

REPUBLIKA SRBIJA
PROJEKAT REHABILITACIJE TRANSPORTA

**PRIRUČNIK ZA PROJEKTOVANJE
PUTEVA U REPUBLICI SRBIJI**

**10. PROJEKTOVANJE INŽENJERSKIH
KONSTRUKCIJA**

10.3 PROJEKTOVANJE PROPUSTA

BEOGRAD, 2012.

Izdavač: Javno preduzeće Putevi Srbije, Bulevar kralja Aleksandra 282, Beograd

Izdanja:

Br.	Datum	Opis izmena i dopuna
1	30.04.2012.	Početno izdanje

SADRŽAJ

10.3.1	UVODNI DEO	1
10.3.1.1	PREDMET SMERNICE	1
10.3.1.2	REFERENTNI NORMATIVI	1
10.3.1.3	TERMINOLOGIJA	1
10.3.2	UVOD	1
10.3.3	PODELA PROPUSTA PREMA NAMENI I HIDRAULIČKIM KARAKTERISTIKAMA	2
10.3.4	HIDROLOŠKO-HIDRAULIČKO DIMENZIONISANJE PROPUSTA	2
10.3.4.1	HIDROLOGIJA-ODREĐIVANJE KOLIČINE VODE	2
10.3.4.2	HIDRAULIČKO DIMENZIONISANJE PROPUSTA	2
10.3.4.3	SMERNICE ZA PROJEKTOVANJE PROPUSTA KOJE UTIČU NA HIDRAULIČKE I HIDRODINAMIČKE USLOVE	5
10.3.5	PROJEKTOVNJE PROPUSTA	7
10.3.5.1	UVOD	7
10.3.5.2	CEVASTI PROPUSTI	7
10.3.5.3	SANDUČASTI PROPUSTIF	12
10.3.5.4	ZASVOĐENI PROPUSTI	12
10.3.6	KONSTRUISANJE PROPUSTA	17
10.3.6.1	TEMELJENJE	17
10.3.6.2	POPREČNA DILATACIJA	17
10.3.6.3	ARMIRANJE	18
10.3.6.4	PRELAZNE PLOČE	19
10.3.6.5	ODVODNJAVANJE I IZOLACIJA	19
10.3.6.6	OBLOGA ZA ZAŠTITU DNA	20
10.3.6.7	ULAZNI I IZLAZNI DEO	20
10.3.7	STATIČKI RAČUN PROPUSTA	21

10.3.1 UVODNI DEO

10.3.1.1 Predmet smernice

Propusti su značajni i brojni objekti na putevima. Osnovna namena smernice je pružanje informacija i pomoći projektantima u izboru pravilnog koncepta za projektovanje propusta.

Zahvaljujući grupisanju po tipovima, otvorima, dimenzijama i načinu konstruisanja, smernica pruža korisna uputstva stručnjacima za vodoprivredu, projektantima i izvođačima propusta. Ograničavanjem minimalnih svetlih otvora olakšava se pregled i održavanje propusta u zavisnosti od dužine.

Posebno je obrađen deo koji se odnosi na pravilnu pripremu podloga za projektovanje propusta. U poglavlju o konstruisanju propusta obrađeni su svi detalji koji se odnose na temeljenje, poprečnu dilataciju, armiranje, odvodnjavanje i izolaciju. Data su i uputstva za oblikovanje dna, kao i ulaznog i izlaznog dela propusta.

Projektovanje propusta kao i ostalih objekata na putevima zasniva se na putnim, geodetskim i geološko-geomehaničkim podlogama prema SRAM 9.1.2.

10.3.1.2 Referentni normativi

Projektovanje, izgradnja i održavanje propusta zasniva se na većem broju propisa, standarda i smjernica.

- Zakon o planiranju i izgradnji iz 2009
- Zakon o javnim putevima iz 2006
- Pravilnik o tehničkim normativima za beton i armirani beton (sl. list SFRJ br. 11/87)
- Pravilnik o tehničkim merama i uslovima za projektovanje i izvođenje konstrukcija od betona i armiranog betona u sredinama izloženim agresivnom uticaju vode (Sl. list SFRJ št. 32/70)
- Pravilnik o tehničkim normativima za projektovanje i izvođenje radova temeljenja građevinskih objekata (Sl. list SFRJ br. 15/90)
- Pravilnik o tehničkim normativima za određivanje opterećenja na mostovima (Sl. list SFRJ br. 1/91)

10.3.1.3 Terminologija

Propusti su objekti otvora do 5,00 m (pravougaoni razmak unutrašnjih površina zidova) za protok potoka, kanala i melioracionih jaraka kroz trup puta.

Bezbednosna visina je najmanje rastojanje između najviše kote nivoa vode i najniže kote donje ivice konstrukcije.

Hidraulička propusnost je najveća količina vode koja može da protekne kroz propust u jedinici vremena.

Otvor propusta – svetla širina je horizontalni razmak između zidova propusta.

Svetla visina je vertikalni razmak između obloge dna propusta i gornje ploče ili svoda propusta.

Pokrivač je debljina nasipa i gornjeg stroja kolovoza puta iznad gornje ploče ili svoda propusta.

Poprečna dilatacija znači prekid konstrukcije u poprečnom smeru tako da se omogućuju nezavisna pomeranja i zaokretanja oba dela konstrukcije.

Nelinearna diferencijalna sleganja su različita sleganja po uzdužnoj osi propusta.

Prelazna ploča je ploča od armiranog betona izrađena na spoju nasipa sa objektom koja sprečava pojavu visinske razlike između kolovoza na objektu i kolovoza na nasipu.

10.3.2 UVOD

Propusti su objekti koji služe za prolaz jaraka, potoka i kanala ispod puteva. 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 5,0 m.

Propusti predstavljaju veliku grupu objekata koji zbog velike dužine (kada su ispod autoputeva) i činjenice da prekidaju trup puta, imaju uticaj na izbor tehnologije građenja puteva, stabilnost trupa puta i uslove upotrebe.

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.

10.3.3 PODELA PROPUSTA PREMA NAMENI I HIDRAULIČKIM KARAKTERISTIKAMA

Prema nameni i hidrauličkim karakteristikama razlikuju se sledeće vrste propusta:

- Propusti za proticanje atmosfere vode sa područja ceste i kosina useka.
- Propusti za odvodnjavanje privremenih depresija tekuće vode. Veličina propusta zavisi od veličine područja u kome se put ukršta sa nasipom.
- Propusti na kanalima za melioraciju sa privremenom stojećom ili sporo tekućom vodom u smeru odvoda.
- 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).
- Propusti na vodoplavnim područjima sa sporom tekućom vodom (inundacioni propusti) na vodoplavnim područjima rečnih dolina.
- 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%.
- 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%.

10.3.4 HIDROLOŠKO-HIDRAULIČKO DIMENZIONISANJE PROPUSTA

10.3.4.1 Hidrologija-određivanje količine vode

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 atmosfere 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.

Trajanje intenziteta kiše je relativno kratko (petominutni intenzitet). Podaci o intenzitetu mogu da se dobiju u hidrometeorološkom zavodu, a na osnovu statičkih analiza i merenja u ombrografskim stanicama. Koeficijenti oticanja zavise od pripadajućih površina.

Za površine puteva iznose od $\phi = 0,1$ do $\phi = 0,3$.

Protok vode na kanalima za melioraciju (tačka 3.3) određuje se na osnovu analize područja kome kanal pripada. Količine vode mogu da se odrede metodama za proračun kanalizacije, empirijskim hidrološkim metodama ili na osnovu inženjerske analize. Kod određivanja količine protoka po pravilu se upotrebljavaju mali koeficijenti oticanja ($\phi = 0,1$).

Kod propusta sa stajaćom vodom za plavljenje (tačka 3.4), 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 (tačka 3.5) su sastavni deo premoščavanja većeg poplavljenog područja (uz veće potoke i reke sa širokim vodoplavnim područjima). S obzirom da pripadaju ukupnom sistemu premoščavanja, njihov pripadajući protok zavisi od hidrauličkih karakteristika vodotoka sa poplavljenih područja i sistema premoščavanja. Količine vode za veće vodotoke, po pravilu se određuju na osnovu hidroloških analiza na području sliva.

10.3.4.2 Hidrauličko dimenzionisanje propusta

Propusti su relativno jednostavne konstrukcije, ali su dosta zahtevni objekti sa hidrauličkog stanovišta. Usled promene proticajnog preseka, nagiba i hrapavosti, na

kratkim razmacima se menjaju hidrauličke osobine toka vode (dubina, širina i brzina).

Kapacitet proticanja propusta zavisi od razlike energije (hidrauličkih gubitaka) koji se pojavljuju između ulaza i izlaza propusta. U suštini se na području propusta javljaju tri tipa hidrauličkih gubitaka, a to su:

- lokalni gubici na ulazu kao posledica sužavanja poprečnog preseka, promene nagiba, hrapavosti, a u nekim slučajevima i od potapanja ulaza;
- linijski gubici u unutrašnjosti propusta sa konstantnim presekom koji najviše zavise od hrapavosti zidova propusta;
- lokalni gubici na izlazu, koji su posledica proširenja, promene dubine i hrapavosti.

