

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*



Jamova cesta 2
1000 Ljubljana, Slovenija
<http://www3.fgg.uni-lj.si/>

DRUGG – Digitalni repozitorij UL FGG
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

To je izvirna različica zaključnega dela.

Prosimo, da se pri navajanju sklicujete na bibliografske podatke, kot je navedeno:

Petrič, A., 2015. Večkriterijska primerjava variantnih rešitev pri sanaciji mostu čez Ozlenšček v Ozeljanu. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentorica Šelih, J., somentor Kušar, M.): 15 str.

Datum arhiviranja: 30-09-2015

University
of Ljubljana

Faculty of
*Civil and Geodetic
Engineering*



Jamova cesta 2
SI – 1000 Ljubljana, Slovenia
<http://www3.fgg.uni-lj.si/en/>

DRUGG – The Digital Repository
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

This is original version of final thesis.

When citing, please refer to the publisher's bibliographic information as follows:

Petrič, A., 2015. Večkriterijska primerjava variantnih rešitev pri sanaciji mostu čez Ozlenšček v Ozeljanu. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljani, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Šelih, J., co-supervisor Kušar, M.): 15 pp.

Archiving Date: 30-09-2015

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta za
*gradbeništvo in
geodezijo*



Jamova 2
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si

UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI
PROGRAM PRVE STOPNJE
GRADBENIŠTVO

Kandidat:

ALJAŽ PETRIČ

**VEČKRITERIJSKA PRIMERJAVA VARIANTNIH
REŠITEV PRI SANACIJI MOSTU ČEZ OZLENŠČEK V
OZELJANU**

Diplomska naloga št.: 228/B-GR

**MULTI-CRITERIA COMPARISON BETWEEN
OPTIONAL SOLUTIONS FOR THE REHABILITATION
OF THE BRIDGE OVER OZLENŠČEK IN OZELJAN**

Graduation thesis No.: 228/B-GR

Mentorica:

izr. prof. dr. Jana Šelih

Somentor:

asist. dr. Matej Kušar

Ljubljana, 24. 09. 2015

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani **ALJAŽ PETRIČ** izjavljam, da sem avtor diplomskega dela z naslovom »Večkriterijska primerjava variantnih rešitev pri sanaciji mostu čez Ozlenšček v Ozeljanu«.

Izjavljam, da je elektronska različica v vsem enaka tiskani različici.

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v digitalnem repozitoriju.

Ljubljana, 12. september 2015

Podpis:

BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN

UDK:	624.21:69.059.25(497.4Ozeljan)(043.2)
Avtor:	Aljaž Petrič
Mentor:	izr. prof. dr. Jana Šelih
Somentor:	asist. dr. Matej Kušar
Naslov:	Večkriterijska primerjava variantnih rešitev pri sanaciji mostu čez Ozlenšček v Ozeljanu
Tip dokumenta:	Diplomska naloga – Univerzitetni študij
Obseg in oprema:	15 str., 0 preg., 7 sl., 4 en.
Ključne besede:	mostovi, sanacija, nadomestna gradnja, primerjava rešitev

IZVLEČEK

Na mostovih se z leti uporabe pojavljajo poškodbe in pomankljivosti različnega obsega in z različnimi vplivi na funkcionalnost ter izgled. Da zagotovimo varnost, uporabnost in tudi estetski videz, moramo objekte redno strokovno pregledovati in vzdrževati. Nekateri objekti pa se poškodujejo do te mere, da je potrebno preučiti variantne rešitve. V tej nalogi primerjamo rešitvi za most čez Ozlenšček v Ozeljanu.

Najprej na podlagi pregleda in preiskav sestavimo popis potrebnih sanacijskih del na objektu, s katerim izračunamo tudi predvidene stroške celovite sanacije. Te primerjamo z ocenjenimi stroški nadomestne gradnje objekta. Ugotovimo, da so stroški nadomestne gradnje skoraj 15-krat večji od stroškov celovite sanacije, zato izberemo sanacijo kot bolj smiselno in gospodarno rešitev. Poleg cene primerjamo alternativni rešitvi tudi na podlagi drugih kriterijev, kot sta trajnost in uporabnost.

BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION

UDC: 624.21:69.059.25(497.4Ozeljan)(043.2)
Author: Aljaž Petrič
Supervisor: Assoc. Prof. Jana Šelih, Ph.D.
Co-supervisor: Assist. Prof. Matej Kušar, Ph.D.
Title: Multi-criteria comparison between optional solutions for the rehabilitation of the bridge over Ozlenšček in Ozeljan
Document type: Graduation Thesis – University studies
Notes: 15 p., 0 tab., 7 fig., 4 equations
Key words: bridges, rehabilitation, replacement construction, solution comparison

ABSTRACT

During their service life, faults and deficiencies that influence their functionality and appearance emerge on bridges. In order to ensure safety, usability and aesthetic appearance, structures have to undergo regular expert review and maintenance. Some bridges are damaged to the extent where it is necessary to consider alternative solutions. This thesis compares solutions to the bridge over Ozlenšček in Ozeljan.

In the first step, we compile an inventory of necessary remedial works on the basis of the examination and tests on the bridge and calculate the estimated costs of comprehensive rehabilitation. These costs are later compared with estimated costs of the newly constructed bridge. The results show that the cost of the replacement construction is almost 15 times greater than the cost of the rehabilitation, therefore we select the latter as a more rational and economical solution. In addition to the comparison of cost, other criteria such as sustainability and usability are used.

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorici izr. prof. dr. Jani Šelih in somentorju asist. dr. Mateju Kušarju za strokovno pomoč in svetovanje pri izdelovanju diplomske naloge.

