

SMJERNICE ZA PROJEKTOVANJE, GRAĐENJE, ODRŽAVANJE I NADZOR NA PUTEVIMA

Knjiga I: PROJEKTOVANJE

Dio 2: PROJEKTOVANJE MOSTOVA

PROJEKTANTSKA SMJERNICA (PS 1.2.5)

**Poglavlje 5: ODVODNJAVANJE I KANALIZIRANJE
OBJEKATA NA CESTAMA**

U V O D

Sistem odvodnjavanja i kanaliziranja objekata sadrži sve potrebne građevinske intervencije za brz i kvalitetan odvod površinske i procjedne vode sa objekta. Sa ovim se obezbeđuje siguran promet, zaštita konstrukcije objekta i zaštita okoline, sve u skladu sa vodoprivrednim zahtjevima.

Pravilno funkcionisanje sistema odvodnjavanja i kanaliziranja objekata garantuje planirani vijek trajanja objekata i smanjuje troškove održavanja.

S A D R Ž A J

1.	PREDMET PROJEKTANTSKE SMJERNICE	5
2.	REFERENTNA REGULATIVA.....	5
3.	TUMAČENJE IZRAZA	5
4.	OPŠTE SMJERNICE ZA ZASNIVANJE SISTEMA ODVODNJAVANJA I KANALIZIRANJA OBJEKATA	5
4.1	Općenito	5
4.2	Ovod površinske vode.....	6
4.3	Ovod procjedne vode i oslobođanje parnih pritisaka	6
4.4	Odvodnjavanje i zračenje šupljina.....	8
4.5	Odvodnjavanje nasipa iza krajnjih upornjaka.....	8
4.6	Odvodnjavanje površina ležišta	9
4.7	Priklučak odvodnog sistema objekta na cestnu kanalizaciju	9
4.8	Odvodnjavanje manjih objekata	9
5.	KONSTRUKCIJSKI ELEMENATI ODVODNJAVANJA I KANALIZIRANJA OBJEKATA.....	10
5.1	Slivnici	10
5.2	Cijevi za odvod i kanaliziranje vode	12
5.3	Uslovi ugrađivanja i pričvršćivanja cijevi na konstrukciju objekta	13
5.4	Elementi za odvod procjedne vode i oslobođanje parnih pritisaka	14
6.	HIDRAULIČKI PRORAČUN.....	17
6.1	Količine i oticanje oborinske vode	17
6.2	Određivanje potrebnog broja sливника i međusobnog razmaka	18
6.3	Dimenzioniranje odvodnih cijevi.....	19
6.4	Praktičan primjer	20
7.	ODRŽAVANJE SISTEMA ODVODNJAVANJA I KANALIZIRANJA OBJEKATA	21
7.1	Dostupnost odvodnog sistema.....	21
7.2	Čišćenje i održavanje odvodnog sistema.....	22
8.	PROJEKAT SISTEMA DVODNJAVANJA I KANALIZIRANJA OBJEKATA	22

1. PREDMET PROJEKTANTSKE SMJERNICE

Namjena smjernice ogleda se u davanju opših upustava za pravilan izbor koncepta sistema odvodnjavanja i kanaliziranja objekata. Kod izbora sistema treba uzeti u obzir karakteristike konstrukcije i zahtjeve vezane za obezbjeđenje kvaliteta pojedinih elemenata sistema odvodnjavanja. Obično su poznati ulazni parametri za hidraulički proračun na osnovu koga se određuju dimenzije i broj pojedinih elemenata. Radi obezbjeđenja boljeg održavanja, navedeni su uslovi koje treba ispuniti radi boljeg pristupa i čišćenja sistema za odvodnjavanje.

2. REFERENTNA REGULATIVA

U ovoj projektnoj smjernici uključeni su inostrani standardi i druga tehnička regulativa. Kod primjene uvijek važi zadnje izdanje.

Tehnički propisi

RVS 15.43, Brückenausrüstung i Brückenentwässerung – austrijske smjernice

ZTV-K, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen für Kunstdächer – njemačke smjernice

Richtlinien für konstruktive Einzelheiten von Brücken; 6 Entwässerung – švajcarske smjernice

Assainissement des ponts routes; évacuation des eaux, perres, drainage, cornichescaniveaux – francuske smjernice

Standardi

Slivnici:
DIN 1229, DIN EN 124

Odvodne cijevi:
ÖNORM B 2571, B 2570
DIN 19522

Cijevi za odvod procjedne vode:
C.B5.226

Pritvrđivanje:
DIN 17440, DIN 367, 11 dio – nerđajući čelik

3. TUMAČENJE IZRAZA

Odvodnjavanje je odvod površinske vode i procjedne vode sa objekta.

Kanaliziranje je skupljanje i odvod vode sa objekta uz pomoć odvodnih cijevi.

Površinska voda je meteorna voda koja padne na gornju površinu objekta.

Procjedna voda je dio površinske vode koja se procijedi kroz pojedine dijelove kolovoza (asfaltni slojevi, hodnici, rubni vijenci, ivičnjaci) do hidroizolacije.

Odvodnik je mjesto u koje se odvodi voda sa objekta (cestna kanalizacija, rijeka, jezero, itd.).

Slivnik je element odvodnog sistema u koga se slijeva površinska voda sa kolovoza.

Odvodna cijev je element sa kojim se voda sa objekta odvede u kanalizaciju.

Srestva za pritvrđivanje odvodnih cijevi su elementi za vješanje i podupiranje sa kojima se odvodne cijevi pričvrste na konstrukciju objekta.

Cijevi za odvod procjedne vode su cijevi sa posebno oblikovanim ulazom (ustima) koji se ugrađuje u rasponsku konstrukciju ispod hidroizolacije.

Jačina naliva-intenzitet padavina prestavlja količinu oborina u jedinici mjere na jedinicu površine.

Šaht za čišćenje prestavlja otvor za čišćenje koji je ugrađen na odvodnoj cijevi.

4. OPŠTE SMJERNICE ZA ZASNIVANJE SISTEMA ODVODNJAVANJA I KANALIZIRANJA OBJEKATA

4.1 Općenito

Sistem odvodnjavanja i kanaliziranja objekata odnosi se na:

- odvodnjavanje gornjih (vidnih) površina objekta,
- odvodnjavanje procjedne vode sa površina izolacije i oslobađanje parnih pritisaka,
- odvodnjavanje i zračenje udubljenja, odvodnjavanje površina ležišta,

- odvodnjavanje zaleda nasipa iza upornjaka,
- priključivanje odvodnih sistema na odvodnik (kanalizaciju ceste) te održavanje odvodnog sistema.

Ukupan koncept poprečnog i uzdužnog presjeka obekta, a posebno nivelete, mora biti zasnovan tako da zadovolji pravilno odvodnjavanje objekta.

Svi elementi odvodnjavanja moraju se zasnovati tako da se jednostavno zamjenjuju i da su lagani pristupi za održavanje.

Elementi sistema odvodnjavanja ne smiju zadirati u nosivu konstrukciju npr. u područje kablova za prednaprezanje, glavnu nosivu armaturu itd.

Objekat mora da ima vlastiti odvojen sistem za odvodnjavanje i kanaliziranje vode koji se navezuje na glavni odvodni sistem preko cestovne kanalizacije ili direktno na odvodnik. Ovo ne važi za kratke objekte čija je dužina manja od potrebnog razmaka između slivnika.

Dimenzije i broj elemenata odvodnog sistema treba odrediti na osnovu hidrauličkog proračuna. Ulazni parametri hidrauličkog proračuna su meteorološki podaci o računskim količinama oborina na lokaciji objekta.

Slika 4.1 prikazuje tipičnu shemu odvodnjavanja i kanaliziranja površinske vode objekta, a slike 4.2 i 4.3 položaj elemenata u odnosu na poprečni presjek.

4.2 Odvod površinske vode

Vodu sa gornje površine objekta odvodnjavamo preko slivnika i poprečnih otočnih cijevi u sabirnu cijev koja ide do glavnog odvodnog sistema.

Svu površinsku vodu, koja padne na gornju površinu objekta, treba sakupiti u slivnike sa čime se onemogućava njeno prelijevanje preko dilatacija.

Ako je poprečni presjek rasponske konstrukcije zatvoreni sanduk onda se uzdužne odvodne cijevi mogu ugraditi i unutar presjeka za dužine $L \geq 300$ m i u koliko je svjetla visina sanduka min. 1,60 m (slika 4.3). Pod uslovom da je organizirana služba održavanja.

Uzdužni, poprečni i vertikalni odvodi se po pravilu ne ubetoniravaju.

Vođenje odvodnih vertikalnih cijevi uz ili kroz vertikalne stubove, koji su teško dostupni, treba izbjegavati.

Priklučivanje cijevi na uzdužne cjevovode treba u hidrauličkom smislu ugodno oblikovati. Treba izbjegavati lomove pod ugлом 90° . U takvim slučajevima upotrebljavaju se 2 komada luka pod 45° sa međukomadom.

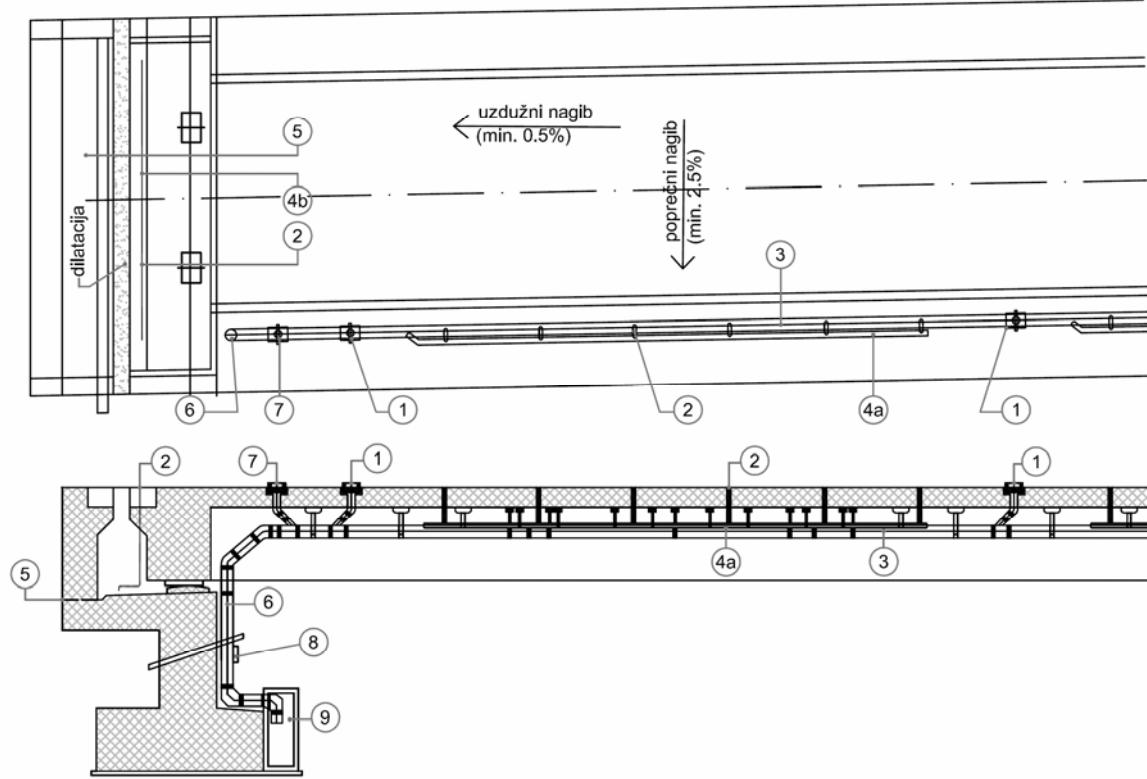
Promjene deformacijskog sistema cijevi treba uzeti u obzir.

