

Oblikovanje i proračun cestovnog pločastog mosta

Bakran, Antonio

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Civil Engineering / Sveučilište u Rijeci, Građevinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:157:353216>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-23**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Civil Engineering - FCERI Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U RIJECI
GRAĐEVINSKI FAKULTET**

Antonio Bakran

Oblikovanje i proračun cestovnog pločastog mosta

Završni rad

Rijeka, 2019.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI
GRAĐEVINSKI FAKULTET**

Preddiplomski sveučilišni studij Građevinarstva

Mostovi

**Antonio Bakran
JMBAG: 0036475525**

Oblikovanje i proračun cestovnog pločastog mosta

Završni rad

Rijeka, rujan 2019.

Naziv studija: **Sveučilišni preddiplomski studij Građevinarstvo**

Znanstveno područje: Tehničke znanosti

Znanstveno polje: Građevinarstvo

Znanstvena grana: Nosive konstrukcije

Tema završnog/diplomskog rada

OBLIKOVANJE I PRORAČUN CESTOVNOG PLOČASTOG MOSTA

DESIGN AND CALCULATION OF THE ROAD PLATE BRIDGE

Kandidat: **ANTONIO BAKRAN**

Kolegij: **MOSTOVI**

Završni/Diplomski rad broj: **19-P-28**

Zadatak:

U radu je potrebno osmisliti armiranobetonski cestovni pločasti most kontinuiranog konstrukcijskog sustava sa četiri polja te izraditi potrebne nacрте u prikladnom mjerilu za razinu glavnog projekta. Proračun i dimenzioniranje provesti za rasponsku konstrukciju mosta. Preko mosta se prevodi cestovna prometnica sa dva prometna traka na kojoj je ograničenje brzine veće od 50 km/h. Širina kolnika prometnice je 600 cm. Na mostu je potrebno predvidjeti dvije pješačke staze širine 100 cm, obostrano. Rubne dijelove mosta oblikovati na način da se osigura sigurnost i funkcionalnost mosta za predviđeni cestovni i pješački promet. Most se preko elastomernih ležaja oslanja na stupove i masivne upornjake. Ispod mosta potrebno je osigurati slobodne profile širine 14 metara i visine 5,2 m u drugom i trećem otvoru mosta. Veličinu prvog i četvrtog otvora mosta odrediti na način da se ujednače presječne sile u vanjskim i unutarnjim poljima.

Tema rada je uručena: 26. veljače 2019.

Mentorica:

izv. prof. dr. sc. Ivana Štimac Grandić,
dipl. ing. građ.

IZJAVA

Završni rad izradio sam samostalno, u suradnji s mentoricom i uz poštivanje pozitivnih građevinskih propisa i znanstvenih dostignuća iz područja građevinarstva. Građevinski fakultet u Rijeci je nositelj prava intelektualnog vlasništva u odnosu na ovaj rad.

Antonio Bakran

U Rijeci, 29. rujna 2019.

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorici izv. prof. dr. sc. Ivani Štimac Grandić na prenesenom znanju i pomoći oko izrade završnog rada te upućenim smjericama.

Također, zahvaljujem se obitelji i dragim prijateljima koji su bili uz mene i podržali me tokom studiranja, te bodrili u trenucima uspona i padova.

Oblikovanje i proračun cestovnog pločastog mosta

Sažetak

Cilj ovog rada je osmisliti rješenje prelaska cestovne prometnice preko definiranog profila autoceste izvedbom pločastog armirano-betonskog mosta.

Zbog sprječavanja izvedbe dugačkih upornjaka, koji smanjuju vidljivost na autocesti te time ugrožavaju sigurnost, predložena je izvedba simetričnog mosta s kontinuiranom rasponskom konstrukcijom preko četiri raspona.

Prilikom određivanja duljine vanjskih raspona, posebna pozornost posvećena je na ujednačavanju presječnih sila u vanjskim i unutarnjim poljima. Radom je prikazana analiza opterećenja, određivanje i ujednačavanje presječnih sila unutar konstrukcije te proračun armature potrebne za izvedbu mosta. U prilogima je prikazano dispozicijsko rješenje mosta.

Ključne riječi:

- Cestovni most
- Armirano betonski most
- Kontinuirani nosač
- Utjecajne linije
- Dimenzioniranje mosta
- Dispozicija mosta

Design and calculation of the road plate bridge

Abstract

The goal of this paper is to design a solution for crossing a road over a defined highway section by making a slab-reinforced concrete bridge. In order to prevent making long abutments, the design of a symmetrical bridge with a continuous span structure over four spans is proposed. While determining the length of the outer spans, special attention was paid to the equalization of the internal forces in the outer and inner spans. This final paper contains load analysis, determination and equalization of the internal forces within the structure, and the calculation of the reinforcement required for the bridge construction. Attachment contain bridge plans.

Key words:

- Road plate bridge
- Reinforced concrete bridge
- Continuous beam
- Influence lines
- Bridge design
- Bridge plans

SADRŽAJ

POPIS SLIKA

POPIS TABLICA

1. UVOD	1
2. ODREĐIVANJE UZDUŽNOG RASPOREDA OTVORA MOSTA	2
2.1. Analiza djelovanja	3
2.1.1. Vlastita težina mosta	3
2.1.2. Prometno opterećenje	4
2.2. Usklađivanje momenata u prvom i drugom polju	6
3. TEHNIČKI OPIS	10
4. PRORAČUN	12
4.1. Određivanje vrijednosti momenata savijanja	13
4.1.1. Moment savijanja u prvom i četvrtom polju	13
4.1.2. Moment savijanja u sredini drugog i trećeg polja	14
4.1.3. Moment savijanja nad drugim i četvrtim ležajem	15
4.1.4. Moment savijanja nad trećim ležajem	16
4.2. Određivanje poprečnih sila	17
4.2.1. Poprečna sila nad prvim i petim ležajem	17
4.2.2. Poprečna sila nad drugim (neposredno lijevo) i četvrtim (neposredno desno) ležajem	18
4.2.3. Poprečna sila nad drugim (neposredno desno) i četvrtim (neposredno lijevo) ležajem	19
4.2.4. Poprečna sila nad trećim (neposredno lijevo i neposredno desno) ležajem	20
4.3. Djelovanje na konzolu	21
5. DIMENZIONIRANJE RASPONSKOG SKLOPA	22
5.1. Pretpostavke, značajke materijela i presjeka	22
5.2. Dimenzioniranje na savijanje – uzdužna armatura	24
5.2.1. Prvi i četvrti raspon – donja zona	24
5.2.2. Drugi i treći raspon – donja zona	26
5.2.3. Drugi i četvrti oslonac – gornja zona	28
5.2.4. Treći oslonac – gornja zona	30
5.2.5. Prvi i krajnji oslonac	32

5.3.	Dimenzioniranje na poprečne sile-vilice.....	34
5.3.1.	Ležaj nad drugim osloncem lijevo i ležaj nad četvrtim osloncem desno	34
5.3.2.	Ležaj nad drugim osloncem desno i ležaj nad četvrtim osloncem lijevo	37
5.3.3.	Ležaj nad trećim osloncem lijevo i desno.....	40
5.3.4.	Ležaj nad prvim osloncem desno i posljednjim osloncem lijevo	43
5.4.	Dimenzioniranje konzole	46
6.	ZAKLJUČAK.....	48
7.	LITERATURA.....	49
8.	PRILOZI	50

POPIS SLIKA

Slika 1:	Statički sustav.....	2
Slika 2:	Poprečni presjek konstrukcije	3
Slika 3:	Poprečni presjek konstrukcije s prikazanim prometnim opterećenjima prema modelu 1.....	4
Slika 4:	Širina rasprostiranja opterećenja kotačima vozila [1]	5
Slika 5:	Prikaz pozicija najvećih momenata savijanja u poljima kontinuiranog nosača	6
Slika 6:	Shematski prikaz najveće vrijednosti koju utjecajna linija postiže za određenu poziciju.....	6
Slika 7:	Shematski prikaz utjecajnih linija s prikazom oznaka za prvo i drugo polje.....	8
Slika 8:	Utjecajna linija i sustav opterećenja za moment savijanja u prvom polju.....	13
Slika 9:	Utjecajna linija i sustav opterećenja za moment savijanja u drugom polju	14
Slika 10:	Utjecajna linija i sustav opterećenja za moment savijanja nad drugim ležajem	15
Slika 11:	Utjecajna linija i sustav opterećenja za moment savijanja nad trećim ležajem	16
Slika 12:	Utjecajna linija i sustav opterećenja za poprečnu silu nad prvim ležajem	17
Slika 13:	Utjecajna linija i sustav opterećenja za poprečnu silu nad drugim (neposredno lijevo) ležajem.....	18
Slika 14:	Utjecajna linija i sustav opterećenja za poprečnu silu nad drugim (neposredno desno) ležajem.....	19
Slika 15:	Utjecajna linija i sustav opterećenja za poprečnu silu nad trećim (neposredno lijevo) ležajem.....	20
Slika 16:	Prikaz konzole i djelovanja koje na nju djeluje.....	21

POPIS TABLICA

Tablica 1:	Rezultati analize	7
Tablica 2:	Prikaz vrijednosti koje su dobivene utjecajnom linijom za prvo polje	8
Tablica 3:	Prikaz vrijednosti koje su dobivene utjecajnom linijom za drugo polje.....	8
Tablica 4:	Prikaz najvećih momenata u prvom i drugom polju te njihova razlika.....	9

1. UVOD

Mostovi su građevine koje imaju funkciju omogućiti prijelaz prometnice preko prirodnih ili umjetnih zapreka. Prema vrsti prometa koji se premošćuje, mostovi mogu biti cestovni, željeznički, pješački, kombinirani, za cijevi, vodove ili kanale. [1]

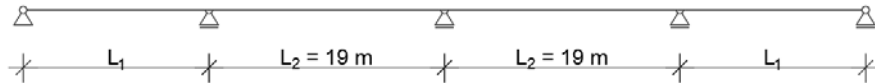
Kao i kod svakih građevina pa tako i kod mostova, prije same izgradnje, potrebno je napraviti niz studija kojima će se određivati kako će se projektiranje i izvođenje odvijati. Za određene probleme postoji niz rješenja koja imaju svoje prednosti i nedostatke. Jedan takav problem je provođenje prometnice niže kategorije preko autoceste. Kako bi se prometnica provela iznad autoceste potrebno je izvesti most koji će prometnicu izdići iznad autoceste na dovoljnu visinu kako se sigurnost prometovanja autocestom ne bi ugrozila. Oblikovanje i proračun cestovnog mosta koji će omogućiti nesmetano provođenje prometnice iznad autoceste prema definiranim uvjetima zadatka završnog rada, tema je ovog rada.

Ispod mosta potrebno je osigurati 2 slobodna profila širine 14 metara i visine 5,2 metara. Kako se sigurnost na autocesti zbog preglednost ne bi ugrozila, izvodi se armiranobetonski cestovni pločasti most kontinuiranog konstrukcijskog sastava sa četiri polja. Zbog sigurnosti prometovanja te prostora predviđenog za postavljanje odbojne ograde, osi stupova mosta udaljene su za 2 metra od slobodnog profila sa svake strane. Time je određena duljina unutarnjih polja mosta koja iznosi 19 metara. Duljinu preostalih dvaju vanjskih polja potrebno je odrediti tako da se ujednače presječne sile u vanjskim i unutarnjim poljima.

Određivanje duljine vanjskih polja provodi se na način da se korištenjem utjecajnih linija nastoji odrediti vrijednost presječnih sila u rasponskoj konstrukciji za određeno opterećenje. Analiziranjem dobivenih sila za različite vrijednosti duljine vanjskih polja u ovisnosti unutarnjih polja, odabire se ona duljina vanjskih polja kod koje su vrijednosti presječnih sila jednake vrijednostima presječnim silama u unutarnjim poljima. Nakon određivanja duljine svih polja, izvodi se statički proračun gdje se određuju sve značajne vrijednosti unutarnjih sila u konstrukciji za koje se provodi dimenzioniranje. Također se prikazuje dispozicijsko rješenje za izvedbu mosta.

2. ODREĐIVANJE UZDUŽNOG RASPOREDA OTVORA MOSTA

Statički sustav mosta predstavlja kontinuirana greda preko 4 raspona od kojih su dva unutarnja raspona poznata te oba iznose 19,0 metara. Vanjski rasponi su jednaki, no njihovu je duljinu potrebno odrediti kako bi se najveći momenti savijanja između svih raspona ujednačili. Statička shema je prikazana na slici 1.

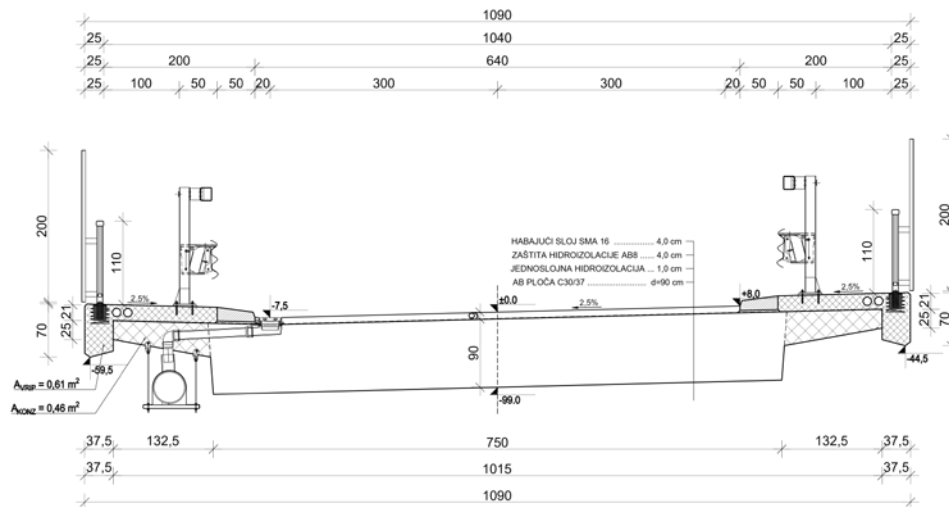


Slika 1: Statički sustav

Radi jednostavnosti proračuna, sustav je opterećen samo stalnim djelovanjem vlastite težine te promjenjivim prometnim opterećenjem, dok ostala opterećenja nisu uzimana u obzir.

2.1. Analiza djelovanja

2.1.1. Vlastita težina mosta



Slika 2: Poprečni presjek konstrukcije

Ploča	$0,90 \text{ m} \cdot 25 \text{ kN/m}^3 = 22,50 \text{ kN/m}^2$
Asfalt	$6,40 \text{ m} \cdot 0,08 \text{ m} \cdot 22 \text{ kN/m}^3 = 11,26 \text{ kN/m}'$
Izolacija	$10,40 \text{ m} \cdot 0,50 \text{ kN/m}^2 = 5,20 \text{ kN/m}'$
Dodatak ¹	$10,40 \text{ m} \cdot 0,50 \text{ kN/m}^2 = 5,20 \text{ kN/m}'$
UKUPNO: $\Delta g_1 = 21,66 \text{ kN/m}'$	
Konzole	$2 \cdot 0,46 \text{ m}^2 \cdot 25,00 \text{ kN/m}^3 = 23,00 \text{ kN/m}'$
Ograde	$4 \cdot 0,50 \text{ kN/m}' = 2,00 \text{ kN/m}'$
Vijenci, rubnjaci i pješačke staze	$2 \cdot 0,61 \text{ m}^2 \cdot 25,0 \text{ kN/m}^3 = 30,50 \text{ kN/m}'$
UKUPNO: $\Delta g_2 = 55,50 \text{ kN/m}'$	

$$\Delta g = \Delta g_1 + \Delta g_2 = 77,16 \text{ kN/m}'$$

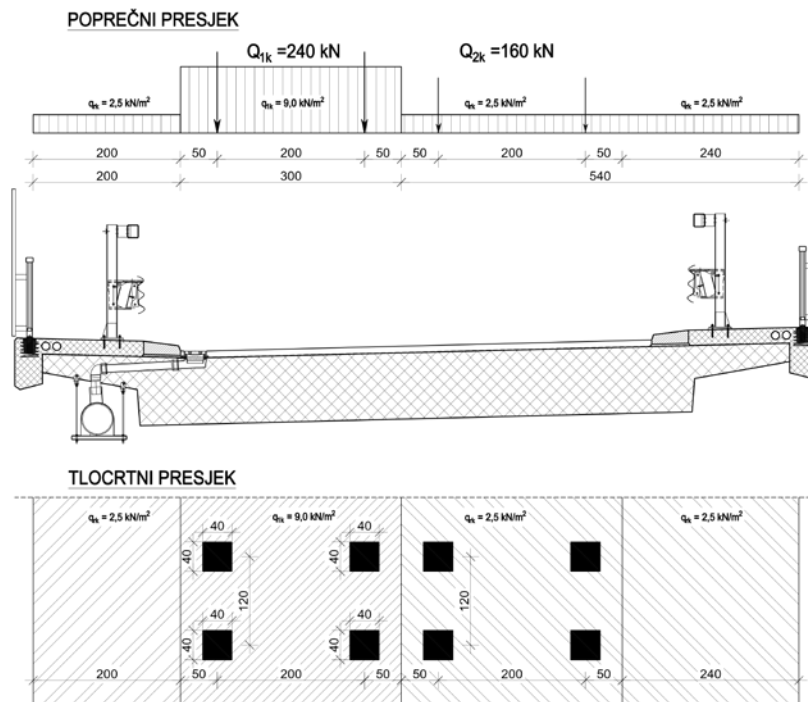
Stalno opterećenje na mostu:

$$g = \frac{22,50 \text{ kN/m}^2 \cdot 7,50 \text{ m} + 77,16 \text{ kN/m}'}{7,50 \text{ m}} = 32,79 \text{ kN/m}$$

¹ Prema propisu DIN 1072 dodaje se 50 kg/m^2 neplaniranog opterećenja na prometnu površinu, nije obavezno [1]

2.1.2. Prometno opterećenje

Karakteristična prometna opterećenja izrađena su u skladu s EN 1991-2:2003 (E) prema modelu 1, slika 3. Korišten je korekcijski faktor $\alpha_{qi} = 0,8$ za koncentrirano opterećenje u prvom i drugom traku, dok za kontinuirano opterećenje korekcijski faktor iznosi $\alpha_{qi} = 1,0$.



Slika 3: Poprečni presjek konstrukcije s prikazanim prometnim opterećenjima prema modelu 1

Kontinuirano prometno opterećenje na mostu:

$$q = \frac{2,5 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,00 \text{ m} + 9,0 \text{ kN/m}^2 \cdot 3,00 \text{ m} + 2,5 \text{ kN/m}^2 \cdot 5,40 \text{ m}}{7,50 \text{ m}} = 6,07 \text{ kN/m'}$$

Koncentrirano prometno opterećenje za linijski nosač određeno je prema izrazu preuzetom iz [1]:

$$Q_k = \sum \frac{Q_{ik}}{b_s}$$

gdje je Q_{ik} opterećenje kotača vozila a b_s širina rasprostiranja opterećenja do polovice širine ploče.

