

**VIŠJA STROKOVNA ŠOLA ACADEMIA
MARIBOR**

DIPLOMSKO DELO

**REKONSTRUKCIJA MOSTU PREKO RADELJSKEGA
POTOKA**

Kandidat: Luka Hrženjak

Študent izrednega študija

Številka indeksa: 11190060059

Program: Gradbeništvo

Mentor v podjetju: Tina Bauer, univ. dipl. gosp. ing.

Mentor: Bojan Dapčevič, univ. dipl. ing. gradb.

Maribor, 2015

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani LUKA HRŽENJAK, z vpisno št. 11190060059, sem avtor diplomskega dela z naslovom REKONSTRUKCIJA MOSTU PREKO RADELJSKEGA POTOKA, ki sem ga napisal pod mentorstvom BOJANA DAPČEVIĆA, univ. dipl. ing. gradb.

S podpisom zagotavljam, da:

- je predložena projektna naloga izključno rezultat mojega dela,
- sem poskrbel, da so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženi nalogi, navedena oz. citirana skladno s pravili Višje strokovne šole Academia,
- se zavedam, da je plagiatorstvo – predstavljanje tujih del oz. misli, kot lastne – kaznivo po Zakonu o avtorskih in sorodnih pravicah (Ur. L. RS 16/07 – uradno prečiščeno besedilo, 68/08, 110/2013) ; (v nadaljevanju ZAPS), prekršek pa podleže tudi ukrepom Višje strokovne šole Academia skladno z njenimi pravili,
- skladno z 32.a členom ZAPS dovoljujem Višji strokovni šoli Academia objavo diplomske naloge na spletnem portalu šole.

Radlje ob Dravi, julij 2015

Podpis študenta:

ZAHVALA

Za pomoč pri pisanju naloge se zahvaljujem mentorju Bojanu Dapčeviću, univ. dipl. ing. gradb. za izjemno spodbudo pa se zahvaljujem vodstvu šole ACADEIMA, lektorju za dobro opravljeno delo, svoji družini in podjetju Bauer Bernard, s. p., za omogočanje dostopa do podatkov in pomoč pri izdelavi diplomske naloge.

POVZETEK

V diplomskem delu predstavljam projekt »REKONSTRUKCIJA MOSTU ČEZ RADELJSKI POTOK« in njegovo izvedbo.

Diplomsko delo je razdeljeno na dva dela. V prvem je predstavljen PZI (projekt za izvedbo), s slikami, kopijami, izračuni in vsem, kar spada k projektu. V drugem delu pa je predstavljena izvedba projekta, branje projekta ter težave, s katerimi smo se soočali pri gradnji, s fotografijami med gradnjo, vključno s prevzemom objekta in stanjem objekta po petih letih.

Ključne besede: Rekonstrukcija, projekt, most

SUMMARY

Reconstruction of the bridge over Radeljski creek

In my thesis I present the project "Reconstruction of the bridge over Radeljski creek" and its execution. The thesis is divided in two parts. The first is presented PFE (project for execution), with photographs, copies, calculations and all that belongs to the project. The second part presents the execution of the project, reading the project and the difficulties which we have faced in the construction, with photographs of the building, including the acquisition of the object and the state of the object after five years.

Keywords: reconstruction, project, bridge

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	9
1.1	OPREDELITEV OBRAVNAVANE ZADEVE	9
1.2	NAMEN, CILJI IN OSNOVNE TRDITVE DIPLOMSKEGA DELA	9
1.3	PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE.....	9
1.4	PREDVIDENE METODE RAZISKOVANJA.....	9
2	PREDSTAVITEV PROJEKTA ZA IZVEDBO.....	10
2.1	SPLOŠNO O MOSTOVIH	10
2.2	OPIS MOSTU.....	10
2.3	SPLOŠNI PODATKI O REKONSTRUKCIJI MOSTU »REŠ«	11
2.3.1	<i>Podlage za projektiranje</i>	<i>13</i>
2.3.2	<i>Geomehanski podatki</i>	<i>13</i>
2.3.3	<i>Hidrotehnični pogoji</i>	<i>13</i>
2.3.4	<i>Hidravlična presoja.....</i>	<i>14</i>
2.4	OPIS KONSTRUKCIJ OBJEKTA	16
2.4.1	<i>Temelji in krila</i>	<i>16</i>
2.4.2	<i>Podporna in prekladna konstrukcija.....</i>	<i>16</i>
2.4.3	<i>Prehodne plošče</i>	<i>18</i>
2.4.4	<i>Detalji in oprema</i>	<i>18</i>
2.4.5	<i>Hidroizolacija</i>	<i>19</i>
2.4.6	<i>Odvodnjavanje in kanalizacija objekta</i>	<i>19</i>
2.4.7	<i>Vozišče, hodniki, ograje</i>	<i>19</i>
2.4.8	<i>Brežine objekta.....</i>	<i>19</i>
2.4.9	<i>Komunalni vodi</i>	<i>19</i>
2.5	POGOJI ZA IZVEDBO ELEMENTOV OBJEKTA	19
2.5.1	<i>Gradbena jama.....</i>	<i>19</i>
2.5.2	<i>Temeljenje</i>	<i>20</i>
2.5.3	<i>Betoniranje in izolacija</i>	<i>20</i>
2.5.4	<i>Montažna konstrukcija</i>	<i>20</i>
2.5.5	<i>Zaščita pred korozijo.....</i>	<i>20</i>
2.5.6	<i>Ureditev vodotoka</i>	<i>20</i>
2.5.7	<i>Okolica objekta</i>	<i>21</i>
2.6	STATIČNI RAČUNI ELEMENTOV OBJEKTA	22
2.6.1	<i>Zasnova objekta</i>	<i>22</i>
2.6.2	<i>Stalni vplivi.....</i>	<i>22</i>
2.6.3	<i>Spremenljivi vplivi.....</i>	<i>23</i>

2.6.4	<i>Temperaturni vplivi</i>	26
2.6.5	<i>Rezultati</i>	27
2.6.6	<i>Dimenzioniranje konstrukcije</i>	28
2.6.7	<i>Armatura</i>	28
3	IZVEDBA PROJEKTA	29
3.1	UVEDBA IZVAJALCA V POSEL	29
3.2	ZAKOLIČBA OBJEKTA	31
3.3	RUŠENJE OPORNIKOV	34
3.4	NADOMESTNA BRV ČEZ POTOK	34
3.5	IZDELAVA IZKOPA ZA OPORNIKE	35
3.6	PREVZEM TEMELJNIH TAL	36
3.7	IZGRADNJA TEMELJA	40
3.8	IZGRADNJA OPORNIKOV TER KRIL	41
3.9	PREHODNA PLOŠČA	43
3.10	OBLOGA POTOKA S SKALOMETOM	43
3.11	PLOŠČA	47
3.12	HIDROIZOLACIJA	47
3.13	ROBNIKI MOSTU	48
3.14	HODNIKI	49
3.15	OGRAJA MOSTU	50
3.16	POVOZNE POVRŠINE	50
3.17	TEHNIČNI PREVZEM, PREGLED	51
3.18	OBJEKT PO PETIH LETIH IZVEDBE	51
4	TERMINSKI PLAN	53
5	FINANČNI PLAN	57
6	ZAKLJUČEK	60
7	UPORABLJENA LITELATURA IN VIRI	61
7.1	LITERATURA	61
7.2	DRUGI VIRI	61
7.3	INTERNETNI VIRI	61

KAZALO SLIK

SLIKA 1: OBSTOJEČE STANJE MOSTU.....	11
SLIKA 2: PREČNI PREREZ MOSTU.....	12
SLIKA 3: HIDRAVLIČNA PRESOJA MOSTU	15
SLIKA 4: DETALJ.....	17
SLIKA 5: REVIZIJSKI JAŠEK	18
SLIKA 6: VZDOLŽNI PREREZ Z VODOTOKOM	21
SLIKA 7: PROMETNA OBTEŽBA.....	24
SLIKA 8: UVEDBA IZVAJALCA V POSEL	30
SLIKA 9: TEHNIČNO POROČILO O ZAKOLIČENJU PROJEKTA	32
SLIKA 10: TEHNIČNO POROČILO O ZAKOLIČENJU PROJEKTA	33
SLIKA 11: PIKIRANJE OPORNIKOV	34
SLIKA 12: NADOMESTNA BRV ČEZ POTOK.....	35
SLIKA 13: ZAŠČITA GRADBENE JAME	36
SLIKA 14: IZDELAVA PUSTEGA BETONA	37
SLIKA 15: POROČILO GEOMEHANIKA, LIST 1.....	38
SLIKA 16: POROČILO GEOMEHANIKA LIST 2.....	39
SLIKA 17: ZVEZAN TEMELJ NA DELOVNEM PLATOJU NAD GRADBENO JAMO	40
SLIKA 18: IZDELAVA OPORNIKA TER KRIL	41
SLIKA 19: NOVI ARMATURNI NAČRT OPORNIKOV (ZELENA BARVA NOVE PALICE)	42
SLIKA 20: OPAŽ TER ARMATURA OPORNIKOV IN KRIL.....	43
SLIKA 21: PREČNI PREREZ SKALOMETA	45
SLIKA 22: PREČNI PREREZ SKALOMETA	46
SLIKA 23: SIMBOLIČNA SLIKA VARJENJE HIDROIZOLACIJE.....	47
SLIKA 24: GRANITNI ROBNIKI MOSTU	48
SLIKA 25: HODNIK MOSTU	49
SLIKA 26: OGRAJA MOSTU	50
SLIKA 27: STANJE OBJEKTA PO PETIH LETIH.....	52

KAZALO TABEL

TABELA 1: TERMINSKI PLAN	NAPAKA! ZAZNAMEK NI DEFINIRAN.
TABELA 2: FINANČNI PLAN	NAPAKA! ZAZNAMEK NI DEFINIRAN.

1 UVOD

Mostovi že od nekdaj povezujejo bregove rek, civilizacije, ljudi ... Brez njih si težko predstavljamo današnje življenje. So tudi strateško pomembni za logistiko in razvoj države, saj z njimi skrajšamo poti.

Že od objave razpisa, ki sem ga zasledil na portalu javnih naročil, sem bil prepričan, da je to projekt, ki si ga želim izvesti in se preizkusiti v gradnji mostov. Po oddani ponudbi smo projekt pridobili zaradi najnižje ponujene cene.

Pridobitev tega projekta je bila velika priložnosti in odgovornost.

Tako smo začeli graditi most, kar je bilo dokaj zahtevno zaradi bližine reke Drave in projektirana globina temeljev, ki je bila približno 1,5 m nižje od struge, ki jo je prečkal most.

Celoten potek, od branja projekta, soočanja s težavami do izvedbe, opisujem v diplomski nalogi.

1.1 Opredelitev obravnavane zadeve

V podjetju, kjer sem zaposlen, smo leta 2009 opravljali rekonstrukcijo mostu čez radeljski potok »REŠ«, ki je bil v sklopu Rekonstrukcije LC Hmezad – Kričej – Reš.

Diplomsko delo zajema dva dela, prvi je predstavitev projekta, v drugem pa bom predstavil izvedbo projekta in težave, ki so se pojavile med izvedbo zaradi različnih nepravilnosti.

1.2 Namen, cilji in osnovne trditve diplomskega dela

Namen diplomske naloge je predstaviti projekt, ki je delo projektanta, in izvedbo projekta na terenu. Predstavil bom tudi, kako se bere projekt in skice primerjal z izvedbo.

1.3 Predpostavke in omejitve

Za predstavitev tega projekta sem se odločil, ker je bil pri mojem dosedanjem delu najbolj zanimiv in tudi zelo zahteven. Pred tem sem imel zelo malo izkušenj z gradnjo mostov, kar mi je predstavljalo velik izziv. Projekt je sofinancirala tudi Evropska unija, zato je moral biti voden v skladu z vsemi predpisi in zakoni.