Zahvala gre tudi staršema Viktorju in Janji, sestri Andreji ter starima staršema Silvestru in Emiliji za podporo in potrpežljivost med študijem in pri pisanju diplomske naloge.

Hvala tudi Hani, študijskim kolegom in prijateljem za podporo.

KAZALO VSEBINE

IZJAVA O AVTORSTVU	II
BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN	III
BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION	IV
1 UVOD	1
1.1 Opredelitev problema	1
1.2 Cilji naloge.....	1
1.3 Zasnova naloge.....	1
2 PREDSTAVITEV OBRAVNAVANEGA OBJEKTA.....	3
2.1 Splošne značilnosti.....	3
2.2 Opis poškodb in drugih pomanjkljivosti	4
3 PREDLAGANE VARIANTNE REŠITVE	8
3.1 Celovita sanacija	8
3.2 Nadomestna gradnja	9
4 STROŠKOVNA ANALIZA.....	10
4.1 Splošno	10
4.2 Alternativa 1: celovita sanacija.....	10
4.3 Alternativa 2: nadomestna gradnja	12
5 PRIMERJAVA OBRAVNAVANIH REŠITEV	14
6 ZAKLJUČEK	15
VIRI	16

KAZALO SLIK

Slika 1 Prikaz lokacije objekta z modro piko na satelitskem posnetku (Google Maps, 2015) ..	3
Slika 2 Obravnavani most čez Ozlenšček (gorvodno)	4
Slika 3 Sledovi zamakanja med dobetoniranim robnim pasom in opornikom	5
Slika 4 Vegetacija v vzdolžni regi na stiku vozišča in robnega pasu	6
Slika 5 Primer AB mostu iz priročnika (Valant, 2003)	9
Slika 6 Diagram stroškov deležev posameznih vrst del v primeru celovite sanacije	11
Slika 7 Diagram stroškov deležev posameznih vrst del v primeru nadomestne gradnje	13

KAZALO OKRAJŠAV

AB Armiran beton

GOI dela Gradbena, obrtniška in instalacijska dela

1 UVOD

1.1 *Opredelitev problema*

Več kot 70 % zemeljskega površja predstavlja voda. Ta je eden izmed glavnih virov življenja, pri zemeljskem transportu pa reke in potoki predstavljajo ovire, ki jih je potrebno prečkati. Tako se že od davnih časov pojavljajo na potokih in rekah premostitveni objekti, ki so se sčasoma razvijali iz enostavnih oblik, kot so v strugi potoka zloženi kamni ali čez vodo postavljena debela dreves do razsežnih, markantnih in ikoničnih mostov, ki jih poznamo danes.

S staranjem se na objektih pojavljajo napake in poškodbe, ki jih moramo odpraviti, v nekaterih primerih so poškodbe tako velike, da sta potrebni tudi rušitev in nadomestna gradnja. Da bi pravočasno preprečili razvoj usodnih poškodb, moramo stanje premostitvenih objektov ustrezno vzdrževati. Mostovi velikokrat predstavljajo tudi tehnično kulturno dediščino in estetsko vrednost. Glavni namen te naloge je utemeljitev izbire med celovito sanacijo in nadomestno gradnjo ob upoštevanju stanja obravnavanega mostu čez potok Ozlenšček v Ozeljanu.

1.2 *Cilji naloge*

Cilj naloge je izbira najbolj smiselne in gospodarne rešitve, ki zagotavlja ustrezen nivo varnosti in uporabnosti za izbrani objekt. Zato je potrebno temeljito preučiti stanje mostu, evidentirati poškodbe in na tej osnovi sestaviti popis potrebnih sanacijskih del. Glavni kriterij odločanja med možnimi rešitvami je končna cena posameznih rešitev, zato določimo tudi stroške sanacije. To storimo tudi za predlog nadomestne gradnje, pri čemer upoštevamo tudi stroške rušenja. Pomembno je, da obe rešitvi ustrezata pogoju varnosti in stabilnosti. Ko določimo stroške obeh predlaganih rešitev, ju med seboj primerjamo in izberemo finančno ugodnejšo rešitev. Rešitvi primerjamo tudi na podlagi drugih kriterijev, vendar prevladujoči kriterij pri odločanju ostaja cena.

1.3 *Zasnova naloge*

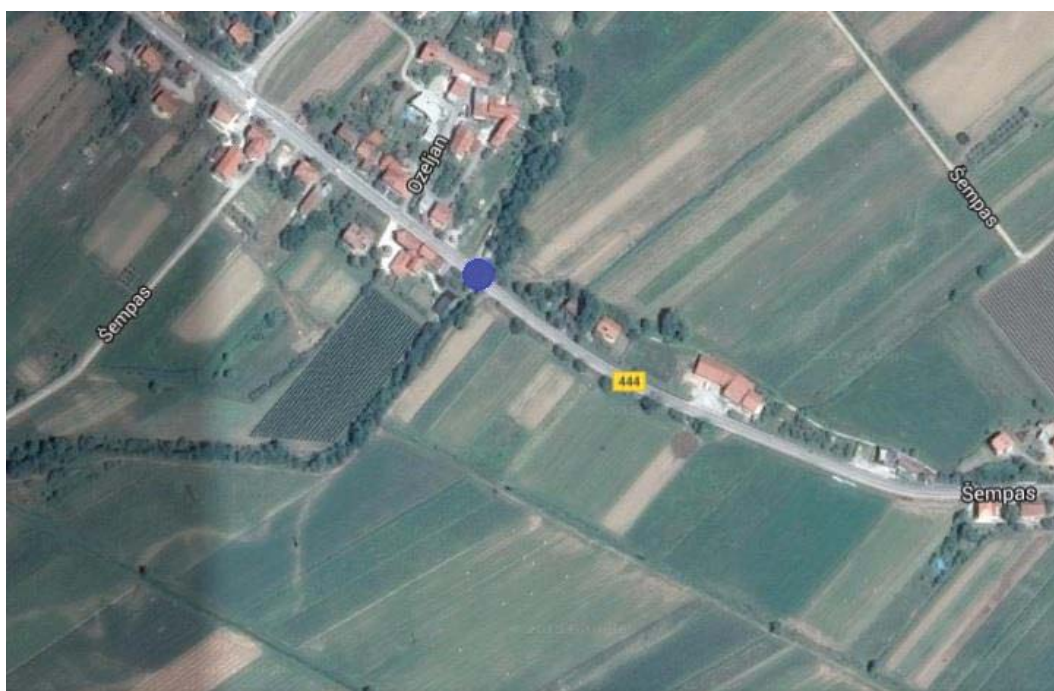
V nalogi najprej predstavimo obravnavan premostitveni objekt, njegove splošne značilnosti, zgodovino, lokacijo, zasnovo, izgled in geometrijske lastnosti. Sledi natančen opis poškodb in pomankljivosti mostu ter njegovih delov. V tretjem poglavju predlagamo dve variantni rešitvi, celovito sanacijo objekta in nadomestno gradnjo. Predlog sanacije izdelamo na podlagi popisa

