

**OCENA STANJA I MERE SANACIJA PROPUSTA NA MAGISTRALNIM PUTEVIMA
EVALUATION AND SANATION MEASURES OF CULVERTS IN ARTERIAL ROADS**Robert Vrabčenjak, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

Kratak sadržaj – Rad se sastoji iz dva dela, u prvom delu je pisano o projektovanju i izgradnji propusta, njihovom značaju i karakteristikama, njihova podela prema nameni i hidrauličkim karakteristikama, hidrološko – hidrauličko dimenzionisanje propusta, smernice za projektovanje propusta, projektovanje propusta, konstruisanje propusta, armiranje propusta, temeljenje i odvodnjavanje propusta i statički proračun propusta. U drugom delu je prikazana analiza postojećeg stanja i predložene su mere sanacije propusta.

Ključne reči: propusti, sanacija, izgradnja, putevi.

Abstract – The topic of this paper covers the analysis and importance of designing gaps in road construction, as well as evaluating their condition and maintaining gaps in functional condition. The work consists of two parts, the first part deals with the design and construction of culverts, their importance and characteristics, their division by purpose and hydraulic characteristics, hydraulic - hydrological sizing of culverts, rules for culvert design, culvert design, culvert design, reinforcement of culverts, foundation and drainage culverts and static culverts. The second part presents an analysis of the current situation and proposes remedial measures.

Keywords: culverts, rehabilitation, construction, roads

1. UVOD

Propusti su objekti koji služe za prelaz saobraćajnica preko vodenih prepreka (jaraka, potoka i kanala). Mogu da se koriste i za prolaz životinja, pešaka i manjih vozila ispod puteva u pojedinačnoj ili kombinovanoj nameni. Po definiciji se svrstavaju u manje objekte (mostove) otvora do 5,0m.

Propusti su u prošlosti građeni ispod puteva kao kratki objekti sa manjim otvorima, a njihova namena je bila isključivo za proticanje vode. Prvenstveno su se izvodili kao cevasti, pločasti ili zasvođeni. Pravili su se od različitih materijala, drveta, kamena, betona, čelika i armiranog betona. Sada se propusti grade isključivo kao konstrukcije od armiranog betona u monolitnoj ili polumontažnoj formi sa otvorima koji omogućuju prohodnost i održavanje.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Miloš Šešlija.

**2. PODELA PROPUSTA PREMA NAMENI I
HIDRAULIČKIM KARAKTERISTIKAMA**

Prema nameni i hidrauličkim karakteristikama razlikuju se sledeće vrste propusta:

1. Propusti za proticanje atmosferske vode sa područja puteva i kosina useka.
2. Propusti za odvodnjavanje privremenih depresija tekuće vode. Veličina propusta zavisi od veličine područja u kome se put ukršta sa nasipom.
3. Propusti na kanalima za melioraciju sa privremenom stojećom ili sporo tekućom vodom u smeru odvoda.
4. Propusti na poplavljenim područjima sa stajaćom vodom čija je osnovna funkcija da obezbede komunikaciju visokih voda i odvodnjavanje po završnoj poplavi (u slučajevima kada put prolazi preko većih vodoplavnih površina, u unutrašnjosti suvih bazena ili u kraškim poljima).
5. Propusti na vodoplavnim područjima sa sporom tekućom vodom (inundacioni propusti) na vodoplavnim područjima rečnih dolina.
6. Propusti na potocima manjeg nagiba kod kojih je mirniji hidraulički režim (dubina toka vode u koritu veća je od kritične dubine; $h_v > h_{cr}$). Podužni nagib potoka manji je od 0,5%.
7. Propusti na strmim potocima i bujicama kod kojih je tok vode u prelaznom ili bujičnom hidrauličkom režimu (dubina toka vode u koritu približno je jednaka ili manja od kritične dubine; $h_v > h_{cr}$). Podužni nagib potoka veći od 0,5%.

2.1. Hidrološko-hidrauličko dimenzionisanje propusta

Za hidrauličko dimenzionisanje propusta potrebno je odrediti merodavne količine vode (protok) koja mora da prođe kroz propust. Merodavni protok se za različite vrste propusta određuje po različitim metodama. Za propuste koji su namenjeni pre svega proticanju atmosferske vode, količina protoka određuje se po metodama koje se primenjuju u kanalizaciji gde se uzima u obzir merodavni intenzitet kiše sa odgovarajućim povratnim periodom ($n = 1$ do $n = 0,01$). Izbor povratnog perioda kiše zavisi od izbora zaštite puta protiv plavljenja.