Širina rasprostiranja opterećenja b_s određuje se prema izrazu preuzetom iz [1]:

$$b_s = b_1 + \frac{A_{ar}}{A_a} \cdot L_x \leq \frac{L_y}{2}$$

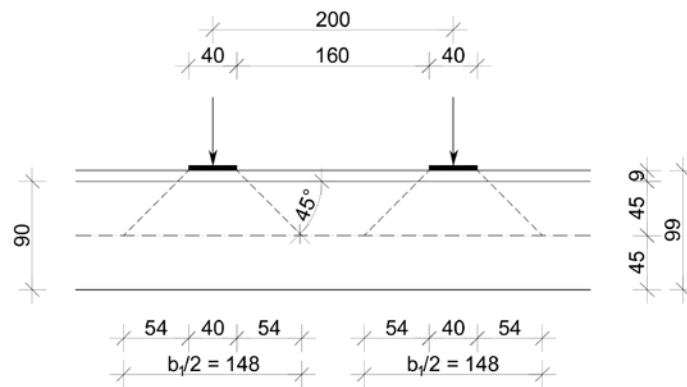
gdje je:

b_1 – širina rasprostiranja koncentriranog opterećenja do sredine ploče

$\frac{A_{ar}}{A_a} \leq 0,65$ – odnos površine presjeka razdjelne i glavne armature, obično 0,2

L_x – duljina raspona konstrukcije u polju

L_y – širina nosivog dijela poprečnog presjeka, širina grede



Slika 4: Širina rasprostiranja opterećenja kotačima vozila [1]

Sudjelujuća širina iznosi:

$$b_s = 2 \cdot 1,48 + 0,2 \cdot 19,0 = 6,76 \text{ m}$$

$$\frac{L_y}{2} = \frac{7,50}{2} = 3,75 \text{ m}$$

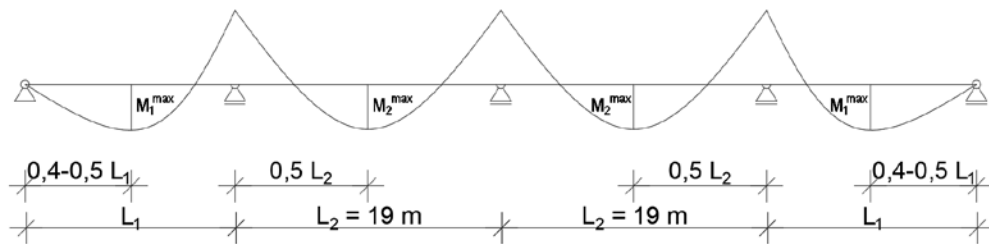
$$\frac{L_y}{2} = 3,75 \text{ m} < b_s = 6,76 \text{ m} \rightarrow \frac{L_y}{2} = \text{mjerodavan}$$

Proračunsko koncentrirano prometno opterećenje na mostu:

$$Q_k = \frac{Q_{1k} + Q_{2k}}{b_s} = \frac{Q_{1k} + Q_{2k}}{\frac{L_y}{2}} = \frac{240 \text{ kN} + 180 \text{ kN}}{3,75 \text{ m}} = 112,00 \text{ kN}$$

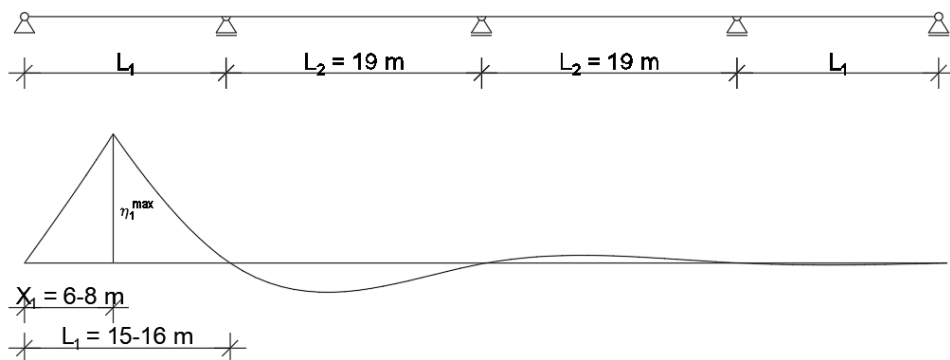
2.2. Usklađivanje momenata u prvom i drugom polju

Prije određivanje duljine vanjskog raspona potrebno je odrediti poziciju najvećeg momenta savijanja. Najveća vrijednost momenta u prvom rasponu, za kontinuirani nosač s četiri raspona, postiže se u području od 40 do 50 posto duljine raspona, dok je u unutarnjem polju ona na sredini raspona, slika 5. [2]



Slika 5: Prikaz pozicija najvećih momenata savijanja u poljima kontinuiranog nosača

Provedena je analiza gdje su pretpostavljene duljine vanjskih raspona L_1 u rasponima od 15,0 do 16,0 metara s međusobnim razmakom od 0,1 metar. Za navedene sustave generirana je utjecajna linija, pomoćnim alatom *Influence lines in continuous beams*, gdje je dobivena najveća vrijednost koju utjecajna linija postiže u prvom polju na presjecima od 6,0 do 8,0 metara od početka polja, slika 6. Zbog brzine proračuna i zanemarivo malog odstupanja, međusobni razmaci presjeka iznose 0,2 metara.



Slika 6: Shematski prikaz najveće vrijednosti koju utjecajna linija postiže za određenu poziciju

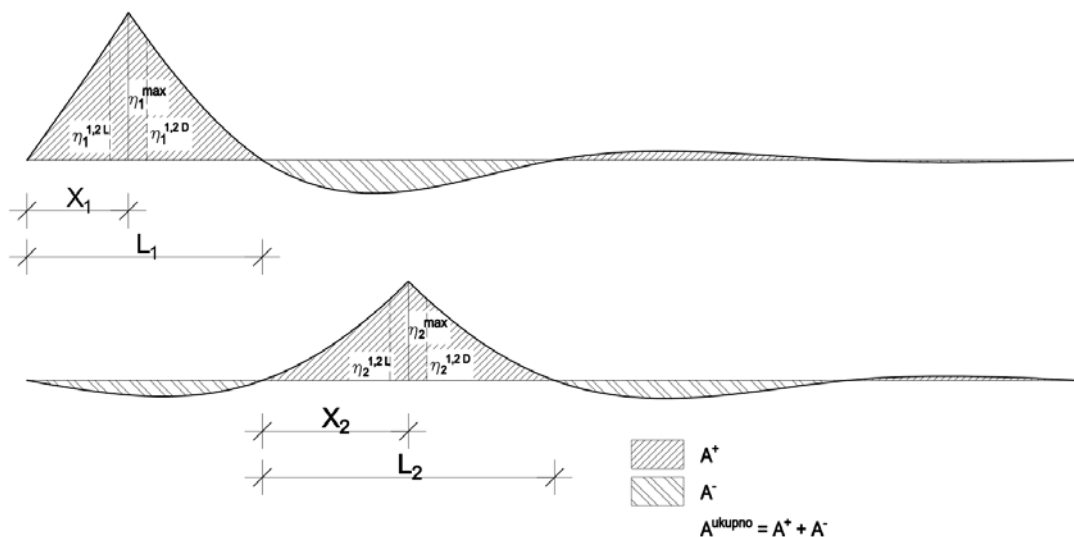
Prilikom provođenja analize, utvrđeno je da s porastom najveće vrijednosti koju utjecajna linija postiže u prvom polju, raste i površina grafa ispod utjecajne linije. Površina također doprinosu porastu momenta, zbog kompleksnosti proračuna utjecaj površine je izostavljen. Rezultati analize s prikazom najveće vrijednosti koju utjecajna linija postiže za određeni raspon i presjek prikazani su Tablicom 1.

Tablica 1: Rezultati analize

L_1 [m]	15,0	15,1	15,2	15,3	15,4	15,5	15,6	15,7	15,8	15,9	16,0
X_1 [m]	η_1^{\max} [m]										
6,0	3,119	3,135	3,151	3,167	3,183	3,198	3,214	3,229	3,244	3,259	3,273
6,2	3,131	3,148	3,165	3,182	3,198	3,215	3,231	3,247	3,263	3,279	3,294
6,4	3,137	3,155	3,173	3,191	3,208	3,226	3,243	3,260	3,277	3,293	3,310
6,6	3,138	3,157	3,176	3,195	3,213	3,232	3,250	3,268	3,286	3,303	3,321
6,8	3,133	3,154	3,174	3,193	3,213	3,232	3,252	3,271	3,289	3,308	3,326
7,0	3,124	3,145	3,166	3,187	3,208	3,228	3,249	3,268	3,288	3,308	3,327
7,2	3,110	3,132	3,154	3,176	3,198	3,219	3,241	3,261	3,282	3,303	3,323
7,4	3,091	3,114	3,137	3,160	3,183	3,205	3,228	3,250	3,271	3,293	3,314
7,6	3,067	3,091	3,116	3,140	3,163	3,187	3,210	3,233	3,256	3,279	3,301
7,8	3,038	3,064	3,089	3,114	3,139	3,164	3,188	3,212	3,236	3,260	3,283
8,0	3,005	3,032	3,058	3,085	3,111	3,136	3,162	3,187	3,212	3,236	3,260

Optimizacijom najveće vrijednosti koju utjecajna linija postiže u određenoj točki za zadani raspon, uspostavljeno je da se za raspone prvog polja L_1 , od 15,0 do 15,4 metara, najveći moment postiže na poziciji $X_1 = 6,6$ metara od početka polja, dok za raspone od 15,5 do 16,0 metara najveći moment postiže na poziciji $X_1 = 6,8$ metara od početka polja.

U tablicama 2. i 3. prikazane su vrijednosti najvećih vrijednosti utjecajne linije η^{\max} , veća vrijednost utjecajne linije na razmaku od 1,2 metara od najveće vrijednosti (lijevo ili desno) $\eta^{1,2}$, pozitivna površina A^+ te ukupna površina grafa ispod utjecajne linije A_{ukupno} . Vrijednosti su shematski prikazane na slici 7.



Slika 7: Shematski prikaz utjecajnih linija s prikazom oznaka za prvo i drugo polje

Tablica 2: Prikaz vrijednosti koje su dobivene utjecajnom linijom za prvo polje

L_1 [m]	15,0	15,1	15,2	15,3	15,4	15,5	15,6	15,7	15,8	15,9	16,0
X_1 [m]	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
η_1^{\max} [m]	3,138	3,157	3,176	3,195	3,213	3,232	3,252	3,271	3,289	3,308	3,326
$\eta_1^{1,2}$ [m]	2,587	2,609	2,631	2,653	2,664	2,663	2,705	2,716	2,727	2,738	2,748
A_1^+ [m ²]	24,190	24,442	24,694	24,946	25,198	25,538	25,795	26,055	26,316	26,577	26,837
A_1^{ukupno} [m ²]	15,067	15,400	15,732	16,062	16,392	16,541	16,879	17,215	17,551	17,886	18,219

Tablica 3: Prikaz vrijednosti koje su dobivene utjecajnom linijom za drugo polje

L_1 [m]	15,0	15,1	15,2	15,3	15,4	15,5	15,6	15,7	15,8	15,9	16,0
X_2 [m]	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5
η_2^{\max} [m]	3,217	3,219	3,221	3,223	3,225	3,227	3,229	3,231	3,232	3,234	3,236
$\eta_2^{1,2}$ [m]	2,657	2,659	2,661	2,663	2,665	2,666	2,668	2,670	2,671	2,673	2,675
A_2^+ [m ²]	27,188	27,235	27,283	27,330	27,378	27,426	27,474	27,521	27,570	27,618	27,666
A_2^{ukupno} [m ²]	15,591	15,544	15,496	15,448	15,399	15,349	15,299	15,248	15,197	15,144	15,092

Momente savijanja u prvom i drugom polju moguće je odrediti prema sljedećim izrazima:

Moment stalnog opterećenja M_g :

$$M_g = g \cdot A^{\text{ukupno}}$$

gdje je $g = 32,79 \text{ kN/m'}$ stalno opterećenje na mostu, a A^{ukupno} ukupna površina grafa ispod utjecajne linije.

Moment kontinuirano promjenjivog opterećenja M_q :

$$M_q = q \cdot A^+$$

gdje je $q = 6,07 \text{ kN/m'}$ kontinuirano prometno opterećenje na mostu, a A^+ pozitivna površina ispod grafa utjecajne linije.

Moment koncentriranog promjenjivog opterećenja M_Q :

$$M_Q = Q_k \cdot \eta^{max} + Q_k \cdot \eta^{1,2}$$

gdje je $Q_k = 112,00 \text{ kN/m'}$ koncentrirano prometno opterećenje na mostu, η^{max} najveća vrijednost utjecajne linije za promatrani sistem te $\eta^{1,2}$ vrijednost utjecajne linije na razmaku od 1,2 metara od najveće vrijednosti (lijevo ili desno).

Računska vrijednost momenta M_{Ed} računa se prema sljedećem izrazu: [1]

$$M_{Ed} = \gamma_{G,sup} \cdot M_g + \gamma_Q \cdot (M_q + M_Q)$$

gdje je $\gamma_{G,sup} = 1,35$ parcijalni koeficijent za stalno djelovanje, $\gamma_Q = 1,35$ parcijalni koeficijent za prometno djelovanje.

Tablicom 4. prikazani su najveći momenti M_{Ed} u prvom i drugom polju, za različite vrijednosti prvog raspona L_1 , te razlika momenata ΔM_{Ed} između prvog i drugog polja.

Tablica 4: Prikaz najvećih momenata u prvom i drugom polju te njihova razlika

L_1 [m]	15	15,1	15,2	15,3	15,4	15,5	15,6	15,7	15,8	15,9	16
M^1_{Ed} [kNm]	1730,66	1753,73	1776,72	1799,53	1820,73	1832,83	1859,12	1880,75	1902,26	1923,64	1944,81
M^2_{Ed} [kNm]	1801,16	1800,04	1798,86	1797,70	1796,47	1795,20	1793,93	1792,61	1791,28	1789,87	1788,49
ΔM_{Ed} [kNm]	-70,50	-46,31	-22,14	1,83	24,26	37,63	65,19	88,14	110,98	133,77	156,32

Iz navedenih rezultata ustanovljeno je da za raspon $L_1 = 15,3 \text{ m}$ najveći moment u prvom polju iznosi $M^1_{Ed} = 1799,53 \text{ kNm}$ a najveći moment u drugom polju iznosi $M^2_{Ed} = 1797,70 \text{ kNm}$.

Razlika između tih vrijednosti je $\Delta M_{Ed} = 1,83 \text{ kNm}$, što je za ovaj sustav zanemarivo. Možemo zaključiti da za navedene raspone najveći momenti savijanja poprimaju iste vrijednosti.

3. TEHNIČKI OPIS

Projektirani most je nadvožnjak koji provodi cestu u pravcu projektirane širine 6,0 metara. Predviđena su dva prometna traka, po jedan za svaki smjer pojedinačne širine od 3,0 metra, te dvije pješačke staze od 1,0 metar koje se nalaze na obje strane mosta.

Most ima četiri raspona simetričnog rasporeda, gdje su dva unutarnja raspona duljine 19,0 metara, a vanjski rasponi duljine 15,3 metara. Duljina mosta mjerena od osi upornjaka iznosi 68,6 metara, dok ukupna duljina mosta iznosi 79,0 metara. Korisna širina mosta je 10,4 metara, a ukupna širina mosta iznosi 10,9 metara.

Ispod mosta ostvaruju se dva slobodna profila 14,0 x 5,20 metara.

Niveleta mosta je u početku i na kraju mosta u pravcu nagiba 0,80%, dok je u središnjem dijelu mosta u konveksnoj krivini radijusa 5600 metara.

Na kraju mosta nalaze se masivni upornjaci sa zidom ukopanim u nasip. Krila upornjaka paralelna su s osi mosta. Upornjaci se izvode se od armiranog betona (C30/37, B500B) te su temeljeni na pločastim temeljima dimenzija 540 x 970 cm visine 120 cm. Ispod temelja se nalazi podložni sloj betona debljine 10 cm. Zid upornjaka debljine je 120 cm, a zidić 30 cm na koji se nastavlja prijazna naprava.

Prijelazna ploča je debljine 30 cm, dužine 400 cm i nagiba 10%. Ugrađuje se neposredno iza upornjaka, u nasipu, tako da se s jedne strane oslanja na zid, a s druge je ukopana.

Konstrukcija mosta se oslanja na tri stupišta koji određuju njezin raspon. Stupište se sastoji od dva armirano betonska (C30/37, B500B) pojedinačna stupa, pravokutnog poprečnog presjeka, dimenzija 100 x 100 cm. Visina svih stupova iznosi 725 cm. Stupišta se temelje temeljnom armiranobetonskom AB pločom dimenzija 500 x 958 cm, visine 100 cm ispod koje se nalazi podložni sloj betona debljine 10 cm.

Na oba upornjaka postavljaju se po dva armirano elastomerna ležajeva na međusobnom razmaku od 458 cm. Ležajevi su pravokutnog oblika dimenzija 70 x 60 cm izvedeni s uređajima za sprječavanje pomaka. Ležajevi se također postavljaju na vrh svakog stupa na jednakom međusobnom razmaku.

Na mjestima spajanja mosta s cestom nalaze se dvije prijelazne naprave, po jedna na svakom upornjaku, koje omogućuju širenje i skupljanje konstrukcije mosta. Tip prijelazne naprave je elastična prijelazna naprava koja omogućuje pomake do ± 35 mm.

Rasponska konstrukcija je puna ploča poprečnih dimenzija 750 x 90 cm duž cijele duljine mosta te slijedi nagib prometnice u iznosu od 2,5%. ploča se izvodi se od armiranog betona (C30/37, B500B). Na ploču se sa svake strane nastavlja AB konzola u monolitnoj izvedbi duljine 132,5 cm trapezoidnog oblika visina 45 i 25 cm. Iznad konzole monolitno se izvodi pješačka staza s montažnim rubnjakom širine 50 cm. U sklopu pješačke staze izvodi se AB vijenac dimenzija 37,5 x 70,0 cm.

Kolnički zastor izvodi se u dva sloja asfaltnog betona, tj. zaštitnog i habajućeg sloja, oba debljine 4 cm, ispod kojih se postavlja hidroizolacija debljine 1 cm u vidu bitumenskih traka.

Odvodnja na mostu zatvorenog je tipa gdje se postavljaju slivnici smješteni uz desni rub kolnika. Skupljena voda se cijevima odvodi s mosta u odvodni sustav.

Sa svake strane mosta postavljaju se čelične odbojne ograde jer je mostom predviđeno kretanje pješaka. Također se pretpostavlja kretanje biciklista pa se na odbojnu ogradu postavlja i ograda za bicikliste ukupne visine 150 cm. Pješačka ograda visine je 110 cm te se postavlja s obje strane mosta. Radi sprječavanja padanja otpadaka s mosta, postavlja se zaštitna ograda, s obje strane mosta, visine 200 cm.

4. PRORAČUN

S obzirom da je most uzdužno simetričan, valja napomenuti da su vrijednosti momenata i poprečnih sila koje se postižu na promatranom dijelu s lijeve strane jednake svojoj simetriji na desnoj strani ukoliko pretpostavimo da os simetrije prolazi trećim, središnjim osloncem.

U danjem dijelu rada provedena je analiza samo za lijevi dio mosta dok se za desni pretpostavlja da je jednak i simetričan lijevom.