poškodb, razsežnosti in vpliva poškodb na varnost mostu. Predlagan nadomestno grajen most pa predstavlja čim bližji približek obstoječemu objektu, da bomo rešitvi čim bolje primerjali med sabo. Po izdelavi popisa del za sanacijo v naslednjem poglavju izračunamo celoten strošek te rešitve, sledi še določitev stroška nadomestne gradnje. Pri tem upoštevamo tudi stroške, ki nastanejo zaradi rušenja poškodovanega objekta, in sanacijskih del v neposredni okolici mostu. V zaključnem delu naloge izračunane ocene stroškov za obe varianti primerjamo in izberemo tisto varianto, ki daje primeru obravnavanega objekta višjo skupno korist. Izbiramo lahko na podlagi več kriterijev, pri čemer je najpomembnejši finančni kriterij.

2 PREDSTAVITEV OBRAVNAVANEGA OBJEKTA

2.1 Splošne značilnosti

Obravnani most premošča potok Ozlenšček, nahaja se v začetku vasi Ozeljan v smeri proti Novi Gorici na cestnem odseku R2-444/347. Zasnova obstoječega mostu je kamnita ločna konstrukcija preko enega polja. Natančnih podatkov o starosti mostu ni. Vaščani navajajo, da je most iz časov Avstro-Ogrske, pred približno 15 leti pa sta bila na obeh straneh dograjena armiranobetonska robna pasova (Štampfl, 2013).



Slika 1 Prikaz lokacije objekta z modro piko na satelitskem posnetku (Google Maps, 2015)

Most je večinoma kamnit. V kamniti izvedbi so oporniki, krila in lok, armiranobetonska pa sta robna pasova, prav tako je dobetoniran del krajnih opornikov na dolvodni strani v območju dograjenega robnega pasu. Širina vozišča je 7,4 m, širina robnih pasov pa 0,8 m na vsaki strani. Razpetina mostu je 5 m, kot med osjo mostu in vodotoka pa znaša približno 80°. Na gorvodni strani mostu se združita dva manjša potoka tik pred objektom, na tem mestu je skozi strugo speljana tudi makadamska pot (Štampfl, 2013).

Izvedene raziskave kažejo, da je nad kamnitim obokom debeline približno 54 cm izvedena betonska plošča debeline med 20 in 22 cm, nad njo je asfaltna plast debeline približno 18 cm. (Štampfl, 2013).



Slika 2 Obravnavani most čez Ozlenšček (gorvodno)

Predvidevamo, da je prometna obremenitev mostu vse od odprtja avtocestnega odseka med Selom in Šempetrom maja leta 1996 precej upadla. Po cesti, ki pelje čez most, tako tovornjakov skorajda ni več, med enournim ogledom mostu v dopoldanskem času je most prečkalo le nekaj avtomobilov. Sklepamo lahko, da je cesta čez most namenjena le še lokalnemu prometu in dostavi med naselji od Ozeljana do Sela. Direkcija Republike Slovenije za ceste pa je na cesti čez most tudi omejila promet vozil nad maso 20 ton.

2.2 Opis poškodb in drugih pomanjkljivosti

Objekt je bil detajlno vizualno pregledan, izvedene pa so bile tudi terenske in laboratorijske preiskave konstrukcijskih elementov. Vidnih poškodb mostu zaradi diferenčnega posedanja temeljev ni, prisotna je le lokalna abrazija krajnih opornikov na levobrežnem krajnem oporniku gorvodno. To mesto je bolj izpostavljeno abraziji zaradi vodotoka, ki priteče vporedno z osjo ceste in se zliva tik pred mostom. Nasipne brežine so prekomerno poraščene z vegetacijo. Prav tako je prekomerno poraščena struga vodotoka izven območja mostu, ki je izjemno neurejena. V strugi je veliko naplavin kamna, peska in blata (Štampfl, 2013).

Kamniti oporniki so v dokaj dobrem stanju. Opazni so sledovi zamakanja, na posameznih mestih je prisotna tudi abrazija kamna ob stiku s terenom. Na vsakem oporniku sta narejeni

po dve odprtini, ki sta bili najverjetneje izvedeni za potrebe miniranja. Zaključki teh odprtini niso ustrezno izvedeni, kar je povzročilo tudi izpad nekaterih kamnov ob odprtinah. Na dolvodni strani desnobrežnega opornika so na dobetoniranem delu opornika opazni tudi sledovi zamakanja vode skozi stik z dobetoniranim konzolnim robnim pasom. Krila na dolvodni strani so izvedena iz betona in zato v dobrem stanju, so pa zelo poškodovani oporni zidovi na brežinah vodotoka, predvsem desnobrežno. Gorvodno so krila v kamniti izvedbi in v slabšem stanju. Prisotno je izpadanje malte iz spojníc in izpadanje kamnov na posameznih mestih. Na krilih in opornih zidovih pa se zarašča tudi vegetacija (Štampfl, 2013).



