo sigurno vođenje, kontrola i zamjena instalacija. Cijev za provođenje instalacija je unutarnjeg promjera 110mm.

## 2.9. Statički proračun

### 2.9.1 Tehnički propisi

Sukladno tehničkim propisima za građevinske konstrukcije projektiranje se vrši prema slijedećim odredbama:

- 1) HRN EN 1990 - Eurokod: Osnove projektiranja konstrukcija
- 2) HRN EN 1990/NA - Eurokod: Osnove projektiranja konstrukcija -- Nacionalni dodatak
- 3) HRN EN 1991-1-1 - Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-1: Opća djelovanja -- Obujamske težine, vlastite težine i uporabna opterećenja zgrada
- 4) HRN EN 1991-1-3 - Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-3: Opća djelovanja -- Opterećenja snijegom
- 5) HRN EN 1991-1-4 - Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-4: Opća djelovanja -- Djelovanja vjetra

- 6) HRN EN 1991-1-6 - Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-6: Opća djelovanja -- Djelovanja tijekom izvedbe
- 7) HRN EN 1991-1-6/NA - Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-6: Opća djelovanja -- Djelovanja tijekom izvedbe -- Nacionalni dodatak
- 8) HRN EN 1991-1-7 - Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-7: Opća djelovanja -- Izvanredna djelovanja
- 9) HRN EN 1991-1-7/NA - Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-7: Opća djelovanja -- Izvanredna djelovanja -- Nacionalni dodatak
- 10) HRN EN 1991-2 - Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- 2. dio: Prometna opterećenja mostova
- 11) HRN EN 1991-2/NA - Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- 2. dio: Prometna opterećenja mostova -- Nacionalni dodatak
- 12) HRN EN 1991-3 - Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- 3. dio: Djelovanja prouzročena kranovima i strojevima
- 13) HRN EN 1991-3/NA - Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije -- 3. dio: Djelovanja prouzročena kranovima i strojevima -- Nacionalni dodatak
- 14) HRN EN 1992-1-1 - Eurokod 2: Projektiranje betonskih konstrukcija -- Dio 1-1: Opća pravila
- 15) HRN EN 1992-1-1 /NA - Eurokod 2: Projektiranje betonskih konstrukcija -- Dio 1-1: Opća pravila -- Nacionalni dodatak
- 16) HRN EN 1992-2 - Eurokod 2: Projektiranje betonskih konstrukcija -- 2. dio: Betonski mostovi -- Proračun i pravila razrade detalja
- 17) HRN EN 1992-2/NA - Eurokod 2: Projektiranje betonskih konstrukcija -- 2. dio: Betonski mostovi -- Proračun i pravila razrade detalja -- Nacionalni dodatak
- 18) HRN EN 1504-9 - Proizvodi i sustavi za zaštitu i popravak betonskih konstrukcija -- Definicije, zahtjevi, kontrola kvalitete i vrednovanje sukladnosti -- 9. dio: Opća načela za uporabu proizvoda i sustava

## 2.9.2 Modeliranje konstrukcije

Pojednostavit ćemo proračunski sklop na linijski model, koji će sadržavati onoliko štapova koliko most ima raspona, dok je broj samih oslonaca jednak broju raspona +1. Pretpostavke za modeliranje (proračun) konstrukcije:

- proračun prema štapnom modelu
- zakrivljenost ili nagib nosača zbog oblikovanja prema osi prometnice zanemarujemo, stavljamo da nosač bude ravan i horizontalan
- duljina pojedinih raspona odgovara duljini osi od osi ležaja, što je manje od ukupne duljine sklopa (zanemarit ćemo dio vlastite težine – pretpostavka nije na strani sigurnosti)
- svi ležaji su zakretni (omogućene su rotacije), jedan ležaj krajnji je uzdužno nepomičan, a svi ostali su uzdužno pomični

Koristit ćemo samo jednu proračunsku situaciju, s obrazloženjem jer znamo da je upravo ona mjerodavna za dimenzioniranje konstrukcije, a to je:

$$\text{Stalna djelovanja (G)} \cdot 1,35 + \text{Promjenjiva djelovanja (Q)} \cdot 1,50$$

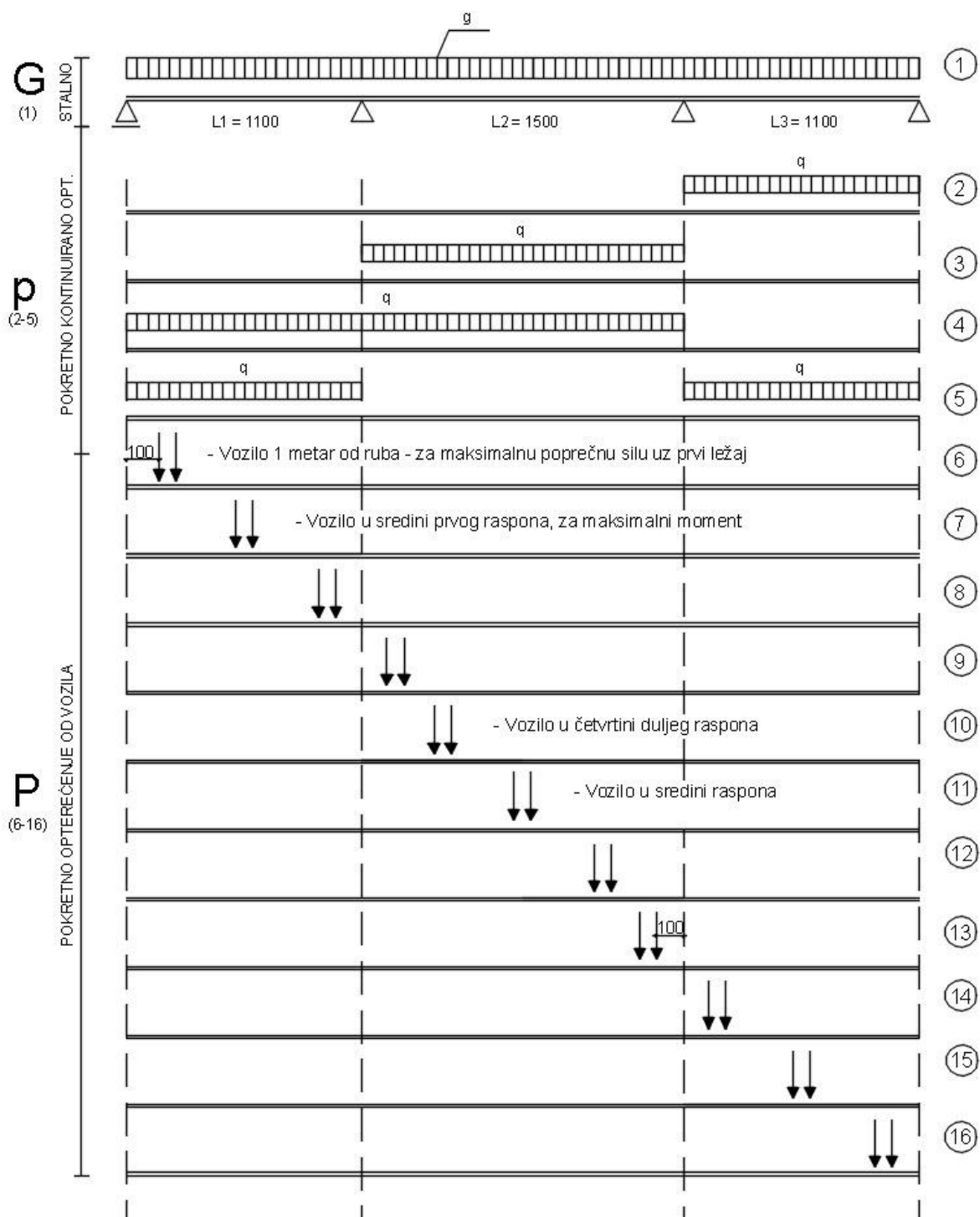
Koeficijentima sigurnosti i faktorima kombinacije množe se unutarnje sile kad računamo ukupno djelovanje u proračunskoj situaciji. U slijedećoj skici prikazan je naš nadvožnjak sa tri polja gdje je prikazano:

G – opterećenje koje djeluje uvijek – stalno opterećenje

p – pokretno kontinuirano opterećenje (4 kombinacije) – najveća sila za dimenzioniranje

P – pokretno opterećenje od vozila provodi se po položajima od početka do kraja mosta, na način da vozilo bude:

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



Slika 5.) Slučajevi opterećenja za proračun unutarnjih sila u rasponskom sklopu nadvožnjaka preko 3 raspona, stalno opterećenje + korisno opterećenje.

## 2.10. Izvedba

Prvo se izvode temelji stupova i upornjaka, kao kod većine građevinskih konstrukcija. Izvode se kao plitki temelji pošto su uvjeti za temeljenje vrlo dobri. Dno temelja se oslanja na stijenu sa podložnim betonom, te se koristi oplata za betoniranje temelja. Upornjak se gradi klasičnim načinom na licu mjesta uz pomoć oplata. Također se i stupovi izvode na licu mjesta betoniranjem gdje se koristi potpuna standardna oplata koja je sastavljena za cijelu visinu stupa, ona je prenosiva za sve stupove. Izabrana je ta metoda zbog precizne izrade, da se dobije na estetskoj vrijednosti. Rasponska konstrukcija izrađuje se betoniranjem kratkih i dugih elemenata, vrlo je bitan način obrade spojnih reški. Armatura se mora nastavljati preklapanjem ili varenjem. Metalna pokretna skela je pogodna kod mostova koji ima više jednakih otvora, kad se može iskoristiti više puta bez nekih velikih izmjena. A u našem slučaju imamo dva ista otvora. Koristi se cijevna skela koja se lako montira i demontira, te se može premještati uzduž ili poprijeko cijelog mosta. Vrlo su pogodne kod slučaja grednog mosta.

## 2.11. Utrošak gradiva

Za temelje upornjaka u temeljnoj jami potrebno je  $262,30 \text{ m}^3$  betona, te  $13770,75 \text{ kg}$  armature. Nakon toga slijede kosa krila sa  $48,38 \text{ m}^3$  betona i  $2117,10 \text{ kg}$  armature. Prijelazne ploče sadrže  $23,45 \text{ m}^3$  betona sa  $1582,87 \text{ kg}$  armature. Sami upornjaci zahtjevaju  $517,70 \text{ m}^3$  betona, a armiranobetonski sklop nadvožnjaka  $255,67 \text{ m}^3$  sa  $33433,67 \text{ kg}$  armature. Ovo su najvažniji dijelovi nadvožnjaka sa potrebnim betonom i armaturom, a ostali se nalaze u troškovniku. Što znači da bi za za projektirani nadvožnjak trebalo više od  $1200 \text{ m}^3$  betona i preko  $55000 \text{ kg}$  armature. Ukupna količina asfalta (habajućeg i zaštitnog sloja) na svim plohama mosta iznosi  $700 \text{ m}^2$ . Potrebno je 10 elastomernih zaokrenih ležajeva, te 11,00 metara vodonepropusne prijelazne naprave te gipke prijelaznice koja se postavlja u razini kolničkog zastora. Ugraditi treba 8 horizontalnih slivnika za odvodnju oborinske vode, te 70,00 metara cijevi promjera  $\text{Ø}200$  za sustav odvodnje. Također je potrebno  $718 \text{ m}^2$  hidroizolacije sa zavarenim bitumenskim trakama. Za hodnik je potrebno  $27 \text{ m}^3$  betona, te 74,00 metara jednostrane odbojne ograde. Na samom kraju montažni vijenac nadvožnjaka koji je iste duljine kao i hodnik

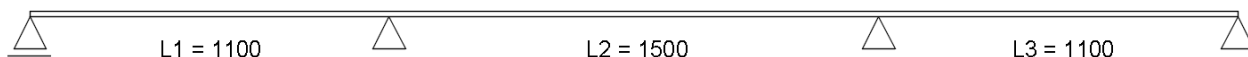


### 3. STATIČKI PRORAČUN

Statički proračun je proveden u računalnom programu Tower, gdje je nacrtana sama konstrukcija, te zadana opterećenja za proračun (kombinacije opterećenja), kako bi dobili setove dijagrama i dvije anvelope koje će biti prikazane u nastavku:

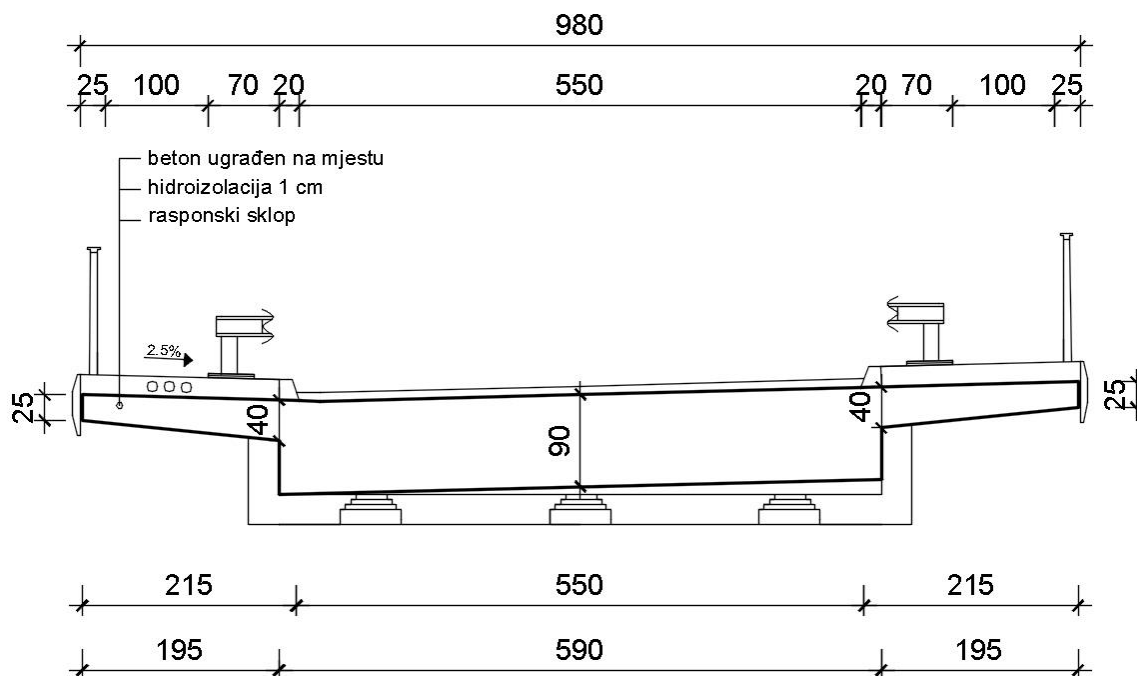
- [1] Dijagrami stalnog opterećenja
- [2] Anvelopa kontinuiranog pokretnog opterećenja
- [3] Anvelopa opterećenja od vozila

STATIČKI SUSTAV:



Slika 5.) Statički sustav nadvožnjaka

POPREČNI PRESJEK ZA PRORAČUN:



Slika 6.) Poprečni presjek i dimenzije za proračun u programu Tower

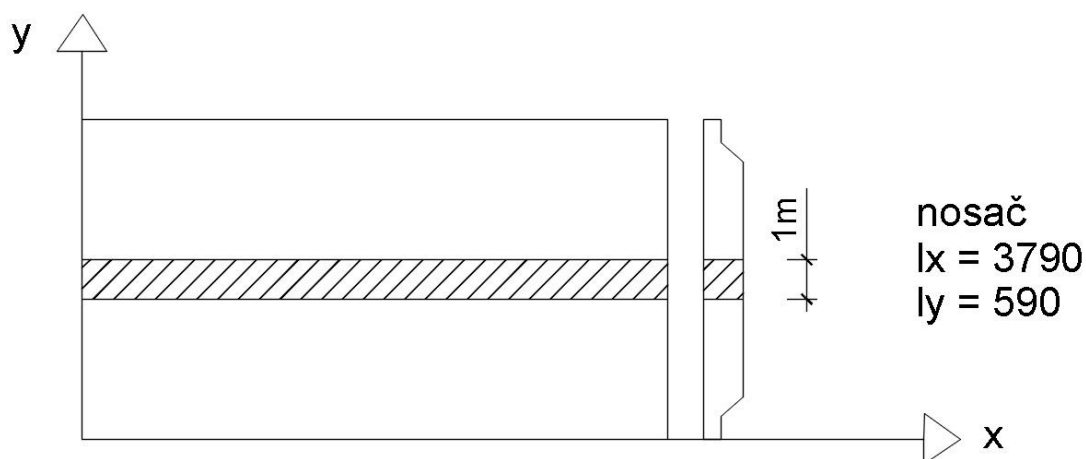
**ANALIZA OPTEREĆENJA:**

Vlastita težina nosača:

- ploča (po  $m^2$ )       $25 \cdot 0,9 = 22,5 \text{ kN/m}^2$
- ploča (po  $m'$ )       $20 \cdot 5,9 = 118 \text{ kN/m}'$

---


$$g = 140,5 \text{ kN/m}'$$

**Dodatno stalno opterećenje:****KOLNIK**

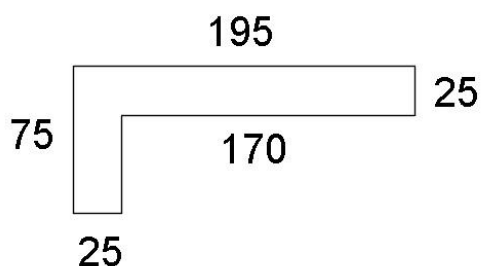
- asfalt       $0,08 \cdot 22 \cdot 5,5 \cdot 1 = 8,47 \text{ kN/m}'$
- hidroizolacija       $0,01 \cdot 21 \cdot 8,80 \cdot 1 = 1,84 \text{ kN/m}'$

**HODNIK**

- konzole       $31,68 \text{ kN/m}'$
- betonska staza       $30,62 \text{ kN/m}'$
- ograda       $2 \cdot 0,5 \cdot 1 = 1,0 \text{ kN/m}'$

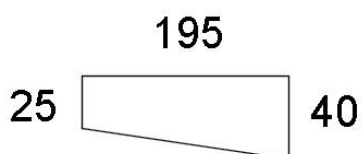
---


$$\Delta g = 73,61 \text{ kN/m}'$$



Betonska staza

$$\begin{aligned}
 &= (0,25 \cdot 1,70 + 0,75 \cdot 0,25) \cdot 25 \cdot 2 \cdot 1 \\
 &= 0,612 \cdot 50 \cdot 1 \\
 &= 30,62 \text{ kN/m}'
 \end{aligned}$$



Konzola

$$\begin{aligned}
 &= 0,325 \cdot 1,95 \cdot 25 \cdot 2 \cdot 1 \\
 &= 31,68 \text{ kN/m}'
 \end{aligned}$$

Stalno opterećenje po dužnom metru nosača:

$$g + \Delta g = 140,5 + 73,61 = 214,11 \text{ kN/m}'$$

$$\sim 215 \text{ kN/m}'$$

Za proračun po metru širine ploče (nosača):

$$215 : 5,9 = 36,45 \text{ kN po metru širine}$$

**Prometno opterećenje: HRN EN 1991-2**

w – širina kolnika: 7,5m (&gt;6m)

broj prometnik traka: n = 2

preostala širina kolnika: 2,0m

širina prometnog traka: 2,75m

**MODEL 1**1.traka

koncentrirano optrećenje  $Q_{1K} = 300 \text{ kN}$  (po osovini)

kontinuirano optrećenje  $q_{1K} = 9 \text{ kN/m}^2$

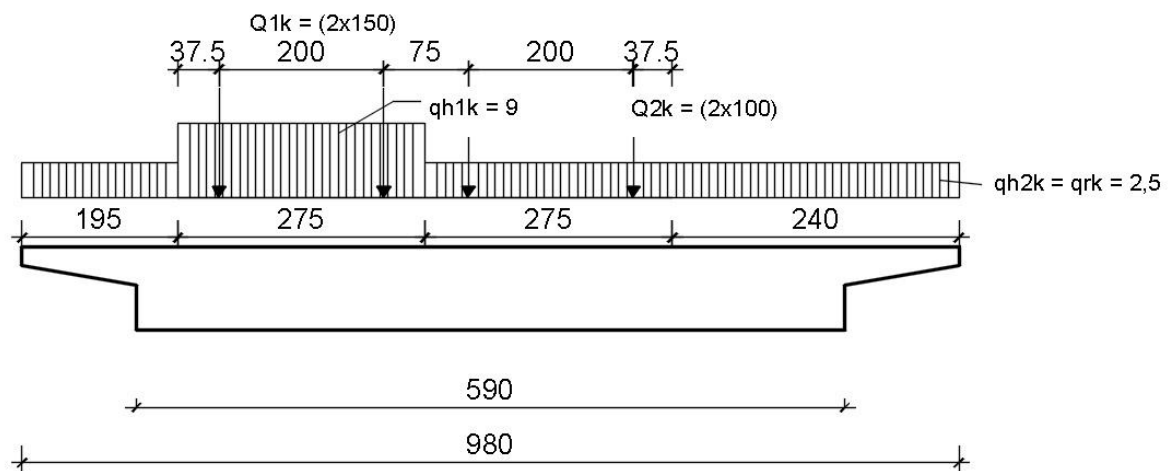
2. traka

koncentrirano optrećenje  $Q_{2K} = 200 \text{ kN}$

kontinuirano optrećenje  $q_{2K} = 2,5 \text{ kN/m}^2$

preostala površina:

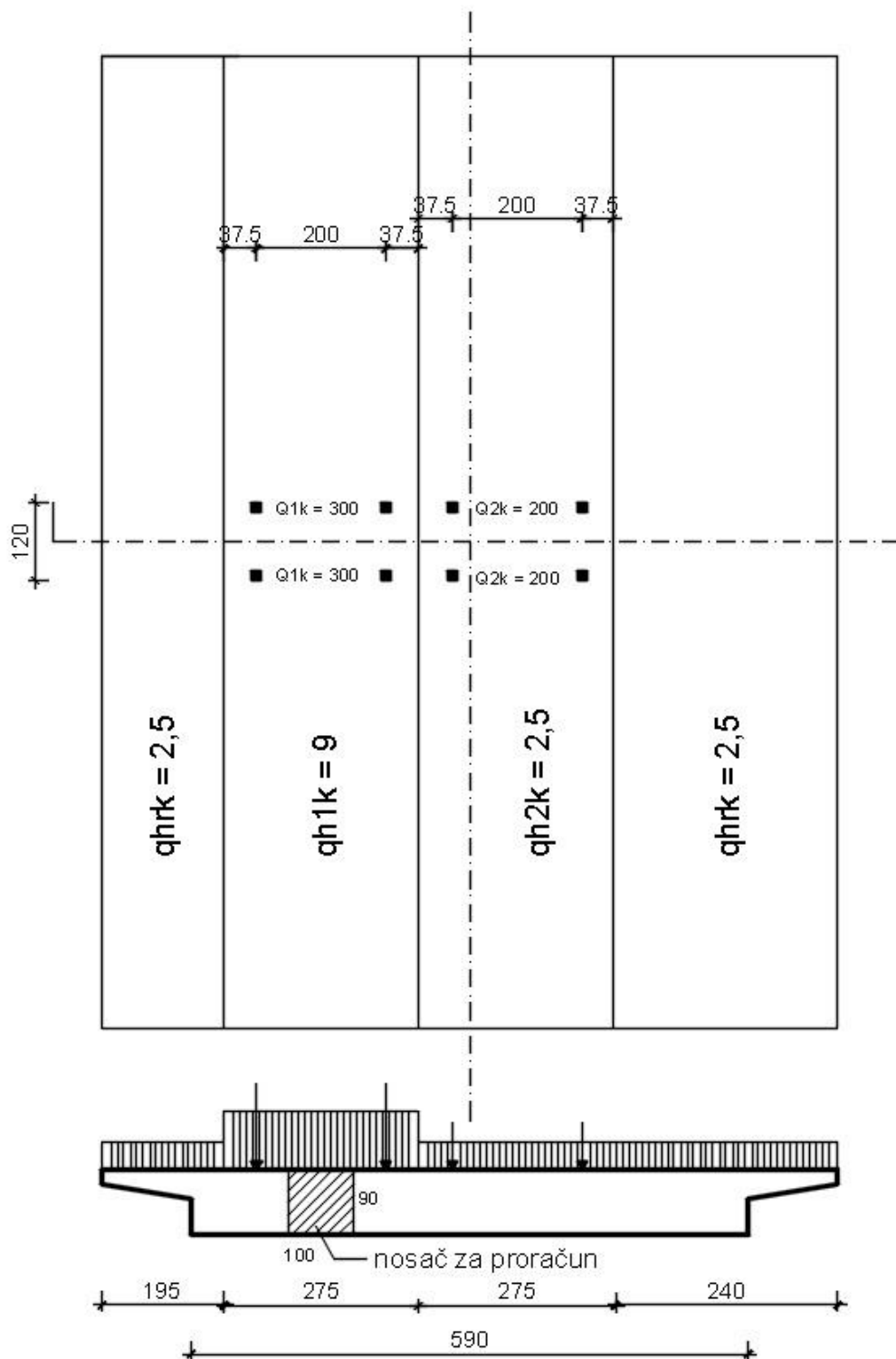
kontinuirano optrećenje  $q_{rK} = 2,5 \text{ kN/m}^2$



**Prometno opterećenje HRN EN 1991-2**

## MODEL 1

kontinuirano opterećenje + koncentrirane sile



**Prometno optrećenje: HRN EN 1991-2**

## MODEL 1

a) Poprečna razdioba koncentriranih sila (nosač širine 100cm, visine 90cm)

Koncentrirana opterećenja rasplostiru se na sudjelujuću širinu  $b_s$ .

