



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA INFRASTRUKTURO

TEHNIČNA SPECIFIKACIJA TSG-211-XXX: 2026
TSG-212-XXX: 2026

Ministrica za infrastrukturo na podlagi 13. člena Zakona o cestah (Uradni list RS, št. 132/2022 in 140/22 – ZSDH-1A, 29/23 in 78/23 - ZUNPEOVE) in šestega odstavka 50. člena Zakona o varnosti v železniškem prometu (Uradni list RS, št. 30/18, 54/21 in 16/26) izdaja tehnično specifikacijo

PREMOSTITVENI OBJEKTI
ODVODNJAVANJE PREMOSTITVENIH
OBJEKTOV

TSPI – PGV.07.460: 2026

Minister/Ministrca za infrastrukturo

Številka:

Ljubljana,

ODVODNJAVANJE PREMOSITVENIH OBJEKTOV

Vsebina

1	Predmet tehnične specifikacije	4
2	Pomen izrazov	4
3	Splošne smernice.....	4
3.1	Obseg	4
3.2	Odvod površinske vode.....	5
3.2.1	Objekti na cestah.....	5
3.2.2	Objekti na železnicah.....	5
3.2.2.1	Odprti sistem odvodnjavanja	5
3.2.2.2	Zaprti sistem odvodnjavanja.....	6
3.3	Odvod pronicajoče vode	6
3.3.1	Objekti na cestah.....	6
3.3.2	Objekti na železnicah.....	6
3.4	Odvodnjavanje in zračenje votlin.....	7
3.5	Odvodnjavanje zalednega nasipa za krajnim opornikom.....	8
3.5.1	Objekti na cestah.....	8
3.5.2	Objekti na železnicah.....	9
3.6	Odvodnjavanje ležiščnih polic in tal kontrolnih hodnikov	10
3.7	Priključitev odvodnega sistema premostitvenega objekta na odvodnik (meteorno kanalizacijo)	10
3.8	Odvodnjavanje manjših premostitvenih objektov.....	10
4	Konstruksijske posebnosti posameznih elementov sistema odvodnjavanja in kanaliziranja	10
4.1	Objekti na cestah	10
4.1.1	Izlivniki.....	10
4.1.2	Linijaska odvodnja	15
4.1.3	Cevi za odvodnjo in kanaliziranje vode	15
4.1.4	Pogoji vgrajevanja in pritrjevanja cevi za odvod in kanaliziranje vode na konstrukcijo objekta	20
4.1.5	Elementi za odvod pronicajoče vode in odzračevanje.....	22
4.2	Objekti na železnicah	27
4.2.1	Izlivniki.....	27
4.2.2	Odvodnjavanje hodnikov in kinet	27
4.2.2.1	Odvodnjavanje hodnikov in kinet na betonskih mostovih.....	27
4.2.2.2	Odvodnjavanje hodnikov in kinet na jeklenih mostovih.....	29
4.2.3	Posebnosti pri uporabi podgrednih blazin pod tirno gredo	29
4.2.4	Odvodnjavanje pri tiru na togi podlagi.....	30
4.2.5	Posebnosti pri prekladnih konstrukcijah izvedenih po tehnologiji potiskanja s strani	32
4.2.6	Zaščita sistema odvodnje pred blodečimi tokovi	33
5	Materiali.....	33
5.1	Splošno.....	33
5.2	Materialne karakteristike tipičnih materialov odvodnje.....	34

ODVODNJAVANJE PREMOSITVENIH OBJEKTOV

5.2.1	Plastike.....	34
5.2.2	Armirani poliester GRP.....	34
5.2.3	Litoželezne cevi LTŽ.....	34
5.2.4	Pritrdilni material.....	35
6	Hidravlični izračun.....	35
6.1	Splošno.....	35
6.2	Količina in odtok vode.....	35
6.3	Določitev potrebnega števila izlivnikov in potrebnega razmika med njimi.....	36
6.3.1	Objekti na cestah.....	36
6.3.2	Objekti na železnicah.....	38
6.4	Dimenzioniranje odvodnih cevi.....	38
6.5	Praktični primer izračuna.....	40
7	Vzdrževanje sistema odvodnje.....	41
7.1	Splošno.....	41
7.2	Dostopnost odvodnega sistema.....	42
7.3	Čiščenje in vzdrževanje odvodnega sistema.....	42
8	Projekt sistema odvodnjavanja in kanaliziranja premostitvenega objekta.....	42
9	Literatura.....	42

ODVODNJAVANJE PREMOSITVENIH OBJEKTOV**1 Predmet tehnične specifikacije**

Predmet tehnične specifikacije je odvodnjavanje premostitvenih objektov na cestah in železnicah, vključno z odvodnjo zalednih nasipov, ter odvodnjo premostitvenih objektov za pešce in/ali kolesarje.

Vsebine te TSPI ni mogoče tolmačiti in izvajati na takšen način, ki bi preprečeval ali pogojeval ustrezno uporabo gradbenih proizvodov, danih v promet v skladu z zahtevami Zakona o gradbenih proizvodih.

2 Pomen izrazov

Odvodnjavanje / Drainage / Entwässerung je odvod vode, površinske ali pronicajoče, iz površine objekta ali iz zalednih površin.

Kanaliziranje / Channelling / Kanalisierung je zbiranje in odvod vode iz objekta ali utrjenih površin z odvodnimi cevmi.

Površinska voda / Surface water / Oberflächenwasser je meteorna voda, ki pade na zgornjo površino premostitvenega objekta.