Slika 3 Sledovi zamakanja med dobetoniranim robnim pasom in opornikom

Na kamnitem oboku prekladne konstrukcije je na večjem delu prisotno zamakanje z izločanjem sige in kapnikov, kljub temu pa je obok v razmeroma dobrem stanju. Kamniti parapetni zidovi ne kažejo znakov poškodb, dobetonirani konzolni robni pasovi so prav tako v dobrem stanju. Posledice atmosferskih vplivov so opazne predvsem na zgornji površini betona, kjer je prisotno izpiranje cementnega mleka in lokalno ob sidriščih stare ograde tudi propadanje betona. Na stiku dobetoniranega krajnega opornika in dobetoniranega robnega pasu so opazni sledovi

zamakanja. Na cestišču so prisotne razpoke asfaltne plasti na vozišču predvsem na območju dostopa na most iz obeh smeri. Večina teh razpok je saniranih. Vzdolžni regi na stiku vozišča z armiranobetonskimi robnimi pasovi sta zaraščeni z vegetacijo (Štampfl, 2013).



Slika 4 Vegetacija v vzdolžni regi na stiku vozišča in robnega pasu

Izvedba komunalnih vodov na dolvodni strani je neprimerna, saj so cevi prekomerno povešene, na gorvodni strani pa je cev komunalnega voda zelo korodirana. Odbojne ograje mostu so v dobrem stanju (Štampfl, 2013).

Nosilna konstrukcija mostu je načeloma v dobrem stanju, saj ugotovljene poškodbe ne ogrožajo varnosti mostu v smislu nosilnosti. Iz Štampflovega detajlnega pregleda ni bilo razvidnega diferenčnega posedanja ali spodjedanja temeljev. Kamniti oporniki in obok so v dobrem stanju, opazni so le sledovi premakanja zaradi neustrezne izvedbe hidroizolacije zgornjega ustroja mostu. Na kamnitih krilih in opornih zidovih brežine izven obsega mostu prihaja do izpadanja kamenja in malte, na teh delih je prisotna tudi vegetacija.

Najbolj dotrajan je oporni zid dolvodno, desnobrežno, ki je potreben zamenjave. Brežine in struga vodotoka so potrebni čiščenja prekomerne vegetacije in naplavin blata, kamnov in

peska. Potrebno je izvesti tudi ustrezne ukrepe sanacije obstoječih poškodb in preprečiti razvoj nadaljnih. Najbolj pomembna je ustrezna izvedba hidroizolacije vozišča in sanacija poškodovanih kamnitih kril in opornih zidov (Štampfl, 2013).

3 PREDLAGANE VARIANTNE REŠITVE

3.1 Celovita sanacija

Po opravljenem terenskem pregledu in na podlagi elaborata o pregledu in preiskavah (Štampfl, 2013) smo določili ukrepe sanacije mostu, kamnitih kril, opornikov in opornega zidu brežine. V nadaljevanju so podrobneje opisani sanacijski ukrepi, ki jih Štampfl predlaga v svojem poročilu. Ocene, predpostavke in nekateri izračuni so navedeni v naslednjem poglavju. Stroškovna analiza ter popis del z izračunom pa je podan v prilogi A.

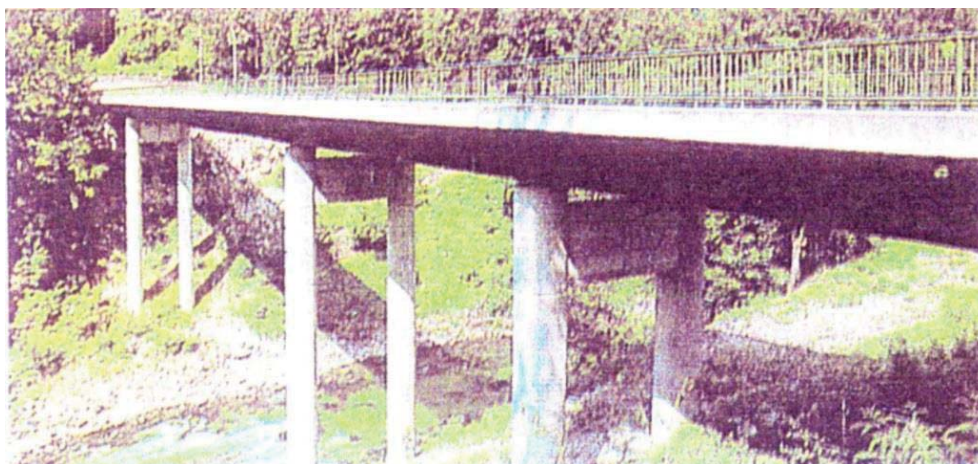
Na samem objektu je potrebno izvesti odstranitev in zamenjavo vseh asfaltnih plasti. Odstranimo obstoječ asfalt v debelini približno 18 cm na določenem območju. To obsega površino nad razpetino mostu in površino ob dostopih na most, 1 meter v vsako smer. Potem izvedemo izravnalni sloj betona v debelini približno 2 cm. Namestimo novo hidroizolacijo mostu, da preprečimo nadaljnje zamakanje kamnitega oboka in opornikov. Novovgrajen asfalt nato izvedemo v dveh plasteh, nosilni (6 cm) in obrabni (4 cm). Vzдолžni stik med betonskim robnim pasom in asfaltnim voziščem zatesnimo s trajnoelastičnim kitom, s čimer zagotovimo tesnenje in preprečimo ponovno zaraščanje z vegetacijo na tem mestu. Sklepamo tudi, da bosta nova hidroizolacija in zatesnenje vzdolžnih reg na mostu preprečila zamakanje na stiku med dobetoniranim robnim pasom in dobetoniranim opornikom.