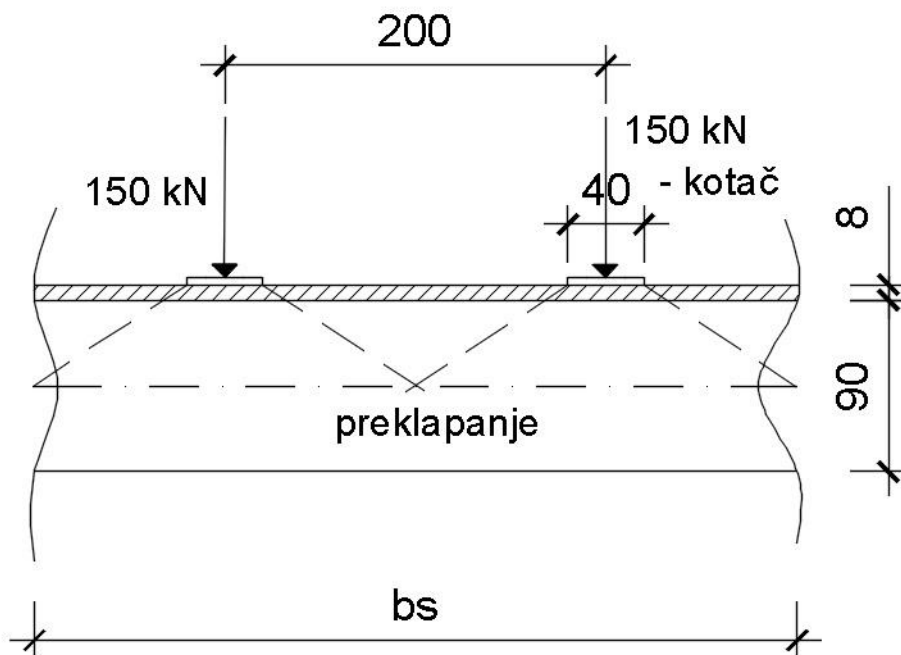
$$b_s = b_1 + \frac{A_{ar}}{A_a} \cdot l_x \leq \frac{l_y}{2}$$

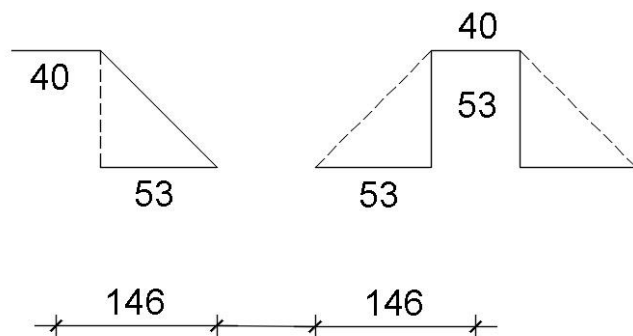
$b_1$  – širina rasprostiranja konc. opterećenja do srednjeg dijela ploče (po debljini)

$\frac{A_{ar}}{A_a}$  – omjer površine presjeka razdjelne te glavne armature: pretpostavka!

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

$b_1$  – širina rasprostiranja – **1. SLUČAJ**





Proračun širine rasprostiranja

$$(2 \cdot 53) + 40 = 146$$

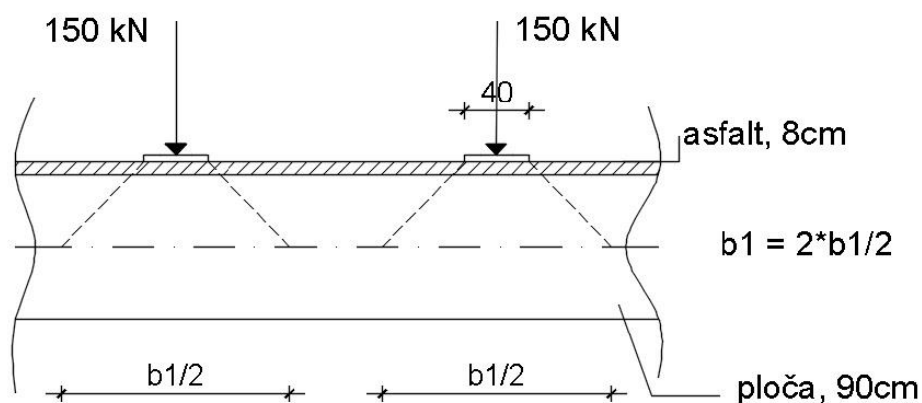
$$146 : 2 = 73$$

Širine rasprostiranja od kotača iste osovine se ne preklapaju na težišnoj osi ploče. Slučaj nije mjerodavan!

### PROMETNO OPTEREĆENJE

MODEL 1.

$b_1$  – širina rasprostiranja – **2. SLUČAJ**, širine rasprostiranja ispod kotača se ne preklapaju



Za naš slučaj:

$$\frac{b_1}{2} = (2 \cdot 53) + 40 = 146 \text{ cm}$$

$$2 \cdot \frac{b_1}{2} = 2 \cdot 146 = 292 \text{ cm}$$

$$b_s = 292 + 0,2 \cdot 1100 = 512 \text{ cm} > 295 \text{ cm}$$

$\frac{l_y}{2} = 295 \text{ cm}$ , dodatni uvjet za širinu rasprostiranja koji kaže da ona ne može biti veća od polovice širine nosača

Konačno

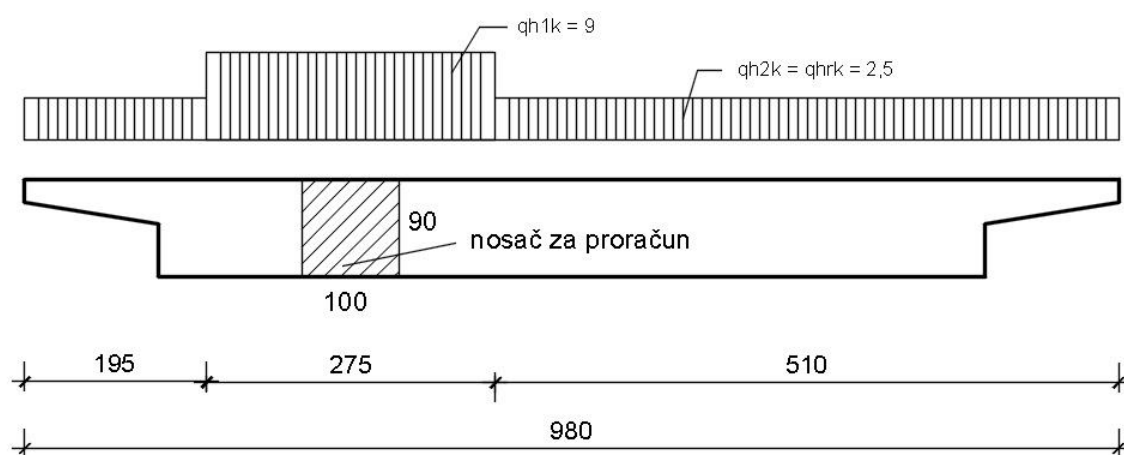
$$b_s = 295 \text{ cm} = 2,95 \text{ m}$$

Zamjensko koncentrirano opterećenje u 1. traci:

$$\frac{275}{2,95} = 93,22 \text{ kN} \sim 93 \text{ kN}$$

Pretpostavljamo da je proračunski nosač ispod 1. trake i da koncentrirano opterećenje u 2. traci ne utječe na njega.

### PROMETNO OPTEREĆENJE - MODEL 1.



b.) Poprečna razdioba kontinuiranog opterećenja

q - proračunsko

$$\begin{aligned} &= \frac{\sum q_i \cdot l_i}{l_y} = \frac{9 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 2,75\text{m} + 2,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot (5,10 + 1,95)}{5,9\text{m}} \\ &= 7,18 \sim 7,2 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

**Opterećenja za statički sustav: REZIME**

g proračunsko - $g_p = 36,45 \text{ kN/m}'$
q (kontinuirano) proračunsko - $q_p = 7,20 \text{ kN/m}'$
Koncentrirano opterećenje u traci proračunsko - $Q_v = 93,00 \text{ kN}$



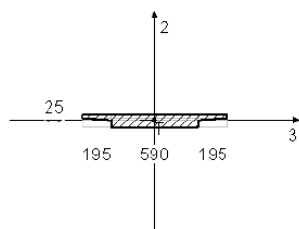
## Ulazni podaci - Konstrukcija

## Tabela materijala

No	Naziv materijala	E[kN/m <sup>2</sup> ]	$\mu$	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\alpha$ [1/C]	$E_m$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\mu_m$
1	C 30/37	3.300e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.300e+7	0.20

## Setovi greda

Set: 1 Presjek: TIP T2, Fiktivna ekscentričnost



Mat.	A1	A2	A3	I1	I2	I3
1 - C 30/37	6.578e+0	5.481e+0	5.481e+0	2.827e+0	3.459e+1	4.536e-1

## Setovi točkastih ležajeva

Set	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	K,M2	K,M3
1	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10			
2			1.000e+10			

## Ulazni podaci - Opterećenje

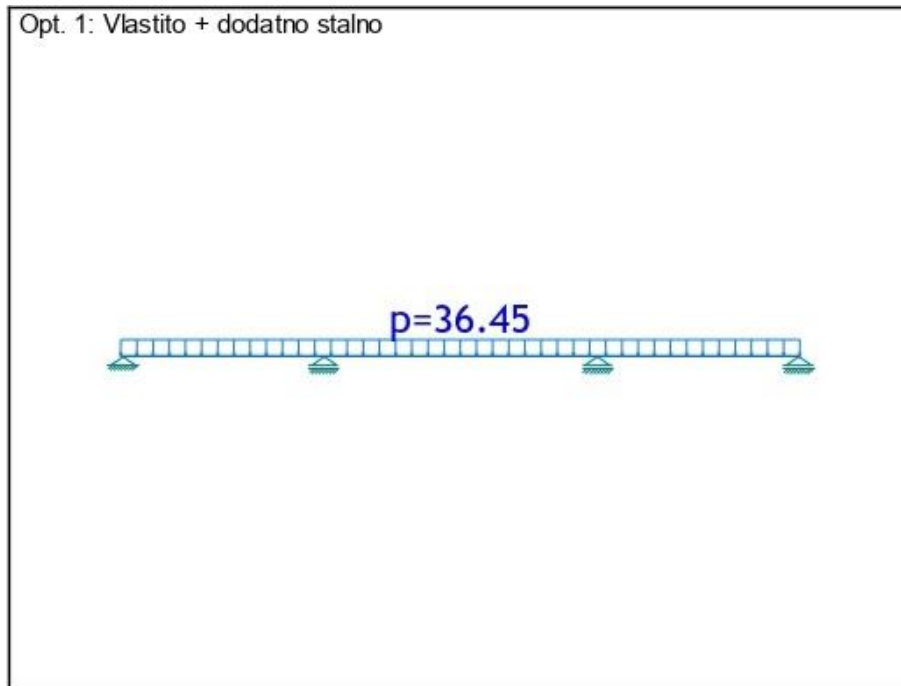
## Lista slučajeva opterećenja

LC	Naziv
1	Vlastito + dodatno stalno
2	Pokretno konstruirano -1-
3	Pokretno konstruirano -2-
4	Pokretno konstruirano -3-
5	Pokretno konstruirano -4-
6	Pokretno od vozila - 1 polje - 1m od LL
7	Pokretno od vozila - 1 polje - sredina polja
8	Pokretno od vozila - 1 polje - 1m od DL
9	Pokretno od vozila - 2 polje - 1m od DL
10	Pokretno od vozila - 2 polje - 1/4 od LL
11	Pokretno od vozila - 2 polje - sredina polja
12	Pokretno od vozila - 2 polje - 1/4 od DL
13	Pokretno od vozila - 2 polje - 1m od DL
14	Pokretno od vozila - 3 polje - 1m od LL
15	Pokretno od vozila - 3 polje - sredina polja
16	Pokretno od vozila - 3 polje - 1m od DL
17	Komb.: I
18	Komb.: II
19	Komb.: III
20	Komb.: IV
21	Komb.: V
22	Komb.: VI
23	Komb.: VII
24	Komb.: VIII
25	Komb.: IX
26	Komb.: X
27	Komb.: XI
28	Komb.: XII
29	Komb.: XIII
30	Komb.: XIV
31	Komb.: XV
32	Komb.: XVI

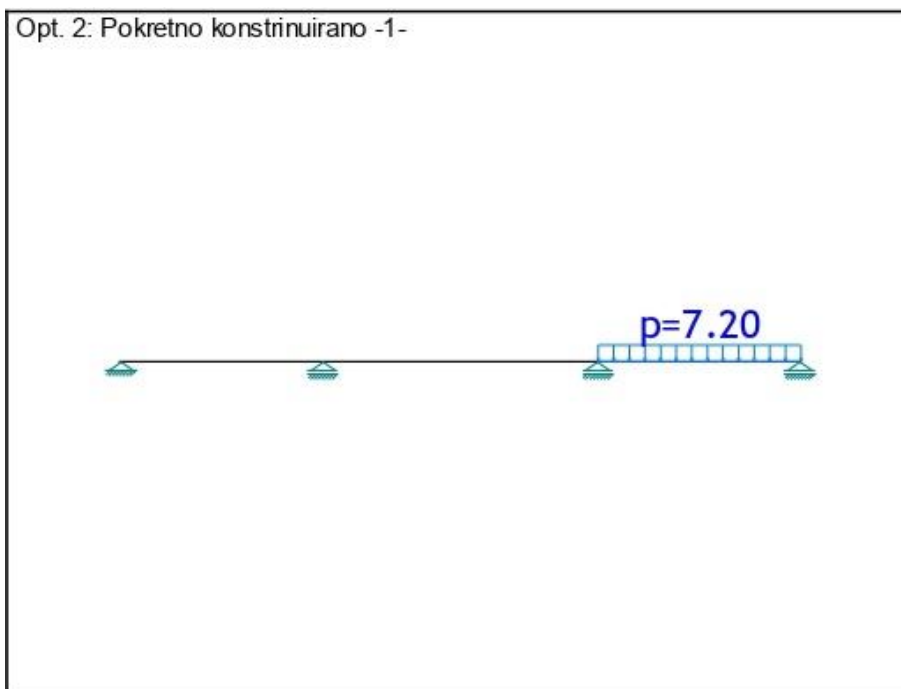
Slika 7.) Ulazni podaci konstrukcije i opterećenja iz programa Tower

## 3.1. Slučajevi opterećenja za proračun unutarnjih sila:

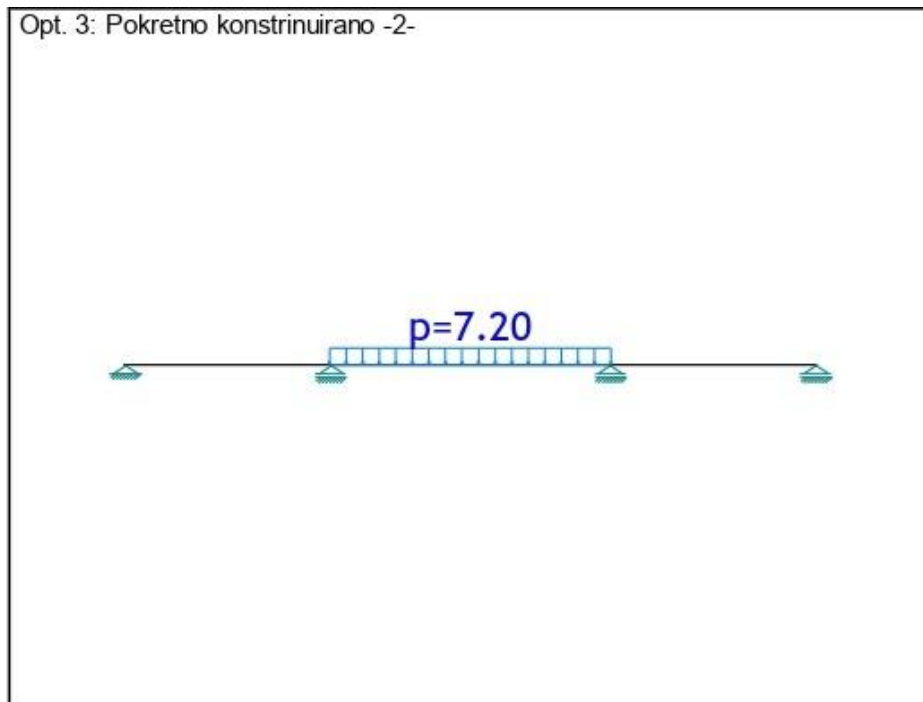
[1] Vlastito i dodatno opterećenje



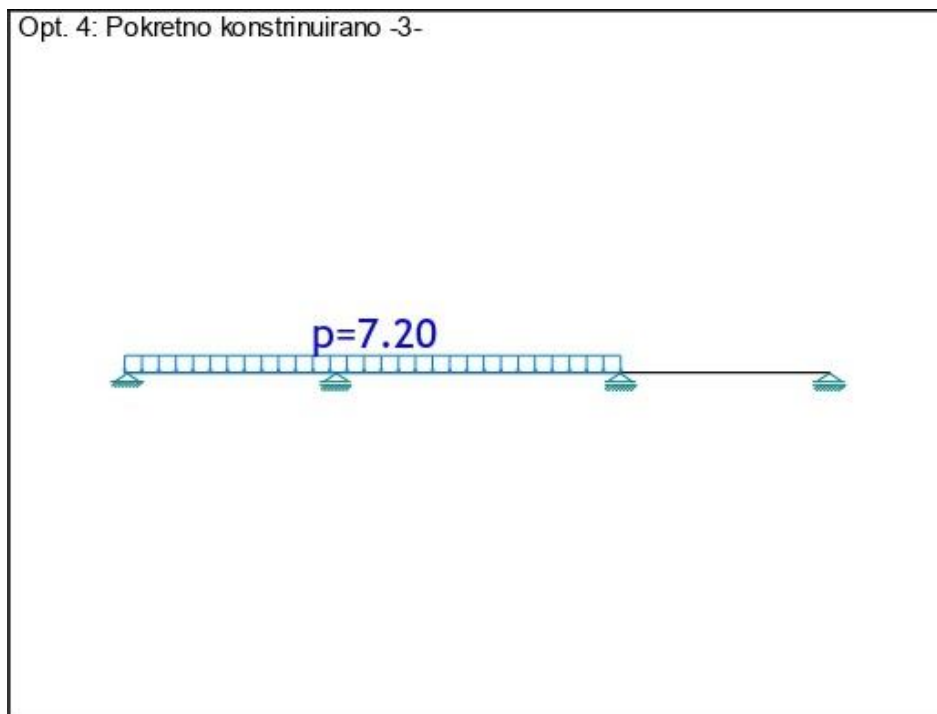
[2] Prvi slučaj pokretnog konstruiranog opterećenja



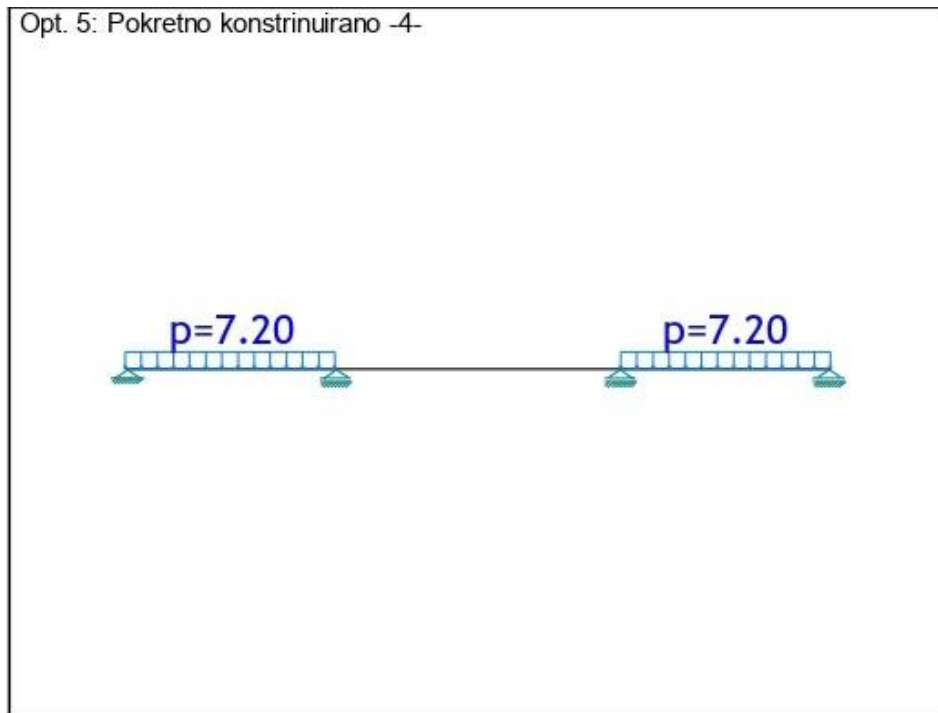
[3] Drugi slučaj pokretnog kontinuiranog opterećenja:



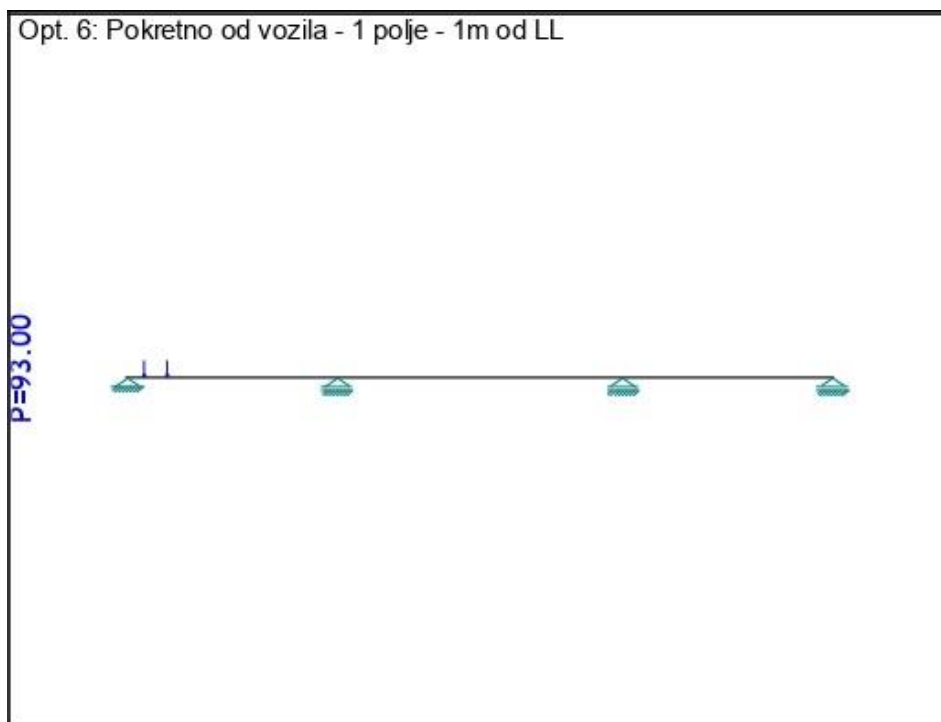
[4] Treći slučaj pokretnog kontinuiranog opterećenja:



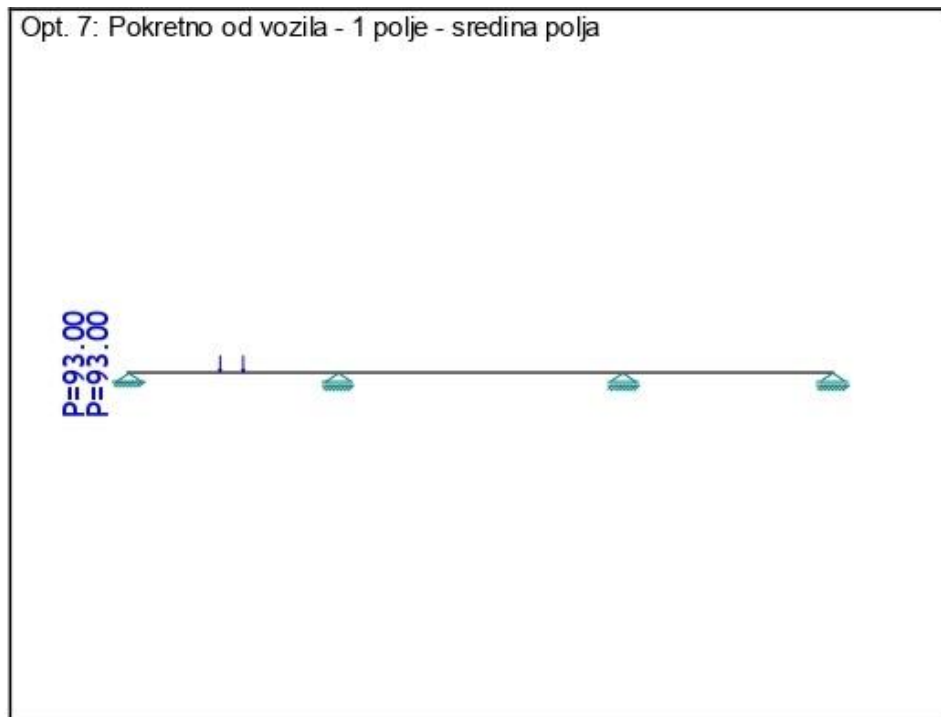
[5] Četvrti slučaj pokretnog konstruiranog opterećenja:



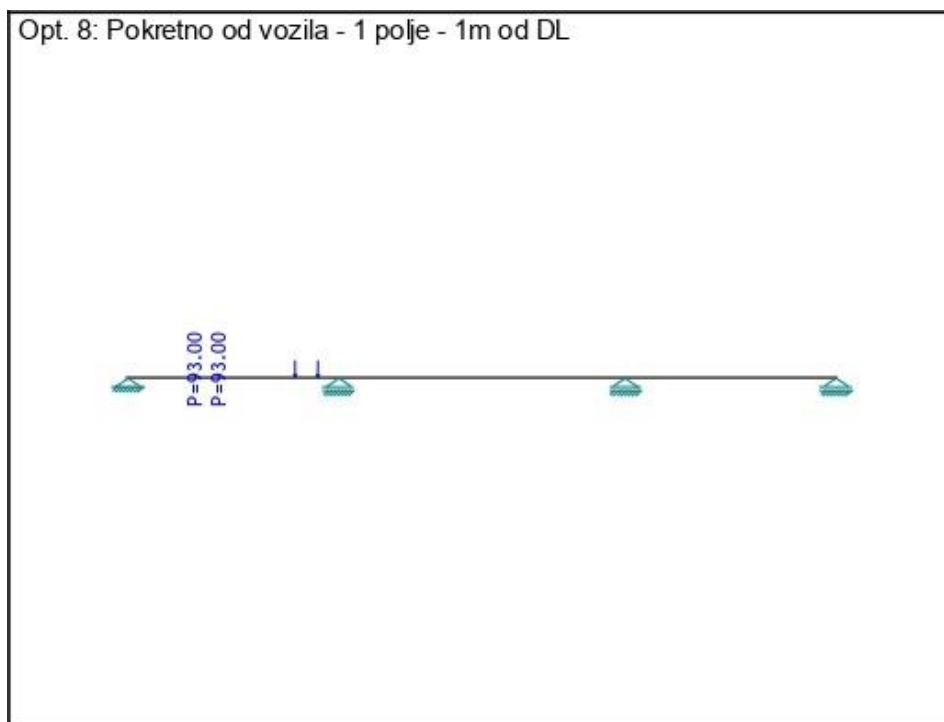
[6] Pokretno opterećenje od vozila – PRVO POLJE – 1 metar od lijeve strane



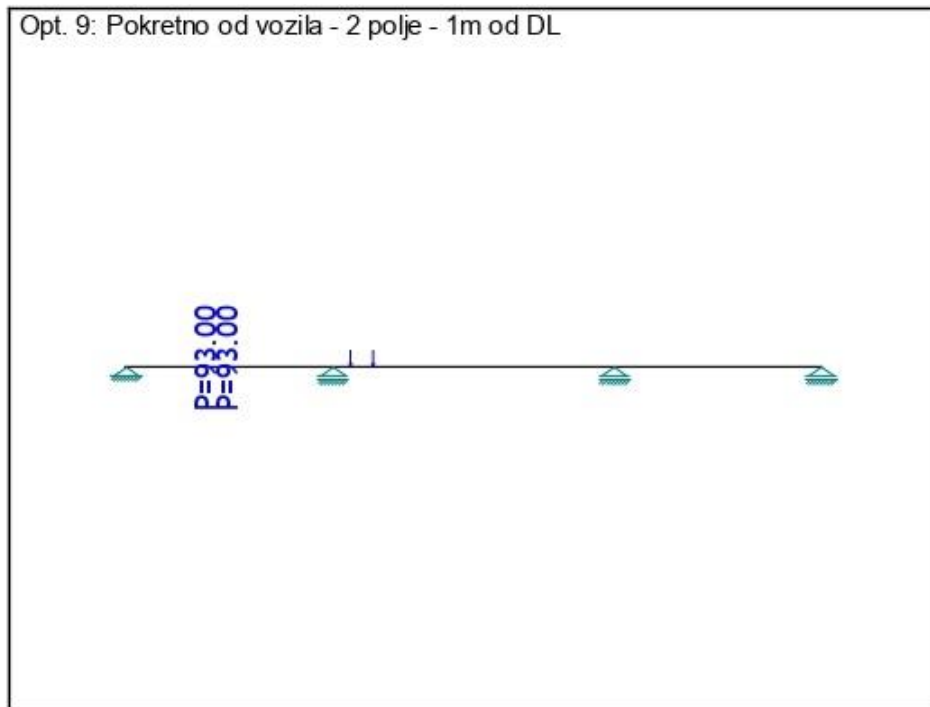
## [7] Pokretno opterećenje od vozila – PRVO POLJE – sredina polja



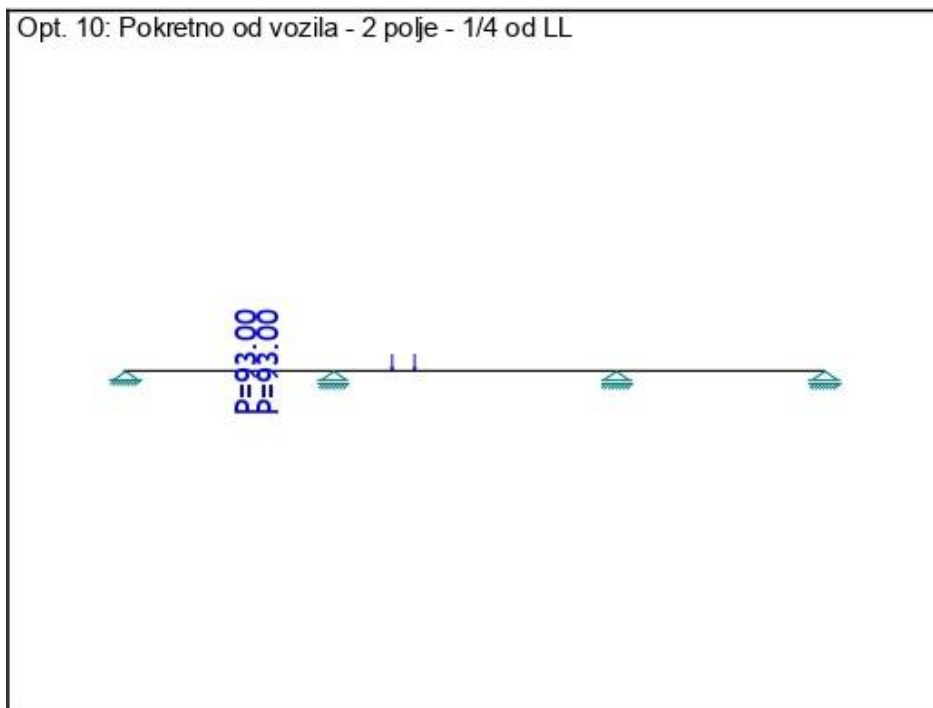
## [8] Pokretno opterećenje od vozila – PRVO POLJE – 1 metar od desne strane



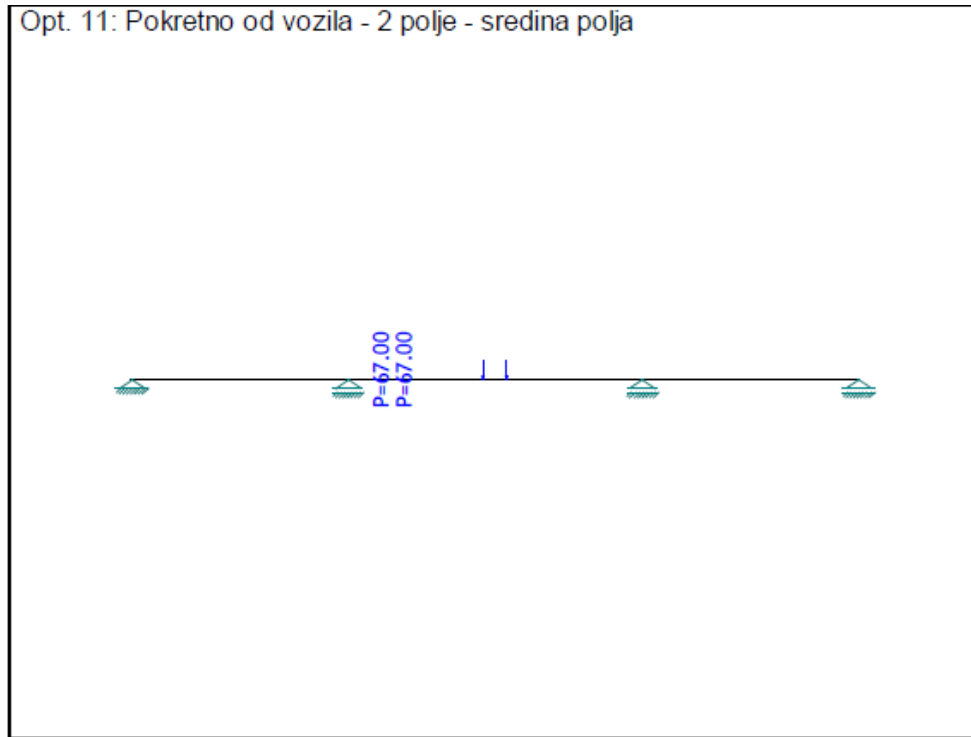
[9] Pokretno opterećenje od vozila – DRUGO POLJE – 1 metar od lijeve strane



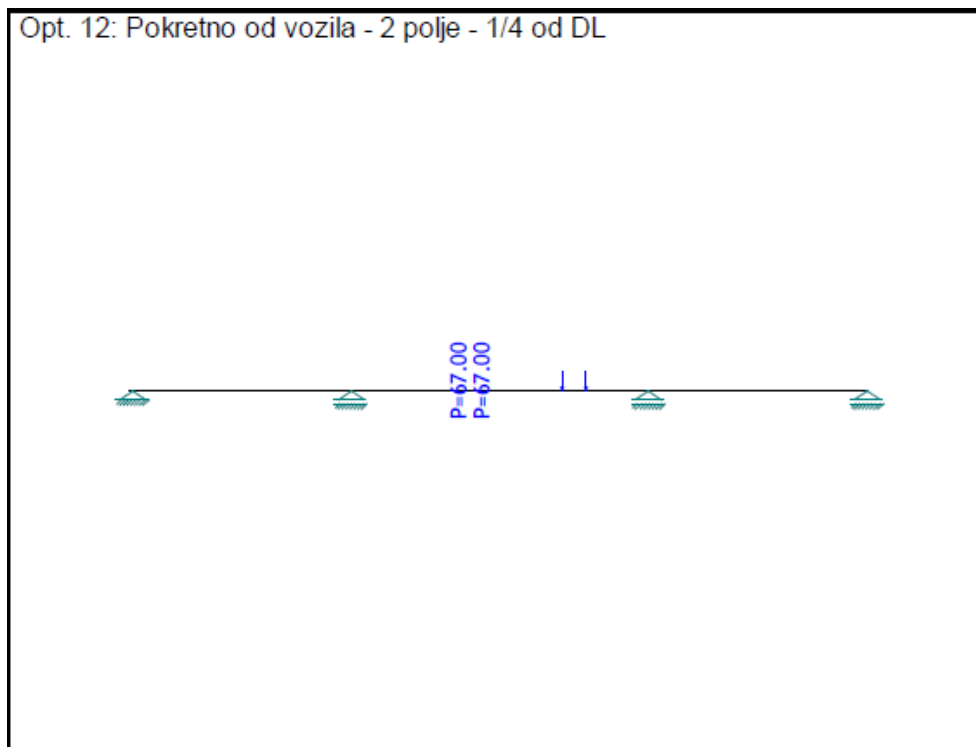
[10] Pokretno opterećenje od vozila – DRUGO POLJE – 1/4 od lijeve strane



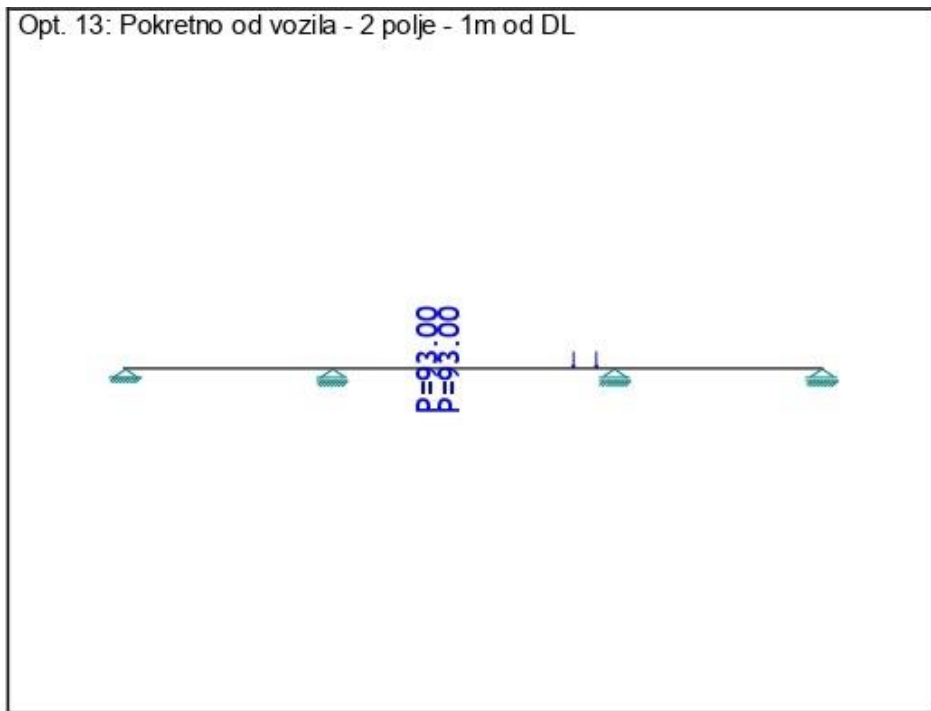
[11] Pokretno opterećenje od vozila – DRUGO POLJE – sredina polja



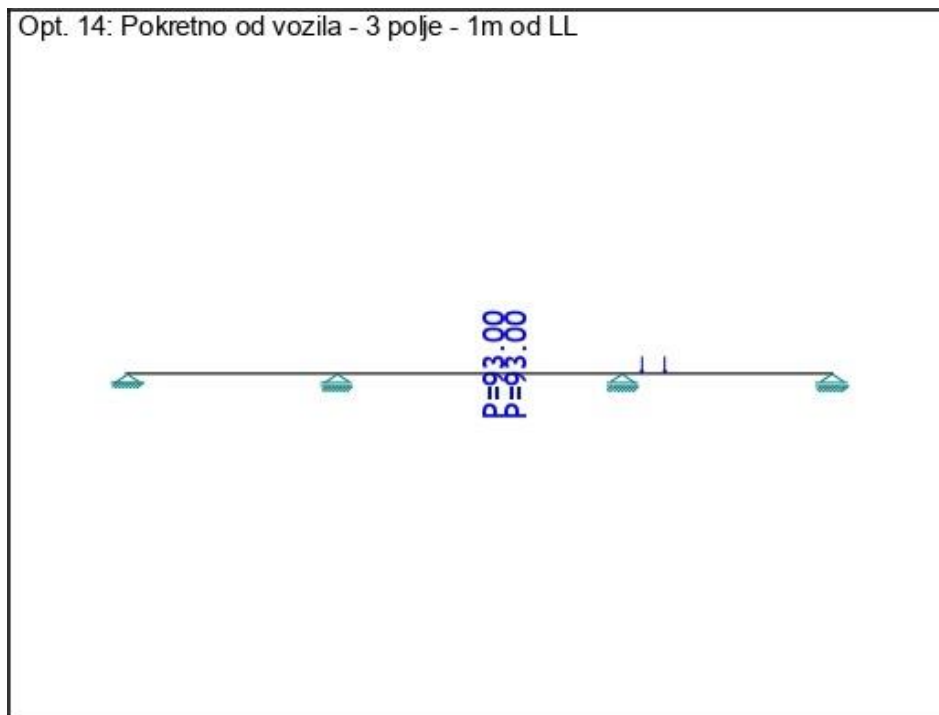
[12] Pokretno opterećenje od vozila – DRUGO POLJE – 1/4 od desne strane



[13] Pokretno opterećenje od vozila – DRUGO POLJE – 1 metar od desne strane

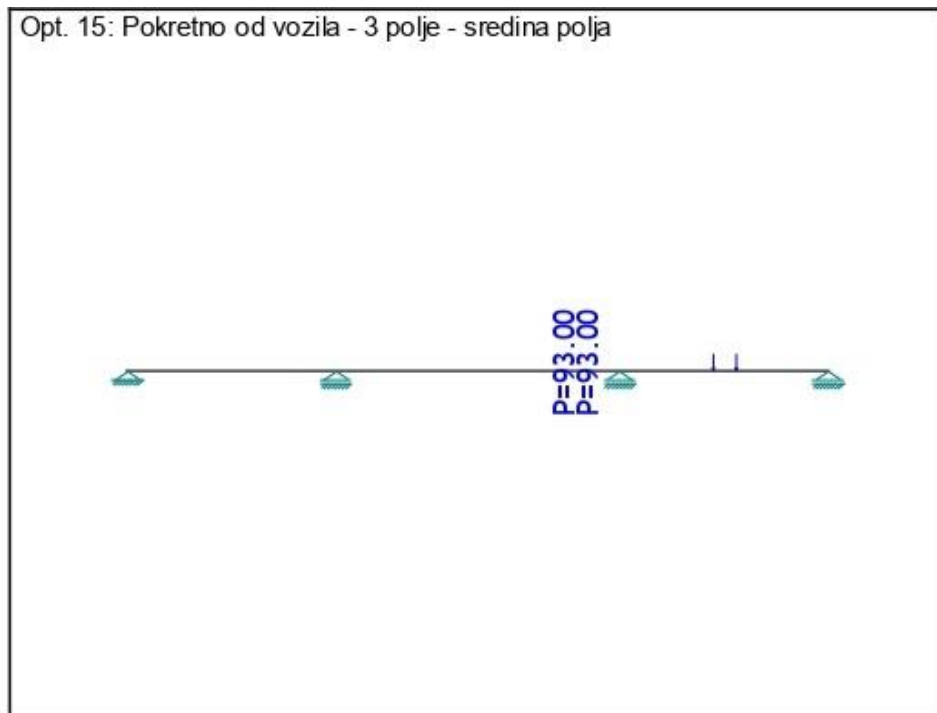


[14] Pokretno opterećenje od vozila – TREĆE POLJE – 1 metar od lijeve strane

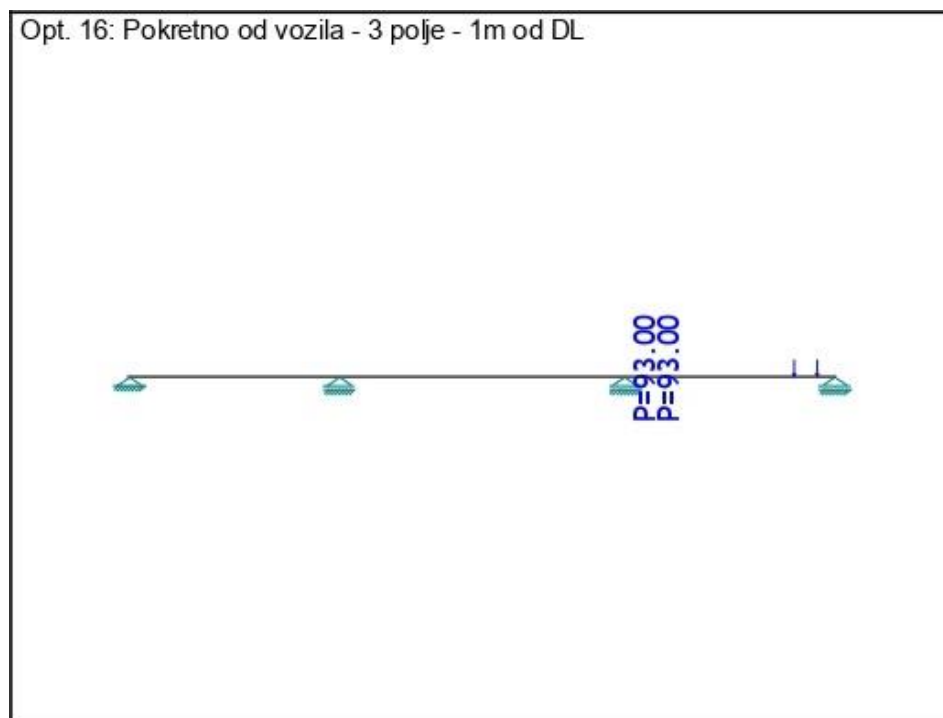




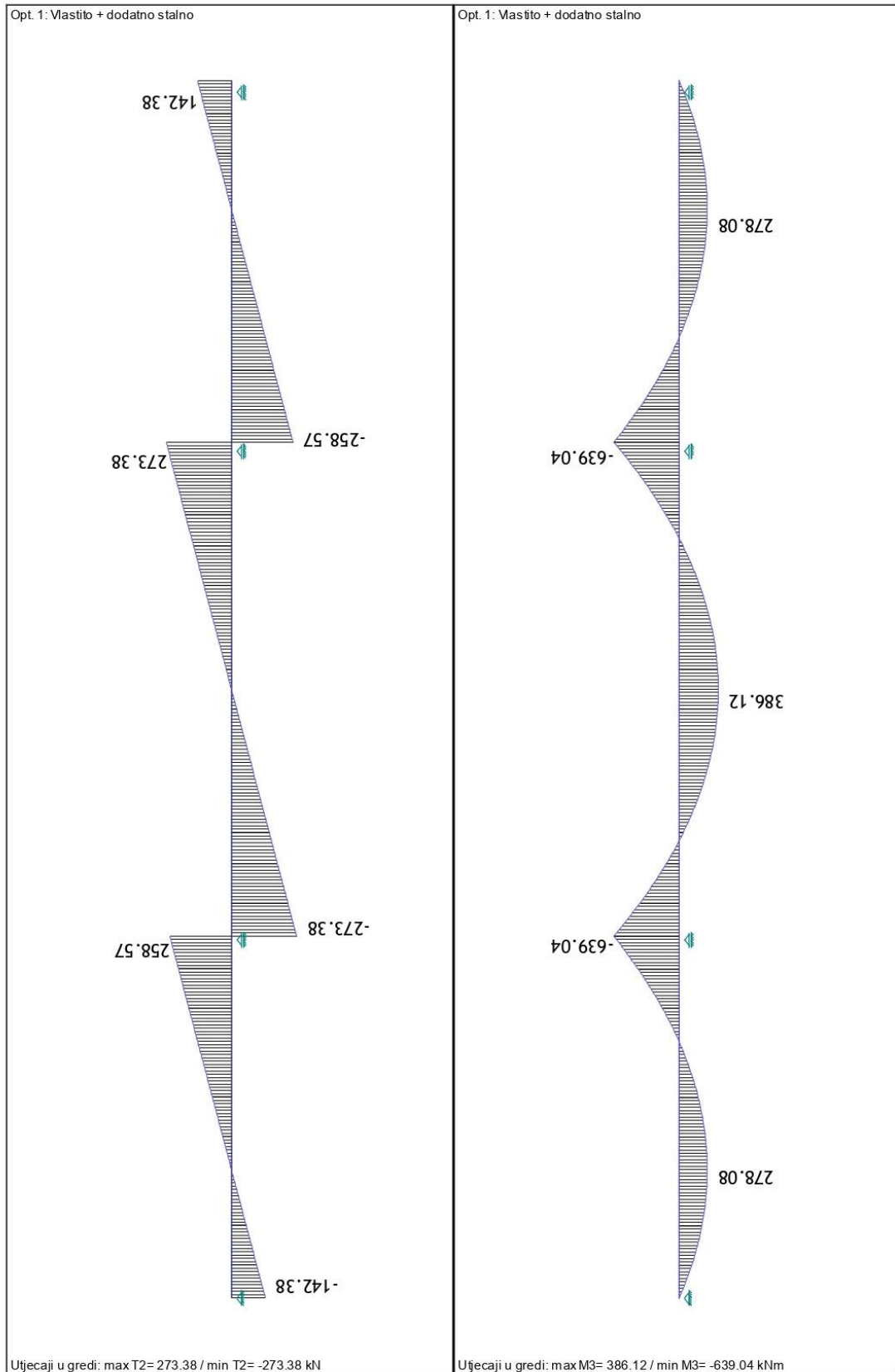
[15] Pokretno opterećenje od vozila – TREĆE POLJE – sredinja polja