1.4 Predvidene metode raziskovanja

Svoje raziskovanje predstavljam sočasno s predstavitvijo izvedbe projekta, tudi v obliki težav, s katerimi sem se soočal. Pomoč pri odpravljanju težav so mi ponujali izkušeni zidarji in drugi tehnični delavci in tudi nadzorni inženir. Projekt je bilo zelo dober in podroben, zato mi je bil v veliko pomoč.

2 PREDSTAVITEV PROJEKTA ZA IZVEDBO

2.1 *Splošno o mostovih*

»Most je inženirski objekt, po katerem vodi pot čez globinske ovire: reke, doline, soteske, morske ožine, ceste ali železnice ter drugo komunalno infrastrukturo. Oblika in izvedba mostu sta odvisni od njegove razpetine, višine, vrste temeljnih tal in obremenitve, ki jo mora prenašati. V ožjem smislu je most objekt za prehod prometnic čez vodotok z odprtino, večjo ali enako 5,0 m.

Razvrstitev mostov se lahko izvede po različnih kriterijih. Najboljša možnost je po obliki in konstrukciji, materialu in teži. Obstaja nekaj glavnih vrst mostov: gredni most, konzolni most, obokan in ločni most, viseči most, most z diagonalnimi kabli in palični most.

Sestavni deli mostu se delijo na tri dele: podporno konstrukcijo, kamor spadajo temelji in oporniki ter stebri, razponsko konstrukcijo in opremo.« (<http://sl.wikipedia.org/wiki/Most>, Splošno o rekonstrukcijah

»Rekonstrukcija objekta po veljavni zakonodaji predstavlja izvedbo del, pri katerih se velikost in prostornina objekta ne spremeni za več kot 10 %. Med rekonstrukcijska dela štejemo vse posege v nosilno konstrukcijo in tiste posege, s katerimi spremenimo zunanji videz objekta.

Za rekonstrukcijo objekta je v vsakem primeru potrebno gradbeno dovoljenje. Če se z rekonstrukcijo objekta, ki je bil zgrajen na podlagi gradbenega dovoljenja, ne spremeni njegov namen ali velikost, se gradbeno dovoljenje za rekonstrukcijo izda brez predhodne predložitve lokacijskega dovoljenja oziroma lokacijske informacije. Tako je pridobivanje dokumentacije za začetek rekonstrukcije, ki okvirno ohrani gabarite ter namembnost, hitrejša in cenejša kot pridobivanje dokumentacije za običajno novogradnjo.« (<http://www.slonep.net/prenova-in-obnova/pred-prenovo/potrebna-dokumentacija-ob-rekonstrukciji-objekta>)

2.2 *Opis mostu*

Investitor, Občina Radlje ob Dravi, s finančno podporo države in Evropske unije, je nameraval v sklopu rekonstrukcije lokalne ceste Hmezad-Kričej na lokaciji stare premostitve čez Radeljski potok pri TRC REŠ, zgraditi nov most. Tako obstoječi kot tudi nov most, je namenjen premostitvi lokalne ceste čez potok in razvijanju turistične infrastrukture.

Stari obstoječi most je imel betonske opornike in leseno premostitev, ki so jo nosili jekleni I profili. Za novo cesto bi bil preozek in prešibak, zato je predviden za rušitev.



Slika 1: Obstoječe stanje mostu

Vir: Lasten

2.3 Splošni podatki o rekonstrukciji mostu »reš«

Objekt je namenjen premostitvi lokalne ceste čez potok. Novi objekt se mora vklopiti v prostor in zadovoljiti potrebe rekonstruirane lokalne ceste

Prečni prerez na novem objektu;

prometni pas 2x2,75 m	=5,50 m
hodnik 1x0,50 m	=5,50 m
hodnik 1x1,55 m	=5,50 m
<u>robni venec z ograjo 2x0,25 m</u>	<u>=0,50 m</u>
skupaj	=8,05 m

Prečni nagib na mostu je enostranski, s padcem 2–5 %, vzdolžni padec je 1,0 %. Padec na hodniku je 2,5 %, usmerjen proti robniku.

Svetli razpon prepusta je 7,50 m. Kot križanja ceste in potoka je 77°.

2.3.1 Podlage za projektiranje

Podlaga za projektiranje je načrt ceste 340–23/07–C. Objekt je zasnovan na obstoječem mostu, ki ga je treba porušiti.

Izdelana je bila hidravlična presoja mostu izvajalca Drava vodnogospodarsko podjetje Ptuj, pod številko 97/08-RF.

Privzamejo se obstoječi podatki sedanjega objekta.

2.3.2 Geomehanski podatki

Koeficient reakcije tal za sedimente, ki se pojavljajo na koti temeljenja, je ocenjen iz razmerja med obremenitvijo in posedkom na povprečni $C_v = 15000 \text{ kN/m}^3$. Robne napetosti pod temeljem znašajo 215 kPa. V fazi izvedbe izkopa temeljnih tal jih mora prevzeti geomehanik.

2.3.3 Hidrotehnični pogoji

Načeloma bi morala mostna odprtina prevajati 100-letne visoke vode z ustrezno varnostno višino plavin. A zaradi konfiguracije terena in dejstva, da je struga na širšem območju urejena na 20-letne vode, vodarski projektant predlaga, da mostna odprtina prevaja vode z varnostno višino vsaj 50 cm oziroma mora biti zgornja kota svetle odprtine vsaj 50 cm nad koto nasipov v območju mostu.

20-letne vode so iz vrednotene na $Q_{20} = 39,00 \text{ m}^3/\text{s}$.

Skupna višina pretočne odprtine prepusta je 1,70 m + 0,50 m rezervna odprtina prepusta, torej skupno $h = 2,20 \text{ m}$.

»Temelji opornikov morajo biti globoki najmanj 1,00 m pod niveleto dna struge. Peta opornikov naj se zavaruje s kamnito zložbo v betonu tako, da bo širina struge v dnu 3,50 m.

Brežine struge pod mostom naj bodo v naklonu 1:1,50, kot so brežine gor- in dolvodno od mostu.

Širina struge pod mostom naj bo 3,50 m, kot je to na širšem območju vodotoka. Urediti je treba strugo vodotoka na dolžini 5,0 m gor- in dolvodno, izvedejo se talni pragovi.« (PZI – Rekonstrukcija dela LC Hmezad – Kričej – Reš – G1 – »TRC REŠ«)

2.3.4 Hidravlična presoja

Izdelana je bila hidravlična presoja mostu izvajalca Drava vodnogospodarsko podjetje Ptuj pod št. 97/08–RF.

Most je na izlivnem odseku približno 150 m gorvodno od reke Drave. Struga Radeljskega potoka je od izliva v Dravo do približno 100 m gorvodno od obravnavanega mostu vodnogospodarsko urejena; izvedena je regulacija s prevodnostjo struge na Q_{20} – letne vode. V širšem območju mostu sta na obeh brežinah izvedena visokovodna nasipa.

Regulacijska širina struge znaša 3,50 m, višina 1,65 m, pri naklonu brežin 1:1,50 in padcu dna struge 0,80 %.

Hidravlični izračun oz. hidravlične podatke prevzemamo po obravnavanem projektu. Visoke vode z različnimi povratnimi dobami znašajo:

$$Q_{100} = 58,00 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{50} = 49,00 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{20} = 39,00 \text{ m}^3/\text{s}$$

Načeloma bi morala mostna odprtina prevajati 100-letne visoke vode z ustrezno varnostno višino za plavine. Vendar je bilo zaradi konfiguracije terena in dejstva, da je struga na širšem območju urejena na 20-letne vode, v hidravlični presoji mostu predlagano, da mostna odprtina prevaja te vode z varnostno višino vsaj 0,50 m ($Q_{20} + 0,50 \text{ m} = Q_{50} + 0,25 \text{ m}$) oziroma, da mora biti zgornja kota svetle odprtine vsaj 50 cm nad koto nasipov v območju mostu.

DIMENZIONIRANJE PRETOČNE ODPRTINE PREPUSTA

- po manningu s Pintarjevo redukcijo

priloga **1**

vodotok, kraj:

Radeljski potok, izlivni odsek, Radlje ob Dravi

opis prepusta:

Betonski oporniki in betonska premostitev
Simetrična pretočna odprtina z enkrat lomljenimi stranicami

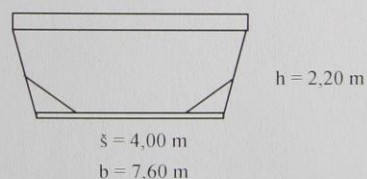
podatki:

$\xi =$	3,50	m	širina odprtine prepusta na dnu
$n_1 =$	1,50		nagib levega spod. dela (mulde) odprtine prepusta 1:n1
$m_1 =$	1,50		nagib desnega spod. dela (mulde) odprtine prepusta 1:m1
$n_2 =$	0,01		nagib lica levega opornika (zgornji del) 1:n2
$m_2 =$	0,01		nagib lica desnega opornika (zgornji del) 1:m2
$K =$	45		povprečni koeficient hrapavosti
$Q_{vv} =$	58,00	m ³ /s	pričakovane visoke vode
$h_{sp} =$	1,40	m	višina spodnjega dela (mulde) odprtine prepusta
$h_{zg} =$	0,30	m	višina zgornjega dela odprtine prepusta
hskup =	1,70	m	skupna višina pretočne odprtine prepusta
hr =	0,50	m	rezervna višina odprtine prepusta

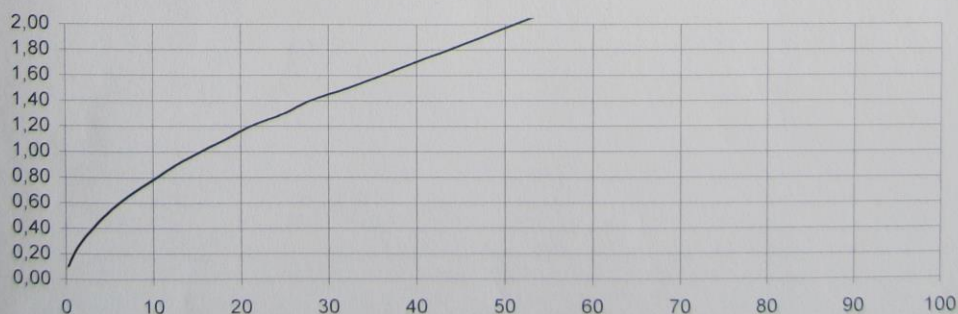
rezultati:

$F =$	10,15	m ²	površina pretočne odprtine prepusta
$U =$	9,15	m	omočeni obod pretočne odprtine prepusta
$R =$	1,110		hidravlični radij
$v =$	3,91	m/s	povprečna profilna hitrost vode
Q =	39,69	m³/s	prevodnost pretočne odprtine prepusta

skica prepusta:



PRETOČNA KRIVULJA



Slika 3: Hidravlična presoja mostu

Vir: PZI – Rekonstrukcija dela LC Hmezad – Kričej – Reš – G1 – »TRC REŠ«

2.4 Opis konstrukcij objekta

Konstrukcija je zasnovana kot AB okvir, s prerezom sten $d=50$ cm in voziščno ploščo $d=40-60$ cm. Temelji so pasovni, debeline $d=60$ cm.

2.4.1 Temelji in krila

Objekt je temeljen na pasovnih temeljih širine $1,50$ m in $d=0,60$ m. Robne napetosti pod temeljem znašajo približno 215 kN/m^2 .

Krila so toga vpeta v stene okvirja – opornika in so debeline $d=40$ cm. Dolžina kril je $L=2.30$ m.

2.4.2 Podporna in prekladna konstrukcija

»Stene okvirja so debeline 50 cm, voziščna plošča je debeline $40-60$ cm in je toga vpeta v stene opornika.