Kod svake promjere smjera odvodnih cijevi treba predvidjeti otvor za čišćenje.

4.3 Odvod procjedne vode i oslobođanje parnih pritisaka

Dio površne vode koji se procijedi kroz pojedine dijelove kolovoza (asfaltni slojevi, hodnici, rubni vijenci) do hidroizolacije treba kontrolisano odvesti kroz rasponsku konstrukciju. Isto tako treba odvesti eventualnu kondenznu vodu koja nastaje radi temperaturnih razlika i osloboditi pritiske pare i pritiske zraka koji nastupaju ispod i iznad hidroizolacije.

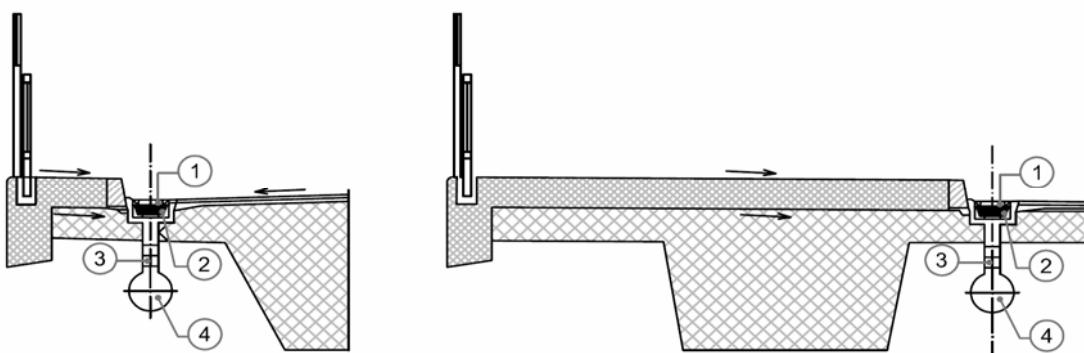
Odvod procjedne vode omogućavaju odgovarajući slivnici za odvod površinske vode i cijevi sa posebno oblikovanim gornjim dijelom (usta cijevi) koji se ugradi u rasponsku konstrukciju ispod hidroizolacije.



- 1 – sливник за одвод површинске воде
 2 – цевчица за одводprocједне воде са спојем на
 сабирни уздуžни вод procједне воде
 3 – сабирни уздуžни вод
 4a – сабирна уздуžна цијев за одвод procједне воде

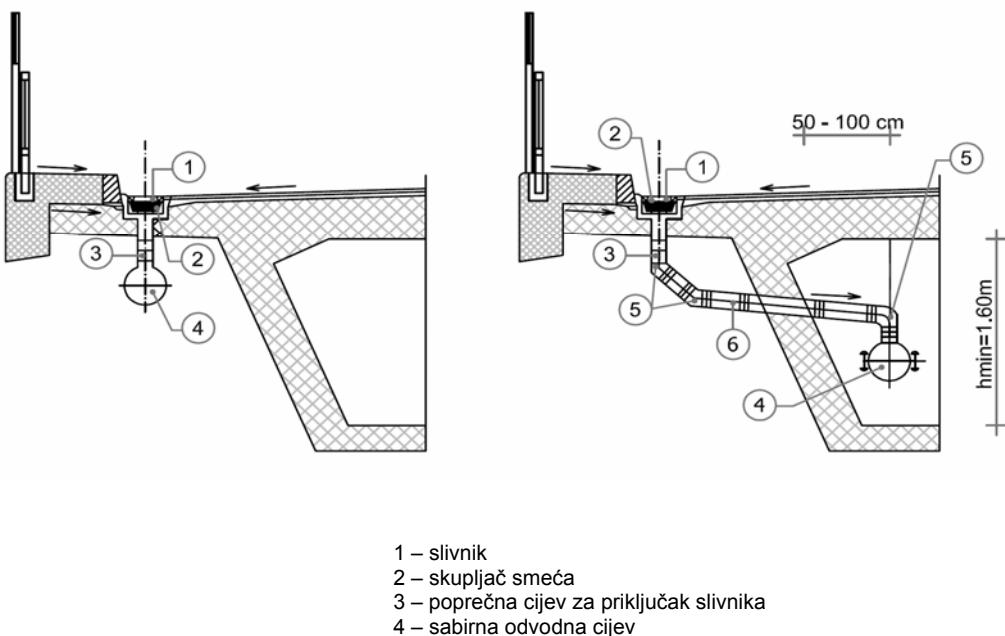
- 4b – сабирна попреčна цијев за одвод procједне воде испред dilatacije
 5 – odvodnjavanje površine ležišta upornjaka
 6 – вертикална одводна цијев
 7 – шахт за чишћенje
 8 – врата за чишћенje
 9 – шахт за ревизију

Slika 4.1: Opšta shema odvodnjavanje i kanaliziranja objekta



- 1 – sливник
 2 – скупљач смећа
 3 – вертикална одводна цијев
 4 – сабирна уздуžна цијев

Slika 4.2: Položaj elemenata odvodnjavanja u pogledu na poprečni presjek konstrukcije objekta

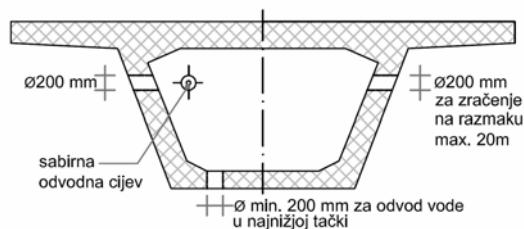


Slika 4.3: Položaj elemenata odvodnjavanja izvan i unutar sandučastog presjeka

4.4 Odvodnjavanje i zračenje šupljina

U slučaju, da se sistem za odvodnjavanje ugrađuje u rasponsku konstrukciju sandučastih presjeka, tada treba obezbjediti odvod vode u najnižoj tački svakoga polja pomoću cijevi $\varnothing 200$ mm (slika 4.4).

Za izjednačavanje unutrašnje i vanjske temperature ostavljaju se, u sandučastom presjeku rasponske konstrukcije, otvore promjera 200 mm. Sa ovim se spriječava stvaranje kondenzne vode. Razmak otvora u uzdužnom smjeru može biti max. 20,0 m.



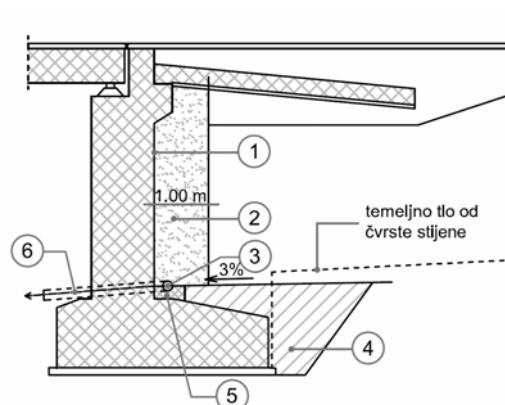
Slika 4.4: Cijevi za odvod vode i zračenje sandučastog presjeka

4.5 Odvodnjavanje nasipa iza krajnjih upornjaka

Površinsku vodu koja teče po cesti u smjeru objekta treba, prije prelaska na objekat, odvesti u odvodnik ili kanalizaciju ceste.

Da bi se eliminisala pojava hidrostatičkog pritiska na zid i krila upornjaka te spriječilo prodiranje površinske vode u nasip iza upornjaka, potrebno je predvidjeti 1,0 m

debeli filterski sloj iz šljunkovitog materijala (ako nasip nije iz šljunkovitog materijala) po čitavoj visini zida upornjaka koji će omogućiti prodiranje vode od vrha nasipa do gornjeg ruba temelja (slika 4.5).



- 1 – hidroizolacija sa zaštitom
- 2 – šljunak ugrađen u slojevima debljine $d=3$ 0 cm
- 3 – drenažna cijev
- 4 – nabijena glina
- 5 – betonska podloga
- 6 – cijev za odvod

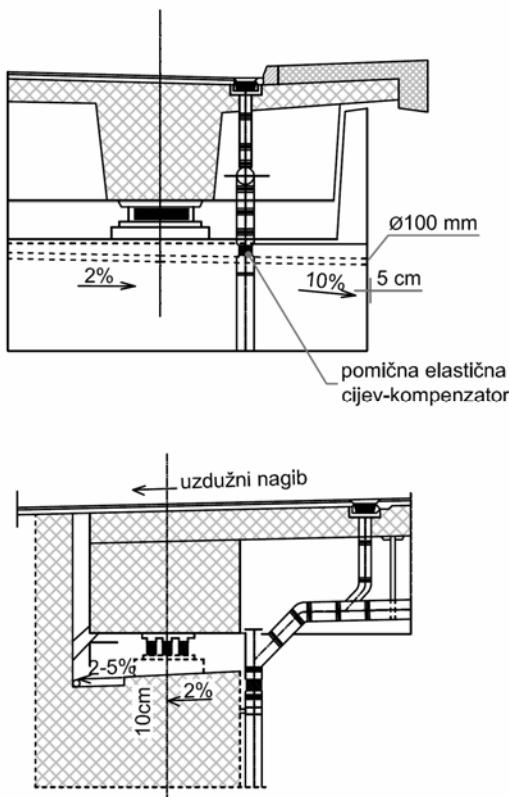
Slika 4.5: Odvodnjavanje zaleđa nasipa iza krajnjeg upornjaka

Vodu koja se procjeđuje kroz nasip i filterski sloj iza upornjaka treba odvesti sa drenažnim cjevima u odgovarajuće odvode (kanalizaciju ceste, upojnicu, sabirni bazen itd.).