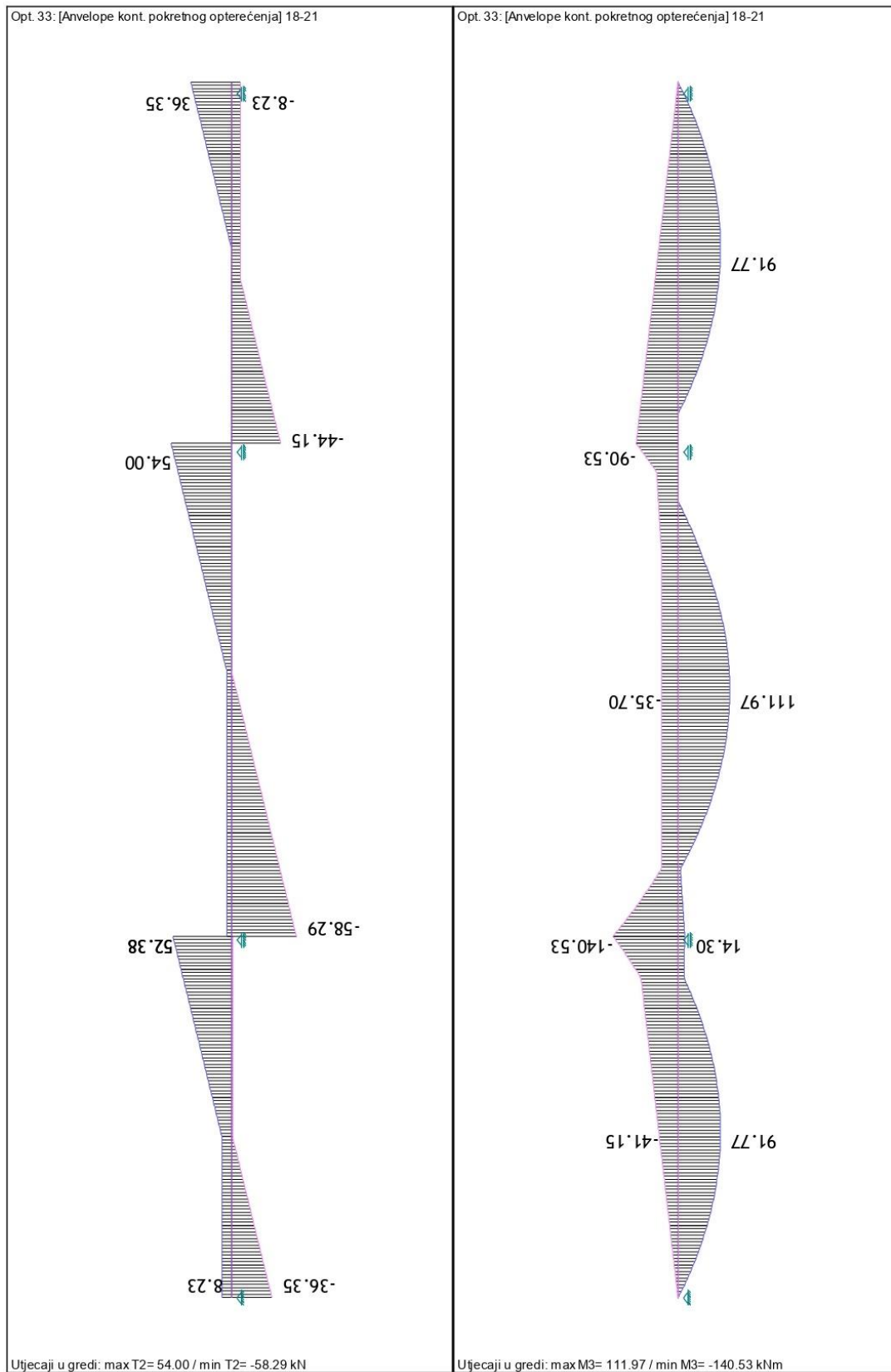
[16] Pokretno opterećenje od vozila – TREĆE POLJE – 1 metar od desne strane



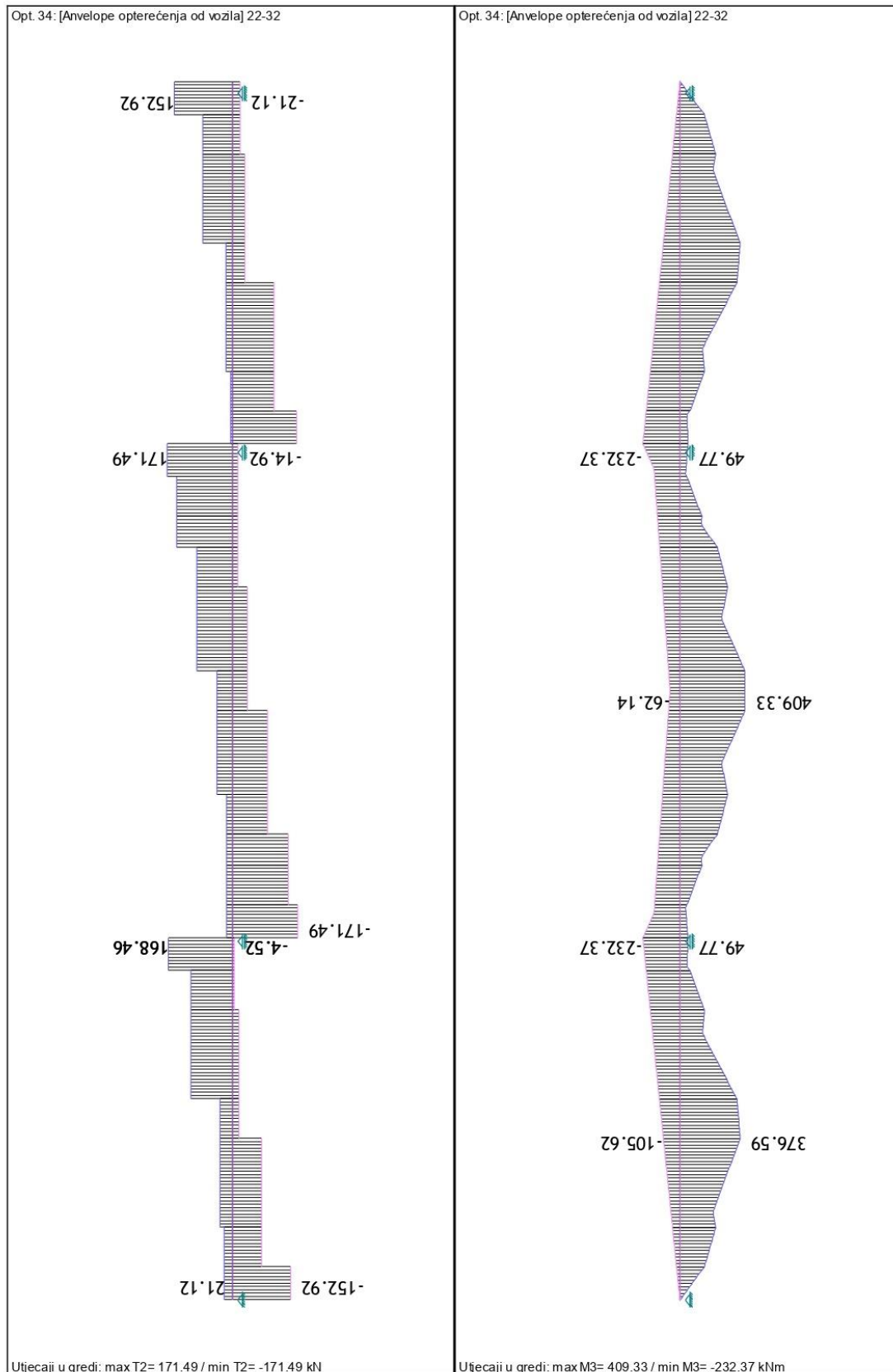
## 3.2. Dijagrami opterećenja



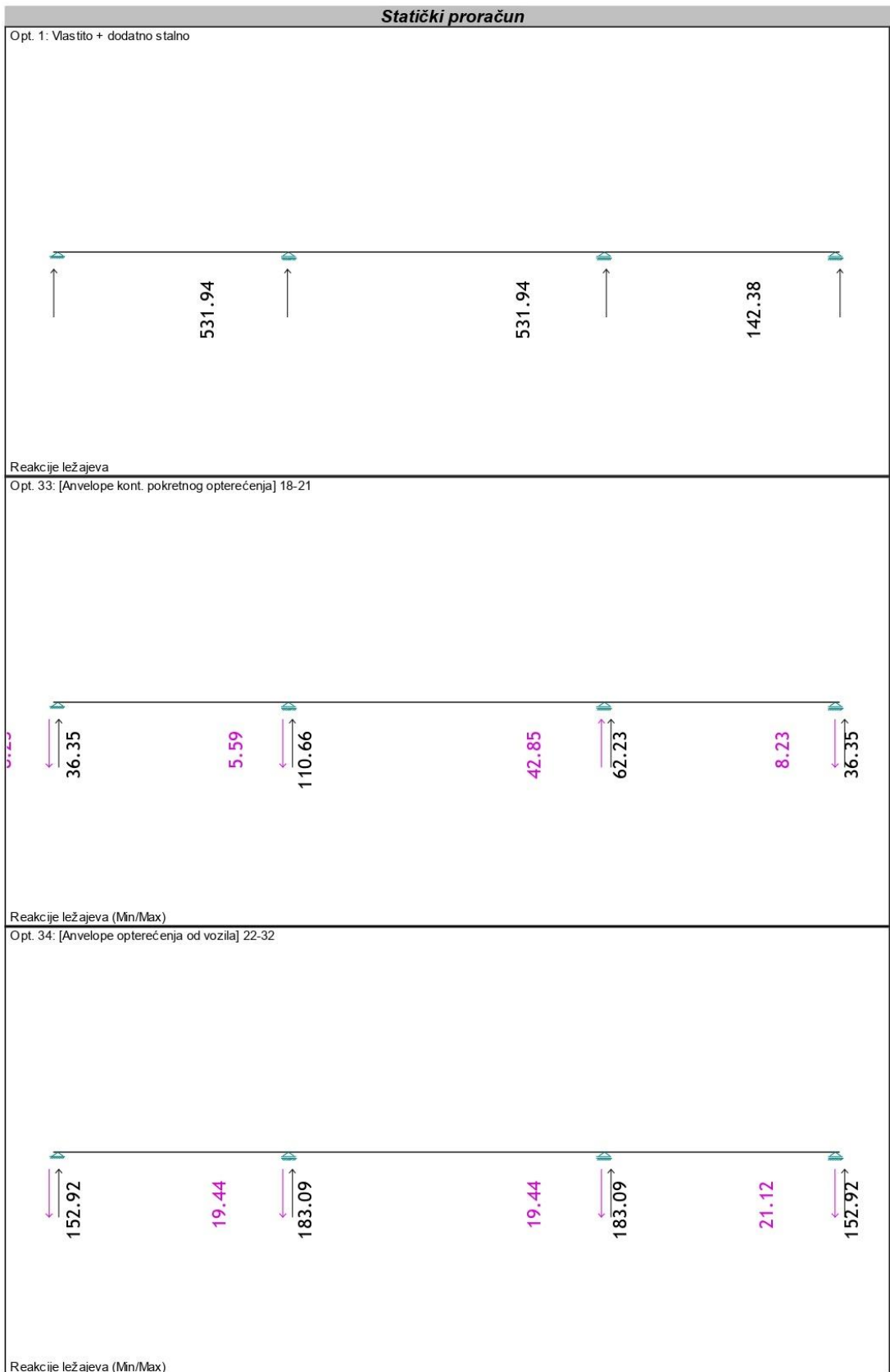
### Kontinuirano korisno opterećenje



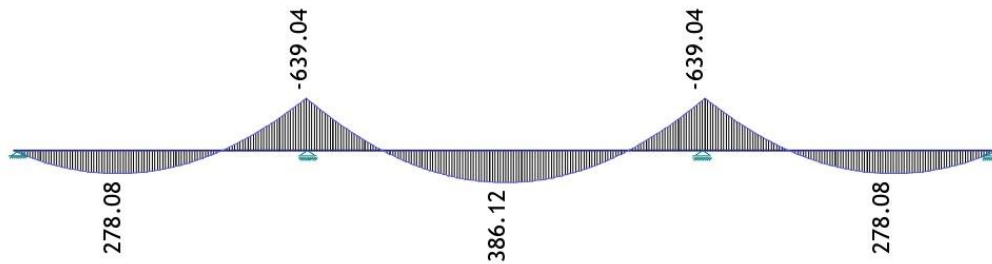
## Opterećenje od vozila



### 3.3. Dijagrami unutarnjih sila

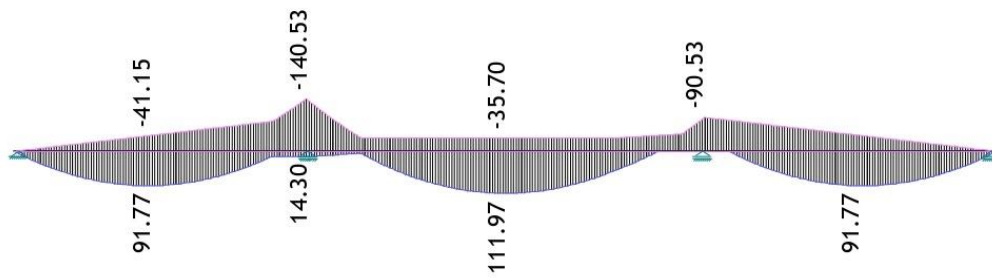


Opt. 1: Vlastito + dodatno stalno



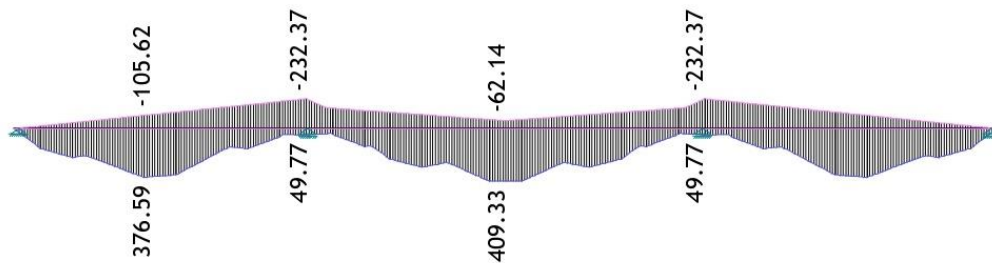
Utjecaji u gredi: max M3= 386.12 / min M3= -639.04 kNm

Opt. 33: [Anvelope kont. pokretnog opterećenja] 18-21



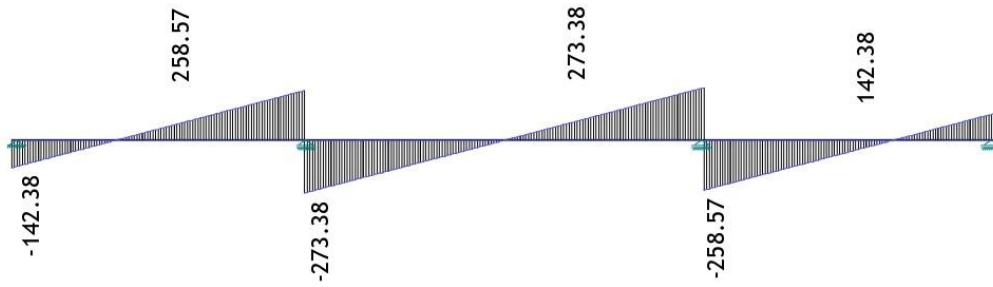
Utjecaji u gredi: max M3= 111.97 / min M3= -140.53 kNm

Opt. 34: [Anvelope opterećenja od vozila] 22-32



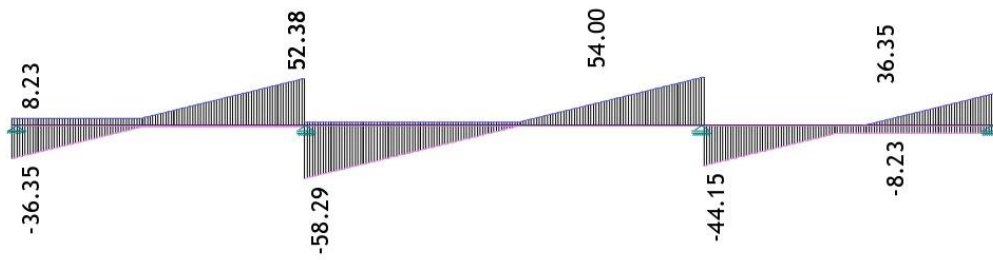
Utjecaji u gredi: max M3= 409.33 / min M3= -232.37 kNm

Opt. 1: Vlastito + dodatno stalno



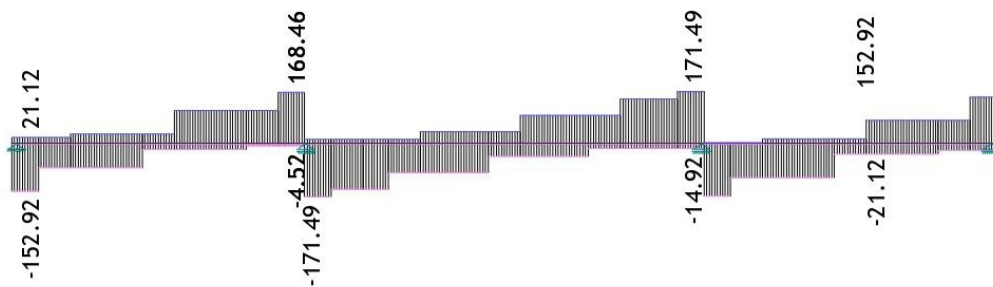
Utjecaji u gredi: max T2= 273.38 / min T2= -273.38 kN

Opt. 33: [Anvelope kont. pokretnog opterećenja] 18-21



Utjecaji u gredi: max T2= 54.00 / min T2= -58.29 kN

Opt. 34: [Anvelope opterećenja od vozila] 22-32



Utjecaji u gredi: max T2= 171.49 / min T2= -171.49 kN

**Tablice mjerodavnih nefaktoriziranih (najvećih) sila za dimenzioniranje nosača mosta:**

MJERODAVNE SILE ZA DIMENZIONIRANJE		Reakcije				Momenti nad lež.	
		kN				kNm	
opterećenje		A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>
stalno	-	142,38	531,94	531,94	142,38	-439,01	-639,01
kont. korisno	min	-8,23	-5,59	-42,85	-8,23	-140,53	-90,53
	max	36,35	110,66	62,23	36,35	14,30	0
konc. sile od kotača	min	-21,21	-19,44	-19,44	-21,12	-232,37	-232,37
	max	152,92	183,09	183,09	152,92	49,77	49,77

Tablica 2.) Mjerodavne reakcije i momenti nad ležajevima za dimenzioiranje

MJERODAVNE SILE ZA DIMENZIONIRANJE		Momenti u polju			Poprečne sile					
		kNm			kN					
opterećenje		m <sub>1</sub>	m <sub>2</sub>	m <sub>3</sub>	T <sub>0</sub>	T <sub>1L</sub>	T <sub>1D</sub>	T <sub>2L</sub>	T <sub>2D</sub>	T <sub>3</sub>
stalno	-	278,11	386,15	278,11	142,38	-258,57	273,38	-263,88	258,57	-142,38
kont. korisno	min	-	-35,70	-	-8,23	-52,38	-4,29	-54,00	0	-36,35
	max	91,77	111,97	91,77	36,35	1,30	52,45	0	44,15	8,23
konc. sile od kotača	min	-	-	-	-21,12	-168,46	-14,92	-171,49	-4,52	-152,92
	max	378,17	409,33	378,17	152,92	4,52	171,49	14,92	168,46	21,12

Tablica 3.) Mjerodavni momenti u polju i poprečne sile za dimenzioiranje



### 3.4. Proračunska situacija za prvo polje

#### Stalna proračunska situacija

Stalna djelovanja · 1,35 + promjenjiva · 1,5

$$M_{Ed} = 278,11 \cdot 1,35 + (91,77 + 378,17) \cdot 1,5 =$$

$$M_{Ed} = 108035,85 \text{ kNcm}$$

$$V_{EdL} = 142,38 \cdot 1,35 + (36,35 + 152,92) \cdot 1,5 =$$

$$V_{EdL} = 476,19 \text{ kN}$$

$$V_{EdD} = 258,57 \cdot 1,35 + (52,38 + 168,46) \cdot 1,5 =$$

$$V_{EdD} = 680,33 \text{ kN}$$

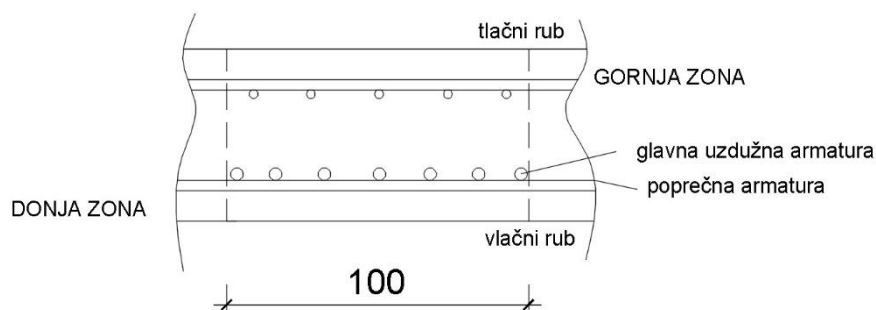
#### Gradiva

BETON                      razred C30/37

ČELIK (armatura)    B500B

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1,5} = 20,0 \frac{N}{mm^2} = 2,0 \frac{kN}{cm^2}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \frac{N}{mm^2} = 43,48 \frac{kN}{cm^2}$$



Zaštitni sloj betona do  
armature

$c = 40\text{mm}$

## DIMENZIONIRANJE

Statička visina  $d$  (udaljenost od težišta vlačne armature do tlačnog ruba presjeka)

$$d = h - c - \phi_{popr.arm} - \frac{\phi_{gl.arm}}{2} = 90 - 4 - 1,4 - 1,0 = 83,6 \text{ cm}$$

$$M_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{108035,85 \text{ kNcm}}{100 \cdot 83,6^2 \cdot 2,0} = 0,07729$$

Očitano iz tablice za dimenzioniranje AB presjeka:

$$\zeta = \frac{z}{d} = 0,957$$

$$\xi = \frac{x}{d} = 0,111$$

Za  $\varepsilon_{c2} = -2,5 \%$  i  $\varepsilon_{s2} = 20,0 \%$

Potrebna armatura je:

$$A_s = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{108035,85 \text{ kNcm}}{0,957 \cdot 83,6 \cdot 43,48} = 31,05 \text{ cm}^2$$

Po 1m širine ploče.

Odabrano: **4  $\phi$  32** (32,17cm<sup>2</sup>)

Provjera za minimalnu armaturu se ne provodi.

Maksimalna armatura:

$$A_{s1max} = 0,238 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,238 \cdot 100 \cdot 83,6 \cdot 0,0459 = 91,32 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura manja je od maksimalne!

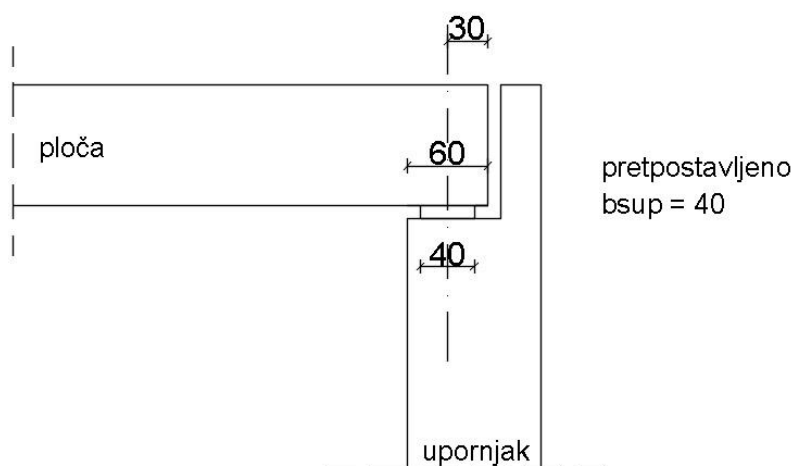
**Provjera nosivosti polja na poprečne sile**

$$V_{sd} = 680,33 \text{ kN}$$

Smanjenje poprečne sile na ležaju zbog utjecaja ležaja.

$$\Delta V_{sd} = (1,35g + 1,5q) \cdot \left( \frac{b_{sup}}{2} + d \right)$$

detalj oslonca:



$$\Delta V_{sd} = (1,35 \cdot 36,45 + 1,5 \cdot 7,20) \cdot \left( \frac{0,4}{2} + 0,833 \right)$$

$$= 61,98 \text{ kN}$$

$$V'_{sd} = V_{sd} - \Delta V_{sd} = 680,33 - 61,98 = 618,35 \text{ kN}$$

**Nosivost polja bez poprečne armature na poprečne sile:**

$$V_{Ed1} = (\tau_{Ed} \cdot k (1,2 + 40\rho_1) + 0,15 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

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

(nosivost na posmik, očitano iz tablice)  $k = 1$

$$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b_w \cdot d} \leq 0,02$$

$A_{s1}$  - površina vlačne armature koja se sidri iza promatranog presjeka

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

$$A_{s1} = \frac{32,17}{2} = 16,08 \text{ cm}^2$$

bw – širina presjeka = 100cm

$$\rho_1 = \frac{16,08}{100 \cdot 83,3} = 0,00193$$

$\sigma_{cp}$  - javlja se samo ako imamo uzdužnu silu => 0

$$V_{Ed1} = 0,034 \cdot (1,2 + 40 \cdot 0,00193) \cdot 100 \cdot 83,3 = 362 \text{ kN}$$

Potreban je proračun poprečne armature – vilica u ploči, jer je  $V_{Rd1} < V_{sd}'$

$$V_{Ed1} = 362 \text{ kN} < V_{sd}' = 618,355 \text{ kN}$$

### Normirani postupak:

Nosivost polja na poprečne sile presjeka s vilicama:

$$V_{Ed3} = V_{Ed1} + V_{wd}$$

$V_{wd}$  - doprinos poprečne armature

$$V_{wd} = \frac{A_{sw}}{s_w} \cdot 0,9 \cdot d \cdot f_{ywd}$$

$A_{sw}$  površina presjeka poprečne armature

Pretpostavka: 4 rezne vilice,  $\phi 14$ mm

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

$s_w$  – razmak spona (vilica) = 25cm

$f_{ywd}$  – granica popuštanja popr. armature

$$f_{ywd} = 43,5 \text{ kN/cm}^2 \quad (\text{B500B})$$

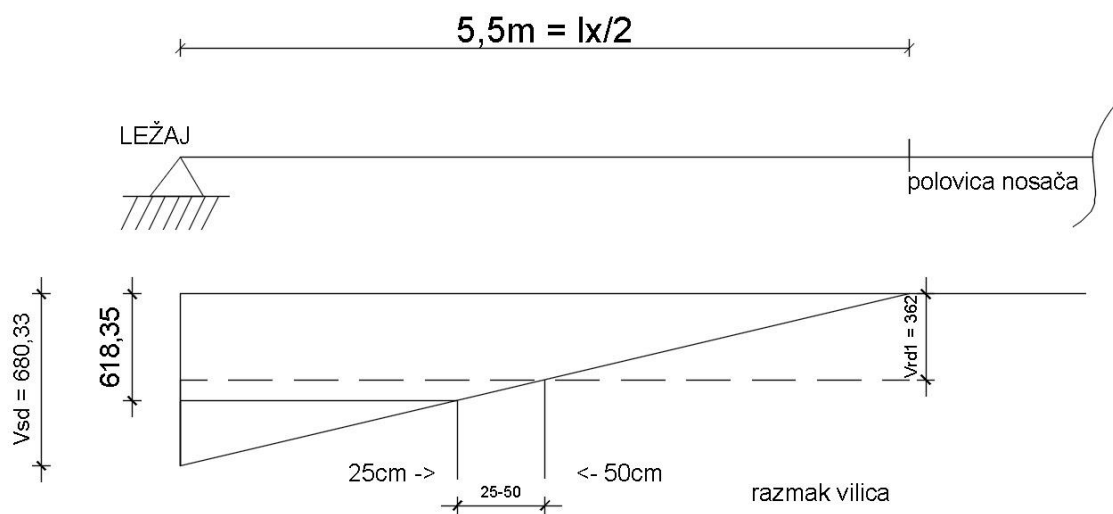
$$V_{wd} = \frac{6,16}{25} \cdot 0,9 \cdot 83,3 \cdot 43,5 = 803 \text{ kN}$$

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

$$V_{Ed3} = V_{Ed1} + V_{wd} = 362 \text{ kN} + 803 \text{ kN} = 1165 \text{ kN} > V'_{sd} = 618,35 \text{ kN}$$

Vilice ove veličine odabrane su iz konstruktivnih razloga!