U odnosu na hidrauličke uslove, razlikujemo šest vrsta hidrauličkih uslova (slika 10.3.1):

- Hidrauličke uslove na izlazu iz propusta

Izlaz može biti potopljen ili nepotopljen. Kod nepotopljenog izlaza može biti mirni režim toka ili bujični režim toka. Kod potopljenog izlaza sa mirnim režimom nepotopljenog izlaza nivo vode ispod izlaza („donja voda,“) utiče na prohodnost propusta. Kod nepotopljenog izlaza sa kritičnom dubinom ili bujičnim tokom, donja voda ne utiče na propust – prohodnost propusta.

- Hidraulički uslovi u unutrašnjosti propusta

Tok u unutrašnjosti propusta može da ima pun presek – profil (pod pritiskom) ili

slobodan nivo vode. Tok sa slobodnim nivoom može da bude sa mirnim i bujičnim tokom. Režim toka zavisi od hidrauličkih prilika na izlazu ove geometrije i nagiba propusta. Bujični tok u unutrašnjosti propusta ne utiče na prohodnost na ulazu.

- Hidraulički uslovima ulazu u propust

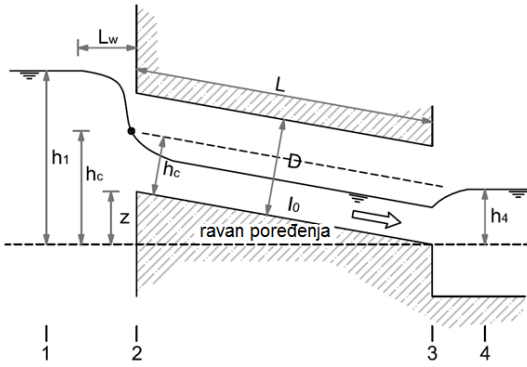
Ulaz u propust može da bude potopljen i nepotopljen. Nepotopljen ulaz deli se na mirni i bujični, što zavisi od režima toka.

U nastavku su navedeni primeri pojedinih vrsta tokova kroz propust, uslovi za određivanje vrste toka, jednačine za određivanje protoka kroz propust, te obrazloženje promenljivih parametara. Jednačine i obrazloženje promenljivih parametara su od informativnog značaja.

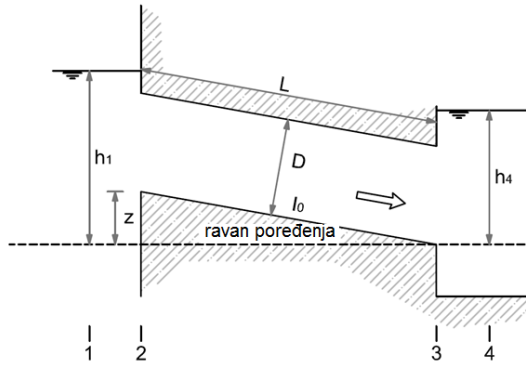
Na tržištu može da se nabavi programska oprema za hidrauličko dimenzionisanje propusta i premošćavanja u kojima su uzeta u obzir navedena hidraulička polazišta. Kod kompleksnih programa za konstantni ili promenljivi tok u prirodnim koritima dodati su moduli koji omogućuju proračun propusta različitog oblika i propusta sa više otvora – baterija uz mogućnost proračuna prelivanja preko nasipa (puta).

Kod propusta većih dimenzija koji imaju osnovnu namenu protoka vode, a istovremeno su i prohodni, računaju se po metodi za otvorena rečna korita. Do okvirnih (približnih) rezultata može se doći i jednostavnim jednačinama za stalni ravnomerni tok (Maningova jednačina).

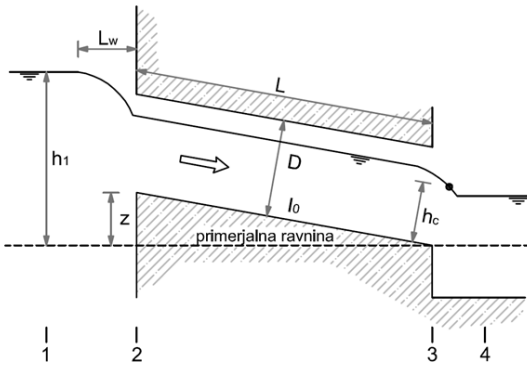
TIP 1



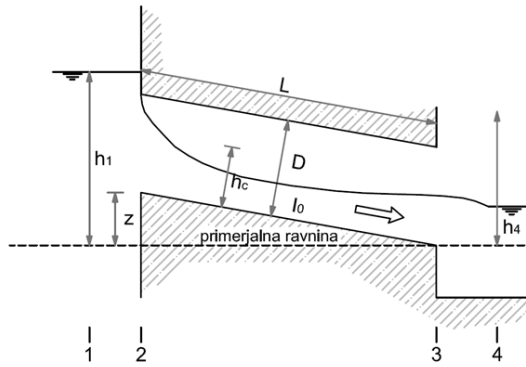
TIP 4



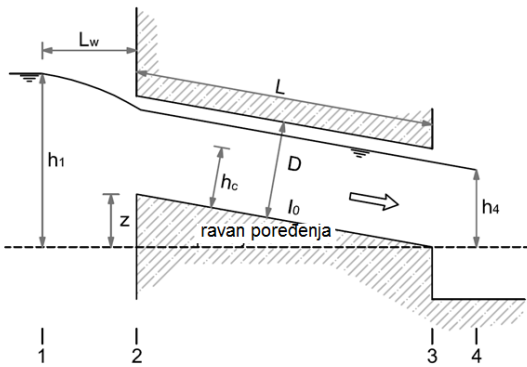
TIP 2



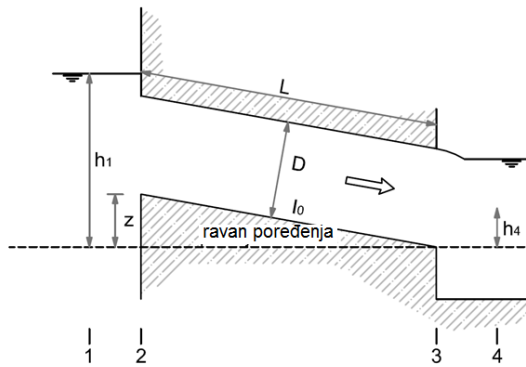
TIP 5



TIP 3



TIP 6



Slika 10.3.1: Tipovi hidrauličkih uslova

Tabela 10.3.1: Jednačine za proračun potoka propusta

	Vrsta toka	Jednačina
TIP 1	Kritična dubina na ulazu ($h_1 - z) / D < 1.5$, $l_0 > l_c$, $h_4 / h_c < 1.0$	$Q = C_D \cdot S_c \cdot \sqrt{2g \cdot (h_1 - z + \alpha_1 \cdot \frac{v_1^2}{2g} - h_c - \Delta h_{1-2})}$
TIP 2	Kritična dubina na izlazu ($h_1 - z) / D < 1.5$, $l_0 < l_c$, $h_4 / h_c < 1.0$	$Q = C_D \cdot S_c \cdot \sqrt{2g \cdot (h_1 + \alpha_1 \cdot \frac{v_1^2}{2g} - h_c - \Delta h_{1-2} - \Delta h_{2-3})}$
TIP 3	Mirni tok kroz ceo propust ($h_1 - z) / D < 1.5$, $h_4 / D < 1.0$, $h_4 / h_c < 1.0$	$Q = C_D \cdot S_c \cdot \sqrt{2g \cdot (h_1 + \alpha_1 \cdot \frac{v_1^2}{2g} - h_3 - \Delta h_{1-2} - \Delta h_{2-3})}$
TIP 4	Potopljen izlaz ($h_1 - z) / D > 1.0$, $h_4 / D > 1.0$	$Q = C_D - S_0 \cdot \sqrt{\frac{2g \cdot (h_1 - h_4)}{1 + (18.08 \cdot C_D^2 \cdot n_g^2 \cdot \frac{L}{R_0^{4/3}})}}$
TIP 5	Razarajući tok u unutrašnjosti ($h_1 - z) / D > 1.5$, $h_4 / D < 1.0$	$Q = C_D - S_0 \cdot \sqrt{2g \cdot (h_1 - z)}$
TIP 6	Slobodan izlaz iz propusta, pun presek ($h_1 - z) / D > 1.5$, $h_4 / D < 1.0$	$Q = C_D - S_0 \cdot \sqrt{2g \cdot (h_1 - h_3 - \Delta h_{2-3})}$

Tumačenje oznaka:

Q protok
 H_1 kota nivoa vode u uzvodnom profilu br. 1 (mereno od prim. nivoa)
 z kota ulaza u propust (od prim. nivoa)
 C_D koeficijent protoka (opisano u nastavku)
 S_c presek toka na mestu nastanka kritične dubine (u propustu)
 $\alpha_1 \cdot \frac{v_1^2}{2g}$ kinetička energija pri ulazu
 v_1 brzina pri ulazu
 α korektivni faktor kinetičke energije
 g ubrzanje
 h_c kritična dubina
 Δh_{1-2} gubici pri ulazu

$$\Delta h_{1-2} = \frac{L_w \cdot Q^2}{K_1 \cdot K_c}$$

L_w rastojanje između ulaza i slobodnog nivoa vode

$$K_1 = \frac{1}{n_g} \cdot S_1 \cdot R_2^{2/3}$$

prohodnost u uzvodnom profilu

$$K_c = \frac{1}{n_g} \cdot S_c \cdot R_c^{2/3}$$

prohodnost u kritičnom profilu

n_g Manningov koeficijent hrapavosti

Δh_{2-3} Gubici kroz propust

$$\Delta h_{2-3} = \frac{L \cdot Q^2}{K_2 \cdot K_3}$$

L dužina propusta

$$K_2 = K_3 = \frac{1}{n_g} \cdot S \cdot R^{2/3} \text{ prohodnost propusta}$$

Prohodnost je u suštini modifikovana Manningova jednačina iz koje je uzet nagib energijske crte odnosno razlika energije usled linijskih gubitaka:

$$\frac{Q^2}{K^2} = \left(\frac{\frac{1}{n_g} \cdot \sqrt{l} \cdot S \cdot R^{2/3}}{\frac{1}{n_g} \cdot S \cdot R^{2/3}} \right) = l_E$$

S_3 presek pri izlazu iz propusta
 h_3 dubina vode pri izlazu iz propusta
 S_0 površina poprečnog preseka propusta
 h_4 dubina vode pri izlazu
 R_0 hidraulički poluprečnik punog preseka
 Hidraulički proračun propusta je moguć i prema poglavlju 8.3 Sistem za odvodnju.