4.6 Odvodnjavanje površina ležišta

Na površinama ležišta koja se nalaze ispod dilatacija treba predvidjeti kontrolisani sistem skupljanja i odvoda vode. Voda koja prodre kroz oštećena mjesta na vodonepropusnim dilatacijama odvodi se pomoću sabirnog žlijeba (slika 4.6) i vertikalne cijevi u kanalizaciju ili odvodnik.

Voda sa površine ležišta ne smije se odvoditi u nasip iza upornjaka.



Slika 4.6: Odvodnjavanje površina ležišta kod vodoneropustnih dilatacija

4.7 Priključak odvodnog sistema objekta na cestnu kanalizaciju

Priključak odvodnog sistema objekta treba izvesti u skladu sa vodoprivrednim zahtjevima. Ovi zahtjevi se odnose na sprečavanje i smanjenje zagađenosti voda i zemlje sa oborinskim vodama sa kolovoza.

Pošto je objekat sastavni dio ceste, osnovni koncept odvodnjavanja i intervencije, koji smanjuje zagađenje voda i zemljишta, treba definisati već kroz izabrani koncept odvodnjavanja ceste i uključiti ga u projektni zadatak objekta.

U posebnim slučajevima, kada treba štititi podzemne vode, treba predvidjeti skupljanje svih površinskih voda na cesti i odvoditi je u posebno pripremljene taložnike ulja koji su konstruisani tako, da istovremeno služe i za skupljanje pijeska.

Za objekte do 2000 m² površine, šaht za skupljanje pijeska izrađuje se od betonske okrugle cijevi Ø 100 cm sa odgovarajućim poklopcom. Kod objekata sa većom površinom potrebno je izraditi šaht za skupljanje i taloženje pijeska prema posebnom nacrtu.

Ako u području objekta nema cestne, odnosno javne kanalizacije, tada treba predvidjeti poseban odvodni sistem koji odvodi vodu u upojnicu, kanal pored ceste ili vodotok.

Kod dužih objekata treba u sklopu objekta predvidjeti sabirne bazene, ako isti nisu predviđeni u konceptu odvodnjavanja ceste.

4.8 Odvodnjavanje manjih objekata

Sa vidika koncepta odvodnjavanja, malim objektom se smatra onaj kod koga je ukupna dužina, uključujući i krila, manja od potrebnog razmaka između slivnika. Ovaj razmak iznosi 5 – 20 m, što zavisi od površine objekta, uzdužnog i poprečnog nagiba kolovoza.

Kod manjih objekata ne primjenjuje se odvojeni sistem odvodnjavanja i kanaliziranja nego se odvodnjavanje izvodi u sklopu ceste.

Kod nekontrolisanog načina odvodnjavanja bez cestovne kanalizacije (ceste nižeg ranga) površinska voda sa kolovoza odvodi se sa kanaletama koji se izgrađuju pred i iza objekta odmah iza krilnih zidova (slika 5.1a).

Kod kontrolisanog načina odvodnjavanja ceste kod kojih postoji cestovna kanalizacija, slivnici se ugrađuju pred i iza prelazne ploče objekta i spoje sa kanalizacijom ceste (slika 5.1b).

Kanalizaciju AC koja je postavljena u pojasu za razdvajanje treba pred objektom preusmeriti u područje rubnog pojasu.

5. KONSTRUKCIJSKI ELEMENATI ODVODNJAVA I KANALIZIRANJA OBJEKATA

5.1 Slivnici

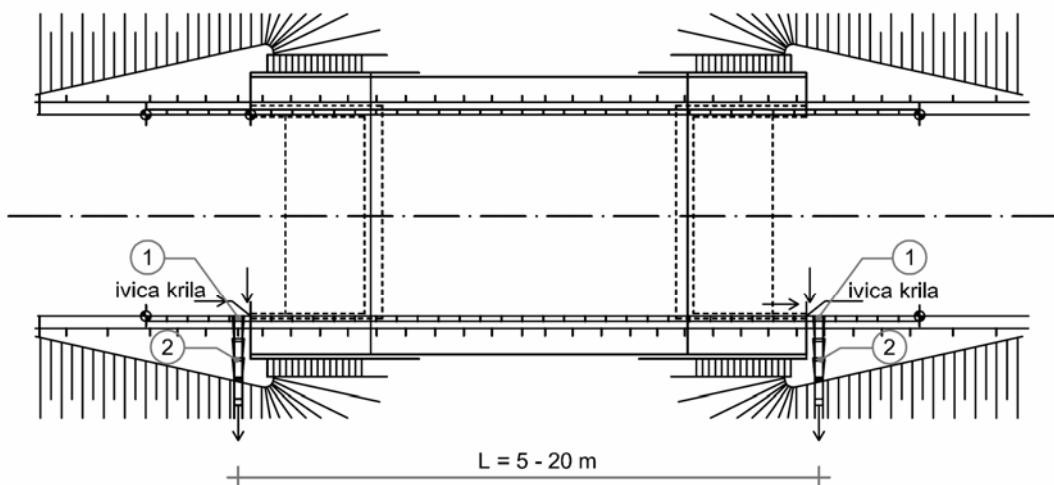
Slivnici spadaju u najznačajnije elemente odvodnjavanja. Sastoje se iz tri dijela: rešetke, okvira i posude. Posuda slivnika ima kosu (sa strane) ili vertikalnu odvodnu cijev sa minimalnim unutrašnjim promjerom 125 mm.

Posuda mora imati montažne čelične elemente koji se privare na armaturu.

Oblik i tip sливника treba prilagoditi konstrukciji mosta. (slike 5.2 i 5.3).

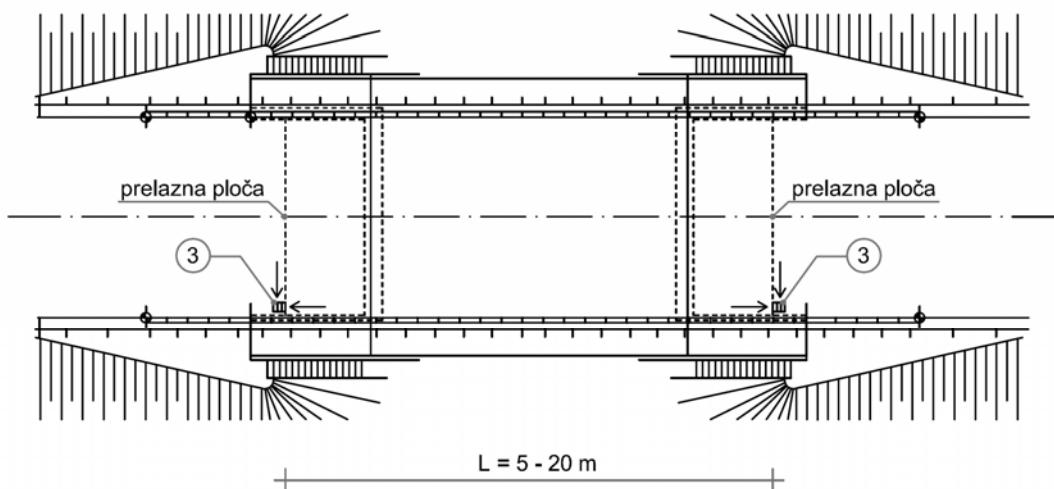
Slivnici se ugrađuju na ivici kolovoza koji može biti sa jednostranim ili dvostranim nagibom. Razmak između slivnika i njihov broj određuje se hidrauličkim proračunom (tačka 6).

a) Slučaj bez kanalizacije ceste

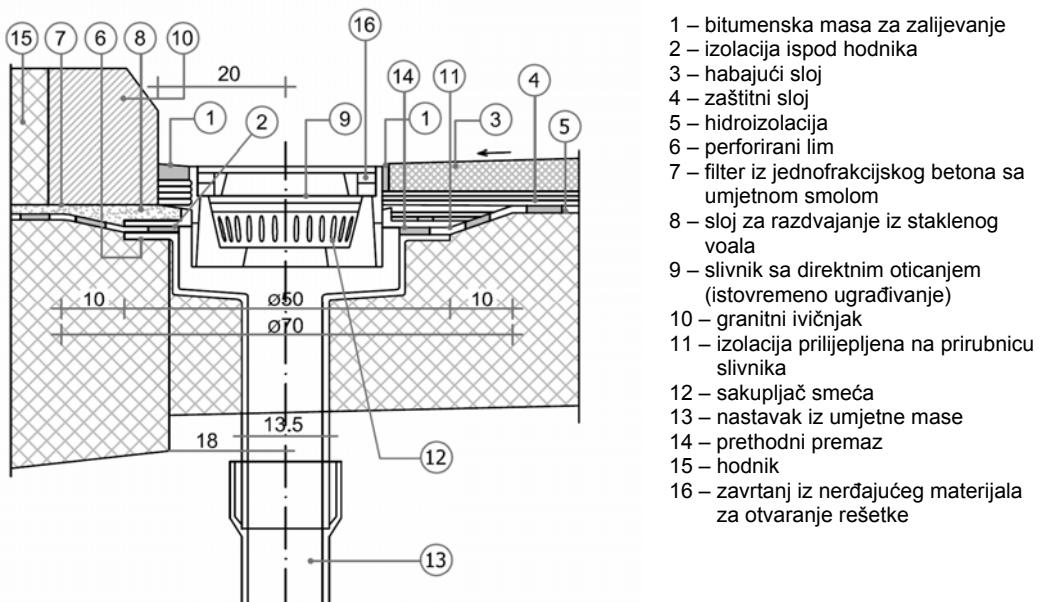


- 1 - cestovni slivnik sa ulijevanjem sa strane
- 2 - kanaleta
- 3 - cestovni slivnik sa direktnim ulijevanjem