Razmak vilica u uzdužnom smjeru mosta može se povećati od ležaja prema sredini jer se poprečne sile smanjuju samo do razmaka 50cm (min. 4 vilice / m<sup>2</sup>).



## ARMIRANJE PRVOG POLJA - REKAPITULACIJA

Donja zona – vlačna

Glavna uzdužna armatura u SREDINI ploče odabrano **4  $\phi$  32/m'** (32,17 cm<sup>2</sup> / m<sup>širine</sup>)

Razdjelna armatura (u y smjeru)

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

$$0,2 \cdot 32,17 = 6,434 \text{ cm}^2$$

Odabrano: **5  $\phi$  14 mm** (7,70cm<sup>2</sup>)

Rub ploče (u poprečnom smislu) više optrećen: pojačanje glavne uzdužne armature za 15% na širini od 1,20m od rubova (20% širine ploče, obostrano)

Glavna uzdužna armatura uz rub ploče odabrano: **5  $\phi$  32/m'** ( $40,21\text{cm}^2 / \text{m}^{\text{širine}}$ )

Ukupna duljina rasponskog sklopa:

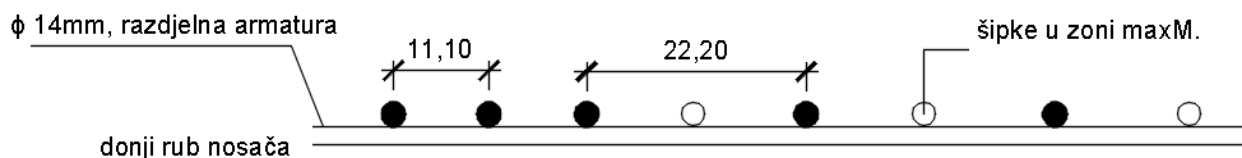
$$11,0\text{m} + 2 \cdot 0,3 = 11,60 \text{ m}$$

Duljina uzdužne armature:

$$11,6\text{m} - 2 \cdot 0,04 = 11,52 \text{ m},$$

Nabavna šipka je duljine 12,00m, pa nam neće trebati proračun duljine preklopa armature.

Smanjivanje glavne armature u blizini ležaja – zoni minimalnih momenata.



50% armature – glavne u donjoj zoni – dolazi do kraja nosača

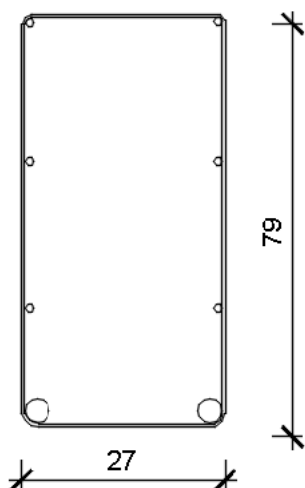
50% je u središnjem području, duljina šipki 12m

**Vilice :  $\phi 14$ , obavezne**

Uz rubove ploče vilice na 20cm po cijelom duljini nosača!

Razmak vilica u poprečnom smislu: 2kom u 1 metar širine.

Dimenzije vilica diktira raspored glavne armature - :  $\phi 14$  na 22,20 cm osno.



Vilice se u središnjem dijelu ploče uz ležaje na 20cm, u zoni od 3m od kraja u središnjem dijelu raspona na: 40cm minimalno: 4 vilice po  $m^2$  površine zbog stabilnosti koša armature pri betoniranju.

Na svim dijelovima: 2 vilice u 1m širine.

Gornja zona – tlačna, konstruktivna armatura – odabrano :  $\phi 14$

Za mostove: najveći razmak šipaka armature uzdužno i poprečno: 20cm

U konkretnom slučaju: 22,2cm u uzdužnom smjeru, zbog rasporeda donje armature.

Razdjelna – poprečna armatura na 20cm, duljina sidrenja (tj. poklapanja) za  $\phi 14$ : odabrano 50cm

Poprečna armatura gornje zone proglašuje se u rubnim dijelovima kao armatura konzole mosta!

### 3.5. Proračunska situacija za drugo polje

#### Stalna proračunska situacija

Stalna djelovanja · 1,35 + promjenjiva · 1,5

$$M_{Ed} = 386,15 \cdot 1,35 + (111,97 + 409,33) \cdot 1,5 =$$

$$M_{Ed} = 130325,25 \text{ kNcm}$$

$$V_{EdL} = 273,38 \cdot 1,35 + (52,45 + 171,49) \cdot 1,5 =$$

$$V_{EdL} = 704,97 \text{ kN}$$

$$V_{EdD} = 273,38 \cdot 1,35 + (54,00 + 171,49) \cdot 1,5 =$$

$$V_{EdD} = 707,29 \text{ kN}$$

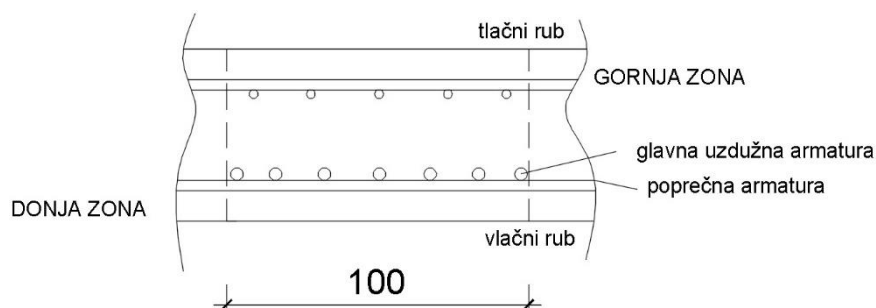
#### Gradiva

BETON                      razred C30/37

ČELIK (armatura)    B500B

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1,5} = 20,0 \frac{N}{mm^2} = 2,0 \frac{kN}{cm^2}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \frac{N}{mm^2} = 43,48 \frac{kN}{cm^2}$$



Zaštitni sloj betona do  
armature

$c = 40\text{mm}$



## DIMENZIONIRANJE

Statička visina  $d$  (udaljenost od težišta vlačne armature do tlačnog ruba presjeka)

$$d = h - c - \phi_{popr.arm} - \frac{\phi_{gl.arm}}{2} = 90 - 4 - 1,4 - 1,0 = 83,6 \text{ cm}$$

$$M_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{130325,25 \text{ kNcm}}{100 \cdot 83,6^2 \cdot 2,0} = 0,09323$$

Očitano iz tablice za dimenzioniranje AB presjeka:

$$\zeta = \frac{z}{d} = 0,949$$

$$\xi = \frac{x}{d} = 0,127$$

Za  $\varepsilon_{c2} = -29\%$  i  $\varepsilon_{s2} = 20,0\%$

Potrebna armatura je:

$$A_s = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{130325,25 \text{ kNcm}}{0,949 \cdot 83,6 \cdot 43,48} = 37,78 \text{ cm}^2$$

Po 1m širine ploče.

Odabrano: **5  $\phi$  32** (40,21cm<sup>2</sup>)

Provjera za minimalnu armaturu se ne provodi.

Maksimalna armatura:

$$A_{s1max} = 0,238 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,238 \cdot 100 \cdot 83,6 \cdot 0,0459 = 91,32 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura manja je od maksimalne!

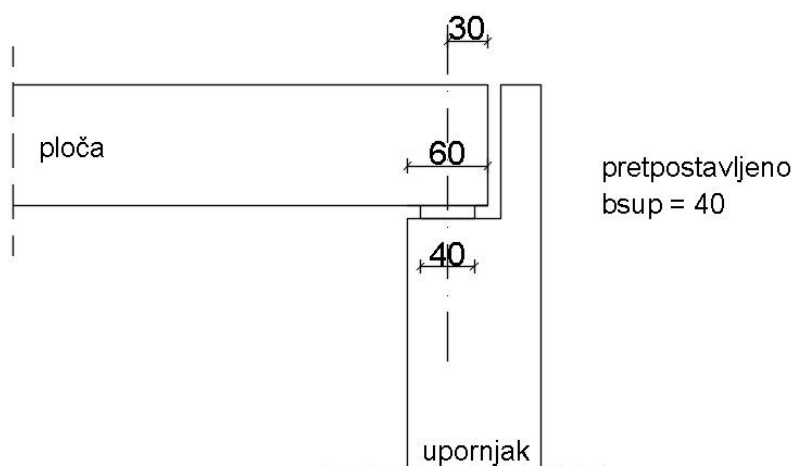
**Provjera nosivosti polja na poprečne sile**

$$V_{sd} = 707,29 \text{ kN}$$

Smanjenje poprečne sile na ležaju zbog utjecaja ležaja.

$$\Delta V_{sd} = (1,35g + 1,5q) \cdot \left( \frac{b_{sup}}{2} + d \right)$$

detalj oslonca:



$$\Delta V_{sd} = (1,35 \cdot 36,45 + 1,5 \cdot 7,20) \cdot \left( \frac{0,4}{2} + 0,833 \right)$$

$$= 61,98 \text{ kN}$$

$$V'_{sd} = V_{sd} - \Delta V_{sd} = 707,29 - 61,98 = 645,31 \text{ kN}$$

**Nosivost polja bez poprečne armature na poprečne sile:**

$$V_{Ed1} = (\tau_{Ed} \cdot k (1,2 + 40\rho_1) + 0,15 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

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

(nosivost na posmik, očitano iz tablice)  $k = 1$

$$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b_w \cdot d} \leq 0,02$$

$A_{s1}$  - površina vlačne armature koja se sidri iza promatranog presjeka

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

$$A_{s1} = \frac{40,21}{2} = 20,10 \text{ cm}^2$$

bw – širina presjeka = 100cm

$$\rho_1 = \frac{20,10}{100 \cdot 83,3} = 0,00241$$

$\sigma_{cp}$  - javlja se samo ako imamo uzdužnu silu => 0

$$V_{Ed1} = 0,034 \cdot (1,2 + 40 \cdot 0,00241) \cdot 100 \cdot 83,3 = 367 \text{ kN}$$

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

$$V_{Ed1} = 367 \text{ kN} < V_{sd}' = 645,31 \text{ kN}$$

### Normirani postupak:

Nosivost na poprečne sile presjeka s vilicama:

$$V_{Ed3} = V_{Ed1} + V_{wd}$$

$V_{wd}$  - doprinos poprečne armature

$$V_{wd} = \frac{A_{sw}}{s_w} \cdot 0,9 \cdot d \cdot f_{ywd}$$

$A_{sw}$  površina presjeka poprečne armature

Pretpostavka: 4 rezne vilice,  $\phi 14$ mm

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

$s_w$  – razmak spona (vilica) = 25cm

$f_{ywd}$  – granica popuštanja popr. armature

$$f_{ywd} = 43,5 \text{ kN/cm}^2 \quad (\text{B500B})$$

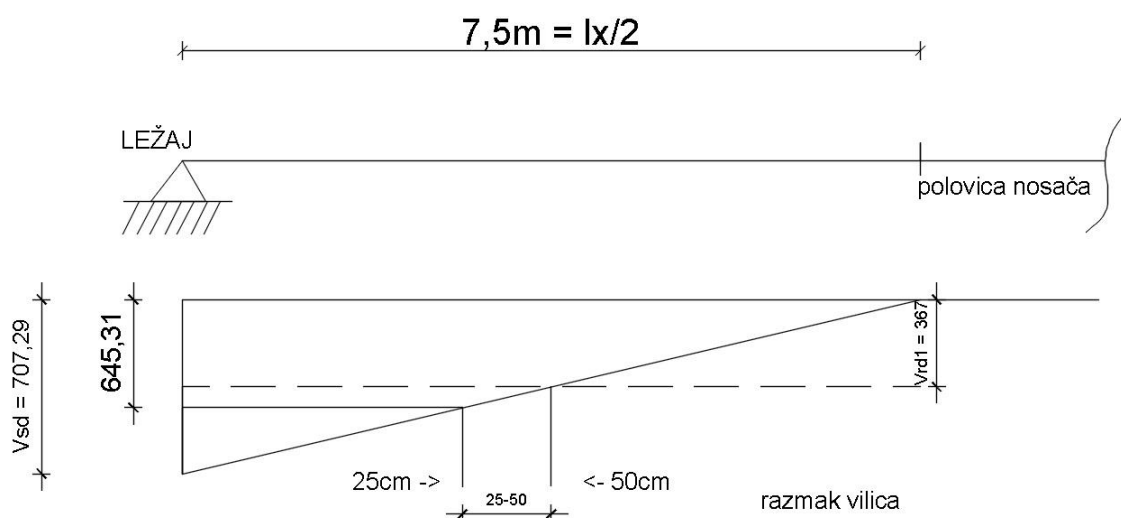
$$V_{wd} = \frac{6,16}{25} \cdot 0,9 \cdot 83,3 \cdot 43,5 = 803 \text{ kN}$$

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

$$V_{Ed3} = V_{Ed1} + V_{wd} = 362 \text{ kN} + 803 \text{ kN} = 1165 \text{ kN} > V'_{sd} = 645,31 \text{ kN}$$

Vilice ove veličine odabrane su iz konstruktivnih razloga!

Razmak vilica u uzdužnom smjeru mosta može se povećati od ležaja prema sredini jer se poprečne sile smanjuju samo do razmaka 50cm (min. 4 vilice / m<sup>2</sup>).



## ARMIRANJE DRUGOG POLJA - REKAPITULACIJA

Donja zona – vlačna

glavna uzdužna armatura u SREDINI ploče odabrano **6  $\phi 32/\text{m}'$**  (46,26 cm<sup>2</sup> /m<sup>širine</sup>)

Razdjelna armatura (u y smjeru)

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

$$0,2 \cdot 40,21 = 9,222 \text{ cm}^2$$

Odabrano: **6  $\phi 14 \text{ mm}$**  (9,24cm<sup>2</sup>)

Rub ploče (u poprečnom smislu) više optrećen: pojačanje glavne uzdužne armature za 15% na širini od 1,20m od rubova (20% širine ploče, obostrano)

Glavna uzdužna armatura uz rub ploče odabrano: **6  $\phi$  32/m'** ( $46,26\text{cm}^2 / \text{m}^{\text{širine}}$ )

Ukupna duljina rasponskog sklopa:

$$15,0\text{m} + 2 \cdot 0,3 = 15,60 \text{ m}$$

Duljina uzdužne armature:

$$15,6\text{m} - 2 \cdot 0,04 = 15,52 \text{ m},$$

Pretpostavlja se da nije za očekivati nabavnu šipku duljine 15,52m, pa se predviđa nastavljanje armature preklapanjem.

### Proračun duljine preklopa:

$$l_s = l_b \cdot \alpha_1$$

$l_b$  - duljina sidrenja

$$l_b = \frac{ds}{4} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{bd}}$$

$$\frac{ds}{4} = \frac{32}{4} = 8\text{mm}$$

$$f_{yd} = 434,78 \text{ N/mm}^2$$

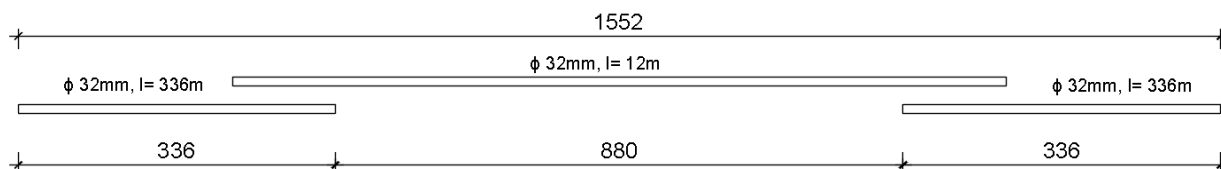
$f_{bd}$  – proračunska čvrstoća prionjivosti - tablična vrijednost za C30/35 = 3

$$l_b = 8 \cdot \frac{434,78}{3} = 8 \cdot 145 = 1159\text{mm} \sim 1,15\text{m}$$

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

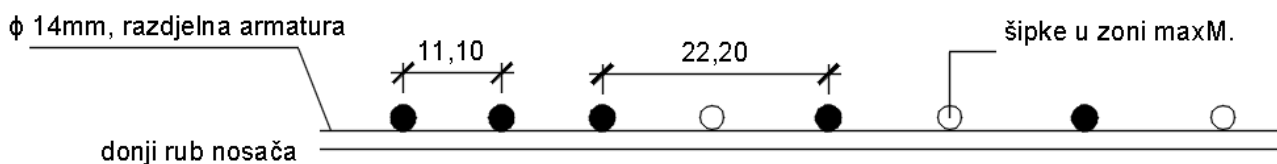
$$l_s = 1,15 \cdot 1,4 = 1,61\text{m} \cong 1,6\text{m}$$

Duljina preklapanja za nastavljnje armature iznosi 1,6m. Armatura se ne smije nastavljati u zoni najvećih momenata. Odabire se osnovna duljina šipke 12m.



Glavna armatura donje zone sastoji se od šipke duljine 12,00m i 3,36m, nastavljnje se proizvodi naizmjenice – na oba kraja mosta a i preklop se nastavlja na prvo i treće polje.

Smanjivanje glavne armature u blizini ležaja – zoni minimalnih momenata.



50% armature – glavne u donjoj zoni – dolazi do kraja nosača i nastavlja se (15,52m)

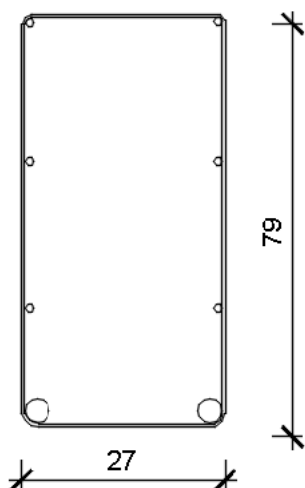
50% je u središnjem području, duljina šipke 12m

**Vilice :  $\phi 14$ , obavezne**

Uz rubove ploče vilice na 20cm po cijelom duljini nosača!

Razmak vilica u poprečnom smislu: 2kom u 1 metar širine.

Dimenzije vilica diktira raspored glavne armature - :  $\phi 14$  na 22,20 cm osno.



Vilice se u središnjem dijelu ploče uz ležaje na 20cm, u zoni od 3m od kraja u središnjem dijelu raspona na: 40cm minimalno: 4 vilice po  $m^2$  površine zbog stabilnosti koša armature pri betoniranju.

Na svim dijelovima: 2 vilice u 1m širine.

Gornja zona – tlačna, konstruktivna armatura – odabrano :  $\phi 14$

Za mostove: najveći razmak šipaka armature uzdužno i poprečno: 20cm

U konkretnom slučaju: 22,2cm u uzdužnom smjeru, zbog rasporeda donje armature.

Razdjelna – poprečna armatura na 20cm, duljina sidrenja (tj. poklapanja) za  $\phi 14$ : odabrano 50cm

Poprečna armatura gornje zone proglašuje se u rubnim dijelovima kao armatura konzole mosta!

### 3.6. Proračunska situacija za treće polje

#### Stalna proračunska situacija

Stalna djelovanja · 1,35 + promjenjiva · 1,5

$$M_{Ed} = 278,11 \cdot 1,35 + (91,77 + 378,17) \cdot 1,5 =$$

$$M_{Ed} = 108035,85 \text{ kNcm}$$

$$V_{EdL} = 258,57 \cdot 1,35 + (52,38 + 168,46) \cdot 1,5 =$$

$$V_{EdL} = 680,33 \text{ kN}$$

$$V_{EdD} = 142,38 \cdot 1,35 + (36,35 + 152,92) \cdot 1,5 =$$

$$V_{EdD} = 476,19 \text{ kN}$$

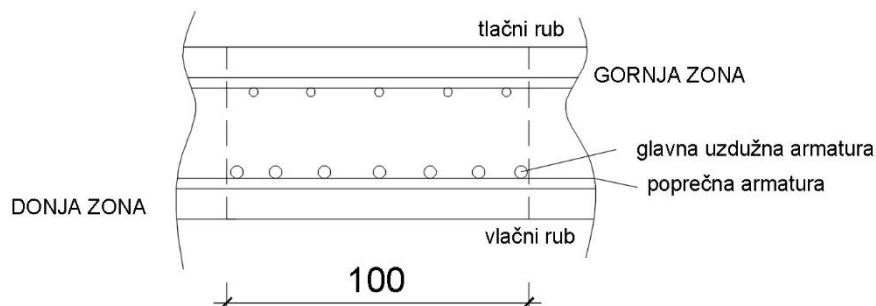
#### Gradiva

BETON                      razred C30/37

ČELIK (armatura)    B500B

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1,5} = 20,0 \frac{N}{mm^2} = 2,0 \frac{kN}{cm^2}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \frac{N}{mm^2} = 43,48 \frac{kN}{cm^2}$$



Zaštitni sloj betona do  
armature

$c = 40\text{mm}$



## DIMENZIONIRANJE

Statička visina  $d$  (udaljenost od težišta vlačne armature do tlačnog ruba presjeka)

$$d = h - c - \phi_{popr.arm} - \frac{\phi_{gl.arm}}{2} = 90 - 4 - 1,4 - 1,0 = 83,6 \text{ cm}$$

$$M_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{108035,85 \text{ kNcm}}{100 \cdot 83,6^2 \cdot 2,0} = 0,07729$$

Očitano iz tablice za dimenzioniranje AB presjeka:

$$\zeta = \frac{z}{d} = 0,957$$

$$\xi = \frac{x}{d} = 0,111$$

Za  $\varepsilon_{c2} = -2,5 \%$  i  $\varepsilon_{s2} = 20,0 \%$

Potrebna armatura je:

$$A_s = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{108035,85 \text{ kNcm}}{0,957 \cdot 83,6 \cdot 43,48} = 31,05 \text{ cm}^2$$

Po 1m širine ploče.

Odabrano: **4  $\phi$  32** (32,17cm<sup>2</sup>)

Provjera za minimalnu armaturu se ne provodi.

Maksimalna armatura:

$$A_{s1max} = 0,238 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,238 \cdot 100 \cdot 83,6 \cdot 0,0459 = 91,32 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura manja je od maksimalne!