Pronicajoča voda / Seeping water / Sickerwasser je del površinske vode, ki se preceja skozi posamezne dele cestišča (asfaltne plasti, hodnike, robne vence) do hidroizoliranih površin

Odvodnik ali recipient / Drain canal / Abflusskanal je mesto, kamor odvedemo vodo iz premostitvenega objekta (cestna kanalizacija, reka, jezero, itd.)

Izlivnik / Gutter / Brückenablauf je element odvodnega sistema, v katerega se steka površinska voda

Odvodna cev / Drainage pipe / Ablaufrohr je element, s katerimi vodo iz objekta odvedemo in kanaliziramo

Pritrjevala za odvodne cevi / Pipe supports / Rohraufhängung so obese in podpore, s katerimi se odvodne cevi pritrdijo na konstrukcijo

Cevka za odvod pronicajoče vode / Drainage spout / Tropftülle je cevka s posebej oblikovanim ustnikom, ki se vgradi v prekladno konstrukcijo pod zaščito hidroizolacije

Čistilni jašek / Cleaning shaft / Reinigungsschacht je odprtina v odvodni cevi, kamor namestimo čistilno šobo pri postopku čiščenja.

3 Splošne smernice**3.1 Obseg**

Sistem odvodnjavanja in kanaliziranja premostitvenih objektov se nanaša na:

- Odvodnjavanje zgornjih površin objekta.
- Odvodnjavanje pronicajoče vode iz izolacijskih površin in sproščanje parnih pritiskov.
- Odvodnjavanje in zračenje votlin.
- Odvodnjavanje ležiščnih blazin.
- Odvodnjavanje zalednih nasipov.
- Priključevanje sistema odvodnje objekta na sistem meteorne odvodnje trase ceste ali železnice.

ODVODNJAVANJE PREMOSITVENIH OBJEKTOV

Zasnova prečnega in vzdolžnega prereza objekta temelji na principih pravilnega odvodnjavanja objekta.

Vsi elementi odvodnje morajo biti zasnovani tako, da jih je možno enostavno pregledovati in zamenjevati.

Elementi mostne odvodnje morajo biti zasnovani tako, da ne posegajo v najbolj obremenjene dele glavne elemente nosilne konstrukcije in v območja kablov za prednapetje.

Premostitveni objekti morajo imeti lasten sistem meteorne odvodnje, ki se lahko navezuje na sistem meteorne odvodnje trase ceste ali železnice, ali direktno na recipient.

Dimenzije in število konstrukcijskih elementov odvodnega sistema morajo biti določeni na podlagi hidravličnega izračuna.

3.2 Odvod površinske vode

Odvod površinske vode iz cestnih in železniških objektov zajema odvodnjo meteorne vode iz zgornje površine objekta in jo kontrolirano ali prosto izpustiti v podmostje ali recipient (navezava na sistem cestne/železniške odvodnje, ponikovalnice, vodotoke, itd)

3.2.1 Objekti na cestah

Pri zasnovi odvodnjavanja cestnih premostitvenih objektov je v prvi fazi potrebna analiza o potrebi za čiščenjem meteorne vode, v skladu z Uredbo o emisiji snovi pri odvajanju padavinske vode z javnih cest ali posebnimi pogoji mnenjedajalcev..

Pri objektih na cestah se v osnovi sledi naslednjim smernicam:

- Minimalno en izlivnik na 400 m² prispevne površine.
- Pri prečnem nagibu 2,5% in vzdolžnem naklonu nivelete ≥ 1 % je maksimalni razmik izlivnikov 25 m, pri vzdolžnem naklonu 0,5 % znaša maksimalni razmik 10 m. Vmesne vrednosti se lahko linearno interpolirajo. Naklonov pod 0,5% se je praviloma potrebno izogibati. V kolikor to ni možno, je na teh območjih potrebno predvideti reduciran razmak izlivnikov, žlebičenje asfalta ,linijsko odvodnjo pod robnikom, ali druge načine odvodnje.
- Hidravlični izračun odvodnje je praviloma potreben pri večjih mostovih (več kot 1.500 m² površine).

Manjši objekti se praviloma odvodnjavajo s prečnim in vzdolžnim naklonom voziščne površine in je odvodnjavanje urejeno v sklopu odvodnje ceste.

Vijačenje na premostitvenih objektih ni zaželeno. V kolikor se temu ne da izogniti je potrebno posebno pozornost posvetiti vijačenju vozišča in efektu povratne vode, ter predvideti ustrezne ukrepe za preprečitev akvaplaninga z izvedbo žlebičenja obrabnega sloja asfalta, ali drugimi ustreznimi ukrepi.

3.2.2 Objekti na železnicah

3.2.2.1 Odprti sistem odvodnjavanja

Odprt sistem odvodnjavanja prekladne konstrukcije brez izlivnikov, torej odvodnjavanje preko zaledja opornikov, je dovoljen do dolžine prekladne konstrukcije približno 30 m, kar velja tudi za objekte brez vzdolžnega sklona (horizontalne).

ODVODNJAVANJE PREMOSITIVNIH OBJEKTOV

V teh primerih je potrebno prekladne konstrukcije razpetin ≥ 15 m nadvišati za vrednost deformacij kvazistalnih obtežb, pri čemer se za vpliv železniškega prometa vzame kvazistalni kombinacijski faktor $\Psi_2 = 0,20$.

Za objekte, kje so preklade izvedene brez vzdolžnega sklona se, zaradi preprečevanja zastajanja vode, zgoraj zapisano nadvišanje preklade izvede tudi za razpetine manjše od 15 m.

Za objekte z vbetoniranimi jeklenimi valjanimi nosilci (nemško WiB – Walztraeger in Beton, angleško Filler Beam Deck) je priporočljivo takšno nadvišanje preklade izvesti ne glede na razpetino in/ali vzdolžni sklon.