Delovni stiki morajo biti ustrezno izvedeni po TSC-07 oz. po priloženem detajlu, kar je razvidno na sliki 4.« (PZI – Rekonstrukcija dela LC Hmezad – Kričej – Reš – G1 – »TRC REŠ«)

zaključek vozišča
1/2 INP 240

319.69

319.09

317.00

316.40

60

209

50

10

59

1

delovni stik

delovni stik

-2%

2%

150

Technical drawing of a stepped shaft. The shaft has a total length of 145. The first section has a diameter of 25 and a length of 40. The second section has a diameter of 20 and a length of 105. The transition between the two sections is a fillet. The drawing shows the shaft in a perspective view, with a cross-section at the end of the 20 diameter section.

delovni stik

tesnilni trak
pločevina 300/1mm

10

15

Vir: PZI – Rekonstrukcija dela LC Hmezad – Kričej – Reš – G1 – »TRC REŠ«

2.4.3 Prehodne plošče

Prehodne plošče niso potrebne, izvede se zaključek vozišča iz ½ INP 240.

2.4.4 Detajli in oprema

Vse vidne betonske robove je treba posneti s trikotno letvijo 3x3 cm oziroma 5x5 cm. Ograja na mostu je jeklena, višine $h=1,10$ m. Robniki so granitni, dimenzije 20/23 cm, na robu posneti. Za prehod instalacij čez objekt se v širšem robnem vencu (dolvodno) pustijo tri cevi $\Phi 110$ mm, pred objektom in za njim pa se postavijo prehodni revizijski jaški z litoželeznim pokrovom.



Slika 5: Revizijski jašek

Vir: Lasten

2.4.5 Hidroizolacija

Voziščna plošča se opere s 500 bari in ko je vlažnost betona 3–4 %, se izvede predhodni vroči bitumenski premaz, čez njega pa črna bitumenska mostna hidroizolacija s trakovi $d=5$ mm, ki se na vrhu zaščiti z zaščitnim asfaltom. Pri izdelavi hidroizolacije je treba obvezno upoštevati tehnične pogoje.

2.4.6 Odvodnjavanje in kanalizacija objekta

Za odvodnjavanje se naredi izlivnik z neposrednim vtokom. Odtok je speljan v potok. Izvede se kamnit odtočni jarek (mulda) širine 50 cm za odvodnjavanje vode s cestišča za izlivnikom.

2.4.7 Vozišče, hodniki, ograje

Vozišče je skladno z načrtom ceste. Hodniki se izvedejo iz betona C30/37 in dodatka XF4 (proti zmrzovanju in solem).

Ograja je klasična škatlasta jeklena ograja višine 1,1 m, dolžina elementov je 6,62 m. Izvesti je treba ozemljitev ograje.

2.4.8 Brežine objekta

Brežine pri objektu ostanejo skladno z naklonom obstoječega stanja oziroma v naklonu 1:1,50. Brežina pod mostom se obdelava s kamnom in zaključi s talnim pragom na gorvodni in dolvodni strani.

2.4.9 Komunalni vodi

Na objektu so v hodniku $3\Phi 110$ mm cevi, ki se končajo v prehodnem revizijskem jašku.

2.5 Pogoji za izvedbo elementov objekta

2.5.1 Gradbena jama

V fazi odpiranja gradbene jame je treba v območju obstoječega zrušenega mostu izvesti pregrado in vodo vzdolž potoka voditi po ceveh $\Phi 100$ cm (ob objektu), tako da voda ne bo vdiral v gradbeno jama in cevi podaljšati do urejenega vodotoka.

Gradbena jama se odpre na območju celotnega objekta, njena stabilnost ni vprašljiva, saj je teren pred izgradnjo dokaj nizek.

Dno gradbene jame je približno 3,5 m pod obstoječim terenom.

V tehničnem poročilu je navedeno, da se voda vodi po ceveh $\phi 100$, kar pa ni izrecno predpisano. Pri tej tehnologiji bomo uporabljali cenejšo in preprostejšo različico, ki bo opisana v naslednjem poglavju.

2.5.2 Temeljenje

Objekt je temeljen na prodnati osnovi, na podložni beton se izvede temelj $d=50$ cm. Izkope temeljnih-nosilnih tal mora prevzeti geomehanik.

Temelji opornikov morajo biti globoki najmanj 1,00 m pod niveleto dna struge. V tej fazi bo potrebno črpanje vode.

2.5.3 Betoniranje in izolacija

Betoniranje se izvaja s pomočjo črpalke in ob vzporednem vibriranju. Vse betonske površine je treba najmanj 3 dni po betoniranju neprestano vlažiti, še zlasti če bo vgradnja betona v poletnih mesecih.

Betoniranje se izvede v "beli kadi", z vodonepropustnim betonom in tesnilnimi trakovi na delovnih stikih, tako da na stenah mostu ni potrebna hidroizolacija.

2.5.4 Montažna konstrukcija

Za podporni oder mora izvajalec izdelati poseben projekt. Pri tem naj upošteva statično nadvišanje prekladne konstrukcije za 1.5 cm.

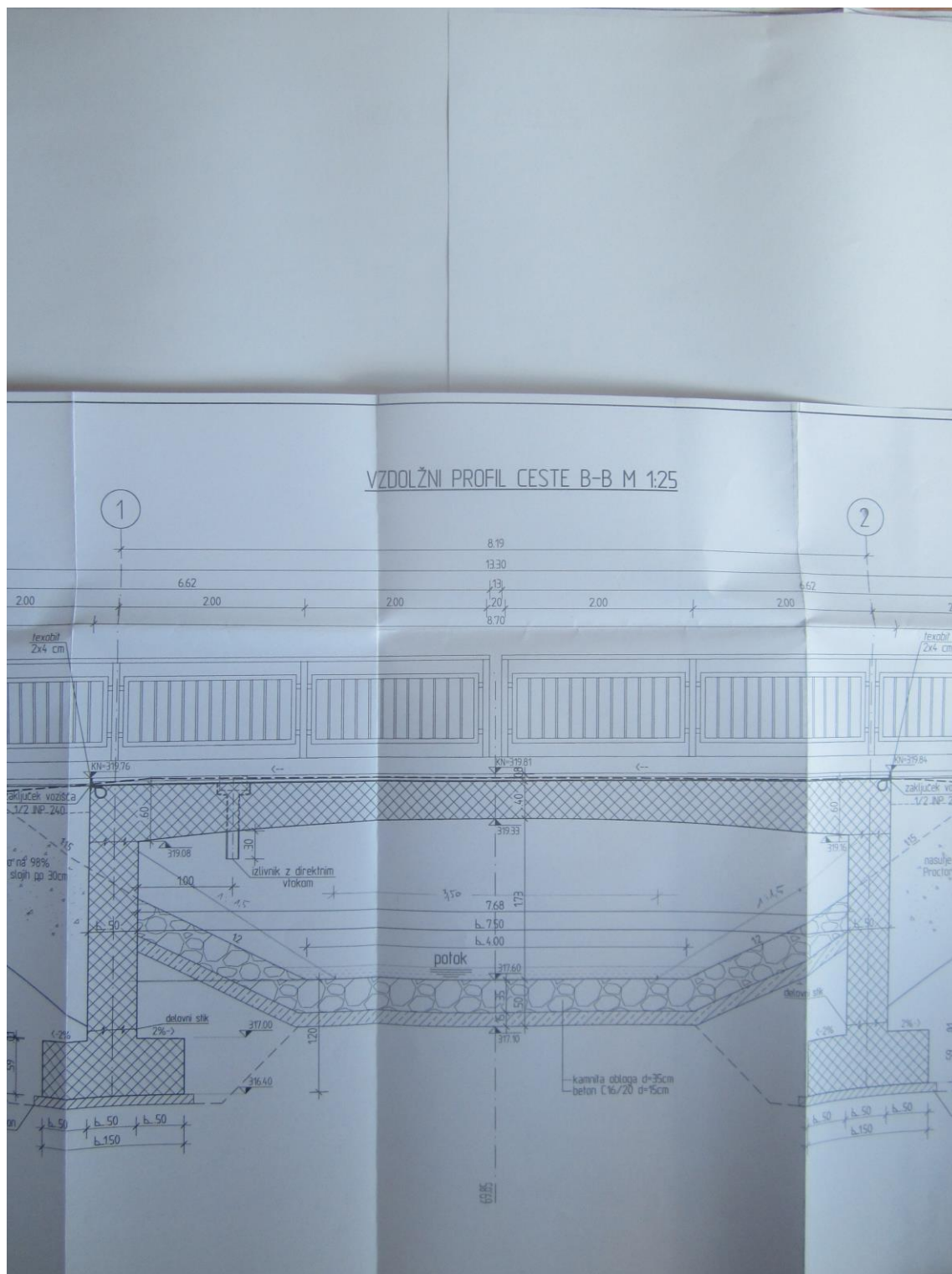
2.5.5 Zaščita pred korozijo

Vsi kovinski deli so vroče pocinkani.

2.5.6 Ureditev vodotoka

Vodotok se uredi s kamnito oblogo $d=35$ cm, na betonu C16/20 $d=15$ cm. Peta opornikov se zavaruje s kamnito komasacijo (zložbo) v betonu tako, da bo širina struge v dnu 3,50 m. Brežine struge pod mostom naj bodo v naklonu 1:1,50, kot so brežine gor- in dolvodno od mostu. Širina struge pod mostom je 3,50 m.

5,0 m gorvodno in dolvodno od objekta se izvede betonski prag $\phi=50$ cm, $h=100$ cm iz betona C16/20.



Slika 6: Vzdolžni prerez z vodotokom

Vir: PZI – Rekonstrukcija dela LC Hmezad – Kričej – Reš – G1 – »TRC REŠ«

2.5.7 Okolica objekta

Okolica objekta in hortikultura ureditev se prilagodita obstoječemu stanju, brežine je treba povrniti v prvotno stanje, nanesti humus in zatraviti.

2.6 Statični računi elementov objekta

2.6.1 Zasnova objekta

»Izveden je statični izračun za most čez Radeljski potok v »TRC REŠ« v Radljah ob Dravi. Objekt je zasnovan kot AB okvirna konstrukcija s stenami $d=50$ cm in voziščno ploščo $d=40-60$ cm, temeljen na pasovnih temeljih širine $1,5$ m in $d=0,60$ m.

Svetli razpon mostu je $7,5$ m pravokotno na os vodotoka, višina mostu pa približno $3,30$ m. Širina objekta je $8,05$ m.

Krila so dolga $2,30$ m, debeline $d=40$ cm. Osi objekta in vodotoka se križata pod kotom 77° .

Prometna obtežba je upoštevana po SIST EN 1991-2:2004 s prilagoditvenimi faktorji $0,8$, kar predstavlja dvoosno vozilo z maso $0,8 \times 60 = 48$ ton.