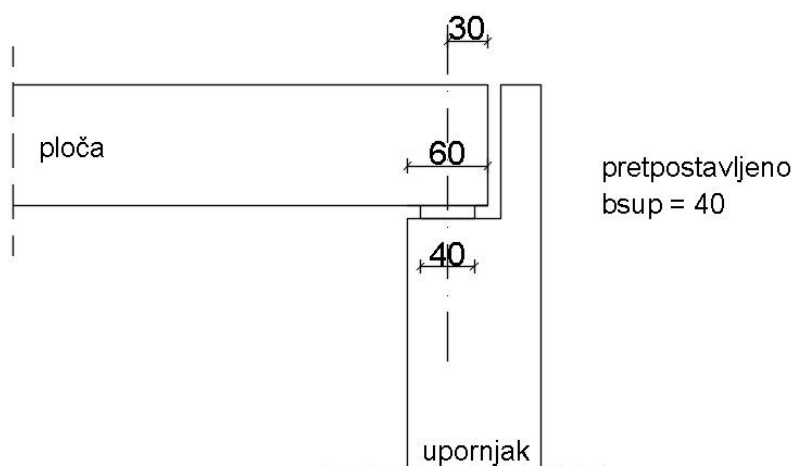
**Provjera nosivosti polja na poprečne sile**

$$V_{sd} = 680,33 \text{ kN}$$

Smanjenje poprečne sile na ležaju zbog utjecaja ležaja.

$$\Delta V_{sd} = (1,35g + 1,5q) \cdot \left( \frac{b_{sup}}{2} + d \right)$$

detalj oslonca:



$$\Delta V_{sd} = (1,35 \cdot 36,45 + 1,5 \cdot 7,20) \cdot \left( \frac{0,4}{2} + 0,833 \right)$$

$$= 61,98 \text{ kN}$$

$$V'_{sd} = V_{sd} - \Delta V_{sd} = 680,33 - 61,98 = 618,35 \text{ kN}$$

**Nosivost polja na poprečne sile bez poprečne armature:**

$$V_{Ed1} = (\tau_{Ed} \cdot k (1,2 + 40\rho_1) + 0,15 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

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

(nosivost na posmik, očitano iz tablice)  $k = 1$

$$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b_w \cdot d} \leq 0,02$$

$A_{s1}$  - površina vlačne armature koja se sidri iza promatranog presjeka

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

$$A_{s1} = \frac{32,17}{2} = 16,08 \text{ cm}^2$$

bw – širina presjeka = 100cm

$$\rho_1 = \frac{16,08}{100 \cdot 83,3} = 0,00193$$

$\sigma_{cp}$  - javlja se samo ako imamo uzdužnu silu  $\Rightarrow 0$

$$V_{Ed1} = 0,034 \cdot (1,2 + 40 \cdot 0,00193) \cdot 100 \cdot 83,3 = 362 \text{ kN}$$

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

$$V_{Ed1} = 362 \text{ kN} < V_{sd}' = 618,355 \text{ kN}$$

### Normirani postupak:

Nosivost na poprečne sile presjeka s vilicama:

$$V_{Ed3} = V_{Ed1} + V_{wd}$$

$V_{wd}$  - doprinos poprečne armature

$$V_{wd} = \frac{A_{sw}}{s_w} \cdot 0,9 \cdot d \cdot f_{ywd}$$

$A_{sw}$  površina presjeka poprečne armature

Pretpostavka: 4 rezne vilice,  $\phi 14\text{mm}$

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

$s_w$  – razmak spona (vilica) = 25cm

$f_{ywd}$  – granica popuštanja popr. armature

$$f_{ywd} = 43,5 \text{ kN/cm}^2 \quad (\text{B500B})$$

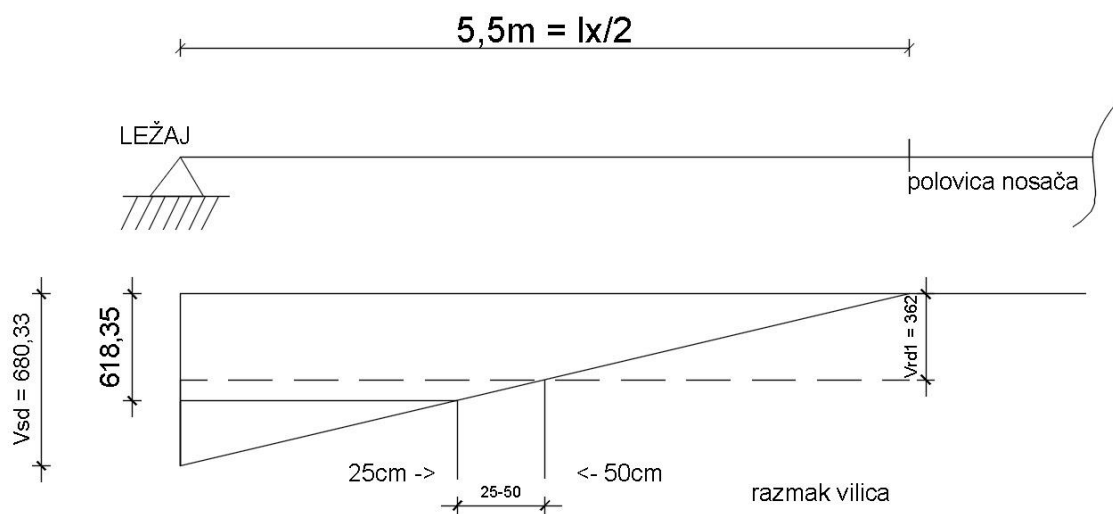
$$V_{wd} = \frac{6,16}{25} \cdot 0,9 \cdot 83,3 \cdot 43,5 = 803 \text{ kN}$$

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

$$V_{Ed3} = V_{Ed1} + V_{wd} = 362 \text{ kN} + 803 \text{ kN} = 1165 \text{ kN} > V'_{sd} = 618,35 \text{ kN}$$

Vilice ove veličine odabrane su iz konstruktivnih razloga!

Razmak vilica u uzdužnom smjeru mosta može se povećati od ležaja prema sredini jer se poprečne sile smanjuju samo do razmaka 50cm (min. 4 vilice / m<sup>2</sup>).



### ARMIRANJE TREĆEG POLJA - REKAPITULACIJA

Donja zona – vlačna

glavna uzdužna armatura u SREDINI ploče odabrano **4  $\phi 32/\text{m}'$**  ( $32,17 \text{ cm}^2 / \text{m}^{\text{širine}}$ )

Razdjelna armatura (u y smjeru)

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

$$0,2 \cdot 32,17 = 6,434 \text{ cm}^2$$

Odabrano: **5  $\phi 14 \text{ mm}$**  ( $7,70\text{cm}^2$ )

Rub ploče (u poprečnom smislu) više optrećen: pojačanje glavne uzdužne armature za 15% na širini od 1,20m od rubova (20% širine ploče, obostrano)

Glavna uzdužna armatura uz rub ploče odabrano: **5  $\phi$  32/m'** ( $40,21\text{cm}^2 / \text{m}^{\text{širine}}$ )

Ukupna duljina rasponskog sklopa:

$$11,0\text{m} + 2 \cdot 0,3 = 11,60\text{ m}$$

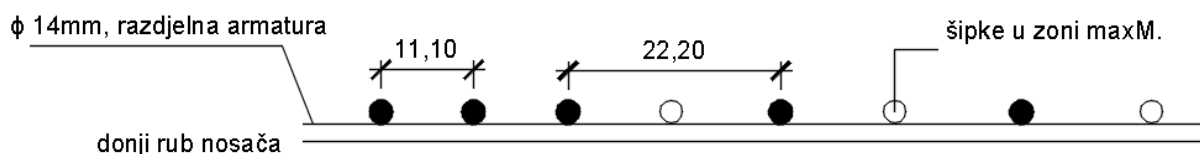
Duljina uzdužne armature:

$$11,6\text{m} - 2 \cdot 0,04 = 11,52\text{ m},$$

Nabavna šipka je duljine 12,00m, pa nam neće trebati proračun duljine preklopa armature

.

Smanjivanje glavne armature u blizini ležaja – zoni minimalnih momenata.



50% armature – glavne u donjoj zoni – dolazi do kraja nosača

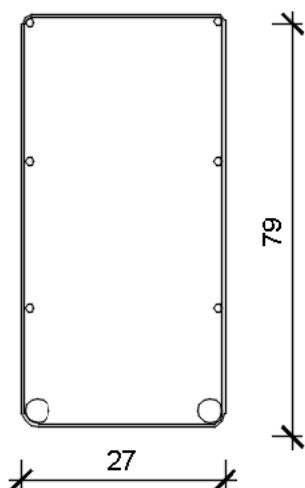
50% je u središnjem području, duljina šipki 12m

**Vilice :  $\phi 14$ , obavezne**

Uz rubove ploče vilice na 20cm po cijelom duljini nosača!

Razmak vilica u poprečnom smislu: 2kom u 1 metar širine.

Dimenzije vilica diktira raspored glavne armature - :  $\phi 14$  na 22,20 cm osno.



Vilice se u središnjem dijelu ploče uz ležaje na 20cm, u zoni od 3m od kraja u središnjem dijelu raspona na: 40cm minimalno: 4 vilice po  $m^2$  površine zbog stabilnosti koša armature pri betoniranju.

Na svim dijelovima: 2 vilice u 1m širine.

Gornja zona – tlačna, konstruktivna armatura – odabrano :  $\phi 14$

Za mostove: najveći razmak šipaka armature uzdužno i poprečno: 20cm

U konkretnom slučaju: 22,2cm u uzdužnom smjeru, zbog rasporeda donje armature.

Razdjelna – poprečna armatura na 20cm, duljina sidrenja (tj. poklapanja) za  $\phi 14$ : odabrano 50cm

Poprečna armatura gornje zone proglašuje se u rubnim dijelovima kao armatura konzole mosta!

### 3.7. Proračunska situacija nad prvim ležajem

#### Stalna proračunska situacija

Stalna djelovanja · 1,35 + promjenjiva · 1,5

$$M_{Ed} = 639,01 \cdot 1,35 + (140,53 + 232,37) \cdot 1,5 =$$

$$M_{Ed} = 142201,35 \text{ kNcm}$$

#### Gradiva

BETON                      razred C30/37

ČELIK (armatura)    B500B

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1,5} = 20,0 \frac{N}{mm^2} = 2,0 \frac{kN}{cm^2}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \frac{N}{mm^2} = 43,48 \frac{kN}{cm^2}$$

#### DIMENZIONIRANJE

Statička visina  $d$  (udaljenost od težišta vlačne armature do tlačnog ruba presjeka)

$$d = h - c - \phi_{popr.arm} - \frac{\phi_{gl.arm}}{2} = 90 - 4 - 1,4 - 1,0 = 83,6 \text{ cm}$$

$$M_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{142201,35 \text{ kNcm}}{100 \cdot 83,6^2 \cdot 2,0} = 0,10173$$

Očitano iz tablice za dimenzioniranje AB presjeka:

$$\zeta = \frac{z}{d} = 0,944$$

$$\xi = \frac{x}{d} = 0,138$$

$$\text{Za } \varepsilon_{c2} = -3,2 \% \text{ i } \varepsilon_{s2} = 20,0 \%$$

Potrebna armatura je:

$$A_s = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{142201,35 \text{ kNcm}}{0,944 \cdot 83,6 \cdot 43,48} = 41,44 \text{ cm}^2$$

Po 1m širine ploče.

Odabrano: **6  $\phi$  32** (48,26 cm<sup>2</sup>)

Provjera za minimalnu armaturu se ne provodi.

Maksimalna armatura:

$$A_{s1max} = 0,238 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,238 \cdot 100 \cdot 83,6 \cdot 0,0459 = 91,32 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura manja je od maksimalne!

### 3.8. Proračunska situacija nad drugim ležajem

#### Stalna proračunska situacija

Stalna djelovanja  $\cdot 1,35$  + promjenjiva  $\cdot 1,5$

$$M_{Ed} = 639,01 \cdot 1,35 + (90,53 + 232,37) \cdot 1,5 =$$

$$M_{Ed} = 134701,35 \text{ kNcm}$$

#### Gradiva

BETON                      razred C30/37

ČELIK (armatura)    B500B

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1,5} = 20,0 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 2,0 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

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



## DIMENZIONIRANJE

Statička visina  $d$  (udaljenost od težišta vlačne armature do tlačnog ruba presjeka)

$$d = h - c - \phi_{popr.arm} - \frac{\phi_{gl.arm}}{2} = 90 - 4 - 1,4 - 1,0 = 83,6 \text{ cm}$$

$$M_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{134701,35 \text{ kNcm}}{100 \cdot 83,6^2 \cdot 2,0} = 0,09636$$

Očitano iz tablice za dimenzioniranje AB presjeka:

$$\zeta = \frac{z}{d} = 0,949$$

$$\xi = \frac{x}{d} = 0,127$$

Za  $\varepsilon_{c2} = -2,9\%$  i  $\varepsilon_{s2} = 20,0\%$

Potrebna armatura je:

$$A_s = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{134701,35 \text{ kNcm}}{0,949 \cdot 83,6 \cdot 43,48} = 39,04 \text{ cm}^2$$

Po 1m širine ploče.

Odabrano: **6  $\phi$  32** (48,26 cm<sup>2</sup>)

Provjera za minimalnu armaturu se ne provodi.

Maksimalna armatura:

$$A_{s1max} = 0,238 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,238 \cdot 100 \cdot 83,6 \cdot 0,0459 = 91,32 \text{ cm}^2$$

Odabrana armatura manja je od maksimalne!

## 3.9. Statička provjera konzole mosta

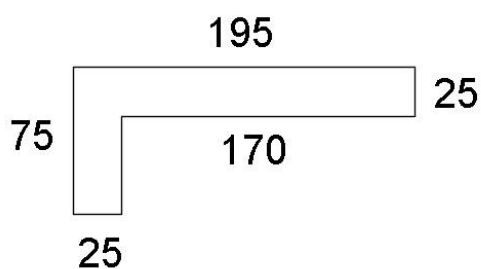
Odabrana armatura:  $\phi 14/10\text{cm}$ Površina armature  $15,39\text{cm}^2/\text{m}$  širine

Analiza opterećenja:

**HODNIK**

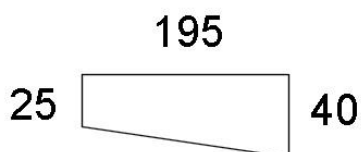
- konzole  $31,68\text{ kN/m}'$
- betonska staza  $30,62\text{ kN/m}'$
- ograda  $2 \cdot 0,5 \cdot 1 = 1,0\text{ kN/m}'$

$$\Delta g = 73,61\text{ kN/m}'$$



Betonska staza

$$\begin{aligned}
 &= (0,25 \cdot 1,70 + 0,75 \cdot 0,25) \cdot 25 \cdot 2 \cdot 1 \\
 &= 0,612 \cdot 50 \cdot 1 \\
 &= 30,62\text{ kN/m}'
 \end{aligned}$$

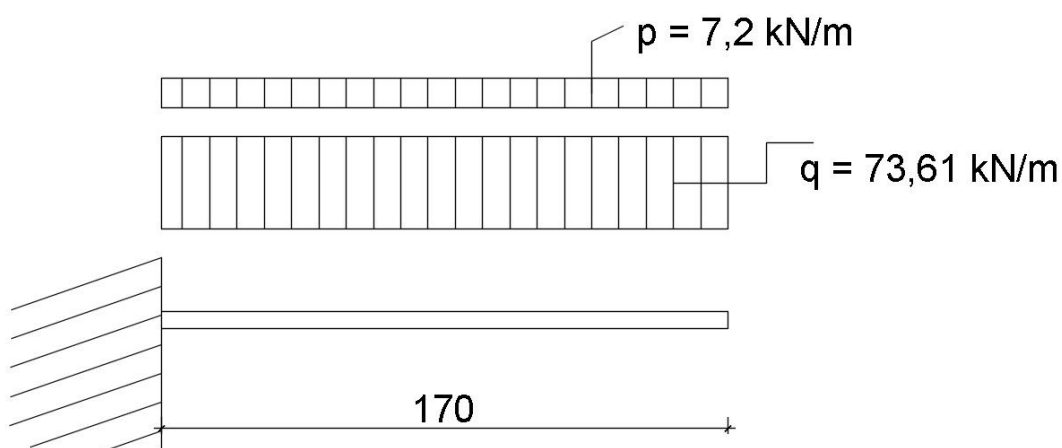


Konzola

$$\begin{aligned}
 &0,325 \cdot 1,95 \cdot 25 \cdot 2 \cdot 1 \\
 &= 31,68\text{ kN/m}'
 \end{aligned}$$

Pokretno opterećenje – navala ljudi –  $q = 7,20\text{ kN/m}'$

## STATIČKI PRORAČUN KONZOLE



$$M_g = \frac{73,61 \cdot 1}{2} = 36,80 \text{ kNm}$$

$$M_q = \frac{7,2 \cdot 1}{2} = 3,60 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 36,80 \cdot 1,35 + 3,60 \cdot 1,5 = 55,08 \text{ kNm}$$

$$h = 30 \text{ cm}$$

$$\mu_{Ed} = \frac{5508}{100 \cdot 30^2 \cdot 2} = 0,0306$$

Očitano iz tablice za dimenzioniranje AB presjeka:

$$\zeta = \frac{z}{d} = 0,978$$

$$\xi = \frac{x}{d} = 0,061$$

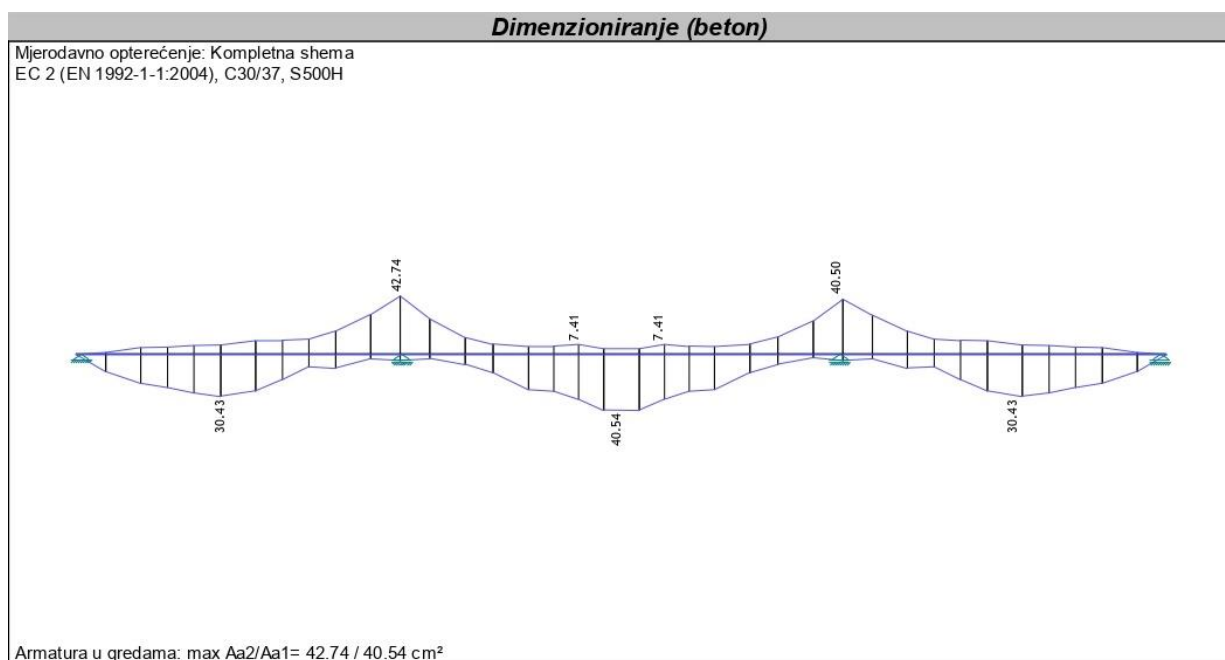
$$\text{Za } \varepsilon_{c2} = -1,3 \% \text{ i } \varepsilon_{s2} = 12,0 \%$$

Potrebna armatura je:

$$A_s = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{5508 \text{ kNm}}{0,978 \cdot 30 \cdot 43,5} = 4,31 \text{ cm}^2 < 15,39 \text{ cm}^2$$

- **ODABRANA ARMATURA KONZOLE ZADOVOLJAVA!**

## USPOREDBA PRORAČUNA ARMATURE



Slika 8.) Izračunata potrebna armatura za most u programu Tower.

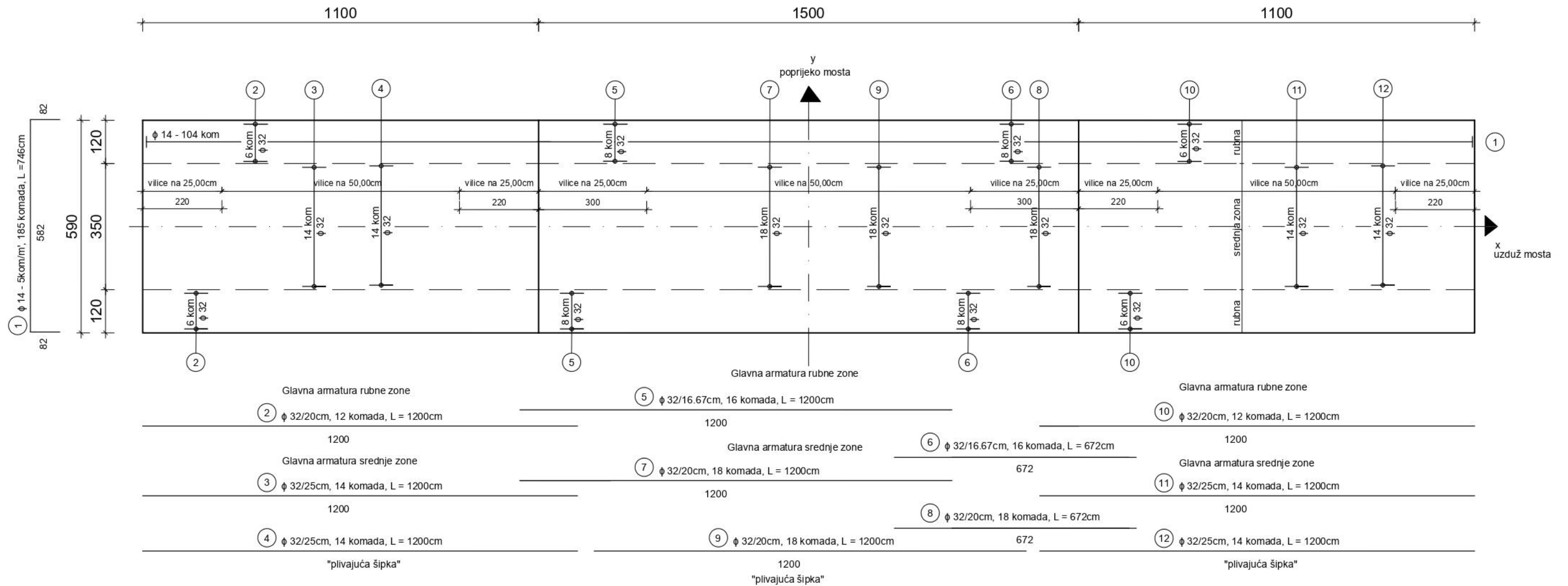
Usporedba računalnog i ručnog proračuna					
	Potrebna armatura				
	<i>Prvo polje</i>	<i>Drugo polje</i>	<i>Treće polje</i>	<i>Nad prvim ležajem</i>	<i>Nad drugim ležajem</i>
<i>Ručni</i>	31,05	39,78	31,05	41,44	39,04
<i>Računalni</i>	30,43	40,54	30,43	42,74	40,50

Tablica 4.) Usporedba između ručnog i računalnog proračuna

Kao što vidimo proračun armature iz programa se poklapa sa ručnim proračunom, što nam dokazuje da je zadovoljavajući odabir potrebne armature. Također je izabrana ista armatura za oba proračuna iz tabličnih vrijednosti za dimenzioniranje armirano-betonskih konstrukcija.

# NACRT ARMATURE - DONJA ZONA

\*\*napomena: prijeloke postavljati naizmjenično



Sveučilište Sjever  
 Odjel Graditeljstvo  
 Nacrt armature - donja zona  
 Diplomski rad  
 Izradio: Mario Vorih  
 Nastavnik: Goran Puž  
 Akademska godina: 2020/2021  
 Dovořeno: 5.8.2021.

# ISKAZ ARMATURE - DONJA ZONA

SPECIFIKACIJA ŠIPKI					
poz	mjere i oblik (cm)	$\phi$	lg (m)	n (kom)	lgn (m)
1.	82   582   82	14	7,46	185	1380,1
2.	1200	32	12,00	12	144,0
3.	12,00	32	12,00	14	168,0
4.	12,00	32	12,00	14	168,0
5.	12,00	32	12,00	16	192,0
6.	6,72	32	6,72	16	107,5
7.	12,00	32	12,00	18	216,0
8.	6,72	32	6,72	18	120,9
9.	12,00	32	12,00	18	216,0
10.	12,00	32	12,00	12	144,0
11.	12,00	32	12,00	14	168,0
12.	12,00	32	12,00	14	168,0

SPECIFIKACIJA ŠIPKI			
$\phi$ (mm)	lgn (m)	jedinična težina (kg/m')	težina (kg)
B500B - čelik za armiranje vrhunske kvalitete			
14	1380,1	1,242	1713,96
32	1811,9	6,474	11730,24
Ukupno			13444,20

Sveučilište Sjever

Odjel Graditeljstvo

Iskaz armature - donja zona

Diplomski rad

Izradio: Mario Vorih

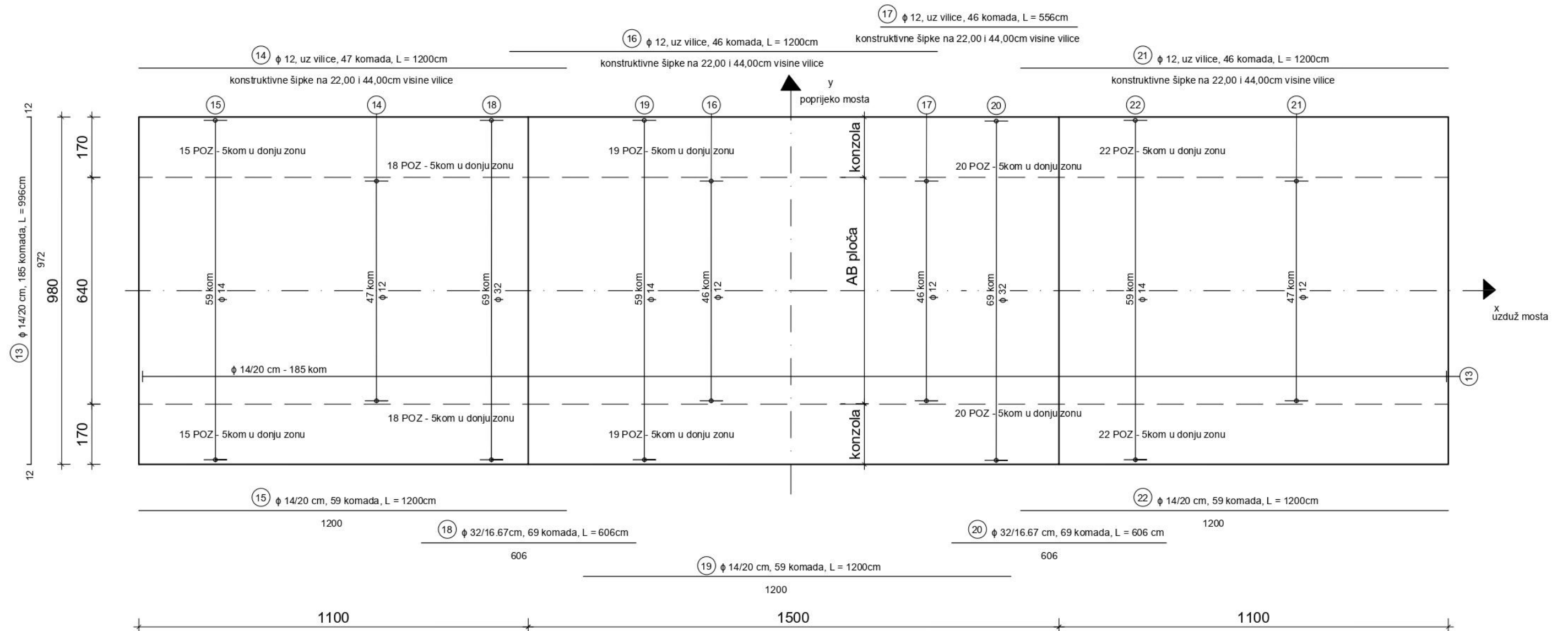
Nastavnik: Goran Puž

Akadska godina: 2020/2021

Dovršeno: 5.8.2021.