Iz poglavlja 2.1. preuzimaju se sljedeće vrijednosti opterećenja:

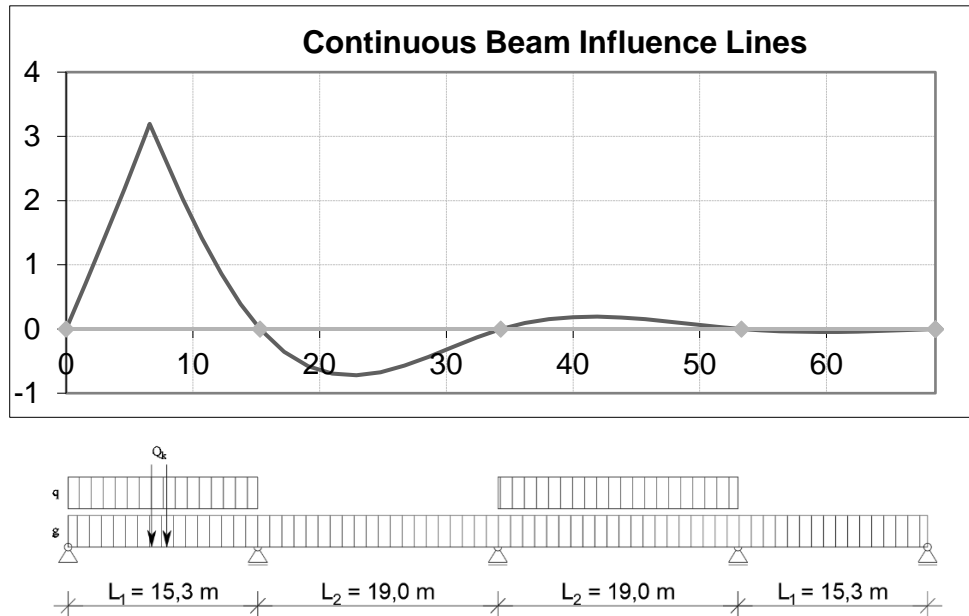
Stalno opterećenje na mostu: $g = 32,79 \text{ kN/m}$

Kontinuirano prometno opterećenje na mostu: $q = 6,07 \text{ kN/m}$

Koncentrirano prometno opterećenje na mostu: $Q_k = 112,00 \text{ kN}$

4.1. Određivanje vrijednosti momenata savijanja

4.1.1. Moment savijanja u prvom i četvrtom polju



Slika 8: Utjecajna linija i sustav opterećenja za moment savijanja u prvom polju

Iz alata *Influence lines in continuous beams* očitano:

η^{max} [m]	3,195
$\eta^{1,2}$ [m]	2,653
A^{ukupno} [m ²]	16,062
A^+ [m ²]	24,946

Moment stalnog opterećenja:

$$M_g = 32,79 \text{ kN/m}' \cdot 16,062 \text{ m}^2 = 526,67 \text{ kNm}$$

Moment prometnog opterećenja:

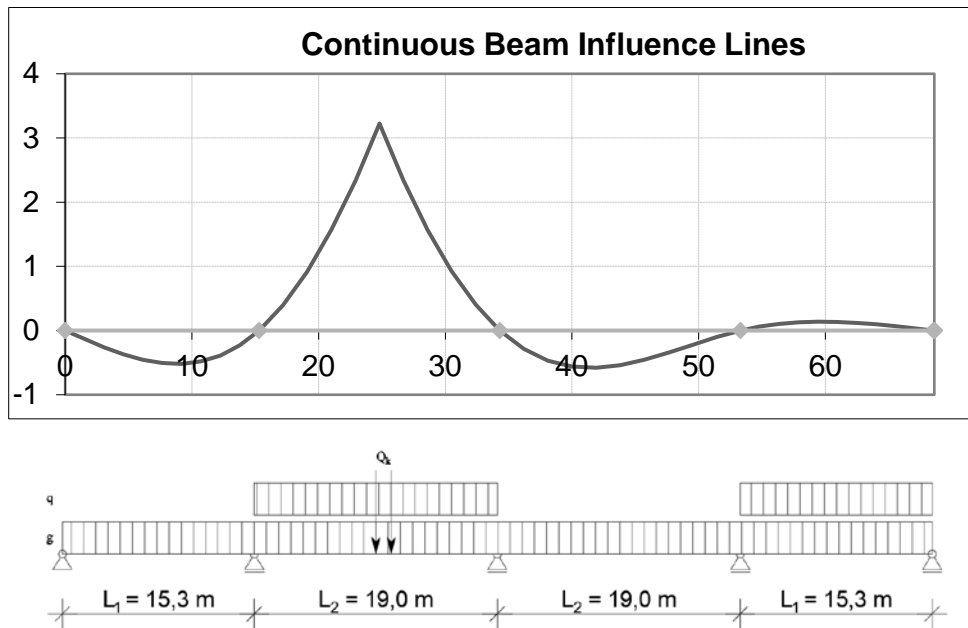
$$M_q = 6,07 \text{ kN/m}' \cdot 24,946 \text{ m}^2 = 151,42 \text{ kNm}$$

$$M_Q = 112 \text{ kN} \cdot 3,195 \text{ m} + 112 \text{ kN} \cdot 2,653 \text{ m} = 654,89 \text{ kNm}$$

Računska vrijednost momenta:

$$M_{Ed} = 1,35 \cdot 526,67 \text{ kNm} + 1,35 \cdot (151,42 \text{ kNm} + 654,89 \text{ kNm}) = 1799,53 \text{ kNm}$$

4.1.2. Moment savijanja u sredini drugog i trećeg polja



Slika 9: Utjecajna linija i sustav opterećenja za moment savijanja u drugom polju

Iz alata *Influence lines in continuous beams* očitano:

η^{max} [m]	3,223
$\eta^{1,2}$ [m]	2,663
A^{ukupno} [m ²]	15,448
A^+ [m ²]	27,330

Moment stalnog opterećenja:

$$M_g = 32,79 \text{ kN/m}' \cdot 15,448 \text{ m}^2 = 506,54 \text{ kNm}$$

Moment prometnog opterećenja:

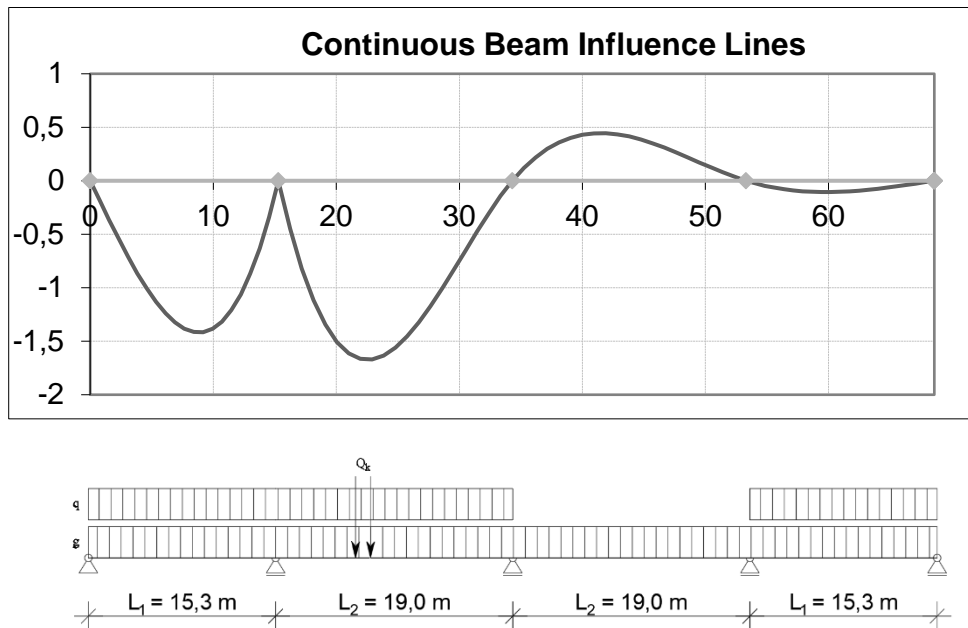
$$M_q = 6,07 \text{ kN/m}' \cdot 27,330 \text{ m}^2 = 165,89 \text{ kNm}$$

$$M_Q = 112 \text{ kN} \cdot 3,223 \text{ m} + 112 \text{ kN} \cdot 2,663 \text{ m} = 659,19 \text{ kNm}$$

Računska vrijednost momenta:

$$M_{Ed} = 1,35 \cdot 506,54 \text{ kNm} + 1,35 \cdot (165,89 \text{ kNm} + 659,19 \text{ kNm}) = 1797,70 \text{ kNm}$$

4.1.3. Moment savijanja nad drugim i četvrtim ležajem



Slika 10: Utjecajna linija i sustav opterećenja za moment savijanja nad drugim ležajem

Iz alata *Influence lines in continuous beams* očitano:

η^{max} [m]	-1,670
$\eta^{1,2}$ [m]	-1,651
A^{ukupno} [m ²]	-29,584
A^- [m ²]	-34,815

Moment stalnog opterećenja:

$$M_g = 32,79 \text{ kN/m}' \cdot (-29,584) \text{ m}^2 = -970,06 \text{ kNm}$$

Moment prometnog opterećenja:

$$M_q = 6,07 \text{ kN/m}' \cdot (-34,815) \text{ m}^2 = -211,33 \text{ kNm}$$

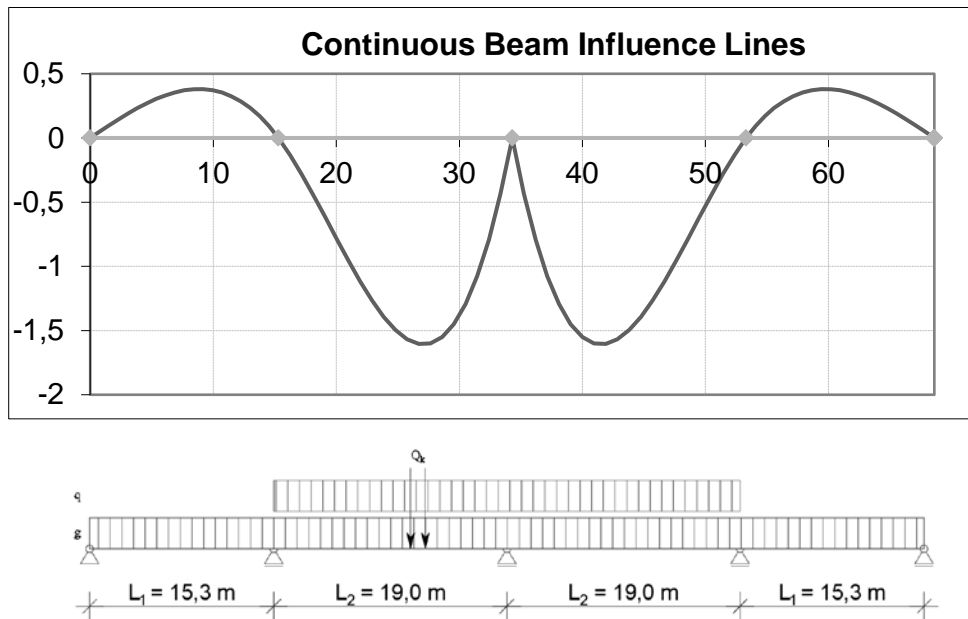
$$M_Q = 112 \text{ kN} \cdot (-1,670) \text{ m} + 112 \text{ kN} \cdot (-1,651) \text{ m} = -371,95 \text{ kNm}$$

Računska vrijednost momenta:

$$M_{Ed} = 1,35 \cdot (-970,06) \text{ kNm} + 1,35 \cdot (-211,33 \text{ kNm} - 371,95 \text{ kNm})$$

$$M_{Ed} = -2097,01 \text{ kNm}$$

4.1.4. Moment savijanja nad trećim ležajem



Slika 11: Utjecajna linija i sustav opterećenja za moment savijanja nad trećim ležajem

Iz alata *Influence lines in continuous beams* očitano:

η^{max} [m]	-1,604
$\eta^{1,2}$ [m]	-1,594
A^{ukupno} [m ²]	-30,220
A^- [m ²]	-37,777

Moment stalnog opterećenja:

$$M_g = 32,79 \text{ kN/m}' \cdot (-30,220) \text{ m}^2 = -990,91 \text{ kNm}$$

Moment prometnog opterećenja:

$$M_q = 6,07 \text{ kN/m}' \cdot (-37,777) \text{ m}^2 = -229,31 \text{ kNm}$$

$$M_Q = 112 \text{ kN} \cdot (-1,604) \text{ m} + 112 \text{ kN} \cdot (-1,594) \text{ m} = -358,18 \text{ kNm}$$

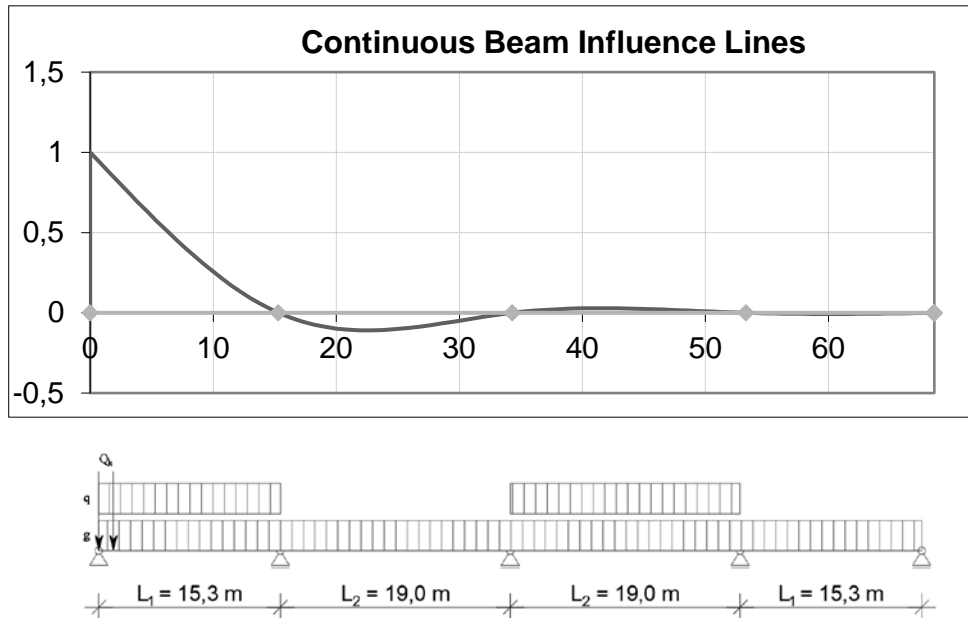
Računska vrijednost momenta:

$$M_{Ed} = 1,35 \cdot (-990,91) \text{ kNm} + 1,35 \cdot (-229,31 \text{ kNm} - 358,18 \text{ kNm})$$

$$M_{Ed} = -2130,84 \text{ kNm}$$

4.2. Određivanje poprečnih sila

4.2.1. Poprečna sila nad prvim i petim ležajem



Slika 12: Utjecajna linija i sustav opterećenja za poprečnu silu nad prvim ležajem

Iz alata *Influence lines in continuous beams* očitano:

η^{max}	1,000
$\eta^{1,2}$	0,903
$A^{ukupno} [m]$	5,716
$A^+ [m]$	7,073

Poprečna sila uzrokovana stalnim opterećenjem:

$$V_g = 32,79 \text{ kN/m}' \cdot 5,716 \text{ m} = 187,43 \text{ kN}$$

Poprečna sila uzrokovana prometnim opterećenjem:

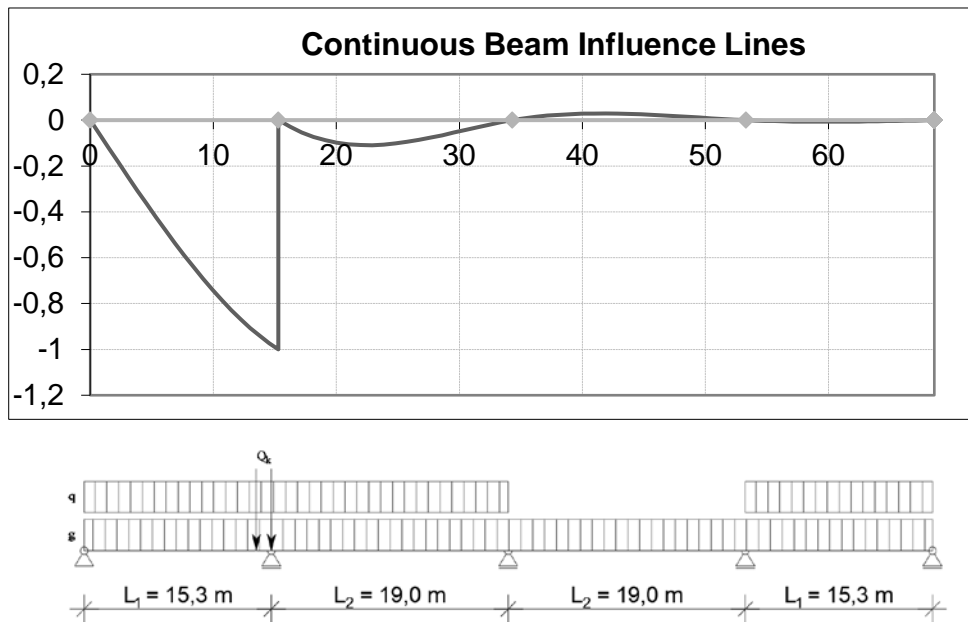
$$V_q = 6,07 \text{ kN/m}' \cdot 7,073 \text{ m} = 42,93 \text{ kN}$$

$$V_Q = 112 \text{ kN} \cdot 1,000 + 112 \text{ kN} \cdot 0,903 = 213,14 \text{ kN}$$

Računska poprečna sila:

$$V_{Ed} = 1,35 \cdot 187,43 \text{ kN} + 1,35 \cdot (42,93 \text{ kN} + 213,14 \text{ kN}) = 598,72 \text{ kN}$$

4.2.2. Poprečna sila nad drugim (neposredno lijevo) i četvrtim (neposredno desno) ležajem



Slika 13: Utjecajna linija i sustav opterećenja za poprečnu silu nad drugim (neposredno lijevo) ležajem

Iz alata *Influence lines in continuous beams* očitano:

η^{max}	-1,000
$\eta^{1,2}$	-0,955
$A^{ukupno} [m]$	-9,584
$A^- [m]$	-9,925

Poprečna sila uzrokovana stalnim opterećenjem:

$$V_g = 32,79 \text{ kN/m}' \cdot (-9,584) \text{ m} = -314,26 \text{ kN}$$

Poprečna sila uzrokovana prometnim opterećenjem:

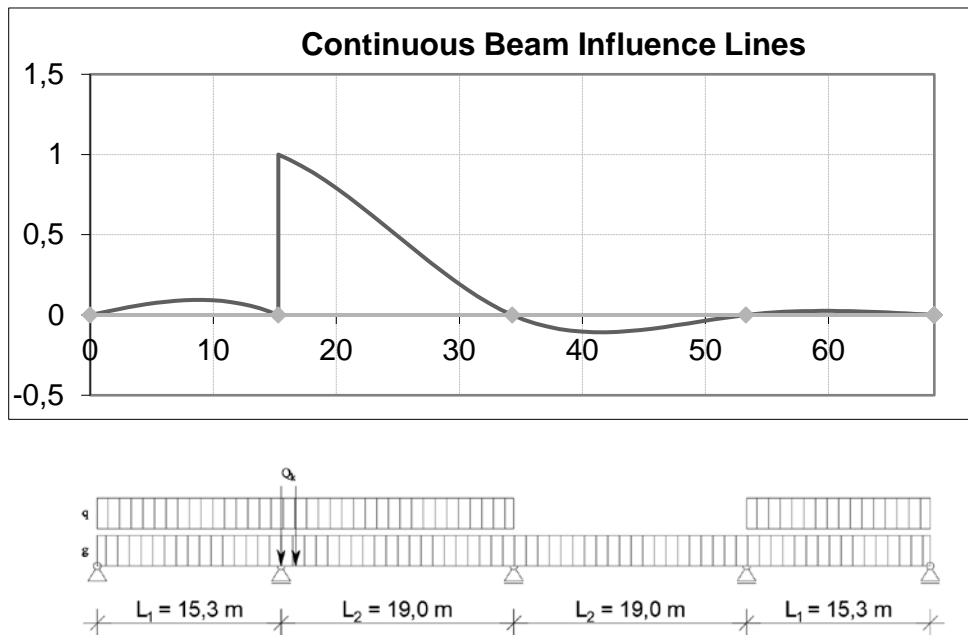
$$V_q = 6,07 \text{ kN/m}' \cdot (-9,925) \text{ m} = -60,24 \text{ kN}$$

$$V_Q = 112 \text{ kN} \cdot (-1,000) + 112 \text{ kN} \cdot (-0,955) = -218,96 \text{ kN}$$

Računska poprečna sila:

$$V_{Ed} = 1,35 \cdot (-314,26) \text{ kN} + 1,35 \cdot (-60,24 \text{ kN} - 218,96 \text{ kN}) = -801,18 \text{ kN}$$

4.2.3. Poprečna sila nad drugim (neposredno desno) i četvrtim (neposredno lijevo) ležajem



Slika 14: Utjecajna linija i sustav opterećenja za poprečnu silu nad drugim (neposredno desno) ležajem

Iz alata *Influence lines in continuous beams* očitano:

η^{max}	1,000
$\eta^{1,2}$	0,957
$A^{ukupno} [m]$	9,466
$A^+ [m]$	10,736

Poprečna sila uzrokovana stalnim opterećenjem:

$$V_g = 32,79 \text{ kN/m}' \cdot 9,466 \text{ m} = 310,39 \text{ kN}$$

Poprečna sila uzrokovana prometnim opterećenjem:

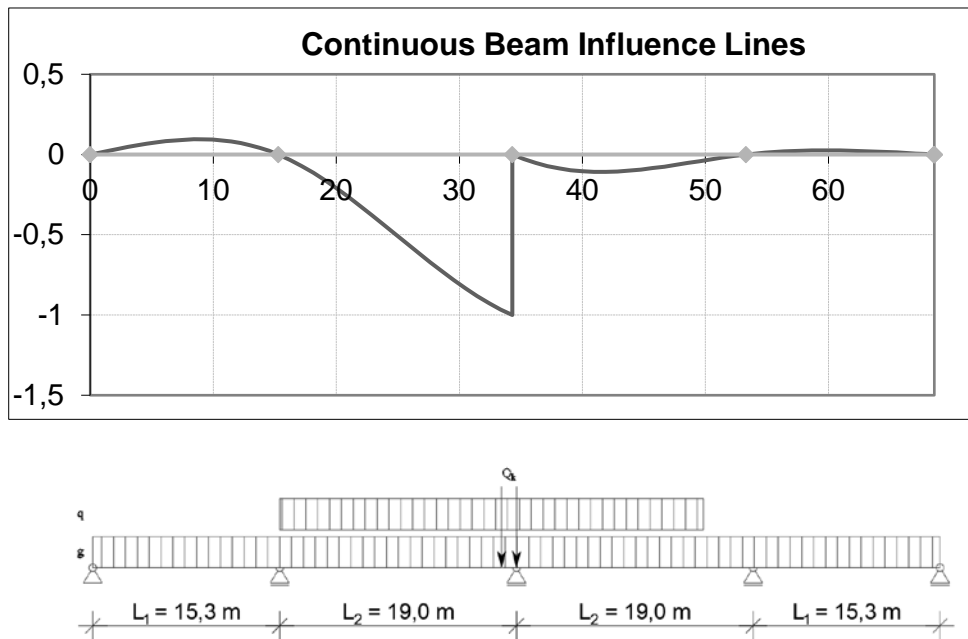
$$V_q = 6,07 \text{ kN/m}' \cdot 10,736 \text{ m} = 65,17 \text{ kN}$$

$$V_Q = 112 \text{ kN} \cdot 1,000 + 112 \text{ kN} \cdot 0,957 = 219,18 \text{ kN}$$

Računska poprečna sila:

$$V_{Ed} = 1,35 \cdot 310,39 \text{ kN} + 1,35 \cdot (65,17 \text{ kN} + 219,18 \text{ kN}) = 802,90 \text{ kN}$$

4.2.4. Poprečna sila nad trećim (neposredno lijevo i neposredno desno) ležajem



Slika 15: Utjecajna linija i sustav opterećenja za poprečnu silu nad trećim (neposredno lijevo) ležajem

Iz alata *Influence lines in continuous beams* očitano:

η^{max}	-1,000
$\eta^{1,2}$	-0,955
$A^{ukupno} [m]$	-9,534
$A^- [m]$	-10,727

Poprečna sila uzrokovana stalnim opterećenjem:

$$V_g = 32,79 \text{ kN/m}' \cdot (-9,534) \text{ m} = -312,62 \text{ kN}$$

Poprečna sila uzrokovana prometnim opterećenjem:

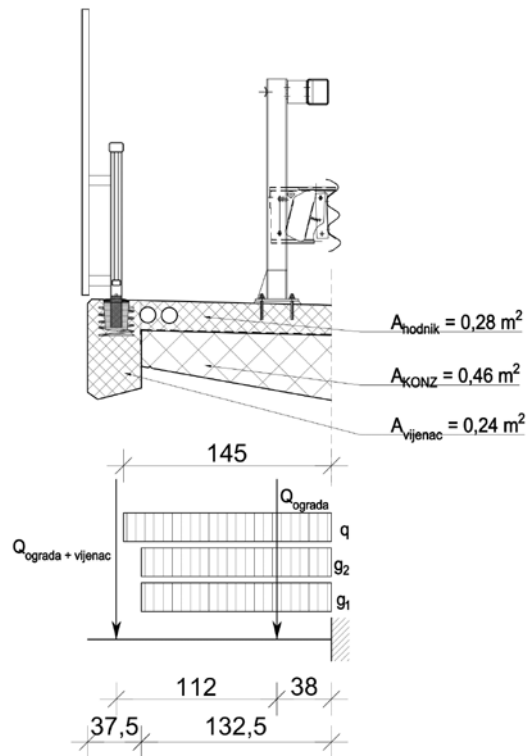
$$V_q = 6,07 \text{ kN/m}' \cdot (-10,727) \text{ m} = -65,11 \text{ kN}$$

$$V_Q = 112 \text{ kN} \cdot (-1,00) + 112 \text{ kN} \cdot (-0,955) = -218,96 \text{ kN}$$

Računska poprečna sila:

$$V_{Ed} = 1,35 \cdot (-312,62) \text{ kN} + 1,35 \cdot (-65,11 \text{ kN} - 218,96 \text{ kN}) = -805,54 \text{ kN}$$

4.3. Djelovanje na konzolu



Slika 16: Prikaz konzole i djelovanja koje na nju djeluje

g_1 ...vlastita težina konzole	$0,46 \text{ m}^2 \cdot 25 \text{ kN/m}^3 = 11,50 \text{ kN/m}'$
g_2 ...težina hodnika i izolacije	$0,28 \text{ m}^2 \cdot 25 \text{ kN/m}^3 + 1,45 \text{ m} \cdot 0,50 \text{ kN/m}^2 = 7,73 \text{ kN/m}'$
q ...prometno opterećenje	$1,45 \text{ m} \cdot 2,5 \text{ kN/m}^2 = 3,63 \text{ kN/m}'$
Q_{ograda}	0,50 kN
$Q_{ograda+vijenac}$	$0,24 \text{ m}^2 \cdot 25 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,38 \text{ m} + 0,50 \text{ kN} = 2,75 \text{ kN}$

$$M_g = \left(11,50 \frac{\text{kN}}{\text{m}'} + 7,73 \frac{\text{kN}}{\text{m}'} \right) \cdot 0,5 \cdot 1,33^2 \text{ m} + 0,50 \text{ kN} \cdot 0,38 \text{ m} + 2,75 \text{ kN} \cdot 1,50 \text{ m}$$

$$M_g = 21,20 \text{ kNm}$$

$$M_q = 3,63 \text{ kN/m}' \cdot 0,5 \cdot 1,45^2 \text{ m} = 3,82 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 1,35 \cdot M_g + 1,50 \cdot M_q = 1,35 \cdot 21,20 \text{ kNm} + 1,50 \cdot 3,82 = 34,35 \text{ kNm}$$

5. DIMENZIONIRANJE RASPONSKOG SKLOPA

5.1. Pretpostavke, značajke materijela i presjeka

Gradiva:

Beton: C30/37

Čelik: B500B

Proračunska tlačna čvrstoća betona:

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 0,85 \cdot \frac{30 \text{ N/mm}^2}{1,5} = 17,0 \text{ N/mm}^2$$

α_{cc} – koeficijent redukcije, za mostove je preporučena vrijedost $\alpha_{cc} = 0,85$

γ_c – parcijalni koeficijent sigurnosti za beton, $\gamma_c = 1,5$

Srednja osna vlačna čvrstoća betona:

$$f_{ctm} = 2,9 \text{ N/mm}^2$$

Proračunska granica popuštanja čelika za armiranje:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500 \text{ N/mm}^2}{1,15} = 434,78 \text{ N/mm}^2 = 43,478 \text{ kN/cm}^2$$

γ_s – parcijalni koeficijent sigurnosti za čelik, $\gamma_s = 1,15$

Zaštitni sloj betona:

$$c_{nom} = 5,0 \text{ cm}$$

Visina presjeka:

$$h = 90,0 \text{ cm}$$

Statička visina presjeka:

Pretpostavka: glavna armatura $\phi 28$ i vilica $\phi 12$

$$d = h - c_{nom} - \varphi_v - \varphi/2$$

$$d = 90,0 \text{ cm} - 5,0 \text{ cm} - 1,2 \text{ cm} - 2,8/2 \text{ cm} = 82,4 \text{ cm}$$

Srednja širina:

$$b_w = 100,0 \text{ cm}$$

5.2. Dimenzioniranje na savijanje – uzdužna armatura

5.2.1. Prvi i četvrti raspon – donja zona

Sudjelujuća širina ploče :

$$b_{eff} = 100,0 \text{ cm}$$

Maksimalni računski moment savijanja u polju:

$$M_{Ed} = 1799,53 \text{ kNm}$$

Bezdimenzijski koeficijent momenta savijanja:

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{179953 \text{ kNcm}}{100,0 \text{ cm} \cdot (82,4 \text{ cm})^2 \cdot 1,7 \text{ kN/cm}^2} = 0,156$$

Iz tablice za dimenzioniranje AB elemenata:

$$\text{za } \mu_{sd} = 0,159 \quad \text{očitano} \quad \zeta = 0,892$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{179953 \text{ kNcm}}{0,892 \cdot 82,4 \text{ cm} \cdot 43,478 \text{ kN/cm}^2} = 56,31 \text{ cm}^2$$

ODABRANO: 10 ϕ 28 ($A_{s,prov} = 61,58 \text{ cm}^2$)

Minimalna dopuštena armatura:

$$A_{s,min} = \max \begin{cases} A_{s,min} = 0,26 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \\ A_{s,min} = 0,0013 \cdot b \cdot d \end{cases}$$

$$A_{s,min} = \max \begin{cases} 0,26 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 82,4 \text{ cm} \cdot \frac{2,9 \text{ N/mm}^2}{500 \text{ N/mm}^2} = 12,43 \text{ cm}^2 \\ 0,0013 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 82,4 \text{ cm} = 10,71 \text{ cm}^2 \end{cases}$$

$$A_{s,min} = 12,43 \text{ cm}^2$$

Maksimalna dopuštena armatura:

$$A_{s,max} = \min \begin{cases} A_{s,max} = 0,022 \cdot b \cdot d \\ A_{s,max} = 0,365 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \end{cases}$$

$$A_{s,max} = \min \begin{cases} 0,022 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 82,4 \text{ cm} = 181,28 \text{ cm}^2 \\ 0,365 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 82,4 \text{ cm} \cdot \frac{17,0 \text{ N/mm}^2}{434,78 \text{ N/mm}^2} = 117,60 \text{ cm}^2 \end{cases}$$

$$A_{s,max} = 117,60 \text{ cm}^2$$

Zaključak: Odabrana armatura zadovoljava uvjet

$$A_{s,min} = 12,43 \text{ cm}^2 < A_{s,prov} = 61,58 \text{ cm}^2 < A_{s,max} = 117,60 \text{ cm}^2$$

5.2.2. Drugi i treći raspon – donja zona

Sudjelujuća širina ploče :

$$b_{eff} = 100,0 \text{ cm}$$

Maksimalni računski moment savijanja u polju:

$$M_{Ed} = 1797,70 \text{ kNm}$$

Bezdimenzijski koeficijent momenta savijanja:

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{179770 \text{ kNcm}}{100,0 \text{ cm} \cdot (82,4 \text{ cm})^2 \cdot 1,7 \text{ kN/cm}^2} = 0,156$$

Iz tablice za dimenzioniranje AB elemenata:

$$\text{za } \mu_{sd} = 0,159 \quad \text{očitano} \quad \zeta = 0,892$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{179770 \text{ kNcm}}{0,892 \cdot 82,4 \text{ cm} \cdot 43,478 \text{ kN/cm}^2} = 56,25 \text{ cm}^2$$

ODABRANO: 10 ϕ 28 ($A_{s,prov} = 61,58 \text{ cm}^2$)

Minimalna dopuštena armatura:

$$A_{s,min} = \max \begin{cases} A_{s,min} = 0,26 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \\ A_{s,min} = 0,0013 \cdot b \cdot d \end{cases}$$

$$A_{s,min} = \max \begin{cases} 0,26 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 82,4 \text{ cm} \cdot \frac{2,9 \text{ N/mm}^2}{500 \text{ N/mm}^2} = 12,43 \text{ cm}^2 \\ 0,0013 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 82,4 \text{ cm} = 10,71 \text{ cm}^2 \end{cases}$$

$$A_{s,min} = 12,43 \text{ cm}^2$$

Maksimalna dopuštena armatura:

$$A_{s,max} = \min \begin{cases} A_{s,max} = 0,022 \cdot b \cdot d \\ A_{s,max} = 0,365 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \end{cases}$$

$$A_{s,max} = \min \begin{cases} 0,022 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 82,4 \text{ cm} = 181,28 \text{ cm}^2 \\ 0,365 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 82,4 \text{ cm} \cdot \frac{17,0 \text{ N/mm}^2}{434,78 \text{ N/mm}^2} = 117,60 \text{ cm}^2 \end{cases}$$

$$A_{s,max} = 117,60 \text{ cm}^2$$

Zaključak: Odabrana armatura zadovoljava uvjet

$$A_{s,min} = 12,43 \text{ cm}^2 < A_{s,prov} = 61,58 \text{ cm}^2 < A_{s,max} = 117,60 \text{ cm}^2$$

5.2.3. Drugi i četvrti oslonac – gornja zona

Maksimalni računski moment savijanja nad ležajem:

$$M_{Ed} = 2097,01 \text{ kNm}$$

Maksimalna računska poprečna sila nad ležajem:

$$R_{Ed} = 801,18 \text{ kN} + 802,90 \text{ kN} = 1604,08 \text{ kN}$$

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

$$\Delta M_{Ed} = \frac{R_{Ed} \cdot t}{8} = \frac{1604,08 \text{ kN} \cdot 0,4 \text{ m}}{8} = 80,20 \text{ kNm}$$

Reducirani moment savijanja nad ležajem:

$$M_{Ed,red} = M_{Ed} - \Delta M_{Ed} = 2097,01 \text{ kNm} - 80,20 \text{ kNm} = 2016,81 \text{ kNm}$$

Bezdimenzijski koeficijent momenta savijanja:

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed,red}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{201681 \text{ kNcm}}{100,0 \text{ cm} \cdot (82,4 \text{ cm})^2 \cdot 1,7 \text{ kN/cm}^2} = 0,175$$

Iz tablice za dimenzioniranje AB elemenata:

$$\text{za } \mu_{sd} = 0,156 \quad \text{očitano } \zeta = 0,873$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s,req} = \frac{M_{Ed,red}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{201681 \text{ kNcm}}{0,892 \cdot 82,4 \text{ cm} \cdot 43,478 \text{ kN/cm}^2} = 63,11 \text{ cm}^2$$

ODABRANO: 12 ϕ 28 ($A_{s,prov} = 73,89 \text{ cm}^2$)

Minimalna dopuštena armatura:

$$A_{s,min} = \max \begin{cases} A_{s,min} = 0,26 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \\ A_{s,min} = 0,0013 \cdot b \cdot d \end{cases}$$

$$A_{s,min} = \max \begin{cases} 0,26 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 82,4 \text{ cm} \cdot \frac{2,9 \text{ N/mm}^2}{500 \text{ N/mm}^2} = 12,43 \text{ cm}^2 \\ 0,0013 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 82,4 \text{ cm} = 10,71 \text{ cm}^2 \end{cases}$$

$$A_{s,min} = 12,43 \text{ cm}^2$$

Maksimalna dopuštena armatura:

$$A_{s,max} = \min \begin{cases} A_{s,max} = 0,022 \cdot b \cdot d \\ A_{s,max} = 0,365 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \end{cases}$$

$$A_{s,max} = \min \begin{cases} 0,022 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 82,4 \text{ cm} = 181,28 \text{ cm}^2 \\ 0,365 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 82,4 \text{ cm} \cdot \frac{17,0 \text{ N/mm}^2}{434,78 \text{ N/mm}^2} = 117,60 \text{ cm}^2 \end{cases}$$

$$A_{s,max} = 117,60 \text{ cm}^2$$

Zaključak: Odabrana armatura zadovoljava uvjet

$$A_{s,min} = 12,43 \text{ cm}^2 < A_{s,prov} = 73,89 \text{ cm}^2 < A_{s,max} = 117,60 \text{ cm}^2$$

5.2.4. Treći oslonac – gornja zona

Maksimalni računski moment savijanja nad ležajem:

$$M_{Ed} = 2130,84 \text{ kNm}$$

Maksimalni računski poprečna sila nad ležajem:

$$R_{Ed} = 805,54 \text{ kN} + 805,54 \text{ kN} = 1611,08 \text{ kN}$$

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

$$\Delta M_{Ed} = \frac{R_{Ed} \cdot t}{8} = \frac{1611,08 \text{ kN} \cdot 0,4 \text{ m}}{8} = 80,55 \text{ kNm}$$

Reducirani moment savijanja nad ležajem:

$$M_{Ed,red} = M_{Ed} - \Delta M_{Ed} = 2130,84 \text{ kNm} - 80,55 \text{ kNm} = 2050,29 \text{ kNm}$$

Bezdimenzijski koeficijent momenta savijanja:

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed,red}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{205029 \text{ kNcm}}{100,0 \text{ cm} \cdot (82,4 \text{ cm})^2 \cdot 1,7 \text{ kN/cm}^2} = 0,178$$

Iz tablice za dimenzioniranje AB elemenata:

$$\text{za } \mu_{sd} = 0,181 \quad \text{očitano} \quad \zeta = 0,870$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s,req} = \frac{M_{Ed,red}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{205029 \text{ kNcm}}{0,870 \cdot 82,4 \text{ cm} \cdot 43,478 \text{ kN/cm}^2} = 65,78 \text{ cm}^2$$

ODABRANO: 12 ϕ 28 ($A_{s,prov} = 73,89 \text{ cm}^2$)

Minimalna dopuštena armatura:

$$A_{s,min} = \max \left\{ \begin{array}{l} A_{s,min} = 0,26 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \\ A_{s,min} = 0,0013 \cdot b \cdot d \end{array} \right.$$

$$A_{s,min} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,26 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 82,4 \text{ cm} \cdot \frac{2,9 \text{ N/mm}^2}{500 \text{ N/mm}^2} = 12,43 \text{ cm}^2 \\ 0,0013 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 82,4 \text{ cm} = 10,71 \text{ cm}^2 \end{array} \right.$$

$$A_{s,min} = 12,43 \text{ cm}^2$$

Maksimalna dopuštena armatura:

$$A_{s,max} = \min \left\{ \begin{array}{l} A_{s,max} = 0,022 \cdot b \cdot d \\ A_{s,max} = 0,365 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \end{array} \right.$$

$$A_{s,max} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,022 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 82,4 \text{ cm} = 181,28 \text{ cm}^2 \\ 0,365 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 82,4 \text{ cm} \cdot \frac{17,0 \text{ N/mm}^2}{434,78 \text{ N/mm}^2} = 117,60 \text{ cm}^2 \end{array} \right.$$

$$A_{s,max} = 117,60 \text{ cm}^2$$

Zaključak: Odabrana armatura zadovoljava uvjet

$$A_{s,min} = 12,43 \text{ cm}^2 < A_{s,prov} = 73,89 \text{ cm}^2 < A_{s,max} = 117,60 \text{ cm}^2$$

5.2.5. Prvi i krajnji oslonac

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

$$M_{Ed} = 0,25 \cdot M_{Ed,1.polje} = 0,25 \cdot 1799,53 = 449,88 \text{ kNm}$$

Bezdimenzijski koeficijent momenta savijanja:

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{44988 \text{ kNcm}}{100,0 \text{ cm} \cdot (82,4 \text{ cm})^2 \cdot 1,7 \text{ kN/cm}^2} = 0,039$$

Iz tablice za dimenzioniranje ABelemenata:

$$\text{za } \mu_{sd} = 0,047 \quad \text{očitano} \quad \zeta = 0,947$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s,req} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{44988 \text{ kNcm}}{0,947 \cdot 82,4 \text{ cm} \cdot 43,478 \text{ kN/cm}^2} = 13,26 \text{ cm}^2$$

ODABRANO: 4 ϕ 28 ($A_{s,prov} = 24,63 \text{ cm}^2$)