3.2.2.2 Zaprti sistem odvodnjavanja

Za objekte, ki ne izpolnjujejo zgornjih zahtev je potrebno zasnovati zaprt sistem odvodnjavanja.

Prečni naklon prekladne konstrukcije znaša minimalno 1,5%.

Os odvajanja – lega najnižje točke v prečnem prerezu prekladne konstrukcije:

- Enotirni objekti: ob tirni gredi, izven pragov, odmaknjen od osi tira min. 1,90 m.
- Dvotirni objekti: med obema tiroma. Izjemoma dve osi odvodnjavanja na zunanjem robu obeh osi tira. Minimalni odmik od osi tira znaša 1,90 m.

Pri določitvi lege izlivnikov je potrebno upoštevati deformacijo prekladne konstrukcije (reološki vplivi pri AB in PAB konstrukcijah, odstopanja v nadvišanju in dejanski deformaciji konstrukcije). Zato je priporočljivo predvideti izlivnike tako v bližini podpor kot v sredini razponov. Maksimalni razmik med izlivniki znaša 30 m.

Najmanjši prerez vzdolžne odvodne cevi znaša 200 mm. Minimalni vzdolžni naklon znaša 0,9 %.

3.3 Odvod pronicajoče vode**3.3.1 Objekti na cestah**

Del površinske vode, ki pronica skozi sloje asfalta in stikov med robniki in asfaltom, do hidroizolacije in del parnih pritiskov vode, ki nastane med hidroizolacijo in asfaltom, je potrebno kontrolirano odvesti iz hidroizolacije skozi prekladno konstrukcijo.

Pronicajočo vodo se odvede z:

- Izvedbo drenažnih kanalov ob robnikih v zaščitni plasti asfalta hidroizolacije na nižji in višji strani prečnega prereza.
- Izvedbo cevk za odvodnjo pronicajoče vode.

Cevke za pronicajočo vodo (CPV) se, v primeru potrebe po čiščenju meteorne vode, priključi na sistem vzdolžne meteorne odvodnje objekta.

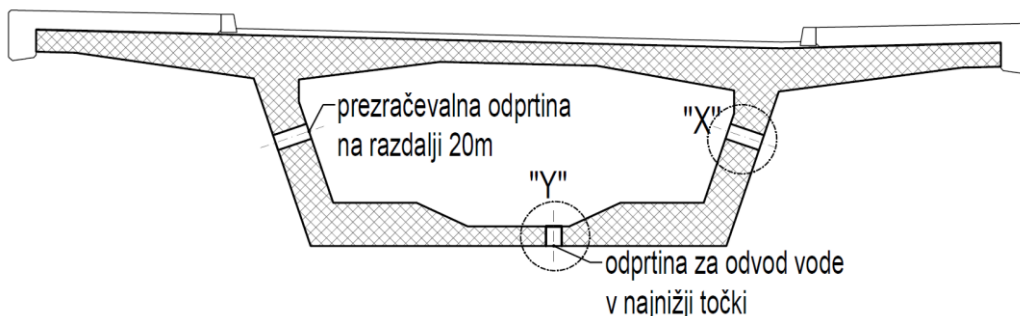
3.3.2 Objekti na železnicah

Na objektih na železnicah dodatnih odvodov pronicajoče vode ni potrebno snovati.

ODVODNJAVANJE PREMOSITVENIH OBJEKTOV

3.4 Odvodnjavanje in zračenje votlin

Za preprečitev nastanka kondenzne vode je potrebno vse votle dele konstrukcije ustrezno in stalno zračiti. V ta namen se v škatlah izvedejo prezračevalne odprtine na razmiku do 20 m.