# NACRT ARMATURE - GORNJA ZONA

\*\*napomena: prieklope postavljati naizmjenično



Sveučilište Sjever
Odjel Graditeljstvo
Nacrt armature - gomja zona
Diplomski rad
Izradio: Mario Vorih
Nastavnik: Goran Puž
Akadska godina: 2020/2021
Dovršeno: 5.8.2021.

# ISKAZ ARMATURE - GORNJA ZONA

SPECIFIKACIJA ŠIPKI					
poz	mjere i oblik (cm)	$\phi$	lg (m)	n (kom)	lgn (m)
13.	12   <u>972</u>   12	14	9,96	185	1842,6
14.	<u>1200</u>	12	12,00	47	564,0
15.	<u>1200</u>	14	12,00	59	708,0
16.	<u>1200</u>	12	12,00	46	552,0
17.	<u>556</u>	12	5,56	46	255,7
18.	<u>606</u>	32	6,06	69	418,2
19.	<u>1200</u>	14	12,00	59	708,0
20.	<u>606</u>	32	6,06	69	418,2
21.	<u>12,00</u>	12	12,00	46	552,0
22.	<u>12,00</u>	14	12,00	59	708,0

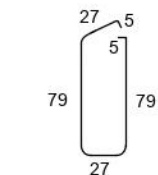
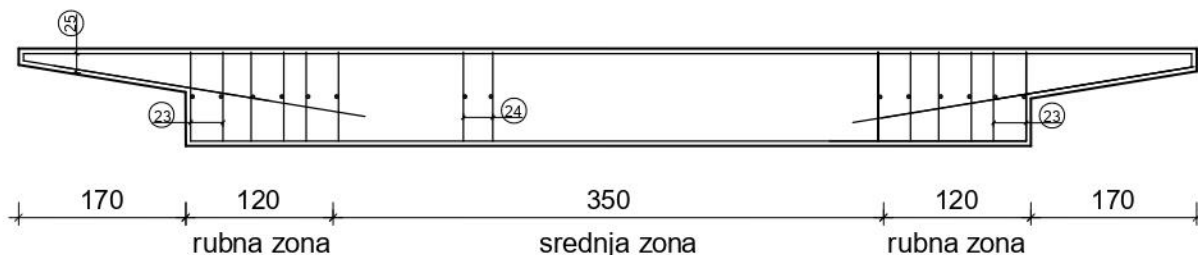
SPECIFIKACIJA ŠIPKI			
$\phi$ (mm)	lgn (m)	jedinična težina (kg/m')	težina (kg)
B500B - čelik za armiranje vrhunske kvalitete			
12	1923,00	0,911	1751,85
14	3966,60	1,242	4925,77
32	836,40	6,474	5589,65
Ukupno			12267,27

Sveučilište Sjever  
 Odjel Graditeljstvo  
 Iskaz armature - gornja zona  
 Diplomski rad  
 Izradio: Mario Vorih  
 Nastavnik: Goran Puž  
 Akademska godina: 2020/2021  
 Dovršeno: 5.8.2021.



# NACRT I ISKAZ ARMATURE - PRESJEK MOSTA

• oznaka konstruktivnih šipki

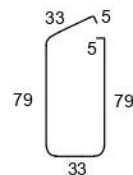


vilica u rubnoj zoni

23  $\phi$  14/20 cm

L = 222cm

1110 komada



vilica u srednjoj zoni

24  $\phi$  14/25 cm

L = 234cm

94 kom - na početnih i završnih 220 cm mosta

70 kom - na središnjem djelu mosta, L=660 cm

128 kom - na početnih i završnih 300 cm mosta

280 kom - na središnjem djelu mosta, L=660 cm

94 kom - na početnih i završnih 220 cm mosta

70 kom - na središnjem djelu mosta, L=900 cm

736 komada



25  $\phi$  14/20cm

L = 549 m

370 komada

## SPECIFIKACIJA ŠIPKI

poz	mjere i oblik (cm)	$\phi$	lg (m)	n (kom)	lgn (m)
23.		14	2,22	1100	2442,0
24.		14	2,34	736	1744,3
25.		14	5,49	370	2031,3

## SPECIFIKACIJA ŠIPKI

$\phi$ (mm)	lgn (m)	jedinična težina (kg/m')	težina (kg)
B500B - čelik za armiranje vrhunske kvalitete			
14	6217,6	1,242	7722,2

Sveučilište Sjever

Odjel Graditeljstvo

Nacrt i iskaz armature - presjek mosta  
Diplomski rad

Izradio: Mario Vorih

Nastavnik: Goran Puž

Akadska godina: 2020/2021

Dovršeno: 5.8.2021.

## 4. TROŠKOVNIK

U ovom troškovniku se popisuju i računaju količine svih radova koje predvidimo na izgradnji nadvožnjaka. Daje se detaljniji opis radova gdje su iskazane količine izračunane u prethodnim koracima. Cilj je obuhvatiti sve količine glavnih radova kako bi se konačna cijena izvedbe mogla proračunati uz pogrešku koja ne prelazi 10% od ukupne cijene nadvožnjaka.

Troškovnik je obično podijeljen na slijedeće dijelove:

- donji ustroj
- gornji ustroj
- oprema mosta
- ostali dijelovi mosta

Troškovnik je najbitniji dio kod ponude, te je izrađen s posebnom pozornošću. Kod većine stavaka je dan približan osvrt na tehnologiju zamišljenu za izvedbu. Na taj način se izvođaču, pored planiranja materijalnih troškova za opremu daje mogućnost i za približnu ocjenu vremena potrebnog za neke određene radove. Kao što pored svega, kod svake stavke je dano jasno i jednoznačno određenje kvalitete gradiva i samih radova. U tablicama koje slijede su prikazane osnovne stavke troškovnika za nadvožnjak, organizirane na uobičajen način u praksi. Redoslijed radova slijedi izvedbu radova, tako da izvođač kroz troškovnik može pogledati većinu radnji potrebnu za uspješno dovršenje projekta i procijeniti vrijeme potrebno za izvedbu. Stavke su grupirane u skupine označene rednim brojevima. Troškovi koji se definiraju kao troškovi za koje se podrazumijeva da su sadržani u pojediniim stavkama su: priprema gradilišta, nabava materijala, pomoćni radovi, alati, naprave i uređaji, pomoćni i potrošni materijal, potrebna mehanizacija, vanjski i unutarnji transport, dizanja na projektanu poziciju, izrada skela i platformi, istovar i skladištenje, crpljenje vode, signalizacija, režijski troškovi poduzeća, energetske troškovi, završni radovi, demontaža skela, čišćenje gradilišta i svi ostali posredni i neposredni troškovi neophodni za dovršenje nadvožnjaka.

## 4.1. Donji ustroj mosta

<b>1. PRIPREMNI RADOVI</b>					
<b>Opis radova</b>		<b>Jed. mjere</b>	<b>Količina</b>	<b>Jed. cijena</b>	<b>Uk. cijena</b>
1.1	Uređenje gradilišta: krčenje terena, raščićavanje raslinja, uklanjanje humusa i uređenje pristupnih cesta	m <sup>2</sup>	1710.00		
1.2	Izvedba drenaže oko upornjaka	m'	30.00		
1.3	Postavljanje gradilišta	paušalno	0.00		

<b>2. ZEMLJANI RADOVI</b>					
<b>Opis radova</b>		<b>Jed. mjere</b>	<b>Količina</b>	<b>Jed. cijena</b>	<b>Uk. cijena</b>
2.1	Iskop za temeljne stope upornjaka i stupova. U cijeni je uračunan i prijevoz na okruženju gradilišta. Način iskopa: mehanizacija (strojno) U stavci je uključeno i prijevoz nakupljenih materijala na unaprijed određeni deponij. Podstavke: - iskopi prema dubini i širini (do 2,00m i preko 2,00m) - iskop u materijalu kategorije A, B ,C	m <sup>3</sup>	374.80		
2.2	Strojno ispunjavanje temelja stupova i upornjaka materijalom izvađenog iz iskopa u debljinama od 30-50,00cm, uz polagano zbijanje i dotjerivanje.	m <sup>3</sup>	78.60		
2.3	Izrada nasipa iza upornjaka. Zemljani materijal uz zbijanje u sloju od 30,00cm.	m <sup>3</sup>	406.64		
2.4	Izrada drenažnog sloja iza zida upornjaka. Kameni materijal (drobljenac) debljine 50.00cm	m <sup>3</sup>	23.00		

**2. ZEMLJANI RADOVI**

Opis radova		Jed. mjere	Količina	Jed. cijena	Uk. cijena
2.5	Izvedba sloja ispod prijelazne ploče. Drobljeni kamen materijala debljine 50cm, zbijednosti ME = 80 do 100 Mpa.	m <sup>3</sup>	33.50		
2.6	Izrada i uređenje pokosa nasipa uz upornjake. Zemljani materijal uz lagano nabijanje poskočnim strojem, te zasaditi gustu travu	m <sup>3</sup>	80.80		

**3. BETONSKI RADOVI**

Opis radova		Jed. mjere	Količina	Jed. cijena	Uk. cijena
3.1	Betoniranje betona (podložnog) ispod temelja upornjaka i temelja stupa betonom C12/15. Debljina podbetona prema izrađenom projektu. Krajnja ploha podbetona mora biti ravna i na određenoj visinskoj koti.	m <sup>3</sup>	23.97		
3.2	Izrada armiranobetonskih temelja upornjaka i stupova C25/30 u temeljnoj jami – plitko temeljenje na trakastim temeljima. Podstavke: - izrada temelja u suhom	m <sup>3</sup>	262.30		
3.3	Izrada armiranobetonskih kosih krila upornjaka	m <sup>3</sup>	48.38		
3.4	Izrada armiranobetonskih prijelaznih ploča na upornjacima.	m <sup>3</sup>	23.45		
3.5	Izrada armiranobetonskih stupova.	m <sup>3</sup>	14.25		
3.6	Izrada armiranobetonskih upornjaka	m <sup>3</sup>	517,70		
3.7	Izrada betonske ispune unutar šupljih elemenata.	m <sup>3</sup>	5.00		

**4. ARMIRAČKI RADOVI**

Opis radova		Jed. mjere	Količina	Jed. cijena	Uk. cijena
4.1	Armatura armiranobetonskih temelja upornjaka i stupova – plitko temeljenje na trakastim temeljima.	kg	13770.75		
4.2	Armatura armiranobetonskih kosih krila upornjaka.	kg	2117.10		
4.3	Armatura armiranobetonskih prijelaznih ploča na upornjacima.	kg	1582.87		
4.4	Armatura armiranobetonskih stupova.	kg	1389.37		

**5. ZAVRŠNI RADOVI**

Opis radova		Jed. mjere	Količina	Jed. cijena	Uk. cijena
5.1	Zaštita (hidroizolacija) betonskih ploha u dodiru s tlom. Vertikalne i hodrizonatne plohe u dodiru s tlom.	m <sup>2</sup>	145.00		
5.2	Izrada drenaže iza upornjaka od perforiranih drenažnih cijevi.	m'	18.04		
5.3	Ugradnja ispusta drenažnog sloja upornjaka.	m'	10.00		
5.4	Zaštita (oblaganje) pokosa nasipa. Način oblaganja: hidrosjetva.	m <sup>2</sup>	106.92		

## 4.2. Gornji ustroj mosta

<b>6. BETONSKI RADOVI</b>					
	<b>Opis radova</b>	<b>Jed. mjere</b>	<b>Količina</b>	<b>Jed. cijena</b>	<b>Uk. cijena</b>
6.1	Izrada armiranobetonskog sklopa nadvožnjaka na licu mjesta. Tehnologija izvedbe uz pomoć oplata. Betonira se svaki raspon zasebno.	m <sup>3</sup>	255.67		
6.2	Izvedba kolničke ploče sklopa mosta betoniranjem na licu mjesta sa oplatom.	m <sup>3</sup>	16.28		

<b>7. ARMIRAČKI RADOVI</b>					
	<b>Opis radova</b>	<b>Jed. mjere</b>	<b>Količina</b>	<b>Jed. cijena</b>	<b>Uk. cijena</b>
7.1	Armatura betonskog sklopa mosta.	kg	33433.67		
7.2	Armatura kolničke ploče mosta.	kg	1221.00		

<b>8. LEŽAJI I PRIJELAZNE NAPRAVE</b>					
	<b>Opis radova</b>	<b>Jed. mjere</b>	<b>Količina</b>	<b>Jed. cijena</b>	<b>Uk. cijena</b>
8.1	Nabava i ugradnja ležajeva.				
8.1.1	Elastomerni ležaj (zakretni)				
8.1.2	Zakretni deformabilni ležaj - za vertikalnu silu od _ kN - za horizontalnu silu od _ kN - za pomake od ± 40mm	kom.	10.00		
8.2	Prijelazne naprave. Obračun se izvršava prema duljini naprave.				
8.2.1	Dobava i montaža vodonepropusne prijelazne naprave za pomake do 160mm (± 80mm), uključivo dio naprave na hodnicima.	m'	11.00		
8.2.2	Dobava i ugradnja gipke prijelaznice u razini kolničkog zastora (Thorma-joint), širine 600mm i dubine 70mm.	m'	11.00		

## 4.3. Oprema mosta

<b>9. ODVODNJA</b>					
	<b>Opis radova</b>	<b>Jed. mjere</b>	<b>Količina</b>	<b>Jed. cijena</b>	<b>Uk. cijena</b>
9.1	Dobava i ugradnja slivnika za odvodnju kolničke plohe i hidroizolacije mosta, prema propisanom postupku i detaljnim nacrtima ugradnje. Rad se izmjeri po komadu ispravno ugrađenog slivnika.				
9.1.1	Nabava i postavljanjepostavljanje horizontalnog slivnika za odvodnju kolničke ploče i hidroizolacije mosta – ugradnja u betonski sklop, klasa nosivosti D400 prema BAS EN 124.	kom	8.00		
9.2	Nabava i postavljanje cijevi za odvod s mosta. Cijevi promjera Ø200	m'	70.00		
9.2.1	Nabava, doprema i montaža lučnih komada, zakrivljenih pod 90 stupnjeva – fazonski spojni elementi kanalizacijskih cijevi promjera Ø200.	m'	20.00		
9.2.2	Štapovi s navojima.	kom.	100.00		
9.2.3	Obujmice s elastomernom trakom za pričvršćenje cijevi odvodnje.	kom.	100.00		

<b>10. HIDROIZOLACIJA</b>					
	<b>Opis radova</b>	<b>Jed. mjere</b>	<b>Količina</b>	<b>Jed. cijena</b>	<b>Uk. cijena</b>
10.1	Izrada jednoslojne hidroizolacije uz zavarene bitumenske trake.	m <sup>2</sup>	718.00		
10.2	Izrada višeslojne hidroizolacije kontinuitetne ploče mosta	m <sup>2</sup>	718.00		

**11. ASFALJNI ZASTOR**

Opis radova		Jed. mjere	Količina	Jed. cijena	Uk. cijena
11.1	Izrada slojeva od asfaltnog betona: Donji (zaštitni) sloj asfaltnog betona, debljine 3,00cm. Gornji (habajući) sloj asfaltnog betona debljine 4,00cm.				
11.1.1	Asfalt-beton zaštitni sloj.	m <sup>2</sup>	284.25		
11.1.2	Asfalt-beton habajući sloj.	m <sup>2</sup>	284.25		
11.2	Izvedba sloja lijevanog asfalta na hodnicima, propisane debljine.	m <sup>2</sup>	200.85		
11.3	Zapunjavanje uzdužnih reški na spoju asfaltnog zastora na rubnjak prema tipskom detalju ili tehnologiji koju propisuje dobavljač atestiranog materijala.	m'	105.00		
11.4	Zalijevanje uzdužnih reški na spoju zastora pješačke staze od lijevanog asfalta na rubnjak i na vijenac, te uokolo slivnika.	m'	234.00		
11.5	Zalijevanje poprečnih reški na spoju montažnih elemenata rubnjaka.	m'	25.00		
11.6	Zalijevanje poprečnih reški na spoju montažnih elemenata vijenca.	m'	37.00		

**12. HODNIK I BETONSKA OGRADA**

Opis radova		Jed. mjere	Količina	Jed. cijena	Uk. cijena
12.1	Izrada i ugradnja montažnog vijenca nadvožnjaka.	m'	74.00		
12.2	Izrada i ugradnja montažnog rubnjaka mosta.	m'	112.60		
12.3	Izrada betonske pješačke staze (hodnika) bez oplata, između vijenca i rubnjaka na mostu. Za ugradnju ograde treba na mjestima stupova staviti umetke konusnog oblika.	m <sup>3</sup>	26.80		
12.4	Armatura montažnog vijenca mosta.	kg	80.00		
12.5	Armatura pješačke staze.	kg	1072.00		
12.6	Dobava i ugradnja tanjurastih sidara za povezivanje armature kolničke ploče s armaturm hodnika.	kom.	113.00		



**13. OGRADE**

Opis radova		Jed. mjere	Količina	Jed. cijena	Uk. cijena
13.1	Izrada, ugradnja i antikorozivne zaštite zaštitne ograde za pješake, u svemu prema detaljnim nacrtima.	m'	74.00		
1.3.2	Dobava i ugradnja jednostrane odbojne ograde H2 W5 – visoka je 0,65m sa razmakom stupaca 1,34m, zaštićena vrućim pocinčavanjem.	m'	74.00		

**14. ZAVRŠNI RADOVI**

Opis radova		Jed. mjere	Količina	Jed. cijena	Uk. cijena
14.1	Postavljanje repera za geodetsko praćenje konstrukcije. Izvedba od aluminija. U cijenu je uračunan materijal i rad.				
14.1.1	Postavljanje mjernih repera na konstrukciju mosta.	kom.	50.00		
14.1.2	Postavljanje referentnih repera iza kraja mosta.	kom.	10.00		
14.2	Vođenje instalacija na mostu.				
14.2.1	Postavljanje cijevi za provođenje instalacija kroz pješačku stazu.	m'	92.00		
14.2.2	Postavljanje nosača instalacija ispod kolničke konstrukcije	m'	92.00		
14.3	Šahtovi (okna) na mostu.	kom.	2.00		

**15. ISPITIVANJE MOSTA PROBNIM OPTEREĆENJEM**

Opis radova		Jed. mjere	Količina	Jed. cijena	Uk. cijena
15.1	Ispitivanje mosta sa probnim opterećenjem.				

<b>16. NEPREDVIĐENI RADOVI</b>					
	<b>Opis radova</b>	<b>Jed. mjere</b>	<b>Količina</b>	<b>Jed. cijena</b>	<b>Uk. cijena</b>
16.1	Nepredviđeni radovi koje odobrava naručitelj gradnje, u iznosu od 5% ukupne cijene.				
16.1.1	<p>Obračun radova temeljem utrošenog materijala. Izvoditelj uz zahtjev za izvedbu nepredviđenih radova podnosi prijedlog potrebnih materijala s jediničnim cijenama i količinama. Investitor traži da mu se prikažu ponude više dobavljača materijala potrebnih za ugradnju. Investitor prije početka samih radova odobrava materijal po vrsti i količini.</p> <p>Obračun se vrši po količini predmetnog materijala.</p>	paušal			
16.1.2	<p>Obračun radova temeljem utrošenih radnih sati radnika odgovarajuće kvalifikacije. Evidenciju utrošenih sati ovjerava nadzorni inženjer. Obračun prema jediničnoj cijeni sata za KV-radnika.</p>	sati			
16.1.3	<p>Obračun radova temeljem utrošenog vremena za radne strojeve. Izvoditelj uz zahtjev za izvedbu nepredviđenih radova podnosi prijedlog potrebnih strojeva s jediničnim cijenama i potrebnim vremenskim angažmanom. Investitor traži da se prikažu ponude više izvršitelja. Investitor prije početka radova odobrava angažiranje strojeva po vrsti i vremenu angažmana istog.</p>	sati			

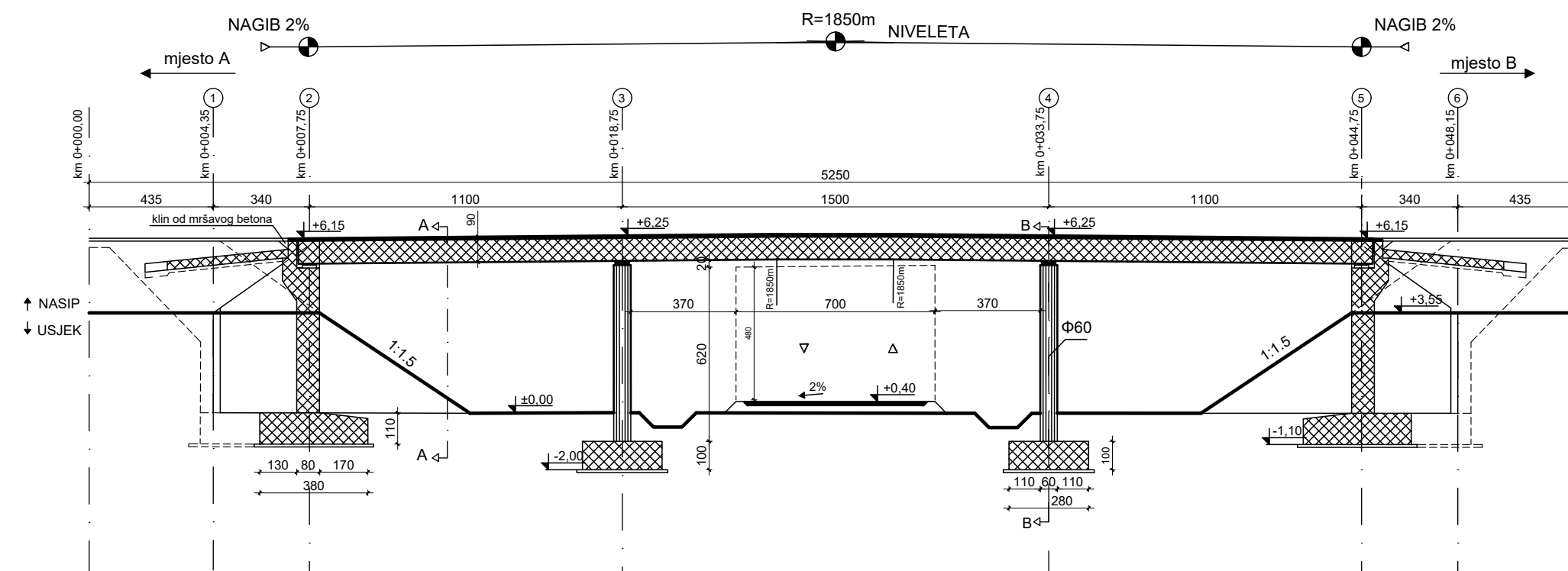
## 5. DISPOZICIJA MOSTA (NACRTI)

Nacrti su rađeni u računalnom programu AutoCad, dok su 3D prikazi rađeni u programu SketchUp 3D.. Po preporučenim mjerilima, kako bi stali na format A2/A3 papira. Naslovi su visine 7,00mm, tekstovi 3,00mm, a kote 2,00mm. Kote i stilovi su prilagođene svim mjerilima. U nastavku slijedi prikaz dizpozicijskih nacрта po redoslijedu i po formatu papira.