Upoštevani so naslednji materiali:

beton C25/30,

armatura S500(B).«

(PZI – Rekonstrukcija dela LC Hmezad – Kričej – Reš – G1 – »TRC REŠ«)

2.6.2 Stalni vplivi

a. » Lastna teža $q_b = 25.0 \text{ kN/m}^3$

b. Vplivi na voziščno ploščo

- Asfalt + hidroizolacija	$0.08 \text{ m} \times 24.0 \text{ kN/m}^3$	$= 1.92 \text{ kN/m}^2$
- Robni venec 1	$0.60 \text{ m}^2 \times 25.0 \text{ kN/m}^3$	$= 15.0 \text{ kN/m}'$
- Robni venec 2	$0.32 \text{ m}^2 \times 25.0 \text{ kN/m}^3$	$= 8.0 \text{ kN/m}'$
- Ograja		$= 0.50 \text{ kN/m}'$

c. Obremenitev na steno in temelj opornika in kril

- $f = 30^\circ$ strižni kot
- $g = 20 \text{ kN/m}^3$ specifična teža zemljine

$$k_0 = 1 - \sin 30^\circ = 0.5$$

$$p = k \times y \times z = 10.0 \times z$$

Pritisk zemlje na opornik:

$$z_1 = 2.70 \text{ m}$$

$$p_1 = 27.0 \text{ kN/m}^2$$

Pritisk zemlje na krilo:

$$z_2 = 2.50 \text{ m}$$

$$p_2 = 25.0 \text{ kN/m}^2$$

Vertikalni pritisk zemlje na temelj opornika:

$$z_1 = 2.70 \text{ m} ; z_3 = 1.34 \text{ m}$$

$$q_1 = 20.0 \text{ kN/m}^3 \times 2.70 \text{ m} = 54.0 \text{ kN/m}^2 \text{ (zunanja stran)}$$

$$q_2 = 20.0 \text{ kN/m}^3 \times 1.34 \text{ m} = 26.8 \text{ kN/m}^2 \text{ (notranja stran)} \llcorner$$

(PZI – Rekonstrukcija dela LC hmezad – Kričej – Reš – G1 – »TRC REŠ«)

2.6.3 Spremenljivi vplivi

a. » Promet: SIST EN 1991-2:2004

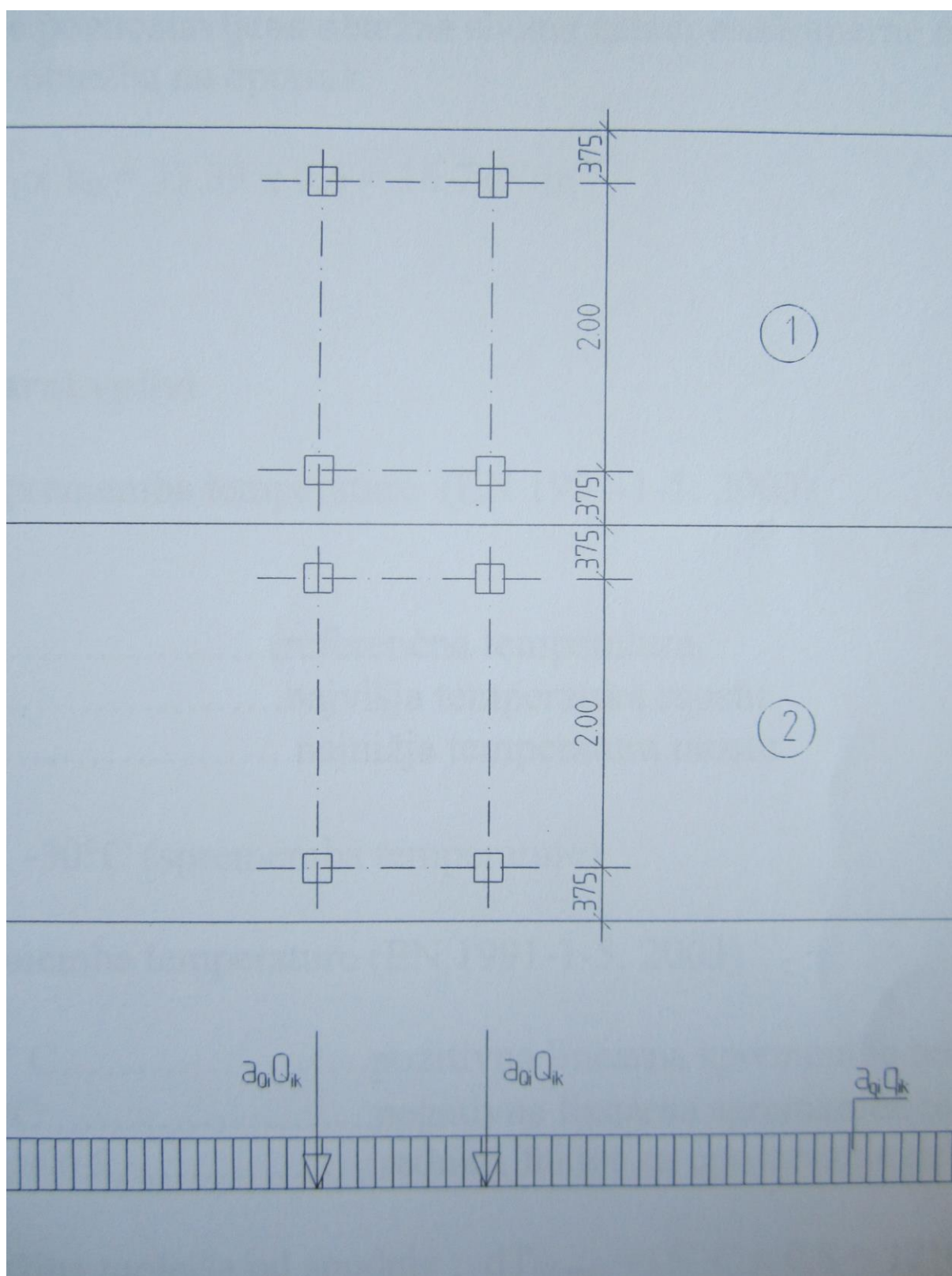
Prometna shema po shemi LM1 (load Model 1)

$w = 5.50 \text{ m}$širina cestišča

$w_p = 0$širina preostalega dela

$$5,4 \text{ m} < w < 6.0 \text{ m} - > n_1 = 2 \text{ (št pasov)} ; w_L = w/2 = 5.5 \text{ m}/2 = 2.75 \text{ m} \llcorner$$

(PZI – Rekonstrukcija dela LC Hmezad – Kričej – Reš – G1 – »TRC REŠ«)



Slika 7: Prometna obtežba

Vir: PZI – Rekonstrukcija dela LC Hmezad – Kričej – Reš – G1 – »TRC REŠ«

»pas 1: $Q_{1k} = 300 \text{ kN}$ (150 kN na kolo); $q_{1k} = 9.0 \text{ kN/m}^2$

pas 2: $Q_{2k} = 200 \text{ kN}$ (100 kN na kolo); $q_{2k} = 2.5 \text{ kN/m}^2$

Glede na lokacijo objekta ugotavljam, da je primeren faktor prilagoditve $a_{Qi}=a_{q1}=a=0.8$

Računska prometna shema za vozilo:

$$P_1 = 0.8 \times 150 \text{ kN} = 120 \text{ kN}; \quad q_1 = 0.8 \times 9.0 \text{ kN/m}^2 = 7.2 \text{ kN/m}^2$$

$$P_2 = 0.8 \times 100 \text{ kN} = 80 \text{ kN}; \quad q_2 = 0.8 \times 2.5 \text{ kN/m}^2 = 2.0 \text{ kN/m}^2$$

a. Sile zaviranja in pospeševanja

Obtežba se porazdeli vzdolž celotne dolžine mostu $L = 8.50 \text{ m}$

$$Q = a_{Qi} \times 360 + 2.7 \times L < 900 \text{ kN}$$

$$Q = 0.8 \times 360 + 2.7 \times 8.50 \text{ m} < 900 \text{ kN}$$

$$Q = 310 \text{ kN}$$

b. Obremenitev na stene opornika in kril zaradi prometne obtežbe pred opornikom

Uporabljena je poenostavljena obtežna shema zaradi enakomerne obtežbe na površju temeljnih tal. Horizontalna obtežba na opornik:

$$q_{hLM1} = q_{VLM1} \times k_0 = 33.33 \times 0.5 = 16.7 \text{ kN/m}^2 \ll$$

(PZI – Rekonstrukcija dela LC Hmezad – Kričej – Reš – G1 – »TRC REŠ«)

2.6.4 Temperaturni vplivi

a. » Enakomerna sprememba temperature (EN 1991-1-5:2003)

$T_0 = 10^\circ \text{C}$	referenčna temperatura
$T_{e,\max} = 40^\circ \text{C}$	najvišja temperatura mostu
$T_{e,\min} = -20^\circ \text{C}$	najnižja temperatura mostu
$dT = +30^\circ \text{ oz. } -30^\circ \text{C}$	(sprememba temperature)

b. Linearna sprememba temperature (EN 1991-1-5: 2003)

$dT_{M,\text{pos}} = 15^\circ \text{C}$	pozitivna linearna sprememba temperature
$dT_{M,\text{neg}} = -8^\circ \text{C}$	negativna linearna sprememba temperature
$K_{\text{sur}} (h=8 \text{ cm}) = 0.8$	redukcijski faktor za upoštevanje debeline sloja nad ploščo za $dT_{M,\text{pos}}$
zgornja površina toplejša od spodnje: $dT_{M,\text{pos}} = 15^\circ \text{C} \times 0.8 = 12^\circ \text{C}$	
spodnja površina toplejša od zgornje: $dT_{M,\text{neg}} = 8^\circ \text{C} \times 1.0 = -8^\circ \text{C}$	

c. Krčenje betona

- upošteva se kot padec temperature za 10°C $dT = -10^\circ \text{C}$

(PZI – Rekonstrukcija dela LC hmezad – Kričej – Reš – G1 – »TRC REŠ«)

Lista obtežnih primerov:

1	Lastna teža (g)
2	Krov
3	Promet sredina
4	Promet opornik
5	Zemeljski pritisk
6	Zavorna sila
7	Temp +30
8	Temp -30
9	dT = +12
10	dT = -8
11	Krčenje temp -10

Vir: PZI – Rekonstrukcija dela LC hmezad – Kričej – Reš – G1 – »TRC REŠ«

2.6.5 Rezultati

»Rezultate dobimo na podlagi kombinacije obtežb – ovojnice.

a. Pomiki

Maksimalni pomik plošče je 14 mm. Max dovoljen pomik je $750/250=3$ cm.

Maksimalni pomik opornika je 13,58 mm. Maksimalni pomik temeljev je 14,35 mm.

b. Napetosti pod temelji

Maksimalna napetost pod temelji je 215 kN/m^2 . Dopustne napetosti pod temelji so ob predpostavki $C_v = 15000 \text{ kN/m}^3$ in posedku približno 15 mm:

$$15000 \times 0.015 = 225 \text{ kN/m}^2.$$

(PZI – Rekonstrukcija dela LC Hmezad – Kričej – Reš – G1 – »TRC REŠ«)

2.6.6 Dimenzioniranje konstrukcije

»Konstrukcija je dimenzionirana po SIST EN 1991-2, 2004 obtežni primer LM 1 (po DIN SLW600).

Objekt je klasična monolitna okvirna AB konstrukcija. Statični izračun je bil izveden s programom Tower 5.5. Konstrukcija je izvedena v betonu C30/37, XF3, PV-II (MB 35, OMO 100 in vodotesen) in armirana z rebrasto armaturo S 500 oziroma krila z mrežami M500.«

(PZI – Rekonstrukcija dela LC Hmezad – Kričej – Reš – G1 – »TRC REŠ«)

2.6.7 Armatura

Prerezi konstrukcije so armirani s S 500 in M 500 (krila). Zaščitni sloj 4,5 cm in 5 cm v zemlji.

Uporabljene so bile armature palice iz jekla S 500 (B) dimenzij f_i 4 mm do f_i 22 mm in armaturne mreže iz jekla M 500, oznaka mreže Q524.

3 IZVEDBA PROJEKTA

Za pridobitev projekta je podjetje Bauer Bernard, s. p., Ulica ob potoku 8, 2360 Radlje ob Dravi, sodelovalo na javnem razpisu občine Radlje ob Dravi.

Podjetje je izgradnjo mostu pridobilo na javnem razpisu, in sicer kot najcenejši ponudnik izmed vseh prispelih ponudb.

Projekt je bil sofinanciran iz Evropskega sklada za regionalni razvoj ter Republiko Slovenijo, Služba Vlade Republike Slovenije za lokalno samoupravo in regionalno politiko.

Pogodba o izvajanju del je bila podpisana 13. 8. 2008 v Radljah ob Dravi.

3.1 Uvedba izvajalca v posel

Takoj po podpisani pogodbi smo lahko začeli priprave in organizacijo izvedbe projekta.

Prvi korak za izvajanje je UVEDBA IZVAJALCA V POSEL.