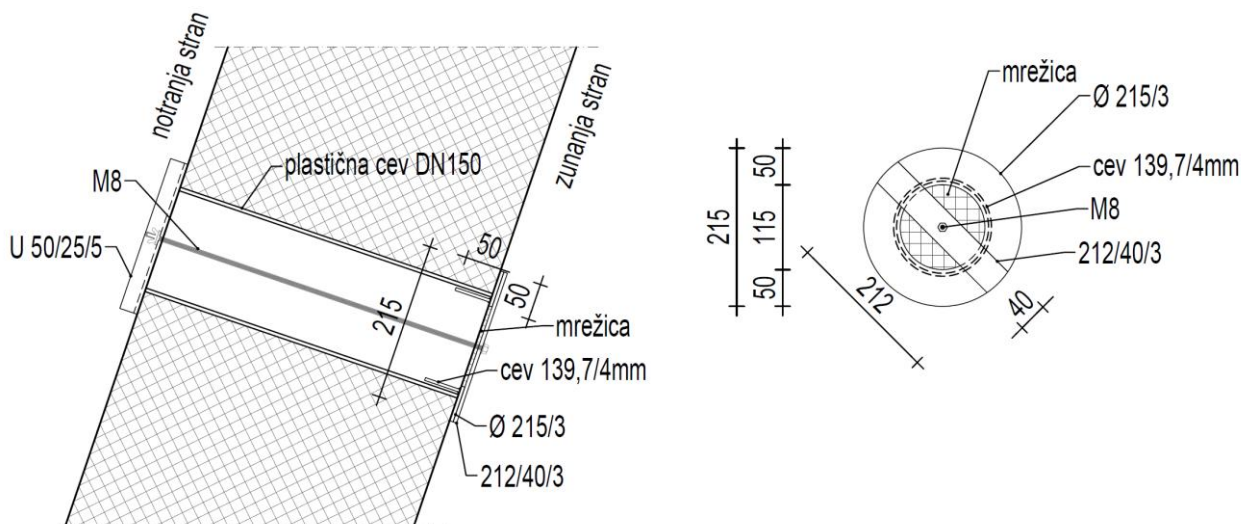


Slika 3.1: Položaj odprtin za prezračevanje v prečnem prerezu

Prezračevalne odprtine je potrebno pri škatlastih prerezih izvesti tako v stojinah prereza (v vseh stojinah), kot tudi v spodnji plošči (slika 3.1). Odprtine v spodnji plošči je potrebno izvesti obvezno tudi v najnižji točki prereza (npr. pred prečniki ali odebelitvami spodnje plošče, ipd). Pri horizontalnih površinah spodnje plošče je priporočljivo izvesti po eno odprtino v spodnji plošči na vsaki strani prereza (zaradi toleranc izvedbe).

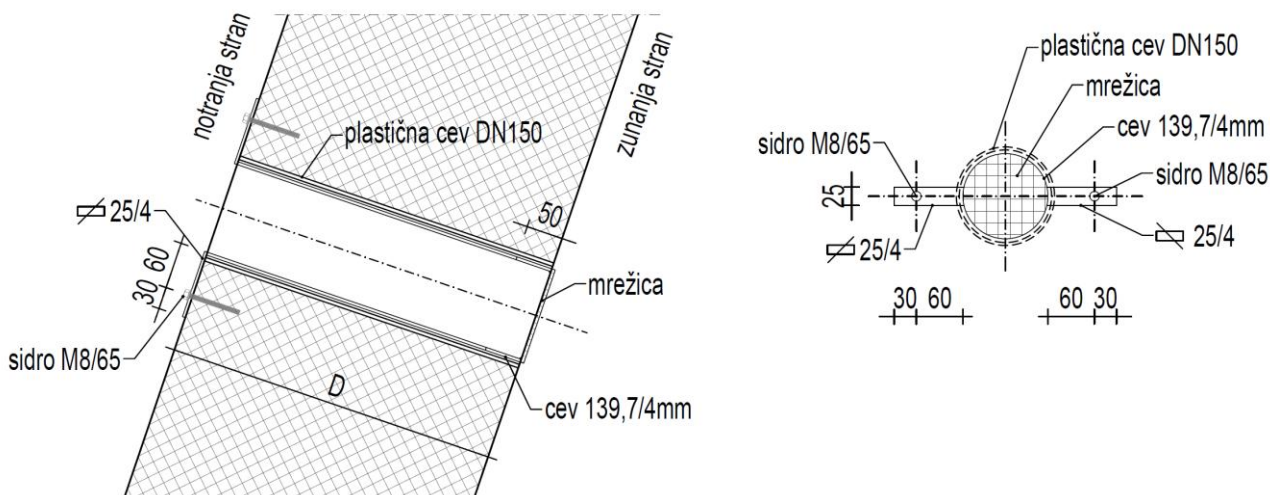
Prezračevalne odprtine v stojinah se praviloma izvedejo na zgornji tretjini višine stojine, da se prepreči dotok padavin.

Vse prezračevalne odprtine je potrebno prekriti z mrežicami za preprečitev dostopa pticam in drugim živalim (slika 3.2 in slika 3.3).