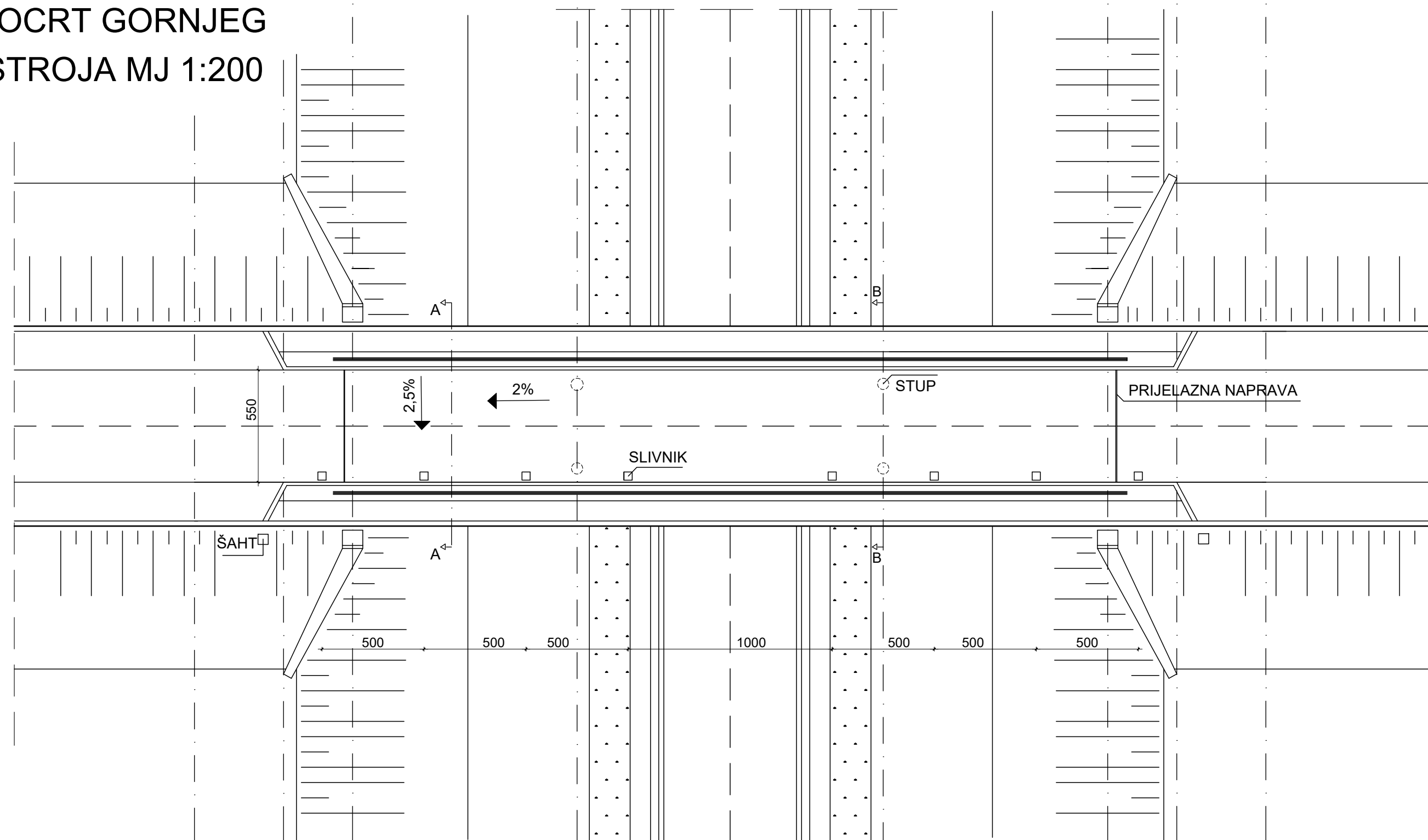
### **Prilozi:**

- [1] UZDUŽNI PRESJEK MOSTA MJ 1:200
  - [2] TLOCRT DONJEG USTROJA MJ 1:200
  - [3] POGLED MOSTA MJ 1:200
  - [4] TLOCRT DONJEG USTROJA MOSTA MJ 1:200
  - [5] PRESJEK A-A MJ 1:00
  - [6] PRESJEK B-B MJ 1:00
  - [7] 3D PRIKAZ NADVOŽNJAKA
  - [8] 3D PRIKAZ NADVOŽNJAKA
  - [9] 3D PRIKAZ NADVOŽNJAKA
- 
- [1] UZDUŽNI PRESJEK MOSTA – format A2 papira
  - [2] TLOCRT DONJEG USTROJA – format A3 papira
  - [3] POGLED MOSTA – format A3 papira
  - [4] TLOCRT DONJEG USTROJA MOSTA – format A3 papira
  - [5] PRESJEK A-A – format A3 papira
  - [6] PRESJEK B-B – format A4 papira
  - [7] 3D PRIKAZ NADVOŽNJAKA – format A3 papira
  - [8] 3D PRIKAZ NADVOŽNJAKA – format A3 papira
  - [9] 3D PRIKAZ NADVOŽNJAKA – format A3 papira

# UZDUŽNI PRESJEK MJ 1:200

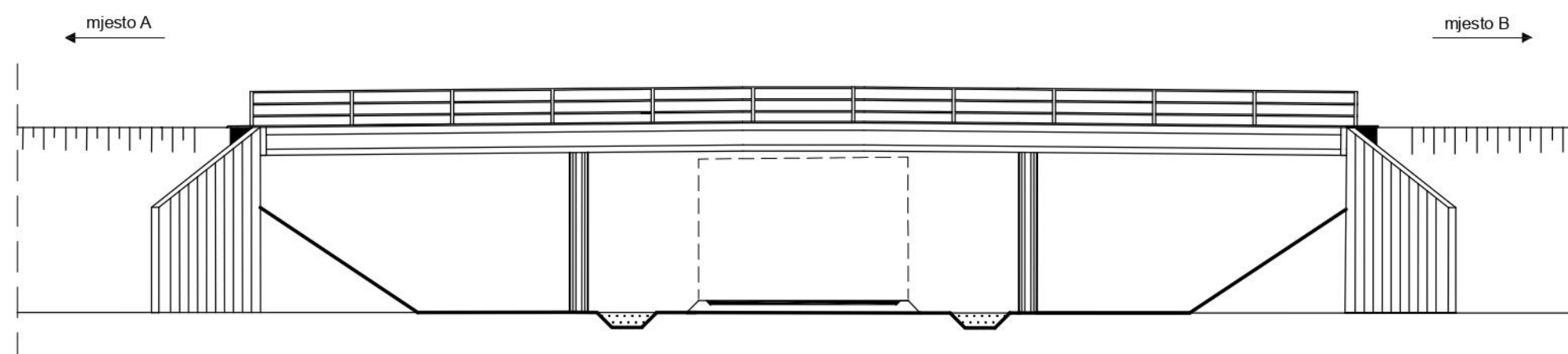


# TLOCRT GORNJEG USTROJA MJ 1:200

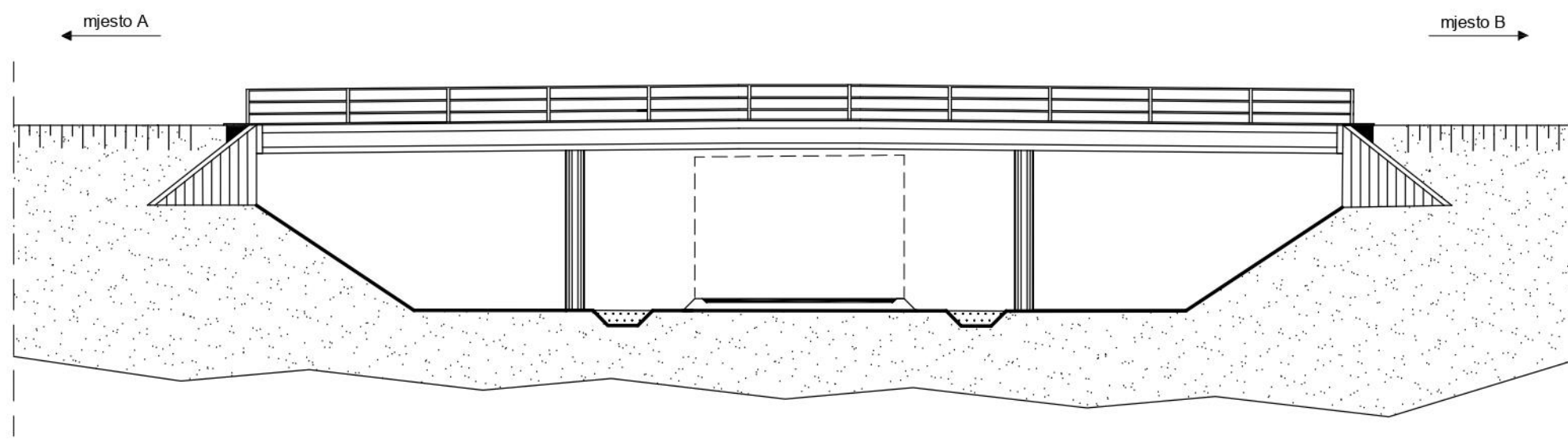


Sveučilište Sjever
Odjel Graditeljstvo
Dispozicija mosta
Diplomski rad
Izradio: Mario Vorih
Nastavnik: Goran Puž
Akadska godina: 2020/2021
Dovršeno: 5.8.2021.

## POGLED MJ 1:200

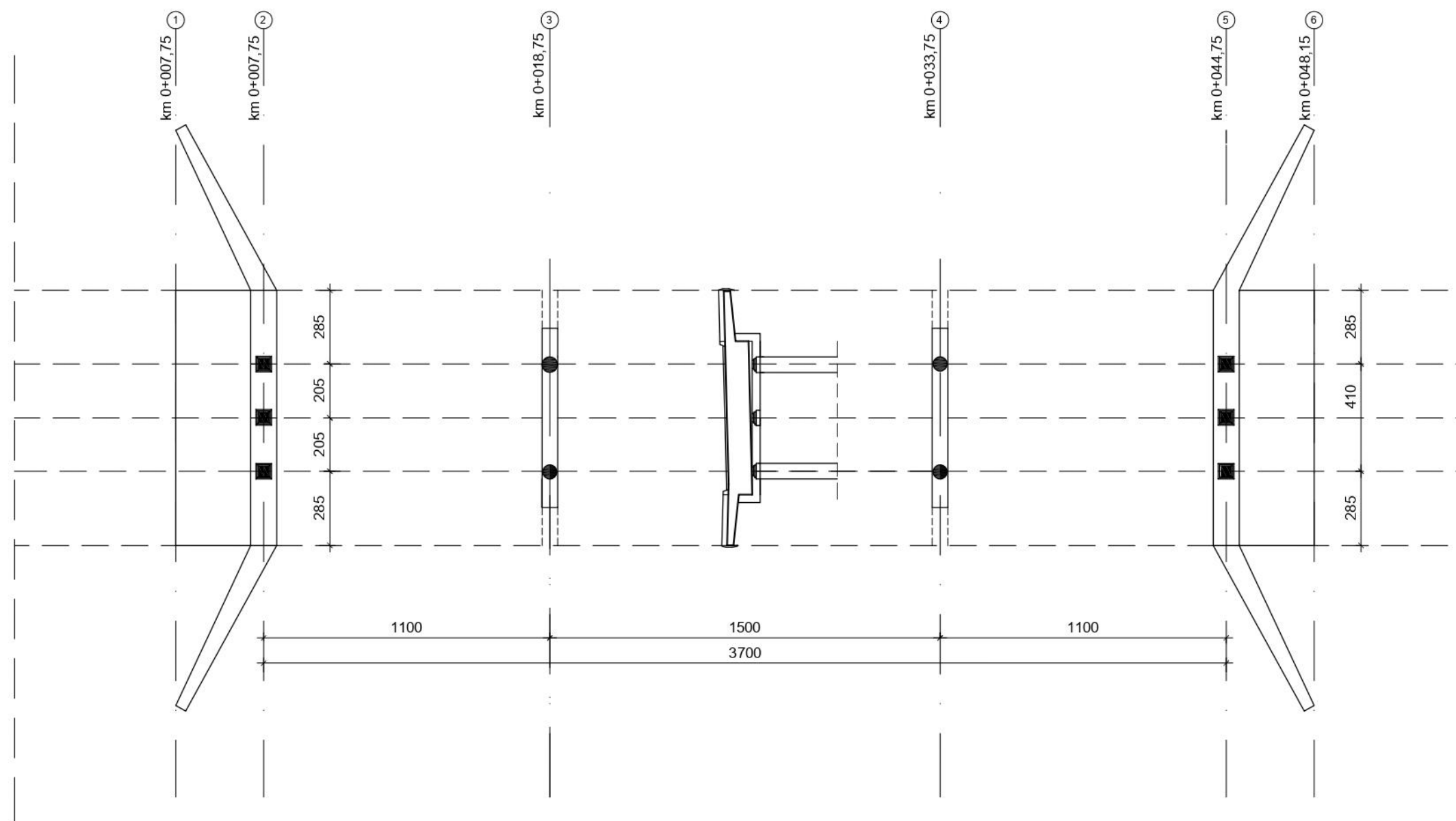


## POGLED MJ 1:200



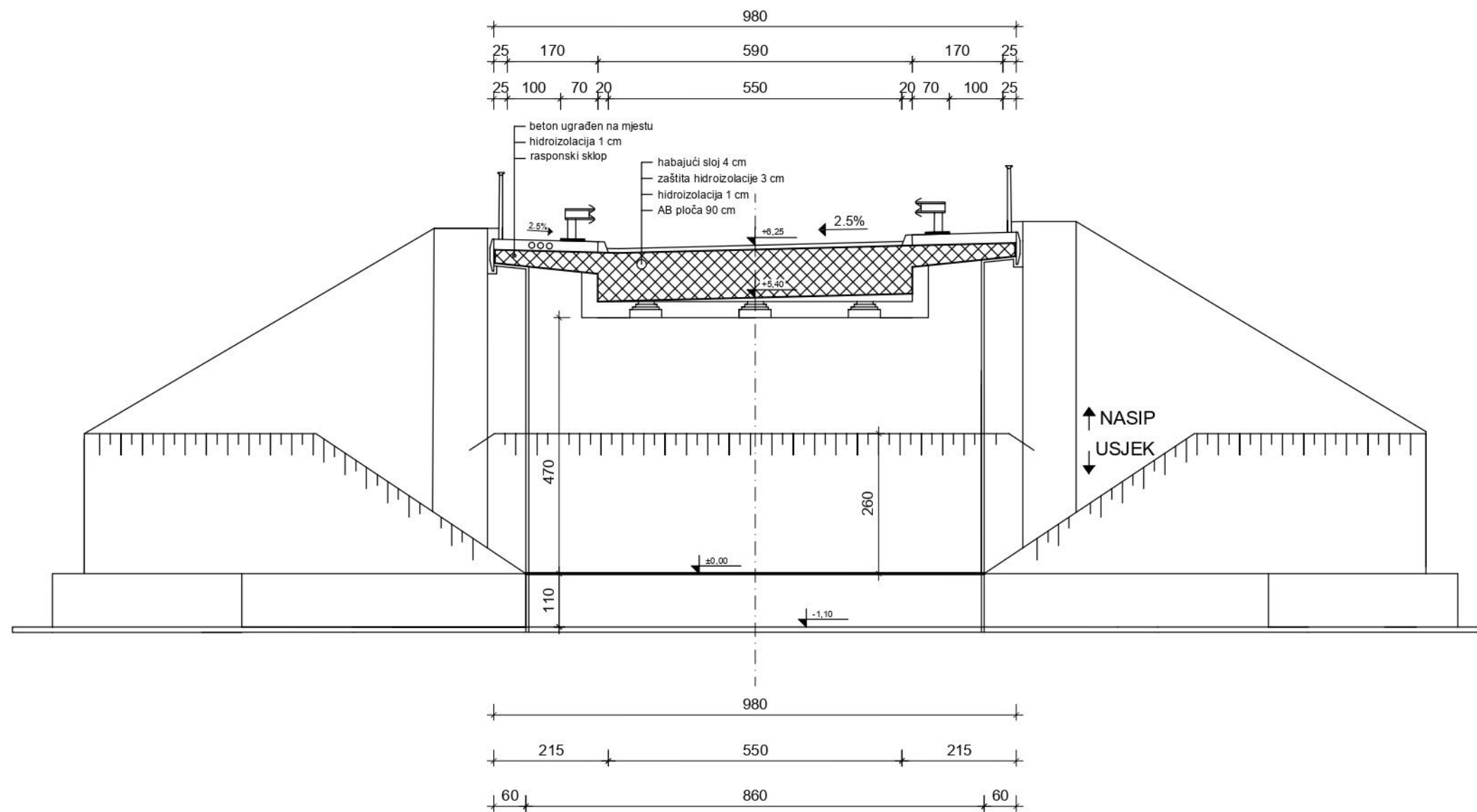
Sveučilište Sjever
Odjel Graditeljstvo
Dispozicija mosta
Diplomski rad
Izradio: Mario Vorih
Nastavnik: Goran Puž
Akadska godina: 2020/2021
Dovršeno: 5.8.2021.

# TLOCRT DONJEG USTROJA MOSTA MJ 1:200



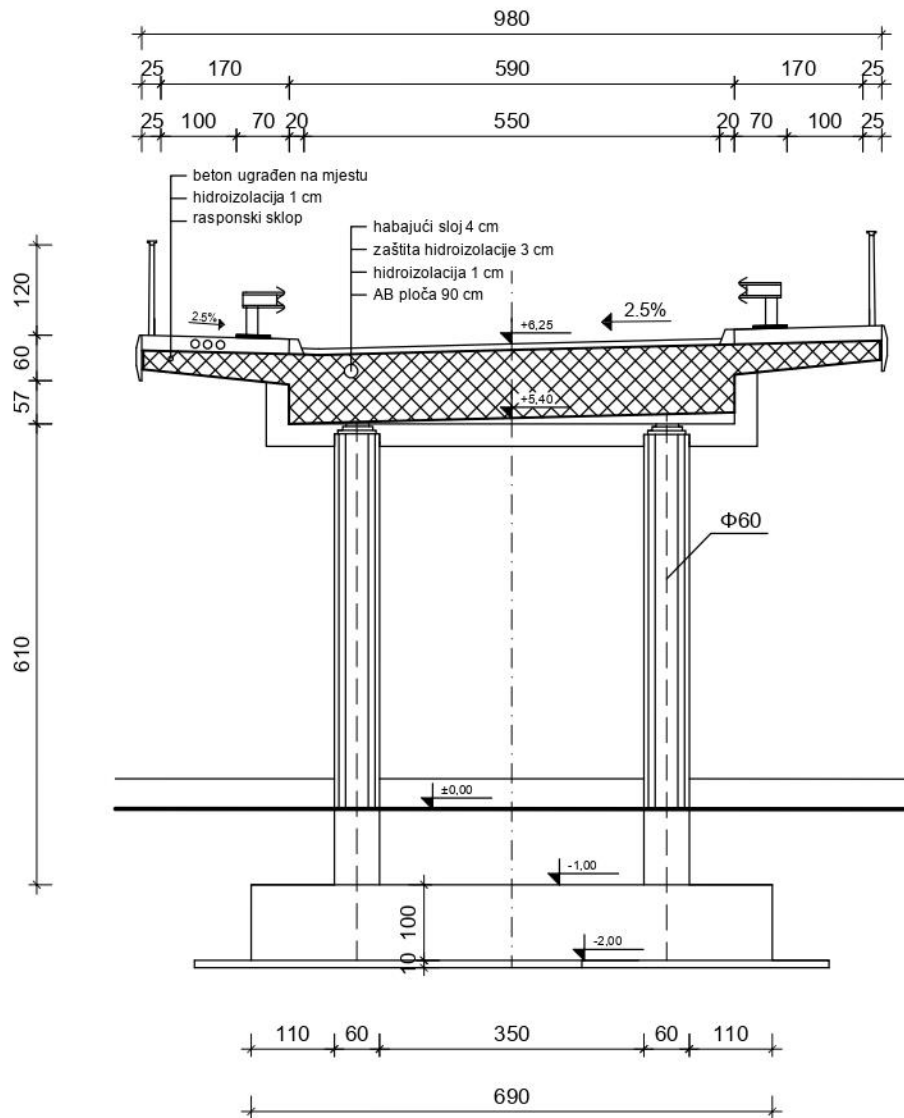
Sveučilište Sjever Odjel Graditeljstvo
Dispozicija mosta Diplomski rad
Izradio: Mario Vorih
Nastavnik: Goran Puž
Akadska godina: 2020/2021
Dovršeno: 5.8.2021.

# POPREČNI PRESJEK A-A MJ 1:100



Sveučilište Sjever
Odjel Graditeljstvo
Dispozicija mosta
Diplomski rad
Izradio: Mario Vorih
Nastavnik: Goran Puž
Akadska godina: 2020/2021
Dovršeno: 5.8.2021.

## POPREČNI PRESJEK B-B MJ 1:100



Sveučilište Sjever

Odjel Graditeljstvo

Poprečni presjek B-B - Dispozicija

Diplomski rad

Izradio: Mario Vorih

Nastavnik: Goran Puž

Akademski godina: 2020/2021

Dovršeno: 5.8.2021.



# 3D PRIKAZ NADVOŽNJAKA

\*\*napomena: Rađeno u Lumion programu



Sveučilište Sjever
Odjel Graditeljstvo
3D prikaz nadvožnjaka
Diplomski rad
Izradio: Mario Vorih
Nastavnik: Goran Puž
Akadska godina: 2020/2021
Dovršeno: 5.8.2021.



# 3D PRIKAZ NADVOŽNJAKA

\*\*napomena: Rađeno u Lumion programu



Sveučilište Sjever
Odjel Graditeljstvo
3D prikaz nadvožnjaka
Diplomski rad
Izradio: Mario Vorih
Nastavnik: Goran Puž
Akadska godina: 2020/2021
Dovršeno: 5.8.2021.



# 3D PRIKAZ NADVOŽNJAKA

\*\*napomena: Rađeno u SketchUP 3D programu



Sveučilište Sjever
Odjel Graditeljstvo
3D prikaz nadvožnjaka
Diplomski rad
Izradio: Mario Vorih
Nastavnik: Goran Puž
Akadska godina: 2020/2021
Dovršeno: 5.8.2021.



# 3D PRIKAZ NADVOŽNJAKA

\*\*napomena: Rađeno u Lumion programu



Sveučilište Sjever
Odjel Graditeljstvo
3D prikaz nadvožnjaka
Diplomski rad
Izradio: Mario Vorih
Nastavnik: Goran Puž
Akadska godina: 2020/2021
Dovršeno: 5.8.2021.





## 3D PRIKAZ NADVOŽNJAKA

\*\*napomena: Rađeno u Lumion programu

Sveučilište Sjever
Odjel Graditeljstvo
3D prikaz nadvožnjaka
Diplomski rad
Izradio: Mario Vorih
Nastavnik: Goran Puž
Akadska godina: 2020/2021
Dovršeno: 5.8.2021.

## 6. ZAKLJUČAK

U načelu diplomski rad sadrži sve elemente proširenog idejnog projekta građevine, konkretno mosta. Ovim nadvožnjakom je uspješno savladana zapreka ispod prometnice koju nije bilo moguće savladati izravnim oslanjanjem na tlo. Projektiran je most čija je glavna zadaća premostiti prometnicu sa slobodnim profilom. Konstrukcija oslonjena na armiranobetonskim upornjacima i stupovima zadovoljava sve uvjete za izgradnju. Tri raspona sa svojim dimenzijama i sama visina mosta su sasvim dovoljni za savladavanje prepreke. Rasponski sklop koji čini kontinuirani pločasti nosač od armiranog betona je najoptimalnije rješenje za takve raspone. Projektirana kosa krila, ne samo da imaju svoju funkciju formiranja nasipa, nego dodaju i boljem vizualnom izgledu mosta. Vrlo je bitno dobro temeljenje konstrukcije, odnosno nosivo tlo što je u našem slučaju lapor (stijena) koje je vrlo pogodno za sam most. Nakon tehničkog opisa konstrukcije izrađen je statički proračun koji je pojednostavljen na linijski model zbog lakšeg računanja u programu Tower. U programu su izračunate reakcije ležajeva, momenti u poljima, momenti nad ležajevima te poprečne sile, kako bi dobili dijagrame i tražene anvelope za daljnji proračun. Poslije toga ručnim proračunom dobivena je dimenzionirana potrebna armatura kako bi nacrtali nacрте armature za cijeli sklop, naravno s iskazom. Proračuni se poklapaju ručnom i računalnom metodom što nam dokazuje točnost istog, tako da možemo reći da smo izabrali zadovoljavajuću armaturu gornje i donje zone. Stoga smo s tom sigurnošću ostvarili prikladnu pouzdanost nosivog sklopa. Zadovoljen je uvjet nosivosti, jer su računске vrijednosti mjerodavnih reznih sila manje od računске nosivosti presjeka.

U Varaždinu,

---

## 7. LITERATURA

- [1] Radić, J., Mandić, A., Puž, G.: Konstruiranje mostova, Sveučilište u Zagrebu – Građevinski fakultet, Zagreb, 2005.
- [2] Puž, G.: Predavanje i vježbe iz kolegija Mostovi, Sveučilište Sjever, Varaždin, 2020/2021.
- [3] Narodne novine: Tehnički propisi za betonske konstrukcije (NN139/2009), Zagreb, 2009.

## 8. POPIS SLIKA I TABLICA

*Slika 1.) Dispozicija nadvožnjaka*

*Slika 2.) Izgled i dijelovi uzdužnog presjeka temelja stupa*

*Slika 3.) Poprečni presjek nadvožnjaka*

*Slika 4.) Primjer tipske sigurnosne ograde H2 W5*

*Slika 5.) Statički sustav nadvožnjaka*

*Slika 6.) Poprečni presjek i dimenzije za proračun u programu Tower*

*Slika 7.) Ulazni podaci konstrukcije i opterećenja iz programa Tower*

*Slika 8.) Izračunata potrebna armatura za most u programu Tower.*

*Tablica 1.) Tablica reakcija zadanog tla*

*Tablica 2.) Mjerodavne reakcije i momenti nad ležajevima za dimenzioiranje*

*Tablica 3.) Mjerodavni momenti u polju i poprečne sile za dimenzioiranje*

*Tablica 4.) Usporedba između ručnog i računalnog proračuna*



**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, Mario Vorih (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom Nadvožnjak preko lokalne ceste u RAVNICE (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Vorih M.

(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, Mario Vorih (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom Nadvožnjak preko lokalne ceste u RAVNICE (upisati naslov) čiji sam autor/ica.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Vorih M.

(vlastoručni potpis)