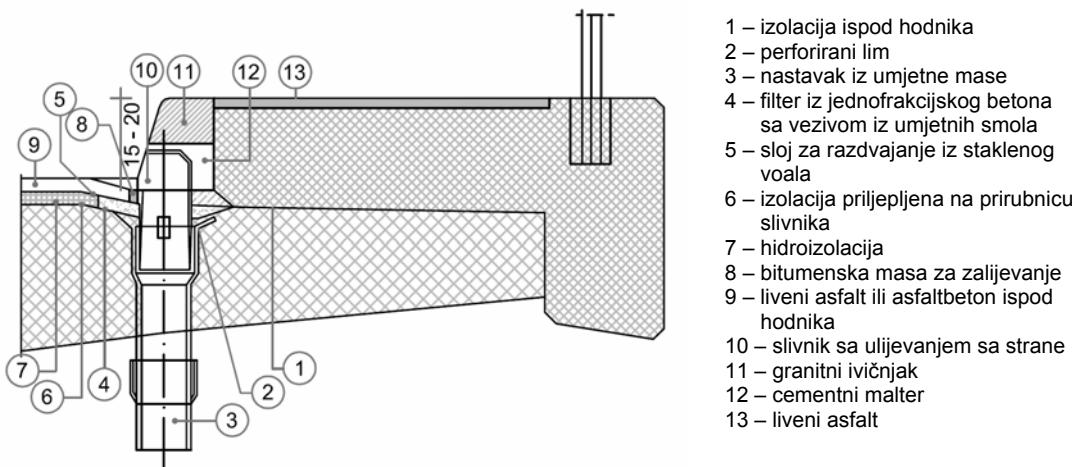
b) Slučaj sa kanalizacijom ceste



Slika 5.1: Principi odvodnjavanja manjih objekata



Slika 5.2: Sливник sa direktnim oticanjem, pogodan za istovremeno ugrađivanje



Slika 5.3: Sливник sa oticanjem sa strane ispod hodnika

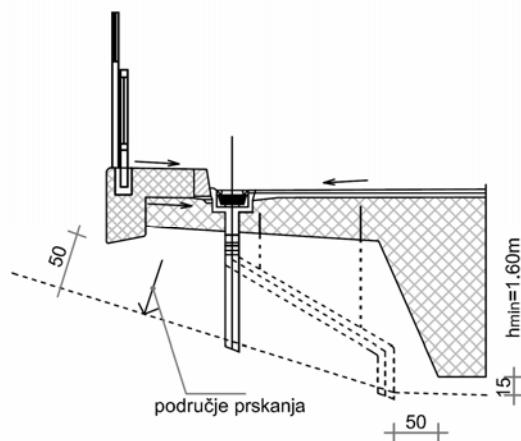
Sastavni dijelovi sливnika moraju biti izrađeni iz lijevanog željeza, a zaštićeni su sa bituminiziranjem. Rešetka sливnika je oblikovana tako da omogućava siguran miješani promet na cesti. Vanjski rub okvira mora biti najmanje 1 cm udaljen od ivičnjaka. Ovaj spoj se zaliže sa elastičnom bitumenskom masom.

Za otvaranje odnosno dizanje rešetke služi zavrtanj koji je iz nerđajućeg materijala.

Donji dio sливnika namješta se zajedno sa armaturom i zabetonira. Naknadno betoniranje unaprijed ostavljenih otvora dozvoljeno je samo u posebnim slučajevima.

Količina propuštanja vode sливnika zavisi od vrste rešetke (veličine, površine, oblika palica rešetke) od krovne površine kolovoza, nagiba, oblikovanja koritnice uz ivičnjak i količine dotoka vode u koritnicu. Propusna moć sливnika je min. 10 l/sec.

U pogledu ugrađivanja i njegove funkcije postoje dvije vrste: sливnik sa direktnim vertikalnim oticanjem i sливник koji prihvata vodu sa strane. Sливnici koji primaju vodu sa strane mogu se upotrijebiti, kod gradskih mostova odnosno mostova sa miješanim prometom.



Slika 5.4: Slivnik sa slobodnim odvodom

Dozvoljava se ugrađivanje samo tipiziranih slivnika koji moraju posjedovati atest za minimalnu propusnu moć.

5.2 Cijevi za odvod i kanaliziranje vode

Cijevi za odvod i kanaliziranje vode mogu biti poprečne, uzdužne sabirne i vertikalne cijevi (slika 4.1).

Poprečna otočna cijev prihvata vodu iz slivnika i odvodi je u sabirnu uzdužnu cijev. Ugao priključka odvodne cijevi iznosi 45° u tlocrtu, a po vertikali 60° .

Minimalni unutrašnji promjer poprečne otočne cijevi je 150 mm odnosno mora se odrediti na osnovu hidrauličkog proračuna (tačka 6). Minimalni nagib poprečne cijevi iznosi 5 %.

Sabirne uzdužne cijevi prihvataju vodu iz poprečnih cijevi (kolovoz sa dvostrukim nagibom) ili neposredno iz slivnika (kolovoz sa jednostranim poprečnim nagibom).

Minimalni unutrašnji promjer uzdužne sabire cijevi iznosi 200 mm. Minimalni nagib uzdužne sabirne cijevi iznosi 1 %.

Sabirna uzdužna cijev ne smije se ubetonirati u rasponsku konstrukciju. Kod prolaza kroz poprečne nosače ili druge građevinske elemente mora biti od njih odvojena.

Sve promjene smjerova (lomovi) izvode se sa fazonskim lučnim komadima sa minimalnim uglom 45° . Luk od 90° izvodi se sa dva fazonska komada po 45° sa ravnim dijelom dužine 20 cm.

Kod izbora materijala utiču slijedeći faktori: trajnost, gubici energije u cjevovodu, čišćenje, klimatski uslovi, habanje cijevi od pjeska i tekuće vode i agresivni kemijski uticaji.

U području krajnjih upornjaka, sabirana cijev se može voditi na slijedeće načine:

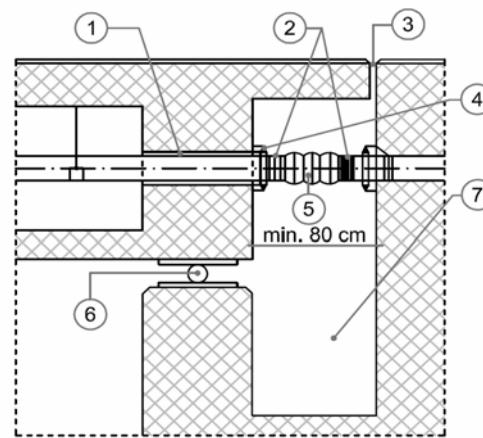
- u pravcu kroz nasip kod kratkih mostova (slika 5.5)
- spuštanjem sa vertikalom ispred upornjaka (slika 5.6).

Promjer vertikalne cijevi mora se uskladiti sa promjerom uzdužne cijevi da voda na prelazu dobije odgovarajuće ubrzanje. Iz ovog razloga se kod manjih objekata i manjih količina predviđaju isti profili uzdužne i vertikalne cijevi.

Način vođenja vertikalne cijevi uz stub ili u posebnim utorima prikazan je na slici 5.7.

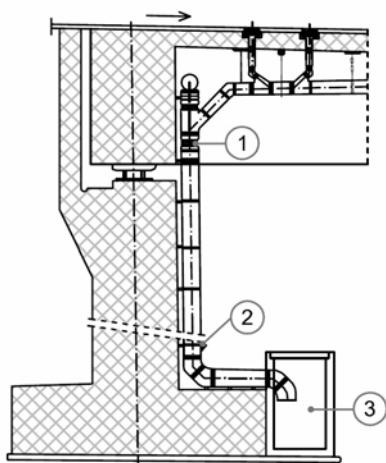
Ako su vertikalne cijevi duže od 10 m potrebno je, na gornjem dijelu, predvidjeti ispuš za zrak. U ovom slučaju može se predvidjeti otvoreni ulazni zavrtanj koji služi za vezu uzdužne i vertikalne cijevi.

U vertikalne cijevi smiju se ugrađivati samo elementi sa lukom od $\leq 60^\circ$ sa čime se sprječava začepljenje cijevi.



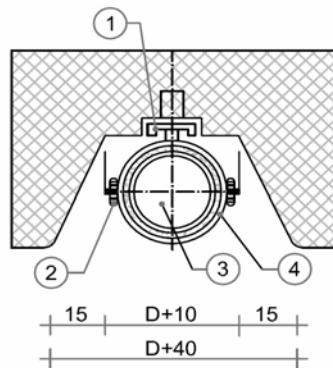
- | | |
|--------------------------------------|---|
| 1 - cijev kao oplata | 4 - spoj fiksnih cijevi na konstrukciju |
| 2 - spoj fleksibilne na fiksnu cijev | 5 - fleksibilna dilatirana cijev |
| 3 - dilatacija mosta | 6 - pokretno ležište |
| | 7 - pristup sa strane min. 80/120 cm |

Slika 5.5: Vođenje sabirne cijevi kroz nasip iza upornjaka



1 – gibljiva elastična cijev
2 – vrata za čišćenje
3 – šah za reviziju

Slika 5.6: Vođenje sabirne vertikalne cijevi ispred krajnjeg upornjaka



1 – profil za sidranje
2 – zavrtanj M16 sa dvije matice
3 – cijev $\varnothing 200$ mm
4 – obujmica $\varnothing 60 \times 6$ mm sa elastomjernom folijom

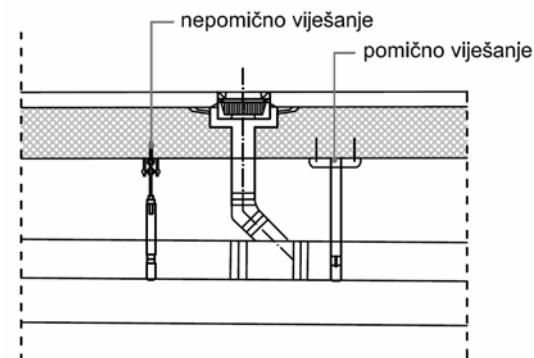
Slika 5.7: Vođenje sabirne vertikalne cijevi u utoru konstrukcije stuba

5.3 Uslovi ugrađivanja i pričvršćivanja cijevi na konstrukciju objekta

Pričvršćivanje cijevi izvodi se sa elementima za vješanje i podupiranje. Elementi za pričvršćivanje moraju omogućavati zadovoljavajuće podupiranje, skupljanje i rastezanje cijevi.

Elementi za podupiranje i vješanje odvodnih cijevi na konstrukciju objekta moraju biti dovoljno krute kako bi obezbijedili cijevi od opterećenja koja mogu nastati od eventualnih njihanja konstrukcije.

Elementi podupiranja i vješanja moraju omogućavati regulaciju po visini. Vješanja se mogu izvesti kao pomična ili nepomična (slike 5.8, 5.9 i 5.10). Nepomično pričvršćivanje cijevi izvodi se kod spojeva poprečnih odvodnih cijevi sa sabirnom uzdužnom cijevi.