10.3.4.3 Smernice za projektovanje propusta koje utiču na hidrauličke i hidrodinamičke uslove

U zavisnosti od hidrauličke i hidrodinamičke zakonitosti i vrste propusta, kod projektovanja je potrebno uzeti u obzir sledeća usmerenja:

Nagib propusta

Kod propusta za atmosfersku vodu (tačka 3.1) nagib treba da bude sličan ili malo veći od kritičnog nagiba ($l_0 \geq l_c$) čime se postiče dovoljna brzina. Nagib kod propusta iz tačke 3.2, 3.3 i 3.4 treba odrediti u odnosu na terenske karakteristike, ali uvek u smeru izlaza vode.

Kod propusta iz tačke 3.5 nagib treba odrediti tako da bude paralelan sa nivoom vode koja izaziva poplavu.

Nagib propusta kod prirodnih vodotoka treba da bude jednak nagibu struge (tačka 3.6 i 3.7). Kod jako strmih nagiba korita u bujičnom režimu (bujice – tačka 3.7), nagib treba da bude veći od kritičnog ($l_0 > l_c$).

Oblikovanje ulaza

Iz hidrauličkih uslova se vidi da prohodnost propusta najviše zavisi od prilika na ulazu i lokalnih gubitaka na ulazu koji su u većim slučajevima odlučujući.

U zavisnosti od vrste propusta treba uzeti u obzir sledeće preporuke:

Kod propusta iz tačke 3.1, odnosno propusta za meteorske vode, ulazni deo je obično oblikovan u obliku taložnika sa produbljenim dnom. Radi ulivanja kroz ždrelo, slobodnog pada u taložnik i ulaza u propust, tok vode u više navrata prelazi preko kritične dubine zbog čega su hidraulički gubici na ulaznom delu po pravilu veliki, a pojavljuju se kod propusta odnosno proticanja iz tačke 3.1 i 3.5. Veoma je važno, da su podslapovi u taložnicima što veći. Ako se ulaz ne izvodi sa taložnikom, onda ga treba oblikovati u što boljem i povezanom obliku.

Kod propusta iz tačke 3.2, 3.3 i 3.4 oblik ulaznog dela nema veliki značaj zbog malih brzina toka vode. Gubici na ulazu zavise od oblika ulazne glave i krila. Kontinuirano oblikovani prelaz i kosa krila smanjuju gubitke na ulazu. Nagla suženja i izložene glave propusta na ulazu povećavaju hidrauličke gubitke.

Kod propusta iz tačke 3.5 (propusti na inundaciji) kod kojih su brzine toka vode veće, ulazni deo treba oblikovati sa kosim krilima i povezanim prelazima.

Ulazni deo propusta kod prirodnih vodotoka (propusti iz tačke 3.6 i 3.7) treba oblikovati u vezi sa dužim prelazima iz otvorenog profila u profil propusta. Na ulazu u propust treba sačuvati ili povećati brzinu i usmeravanje toka vode. Kod propusta na bujičnim potocima, $l_0 > l_c$ (propusti iz tačke 3.7) treba sprečiti prelaz toka preko kritične dubine (vodni skok). Brzina i sile koje se pojavljuju na području ulaza u propust i samom propustu moraju da budu veće od brzina odnosno sila koje se pojavljuju u normalnom profilu. Sa ispunjenjem ovog uslova sprečava

se odlaganje erozivnog materijala. Brzina toka vode se izjednačava sa nagibom i širinom. Na bujičnim potocima na kojima se očekuje veći priliv plutajućeg materijala (grane, lišće) ispred ulaza treba izgraditi objekat odnosno pregradu sa grabuljama koje zadržavaju i sakupljaju plivajući materijal.

Izlaz iz propusta

Veća brzina i veća kinetička energija na izlazu iz propusta stvara mogućnost pojave veće erozije. Ovo se naročito odnosi na propuste sa razornim tokom unutar propusta i prirodnim neutvrđenim koritima kod kojih treba predvideti objekte za neutralisanje energije (npr. gruba kamena obloga).

Oblikovanje unutrašnjosti propusta

Kod propusta na prirodnim vodotokovima i bujičnim potocima treba predvideti oblogu dna koja je otporna na abraziju, a zavisi od brzine toka vode i udela tvrdih predmeta (naplavina) koji putuju niz vodu. Sa dubinom propusta treba povećavati i širinu potopljenog preseka.

Širina dna unutar propusta treba da bude manja od širine dna u prirodnoj strugi – potoku ($b_{prep} \leq 0,8 b_{np}$). Ako su propusti prohodni tada treba predvideti pojas od najmanje 0,6m širine na 20cm od normalnog nivoa srednje vode (Q_{sn}).

Kod propusta sa velikim nagibom $l_0 > l_c$ treba predvideti hrapavo dno (lomljeni kamen u betonu).

Kod dugih propusta sa velikim nagibom treba uzeti u obzir mogućnost pojave oscilacija toka vode (usled različitih brzina graničnog sloja i nivoa stvaraju se korita čija je dubljina suštinski veća od uobičajene). U ovakvim slučajevima treba predvideti veće protočne preseke, veću hrapavost dna i kosina, te po potrebi dodatno ventilirati propust. Na ovaj način se sprečava klizanje i pojava talasaste podloge.

Bezbednosna visina

Kod propusta za atmosfersku vodu (propust iz tačke 3.1) maksimalna ispunjenost na ulazu treba da bude 2/3 visine protočnog preseka.

Kod propusta iz tačke 3.2, 3.3 i 3.4 sigurnosna visina nije uslov, ali je poželjna.

Kod propusta na inundaciji (propust iz tačke 3.5) sigurnosna visina na ulazu treba da

bude jednaka energetskom potencijalu toka vode ($v^2/2g$). Ako je bezbednosna visina na glavnom premošćivanju, a udaljenost nije velika, onda propust može da bude bez bezbednosne visine. U tom primjeru je verovatnoća smanjenja protočnog profila veća.

Kod propusta na prirodnim potocima i bujicama (propust iz tačke 3.6 i 3.7) bezbednosna visina treba da bude 0,5 m ili energetski potencijal ($v^2/2g$). Kod okruglih propusta sigurnosna visina mora biti veća ili jednaka radijusu propusta.

10.3.5 PROJEKTOVNJE PROPUSTA

10.3.5.1 Uvod

Kod projektovanja puteva i propusta treba postići da je 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

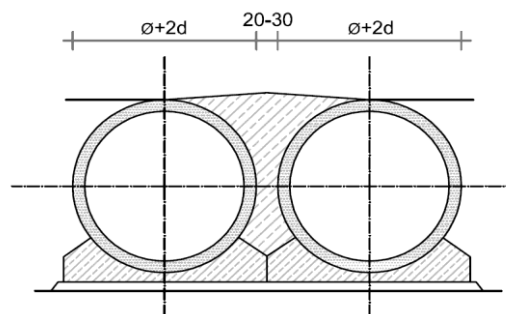
Izbor tipa pre svega zavisi od visine nasipa u profilu u kome se nalazi propust i od količine vode koja treba da protiče. Ako propust ima i druge namene, onda je izbor tipa zavisao od tih namena.

Otvor propusta (širina i visina) zavisi od količine vode koja treba da prođe kroz propust i od uzdužnog pada dna propusta. Količina vode se određuje prema poglavlju 10.3.4.

Cevasti propusti se upotrebljavaju kao melioracijski kanali za odvod atmosferske vode, te za odvodnjavanje prirodnih vodotokova kroz nasipe čija je visina veća od 3,0 m (u izuzetnim slučajevima veća od 1,0 m) kada to dozvoljavaju hidraulički uslovi.

Sandučasti propusti se upotrebljavaju kod vodotokova kod kojih treba obezbediti protok veće količine vode sa srazmerno malim visinama nasipa iznad propusta koji se kreće od 0,40 do 5,0 m. Upotrebljava se i u slučajevima kada je mala visinska razlika između nivelete puta i nivelete vodotoka.

Kada su u pitanju veće količine vode i veće debljine nasipa iznad propusta, obično veće od 3,0 m, mogu se primeniti zasvođeni propusti. Zbog pritiska zemlje, ovakav oblik propusta je ekonomičniji.