To smo izvedli dne 19. 8. 2008 na lokaciji izvajanja del, kjer nam je bila predana vsa dokumentacija, potrebna za rekonstrukcijo mostu. Ob predaji je bil napisan tudi zapisnik o **Uvedbi izvajalca v POSEL.**



REPUBLIKA SLOVENIJA
Služba Vlade Republike
Slovenije
za lokalno samoupravo in
regionalno politiko



Naložba v vašo prihodnost
OPERACIJO DELNO FINANCIRA EVROPSKA UNIJA
Evropski sklad za regionalni razvoj
Kohezijski sklad
Evropski socialni sklad



OBČINA RADLJE OB
DRAVI
Mariborska cesta 7
2360 RADLJE OB
DRAVI

**UVEDBA IZVAJALCA V POSEL-
OBJEKT REKONSTRUKCIJA MOSTU TRC REŠ
DNE 19.08.2008**

BERNARD BAUER s.p.
GRADBENA MEHANIZACIJA
NIZKE GRADNJE

Prisotni:

- Izvajalec Bernard Bauer s.p.
- Nadzor: Marko Čresnik
- Predstavnik občine: Judita Gačnik

PRISOTNI UGOTAVLJAJO NASLEDNJE:

1. Izvajalec je dne 19.08.2008 pričel z deli v skladu s pogodbo in ponudbo.
2. V skladu s 13. členom pogodbe se izroči bančna garancija v višini 5% pogodbene vrednosti.
3. Izvajalec je prejel en izvod projekta PZI, armaturni načrt se prevzame po 20.08.2008 od projektanta.
4. Geometer mora izvesti uradno zakoličbo mostu in priložiti zapisnik o zakoličbi.
5. Porušeni most se nadomesti z bryjo in označi s tablo prehod na lastno odgovornost.
6. Potrebno je obvestiti ribiče glede ulova pred posegom v vodo.
7. Postavitev razlagalne table za most se postavi po pridobitvi sklepa četrtega javnega razpisa za prednostno usmeritev« Regionalni razvojni programi«

Zapisala :

- Judita Gačnik, višji referent

J. Gačnik

Slika 8: Uvedba izvajalca v posel

Vir: Občina Radlje ob Dravi

3.2 Zakoličba objekta

Pred začetkom gradnje smo morali ZAKOLIČITI OBJEKT. To je 19. 8. 2008 opravil pooblaščen geodet.

Z geodetom smo na začetku zakoličili samo pozicijo objekta, v katero smer gleda in pravilen kot križanja s potokom.

Temelje smo količili po izkopu za temelje. S tem nam je geodet dal točne zunanje točke za temelje.

Naslednji dan, 19. 8. 2008, smo prejeli **tehnično poročilo o zakoličenju objekta in količbeno situacijo**. O tem smo morali pisno obvestiti Občino Radlje ob Dravi in ji posredovati tudi tehnično poročilo, saj tako narekuje zakon o graditvi objektov.

K. o. DOBRAVA

TEHNIČNO POROČILO

o zakoličenju objekta

Gradb.mehanizacija, nizke gradnje Bernard Bauer s.p.
iz Ulica ob potoku 8, Radlje ob Dravi

□ projektu za izvedbo – cesta in most pri ribniku Reš štev. PZI 340-23/07 z nov 2007, ki ga je izdelal Projekting Marko Črešnik s.p., Št. Janž pri Radljah, Radlje ob Dravi

1. Vrsta gradbenega objekta: rekonstrukcija mostu med profiloma P49 in P50
2. Na gradbišče je prenesena os projektirane ceste po projektu in vogali mostu
Zakoličenje objekta se izvede kot tehnično poročilo zakoličbe osi ceste, ker se za objekt ni pridobivalo
gradbeno dovoljenje.
3. Druge ugotovitve: Pri zakoličbi je sodeloval predstavnik Občine Radlje ob Dravi

Skica zakoličenja je v M 1 : 250

Vročiti:

1. Investitor
2. Arhiv - tu

Stranke v postopku	Podpis
	BRAN KOBALE inš. dipl. inš. geod. 300102

Podpis uradne osebe, ki je opravila zaključitve

Podpis uradne osebe, ki je opravila zakoličen

ZVONE HREN good
Hau pin

Slika 9: Tehnično poročilo o zakoličenju projekta

Vir: Geodetske storitve Kobale Dean, s. p.



Slika 10: Tehnično poročilo o zakoličenju projekta

Vir: Geodetske storitve Kobale Dean, s. p.

3.3 Rušenje opornikov

Po zakoličbi objektov smo začeli rušiti AB opornike.

Za rušenje smo uporabili Bager Takeuchi z udarnim kladivom. Pred pikiranjem smo temelje odkopali. Rušenje je potekalo hitro, brez zapletov. Pri delu smo ločevali armaturo iz betona, vse skupaj smo odpeljali na ustrezno odlagališče. Rušenje smo začeli z opornikom v osi 2 in tam izvedli izkop, napravili temelje, oporni zid in krila. Nato smo zrušili še opornik v osi 1. To smo naredili zaradi tehnologije gradnje, saj je bilo treba preusmerjati vodo potoka.



Slika 11: Pikiranje opornikov

Vir: Lasten

3.4 Nadomestna brv čez potok

Čez most »REŠ« vodi tudi pot do prireditvenega prostora, kjer vsako leto potekajo Radeljski dnevi.

Ker se je rekonstrukcija dogajala ravno med prireditvenim časom, je Občina Radlje ob Dravi naročila izdelavo nadomestne brvi (mostu) za prečkanje potoka.

To v projektu in popisu del ni bilo predvideno, zato smo naročniku izdali predračun. Finančno smo to zajeli v ANEKSU.

Brv (most) smo izdelali iz materiala, ki je bil na obstoječem mostu. Za nosilce smo uporabili jeklene nosilce, za les obstoječi les ter dodali nekaj svojega lesa za ograjo na brvi. Most smo testirali s preходом manjšega bagra preko mostu (2900 kg), ter ga opremili z napisom »prehod na lastno odgovornost«.



Slika 12: Nadomestna brv čez potok

Vir: Lasten

3.5 Izdelava izkopa za opornike

Po končanem rušenju betonskih opornikov, se je začel izkop za temelje v osi 2 in kasneje v osi 1.

Material smo odvažali na bližnje odlagališče.

Ker je v neposredni bližini izkopa potok, je bila dodatna težava vtekanje vode v gradbeno jamo in tudi brežine izkopa so bile zelo nestabilne. Zato smo poklicali nadzornika, s katerim smo ugotovili, da je treba gradbeno jamo zaščititi pred plazenjem brežin v gradbeno jamo. To

smo izvedli tako, da smo v tla zabili lesene pilote na razdalji približno 2 m in za piloti založili les, ki je ščitil gradbeno jamo pred vdorom zemlje-mulja. Na dnu smo skopali luknjo, ki je bila najnižja točka izkopa in vanjo postavili črpalko, ki je odvajala vodo iz gradbene jame. Vse skupaj smo vpisali v gradbeni dnevnik.



Slika 13: zaščita gradbene jame

Vir: Lasten

3.6 Prevzem temeljnih tal

Po končanem izkopu je bilo treba na gradbišče poklicati pooblaščenega geomehanika, ki je pregledal temeljna tla, naredil vse potrebne preizkuse ter odvzel vzorce zemljine. Geomehanik je na terenu ugotovil, da so temeljna tla, na koti terena, ki ga je določal projekt, zelo slabo nosilna in sestavljena iz zemlje ter mulja. Geomehanik je predpisal (vse to vpisal v gradbeni dnevnik), da je treba razmočeno zemljino in mulj odstraniti v globini 50 cm pot koto terena temelja, in to nadomesti z zemeljsko vlažnim pustim betonom. Vse skupaj smo opravili po njegovih navodilih.



Slika 14: Izdelava pustega betona

Vir: Lasten

VSEBINA

1.0 SPLOŠNO.....	2
2.0 TEMELJENJE PO PROJEKTU	2
3.0 GEOLOŠKO-GEOTEHNIČNA SESTAVA TEMELJNIH TAL.....	2
4.0 IZVEDENO TEMELJENJE	2
5.0 ZAKLJUČEK	3

1.0 SPLOŠNO

Po naročilu izvajalca gradbenih del *BERNARD BAUER s.p.*, smo dne 11.9.2008 vršili geološko-geotehnično spremljavo pri temeljenju objekta *Nadomestni most v »TRC REŠ« v Radljah ob Dravi*.

V nadaljevanju podajamo geotehnično poročilo, ki smo ga izdelali na osnovi:

- ☐ projektne dokumentacije PZI, št. projekta 340-23/07, ki jo je izdelalo podjetje PROJEKTING Marko Črešnik s.p., Št. Janž pri Radljah 75, 2360 Radlje ob Dravi,
- ☐ izvršenega pregleda izkopa za opornik v osi 1,
- ☐ študije dopustnih nosilnosti, napetosti in posedkov v temeljnih tleh.

2.0 TEMELJENJE PO PROJEKTU

Objekt je zasnovan kot klasična monolitna okvirna AB konstrukcija temeljena na dveh obrežnih pasovnih temeljih dimenzij B/L/D = 1,50/ca 8,00/0,60 m. Po projektu je objekt temeljen na prodnatih tleh na minimalni globini 1,20 m pod koto dna korita potoka, kar ustreza absolutni koti 316,40 m. Dejanske obremenitve objekta določene v tehničnem poročilu znašajo $\sigma_{dej}=215 \text{ kN/m}^2$.

3.0 GEOLOŠKO-GEOTEHNIČNA SESTAVA TEMELJNIH TAL

Temeljni polprostor na območju predmetne novogradnje sestavljajo, pod vrhno plastjo humusa debeline 0,40 do 0,80 m, koherentne zemljine, ki jih po AC klasifikaciji uvrščamo med puste (CI) do peščene (CL) gline in melje (ML) ter se nahajajo v srednje do težko gnetnem konsistenčnem stanju. Te na globini ca 2,50 m pod koto terena prehajajo v nekoherentne zemljine rahlega gostotnega sestava, ki jih uvrščamo med peščeno glinaste (SFc) in peščeno meljne (SFs) zemljine med katerimi se nahajajo tudi sloji koherentnih zemljin. Na globini ca 4,50 m se pojavljajo goste najverjetneje ?prodno peščene zemljine (GP) (na podlagi raziskav s Künzel sondo), katerih gostotno stanje z globino narašča.

4.0 IZVEDENO TEMELJENJE

Opornik 1:

Temeljna tla na projektirani koti temeljenja sestavljajo peščeni melji (ML) in gline (CL) ter meljasti peski (SFs). Omenjene zemljine se nahajajo v srednje do težko gnetnem konsistenčnem stanju oziroma rahlem gostotnem sestavu.

Ker so temeljna tla relativno slabo nosilna, poleg tega pa so bila razmočena zaradi dotoka vode iz bližnjega potoka, smo predlagali, da se slabo nosilna tla odstrani v debelini ca 50 cm, izkopan material pa se nadomesti z zemeljsko vlažnim betonom.

Geotehnično poročilo št. 3100-01

Slika 15: Poročilo geomehanika, list 1

Vir: Apros, d. o. o.

Vso vodo, katera je dotekala v izkop za pasovni temelj iz potoka oziroma kot precejna voda, je izvajalec v času izvajanja temeljenja objekta vzdrževal s črpalnim jaškom pod koto temeljenja.

Dopustne obremenitve tako saniranih tal so večje od dejanskih obremenitev objekta ($\sigma_{dej}=215 \text{ kN/m}^2$) in znašajo $\sigma_{dop}=300 \text{ kN/m}^2$ (izračun narejen glede na izvedeno stanje v oporniku 1, pri čemer se upošteva kriterij dopustnega posedenja objekta).