Kod propusta sa stajaćom vodom za plavljenje, merodavni protok se određuje u odnosu za zapreminu vode koja protiče kroz propust i trajanja protoka (oticanja). Zbog dužeg vremena, količine proticanja su relativno male.

Inundacioni propusti su sastavni deo premošćavanja većeg poplavljenog područja (uz veće potoke i reke sa širokim vodoplavnim područjima). S obzirom da

pripadaju ukupnom sistemu premošćavanja, njihov pripadajući protok zavisi od hidrauličkih karakteristika vodotoka sa poplavljenih područja i sistema premošćivanja.

Količine vode za veće vodotoke, po pravilu se određuju na osnovu hidroloških analiza na području sliva.

3. PROJEKTOVANJE PROPUSTA

Kod projektovanja puteva i propusta treba postići da propust bude pod pravim uglom u odnosu na put ili pod manjim uglom ukrštanja, i pod uslovom da je potrebna i korekcija vodotoka koji prolazi kroz propust.

Prema obliku poprečnog preseka propusti se dele na:

- cevaste,
- sandučaste,
- zasvođene propuste

Izbor tipa pre svega zavisi od visine nasipa u profilu u kome se nalazi propust i od količine vode koja treba da protiče. Ako propust ima i druge namene, onda je izbor tipa zavisao od tih namena.

Otvor propusta (širina i visina) zavisi od količine vode koja treba da prođe kroz propust i od uzdužnog pada dna propusta.

U slučajevima kada treba obezbediti protok veće količine vode, moguća je primena propusta sa dve ili više paralelno ugrađenih okruglih cevi.

Visinski položaj propusta može da bude sa većom ili manjom debljinom nasipa iznad njega. U principu treba izbegavati visinski položaj propusta kod kojih konstrukcija dolazi u nivo kolovoza ili se preko konstrukcije ugrađuje sloj asfalta. Minimalna debljina pokrivača (kolovoza puta) iznad propusta je 40cm.

4. KONSTRUISANJE PROPUSTA

4.1. Temeljenje

Propusti po pravilu imaju plitko temeljenje. Ako se uzme u obzir, da su propusti u većini slučajeva ugrađeni ispod nasipa, onda se propust sleže zajedno sa nasipom, zbog čega je njihovo plitko temeljenje u potpunosti opravdano. Propust po pravilu ne sme da se temelji u nasip.

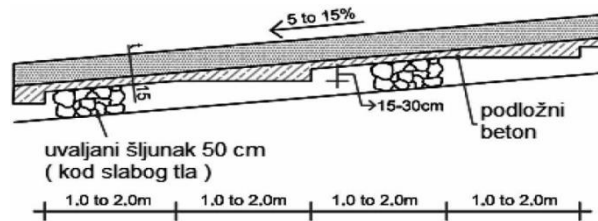
Temelji moraju da budu u prirodnom terenu. Posebno su nepoželjni slučajevi kod kojih se deo propusta temelji u nasipu, a deo u prirodnom terenu. Na ulaznom i izlaznom delu propusta treba izvršiti zaštitne pragove za sprečavanje erozije temelja.

Podužni nagib ne sme da bude manji od 0,5%. Temelji propusta su glatki ako podužni nagib nije veći od 5%. Ako je veći od 5% a manji od 15%, donja površina temelja mora da se izvede u obliku stepenica kao što je prikazano na slici 1.

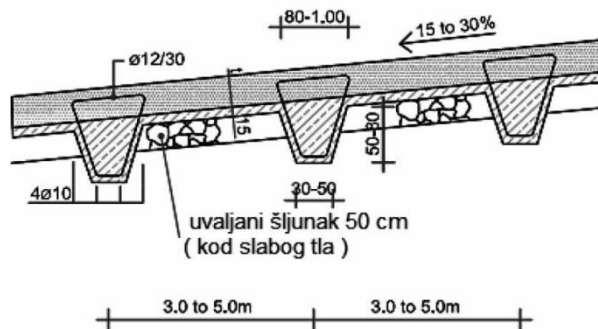
Ako je podužni nagib propusta između 15 i 30%, na svakih 2,0 do 3,0m treba izgraditi poprečne pragove za sidrenje kao što je prikazano na slici 2.