Slika 10.3.2: Primer rešenja propusta sa dve cevi

U slučajevima kada treba obezbediti protok veće količine vode, a razlika između nivelete puta i vodotoka je mala i ne dozvoljava primenu propusta većih otvora, moguća je primena se dve ili više paralelno ugrađenih okruglih cevi (slika 10.3.2).

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 40 cm.

Svetla visina propusta treba da bude tolika da, pored već navedenog, omogućuje njegovo održavanje i čišćenje. Zbog toga prečnik cevastog propusta ne sme da bude manji od 100 cm ako su u pitanju propusti do 15,0 m dužine. Ako je dužina propusta od 15,00 do 30,00 m onda prečnik ne sme da bude manji od 150 cm. Propusti čija dužina prelazi 30,00 m moraju da imaju minimalni prečnik od 200 cm. Svetla visina i širina sandučastih i parabolinih propusta ne smeju da budu manji od 200 cm. Samo sandučasti propusti kraći od 15,0 m mogu imati svetlu visinu i širinu 150 cm.

10.3.5.2 Cevasti propusti

Samo ime kaže da su cevasti propusti sastavljeni od cevi kružnog poprečnog preseka.

Okrugli presek i glatka unutrašnja površina utiču na veću propusnost usled čega su cevasti propusti sa hidrauličkog stanovišta veoma povoljni.

Kod propusta sa velikim uzdužnim nagibom i većim brzinama vode, potrebno je izvesti oblogu dna od lomljenog kamena u betonu ili drugog materijala (beton sa vlaknima) čime se sprečava pojava abrazije dna. Ovakve obloge se mogu izvesti samo kod propusta čiji je prečnik veći od 150 cm.

Cevasti propusti se obično grade od prefabrikovanih tipskih cevi koje mogu da budu sa ili bez armature, ali beton mora da bude vodonepropustan.

Obično se izrađuju sa prečnikom 100, 150 i 200 cm, ali su u opticaju i međudimenzije prečnika od 110, 140, 180, 210 i 240 cm.

Da li će tipske prefabrikovane cevi (armirane ili nearmirane) biti obložene betonom zavisi od visine pokrivača nasipa iznad propusta, položaja ugrađivanja u nasipu, širokom otkopu (širina otkopa pri dnu je veća od $3 \varnothing$ cijevi) ili rovu (širina otkopa pri dnu je manja od $3 \varnothing$ cijevi) te od saobraćajnog opterećenja na kolovozu.

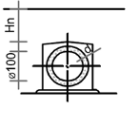
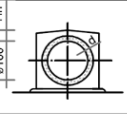
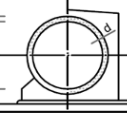
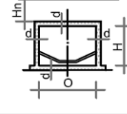
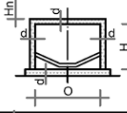
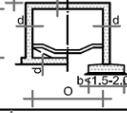
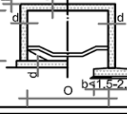
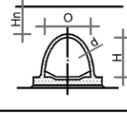
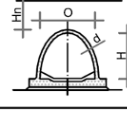
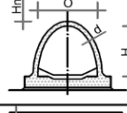
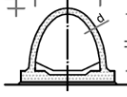
Minimalna visina pokrivača iznad cevastih propusta je 100cm. Manje debljine nisu dozvoljene, pošto je prenos saobraćajnih opterećenja mali, pa su ova opterećenja previše koncentrisana.

U tabeli 10.3.2 su pregledno prikazani tipovi cevastih, sandučastih i zasvođenih propusta sa osnovnim dimenzijama (otvori, visina, debljina nosećeg elementa), podacima o materijalima, nameni i načinu izgradnje.

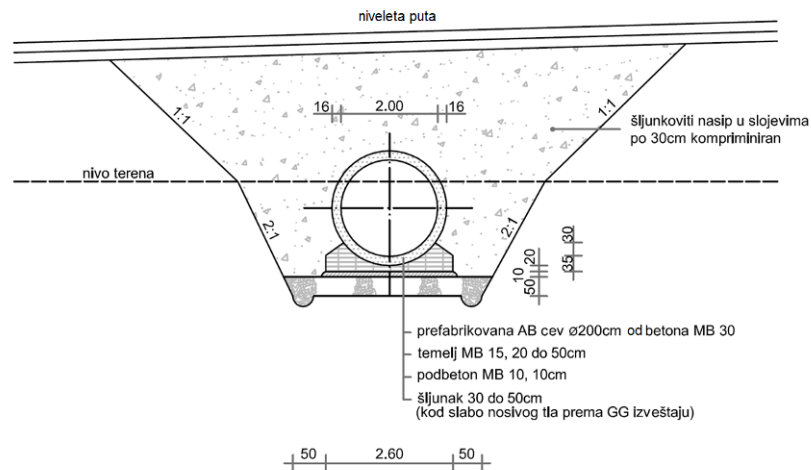
Na slikama 10.3.3 i 10.3.4 prikazani su primeri dispozicije cevastog propusta $\varnothing 200$ cm. U poprečnim presecima je prikazana varijanta sa neobloženim cevima i cevima koje su ojačane (obložene) betonom.

Pošto se cevasti propusti upotrebljavaju za manje vodotoke, i njihovi otvori su manji, što ima za posledicu teže održavanje i čišćenje. Uvijek treba nastojati da su poprečni preseci budu toliko veliki da mogu normalno da se izvode radovi na održavanju i čišćenju. Zbog toga cevasti propusti moraju da imaju odgovarajući prečnik koji umnogome zavisi i od same dužine objekta što je posebno objašnjeno u tački 10.3.4.1.

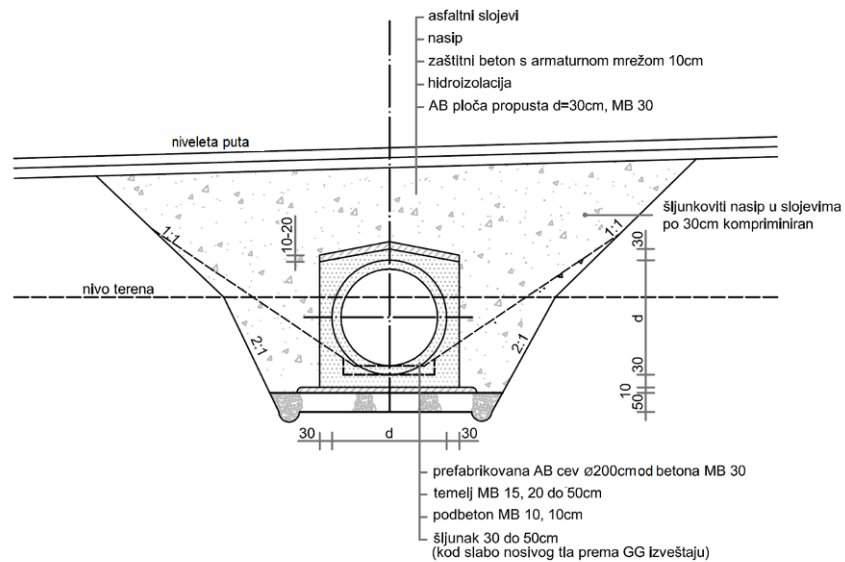
Tabela 10.3.2. Tipovi propusta

TABELARNI PRIKAZ TIPOVA PROPUSTA					TABELA 1
TIP	DIMENZIJE visina nasipa H_n otvor O visina H debljina d	MATERIJAL	POPREČNI PRESEK	NAMENA	<ul style="list-style-type: none"> • Način izrade • Zaštita dna
CEVAŠTI PROPUSTI	$H_n > 1.00\text{m}$ $\varnothing 100$ (110) $d \geq 10\text{cm}$	cev MB 30 u be- tonskom omotaču MB 20 armatura RA 400/500-2		- za vodu	- montažni - bez obloga
	$H_n > 1.00\text{m}$ $\varnothing 150$ (140,180) $d \geq 13\text{cm}$	cev MB 30 u be- tonskom omotaču MB 20 armatura RA 400/500-2		- za vodu	- montažni - obloga pri $V_{\text{teor.}} > 10\text{m/s}$
	$H_n > 1.00\text{m}$ $\varnothing 200$ (210,240) $d \geq 10\text{cm}$	cev MB 30 u be- tonskom omotaču MB 20 armatura RA 400/500-2		- za vodu	- montažni - obloga pri $V_{\text{teor.}} > 10\text{m/s}$
SANDUČASTI PROPUSTI	$H_n = 0.40-5.00\text{m}$ $O = 2.00\text{m}$ $H = 1.50-3.50\text{m}$ $d \geq 25\text{cm}$ (30)	beton MB 30 RA 400/500-2 MGA 500/560		- za vodu - za manje životinje	- monolitni - obloga
	$H_n = 0.40-5.00\text{m}$ $O = 3.00\text{m}$ $H = 2.00-5.00\text{m}$ $d \geq 30\text{cm}$ (35)	beton MB 30 RA 400/500-2 MGA 500/560		- za vodu - za pešake - za životinje	- monolitni - obloga
	$H_n = 0.40-4.00\text{m}$ $O = 4.00\text{m}$ $H = 2.50-6.00\text{m}$ $d \geq 35\text{cm}$ (40)	beton MB 30 RA 400/500-2 MGA 500/560		- za vodu - za pešake - za životinje - za manja vozila	- monolitni - obloga
	$H_n = 0.40-3.00\text{m}$ $O = 5.00\text{m}$ $H = 3.00-7.00\text{m}$ $d \geq 40\text{cm}$ (45)	beton MB 30 RA 400/500-2 MGA 500/560		- za vodu - za pešake - za životinje - za manja vozila	- monolitni - obloga
ZASVOĐENI PROPUSTI	$H_n > 1.00\text{m}$ $O = 2.00\text{m}$ (220) $H = 2.00\text{m}$ $d \geq 20\text{cm}$ (25)	beton MB 30 RA 400/500-2 MGA 500/560		- za vodu - za manje životinje	- monolitni ili montažni - obloga
	$H_n > 1.00\text{m}$ $O = 3.00\text{m}$ $H = 3.00\text{m}$ $d \geq 20\text{cm}$ (25)	beton MB 30 RA 400/500-2 MGA 500/560		- za vodu - za pešake - za životinje	- monolitni ili montažni - obloga
	$H_n > 1.00\text{m}$ $O = 4.00\text{m}$ $H = 4.00\text{m}$ $d \geq 25\text{cm}$ (30)	beton MB 30 RA 400/500-2 MGA 500/560		- za vodu - za pešake - za životinje - za manja vozila	- monolitni - obloga
	$H_n > 1.00\text{m}$ $O = 5.00\text{m}$ $H = 5.00\text{m}$ $d \geq 30\text{cm}$ (35)	beton MB 30 RA 400/500-2 MGA 500/560		- za vodu - za pešake - za životinje - za manja vozila	- monolitni - obloga