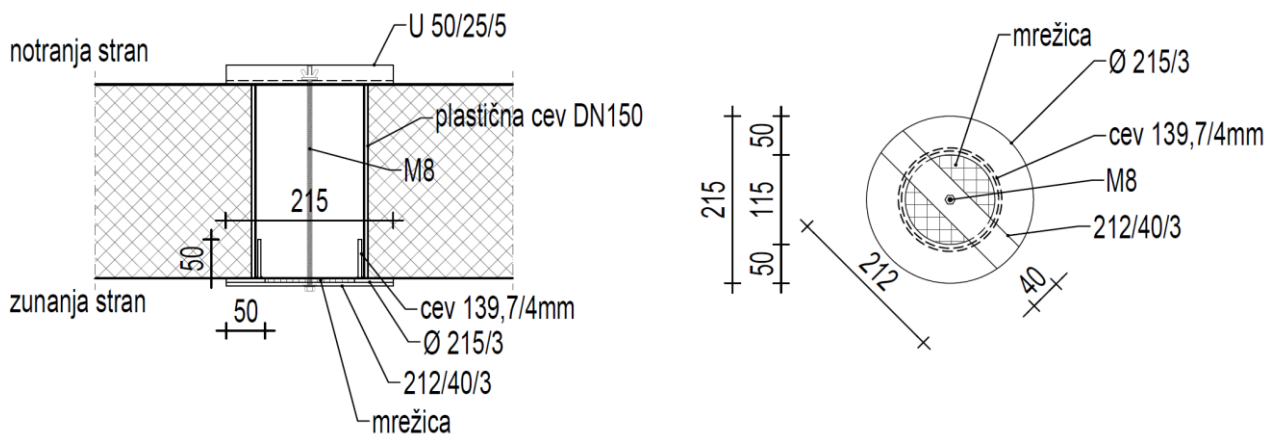


Slika 3.2: Detajl »X« - varianta 1

ODVODNJAVANJE PREMOSITVENIH OBJEKTOV



Slika 3.3: Detajl »X« - varianta 2



Slika 3.4: Detajl »Y«

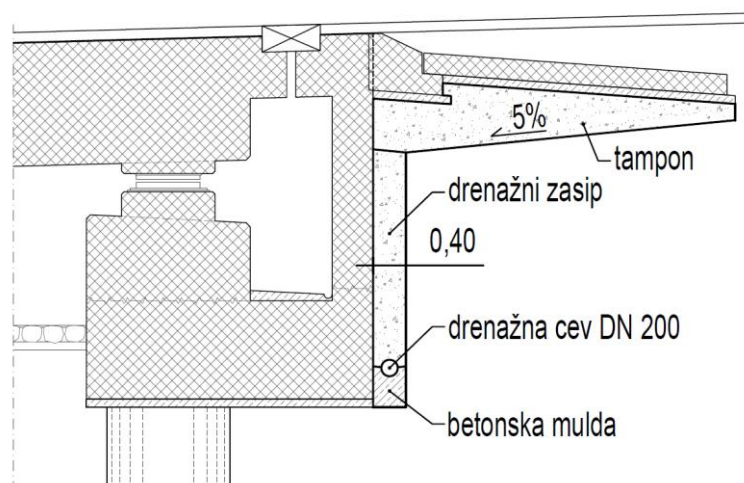
Pri jeklenih ali sovprežnih premostitvenih objekti pri zrakotesnih izvedbah zaprtih prerezov škatel prezračevanje notranjosti prereza ni dopustno.

3.5 Odvodnjavanje zalednega nasipa za krajnim opornikom

3.5.1 Objekti na cestah

Ne glede na način odvodnje ceste, je potrebno za krajnim opornikom izvesti drenažno blazino iz kamnitega materiala frakcije 16/32 ali drenažnega betona v širini 40 cm (slika 3.5). Na spodnjem delu je zaključen z prečno drenažo DN200 mm na betonski muldi.

ODVODNJAVANJE PREMOSITVENIH OBJEKTOV

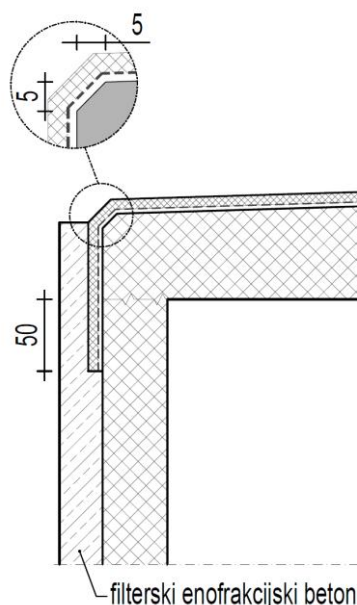


Slika 3.5: Izvedba dreniranja zaledja opornikov z drenažnim zasipom

Pod prehodno ploščo se izvede posteljica iz prepustnega kamnitega materiala v naklonu planuma 5 % proti drenažni blazini.

3.5.2 Objekti na železnicah

Hidroizolacijo pri železniških objektih podaljšamo na steno preko delovnega stika. V primeru izvedbe polnilnega betona je potrebno drenažni beton ob zaledni steni opornika voditi do zgornjega roba preklade in ga povezati na spodnjo prečno drenažo, slika 3.6. Zaključek hidroizolacije se lahko izvede tudi po detajlih iz slike 4.35 v poglavju 4.2.5



Slika 3.6: Prehod iz objekta na nasip in izvedba dreniranja zaledja v zgornjem delu

Prečna drenaža mora biti min. DN150, naklona min. 1%, in omogočati čiščenje iz obeh strani.

ODVODNJAVANJE PREMOSITVENIH OBJEKTOV**3.6 Odvodnjavanje ležiščnih polic in tal kontrolnih hodnikov**

Ležiščne blazine je potrebno izvesti v naklonu 2 do 5 % proti zaledju. Ob zaledni steni krajnega opornika se izvede zbirni kanal iz PVC cevi DN50 mm in izpust skozi čelne stene opornika v sistem meteorne odvodnje (npr. peskolovi ob vertikalah) ali prosti iztok po brežini.

Pri daljših objektih se spodnja površina komore za pregled ležišč in dilatacij izvede v naklonu ali z naklonskim betonom v padcu zgornje površine 5 % proti zbirni cevi.

3.7 Priključitev odvodnega sistema premostitvenega objekta na odvodnik (meteorno kanalizacijo)

Meteorno vodo, ki jo je potrebno čistiti (kontroliran način odvodnje), je potrebno:

- Priključiti na sistem meteorne odvodnje ceste.
- Izvesti samostojen način čiščenja in zadrževanja meteorne vode.

Pred priključitvijo sistema mostne odvodnje na sistem odvodnje ceste se izvedejo peskolovi. Peskolovi za objekte, površine do 2000 m², so praviloma betonskih cevi DN1000 mm. Za večje objekte je potrebno peskolove dimenzionirati in zanje izdelati poseben načrt.

Kadar meteorne vode ni potrebno čistiti, se lahko odvede:

- Preko prostega izpusta v podmostje pri prečkanju vodotokov.
- Z zbiranjem mostne odvodnje in vodenjem k oporniku ali stebru in izpustom v ponikovalnice ali jarke pri ostalih križanjih.

3.8 Odvodnjavanje manjših premostitvenih objektov

Manjši cestni premostitveni objekti, katerih dolžina, skupaj z vzporednimi krilnimi zidovi, je manjša kot je potreben razmik med izlivniki, ne potrebujejo svojega sistema odvodnjavanja. Odvodnja teh objektov je izvedena v sklopu odvodnje ceste.

Pri kontrolirani odvodnji ceste se pred in za objektom izvedejo v cesti požiralniki za odvod vode.

Pri nekontrolirani odvodnji se pred in za objektom izvedejo kanalete do odvodnika ali ponikovalnega kanala ob peti nasipa.