Minimalna dopuštena armatura:

$$A_{s,min} = \max \begin{cases} A_{s,min} = 0,26 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \\ A_{s,min} = 0,0013 \cdot b \cdot d \end{cases}$$
$$A_{s,min} = \max \begin{cases} 0,26 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 82,4 \text{ cm} \cdot \frac{2,9 \text{ N/mm}^2}{500 \text{ N/mm}^2} = 12,43 \text{ cm}^2 \\ 0,0013 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 82,4 \text{ cm} = 10,71 \text{ cm}^2 \end{cases}$$

$$A_{s,min} = 12,43 \text{ cm}^2$$

Maksimalna dopuštena armatura:

$$A_{s,max} = \min \left\{ \begin{array}{l} A_{s,max} = 0,022 \cdot b \cdot d \\ A_{s,max} = 0,365 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \end{array} \right.$$

$$A_{s,max} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,022 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 82,4 \text{ cm} = 181,28 \text{ cm}^2 \\ 0,365 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 82,4 \text{ cm} \cdot \frac{17,0 \text{ N/mm}^2}{434,78 \text{ N/mm}^2} = 117,60 \text{ cm}^2 \end{array} \right.$$

$$A_{s,max} = 117,60 \text{ cm}^2$$

Zaključak: Odabrana armatura zadovoljava uvjet

$$A_{s,min} = 12,43 \text{ cm}^2 < A_{s,prov} = 24,63 \text{ cm}^2 < A_{s,max} = 117,60 \text{ cm}^2$$

5.3. Dimenzioniranje na poprečne sile-vilice

5.3.1. Ležaj nad drugim osloncem lijevo i ležaj nad četvrtim osloncem desno

Maksimalna računaska poprečna sila na ležaju:

$$V_{Ed} = 801,18 \text{ kN}$$

Redukcija poprečne sile na osloncu zbog utjecaja širine oslonca $t = 40 \text{ cm}$

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

$$\Delta V_{Ed} = (1,35 \cdot 32,79 \text{ kN/m}' + 1,35 \cdot 6,07 \text{ kN/m}') \cdot \left(\frac{0,40}{2} \text{ m} + 0,824 \text{ m} \right) = 53,72 \text{ kN}$$

Reducirana računaska poprečna sila na ležaju:

$$V_{Ed,red} = V_{Ed} - \Delta V_{Ed} = 801,18 \text{ kN} - 53,72 \text{ kN} = 747,46 \text{ kN}$$

Nosivost presjeka na poprečne sile bez poprečne armature:

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot \sqrt[3]{(100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b \cdot d$$

$$V_{Rd,c} \geq V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b \cdot d$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200 \text{ mm}}{824 \text{ mm}}} = 1,49 \leq 2,0$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = 0 \text{ N/mm}^2 \leq 0,2 \cdot f_{cd} = 0,2 \cdot 17 \text{ N/mm}^2 = 3,4 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0,035 \cdot 1,49^{3/2} \cdot (30 \text{ N/mm}^2)^{1/2} = 0,349 \text{ N/mm}^2$$

Za određivanje koeficijenta armiranja uzdužnom armaturom na 2. i 4. osloncu pretpostavljamo da se barem polovica armature gornje zone s tog ležaja sidri u polju tj. barem $6\phi 28$ ($A_{s,prov} = 36,95 \text{ cm}^2$)

$$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b \cdot d} = \frac{36,95 \text{ cm}^2}{100 \text{ cm} \cdot 82,4 \text{ cm}} = 0,0045 \leq 0,02$$

$$V_{Rd,c} = \left[0,12 \cdot 1,49 \cdot \sqrt[3]{(100 \cdot 0,0045 \cdot 30 \text{ N/mm}^2)} + 0,15 \cdot 0 \right] \cdot 1000 \text{ mm} \cdot 824 \text{ mm}$$

$$V_{Rd,c} = 350,81 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c,min} = (0,349 \text{ N/mm}^2 + 0,15 \cdot 0) \cdot 1000 \cdot 824 = 287,58 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} > V_{Rd,c,min}$$

Proračunska vrijednost najveće poprečne sile

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_d \cdot \frac{1}{\cot \theta + \tan \theta}$$

$\alpha_{cw} = 1,0$ za elemente bez uzdužne tlačne sile

$$z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 82,4 \text{ cm} = 74,16 \text{ cm}$$

$$v_1 = 0,6 \cdot \left[1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,6 \cdot \left[1 - \frac{30}{250} \right] = 0,528$$

$$\theta = 39,8^\circ$$

$$V_{Rd,max} = 1,0 \cdot 1000 \text{ mm} \cdot 741,6 \text{ mm} \cdot 0,528 \cdot 17,0 \text{ N/mm}^2 \cdot \frac{1}{\cot 39,8^\circ + \tan 39,8^\circ}$$

$$V_{Rd,max} = 3273621,7 \text{ N} = 3273,62 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} < V_{Ed,Red} < V_{Rd,max}$$

$$350,81 \text{ kN} < 747,46 \text{ kN} < 3273,62 \text{ kN}$$

Pretpostavljaju se četverorezne vilice ($m = 4$), $\Phi = 12 \rightarrow A_{sw} = 4,52 \text{ cm}^2$

Proračunska granica popuštanja vilica:

$$f_{ywd} = \frac{f_{ywk}}{\gamma_s} = \frac{500 \text{ N/mm}^2}{1,15} = 434,78 \text{ N/mm}^2 = 43,478 \text{ kN/cm}^2$$

Potreban razmak vilica:

$$s_1 = \frac{A_{sw}}{V_{Ed}} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta$$

$$s_1 = \frac{4,52 \text{ cm}^2}{747,46 \text{ kN}} \cdot 74,16 \text{ cm} \cdot 43,478 \text{ kN/cm}^2 \cdot \cot 39,8^\circ = 23,40 \text{ cm}$$

Minimalna poprečna armatura definirana je maksimalnim razmakom vilica:

$$s_{w,max} = \frac{A_{sw}}{\rho_{w,min} \cdot b_w \cdot \sin \alpha}$$

$$\rho_{w,min} = \min \begin{cases} \rho_{w,min} = 0,15 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yd}} = 0,15 \cdot \frac{2,9 \text{ N/mm}^2}{434,78 \text{ N/mm}^2} = 0,001 \\ \rho_{w,min} = 0,08 \cdot \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} = 0,08 \cdot \frac{\sqrt{30} \text{ N/mm}^2}{500 \text{ N/mm}^2} = 0,0008 \end{cases}$$

$$s_{w,max} = \frac{4,52 \text{ cm}^2}{0,0008 \cdot 100 \text{ cm}^2 \cdot \sin 90} = 56,50 \text{ cm}$$

Za $V_{Ed} = 747,46 \text{ kN} \leq 0,3 \cdot V_{Rd,max} = 982,02 \text{ kN}$ najveći raspon $s_{w,max}$ mora biti manji od $0,75 \cdot d = 0,75 \cdot 82,4 \text{ cm} = 61,8 \text{ cm}$

Odabran prvi razmak vilica $\phi 12/23,0 \text{ cm}$, $m=4$

5.3.2. Ležaj nad drugim osloncem desno i ležaj nad četvrtim osloncem lijevo

Maksimalna računaska poprečna sila na ležaju:

$$V_{Ed} = 802,90 \text{ kN}$$

Redukcija poprečne sile na osloncu zbog utjecaja širine oslonca $t = 40 \text{ cm}$

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

$$\Delta V_{Ed} = (1,35 \cdot 32,79 \text{ kN/m}' + 1,35 \cdot 6,07 \text{ kN/m}') \cdot \left(\frac{0,40}{2} \text{ m} + 0,824 \text{ m} \right) = 53,72 \text{ kN}$$

Reducirana računaska poprečna sila na ležaju:

$$V_{Ed,red} = V_{Ed} - \Delta V_{Ed} = 802,90 \text{ kN} - 53,72 \text{ kN} = 749,18 \text{ kN}$$

Nosivost presjeka na poprečne sile bez poprečne armature:

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot \sqrt[3]{(100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b \cdot d$$

$$V_{Rd,c} \geq V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b \cdot d$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200 \text{ mm}}{824 \text{ mm}}} = 1,49 \leq 2,0$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = 0 \text{ N/mm}^2 \leq 0,2 \cdot f_{cd} = 0,2 \cdot 17 \text{ N/mm}^2 = 3,4 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0,035 \cdot 1,49^{3/2} \cdot (30 \text{ N/mm}^2)^{1/2} = 0,349 \text{ N/mm}^2$$

Za određivanje koeficijenta armiranja uzdužnom armaturom na 2. i 4. osloncu pretpostavljamo da se barem polovica armature gornje zone s tog ležaja sidri u polju tj. barem $6\phi 28$ ($A_{s,prov} = 36,95 \text{ cm}^2$)

$$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b \cdot d} = \frac{36,95 \text{ cm}^2}{100 \text{ cm} \cdot 82,4 \text{ cm}} = 0,0045 \leq 0,02$$

$$V_{Rd,c} = \left[0,12 \cdot 1,49 \cdot \sqrt[3]{(100 \cdot 0,0045 \cdot 30 \text{ N/mm}^2)} + 0,15 \cdot 0 \right] \cdot 1000 \text{ mm} \cdot 824 \text{ mm}$$

$$V_{Rd,c} = 350,81 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c,min} = (0,349 \text{ N/mm}^2 + 0,15 \cdot 0) \cdot 1000 \cdot 824 = 287,58 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} > V_{Rd,c,min}$$

Proračunska vrijednost najveće poprečne sile

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_d \cdot \frac{1}{\cot \theta + \tan \theta}$$

$\alpha_{cw} = 1,0$ za elemente bez uzdužne tlačne sile

$$z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 82,4 \text{ cm} = 74,16 \text{ cm}$$

$$v_1 = 0,6 \cdot \left[1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,6 \cdot \left[1 - \frac{30}{250} \right] = 0,528$$

$$\theta = 39,8^\circ$$

$$V_{Rd,max} = 1,0 \cdot 1000 \text{ mm} \cdot 741,6 \text{ mm} \cdot 0,528 \cdot 17,0 \text{ N/mm}^2 \cdot \frac{1}{\cot 39,8^\circ + \tan 39,8^\circ}$$

$$V_{Rd,max} = 3273621,7 \text{ N} = 3273,62 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} < V_{Ed,Red} < V_{Rd,max}$$

$$350,81 \text{ kN} < 749,18 \text{ kN} < 3273,62 \text{ kN}$$

Pretpostavljaju se četverorezne vilice ($m = 4$), $\Phi = 12 \rightarrow A_{sw} = 4,52 \text{ cm}^2$

Proračunska granica popuštanja vilica:

$$f_{ywd} = \frac{f_{ywk}}{\gamma_s} = \frac{500 \text{ N/mm}^2}{1,15} = 434,78 \text{ N/mm}^2 = 43,478 \text{ kN/cm}^2$$

Potreban razmak vilica:

$$s_1 = \frac{A_{sw}}{V_{Ed}} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta$$

$$s_1 = \frac{4,52 \text{ cm}^2}{749,18 \text{ kN}} \cdot 74,16 \text{ cm} \cdot 43,478 \text{ kN/cm}^2 \cdot \cot 39,8^\circ = 23,35 \text{ cm}$$

Minimalna poprečna armatura definirana je maksimalnim razmakom vilica:

$$s_{w,max} = \frac{A_{sw}}{\rho_{w,min} \cdot b_w \cdot \sin \alpha}$$

$$\rho_{w,min} = \min \begin{cases} \rho_{w,min} = 0,15 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yd}} = 0,15 \cdot \frac{2,9 \text{ N/mm}^2}{434,78 \text{ N/mm}^2} = 0,001 \\ \rho_{w,min} = 0,08 \cdot \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} = 0,08 \cdot \frac{\sqrt{30} \text{ N/mm}^2}{500 \text{ N/mm}^2} = 0,0008 \end{cases}$$

$$s_{w,max} = \frac{4,52 \text{ cm}^2}{0,0008 \cdot 100 \text{ cm}^2 \cdot \sin 90} = 56,50 \text{ cm}$$

Za $V_{Ed} = 749,18 \text{ kN} \leq 0,3 \cdot V_{Rd,max} = 982,02 \text{ kN}$ najveći raspon $s_{w,max}$ mora biti manji od $0,75 \cdot d = 0,75 \cdot 82,4 \text{ cm} = 61,8 \text{ cm}$

Odabran prvi razmak vilica $\phi 12/23,0 \text{ cm}$, $m=4$

5.3.3. Ležaj nad trećim osloncem lijevo i desno

Maksimalna računaska poprečna sila na ležaju:

$$V_{Ed} = 805,54 \text{ kN}$$

Redukcija poprečne sile na osloncu zbog utjecaja širine oslonca $t = 40 \text{ cm}$

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

$$\Delta V_{Ed} = (1,35 \cdot 32,79 \text{ kN/m}' + 1,35 \cdot 6,07 \text{ kN/m}') \cdot \left(\frac{0,40}{2} \text{ m} + 0,824 \text{ m} \right) = 53,72 \text{ kN}$$

Reducirana računaska poprečna sila na ležaju:

$$V_{Ed,red} = V_{Ed} - \Delta V_{Ed} = 805,54 \text{ kN} - 53,72 \text{ kN} = 751,82 \text{ kN}$$

Nosivost presjeka na poprečne sile bez poprečne armature:

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot \sqrt[3]{(100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b \cdot d$$

$$V_{Rd,c} \geq V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b \cdot d$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200 \text{ mm}}{824 \text{ mm}}} = 1,49 \leq 2,0$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = 0 \text{ N/mm}^2 \leq 0,2 \cdot f_{cd} = 0,2 \cdot 17 \text{ N/mm}^2 = 3,4 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0,035 \cdot 1,49^{3/2} \cdot (30 \text{ N/mm}^2)^{1/2} = 0,349 \text{ N/mm}^2$$

Za određivanje koeficijenta armiranja uzdužnom armaturom na 3. osloncu pretpostavljamo da se barem polovica armature gornje zone s tog ležaja sidri u polju tj. barem $6\phi 28$ ($A_{s,prov} = 36,95 \text{ cm}^2$)

$$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b \cdot d} = \frac{36,95 \text{ cm}^2}{100 \text{ cm} \cdot 82,4 \text{ cm}} = 0,0045 \leq 0,02$$

$$V_{Rd,c} = \left[0,12 \cdot 1,49 \cdot \sqrt[3]{(100 \cdot 0,0045 \cdot 30 \text{ N/mm}^2)} + 0,15 \cdot 0 \right] \cdot 1000 \text{ mm} \cdot 824 \text{ mm}$$

$$V_{Rd,c} = 350,81 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c,min} = (0,349 \text{ N/mm}^2 + 0,15 \cdot 0) \cdot 1000 \cdot 824 = 287,58 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} > V_{Rd,c,min}$$

Proračunska vrijednost najveće poprečne sile

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_d \cdot \frac{1}{\cot \theta + \tan \theta}$$

$\alpha_{cw} = 1,0$ za elemente bez uzdužne tlačne sile

$$z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 82,4 \text{ cm} = 74,16 \text{ cm}$$

$$v_1 = 0,6 \cdot \left[1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,6 \cdot \left[1 - \frac{30}{250} \right] = 0,528$$

$$\theta = 39,8^\circ$$

$$V_{Rd,max} = 1,0 \cdot 1000 \text{ mm} \cdot 741,6 \text{ mm} \cdot 0,528 \cdot 17,0 \text{ N/mm}^2 \cdot \frac{1}{\cot 39,8^\circ + \tan 39,8^\circ}$$

$$V_{Rd,max} = 3273621,7 \text{ N} = 3273,62 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} < V_{Ed,Red} < V_{Rd,max}$$

$$350,81 \text{ kN} < 751,82 \text{ kN} < 3273,62 \text{ kN}$$

Pretpostavljaju se četverorezne vilice ($m = 4$), $\Phi = 12 \rightarrow A_{sw} = 4,52 \text{ cm}^2$

Proračunska granica popuštanja vilica:

$$f_{ywd} = \frac{f_{ywk}}{\gamma_s} = \frac{500 \text{ N/mm}^2}{1,15} = 434,78 \text{ N/mm}^2 = 43,478 \text{ kN/cm}^2$$

Potreban razmak vilica:

$$s_1 = \frac{A_{sw}}{V_{Ed}} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta$$

$$s_1 = \frac{4,52 \text{ cm}^2}{751,82 \text{ kN}} \cdot 74,16 \text{ cm} \cdot 43,478 \text{ kN/cm}^2 \cdot \cot 39,8^\circ = 23,27 \text{ cm}$$

Minimalna poprečna armatura definirana je maksimalnim razmakom vilica:

$$s_{w,max} = \frac{A_{sw}}{\rho_{w,min} \cdot b_w \cdot \sin \alpha}$$

$$\rho_{w,min} = \min \begin{cases} \rho_{w,min} = 0,15 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yd}} = 0,15 \cdot \frac{2,9 \text{ N/mm}^2}{434,78 \text{ N/mm}^2} = 0,001 \\ \rho_{w,min} = 0,08 \cdot \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} = 0,08 \cdot \frac{\sqrt{30} \text{ N/mm}^2}{500 \text{ N/mm}^2} = 0,0008 \end{cases}$$

$$s_{w,max} = \frac{4,52 \text{ cm}^2}{0,0008 \cdot 100 \text{ cm}^2 \cdot \sin 90} = 56,50 \text{ cm}$$

Za $V_{Ed} = 751,82 \text{ kN} \leq 0,3 \cdot V_{Rd,max} = 982,02 \text{ kN}$ najveći raspon $s_{w,max}$ mora biti manji od $0,75 \cdot d = 0,75 \cdot 82,4 \text{ cm} = 61,8 \text{ cm}$

Odabran prvi razmak vilica $\phi 12/23,0 \text{ cm}$, $m=4$

5.3.4. Ležaj nad prvim osloncem desno i posljednjim osloncem lijevo

Maksimalna računaska poprečna sila na ležaju:

$$V_{Ed} = 598,72 \text{ kN}$$

Redukcija poprečne sile na osloncu zbog utjecaja širine oslonca $t = 40 \text{ cm}$

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

$$\Delta V_{Ed} = (1,35 \cdot 32,79 \text{ kN/m}' + 1,35 \cdot 6,07 \text{ kN/m}') \cdot \left(\frac{0,40}{2} \text{ m} + 0,824 \text{ m} \right) = 53,72 \text{ kN}$$

Reducirana računaska poprečna sila na ležaju:

$$V_{Ed,red} = V_{Ed} - \Delta V_{Ed} = 598,72 \text{ kN} - 53,72 \text{ kN} = 545,00 \text{ kN}$$

Nosivost presjeka na poprečne sile bez poprečne armature:

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot \sqrt[3]{(100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})} + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b \cdot d$$

$$V_{Rd,c} \geq V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b \cdot d$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200 \text{ mm}}{824 \text{ mm}}} = 1,49 \leq 2,0$$

$$k_1 = 0,15$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = 0 \text{ N/mm}^2 \leq 0,2 \cdot f_{cd} = 0,2 \cdot 17 \text{ N/mm}^2 = 3,4 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0,035 \cdot 1,49^{3/2} \cdot (30 \text{ N/mm}^2)^{1/2} = 0,349 \text{ N/mm}^2$$

Za određivanje koeficijenta armiranja uzdužnom armaturom na 1. i 5. osloncu pretpostavljamo da se barem polovica armature gornje zone s prvog i četvrtog ležaja sidri u polju tj. barem $2 \phi 28$ ($A_{s,prov} = 12,32 \text{ cm}^2$)

$$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b \cdot d} = \frac{12,32 \text{ cm}^2}{100 \text{ cm} \cdot 82,4 \text{ cm}} = 0,0015 \leq 0,02$$

$$V_{Rd,c} = \left[0,12 \cdot 1,49 \cdot \sqrt[3]{(100 \cdot 0,0015 \cdot 30 \text{ N/mm}^2)} + 0,15 \cdot 0 \right] \cdot 1000 \text{ mm} \cdot 824 \text{ mm}$$

$$V_{Rd,c} = 243,23 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c,min} = (0,349 \text{ N/mm}^2 + 0,15 \cdot 0) \cdot 1000 \cdot 824 = 287,58 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} < V_{Rd,c,min}$$

Proračunska vrijednost najveće poprečne sile

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_d \cdot \frac{1}{\cot \theta + \tan \theta}$$