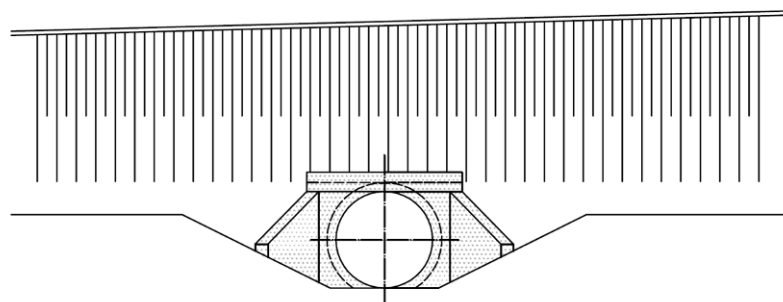
POPREČNI PRESEK PROPUSTA C - C - cev bez betonskog sloja



POPREČNI PRESEK PROPUSTA C - C - cev obložena betonom



POGLED B - B



Slika 10.3.4: Poprečni preseki i izgled cevastog propusta sa cevima sa i bez betonskog omotača

10.3.5.3 Sandučasti propusti

Noseća konstrukcija je zatvoreni sanduk-armirano-betonski okvir sa svetlim otvorom od 2,00 do 5,00 m sa betoniranjem na licu mesta u monolitnoj izradi.

Slike 10.3.4 i 10.3.5 prikazuju primere dispozicije sandučastih propusta otvora 3,0 / 2,5 m sa paralelnim krilnim zidovima.

I kod ovoga tipa propusta treba obezbediti normalan pregled i čišćenje objekta zbog čega minimalni svetli otvor iznosi 1,5 m. U zavisnosti od situacije i potrebe, sandučasti propusti mogu da budu visoki i do 7,00 m.

Treba izbegavati situacije kod kojih se kolovoz nalazi neposredno na ploči propusta. Ovakav visinski položaj propusta dozvoljen je samo u izuzetnim slučajevima. Minimalna visina pokrivača (nasip i tampon) iznad ploče je 40 cm.

Kod sandučastih propusta širine 2,0 m, visina se kreće od 1,50 do 3,50 m. Debljina zidova i ploče mora da bude jednaka ili veća od 25 cm. U slučajevima kod kojih se vodonepropusnost obezbeđuje ugrađivanjem vodonepropusnog betona, po principu „belih kada“ onda debljina zidova i ploče mora da bude 30 cm. Visina pokrivača može da varira od 0,40 do 5,0 m.

Sandučasti propusti širine 3,0 m visoki su od 2,00 do 5,00 m. Debljine zidova i ploče moraju da budu jednake ili veće od 30 cm. Pri ovakvim propustima pokrivač iznad ploče varira od 0,40 – 5,00 m.

Propusti širine 4,00 m mogu da budu visoki od 2,50 do 6,00 m. Debljina zidova i ploče treba da bude veća od 35 cm. Visina

pokrivača iznad propusta kreće se u između 0,40 i 4,00 m.

Ako je objekat temeljen u tlu dobre nosivosti bez sleganja, pri čemu je moguća manja širina temelja, u ovakvim slučajevima je opravdana primena trakastog temeljenja.

Kod propusta širine 5,00 m i visine od 3,00 do 7,00, debljina zidova i ploče mora da bude jednaka ili veća od 40 cm. Visina pokrivača varira od 0,40 do 3,00 m. Ako su visine nasipa veće, bolje je primeniti parabolične propuste. I kod propusta ove širine, temeljenje je na donjoj ploči ili na trakastim temeljima pod uslovom da je noseće tlo dobro i bez sleganja.

10.3.5.4 Zasvođeni propusti

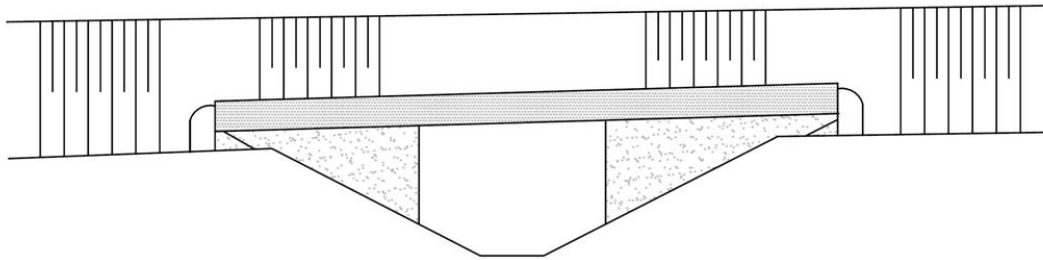
Kod ovih propusta noseća konstrukcija sastavljena je od temeljne ploče i gornjeg dela u obliku svoda. Gornji deo može da ima oblik dela kruga, parabole ili kombinacije više krivih. Veza temeljne ploče i svoda može biti čvrsta – uklještena ili zglobova. Koja će se veza primeniti zavisi od izabrane tehnologije izgradnje objekta (montažna ili monolitna).

Na slikama 10.3.6 i 10.3.7 date su dispozicije propusta u obliku svoda sa otvorom 2,00 / 2,00 m.

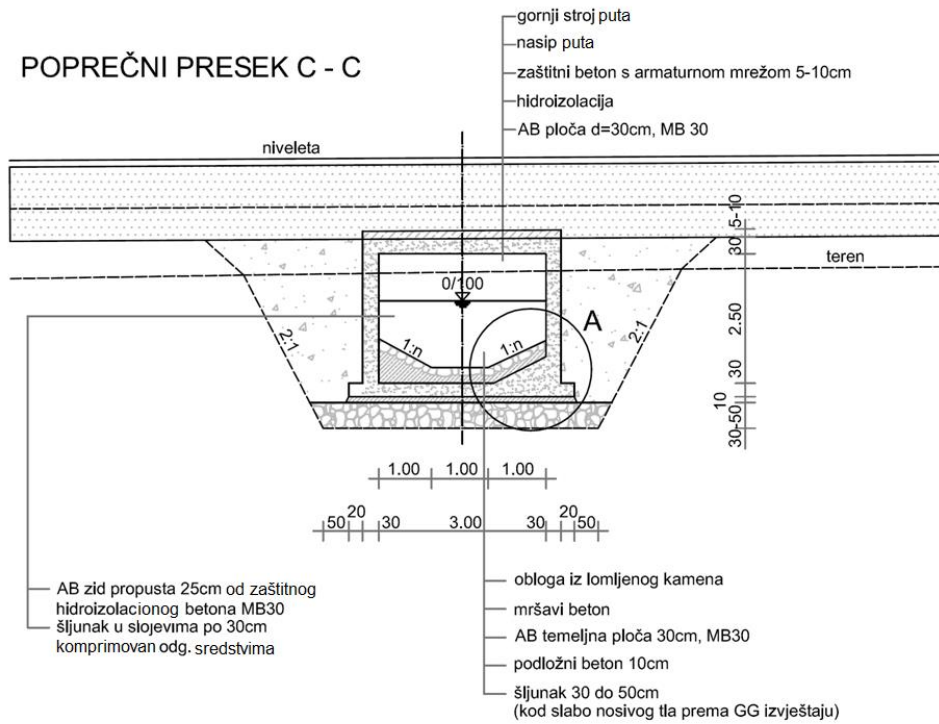
Svetla širina i visina propusta u obliku svoda varira između 2,00 i 5,00 m.

Debljina svoda treba da bude jednaka ili veća od 20 cm ako propusti u obliku svoda imaju visinu i širinu 2,0 odnosno 3,0 m. Kod propusta čija je svetla širina i visina 4,0 m, debljina svoda mora da bude jednaka ili veća od 25 cm. Minimalnu debljinu svoda od 30 cm imaju propusti širine i visine od 5,0 m.