Pri izkoriščenih dejanskih obremenitvah objekta $\sigma_{dej}=215 \text{ kN/m}^2$ se bodo aktivirali absolutni posedki reda velikosti $u=1,0 \text{ do } 2,5 \text{ cm}$. Večji del posedkov se bo realiziral v času gradnje.

Opornik 2 (po izjavi izvajalca):

Temeljna tla sestavljajo koherentne zemljine, ki so relativno slabo nosilne in razmočene zaradi dotoka vode iz potoka. Sanacija temeljnih tal se je izvedla tako, da so se slabo nosilna tla odstranila v debelini 40 cm. Izkopan material se je nadomestil z 20 cm sanacijske blazine + 20 cm podbetona.



Slika: Most v fazi izgradnje (levo) in izkopi za pasovne temelje opornika 1 (desno).

5.0 ZAKLJUČEK

Ob upoštevanju predlaganih ukrepov, ki smo jih zapisali v tem geotehničnem poročilu in gradbeni dnevnik ter ustno izrekli odgovorni osebi na gradbišču v času ogleda, je temeljenje predmetnega objekta ustrezno izvedeno in skladno z zahtevami projekta.

Nosilec DN:

Jožef BERDEN, inž.grad.

APROS

Gradbeni laboratorij in
storitve d.o.o.
Maribor

Teren pregledal in pripravil poročilo:

Miha LUBI, univ.dipl.inž.geol.

PRILOGA:

- Študija dopustnih nosilnosti
- Študija napetosti in posedkov

Dostavljeno:

3 x Bernard Bauer s.p. (Bernard Bauer)

1 x APROS d.o.o. (arhiv poročil)

Geotehnično poročilo št. 2400-01

3/3

Slika 16: Poročilo geomehanika list 2

Vir: Apros, d. o. o.

3.7 Izgradnja temelja

Ko je bil podbeton za temelj končan, sem spet poklical **geometra**, ki je določil zunanje štiri točke pasovnega temelja. To je bilo treba storiti zato, da je bil temelj natančno pozicioniran in določen točen kot križanja s potokom. Med gradnjo temelja je morala biti črpalka nenehno vključena, da je odvajala vodo, ki je vdiral v gradbeno jamo.

Na gradbišče smo že pripeljali po armaturnem načrtu ukrivljene armaturne palice. Vse skupaj smo sestavili/zvezali na delovnem platoju na vrhu gradbene jame, in kasneje vse skupaj z bagrom dvignili in spustili v gradbeno jamo. Tako smo ravnali zato, ker je bila gradbena jama nekoliko majhna in tudi sama hitrost sestavljanja armature je bila večja.

Opaž smo izdelovali iz opažnih plošč dolžine 1–2,5 m, višine 0,5 m in debeline do 30 mm.

Pri sestavljanju smo uporabljali tudi pomožni les. Vse skupaj smo stabilizirali z opažnimi žabicami in jeklenimi palicami, fi 4 mm. Pred vgrajevanjem betona v temelj, sem moral poklicati nadzornika, ki si je ogledal opaževanje, sestavo armature in ugotavljal, ali je bilo vse izvedeno po načrtih. Potrditev je vpisal v gradbeni dnevnik. Šele nato smo lahko začeli betoniranje temeljev. Med delom smo odvzeli tudi vzorce (preizkušance), kocke, v katere smo vgradili beton. Te kocke smo poslali na testiranje.

Hidroizolacija temeljev ni bila potrebna, saj je bil predpisani beton **VODONEPREPUSTEN**.



Slika 17: Zvezan temelj na delovnem platoju nad gradbeno jamo

Vir: Lasten

3.8 Izgradnja opornikov ter kril

Po razopaževanju temeljev so bili na vrsti oporniki in krila. Najprej smo naredili opaž na notranji strani opornikov (stran, ki gleda proti potoku), sledilo je mešanje podbetona za opornike, ki so bili pod naklonom 45° navzgor. Podbeton smo napravili iz pustega betona MB15. Nanj smo naredili opaž na zunanji strani opornikov in začeli vgrajevati armature v opornike in krila.

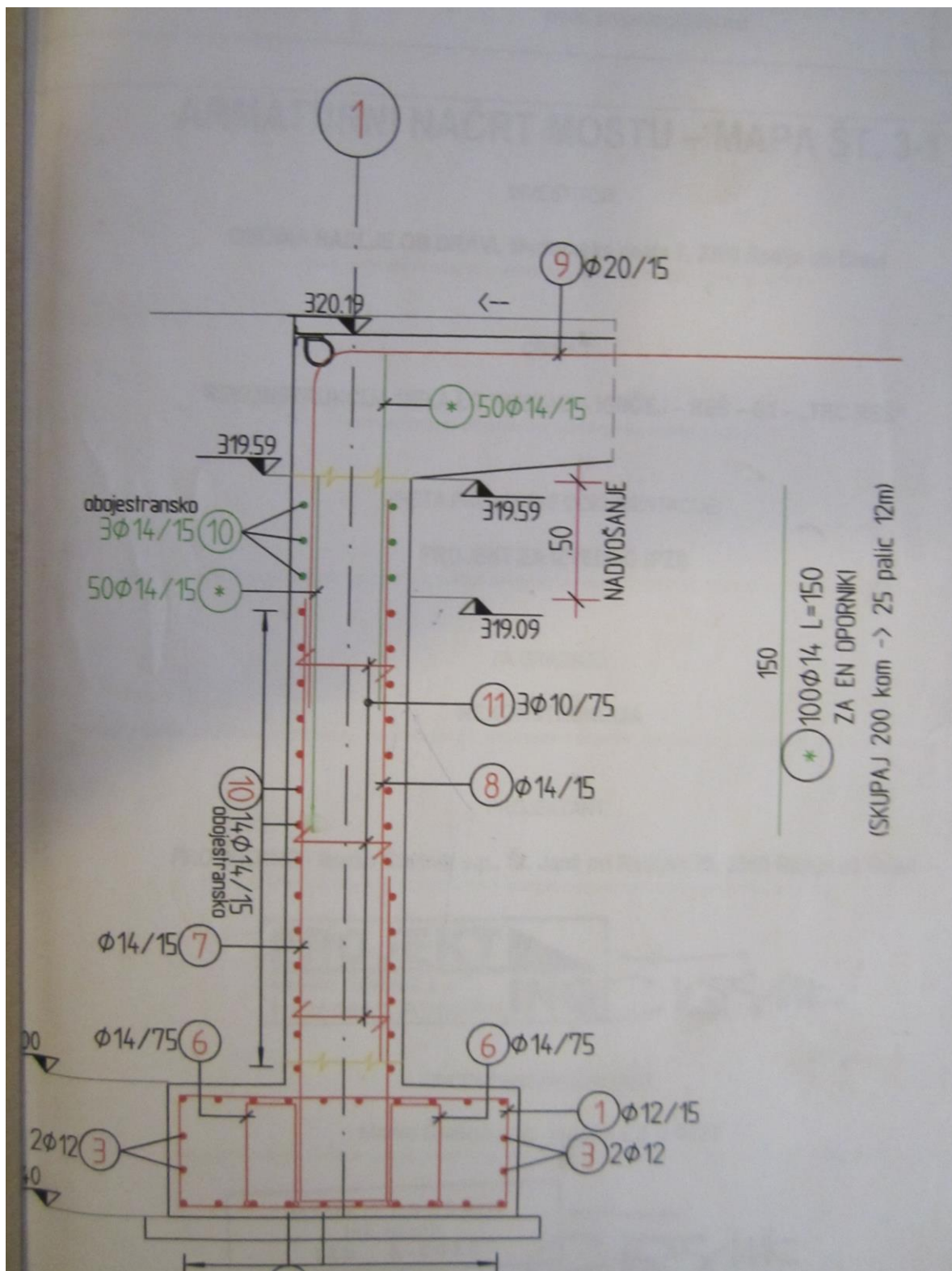


Slika 18: Izdelava opornika ter kril

Vir: Lasten

Med gradnjo prvih opornikov so nas obiskali inšpektorji za vode iz VGP Drava in pri pregledu projekta ugotovili, da manjkata **vodno soglasje** Ministrstva za okolje in prostor in **Hidravlična presoja mostu** preko radeljskega potoka.

Zaradi manjkajoče dokumentacije so bila dela začasno zaustavljena. Ko je VGP Drava izdelala Hidravlično presojo mostu, kar je trajalo 2 dni, je projektant ugotovil, da je svetla višina mostu premajhna za 0,5 m. Projektant je moral v najkrajšem možnem času narediti popravke na projektu, kar je trajalo en dan, nato nam je izročil popravljeno dokumentacijo, načrte konstrukcij in armaturne načrte za dvig opornih zidov ter kril.



Dodatni stroški zaradi sprememb niso nastali, saj smo pomanjkljivost ugotovili že pred vgrajevanjem armature v opornike ter zaščitnih kril. Nato je bilo na vrsti opaževanje sprednje strani opornikov in kril. Opaž smo naredili iz opažnih plošč in lesa. Vse skupaj smo povezali z zidarskimi spenjači »kravatami« ter kovinskimi distančniki. Na šibkih delih smo opaž ojačali z zidarskimi žabicami, ki smo jih med sabo povezali z jeklenimi žicami. Pred vgrajevanjem betona si je armaturo ogledal nadzornik, ki je potrdil pravilno vgrajevanje armature in vse skupaj vpisal v gradbeni dnevnik in tako dal zeleno luč za nadaljevanje. Med betoniranjem smo odvzeli vzorce vgrajenega betona in jih poslali na testiranje.



Slika 20: Opaž ter armatura opornikov in kril

Vir: Lasten

3.9 Prehodna plošča

Prehodna plošča pri tem projektu ni bila potrebna. Plošča se je zaključila z ½ IPN 240 profilom.

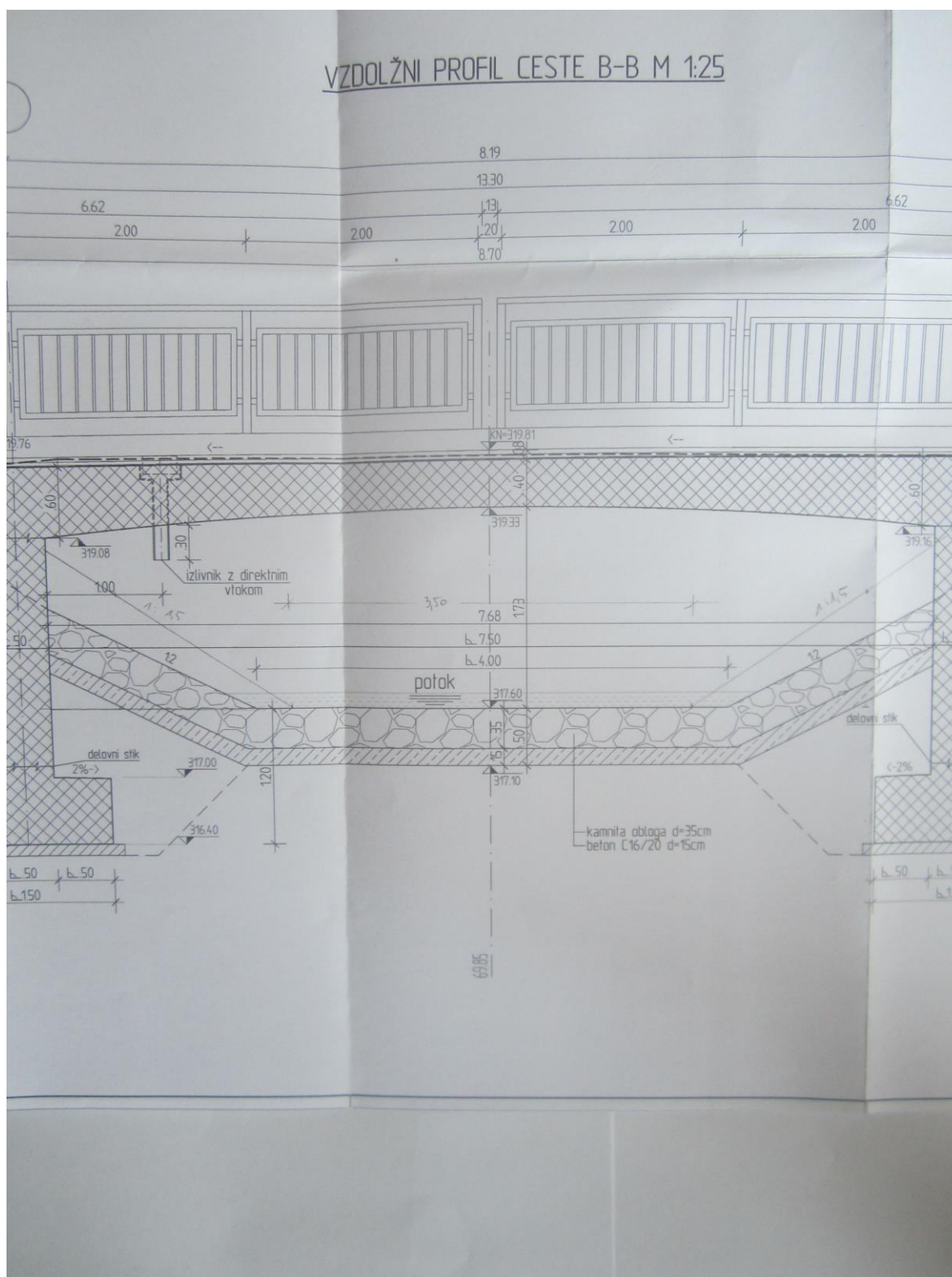
Oporne zidove in krila smo zasipali s testiranim drobljencem, ki ga je bilo treba utrjevati po plasteh, saj je bil nasip v višini 2,5 m. Gramozni nasip je bil testiran na trdoto, ki je ustrezala zahtevam.