Na krajnih opornikih saniramo lokalno propadle fuge, pozidamo tudi obstoječe odprtine. Na kamnitih krilih izvedemo obsežnejše sistematično globinsko prefugiranje, to izvedemo z injektiranjem. Hkrati zamenjamo tudi vse izpadlo kamenje iz kril. Oporne zidove brežin saniramo analogno kamnitim krilom. Izjema je oporni zid dolvodno, desnobrežno, ki je preveč dotrajan in poškodovan. Tega porušimo in novega izvedemo v celoti na dolžini 5 metrov kot kamnito zložbo v razmerju kamen/beton 70/30.

Vegetacijo, ki zarašča brežine in strugo, odstranimo. Iz struge odstranimo tudi odvečno naplavljenno blato in kamenje, ki ovira pretok pod premostitvenim objektom. Na dolvodni strani mostu povešene komunalne vode primerno pritrdimo. Z navedenimi sanacijskimi ukrepi v celoti saniramo most in njegovo neposredno okolico ter tako zagotovimo varnost mostu in njegovih elementov.

3.2 Nadomestna gradnja

V primeru nadomestne gradnje izvedemo AB most z asfaltnim cestiščem. Predlagana rešitev obsega rušenje obstoječega mostu, to je vozišča, robnih pasov, kamnitega oboka in betonske plošče nad njim, odvoz nastalega razsutega materiala in izgradnjo novega mostu na istem mestu. V našem primeru lahko dimenzije novega mostu ostanejo približno enake obstoječemu objektu, saj ne potrebujemo večjih dimenzij objekta v smislu uporabnosti zaradi majhne obremenitve prometa.



Slika 5 Primer AB mostu iz priročnika (Valant, 2003)

V primeru novogradnje ostanejo obstoječa kamnita krila in oporni zidovi brežin, na katerih moramo izvesti določene sanacijske ukrepe. Ti zajemajo (tako kot pri rešitvi celovite obnove): sanacijo kamnitih kril in opornih zidov z globinskim prefugiranjem; zamenjavo izpadlega kamnja; rušenje; izvedbo novega opornega zidu dolvodno, desnobrežno ter odstranjevanje vegetacije in čiščenje struge vodotoka.

4 STROŠKOVNA ANALIZA

4.1 Splošno

V nadaljevanju analiziramo obe predlagani rešitvi iz stroškovnega vidika. V obeh primerih je rezultat varen premostitveni objekt z urejeno strugo vodotoka v neposredni okolici. Kot najpomembnejši kriterij pri izbiri rešitve upoštevamo celotne stroške sanacije oziroma novogradnje, zato bo v nadaljevanju poudarek na primerjavi stroškov obeh predlaganih rešitev.

Cene izvedenih sanacijskih ukrepov smo določili na podlagi cenikov gradbenih, obrtnih in inštalacijskih del, ki jih je izdala Uprava za zaščito in reševanje Ministrstva za obrambo Republike Slovenije ob poplavah. Nekatere postavke smo dobili iz poglavja za infrastrukturo, druge iz poglavja za stavbe. Vrednost novogradnje pa smo ocenili s pomočjo Priročnika za vrednotenje gradbenih objektov (Valant, F., 2003)

4.2 Alternativa 1: celovita sanacija

V tem poglavju bomo podrobneje predstavili predpostavke, poenostavitve, ocene in izračune na poti do ocene stroškov za celovito sanacijo. Oceno stroškov posameznih postavk sanacijskih ukrepov smo dobili iz cenikov GOI del (Uprava RS za zaščito in reševanje). Večino uporabljenih dimenzij smo izmerili ob terenskem ogledu, le nekatere smo ocenili na podlagi izkušenj.