Cestno kanalizacijo ne vodimo preko premostitvenih objektov. Meteorna odvodnja ceste mora biti zasnovana na način, da se:

- Vodi v stran od objekta.
- Pred objektom izvede izpust v recipient z ali brez čiščenja, v skladu s pogoji.

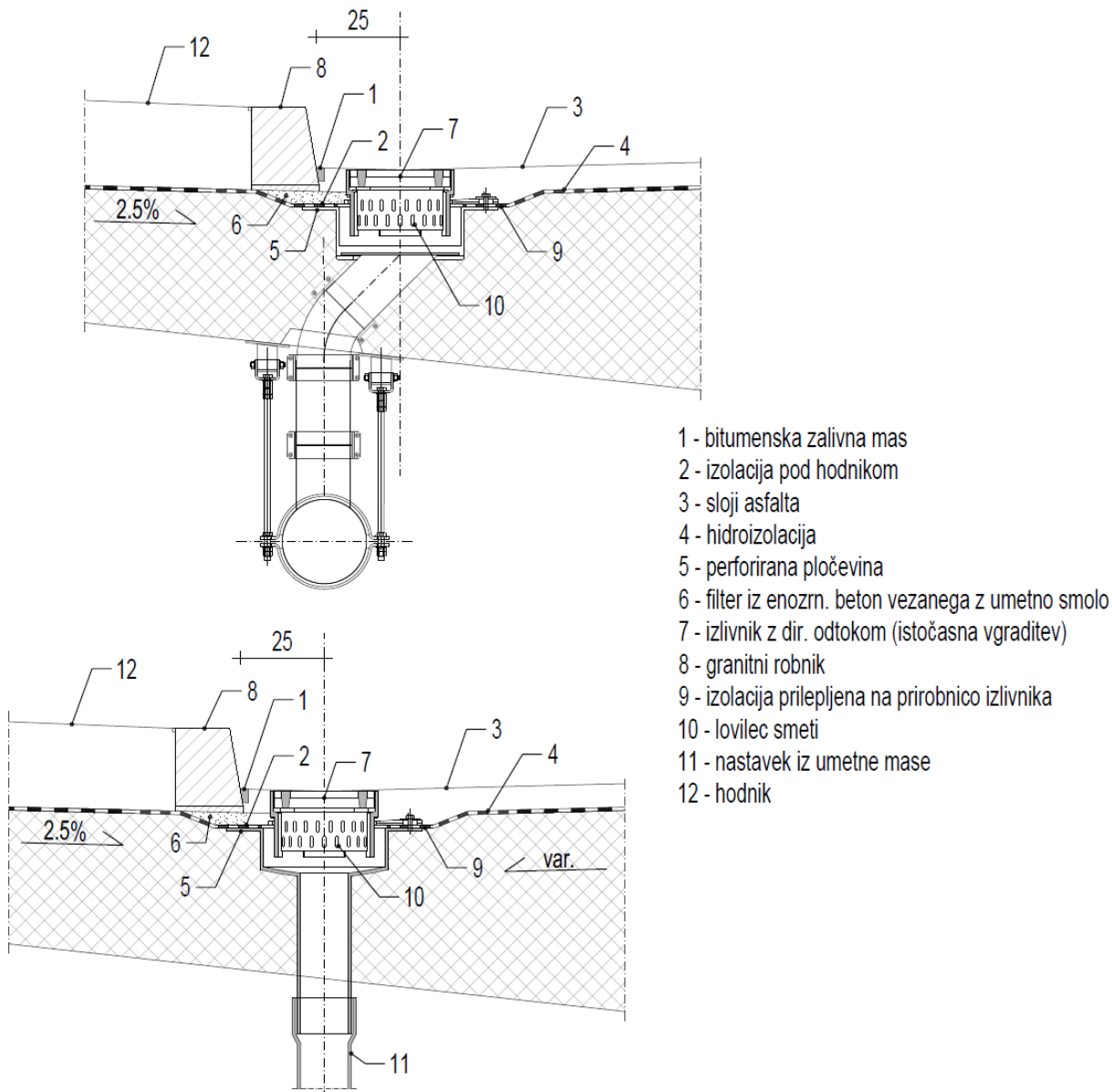
4 Konstrukcijske posebnosti posameznih elementov sistema odvodnjavanja in kanaliziranja**4.1 Objekti na cestah****4.1.1 Izlivniki**

Izlivniki so eden najpomembnejših elementov odvodnjavanja. Praviloma so sestavljeni iz treh delov: rešetke, okvirja in vtočne skodelice. Vtočna skodelica izlivnika ima poševno (stransko)