3.10 Obloga potoka s skalometom

Ko so bili oporni zidovi in krila končani, smo začeli potok oblagati s kamenjem. To smo opravili še pred izdelavo povozne plošče, saj je nam ustrezala trdna podlaga potoka, da smo

lažje izdelali opaž za povozno ploščo in tudi celotno oblogo smo lahko naredili strojno, saj je bila svetla višina mostu le 2,75 m, kar bi nam onemogočalo strojno delo z bagrom pod ploščo. Vodo iz potoka smo preusmerili na levo, da smo lahko na suhem terenu oblagali brežino. Na začetku in koncu skalometa je bilo treba narediti betonski prag globine 1,0 m pod koto potoka, da ne bi spodjedalo skalnate obloge.

Ko sta bila betonska pragova končana, smo začeli z oblaganjem potoka s kamenjem. Odvečni mulj smo odpeljali, nanj dali 0,15 m pustega betona, v prsti beton smo nastiskali/vgradili kamenje v povprečni debelini 0,35 m, tako da je bila celotna obloga debeline 0,5 m. Fuge med kamenji smo napolnili z betonom in jih lepo zgladili, da jih ne bi začelo spodjedati. Ko smo napravili prvo polovico obloge, smo vodo preusmerili na že narejeno kamnito podlogo in po istem postopku končali drugo polovico potoka.



Slika 21: Prečni prerez skalometa

Vir: PZI – Rekonstrukcija dela LC Hmezad – Kričej – Reš – G1 – »TRC REŠ«

3.11 Plošča

Izvedba plošče je bila dokaj zahtevna, saj smo zaradi njene ukrivljenosti morali izdelati spodnje vzdolžne nosilce v predpisanem radiusu. Pri opaževanju smo morali biti zelo pozorni na zadostno število in pravilno razporeditev nosilnih stebrov (polcev). Za opaž in razporeditev nosilcev smo najeli statika, ki je vse pregledal in potrdil, saj je bila teža celotne plošče kar velika.

Ko smo imeli napravljeno spodnjo opažno površino, smo začeli polagati in vezati armaturo. Položili smo jo po načrtu, kar je pregledal in tudi potrdil nadzornik. Po pregledu armature smo izvedli še opaž na straneh plošče in vse skupaj zalili z betonom. Po betoniranju smo morali še nekaj časa vse skupaj vlažiti z vodo. Stranski opaž smo odstranili po nekaj dneh. Ukrivljeni opaž spodaj pa smo pustili skoraj mesec dni, da je beton dosegel trdnost.

3.12 Hidroizolacija

Po razopaževanju plošče je bila na vrsti hidroizolacija plošče.

Predhodno smo ploščo očistili z močnim vodnim curkom. Ko se je posušila, smo naredili prvi premaz betonske površine z reakcijsko smolo v dveh zaporednih slojih in pustili, da se posuši. Naslednji dan smo naredili hladni premaz z bitumenskim vezivom (ibitol) in počakali na naslednji dan, da se vezava posuši. Nato je bilo na vrsti varjenje bitumenskih trakov na premazano površino plošče. Za bitumenski trak smo uporabili TIMBITEKT PF/5 ME-200, za stike bitumenskih trakov smo izvedli prekrivanje v širini 20 cm.



Slika 23: Simbolična slika varjenje hidroizolacije

Vir: www.podsvojostreho.net

3.13 Robniki mostu

Robnike smo vgrajevali takoj po hidroizolaciji mostu. Robniki so bili tudi v pomoč pri opaževanju hodnikov, saj jih na notranji strani hodnikov ni bilo treba izdelati.

V projektu in tudi na predračunu za gradbena dela so bili navedeni betonski robniki dimenzije 15/25/100. Po dogovoru z investitorjem ter nadzornim organom smo betonske robnike nadomestili z granitnimi. Za to je bilo treba napisati nov predračun. Po potrditvi in uskladitvi cen za izdelavo granitnih robnikov smo jih lahko začeli polagati.

Granitni robniki imajo na straneh majhne utore, v katere se pritrdi armaturna palica, ki spoji robnike v linijo, da so obstojnejši (povezani med sabo). Robnike smo polagali na zmes fine cementne malte in jih uravnali v vodoravno linijo. Med robniki smo puščali prostor za fuge, ki smo jih napolnili s fino cementno malto, ki je morala biti odporna proti zmrzali in soli.



Slika 24: Granitni robniki mostu

Vir: Lasten

3.14 Hodniki

Po vgradnji robnikov je bil na vrsti pohodni hodnik za pešce. Pred vgrajevanjem armature smo na dno hodnika položili 3 (tri) cevi PVC fi 110 mm, v katere se lahko napeljujejo omrežja ali kabli. Na začetku in koncu hodnikov smo izdelali jaške iz betonskih cevi fi 60 in na vrh namestili LTŽ pokrove 60/60 cm. Ti jaški so namenjeni vpeljevanju kablov v cevi.

Nato smo v hodnike začeli polagati armature, izvedli opaž in vgradili beton. Pred vgrajevanjem betona je nadzornik pregledal armaturo in z vpisom v gradbeni dnevnik potrdil, da se lahko začnejo betonska dela na hodniku. Uporabili smo predpisani beton C30/37 z dodatki, ki so odporni proti soli in zmrzali. Med betoniranjem smo odvzeli vzorce betona za testiranje. Na koncu smo beton zgladili v metličen beton. To smo naredili s posebnimi metlami s ščetinami, ki naredijo hrapavo površino.



Slika 25: Hodnik mostu

Vir: Lasten

3.15 Ograja mostu

Ograjo smo izdelali sami v svoji delavnici. Iz armaturnega načrta sem izpisal vse potrebne elemente (profile) in količine potrebnega materiala. Vse skupaj smo naročili pri najcenejšem ponudniku, ki nam je dostavil ograjo v delavnico. Profile smo narezali na potrebno dolžino in vse skupaj po načrtu zvarili. Zvarjeno in obrušeno ograjo smo nato odpeljali na pocinkanje.

Ko smo ograjo dobili iz cinkarne, smo jo pripeljali na gradbišče in jo vgradili v vnaprej pripravljene luknje v hodnikih mostu. Luknje smo zabetonirali s fino cementno malto, ki je odporna proti soli in zmrzali.



Slika 26: Ograja mostu

Vir: lastni

3.16 Povožne površine

Pri zaključnih delih so prišle na vrsto tudi povožne površine oziroma asfalterska dela. Ker sami nimamo stroja za polaganje asfalta, smo najeli podizvajalce. Z zbiranjem ponudb smo izbrali najcenejšega ponudnika.

Pogoj za asfalterska dela je bil, da mora biti stroj za polaganje asfalta na gumijastih kolesih, saj je bila na mostu položena hidroizolacija iz bitumenskih trakov, ki se ni smela poškodovati.

3.17 Tehnični prevzem, pregled

Tehnični prevzem je bil izveden leta 2009. Prisotni smo bili izvajalec, predstavnik občine, nadzornik in projektant.

Naredil se je zapisnik o prevzemu, pri čemer ni bilo ugotovljenih nobenih pomanjkljivosti.

Predana je bila vsa dokumentacija:

- A testi za asfaltne zmesi
- A teste za betonska želeja
- Rezultate testov preizkušancev, po različnih datumih, glede na vgradnjo betona
- Dokazila o pravilnem vgrajenem betonu
- Poročila podjetja APROS, d. o. o., o pregledu izkopov za temelje, sestavi tal in pogojih temeljenja
- Zapečateni knjigo obračunskih izmer

3.18 Objekt po petih letih izvedbe

Na objektu se niso izvajali strokovni pregledi o deformacijah konstrukcije. Tudi mi, kot izvajalci, k temu nismo bili zavezani, saj investitor tega ni zahteval in tudi sam tega ni izvedel. Tudi po preteku garancijske dobe investitor ni izpeljal končnega prevzema o deformacijah, poškodbah.

Pri ogledu objekta ni vidnih nobenih poškodb ali napak. Asfaltne površine so v redu, ograjni elementi ne kažejo nobenih sledi korozije. Le regulacija struge je nekoliko zaraščena, a ne zaradi nekakovostne gradnje, ampak zaradi naplavin, ki bi jih morali čistiti pristojni organi.

Betonske konstrukcije so zelo dobro ohranjene in ni videti nikakršnih poškodb ali sledi nekakovostne vgradnje betona.