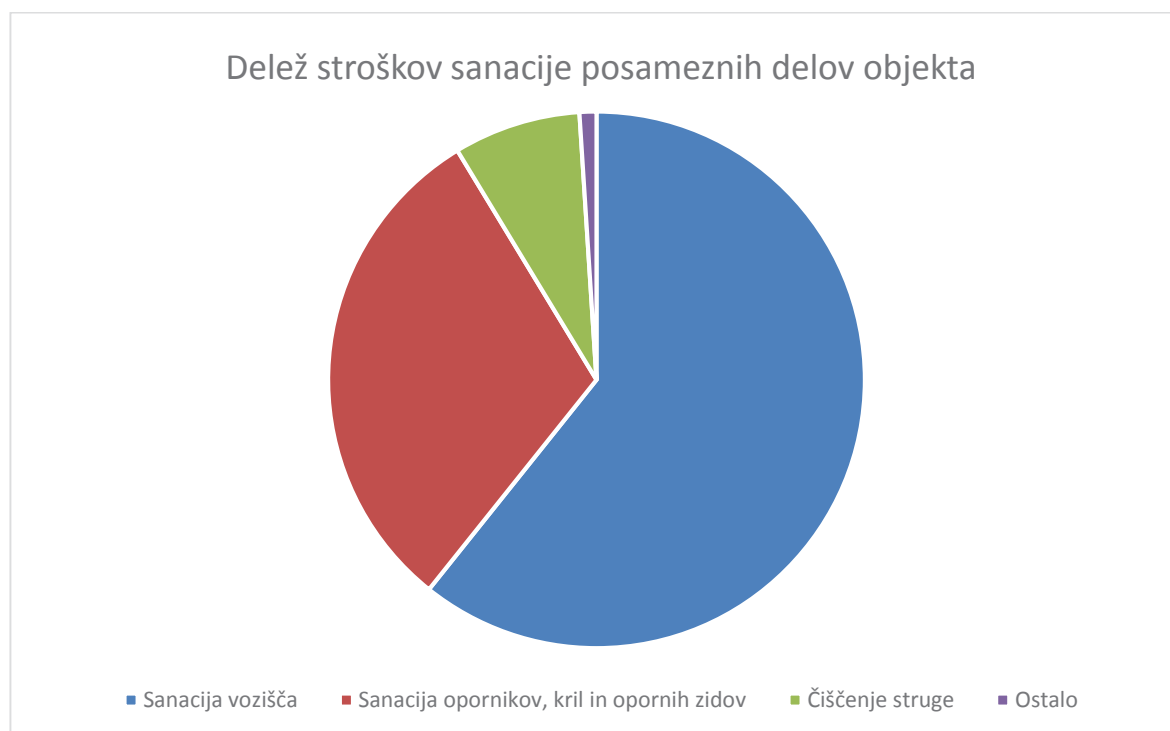
Za sanacijo vozišča smo ocenili površino sanacije. Le-to definiramo s širino vozišča 7,8 m in dolžino 7 m, ki predstavlja razpetino mostu 5 m in po 1 dodaten meter na obeh dostopih na most. Površina vozišča, ki ga saniramo je tako 51,8 m². Nove asfaltne debeline izvedemo v dveh slojih, nosilnem (6 cm) in obrabnem (4 cm), skupaj debeline 10 cm. Stik med asfaltom in betonskim robnim pasom zatesnimo po celi dolžini stika. Prav tako zatesnimo tudi stik med novim in starim asfaltom. Skupna dolžina zatesnitve stika je 28,8 m.

Na krajnih opornikih pozidamo vse štiri odprtine dimenzij približno 40x40 cm. Njihovo skupno prostornino ocenimo na 0,3 m³. Luknje zapolnimo z obdelanim pravokotnim kamnom, da se ujema z izgledom kamnitega oboka. Kamnite opornike fugiramo le na nekaj mestih, pri krilih in opornih zidovih pa je potrebno celovitejše injektiranje. Na podlagi terenskega ogleda in približnih izmer ocenjujemo skupni volumen zidov, na katerih izvedemo injektiranje na približno 8 m³. Predpostavljamo, da je debelina opornikov, kril in opornih zidov 0,4 m, injektiranje pa izvedemo na približno 20 m². Količino izpadlega kamenja iz kril in opornih zidov, potrebnega

zamenjave, predpostavimo na $0,5 \text{ m}^3$. Oporni zid, ki ga zamenjamo, je dolžine približno 5 m, višine 1,8 m, njegovo globino pa ocenimo na 0,4 m.

V strugi odstranimo vegetacijo, vendar ima ta mnogo manjši premer (do 10 cm) od premera, navedenega pri postavki v ceniku del (10 do 30 cm), zato računsko količino določimo tako, da bo ta čimbolje upoštevala dejansko količino vegetacije manjšega premera. Ker so struga in bregovi močno poraščeni, predpostavimo, da je ekvivalent vegetaciji v okolici objekta 10 dreves s premerom 10 do 30 cm. Količino naplavljenega blata in kamenja ocenimo na 5 m^3 . Komunalna voda na dolvodni strani pritrdimo na skupni dolžini 14 m.

Spodnji tortni diagram ponazarja deleže sanacij posameznih delov mostu. Ugotovimo, da največji strošek sanacije predstavlja zamenjava asfaltnih plasti in hidroizolacija vozišča, ki predstavlja 61 % stroška sanacije celotnega mostu. Sanacija opornikov, kamnitih kril in opornih zidov brežine predstavlja dobrih 31 % stroškov. Čiščenje vegetacije in naplavljenega materiala v strugi pa predstavlja le 8 % celotnega stroška sanacije.



Slika 6 Diagram stroškov deležev posameznih vrst del v primeru celovite sanacije

Natančen popis del s postavkami in izračunom je predstavljen v prilogi A. Iz predstavljenega računa vidimo, da znaša skupen strošek celovite sanacije 4.536,54 EUR.

4.3 Alternativa 2: nadomestna gradnja

Ceno nadomestnega premostitvenega objekta smo določili s pomočjo Priročnika za vrednotenje gradbenih objektov (Valant, F., 2003). Pri izračunu skupnega stroška nadomestne gradnje pa smo morali upoštevati tudi strošek rušenja obstoječega objekta in stroške vseh sanacijskih ukrepov iz prejšnjega poglavja, ki so izven obsega sanacije samega mostu, torej sanacijo kamnitih kril, opornih zidov brežin in čiščenje struge.