Kod cevastih propusta koji su fundirani na tlu dobre nosivosti i kod kojih ne postoji opasnost od erozije nisu potrebni temelji celom dužinom propusta, već se izvode samo na ulaznom i izlaznom delu. U slučaju tla slabe

nosivosti, cevasti propust treba osloniti na sloj betona a cevi su u betonskom omotaču.



Slika 1. Temeljenje stepenastog temelja propusta za nagibe od 5 – 15 % [3]

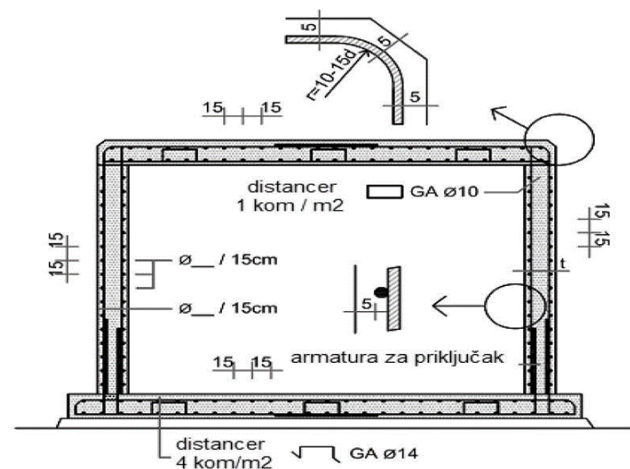


Slika 2. Temeljenje stepenastog temelja propusta za nagibe od 15 – 30% [3]

4.2. Armiranje

Količinu i vrstu armature treba dokazati statičkim proračunom. Posebnu pažnju treba posvetiti detaljima i zaštitnom sloju betona koji su najvažniji za trajnost objekta. Zbog toga zaštitni sloj mora da bude 5cm sa unutrašnje i spoljašnje strane.

Kod sandučastih propusta posebnu pažnju treba posvetiti oblikovanju armature na spoju zidova i ploče, koji se u većini slučajeva ojačavaju vutama. Zasvođeni propusti se načelno armiraju po pravilima koja se odnose na lučne nosače. Na slici 3. prikazan je princip armiranja sandučastih propusta.



Slika 3. Princip armiranja sandučastih propusta [2]

Kod cevastih propusta prečnika 100 i 150cm armatura se ugrađuje u sredini debljine cevi, a služi za preuzimanje opterećenja pri transportu i montaži, kao i za preuzimanje opterećenja od svežeg zaštitnog betona oko cevi.

Prefabrikovane cevi prečnika 200cm su armirane sa dvostrukom armaturom po čitavom obodu. Ako u prefabrikovanu cev ne može da se ugradi armatura prilikom izrade, onda takvu cev treba obložiti betonom.

4.3. Odvodnjavanje i izolacija

Kod cevastih propusta bez betonskog omotača i kod propusta u obliku svoda, voda otiče sa konstrukcije veoma brzo radi samog oblika poprečnog preseka. Kod cevni i sandučastih propusta sa betonskim omotačem potrebno je da se obezbedi oticanje vode sa gornje površine pomoću primerenog uzdužnog i poprečnog nagiba. Obično se to obezbeđuje krovnim nagibom gornje ploče objekta (min. 2,5%).

Da bi se sprečilo zadržavanje vode uz objekat, usled čega može da dođe do pojave novog hidrostatičkog pritiska, mora da se izgradi filterski sloj. Radi sprečavanja uticaja vlage konstrukcija svakog propusta treba da bude zaštićena. Gornja površina se štiti crnom izolacijom. Vodonepropusnost zidova, donje ploče i krila postiže se izradom vodonepropusnog betona.

Najvažnije mere koje treba preuzeti kod obezbeđivanja vodonepropusnosti su sledeće:

- konstrukcione mere
- namenske tehnološke mere za beton
- pažljiva izrada povezana odgovarajućim i dovoljno dugim periodom negovanja svežeg betona
- ograničenje pukotina na 0.2mm

4.4. Statički proračun propusta

U statičkom smislu propusti mogu biti razmatrani kao zatvoreni okviri sastavljeni od površinskih elemenata. Statički proračun propusta izvodi se skladu sa načelima koji važe i za ostale objekte. Budući da su uvek u kontaktu sa tlom, u analizi je neophodno uzeti u obzir interakciju tlo-konstrukcija.