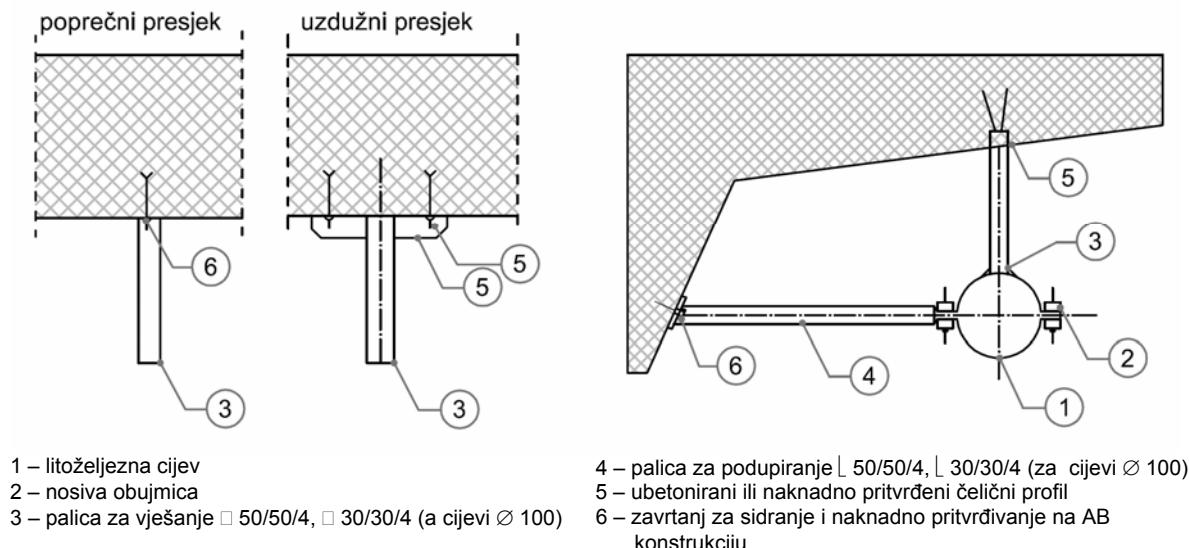
Slika 5.8: Način vješanja odvodnih cijevi

Sidranje elemenata za vješanje i podupiranje izvodi se pomoću posebnih profila i zavrtnjeva sa T glavom. Kod naknadnog bušenja i ugrađivanja čeličnih uložaka treba paziti na prednapregnute kablove i armaturu

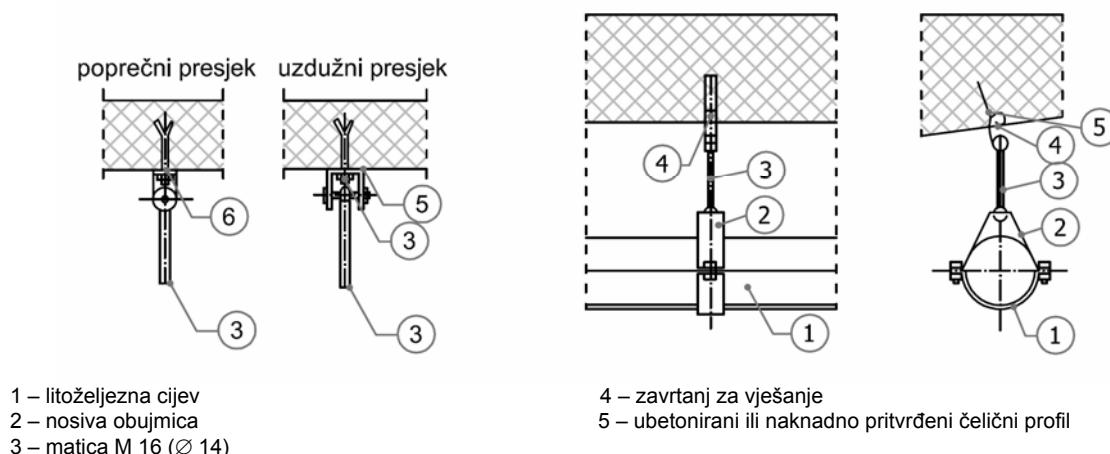
Svi elementi za vješanje i podupiranje odnosno pričvršćivanje cijevi moraju se zaštititi na uticaj korozije ili se izrađuju iz nerđajućeg čelika.

Razmak između podupora odnosno vješanja zavisi od vrste cijevi i dozvoljenih provjesa.

Razlika između dužine objekta i dužine cijevi određuje se na osnovu koeficijenta rastezanja materijala i temperaturne razlike: 40° ako su cijevi u unutrašnjosti konstrukcije i 60° ako su cijevi izvan presjeka konstrukcije.



Slika 5.9: Nepomično vješanje cijevi



Slika 5.10: Pomično vješanje cijevi

5.4 Elementi za odvod procjedne vode i oslobođanje parnih pritisaka

Cijevi treba rasporediti po čitavoj izoliranoj površini tako da su u najnižoj tački kolovoza, npr. uzduž hodnika (25 cm od ivičnjaka) na razmaku 3,0 do 10,0 m što zavisi od uzdužnog nagiba kolovoza (slika 5.11). Na jednu cijev pripada 15-25 m² površine objekta.

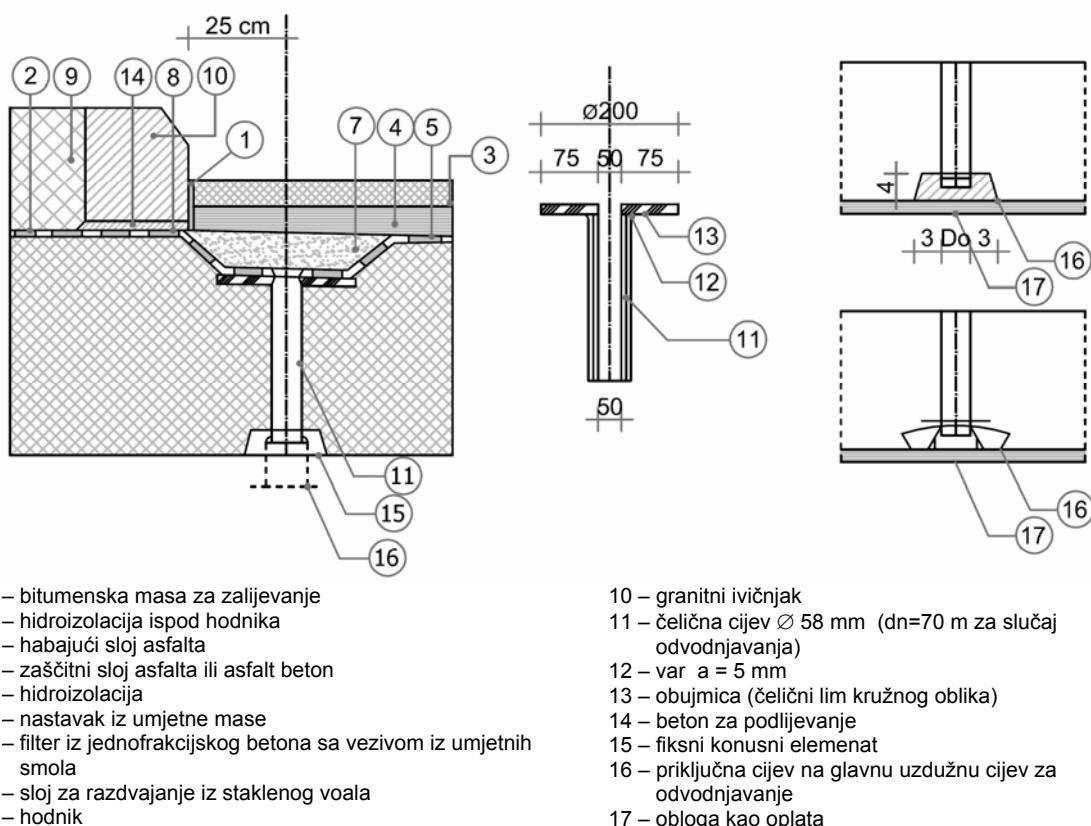
Kod objekata koji se ukrštaju sa drugim cestama treba procjednu vodu odvesti u sabirnu kanalizacionu cijev i istu priključiti na sabirnu cijev za odvod površinske vode.

Kod cesta nižeg ranga može se izvesti slobodno oticanje procjedne vode u koliko to ne stvara smetnje ispod objekta. Način izvođenja prikazan je na slici 5.12.

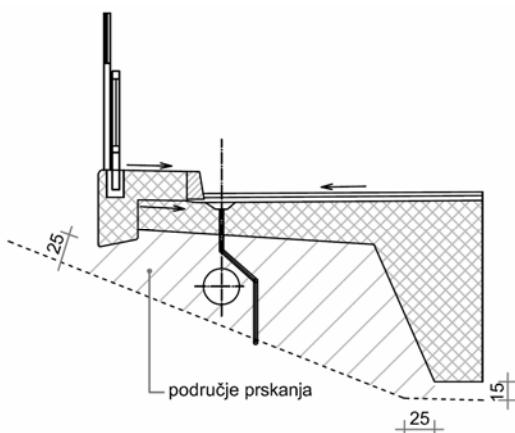
Neposredno ispred niže dilatacije, gledajući na uzdužni nagib, treba ugraditi cijevi za procjednu vodu na razmaku 3,0 do 4,0 m (slika 5.13). Procjednu vodu po dužini dilatacije treba kanalizirati, ako slobodno oticanje prestavlja bilo kakvu smetnju ispod objekta.

Kod objekata bez kontrolne komore, procjedna se voda skupi po dužini dilatacije sa sabirnim kanalom koji se ugrađuje na hidroizolaciju u najnižoj tački, odvede kroz konstrukciju (poprečni nosač) do nagnjene površine ležišta krajnje podupore, a od tu van objekta (slika 5.14).

Kod objekata sa komorom u krajnjim upornjacima, procjedna voda se odvede u komoru, a iz nje izvan objekta (slika 5.15).