$\alpha_{cw} = 1,0$ za elemente bez uzdužne tlačne sile

$$z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 82,4 \text{ cm} = 74,16 \text{ cm}$$

$$v_1 = 0,6 \cdot \left[1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,6 \cdot \left[1 - \frac{30}{250} \right] = 0,528$$

$$\theta = 39,8^\circ$$

$$V_{Rd,max} = 1,0 \cdot 1000 \text{ mm} \cdot 741,6 \text{ mm} \cdot 0,528 \cdot 17,0 \text{ N/mm}^2 \cdot \frac{1}{\cot 39,8^\circ + \tan 39,8^\circ}$$

$$V_{Rd,max} = 3273621,7 \text{ N} = 3273,62 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} < V_{Ed,Red} < V_{Rd,max}$$

$$287,58 \text{ kN} < 545,00 \text{ kN} < 3273,62 \text{ kN}$$

Pretpostavljaju se dvorezne vilice ($m = 2$), $\Phi = 12 \rightarrow A_{sw} = 2,26 \text{ cm}^2$

Proračunska granica popuštanja vilica:

$$f_{ywd} = \frac{f_{ywk}}{\gamma_s} = \frac{500 \text{ N/mm}^2}{1,15} = 434,78 \text{ N/mm}^2 = 43,478 \text{ kN/cm}^2$$

Potreban razmak vilica:

$$s_1 = \frac{A_{sw}}{V_{Ed}} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta$$

$$s_1 = \frac{2,26 \text{ cm}^2}{545,00 \text{ kN}} \cdot 74,16 \text{ cm} \cdot 43,478 \text{ kN/cm}^2 \cdot \cot 39,8^\circ = 16,14 \text{ cm}$$

Minimalna poprečna armatura definirana je maksimalnim razmakom vilica:

$$s_{w,max} = \frac{A_{sw}}{\rho_{w,min} \cdot b_w \cdot \sin \alpha}$$

$$\rho_{w,min} = \min \begin{cases} \rho_{w,min} = 0,15 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yd}} = 0,15 \cdot \frac{2,9 \text{ N/mm}^2}{434,78 \text{ N/mm}^2} = 0,001 \\ \rho_{w,min} = 0,08 \cdot \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} = 0,08 \cdot \frac{\sqrt{30} \text{ N/mm}^2}{500 \text{ N/mm}^2} = 0,0008 \end{cases}$$

$$s_{w,max} = \frac{2,26 \text{ cm}^2}{0,0008 \cdot 100 \text{ cm}^2 \cdot \sin 90} = 28,25 \text{ cm}$$

Za $V_{Ed} = 545,00 \text{ kN} \leq 0,3 \cdot V_{Rd,max} = 982,02 \text{ kN}$ najveći raspon $s_{w,max}$ mora biti manji od $0,75 \cdot d = 0,75 \cdot 82,4 \text{ cm} = 61,8 \text{ cm}$

Odabran prvi razmak vilica $\phi 12/15,0 \text{ cm}$, $m=2$

5.4. Dimenzioniranje konzole

Maksimalni računski moment savijanja:

$$M_{Ed} = 34,35 \text{ kNm}$$

Zaštitni sloj betona:

$$c_{nom} = 5,0 \text{ cm}$$

Visina presjeka:

$$h = 45,0 \text{ cm}$$

Statička visina presjeka:

Pretpostavka: glavna armatura $\phi 12$ i vilica $\phi 12$

$$d = h - c_{nom} - \varphi_v - \varphi/2$$

$$d = 45,0 \text{ cm} - 5,0 \text{ cm} - 1,2 \text{ cm} - 1,2/2 \text{ cm} = 38,2 \text{ cm}$$

Srednja širina:

$$b_w = 100,0 \text{ cm}$$

Bezdimenzijski koeficijent momenta savijanja:

$$\mu_{sd} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{3435 \text{ kNcm}}{100,0 \text{ cm} \cdot (38,2 \text{ cm})^2 \cdot 1,7 \text{ kN/cm}^2} = 0,0138$$

Iz tablice za dimenzioniranje AB.elemenata:

$$\text{za } \mu_{sd} = 0,016 \quad \text{očitano} \quad \zeta = 0,985$$

Potrebna površina armature u polju:

$$A_{s,req} = \frac{M_{Ed,red}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{3435 \text{ kNcm}}{0,985 \cdot 38,2 \text{ cm} \cdot 43,478 \text{ kN/cm}^2} = 2,10 \text{ cm}^2$$

ODABRANO: 6 ϕ 12 ($A_{s,prov} = 6,79 \text{ cm}^2$)

Minimalna dopuštena armatura:

$$A_{s,min} = \max \left\{ \begin{array}{l} A_{s,min} = 0,26 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \\ A_{s,min} = 0,0013 \cdot b \cdot d \end{array} \right.$$

$$A_{s,min} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,26 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 38,2 \text{ cm} \cdot \frac{2,9 \text{ N/mm}^2}{500 \text{ N/mm}^2} = 5,76 \text{ cm}^2 \\ 0,0013 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 38,2 \text{ cm} = 4,97 \text{ cm}^2 \end{array} \right.$$

$$A_{s,min} = 4,97 \text{ cm}^2$$

Maksimalna dopuštena armatura:

$$A_{s,max} = \min \left\{ \begin{array}{l} A_{s,max} = 0,022 \cdot b \cdot d \\ A_{s,max} = 0,365 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \end{array} \right.$$

$$A_{s,max} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,022 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 38,2 \text{ cm} = 84,04 \text{ cm}^2 \\ 0,365 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 38,2 \text{ cm} \cdot \frac{17,0 \text{ N/mm}^2}{434,78 \text{ N/mm}^2} = 54,52 \text{ cm}^2 \end{array} \right.$$

$$A_{s,max} = 54,52 \text{ cm}^2$$

Zaključak: Odabrana armatura zadovoljava uvjet

$$A_{s,min} = 4,97 \text{ cm}^2 < A_{s,prov} = 6,79 \text{ cm}^2 < A_{s,max} = 54,52 \text{ cm}^2$$

6. ZAKLJUČAK

Izvedbom prometnica javljaju se prepreke koje je potrebno prijeći neovisno o njihovoj lokaciji i prirodi. Projektnim zadatkom bilo je potrebno izraditi statički proračun mosta koji bi omogućio prelazak prometnice iznad druge prometnice, odnosno autoceste. Kako se ne bi ugrozila sigurnost prometovanja autocestom, predložen je kontinuirani pločasti most preko četiri polja od koja dva unutarnja polja imaju duljinu 19 metara. Prilikom projektiranja cilj je bio odrediti duljinu vanjskih polja a da pritom vrijednosti reznih sila u svim poljima budu jednake.

Analizom se ispostavilo da za vrijednosti duljine vanjskih polja od 15,3 metara razlika u momentima između unutarnjih i vanjskih polja iznosi 1,83 kNm što je zanemarivo.

Teorijski je moguće odrediti duljinu vanjskih polja gdje neće doći do razlike između vrijednosti momenata u unutarnjim i vanjskim poljima, no tada je potrebno duljinu polja gledati u manjem mjerilu. Za takav tip konstrukcije u konstruktivnom smislu takvo mjerilo nije uobičajeno te bi ono stvaralo poteškoće prilikom izvedbe. Unatoč tome što se proračunom nisu uzela sva opterećenja koja djeluju na most, već samo opterećenje vlastite težine i prometno opterećenje, u stvarnim uvjetima za ovakve raspone moguće je očekivati i veća odstupanja.

Prilikom projektiranja mostova koji su tipskog oblika te imaju namjenu premošćivanja prometnice preko druge prometnice, nastoji se takve mostove izvoditi što jednostavnijim i ekonomičnijim a da pritom zadovoljavaju stanja nosivosti i uporabljivosti. Samim time ne obraća se tolika pažnja na usklađivanje presječnih sila unutar polja već se određuju rasponi koji će biti prihvatljiviji i ekonomičniji.

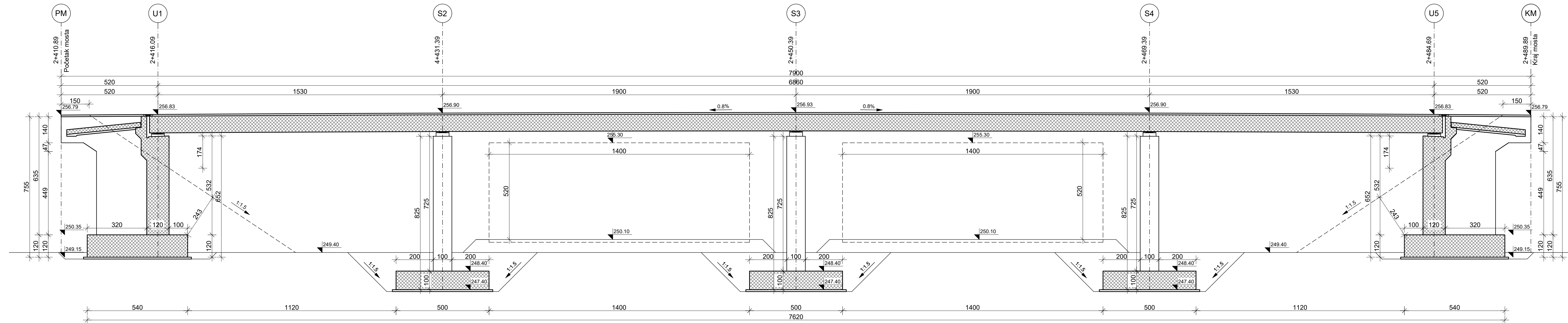
7. LITERATURA

- [1] J. Radić, A. Mandić i G. Puž, KONSTRUIRANJE MOSTOVA, Zagreb: HRVATSKA SVEUČILIŠNA NAKNADA, SVEUČILIŠTE U ZAGREBU-GRAĐEVINSKI FAKULTET, 2005.
- [2] Z. Sorić i T. Kišiček, BETONSKE KONSTRUKCIJE 1, Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, 2014.

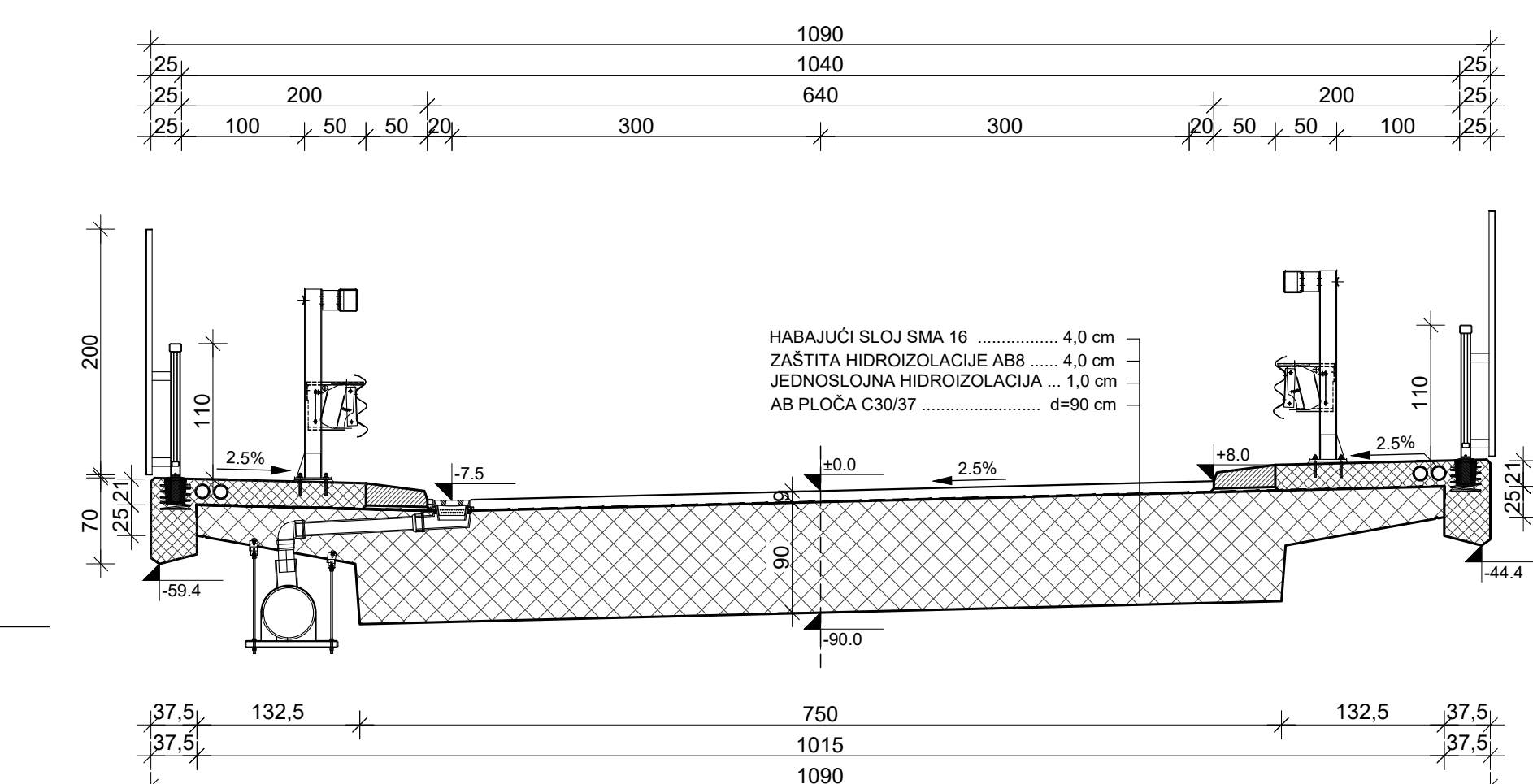
8. PRILOZI

NACRT	MJERILO	LIST
Uzdužni presjek mosta	1:100	1
Karakteristični poprečni presjek mosta	1:50	1
Tlocrt mosta donji ustroj – gornji ustroj	1:100	2
Poprečni presjek nad stupom s2	1:50	2
Pogled na most	1:200	3
Shema ležajeva	1:200	3
Detalj hodnika	1:50	4
Tlocrt upornjaka	1:50	5
Uzdužni presjek kroz desni upornjak	1:50	6
Pogled na desni upornjak s prednje strane	1:50	7
Pogled na desni upornjak sa stražnje strane	1:50	8
Presjek kroz rasponsku konstrukciju na poziciji svih polja, prikaz armature	1:50	9
Presjek kroz rasponsku konstrukciju na poziciji oslonaca 2-3-4 , prikaz armature	1:50	10
Presjek kroz rasponsku konstrukciju na poziciji oslonaca 1 i 5 , prikaz armature	1:50	11

UZDUŽNI PRESJEK MOSTA
MJ 1:100

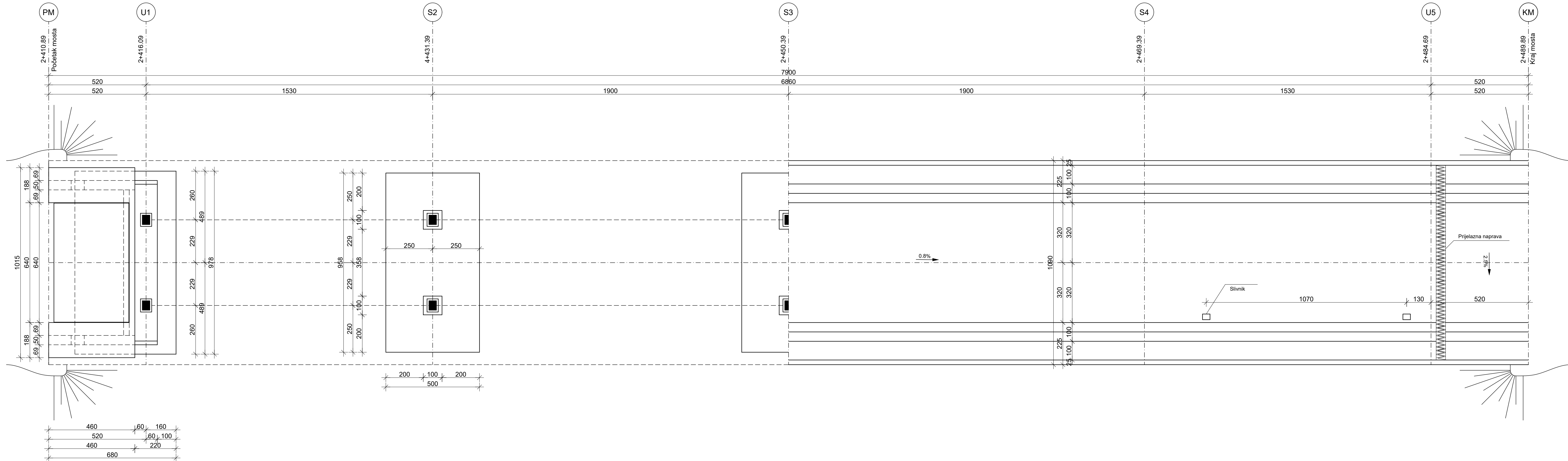


KARAKTERISTIČNI PRESJEK MOSTA
MJ 1:50

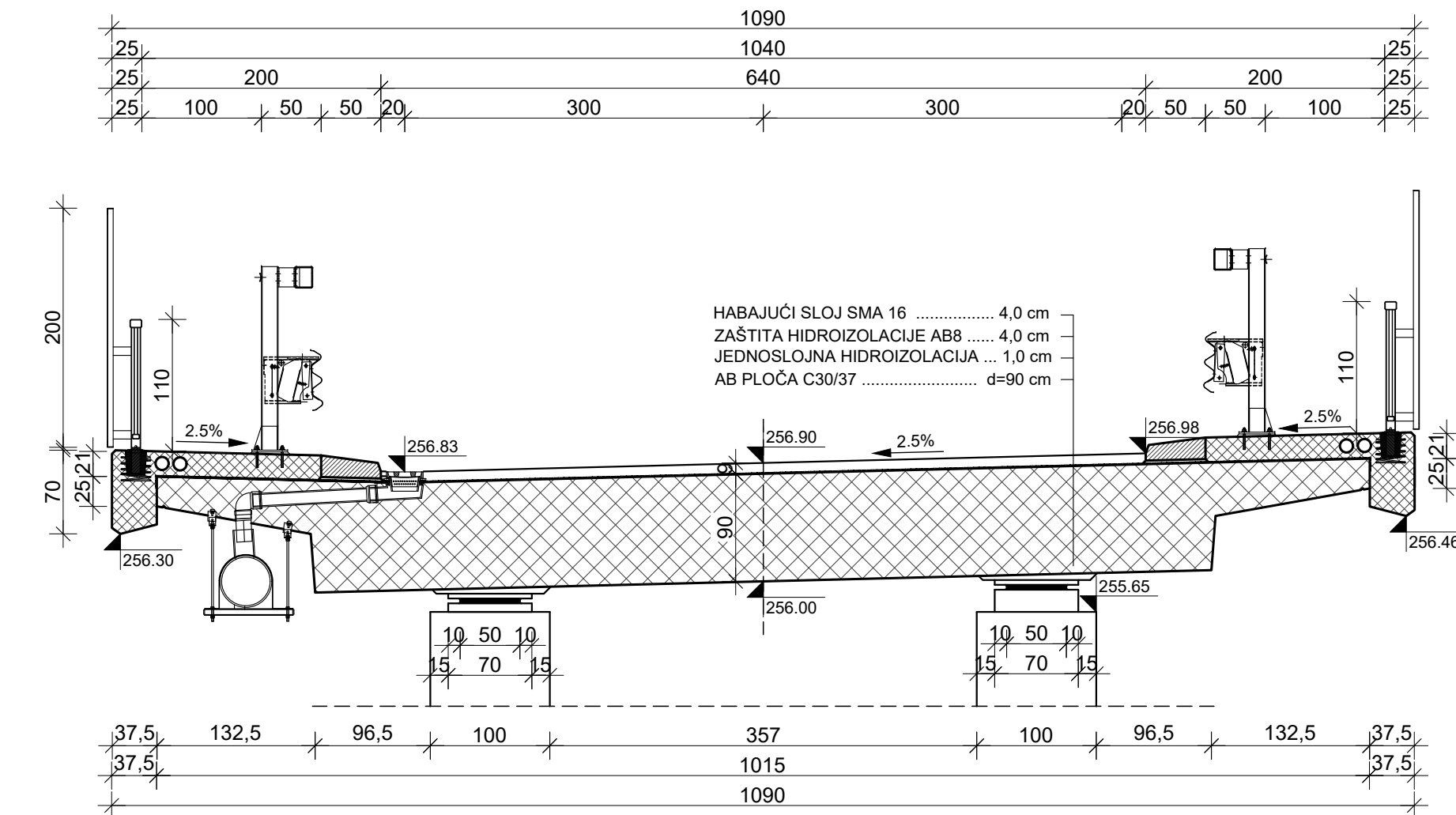


GF	GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTE U RIJECI		
Završni rad OBLIKOVANJE I PRORAČUN CESTOVNOG PLOČASTOG MOSTA	Sadržaj nacrt: UZDUŽNI PRESJEK MOSTA, KARAKTERISTIČNI PRESJEK MOSTA		
Student: Antonio Bakran	Kolegij: MOSTOVI		
Mentor: izv. prof. dr. sc. Ivana Štímac Granić	Datum: IX 2019.	Mjerilo: 1:100, 1:50	List: 1