ODVODNJAVANJE PREMOSTITVENIH OBJEKTOV

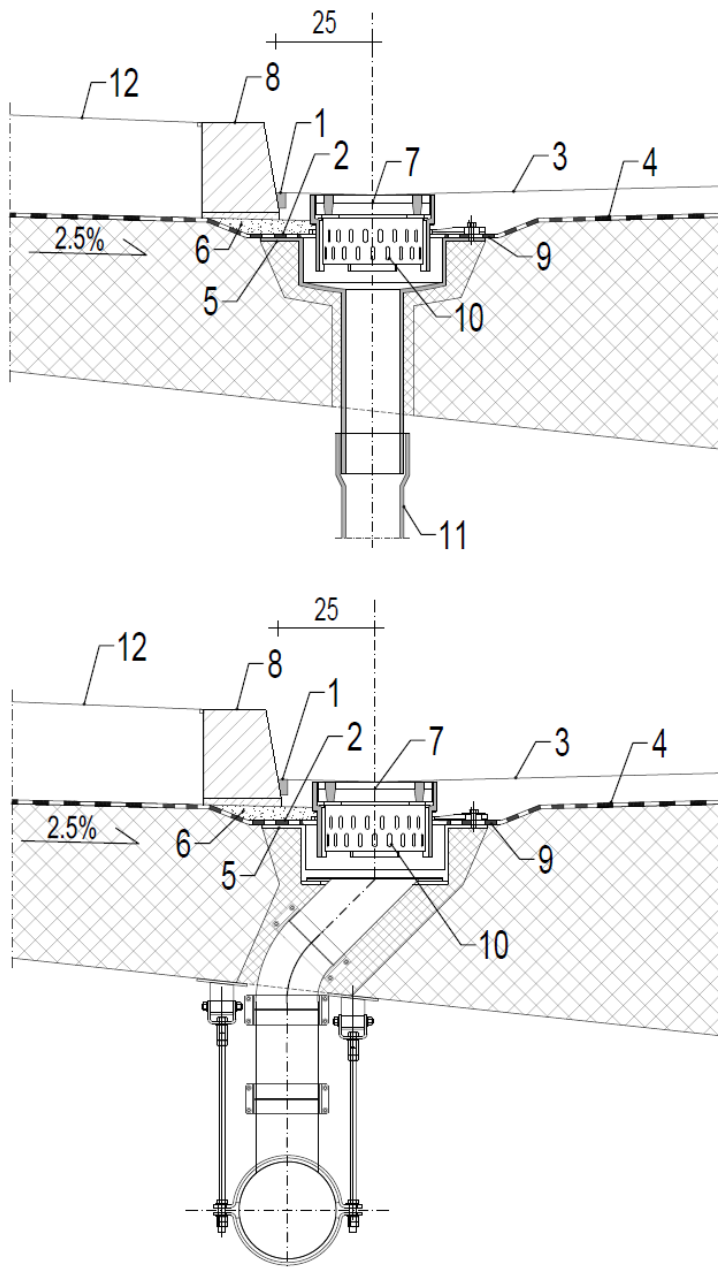
ali vertikalno odtočno cev minimalnega notranjega premera 125mm. Opremljena mora biti z montažnimi železi, ki se privarijo na betonsko armaturo.

Obliko in tip izlivnika je potrebno prilagoditi mostni konstrukciji. Slike 4.1, 4.2, 4.3 in 4.4 prikazujejo posamezne tipe izlivnikov.



Slika 4.1: Izlivnik s talnim vtokom in vertikalnim iztokom

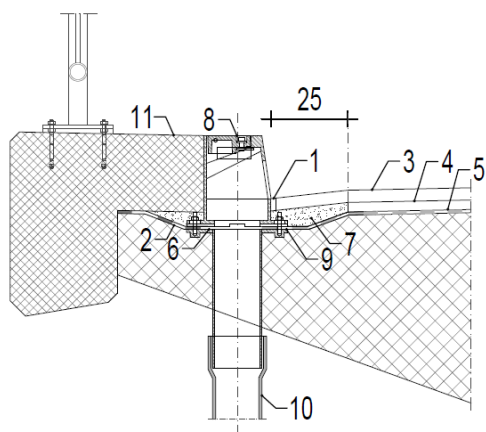
ODVODNJAVANJE PREMOSTITVENIH OBJEKTOV



- 1 - bitumenska zalivna mas
- 2 - izolacija pod hodnikom
- 3 - sloji asfalta
- 4 - hidroizolacija
- 5 - perforirana pločevina
- 6 - filter iz enozrn. beton vezanega z umetno smolo
- 7 - izlivnik z dir. odtokom (istočasna vgraditev)
- 8 - granitni robnik
- 9 - izolacija prilepljena na prirobnico izlivnika
- 10 - lovilec smeti
- 11 - nastavek iz umetne mase
- 12 - hodnik

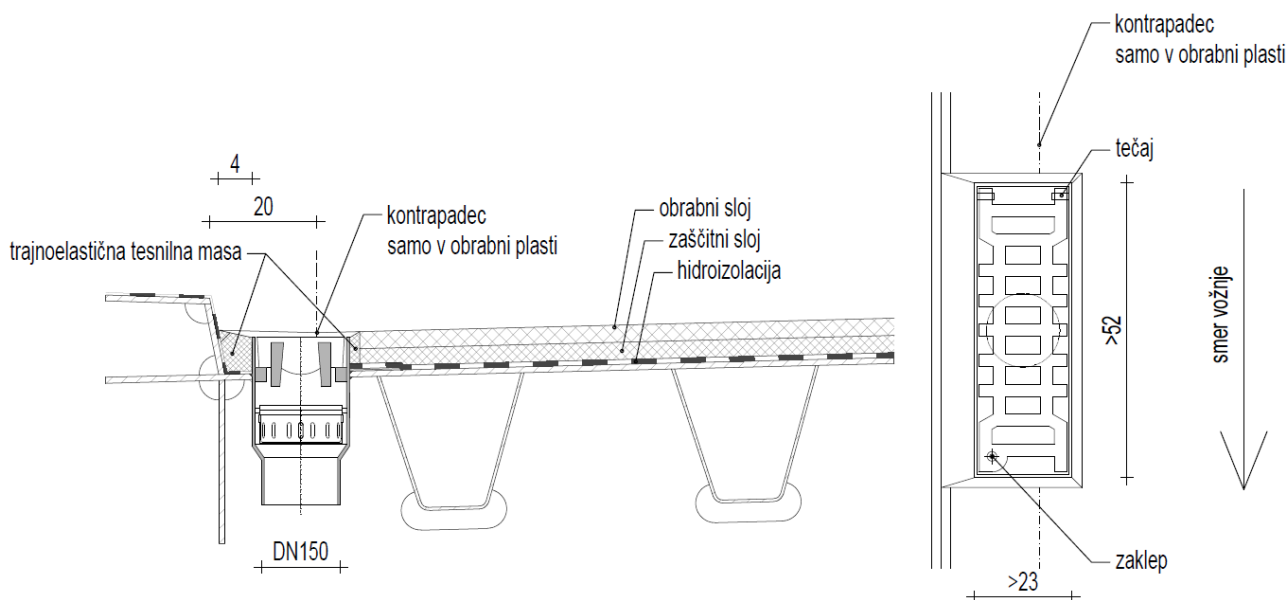
Slika 4.2: Naknadna vgradnja izlivnika pri rekonstrukcijah