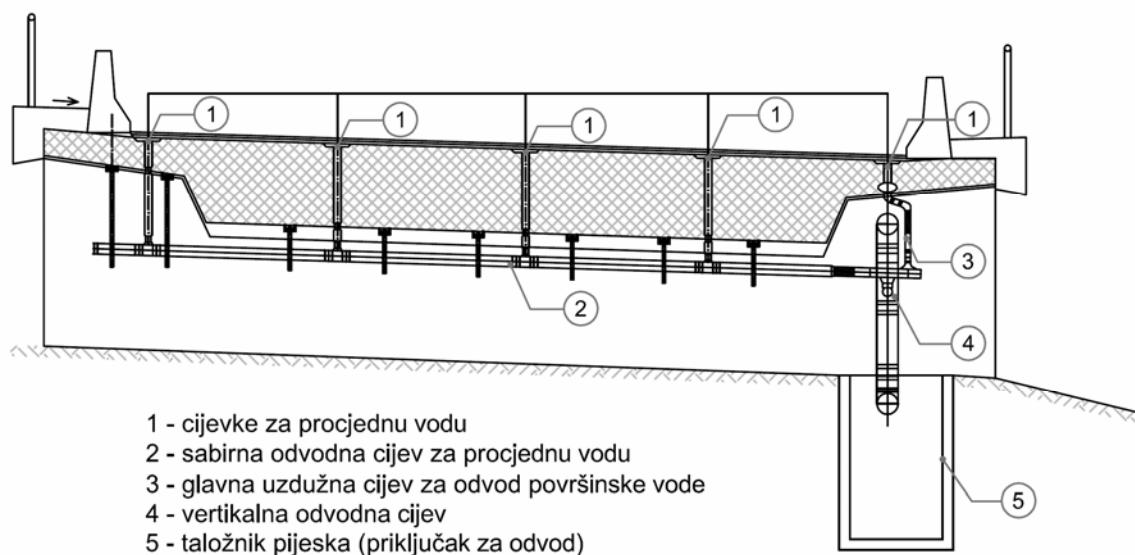
Slika 5.11: Cijev za odvod procjedne vode



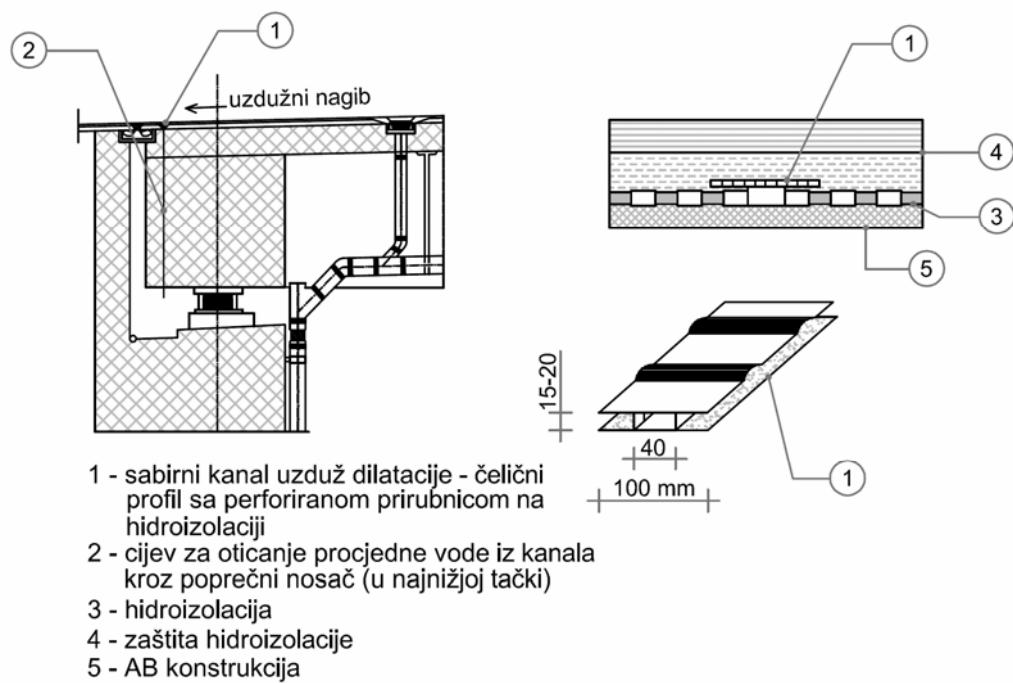
Slika 5.12: Izvođenje sa slobodnim oticajem procjedne vode

Za oslobođanje pritisaka pare ispod hidroizolacije (kod hidroizolacija od livenog asfalta) ugrađuju se dodatne cijevi u kolovoznu ploču na određenim ostojanjima. Cijevi su prekrivene sa hidroizolacijom koja u području ulaznog raširenog obruča ne smije biti zalijepljena na betonsku površinu.

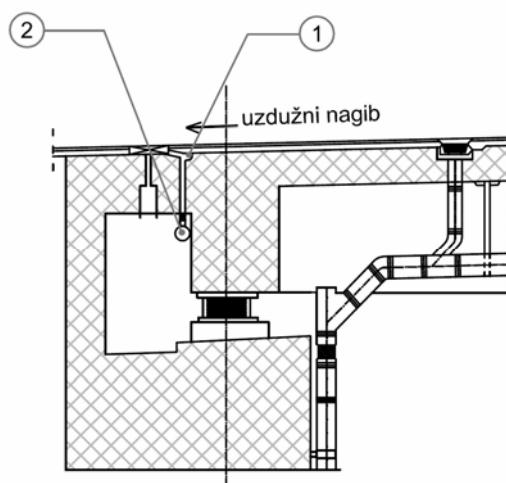
Odvodnjavanje šahtova za instalaciju u hodniku i otvora za ugrađivanje stubova ograde prikazano je na slici 5.16.



Slika 5.13: Odvod i kanaliziranje procjedne vode ispred dilatacije

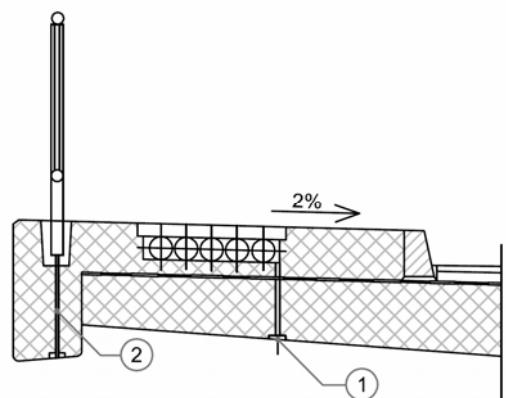


Slika 5.14: Kanaliziranje procjedne vode uz dilataciju kod objekata bez kontrolnog hodnika



1 – cijevka za procjednu vodu
2 – sabirna cijev za procjednu

Slika 5.15: Kanaliziranje procjedne vode uz dilataciju kod objekata sa kontrolnim hodnikom



1 – pocićana cijev s prirubnicom $\varnothing 50$ za odvod vode iz šahta za instalaciju
2 – PVC cijevke $\varnothing 18\text{mm}$ za odvodnu otvoru za stubove ograde

Slika 5.16: Odvod vode iz šahtova za instalaciju otvora za stubove ograde

6. HIDRAULIČKI PRORAČUN

Dimenzije pojedinih konstruktivnih elemenata odvodnjavanja određuju se na osnovu hidrauličkog proračuna koji je sastavni dio projekta odvodnjavanja objekta. U poglavljiju su navedene definicije ulaznih parametara i obrazci koji su potrebni za dimenzioniranje pojedinih elemenata odvodnjavanja.

6.1 Količine i oticanje oborinske vode

Od oborina su, za sistem odvodnjavanja i kanaliziranja, najznačajnije kišne oborine sa pljuskovima koji su različiti po količini, gustini pojavljivanju i vremenskom trajanju, a zavise od vremenskog perioda u godini, geografskog položaja i meteoroloških prilika. Uticaji drugih oborina (snijeg, magla) nisu značajni za kanalizaciju.

Količina oticanja oborinske vode na određenu površinu iznosi:

$$Q_{ot} = \varphi \cdot q'_{T(n)} \cdot F$$

- Q_{ot} = količina oticanja oborinske vode (l/sec);
 φ = koeficijent oticanja – omjer količine vode koja padne na površinu i količine vode koja oteče u kanal (za objekte se uzima $\varphi = 1,0$);
 q' = mjerodavni intenzitet oborina (oticanje padavina za $\varphi = 1,0$) (l/sec/ha);
 F = površina na koju se odnosi oticanje padavina (ha);

Mjerodavni intenzitet oborina jednak je količini padavina u jedinici vremena na jedinicu površine. Određuje se na osnovu podatka o intenzitetu oborina:

$$q' = i \cdot f = 166,6 \cdot i; (\text{l/sec/ha})$$

$$i = \frac{h}{T}$$

- i = intenzitet oborina (mm/min)
 h = visina padavina (mm)
 T_r = trajanje intenziteta oborina

Sa statističkom obradom podataka o oborinama koji su dobiveni na osnovu višegodišnjih praćenja (10 – 20 godina) putem instrumenata za registrovanje – ombrografi, određuju se oborinske krivulje – ombrogrami. Te krivulje daju vezu između mjerodavnog intenziteta q' i trajanja oborina T :

$$q' = q'_{T(n)}$$

Učestalost padavina n znači, koliko puta je neka količina vode dostignuta ili prekoračena za određeno trajanje oborina.

Radi postizanja prometne sigurnosti potrebno je obezbijediti sigurno odvodnjavanje objekta za računske intenzitete oborina u trajanju $T = 5$ min i učestalost $n = 0,2$.

Sistem odvodnjavanja i kanaliziranja objekta treba sa hidrauličkog stanovišta koncipirati tako, da je vrijeme sakupljanja vode do odvoda manje ili jednak vremenu trajanja računskog intenziteta:

$$\begin{aligned} T &< T_r \\ T &= L/v \text{ ; vrijeme skupljanja vode do} \\ &\text{otoka na dužinu } L \text{ i brzinom } v \end{aligned}$$

6.2 Određivanje potrebnog broja sливника i međusobnog razmaka

Dozvoljenu vrijednost površine objekta koja odpada na jedan sливник F_{sl} (slika 6.1) određuju sljedeći parametri:

- uzdužni nagib odvodnjavanja ruba objekta
- poprečni nagib koji je min. 2,5 %
- računski intenzitet oborina (oticanja) q'
- dozvoljena širina toka vode na rubu objekta
- kapacitet prihvatanja sливnika

Širina vodnog toka na rubu objekta (\hat{s}) u koje vozilo sa točkovima ne smije doći i kod najvećih intenziteta, može iznositi:

- 1,5 m kod objekata koji imaju zaustavnu traku širine 2,5 m
- 1,0 m kod svih ostalih objekata

Veličina površine koja odpada na jedan sливник:

$$F_{sl} = e_{sl} \cdot b;$$

$$\begin{aligned} e_{sl} &= \text{razmak između sливnika} \\ b &= \text{širina površine koja pripada jednom} \\ &\text{сливniku} \end{aligned}$$