TLOCRT MOSTA
DONJI USTROJ-GORNJI USTROJ
MJ 1:100



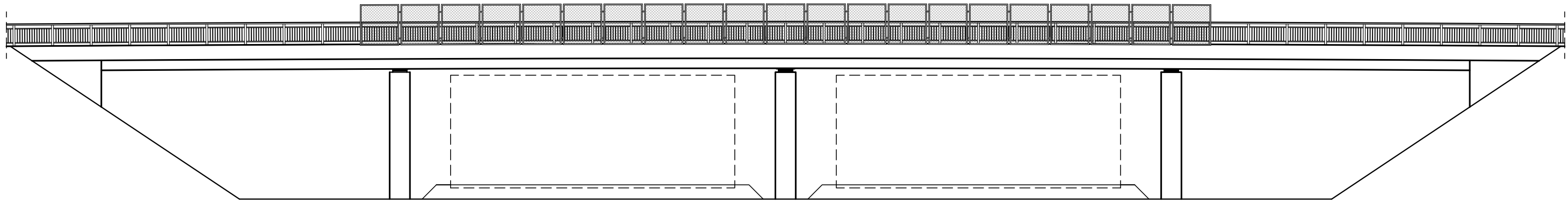
POPREČNI PRESJEK NAD STUPOM S2
MJ 1:50



GF	GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTE U RIJECI		
Završni rad	OBLIKOVANJE I PRORAČUN CESTOVNOG PLOČASTOG MOSTA		Sadržaj nacrtu: TLOCRT MOSTA DONJI USTROJ - GORNJI USTROJ, POPREČNI PRESJEK NAD STUPOM S2
Student:	Antonio Bakran		Kolegij: MOSTOVI
Mentor:	izv. prof. dr. sc. Ivana Štimac Granić	Datum: IX 2019.	Mjerilo: 1:100, 1:50
			List: 2

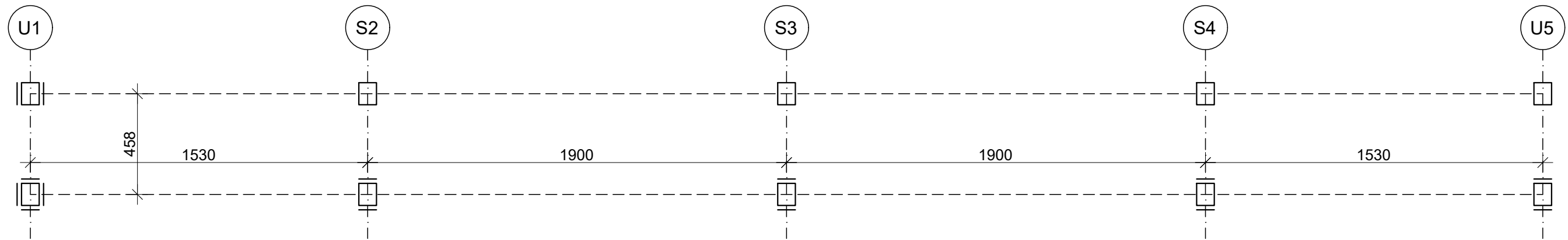
POGLED NA MOST

MJ 1:200



SHEMA LEŽAJEVA

MJ 1:200

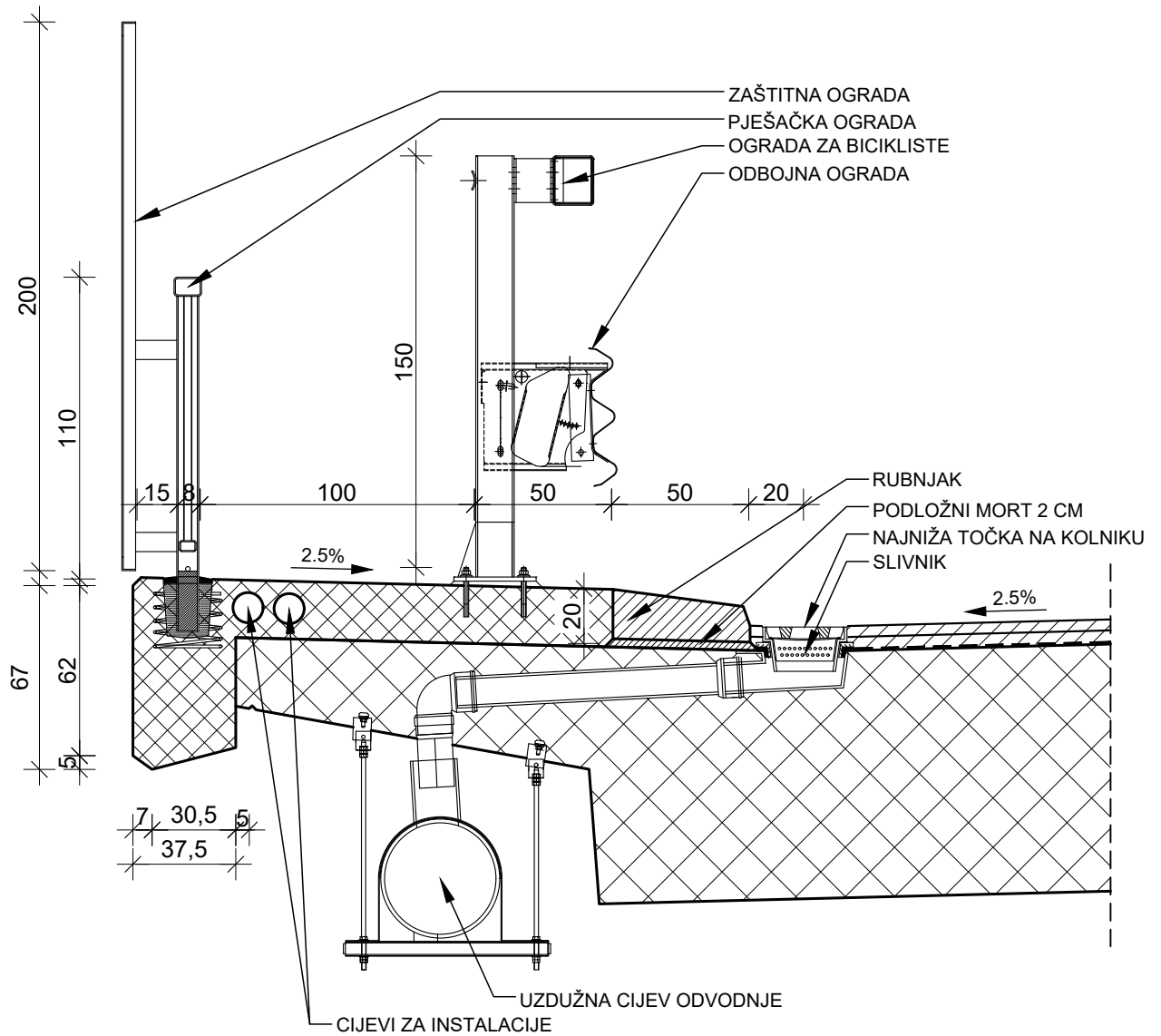


SIMBOL	TIP LEŽAJA	VRSTA LEŽAJA	VRSTA POMAKA			
			OPĆENITO	SMJER X	SMJER Y	SMJER Z
		Elastomerni ležaj (EL)	Dvoosno pomičan	Deformabilni	Deformabilni	
	Deformabilni ležaj	EL s konstrukcijom za spiječavanje pomaka u jednom smjeru	Jednoosno pomičan	Deformabilni	Nepomičan	Približno nepomičan
		EL s konstrukcijom za spiječavanje pomaka u oba smjeru	Nepomičan	Nepomičan	Nepomičan	

GF GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTE U RIJECI			
Završni rad OBLIKOVANJE I PRORAČUN CESTOVNOG PLOČASTOG MOSTA		Sadržaj nacrtu: POGLED NA MOST, SHEMA LEŽAJEVA	
Student: Antonio Bakran		Kolegij: MOSTOVI	
Mentor: izv. prof. dr. sc. Ivana Štimac Granić	Datum: IX 2019.	Mjerilo: 1:200	List: 3

DETALJ HODNIKA

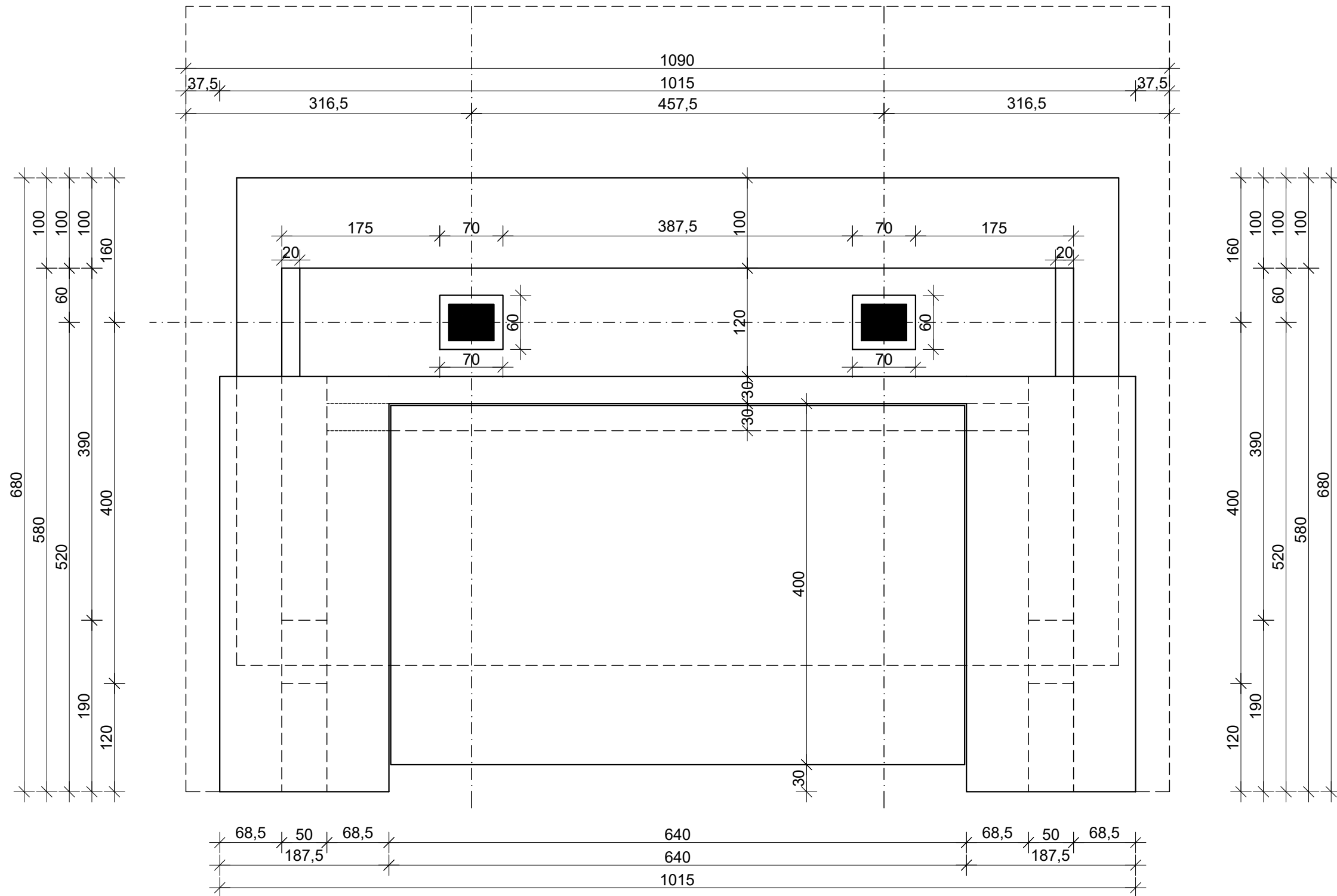
MJ 1:50



GF	GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTE U RIJECI		
Završni rad OBLIKOVANJE I PRORAČUN CESTOVNOG PLOČASTOG MOSTA	Sadržaj nacрта: DETALJ HODNIKA		
Student: Antonio Bakran	Kolegij: MOSTOVI		
Mentor: izv. prof. dr. sc. Ivana Štimac Granić	Datum: IX 2019.	Mjerilo: 1:50	List: 4

TLOCRT UPORNJAKA

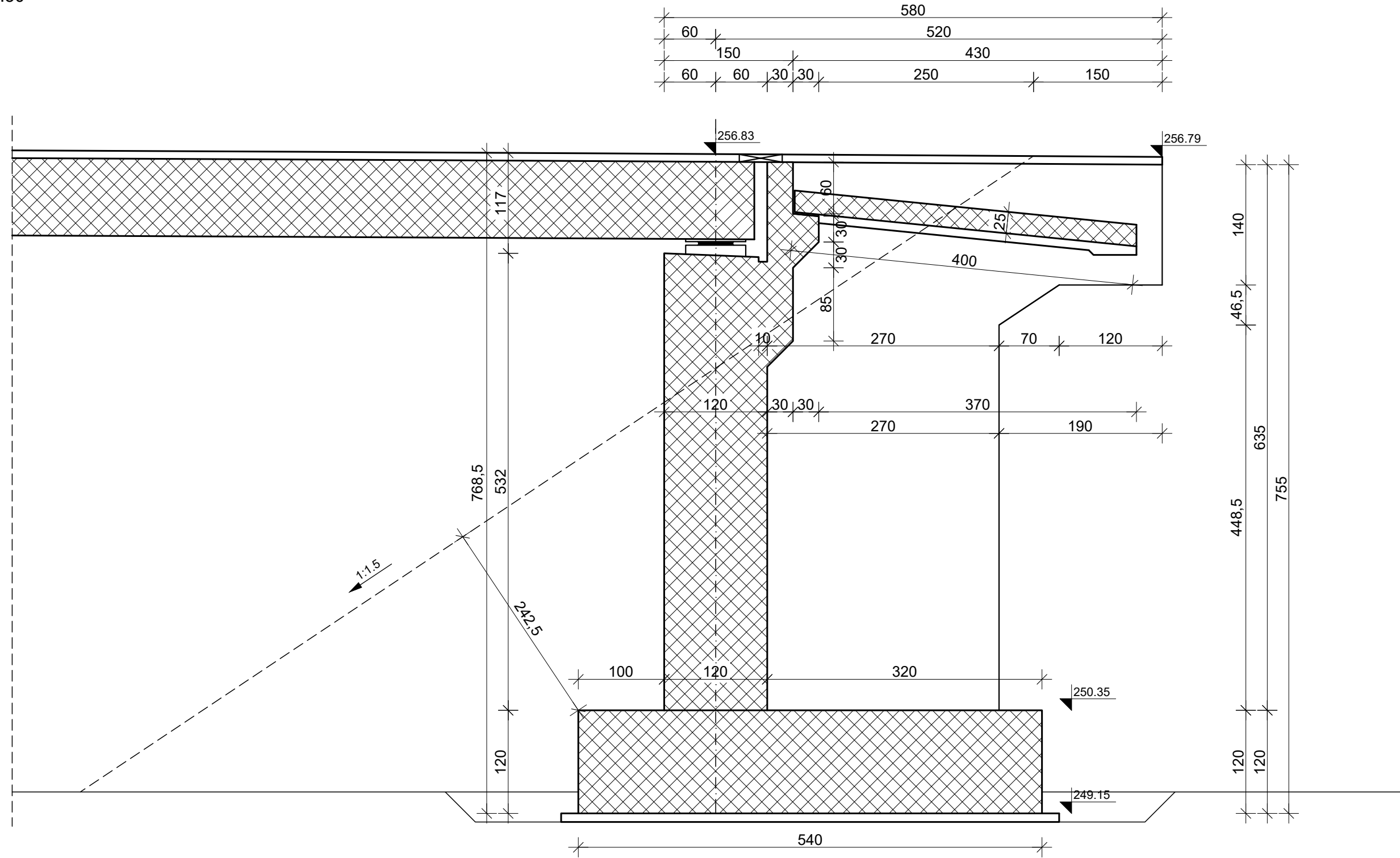
MJ 1:50



GF		GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTE U RIJECI	
Završni rad OBLIKOVANJE I PRORAČUN CESTOVNOG PLOČASTOG MOSTA		Sadržaj nacрта: TLOCRT UPORNJAKA	
Student: Antonio Bakran		Kolegij: MOSTOVI	
Mentor: izv. prof. dr. sc. Ivana Štimac Granić	Datum: IX 2019.	Mjerilo: 1:50	List: 5

UZDUŽNI PRESJEK KROZ DESNI UPORNJAK

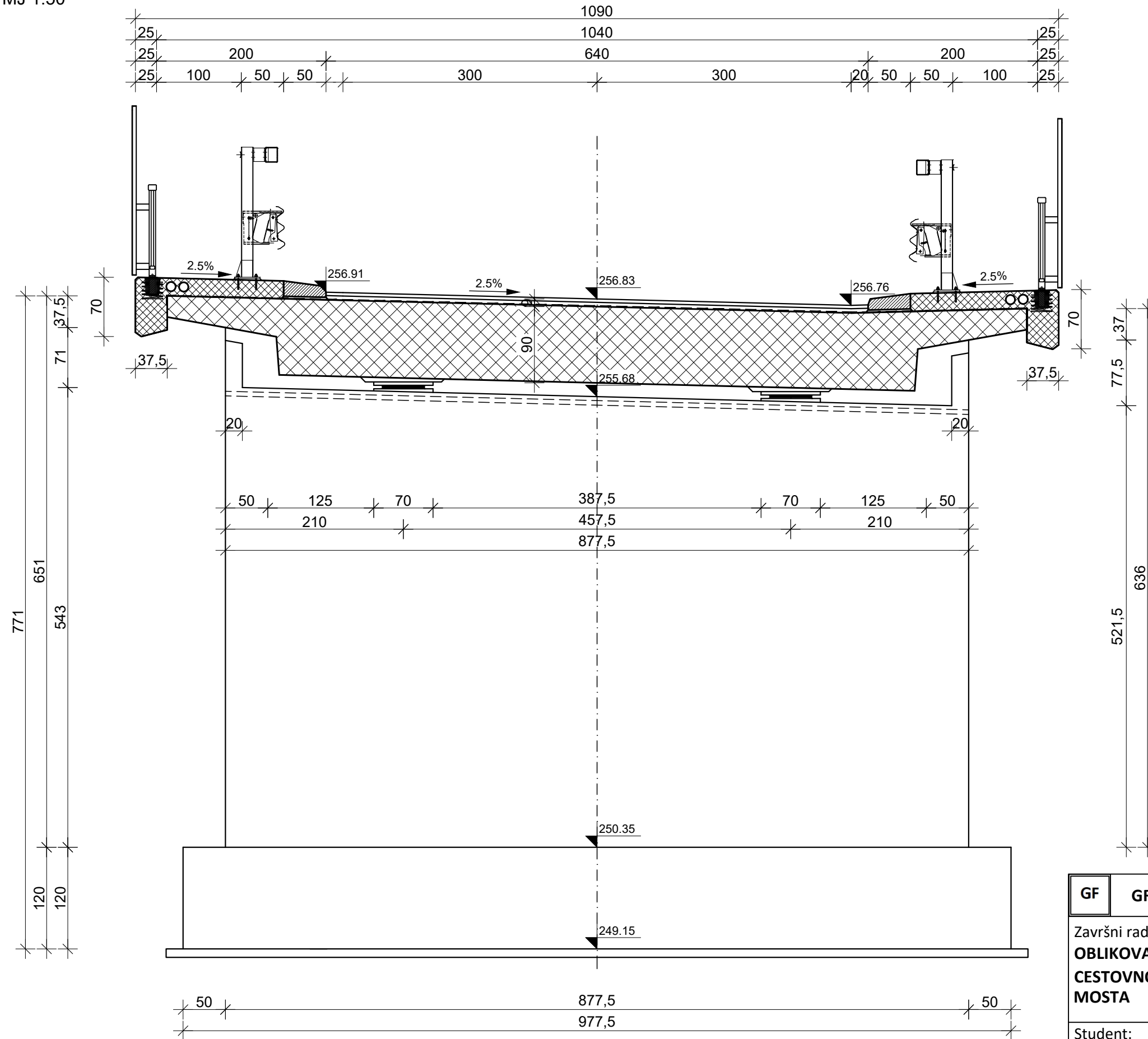
MJ 1:50



GF GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTE U RIJECI			
Završni rad OBLIKOVANJE I PRORAČUN CESTOVNOG PLOČASTOG MOSTA		Sadržaj nacрта: UZDUŽNI PRESJEK KROZ DESNI UPORNJAK	
Student: Antonio Bakran		Kolegij: MOSTOVI	
Mentor: izv. prof. dr. sc. Ivana Štimac Granić	Datum: IX 2019.	Mjerilo: 1:50	List: 6