Slika 27: Stanje objekta po petih letih

Vir: Lasten

4 TERMINSKI PLAN

Tabela 1: Terminski plan

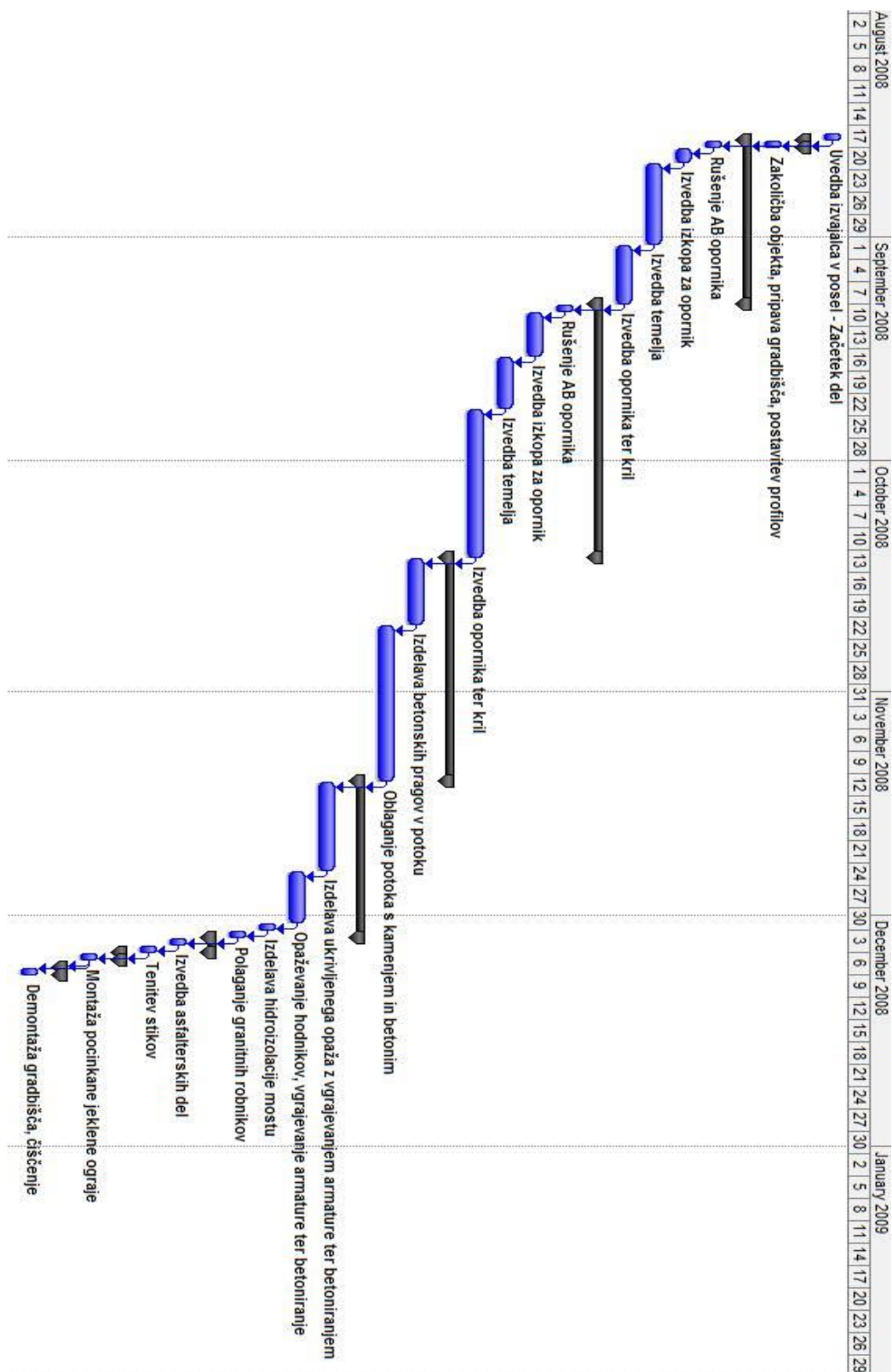
OPIS IZVEDBE DELA		ZAČETEK	KONEC	TRAJANJE
Uvedba izvajalca v posel - začetek del		18. 8. 2008	18. 8. 2008	1 dan
I. PREDDELA		19. 8. 2008	19.8.2008	1 dan
- Zakoličba objekta, priprava gradbišča, postavitve profilov		19. 8. 2008	19. 8. 2008	1 dan
II. OPORNIK OS 1		19. 8. 2008	9. 9. 2008	16 dni
- Rušenje AB opornika		19. 8. 2008	19. 8. 2008	1 dan
- Izvedba izkopa za opornik		20. 8. 2008	21. 8. 2008	2 dni
- Izvedba temelja		22. 8. 2008	1. 9. 2008	7 dni
- Izvedba opornika ter kril		2. 9. 2008	9. 9. 2008	6 dni
III. OPORNIK OS 2		10. 9. 2008	13. 10. 2008	24 dni

- Rušenje AB opornika		10. 9. 2008	10. 9. 2008	1 dan
- Izvedba izkopa za opornik		11. 9. 2008	16. 9. 2008	4 dni
- Izvedba temelja		17. 9. 2008	23. 9. 2008	5 dni
- Izvedba opornika in kril		24. 9. 2008	13. 10. 2008	14 dni
IV. IZDELAVA SKALOMETA POTOKA		14. 10. 2008	12. 11. 2008	22 dni
- izdelava betonskih pragov v potoku		14. 10. 2008	22. 10. 2008	7 dni
- Oblaganje potoka s kamenjem in betonom		23. 10. 2008	12. 11. 2008	15 dni
V. IZDELAVA AB PLOŠČE S HODNIKOM		13. 11. 2008	3. 12. 2008	15 dni
- Izdelava ukrivljenega opaža z vgrajevanjem armature ter betoniranjem		13. 11. 2008	24. 11. 2008	8 dni
- opaževanje hodnikov, vgrajevanje armature ter betoniranje		25. 11. 2008	1. 12. 2008	5 dni

- Izdelava hidroizolacije mostu		2. 12. 2008	2. 12. 2008	1 dan
- Polaganje granitnih robnikov		3. 12. 2008	3. 12. 2008	1 dni
VI. VOZIŠČE		4. 12. 2008	5. 12. 2008	2 dni
- Izvedba asfalterških del		4. 12. 2008	4. 12. 2008	1 dan
- Tesnitev stikov		5. 12. 2008	5. 12. 2008	1 dan
VII. KLJUČAVNIČARSKA DELA		6. 12. 2008	6. 12. 2008	1 dan
- Montaža pocinkane jeklene ograje		6. 12. 2008	6. 12. 2008	1 dan
VIII. ZALJUČEK DEL		8. 12. 2008	8. 12. 2008	1 dan
- Demontaža gradbišča, čiščenje		8. 12. 2008	8. 12. 2008	1 dan

Vir: Lasten

Izvedba terminskega plana v programu MS Project.



5 FINANČNI PLAN

Tabela 2: Finančni plan

OPIS IZVEDBE DELA		PREDRAČUN - PONUDBA	DEJANSKI OBRAČUN	REALIZACIJA V %
REKAPITULACIJA		59.670 €	61.478 €	103,03 %
I. PREDELA		500 €	500 €	100 %
- Zakoličba objekta, priprava gradbišča, postavitve profilov		500 €	500 €	100%
II. OPORNIK OS 1		12.215 €	12.124 €	99,70 %
- Rušenje AB opornika		650 €	633 €	97,38 %
- Izvedba izkopa za opornik		485 €	503 €	103,70 %
- Izvedba temelja		3.580 €	3.500 €	97,76 %
- Izvedba opornika ter kril		7.500 €	7.488 €	99,84 %
III. OPORNIK OS 2		12.215 €	14.124 €	115,62 %
- Rušenje AB opornika		650 €	633 €	97,37 %

- Izvedba izkopa za opornik		485 €	503 €	103,71 %
- Izvedba temelja		3.580 €	5.500 €	153,63 %
- Izvedba opornika in kril		7.500 €	7.488 €	99,84 %
IV. IZDELAVA SKALOMETA POTOKA		5.450 €	5.300 €	97,24 %
- izdelava betonskih pragov v potoku		1.950 €	1.800 €	92,30 %
- Oblaganje potoka s kamenjem in betonom		3.500 €	3.500 €	100 %
V. IZDELAVA AB PLOŠČE S HODNIKOM		20.260 €	20.550 €	101,43 %
- Izdelava ukrivljenega opaža z vgrajevanjem armature ter betoniranjem		9.980 €	9.970 €	99,89 %
- opaževanje hodnikov, vgrajevanje armature ter betoniranje		6.500 €	6.800 €	104,61 %
- Izdelava hidroizolacije mostu		2.200 €	2.200 €	100 %
- Polaganje granitnih robnikov		1.580 €	1.580 €	100 %

VI. VOZIŠČE		3.530 €	3.380 €	95,75 %
- Izvedba asfalterških del		2.950 €	2.800 €	94,91 %
- Tesnitev stikov		580 €	580 €	100 %
VII. KLJUČAVNIČARSKA DELA		3.500 €	3.500 €	100 %
- Montaža pocinkane jeklene ograje		3.500 €	3.500 €	100%
VIII. ZALJUČEK DEL		1.500 €	1.500 €	100 %
- Demontaža gradbišča, čiščenje		1.500 €	1.500 €	100 %

Vir: Lasten

Razvidno je, da smo prekoračili pogodbeno vrednost projekta, za kar so bili krivi drugi dejavniki (dodatna stabilizacija temeljev), zato smo sklenili aneks k pogodbi.

6 ZAKLJUČEK

Projekt, PZI – Rekonstrukcija dela LC Hmezad – Kričej – Reš – G1 – »TRC REŠ«, se je začel izvajati leta 2008, zanj sem bil zadolžen sam, od priprave ponudbe, vse potrebne dokumentacije, do izvedbe projekta.

V prvem sklopu diplomskega dela sem predstavil projekt in ga komentiral. Vse kopije iz projekta – izračuni, skice projekta ... – so natančno navedeni. Razvidno je, da je bil projekt skrbno načrtovan, z vsemi potrebnimi predhodnimi raziskavami. Edina pomanjkljivost je bila, da ni imel izdelane hidravlične presoje mostu za 100-letne vode upravljavca vod, in sicer podjetja Drava vodnogospodarsko podjetje Ptuj, d. d. To smo pridobili kasneje. To poročilo je vplivalo tudi na izvedbo mostu, saj je bila zahteva po svetli višini mostu višja za 0,5 m od projektiranje. Drugih težav v zvezi s projektom nisem zaznal in se tudi niso pojavile, ali pa so ostale skrite.

Kot domačin sem lokacijo mostu sem dobro poznal in sem se zavedal odgovornosti, saj sem se takega projekta – gradnja mostov – lotil prvič. Zato sem nalogo vzel resno in premišljeno sprejemal odločitve, da mi ne bi bilo treba kasneje »plačevati« za napake.

Že pri pripravi ponudbe sem s pomočjo projekta lahko natančno izračunal vse stroške, ki jih bomo imeli pri projektu, in tudi predvidel postopek dela. Iz projekta je bilo razbrati, da bo najtežja izvedba temeljev, saj so bili projektirani na zelo veliki globini, približno 1,5 m pod nivojem potoka, ki ga most prečka. Težava je bila tudi reka Drava v neposredni bližini in zelo plitva podtalna voda na tej lokaciji. In to se je tudi izkazalo, saj smo morali vodo nenehno odvajati s črpalkami. Kmalu po začetku del nam je občina Radlje ob Dravi naročila izdelavo pomožnega objekta za sprehajalce, da bo prečkanje potoka brez nevarnosti. Tako smo naredili varno pomožno brv. Vse druge težave, ki so se pojavile pri gradnji, sem v diplomskem delu natančno opisal.

Pri gradnji mostu bi lahko marsikaj izboljšali in s tem zmanjšali stroške, a se na napakah učimo, pri naslednjem takem projektu bom zagotovo pozornejši in skušal projekt izvesti še bolje. Jasno je, da v gradbeništvu ne moremo vsega predvideti, saj lahko odloča zelo veliko dejavnikov, npr. vreme, na katerega nimamo vpliva. Lahko se le učinkovito pripravimo na vremenske nevšečnosti.

Menim, da sem v diplomskem delu nazorno pokazal, kako se bere projekt in kako most izgraditi. Projekt je zelo dobro uspel, saj tudi po sedmih letih na objektu ni vidnih nikakršnih deformacij.

7 UPORABLJENA LITELATURA IN VIRI

Literatura

1. Humar G. in Kladnik B. (2002). *Slovenski mostovi*, Šempeter pri Gorici: Pontis.
2. Humar G. (1996). *Kamniti velikan na soči*, Ljubljana: Branko.
3. »Projekting« Črešnik M. s.p. (2007). *PZI – Rekonstrukcija dela LC Hmezad – Kričej – Reš – G1 »TRC REŠ«*.

7.1 Viri

1. Arhiv podjetja Bauer Bernard s.p.

7.2 Internetni viri

1. Most (2015). Pridobljeno 12.3.2015 s spletne strani <http://sl.wikipedia.org/wiki/Most>
2. Potrebna dokumentacija ob rekonstrukciji objekta (2009). Pridobljeno 12.3.2015 s spletne strani www.slonep.net/prenova-in-obnova/pred-prenovo/potrebna-dokumentacija-ob-rekonstrukciji-objekta/
3. Slika 23. Pridobljeno 12.3.2015 s spletne strani www.podsvojostreho.net