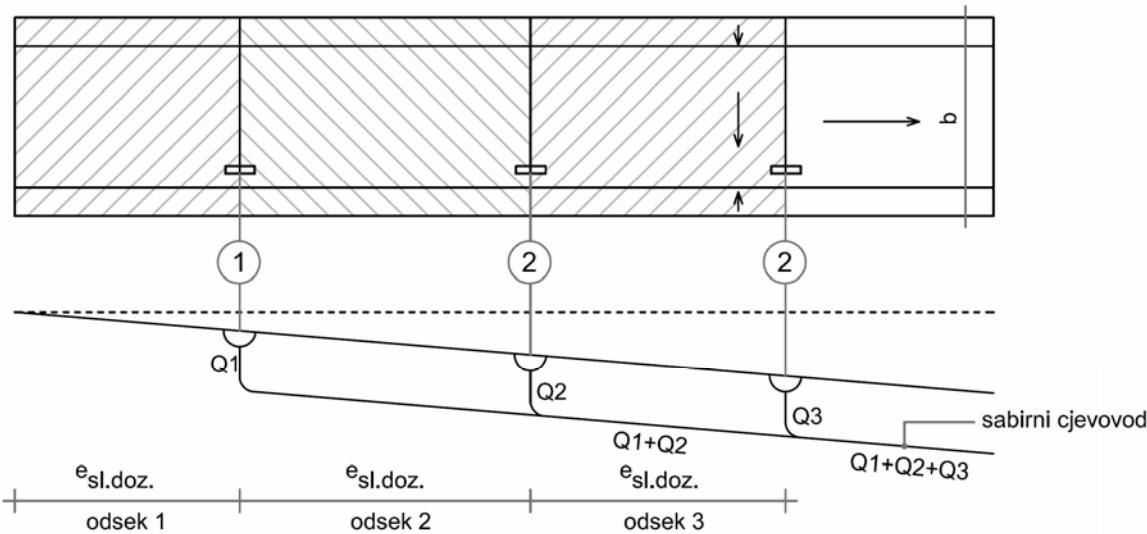
Razmak između sливnika određen je sa dozvoljenom količinom vode koja dotiče $Q_{sl,dop}$ (l/s), koja odpada na jedan sливник odnosno kapaciteta sливnika.

$$Q_{sl,dop} \geq Q_{dop} = \varphi \cdot q' \cdot F_{sl};$$

$$\varphi = \text{koefficijent oticanja}$$

Sливник mora biti konstruisan na količinu prihvatanja od 10 l/sec, ako se pravilno ugradi na kolovoz sa poprečnim nagibom 3 % i uzdužnim nagibom kolovoza 3,5 %. Kod manjih poprečnih i uzdužnih nagiba treba uzeti u obzir manju sposobnost sливnika za prihvatanje i propuštanje vode. Sa ovim se sprječava povećanje širine vodnoga toka uz rub kolovoza koji iznosi 1,0 odnosno 1,5 m.

Kod svakog sливnika određena količina vode proteće preko rešetke. Ova količina je mala ako je rešetka hidraulički dobro oblikovana, uzdužni nagibi manji od 5 % i ne prelazi količinu prihvatanja sливnika.



Slika 6.1: Računska shema pripadajućih površina za određivanje broja sливnika, međusobnog razmaka i dimenzioniranje odvodnih cijevi

Kod nagiba većih od 5 % preko rešetke proteće veća količina vode bez obzira što je količina dotoka manja od kapaciteta sливника. Ova količina protoka najviše zavisi od konstrukcije rešetke radi čega se njen hidraulički oblik dokazuje na direktnim ispitivanjima.

Vrijednosti $Q_{sl,dop}$ zavise od poprečnog i uzdužnog nagiba kolovoza i od lokacije ugrađivanja (na rubu prometne odnosno zaustavne trake). U tabeli 6.1 prikazane su vrijednosti $Q_{sl,dop}$ za različite vrijednosti zavisnih parametara.

Za zadnji sливник na objektu, gledano u smjeru oticanja, treba uzeti polovicu dotoka vode sa čime se sprječava prelaz vode sa objekta preko dilatacije.

U dobrom uslovima može maksimalni razmak između sливnika izositi do 25,0 m, najmanji 5,0 m za neugodne uslove kao što su zaokruženja kod konkavnih ili konveksnih krivina

Za ocjenu maksimalnog razmaka između sливnika u odnosu na njihovu mogućnost prihvatanja vode, mogu se gore navedene vrijednosti ograničiti na:

Tabela 6.1: Dozvoljena količina $Q_{st,dop}$ (l/s)

Uzdužni nagib % na rubu objekta u liniji sливnika	Poprečni nagib 2,5%. Sливnici su na rubu zaustavne trake širine 2,5 m	Sливnici na rubu prometne trake	Poprečni nagib 3 %. Sливnici na rubu zaustavne trake širine 2,5 m.	Sливnici na rubu prometne trake
1.0 – 1.5	10	3.5	10	5.5
1.6 – 2.5	10	5.0	10	7.5
2.6 – 3.5	10	6.5	10	9.5
3.6 – 4.5	10	7.5	10	10
4.6 – 5.0	10	8.5	10	10
5.0	Kapacitet prihvatanja sливnika sa smanjenjem koje nastaje uslijed uticaja velikog uzdužnog nagiba.			

- minimalno jedan sливnik na 400 m^2
- kod nagiba $\geq 1\%$ maksimalni razmak 25,0 m, a 10,0 m ako je poprečni nagib 2,5%, poduzni 0,5 %.

6.3 Dimenzioniranje odvodnih cijevi

Dimenzioniranje sabirnog uzdužnog cjevovoda izvodi se po odsjecima od sливnika do sливnika. Računa se sa punim profilom cijevi. Za dimenzioniranje cijevi upotrebljavaju se slijedeće jednačine:

- količina proticanja odnosno propusnost cijevi:

$$Q_c = v \cdot S$$

$$\begin{aligned} Q &= \text{protočna količina } (\text{m}^3/\text{sec}) \\ s &= \text{protočni presjek } (\text{m}^2) \\ v &= \text{brzina vode u cijevi } (\text{m/s}) \end{aligned}$$

koja se računa po De Chezy-ovom obrazcu sa koeficientom trenja po Manning-Stricklerovom obrascu:

$$v = (1/n_G) \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

$$\begin{aligned} R &= D/4, \text{ hidraulički radius za kružni presjek} \\ I &= \text{nagib cijevi, tangens ugla} \\ n_G &= \text{Manningov koeficijent hraptavosti, koji} \\ &\text{zavisi od vrste cijevi, a iznosi:} \\ &0,011 \text{ za nove čelične cijevi} \\ &0,013 \text{ za upotrebljavane čelične cijevi} \\ 1/n_G &= k; \text{ po tabelama i proizvođačima iznosi 75-} \\ &90 \text{ sa uzimanjem u obzir gubitaka u} \\ &\text{lukovima i spojevima} \end{aligned}$$

Količina vode koja odpada na odvodnu cijev:

$$Q = \frac{q' \cdot F_{odv}}{10.000}$$

$$\begin{aligned} q' &= \text{mjerodavni intenzitet oborina} \\ F_{odv} &= \text{pripadajuća površina odvodnjavanja koja} \\ &\text{odпадa na cijev} \end{aligned}$$

Za praktičan proračun mogu se upotrijebiti podaci iz tabele ili diagrami iz literature. Tabele i diagrami su izrađeni za različite materijale i koeficiente hraptavosti. Kod dimenzioniranja cijevi upotrebljavaju se podaci iz atesta cijevi. U tabeli 6.2 date su vrijednosti za pune okrugle presjeke cijevi za dijametre $\varnothing 150$, $\varnothing 200$, $\varnothing 250$ i $\varnothing 300$ koji se obično upotrebljavaju u sistemu odvodnjavanja i kanaliziranja objekata.

Tabela 6.2: Vrijednosti za v i Q za okrugle cijevi po De Chezy-ovom obrazcu za brzinu v, koeficientom trenja C po Strickle-.Manning-u i koeficientom hrapavosti m = 0.013

Nagib I	Ø150		Ø200		Ø250		Ø300	
	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q
10	2,72	48,1	3,30	103,7	3,83	188,0	4,32	305,7
9	2,58	45,7	3,13	98,3	3,63	178,3	4,10	290,0
8	2,44	43,0	2,95	92,7	3,42	168,1	3,87	273,4
7	2,28	40,3	2,76	86,7	3,20	157,3	3,62	255,7
6	2,11	37,3	2,56	80,3	2,97	145,6	3,35	136,8
5	1,93	34,0	2,33	73,3	2,71	132,9	3,06	216,1
4	1,72	30,4	2,09	65,6	2,42	118,9	2,73	193,3
3	1,49	26,4	1,81	56,8	2,10	103,0	2,37	167,4
2	1,22	21,5	1,48	46,4	1,71	84,1	1,93	136,7
1	0,86	15,2	1,04	32,8	1,21	59,4	1,37	96,7
0,9	0,82	14,4	0,99	31,1	1,15	56,4	1,30	91,7
0,8	0,77	13,6	0,93	29,3	1,08	53,2	1,22	86,5
0,7	0,72	12,7	0,87	27,4	1,01	49,7	1,14	80,9
0,6	0,67	11,8	0,81	25,4	0,94	46,0	1,06	74,9
0,5	0,61	10,8	0,74	23,2	0,86	42,0	0,97	68,4

Ø = promjer cijevi,
Q = količina oticanja l/s

v = brzina (m/s)
I = nagib cijevi (%)

6.4 Praktičan primjer

Ulagani podaci:

- računsko trajanje intenziteta oborina tr=5 min
- učestalost intenziteta oborina n = 0,2
- računski intenzitet oborina q'=528,6 l/s/ha
- objekat bez zaustavne trake
- širina objekta b = 15,0 m
- dužina odvodnjavane površine l = 52,0 m
- poprečni nagib 3,0 %
- uzdužni nagib 1,0 %

Ako se uzme u obzir, da je sливник ugrađen uz rub prometne trake, te uz zadani poprečni i uzdužni nagib, iz tabele 6.1 dobivamo količinu vode koja otiče kroz jedan sливник:

$$Q_{sl,dop} = 5,5 \text{ l/s}$$

Razmak između sливnika:

$$e_{sl,dop} (m) = \frac{10.000 \times Q_{sl,dop}}{q' \cdot b}$$

$$e_{sl,dop} (m) = \frac{10.000 \times 5,5}{528,6 \cdot 15,0} = 6,94 \text{ m}$$

usvaja se razmak $e_{sl} = 6,50 \text{ m}$

Određivanje promjera odvodnih cijevi:

Proračun protoka LTŽ cijevi Ø 150

Promjer cijevi: Ø = 150 mm

Površina presjeka: S = 0,018 m²

Brzina protoka: v = 1,22 m/sec, očitano u tabeli 6.2

Protok cijevi:

Qc = 21,5 l/s, očitano u tabeli 6.2

Proračun protoka LTŽ cijevi Ø 200

Promjer cijevi: Ø = 200 mm

Površina presjeka: S = 0,0314 m²

Brzina protoka: v = 1,48 m/sec, očitano u tabeli 6.2

Protok cijevi:

Qc = 46,4 l/s, očitano u tabeli 6.2

Tabelarični izračun pripadajućih količina vode Q po odsjecima od sливnika do sливnika prikazan je u tabeli 6.3.