Kod izrade statičkog proračuna uzimaju se sledeća opterećenja:

- sopstvena težina,
- vertikalni pritisak zemlje,
- horizontalni pritisak zemlje,
- saobraćajno opterećenje,
- uticaj sleganja,
- temperaturna dejstva.

Sopstvena težina se uzima u obzir na isti način kao i kod drugih objekata. Kod propusta sa visokim zasipom sopstvena težina ima mali uticaj na unutrašnje količine.

Najvažnije i najteže je odrediti prave vrednosti vertikalnih pritisaka zemlje. Oni zavise od visine nasipa, vrste materijala (specifična težina, ugla unutrašnjega trenja i modula stišljivosti), te od toga da li je objekat ukopan u prirodni teren i kakav ima položaj u nasipu.

Saobraćajno opterećenje se uzima u obzir na isti način kao i kod drugih objekata ali sa tom razlikom da se njegov uticaj na propust prenosi preko nasipa. Radi toga treba uzeti u obzir prenos opterećenja koji zavisi od karakteristika materijala i položaja propusta u nasipu.

Uticaj sleganja treba proveriti pre svega u podužnom smeru objekta. Ako su diferencijalna sleganja tako velika da konstrukcija ne može da ih preuzme treba izvršiti poprečne spojnice – dilatacije po dužini objekta.

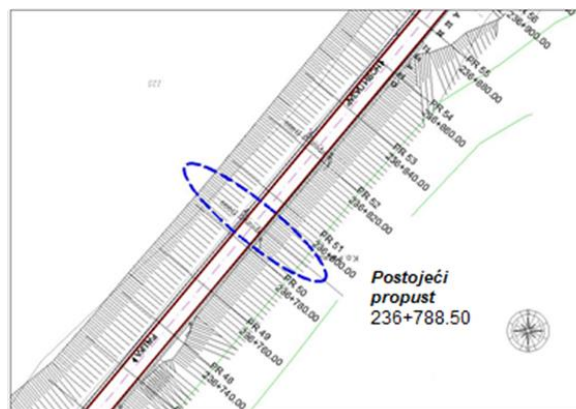
Temperaturna dejstva se uzimaju na isti način kao kod drugih objekata, uz napomenu da je od primarnog značaja temperaturna razlika na unutrašnjoj i spoljašnjoj strani konstrukcijskih elemenata.

Horizontalni pritisak zemlje zavisi od istih faktora kao i vertikalni. Pri proračunu horizontalnih i vertikalnih pritisaka kod propusta sa visokim nasipima, mogu da se pojave razlike veličina sa faktorom 2 u zavisnosti od metode proračuna (Terzaghi – Birbaumer). Zato treba posebnu pažnju posvetiti metodi, a u svakom slučaju kontrolu izvršiti primenom najmanje dve metode.

5. OCENA STANJA I MERE SANACIJE PROPUSTA NA MAGISTRALNIM PUTEVIMA

5.1. Propust 1 na km 236+788.50

Propust 1 na km 236+788.50 jeste zasvedeni betonski propust dimenzija B=1000mm, H=1000mm. Njegova osnovna namena jeste u propuštanju prikupljenog oticaja sa kolovoza sa leve na desnu stranu, propuštanje pribrežnih voda te doticaja iz drenaže. Ovakav propust može biti prohodan i sa manjom količinom nanosa, a svakako se može primetiti degradacija betona ulivne građevine. Vizuelnim pregledom unutrašnjosti propusta, takođe se da primetiti degradacija betona podnožnog svoda. Sa desne strane u potpornom zidu se nalazi izlivna konstrukcija, a na kolovozu je uočljiva poprečna pukotina iznad propusta. Na slici 4. dat je situacioni prikaz propusta 1.