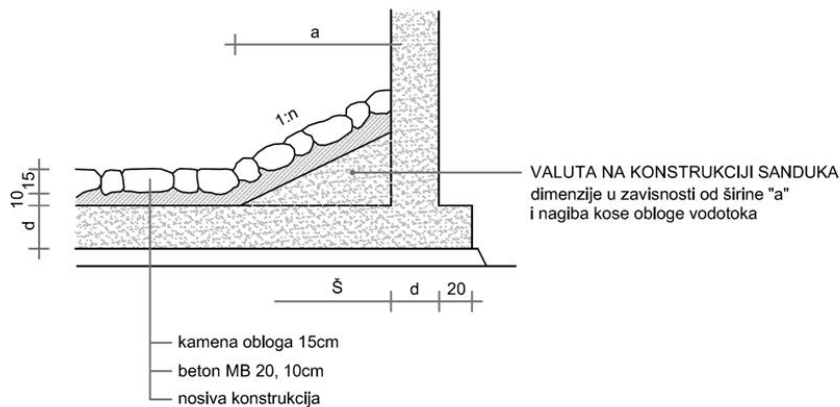
POGLED B - B



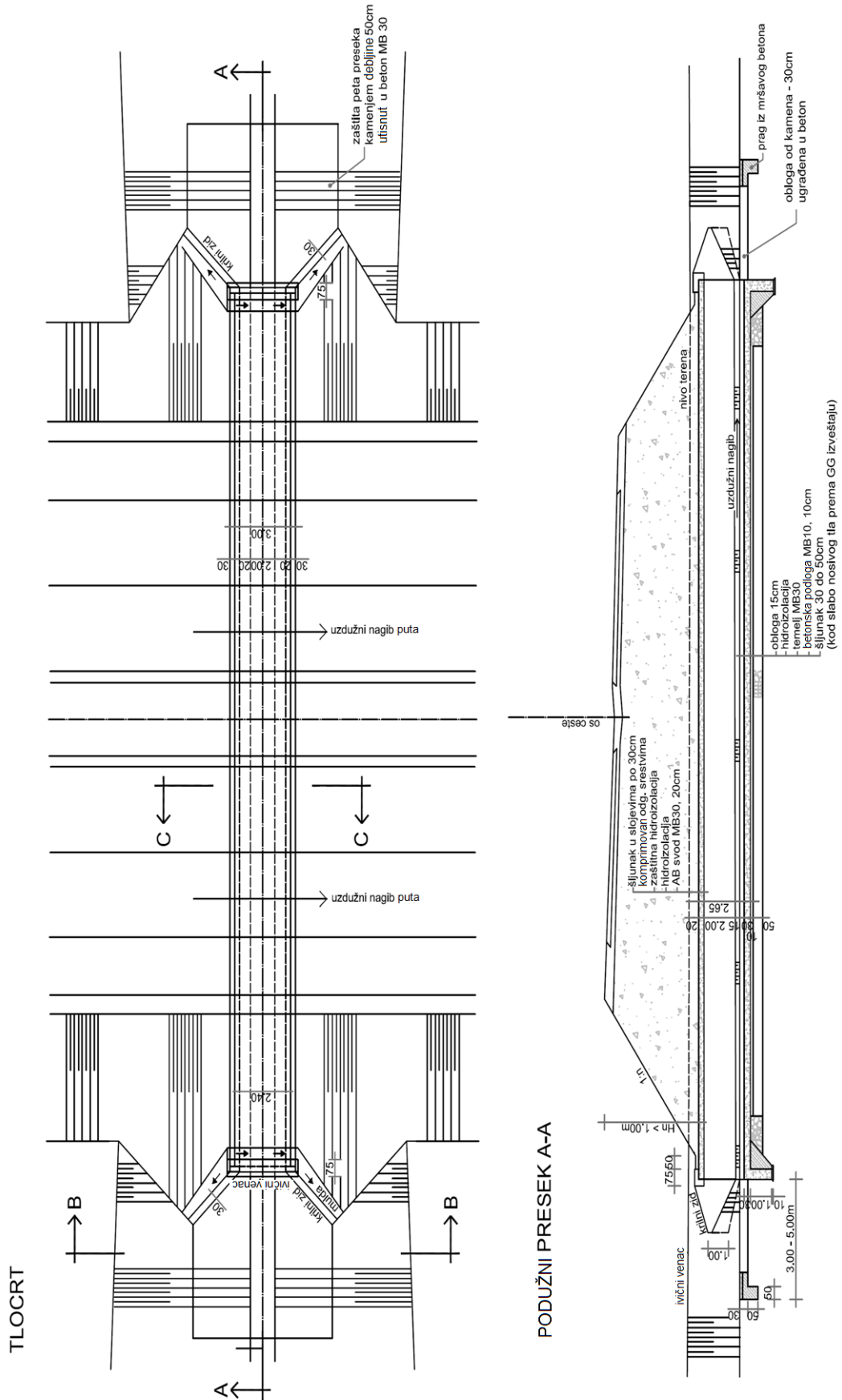
POPREČNI PRESEK C - C



DETALJ A

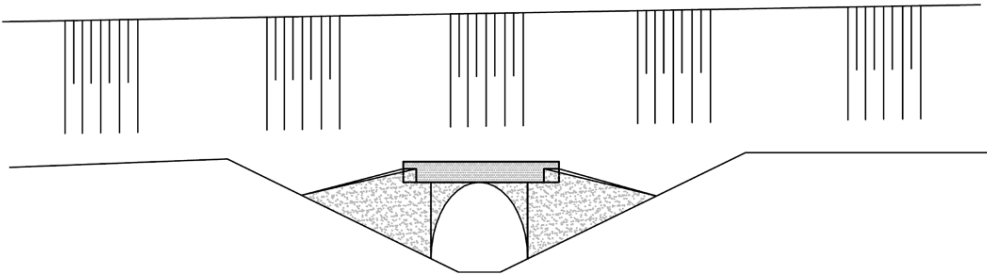


Slika 10.3.6: Pogled B-B, poprečni presek C-C sandučastog propusta iz slike 6.4 sa detaljem obloge dna sandučastog propusta



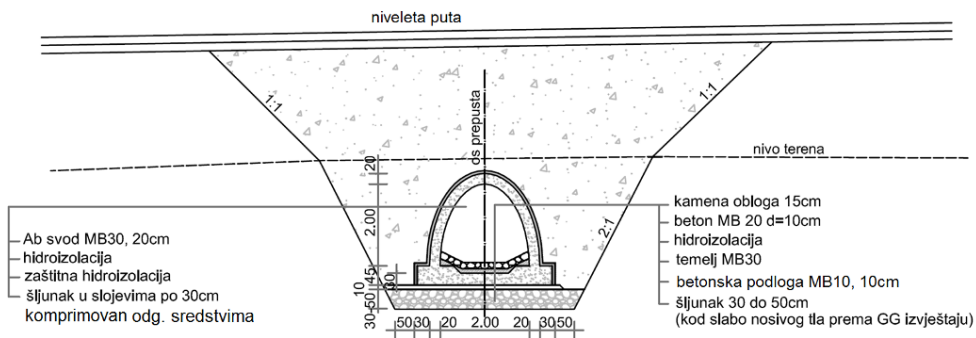
Slika 10.3.7: Primer dispozicije propusta u obliku svoda otvora 2,00 / 2,00 m

POGLED B - B



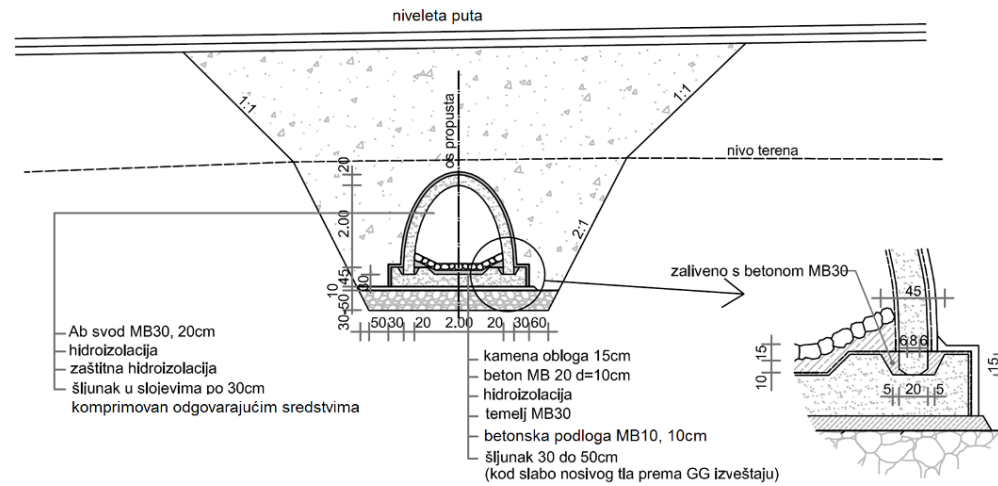
POPREČNI PRESJEK C - C

MONOLITNA GRADNJA



POPREČNI PRESEK C - C

MONTAŽNA GRADNJA



Slika 10.3.8 Pogled B-B, poprečni presek C-C za monolitnu izvedbu i C-C za izvedbu montažne izgradnje propusta sa slike 6.6 sa detaljem spoja montažnog svoda i temeljne ploče

10.3.6 KONSTRUISANJE PROPUSTA

10.3.6.1 Temeljenje

Dno temelja odnosno temeljne ploče obično je određeno niveletom vodotoka, niveletom puta ili pešačke staze koje prolaze kroz propust.