Maksimalna pripadajuća količina dotoka vode Qd za čitavu površinu za dati primjer:

$$Q_d = \frac{q' \cdot l \cdot b}{10.000} = 0,0528 \cdot 52 \cdot 15,0 = 41,21 \text{ l/sec}$$

Izračunata količina je manja od protoka sposobnosti cijevi na zadnjem odsjeku Qc.

Tabela 6.3: Primjer tabelaričnog proračuna

ODSJEK od-do	Lods (m)	b (m)	Fods (m ²)	Qodt; (l/s)		Dcjevi (mm)	I (%)	v (m/s)	Qcjevi (l/s)	Todt; (s)	
				slivnik	ukupno					odsjek	ukupno
1-2	6,5	15,0	97,5	5,2	5,2	150	2	1,22	21,5	5	5
2-3	6,5	15,0	97,5	5,2	10,3	150	2	1,22	21,5	5	11
3-4	6,5	15,0	97,5	5,2	15,5	150	2	1,22	21,5	5	16
4-5	6,5	15,0	97,5	5,2	20,6	150	2	1,22	21,5	5	21
5-6	6,5	15,0	97,5	5,2	25,8	200	2	1,48	46,4	4	26
6-7	6,5	15,0	97,5	5,2	30,9	200	2	1,48	46,4	4	30
7-8	6,5	15,0	97,5	5,2	36,1	200	2	1,48	46,4	4	34
8-9	6,5	15,0	97,5	5,2	41,2	200	2	1,48	46,4	4	39

7. ODRŽAVANJE SISTEMA ODVODNJAVANJA I KANALIZIRANJA OBJEKATA

7.1 Dostupnost odvodnog sistema

Svi dijelovi odvodnog sistema, koje treba održavati ili zamjenjivati, moraju biti dostupni.

Uzdužni odvodni cjevovodi koji su ugrađeni između nosača rasponske konstrukcije moraju biti dostupni sa posebnim napravama za održavanje (dizalice) ili sa izradom posebnih hodnika.

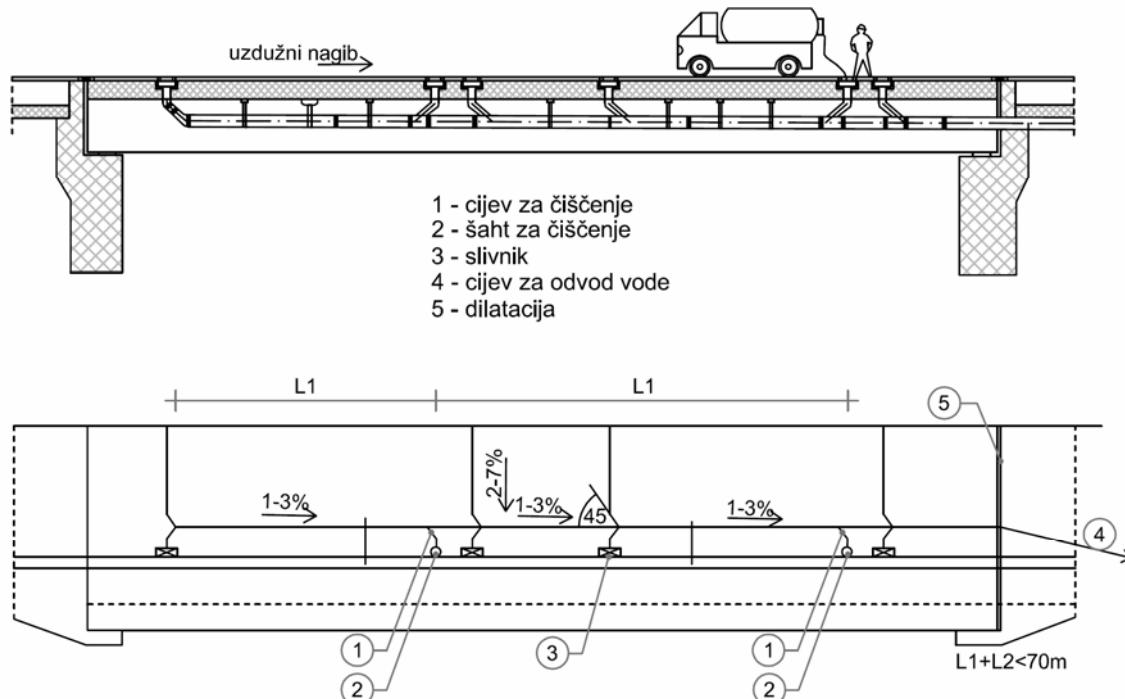
Ako je uzdužni sistem namješten unutar sandučastog presjeka rasponske konstrukcije

tada se mora ostaviti otvor u poprečnom nosaču širine 0,8 m, visine 1,2 m. Za potrebe zamjene cijevi treba ostaviti otvor u donjoj ploči sanduka odgovarajućih dimenzija sa vratima.

Ako se uzdužne cijevi iznad stubova spajaju sa vertikalnim odvodnim cijevima, tada prelazni elementi priključaka moraju biti dostupni radi kontrole, čišćenja ili zamjene.

Niše (utori) za namještanje vertikalnih cijevi treba da ostanu nepokriveni radi lakše kontrole i održavanja.

Na donjem kraju vertikalne odvodne cijevi treba namjestiti šaht za reviziju koji omogućava dostup i čišćenje vertikalnih cijevi.



Slika 7.1: Čišćenje uzdužnih cijevi

7.2 Čišćenje i održavanje odvodnog sistema

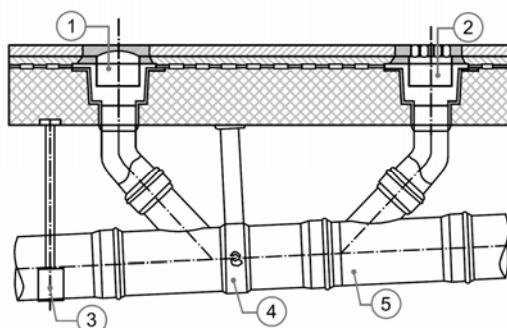
Ovodni sistem treba oblikovati na način koji omogućava racionalno održavanje i čišćenje.

Čišćenje odvodnog sistema vrši se periodično, a povremeno kada nastupi začepljenje. Periodično ispiranje sistema vrši se pomoću vode pod pritiskom, a ako je u pitanju začepljenje, onda pomoću vode pod pritiskom i strojeva za mehaničko čišćenje. U prvom slučaju treba predvidjeti posebne šahtove za čišćenje, a u drugom visoko kvalitetnu cijev (slika 7.1).

Kod čišćenja cijevi sa vodom pod visokim pritiskom treba mlaznicu uvesti u sistem u smjeru suprotnom smjeru toka. Za ovakve slučajeve ugrađuju se posebni šahtovi sa cijevima za čišćenje. Razmak među njima je cca 70 m. Ugrađuju se na kolovoznu ploču, a od sливника se razlikuju samo što imaju poklopac umjesto rešetke.

Kod svakog ulaza poprečne otočne cijevi u sabirnu uzdužnu cijev treba predvidjeti otvor za čišćenje sa odgovarajućim poklopcom koji omogućava pristup naprava za čišćenje (cijev sa mlaznicom) u uzdužnu i poprečnu cijev. (slika 7.2).

Po mogućnosti treba predvidjeti otvore za čišćenje sa poklopциma i na svim promjenama smjera sabirne uzdužne ili vertikalne cijevi.



1 – šah za čišćenje
2 – sливник
3 – pomicno pričvršćivanje
4 – nepomicno pričvršćivanje
5 – uzdužna sabirna cijev

Slika 7.2: Šah i cijev za čišćenje

8. PROJEKAT SISTEMA ODVODNJAVANJA I KANALIZIRANJA OBJEKATA

Projekat sistema odvodnjavanja i kanaliziranja objekta sastavni je dio projekta mosta.

Kod koncepta i izrade projekta sistema odvodnjavanja mosta potrebna je stalna koordinacija sa projektantom ceste i primjena vodoprivrednih smjernica.

U fazi izrade idejnog projekta potrebno je definisati shemo sistema odvodnjavanja.

U fazi izrade projekta za dobivanje građevinske dozvole i projekta za izvođenje treba sistem odvodnjavanja i kanaliziranja obraditi kao samostalni projekat.

Sadržaj projekta (PGD, PZI):

- ishodišta (vodoprivredni zahtjevi i podaci) - potvrđena od strane ovlaštenih ustanova, smjernice za zaštitu okoline, hidrome-teorološki podaci
- tehnički izvještaj (opis sistema, ugrađivanje i održavanje)
- hidraulički proračun, statički proračun
- nacrti, detalji
- predmjer radova sa dokaznicom količina

U nacrtima za izvođenje mora se ucrtati dispozicija mreže cijevi u odgovarajućem mjerilu uključujući sve ostale pripadajuće dijelove sistema za odvodnjavanje. Treba prikazati sve detalje potrebne za izvođenje npr. nagibe cijevi, konstrukciju za pričvršćivanje, otvore za čišćenje, vješanja, opis materijala za pojedine elemente, fazonske komade itd.

U tehničkom izvještaju treba opisati tehnološki postupak izrade sistema za odvodnjavanje, navesti zahtijevane kvalitete materijala i izvođenja, navesti sve potrebne ateste i uslove priključivanja na odvodnik (kanalizaciju, rijeku itd).

Predmjer radova sa dokaznicama količina mora omogućavati pravovremeno naručivanje materijala i obračun radova. Statički račun je potreban za dimenzioniranje konstrukcije za pričvršćivanje i konstrukcije za nošenje cijevi, šahtova itd.

Hidraulički proračun sadrži potrebne podatke o izboru intenziteta oborina, učestalost trajanja računskog pljuska, koeficijent i vrijeme oticanja. Hidrauličkim proračunom se dokazuje raspored sливnika i kapacitet odvodnog sistema.