V Priročniku za vrednotenje gradbenih objektov je navedena cena za kvadratni meter armiranobetonskega mostu z asfaltnim cestiščem, stranskimi pločniki skupne širine do 8,00 m in s kovinsko ograjo, kar približno ustreza obstoječim dimenzijam in predlagani zasnovi novogradnje objekta. Cena znaša 1.185,97 EUR na kvadratni meter. Predlagan most bo širok 8,00 m in bo imel razpetino 5,00 m. Skupna površina je torej 40 m². Strošek novogradnje mostu tako znaša 47.438,82 EUR, kar predstavlja 71 % vseh stroškov nadomestne gradnje, saj v tem znesku še ni všteta cena pripravljanih del.

$$A = b * l = 8,00 \text{ m} * 5,00 \text{ m} = 40,00 \text{ m}^2$$

$$C_{\text{novogradnje}} = A * C = 40,00 \text{ m}^2 * 1185,97 \text{ €/m}^2 = 47438,82 \text{ €}$$

Pripravljala dela pred gradnjo predstavljata rušenje in odvoz odpadnega materiala. Pri rušenju ocenimo, da je volumen mostu, ki ga rušimo 40 m³. Potem predpostavimo povprečen presek objekta, in sicer 8 m² na razpetini 5 m. Pri tem upoštevamo kamniti obok, betonsko ploščo, dobetonirane robne pasove ter asfaltno plast. Celoto obravnavamo kot nearmiran beton z dodatkom kamna, volumen porušenega materiala, ki ga odvažamo, množimo s faktorjem 1,2 in tako upoštevamo raztresenost. Strošek rušenja objekta in odvoz materiala znašata 17.689,99 EUR, kar predstavlja 26 % stroškov celotne nadomestne gradnje.

$$V_{\text{odvoza}} = V_{\text{rušenja}} * 1,2 = 40 \text{ m}^3 * 1,2 = 48 \text{ m}^3$$

$$C_{\text{pripravljanih del}} = C_{\text{rušenja}} * V_{\text{rušenja}} + C_{\text{odvoza}} * V_{\text{odvoza}} =$$

$$= 433,73 \text{ €/m}^3 * 40 \text{ m}^3 + 7,10 \text{ €/m}^3 * 48 \text{ m}^3 = 17689,99 \text{ €}$$

Preostanek stroškov saniranja okolice v primeru novogradnje znaša 1.672,06 EUR, to predstavlja 3 % celotne cene novogradnje. Skupni strošek nadomestne gradnje premostitvenega objekta znaša 66.800,87 EUR (Priloga B).



Slika 7 Diagram stroškov deležev posameznih vrst del v primeru nadomestne gradnje

5 PRIMERJAVA OBRAVNAVANIH REŠITEV

Pri iskanju najboljše rešitve problema lahko upoštevamo več kriterijev. V našem delu je prevladujoči kriterij finančna vrednost predlagane rešitve. Ostali kriteriji pri odločanju med rešitvama so varnost, funkcionalnost in trajnost posamezne rešitve.

V prejšnjem poglavju smo s stroškovno analizo s pomočjo cenikov GOI del ter priročnika za vrednotenje gradbenih objektov ugotovili, da so stroški celovite sanacije obravnavanega premostitvenega objekta 4.536,54 EUR, stroški nadomestne gradnje pa 66.800,87 EUR. Zato sklepamo, da je iz vidika stroškovne učinkovitosti smiselno izberati celovito sanacijo, saj je strošek nadomestne gradnje skoraj 15-krat večji.

Obe variantni rešitvi zagotavljata enako stopnjo varnosti v smislu nosilnosti. Ocenjujemo, da ima predlagana zasnova novogradnje 20 % večjo uporabnost kot saniran obstoječi objekt, saj ima stranske pločnike, ki zagotavljajo dodatno varnost sicer maloštevilnim pešcem. Po kriteriju varnosti in funkcionalnosti je primernejša rešitev nadomestne gradnje.

Predlagani rešitvi primerjamo še po kriteriju trajnosti. Zasnova obstoječega mostu je po navedbah krajanov še iz časov Avstro-Ogrske. Ocenimo, da je življenska doba obstoječega objekta po izvedbi predlaganih sanacijskih ukrepov 30 let. Načrtovana življenska doba nadomestne gradnje znaša 90 let po Priročniku za vrednotenje gradbenih objektov (Valant, F., 2003). Končni ceni obeh rešitev preračunamo v strošek na leto uporabe. Za celovito sanacijo ta strošek znaša 151,22 EUR na leto življenjske dobe, za predlagano nadomestno gradnjo znaša ta strošek 742,23 EUR na leto življenjske dobe. Ko primerjamo ta zneska, ugotovimo, da je celovita sanacija kljub trikrat krajši življenjski dobi veliko ugodnejša od predlagane nadomestne gradnje na leto pričakovane življenjske dobe.

Iz zgornjih primerjav sledi, da je najboljša rešitev predlagana celovita sanacija, saj je po prevladujočem kriteriju finančne vrednosti ugodnejšega. Poleg tega je sanacija ugodnejša tudi glede na strošek rešitve na leto načrtovane življenjske dobe. Obe rešitvi sta enakovredno varni v smislu nosilnosti, novogradnja ima 20 % večjo uporabnost in je varnejša za pešce.

6 ZAKLJUČEK

V nalogi smo iskali najustreznejšo alternativno rešitev za most čez potok Ozlenšček v Ozeljanu. Po izvedenih izračunih in analizah ugotovimo, da je v našem primeru najbolj smotrna rešitev za dan premostitveni objekt sanacija obstoječega objekta. Prevladujoči kriterij pri odločanju je bil strošek izvedbe del pri obeh rešitvah in glede na ta kriterij je sanacija veliko ugodnejša od nadomestne gradnje. Rešitvi sta primerljivo varni v smislu nosilnosti. Nadomestna gradnja je varnejša in uporabnejša predvsem za pešce, ki pa jih je na tem odseku skoraj zanemarljivo malo. Iz vidika trajnosti je predlagan obseg sanacije slabši kot novogradnja, saj zagotavlja trikrat krajšo načrtovano življenjsko dobo, kljub temu je sanacija še vedno ugodnejša po strošku rešitve na leto življenjske dobe.

Če bi investitor želel trajnejšo sanacijo, bi predlog lahko razširili in zamenjali bi tudi obstoječo nearmirano betonsko ploščo nad obokom in dobetonirane AB robne pasove. Ta rešitev bi občutno povečala strošek sanacije, vendar bi po moji oceni precej pripomogla k trajnosti obstoječega objekta, ob tem pa bi ohranili tudi estetsko podobo mostu, ki jo zaznamuje kamnit obok.