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 se ne sme da se temeljiti u nasip. Temelji moraju budu u prirodnom terenu. Posebno su nepoželjni slučajevi kod kojih se deo propusta temelji u nasipu, a deo u prirodnom terenu. Ako takvi slučajevi ne mogu da se izbegnu, onda treba preduzeti neophodne mere u nasipu i konstrukciji radi sprečavanja različitih sleganja.

Na ulaznom i izlaznom delu propusta treba predvideti zaštitne pragove za sprečavanje erozije temelja.

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. Ako su u pitanju slabo noseće tlo, konstrukciju propusta oslonimo na deblji sloj betona, a cevi su u betonskom omotaču.

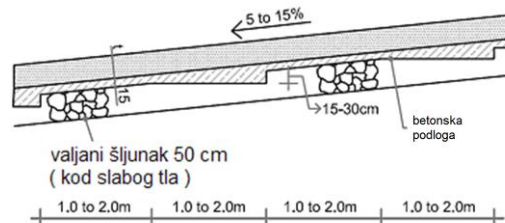
Propusti sandučastog preseka, sa svetlim otvorima 2,00 i 3,00 m, uvek se temelje na temeljnoj ploči bez obzira da li je u pitanju dobre ili loše nosivosti. Propusti sandučastog preseka, sa otvorima 4,00 i 5,00m mogu da se temelje na ploči ili trakastim temeljima, što zavisi od nosivosti i sleganja temeljnog tla.

Propusti u obliku svoda uvek da se temelje na ploči.

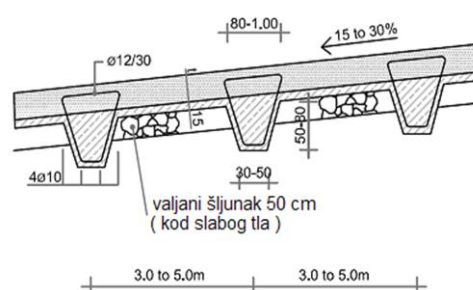
Dno propusta može da ima manji ili veći uzdužni nagib koji je određen projektom uređenja vodotoka ili vodoprivrednim smjernicama, a isti su u skladu sa uslovima iz vodoprivredne saglasnosti. Uzdužni nagib ne sme da bude manji od 0,5 %.

Temelji propusta su glatki ako uzdužni nagib nije veći od 5 %. Ako je uzdužni nagib veći

od 5% a manji od 15 %, donja površina temelja mora da se izvede u obliku stepenica (slika 10.3.9). Ako je uzdužni nagib propusta između 15 i 30 %, na svakih 2,0 do 3,0m treba izgraditi poprečne pragove za sidrenje (slika 10.3.10).



Slika 10.3.9: Stepnasti temelji propusta za nagibe od 5 – 15 %



Slika 10.3.10: Temelji propusta za nagibe od 15 do 30 %

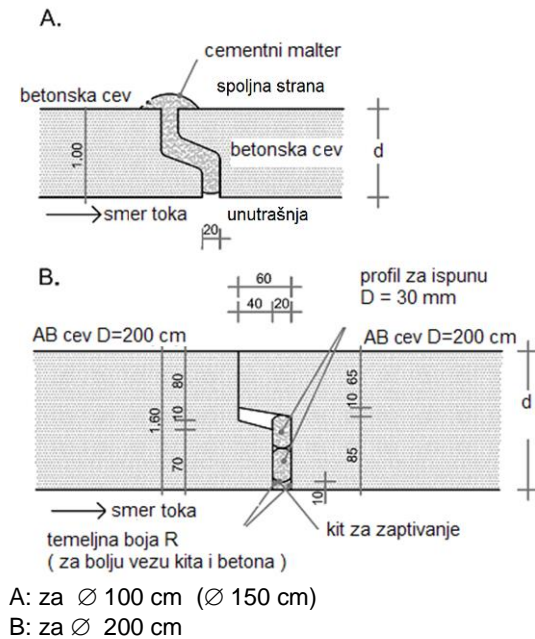
10.3.6.2 Poprečna dilatacija

Izvođenje poprečnih spojnica zavisi od dužine objekta, visine nasipa iznad objekta i od karakteristika temeljnoga tla (pre svega sleganja).

Poprečne spojnice treba izvoditi kod propusta većih dužina koji su betonirani na licu mesta. Treba nastojati da poprečnih spojnica bude što manje. Statičkim proračunom treba odrediti uticaje i u podužnom smeru i odrediti potrebnu uzdužnu armaturu.

Posebnu pažnju treba posvetiti poprečnim spojnica kod cevastih propusta koji se izrađuju iz prefabrikovanih cevi.

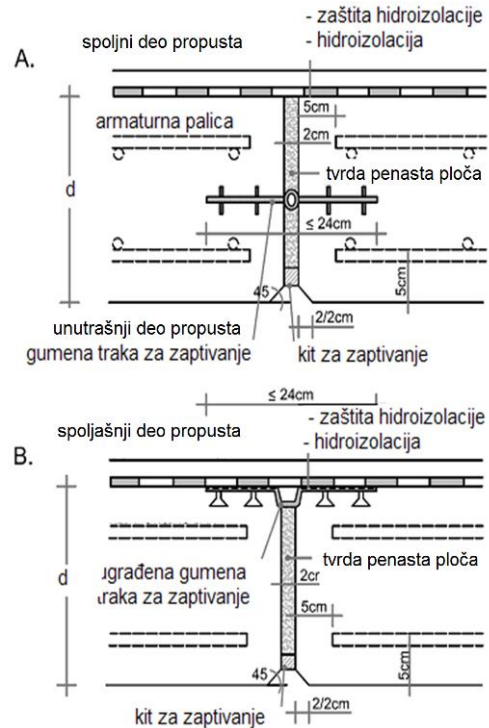
Detalji obrade poprečnih spojeva za propuste izrađene od montažnih cijevi prikazani su na slici 10.3.11.



Slika 10.3.11: Detalj spoja kod propusta od montažnih cevi

Poprečne spojnice treba izvoditi i u slučajevima kada se radi o slojevima različitih debljina i vrednosti sleganja, odnosno u svim slučajevima gde se očekuju diferencijalna sleganja.

Detalj obrade poprečne spojnice, kod monolitno izvedenih sandučastih i zasvođenih propusta, prikazan je na slici 10.3.12 Pod A je prikazan slučaj kada je traka za zaptivanje ugrađena u sredini zida koji je komplikovaniji za izvođenje pre svega oplata i armature. Pod B prikazan je slučaj takozvane trake za oplatu.



Slika 10.3.12: Detalj izrade zaptivanja spojeva kod monolitno izvedenih sandučastih i zasvođenih propusta

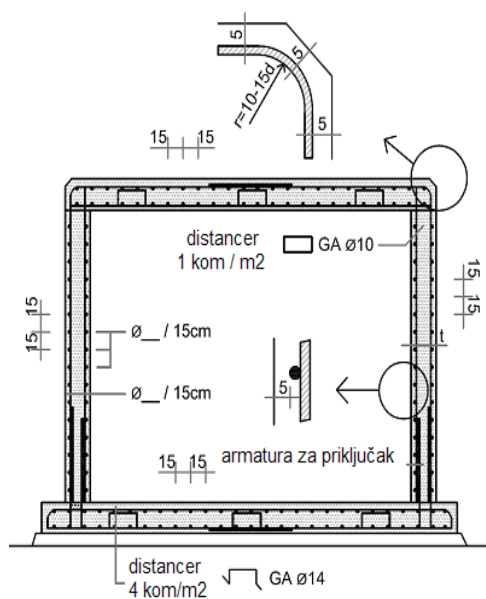
10.3.6.3 Armiranje

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 5 cm sa unutrašnje i spoljašnje strane.

Kod cevastih propusta \varnothing 100 i 150 cm 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. Armatura obloženog betona mora da izdrži težinu nasipa i saobraćajno opterećenje.

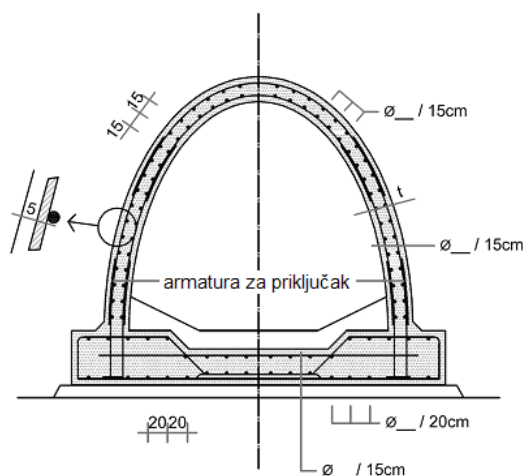
Prefabrikovane cijevi \varnothing 200 cm su armirane sa dvostrukom armaturom po čitavom obodu. Mogu da budu armirane sa jednostrukom armaturom koja ima promenljivi položaj uz ugrađivanje dodatne armature u suprotnoj zoni.



Slika 10.3.13: Princip armiranja sandučastog propusta

Ako u prefabrikovanu cev ne može da se ugradi armatura prilikom izrade, onda takvu cev treba obložiti betonom. U ovakvim slučajevima armatura se izvodi kao što je to opisano kod cevi \varnothing 100 i 150 cm.

Slučaj armiranja sandučastih propusta prikazan je na slici 10.3.13, a armiranje propusta u obliku svoda prikazan je na slici 10.3.14.