POGLED NA DESNI UPORNJAK S PREDNJE STRANE

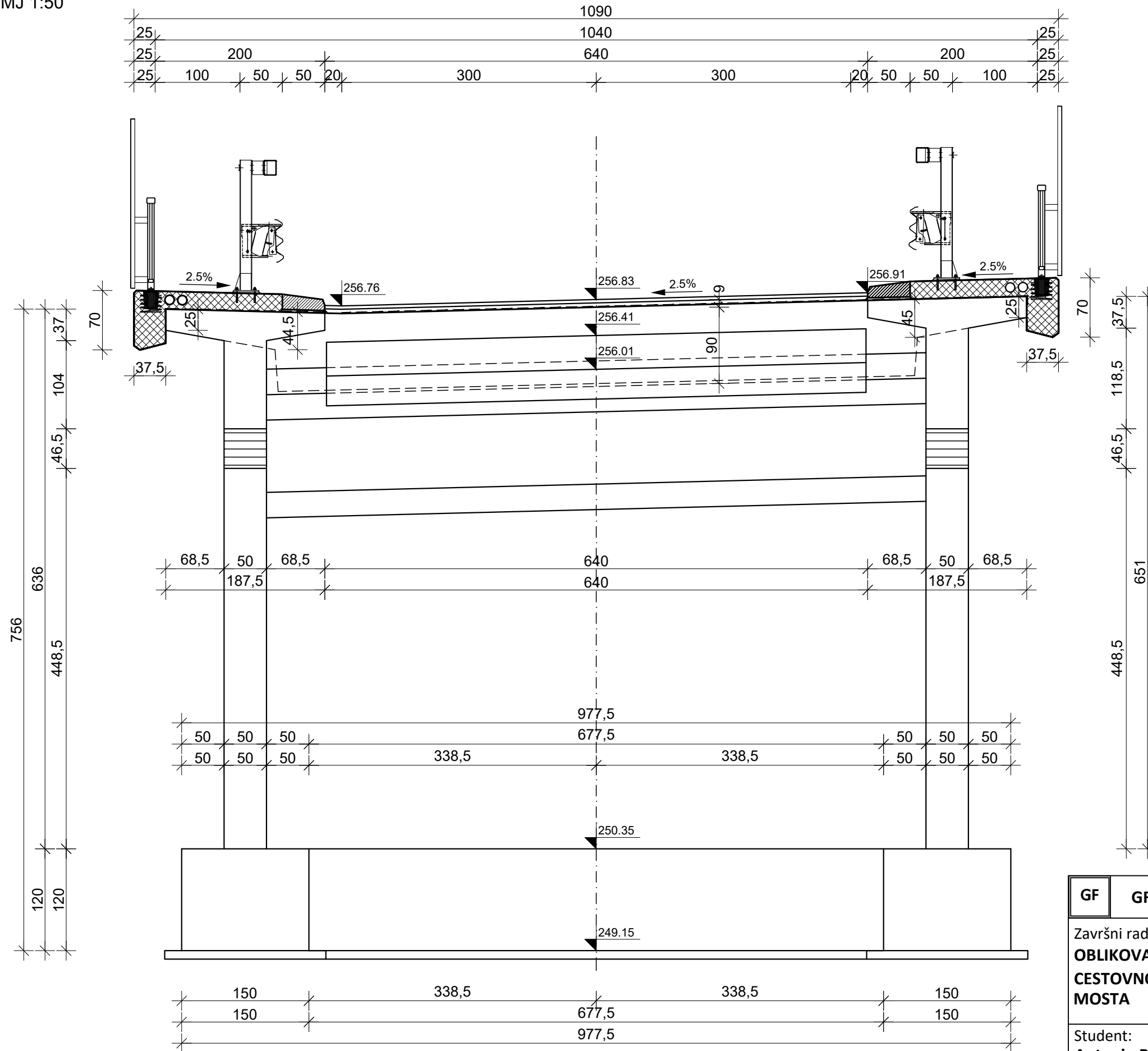
MJ 1:50



GF GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTE U RIJECI			
Završni rad OBLIKOVANJE I PRORAČUN CESTOVNOG PLOČASTOG MOSTA		Sadržaj nacrt: POGLED NA DESNI UPORNJAK S PREDNJE STRANE	
Student: Antonio Bakran		Kolegij: MOSTOVI	
Mentor: izv. prof. dr. sc. Ivana Štimac Granić	Datum: IX 2019.	Mjerilo: 1:50	List: 7

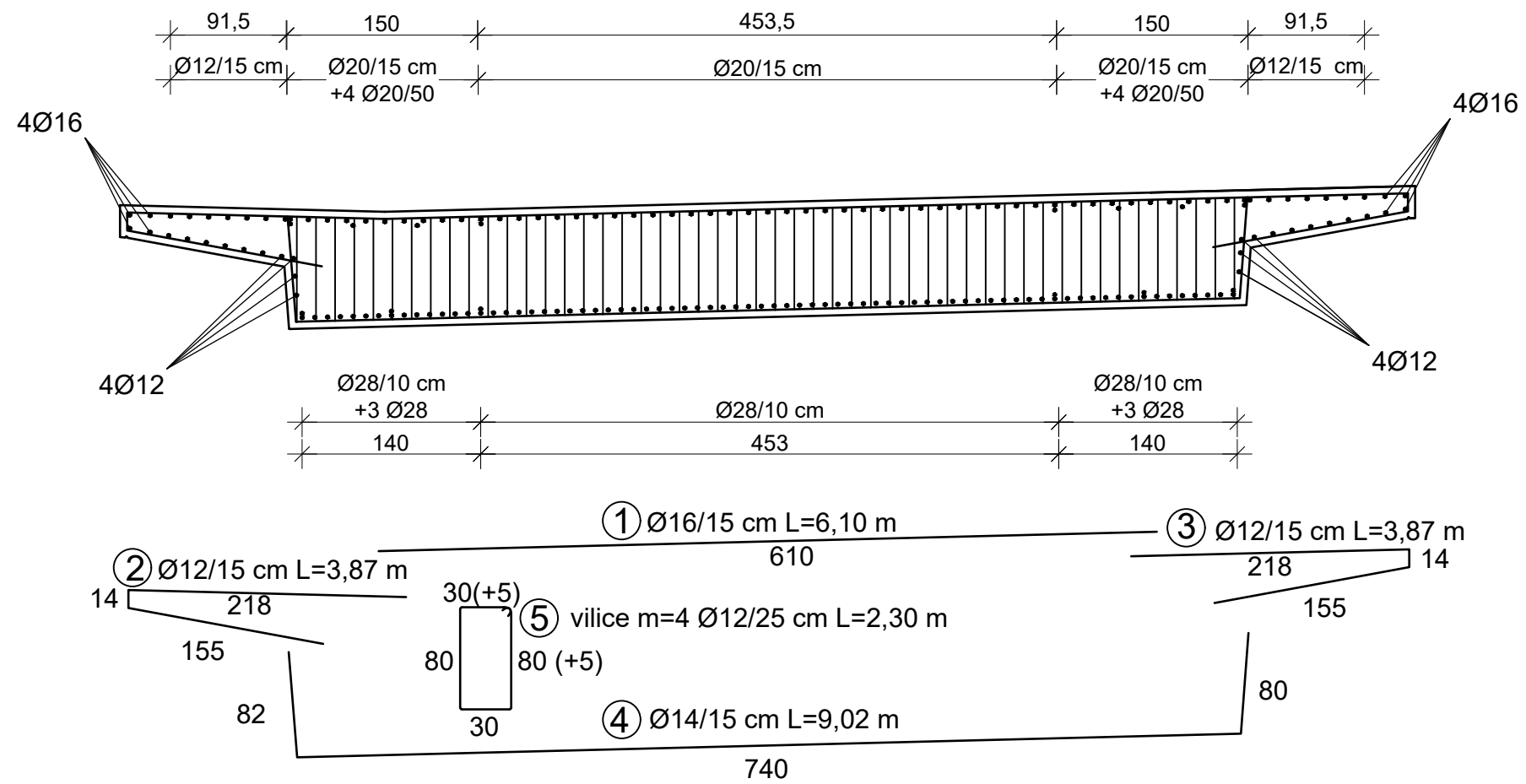
POGLED NA DESNI UPORNJAK SA STRAŽNJE STRANE

MJ 1:50



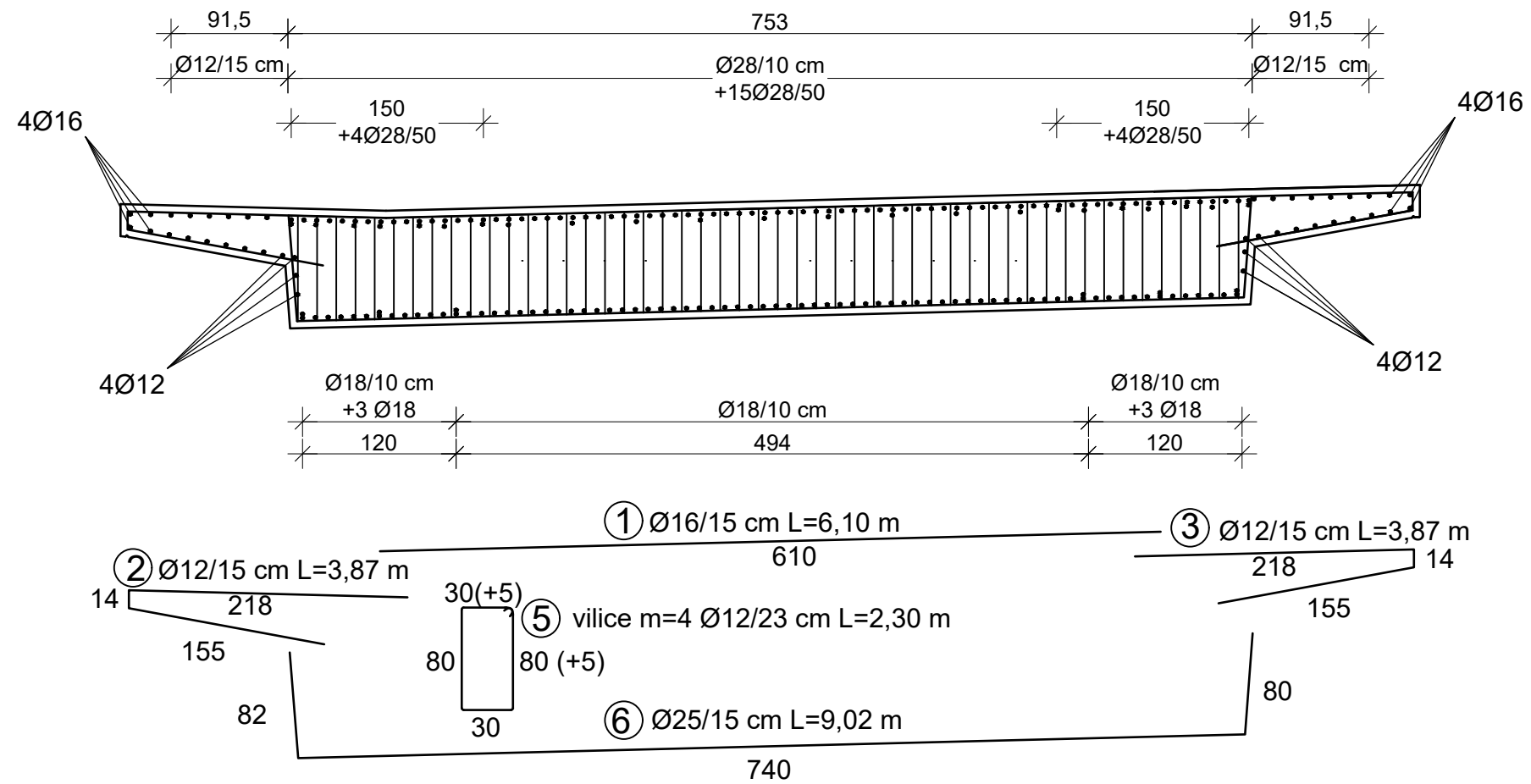
GF GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTE U RIJECI			
Završni rad OBLIKOVANJE I PRORAČUN CESTOVNOG PLOČASTOG MOSTA		Sadržaj nacrti: POGLED NA DESNI UPORNJAK SA STRAŽNJE STRANE	
Student: Antonio Bakran		Kolegij: MOSTOVI	
Mentor: izv. prof. dr. sc. Ivana Štimac Granić	Datum: IX 2019.	Mjerilo: 1:50	List: 8

PRESJEK KROZ RASPONSKU KONSTRUKCIJU NA POZICIJI SVIH POLJA
 PRIKAZ ARMATURE
 MJ 1:50



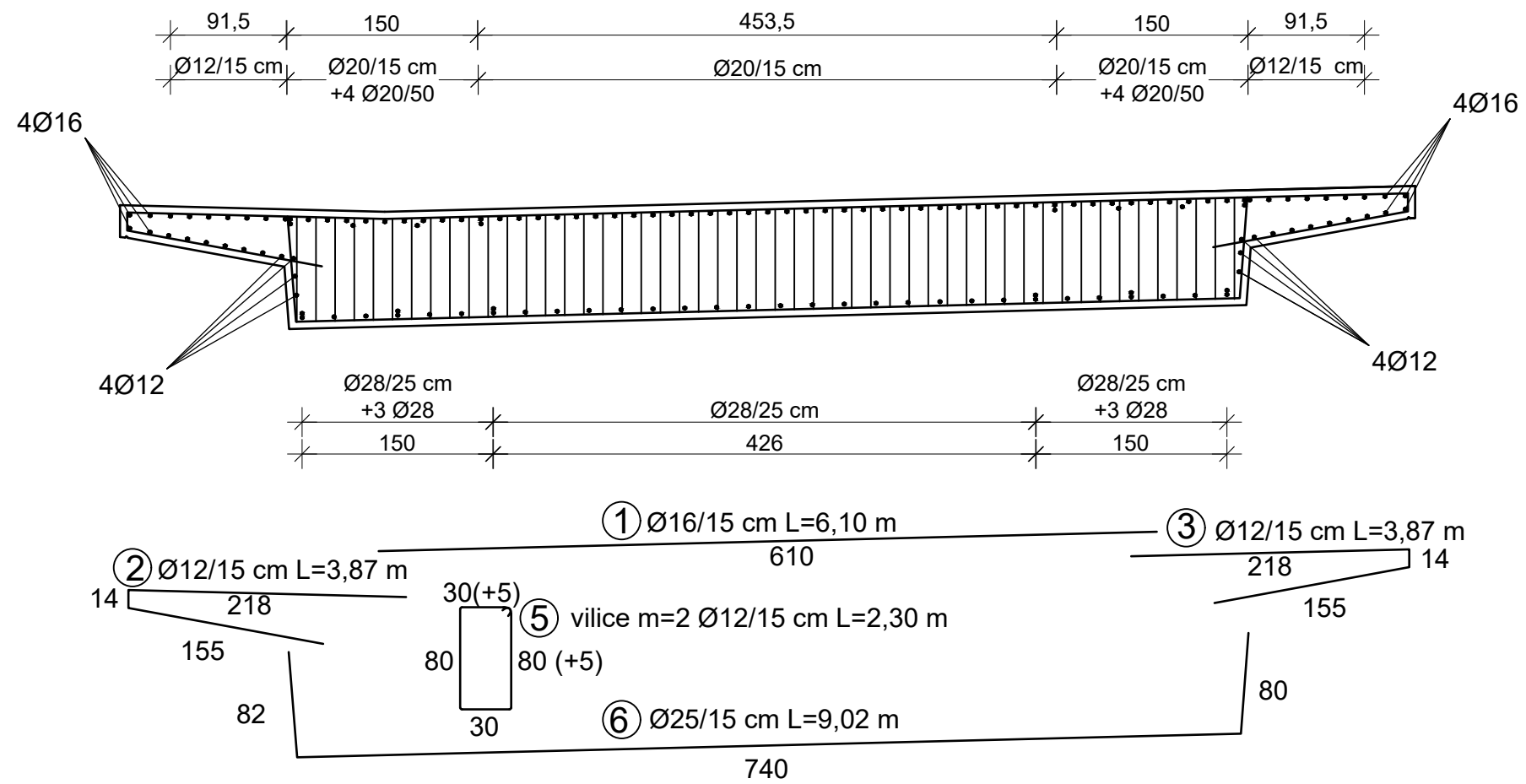
GF	GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTE U RIJECI		
Završni rad OBLIKOVANJE I PRORAČUN CESTOVNOG PLOČASTOG MOSTA	Sadržaj nacрта: PRESJEK KROZ RASPONSKU KONSTRUKCIJU NA POZICIJI SVIH POLJA PRIKAZ ARMATURE		
Student: Antonio Bakran	Kolegij: MOSTOVI		
Mentor: izv. prof. dr. sc. Ivana Štimac Granić	Datum: IX 2019.	Mjerilo: 1:50	List: 9

PRESJEK KROZ RASPONSKU KONSTRUKCIJU NA POZICIJI OSLONACA 2-3-4
 PRIKAZ ARMATURE
 MJ 1:50



GF	GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTE U RIJECI		
Završni rad OBLIKOVANJE I PRORAČUN CESTOVNOG PLOČASTOG MOSTA	Sadržaj nacрта: PRESJEK KROZ RASPONSKU KONSTRUKCIJU NA POZICIJI OSLONACA 2-3-4 PRIKAZ ARMATURE		
Student: Antonio Bakran	Kolegij: MOSTOVI		
Mentor: izv. prof. dr. sc. Ivana Štimac Granić	Datum: IX 2019.	Mjerilo: 1:50	List: 10

PRESJEK KROZ RASPONSKU KONSTRUKCIJU NA POZICIJI OSLONACA 1 I 5
 PRIKAZ ARMATURE
 MJ 1:50



GF	GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTE U RIJECI		
Završni rad OBLIKOVANJE I PRORAČUN CESTOVNOG PLOČASTOG MOSTA	Sadržaj nacрта: PRESJEK KROZ RASPONSKU KONSTRUKCIJU NA POZICIJI OSLONACA 1 I 5 PRIKAZ ARMATURE		
Student: Antonio Bakran	Kolegij: MOSTOVI		
Mentor: izv. prof. dr. sc. Ivana Štimac Granić	Datum: IX 2019.	Mjerilo: 1:50	List: 11