Ob koncu je potrebno poudariti, da je vsak projekt, ki ga v gradbeništvu načrtujemo ali izvajamo, unikatni. Stroški bodisi sanacije bodisi nadomestne gradnje so odvisni od obsega in tipa poškodb na objektu, od okolja, v katerem se objekt nahaja, in od potrebe po povečanju kapacitete ali nosilnosti. Pogosto pa najbolj racionalna rešitev ni tako očitno odstopajoča od ostalih kot v našem primeru, takrat se odločamo na podlagi več kriterijev, glavno besedo pri izbiri pa ima investitor.

VIRI

Štampfl, A., Kovač, B. 2013. *Elaborat o pregledu in preiskavah premostitvenega objekta čez Ozlenšček v Ozeljanu*. Ljubljana, Gradbeni inštitut ZRMK, Center za materiale in konstrukcije: 6 str.

Valant, F. 2003. *Katalog vzorčnih gradbenih objektov in priručnik za vrednotenje gradbenih objektov*. Kočevje, Kočevski tisk: 44 str.

Uprava RS za zaščito in reševanje. 2015. *Cenik A – Povprečne gradbene cene po vrstah stavb*.

http://www.sos112.si/slo/tdocs/sifrant_a.doc (Pridobljeno 10. 8. 2015.).

Uprava RS za zaščito in reševanje. 2015. *Cenik B – Izhodiščne cene za ocenjevanje delnih škod na stavbah*.

http://www.sos112.si/slo/tdocs/sifrant_b.doc (Pridobljeno 10. 8. 2015.).

Uprava RS za zaščito in reševanje. 2015. *Cenik C – Skupine del za oceno škode na transportni infrastrukturi na dan 10. 3. 2014*.

http://www.sos112.si/slo/tdocs/sifrant_c.pdf (Pridobljeno 10. 3. 2015.).

SEZNAM PRILOG:

PRILOGA A: Popis del pri sanaciji

PRILOGA B: Popis del pri nadomestni gradnji

PRILOGA A: Popis del pri sanaciji

	Enota	Cena v € na enoto	Količina	Cena v €
I - Rušitvena dela				
1. Rušenje opornega zidu brežine	m ³	76,24	3,60	274,48
2. Odvoz razsutega materiala	m ³	7,10	4,32	30,67
3. Rezanje asfalta na stikih faz v območju mostu	m	4,65	28,80	133,92
4. Rušenje obstoječega asfaltnega vozišča d=18cm z odvozom	m ²	6,84	51,80	354,31
5. Odstranjevanje vegetacije (žaganje in odstranjevanje dreves, premer 10 do 30 cm)	kos	31,20	10,00	312,00
II - Zemeljska dela				
1. Odstranjevanje naplavljenega materiala z nalaganjem in odvozom na deponijo od 5 do 10 km	m ³	7,10	5,00	35,50
III - Betonska dela in zidovi				
1. Izdelava opornega zidu brežine (kamnita zložba 70 kamen / 30 beton)	m ³	95,10	3,60	342,36
2. Injektiranje starih kamnitih kril in opornih zidov brežine	m ³	73,21	8,00	585,71
3. Zazidanje odprtih za miniranje (obdelan kamen - pravokotniki)	m ³	210,20	0,30	63,06
4. Zamenjava izpadlega kamenja (delno obdelani zidovi)	m ³	182,68	0,50	91,34
5. Izravnalni sloj betona v debelini 2 cm MB 30	m ³	105,20	1,04	108,99
IV - Asfaltna dela				
1. Hidroizolacija za mostove - IZOTEK AL-T5	m ²	14,19	51,80	734,96
2. Asfaltiranje z DB 0/22 v debelini 6 cm -strojno	m ²	11,70	51,80	606,06
3. Asfaltiranje z BB 0/8 v debelini 4 cm (50/50) karbonat/silikat -strojno	m ²	9,10	51,80	471,38
4. Zatesnitev stika star asfalt-nov asfalt	m	12,00	14,80	177,60
5. Zatesnitev stika asfalt-AB robni pas	m	12,00	14,00	168,00
V - Razna dela				
1. Pritrditev komunalnih vodov	m	3,30	14,00	46,20
			Skupaj	4536,54

PRILOGA B: Popis del pri novogradnji

	Enota	Cena v € na enoto	Količina	Cena v €
I - Vrednost mostu				
1. Armirano betonski most	m ²	1185,97	40,00	47438,82
II - Rušitvena dela				
1. Rušenje opornega zidu brežine	m ³	76,24	3,60	274,48
2. Odvoz razsutega materiala	m ³	7,10	4,32	30,67
3. Odstranjevanje vegetacije (žaganje in odstranjevanje dreves, premer 10 do 30 cm)	kos	31,20	10,00	312,00
4. Rušenje mostu (nearmirani beton z dodatkom kamna)	m ³	433,73	40,00	17349,19
5. Odvoz razsutega materiala	m ³	7,10	48,00	340,80
III - Zemeljska dela				
1. Odstranjevanje splazelega materiala z nalaganjem in odvozom na deponijo od 5 do 10 km	m ³	7,10	5,00	35,50
IV - Betonska dela in zidovi				
1. Izdelava opornega zidu brežine (kamnita zložba 70 kamen / 30 beton)	m ³	95,10	3,60	342,36
2. Injektiranje starih kamnitih kril in opornih zidov brežine	m ³	73,21	8,00	585,71
3. Zamenjava izpadlega kamenja (delno obdelani zidovi)	m ³	182,68	0,50	91,34
			Skupaj	66800,87