Slika 10.3.14: Princip armiranja propusta u obliku svoda

10.3.6.4 Prelazne ploče

Kod propusta u obliku cijevi i svoda ne upotrebljavaju se prelazne ploče.

Kod sandučastih propusta prelazne ploče treba projektovati u skladu sa SRDM 9.12.7.2.

U slučajevima kada se završni sloj kolovozne konstrukcije nalazi odmah na konstrukciji, a preko objekta prolazi put nižeg reda, prelaz sa kolovoza puta na kolovoz objekta može da se izvede na način koji je prikazan u SRDM 9.12.7.2, pod uslovom da je objekat temeljen na dobrom tlu i da nasip nije visok.

U slučaju da preko objekta prelazi autoput (bez pokrivača), ako je objekat temeljen u tlu loše nosivosti, ili ako se iznad objekta nalazi nizak nasip treba izvesti prelazne ploče prema uputstvima iz smernice SRDM 9.12.7.2.

U običnim primerima u kojima je debljina pokrivača 40cm i više, prelaz sa kolovoza propusta na kolovoz puta treba izvesti prema uputstvima iz smernice SRDM 9.12.7.2.

10.3.6.5 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 cevnih 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 (ako nasip nije od šljunkovitog materijala i omogućiti brzo oticanje vode iza zaleđa objekta. Ako se dno temelja nalazi u vodopropusnom tlu dovoljno je da se filterski sloj direktno poveže sa vodopropusnim tlom. Ako se temelj nalazi u vodonepropusnom tlu, treba izvesti drenažu po dužini objekta,.

Radi sprečavanja uticaja vlage konstrukcija svakog propusta treba da bude zaštićena. Gornja površina se štiti „crnom“ hidroizolacijom. Vodonepropusnost zidova, donje ploče i krila postiže se izradom vodonepropusnog betona.

Cevaste i zasvođene bez betonskog omotača u celini, te gornju površinu sandučastih i cevastih propusta sa betonskim omotačem treba zaštititi od uticaja vlage hidroizolacijom

koja se sastoji od jednoslojnih varenih bitumenskih traka koje na odgovarajući način štite od mehaničkih oštećenja. Kod cevastih propusta i propusta u obliku svoda bez betonskog omotača zaštita se izvodi čepastim plastičnim folijama ili drenažnim tkaninama. Kod sandučastih i cevastih propusta sa betonskim omotačem kod kojih je gornja površina izolovana zaštita izolacije se izvodi zaštitnim betonom debljine 5-10 cm koji je armiran mrežama Q 133 (\varnothing 4,6mm / 10cm).

Najvažnije mere koje treba preduzeti kod obezbeđivanja vodonepropusnosti su sledeće:

- konstruktione mere: (radni spojevi, dilatacije, predviđena mesta pojave pukotina),
- namenske tehnološke mjere za beton,
- pažljiva izrada povezana odgovarajućim i dovoljno dugim periodom negovanja svežeg betona,
- ograničenje pukotina na 0,2 mm sa ugrađivanjem odgovarajuće armature.

I pored obezbeđenja, vodonepropusnosti zidova po principu „belih kada“ potrebno je, na mestima vertikalnih radnih spojeva i dilatacija izvesti dodatnu hidroizolaciju od bitumenskih traka širine 1,0 m (0,5 m levo i desno od spoja).

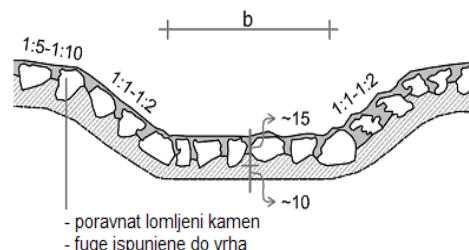
10.3.6.6 Obloga za zaštitu dna

Zaštitno oblaganje dna propusta izvodi se da bi se obezbedio bolji hidraulički profil kod manjih količina proticanja i radi zaštite od abrazije. Obloga može da bude od iz kamena u betonu ili samog betona koji je otporan na habanje (vlaknasti beton, agregat eruptivnog kamena).

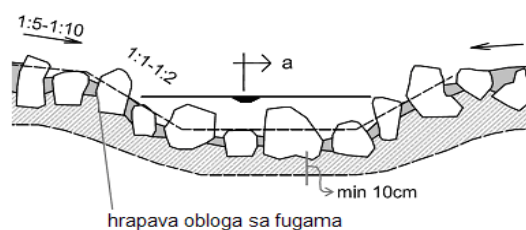
Hrapavost obloge zavisi od podužnog nagiba propusta. Kod nagiba do 5 % obloga može da bude glatka, ili su fuge između kamenja ispunjene do vrha sa betonom (slika 10.3.14). Ako se nagib kreće između 5 i 15 % onda fuge, između pojedinih kamenja treba da budu duboke od 5 do 15 cm (slika 10.3.15). Ako je podužni nagib između 15 i 30 % onda oblik i način izrade treba prilagoditi hidrauličko-hidrotehničkim uslovima posebno za svaki pojedinačni slučaj. Propusti sa nagibom većim od 30 % se ne izvode.

Obloga je obično u obliku trapeza čije stranice pri dnu imaju nagib 1 : n.

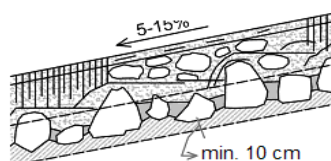
Zaštitna obloga propusta se produžava za 3,0 - 5,0m da bi se postigla dodatna bezbednost protiv erozije. Ova obloga se završava poprečnim pragom na isti način kao što je to opisano kod zaštite temelja propusta.



Slika 10.3.15: Zaštitna obloga dna propusta za nagibe do 5 %



PRESJEK A



Slika 10.3.16: Zaštitna obloga dna propusta za nagibe 5-15 %

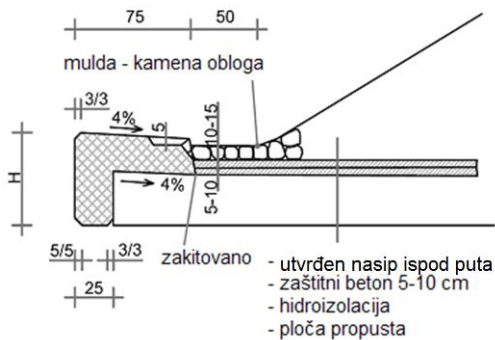
Kod cevastih propusta obloga nije potrebna jer sam oblik propusta obezbeđuje dobar protok vode i kod manjeg nivoa vode. Iz ovoga se izuzimaju slučajevi kod kojih nastupaju velike protočne brzine.

10.3.6.7 Ulazni i izlazni deo

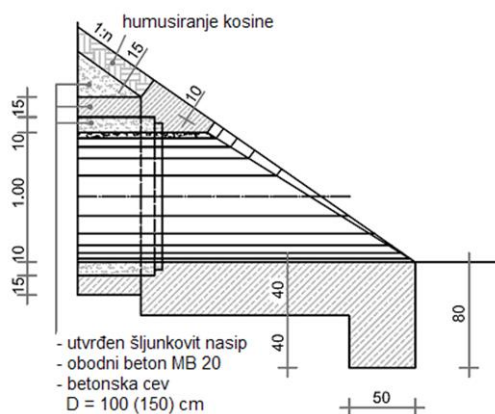
Uzvodne (gornje) i nizvodne (donje) delove propusta treba zaključiti sa obe strane pomoću krila koja moraju da budu konstruisana tako da obezbeđuju što bolje usmeravanje vode u propust, što brže oticanje vode iz njega i kvalitetno sprečavanje obrušavanja kosine u korito vodotoka.

Gornja ploča, odnosno čeoni zid završava se sa ivičnim vencem kod sandučastih, zasvođenih i cevastih propusta \varnothing 200 cm.

Ovaj venac obezbeđuje efikasno odvodnjavanje padine iznad objekta i istovremeno sprečava osipanje nasipa preko ivice objekta u korito reke. Na slici 10.3.5.17 prikazan je primer rešenja ivičnog – krajnjeg venca kada je visina pokrivača iznad ploče veća od približno 40cm.



Slika 10.3.5.17: Detalj izrade ivičnog venca



Slika 10.3.5.18: Detalj završetka cevastog propusta \varnothing 100 cm (\varnothing 150cm)

Kod manjih cevastih propusta krila zamenjuje glava koja se izvodi u nagibu kosine nasipa, kao što je prikazano na slici 10.3.5.18.

Ulazni i izlazni delovi propusta na strmom terenu se projektuju za svaki propust posebno, zavisi od morfologije i geološke građe terena i uticaja koje diktira karakter vodotoka.

10.3.7 STATIČKI RAČUN PROPUSTA

Statički račun propusta izvodi se u skladu sa načelima koji važe i za ostale objekte.

Kod izrade statičkog računa uzimaju se sledeća opterećenja:

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

sopstvena težina se uzima u obzir na isti način kao i kod ostalih 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 li objekat ukopan u prirodni teren i kakav ima položaj u nasipu. 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.

Kod statičke analize propusta opterećenje saobraćajem uzima se 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 prije svega u podužnom smeru objekta. Ukoliko su diferencijalna sleganja tako velika, da konstrukcija ne može da ih preuzme, treba predvideti poprečne spojnice – dilatacije po dužini objekta.