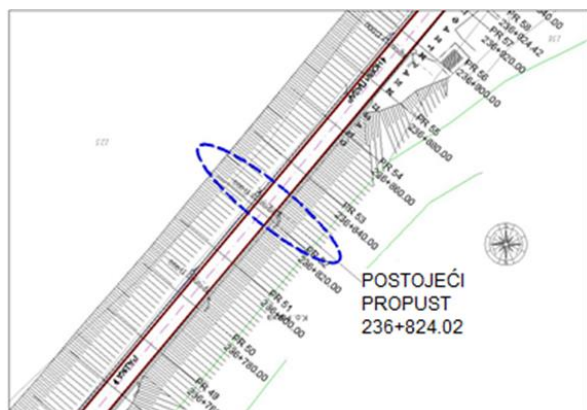
Slika 4. Situacioni prikaz propusta 1

5.1.1. Planirane aktivnosti na propustu

Kada se radi o planiranim aktivnostima, prvenstveno je potrebno izvršiti sanaciju degradirane površine betona, potom izvršiti čišćenje zone izliva propusta od rastinja. Na kraju je potrebno izvršiti kontrolisano odvođenje vode niz nasip na desnoj strani.

5.2. Propust 2 na km 236+824.02

Propust 2 na km 236+824.02. jeste zasvedeni betonski propust dimenzija B=1000mm, H=1000mm. Njegova osnovna namena je u propuštanju pribrežnih voda, doticaja iz drenaže i prikupljenog oticaja sa kolovoza sa leve na desnu stranu. Moguće je primetiti neznatnu degradaciju betona ulivne građevine, a propust je prohodan i bez nanosa. Sa desne strane u potpornom zidu je izlivna konstrukcija, dok je na kolovozu moguće uočiti poprečnu pukotinu iznad propusta. Na slici 5. dat je situacioni prikaz propusta 2.



Slika 5. Situacioni prikaz propusta 2

5.2.1. Planirane aktivnosti na propustu

Za planirane aktivnosti, potrebno je izvršiti sanaciju degradiranih površina betona te očistiti zonu izliva propusta od rastinja. Nakon toga, niz nasip na desnoj strani izvršiti kontrolisano odvođenje vode.

6. ZAKLJUČAK

Na samom kraju rada možemo uočiti koliku važnost imaju propusti u saobraćaju, kako za vozila, tako i za pešake i životinje. Čak i u prošlosti, propusti su imali svoju namenu, te su bili građeni kao kratki objekti sa manjim otvorima. U radu smo mogli videti nekoliko vrsta propusta koji se grade u zavisnosti od područja te količine vode koja se nalazi na mestu izgradnje.

Budući da je veliki deo rada posvećen oceni stanja i merama sanacija propusta na magistralnim putevima, moguće je bilo dati kako izveštaj stanja tako i planirane aktivnosti u zavisnosti od stanja propusta. Na nekim propustima je na osnovu analize predložena sanacija degradirane površine betona ili čak sanacija podužne i poprečne pukotine. Tamo gde su oštećeni segmenti propusta, potrebno ih je zameniti novim.

Redovni kontrolni pregledi i redovno održavanje propusta u funkcionalnom i projektom predviđenom stanju su od velikog značaja za normalno, nesmetano i bezbedno funkcionisanje saobraćaja.

Za pravilno funkcionisanje jednog propusta je potrebno i redovno čišćenje zone uliva i izliva propusta od rastinja, koje često onemogućavaju pravilan rad propusta te dolazi do zapušavanja. Osim toga, neki propusti su ipak bili zapušeni smećem, što je svakako ljudski faktor na kojem je potrebno raditi podizanjem svesti, ali i određenim sankcijama.

7. LITERATURA

- [1] JP „Putevi Srbije“: Priručnik za projektovanje puteva u Republici Srbiji, 10 - Projektovanje inženjerskih konstrukcija, 10.3 - Projektovanje propusta, Beograd 2012.
- [2] Rašeta A., Betonski Mostovi, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Departman za građevinarstvo i geodeziju, 2014.godina
- [3] Vukobratović V., Betonske konstrukcije - putevi - predavanja, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, 2017.godina
- [4] Internet
- [5] Putevi Srbije, link: www.putevi-srbije.rs, 15.11.2019.

Kratka biografija:



Robert Vrabčenjak je rođen u Novom Sadu 16.02.1991. god. Srednju tehničku školu u Novom Sadu završava 2010. godine. Osnovne akademske studije završio je na fakultetu tehničkih nauka 2018. godine, iz oblasti građevinarstvo gde stiče zvanje diplomirani inženjer građevinarstva. Master rad na odseku za puteve, železnice i aerodrome sa temom „ Ocena stanja i mere sanacija propusta na magistralnim putevima “ odbranio je u februaru 2020. godine.