ODVODNJAVANJE PREMOSTITVENIH OBJEKTOV



- 1 - bitumenska zalivna masa
- 2 - izolacija pod hodnikom
- 3 - obrabni sloj
- 4 - zaščitni sloj
- 5 - hidroizolacija
- 6 - perforirana pločevina
- 7 - filter iz enozrn. beton vezanega z umetno smolo
- 8 - izlivnik s stranskim vtokom
- 9 - izolacija prilepljena na prirobno izlivnika
- 10 - nastavek iz umetne mase
- 11 - hodnik

Slika 4.3: Izlivnik s stranskim vtokom



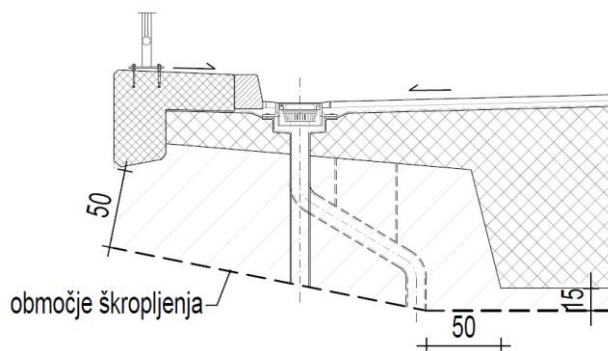
Slika 4.4: Izvedba izlivnika pri jeklenih mostovih

Izlivniki so nameščeni na robu vozišča enostransko ali dvostransko (odvisno od prečnega sklona), na najnižji točki loma prečnega padca/kontra padca. Lom prečnega padca/kontra padec se mora izogibati območja kolesnic na objektu.

Razdalje med izlivniki in število izlivnikov se določi s hidravličnim izračunom.

Izlivniki s prostim iztokom se lahko uporabijo na premostitvenih objektih v sklopu cest nižjega ranga, oz. objektih, kjer s posebnimi pogoji ni predpisan kanaliziran odvod vode. V tem primeru mora biti dolžina cevi takšna, da je preprečeno škropljenje vode po konstrukciji (slika 4.5)

ODVODNJAVANJE PREMOSITVENIH OBJEKTOV



Slika 4.5: Območje škropljenja

Izlivniki morajo biti višinsko in nagibno nastavljivi. Vtočna skodelica mora biti opremljena s prirobnico širine 80 mm, na katerega se nalepi izolacija. Pod dnom vtočne skodelice mora biti minimalno 8 cm betona. Dno skodelice mora biti nagnjeno proti osi zaradi boljšega dotoka vode in lažjega podbetoniranja. Priključni kot prečnih odvodnih cevi mora biti možno regulirati pod kotom 0° in 10° . Nagnjenost vtočne skodelice na katerikoli strani se nato izravna z vstavitvijo okvirja v skodelico. Okvir mora biti opremljen z vijaki ali zagostkami za niveliranje iz nerjavnega materiala, s katerim se okvir višinsko in nagibno natančno naravna. Okvir izlivnika mora biti z zunanje strani oblikovan tako, da se direktno nanj priključijo vsi projektirani sloji asfalta. Omogočen mora biti vtok pronicajoče vode, ki se zbira na hidroizolaciji. Zgornji rob okvirja izlivnika mora biti vgrajen 10 mm pod ravnino obrabnega sloja asfalta.

Sestavni deli izlivnika morajo biti izdelani iz kvalitetne sive litine. Elementi izlivnika morajo biti bitumenizirani. Rešetka izlivnika je izoblikovana tako, da na cestah z mešanim prometom omogoča varen promet tudi kolesarjem. Zunanji rob okvirja mora biti vsaj 1 cm oddaljen od robnika. Ta stik se zalije z elastično bitumensko maso. Rešetka mora biti vgrajena tako, da je zaklep orientiran v smeri vožnje.

Za odpiranje oz. dviganje rešetke je potrebno predvideti zaklep iz nerjavnega materiala.

Spodnji del izlivnika se namesti skupaj z armaturo in vbetonira. Naknadno vbetoniranje v vnaprej puščeno odprtino je dopustno samo v posebnih primerih (npr. rekonstrukcijah objektov, ipd.).

Požiralna sposobnost izlivnika je odvisna predvsem od vrste rešetke (velikosti, vtočne površine, oblike palic rešetke), od krovne površine cestišča, naklonov, oblikovanju koritnice ob robniku in količine dotoka vode v koritnici, ki mora znašati min. 10 l/s.

Možni sta dve izvedbi izlivnika:

- Izlivnik s talnim vtokom.
- Izlivnik s stranskim vtokom se lahko izjemoma uporabijo pri mestnih mostovih oz. pri mostovih z mešanim prometom. Vgrajevati se sme le tipizirane izlivnike, za katere obstaja tudi izjava o lastnostnih o požiralni sposobnosti izlivnika.

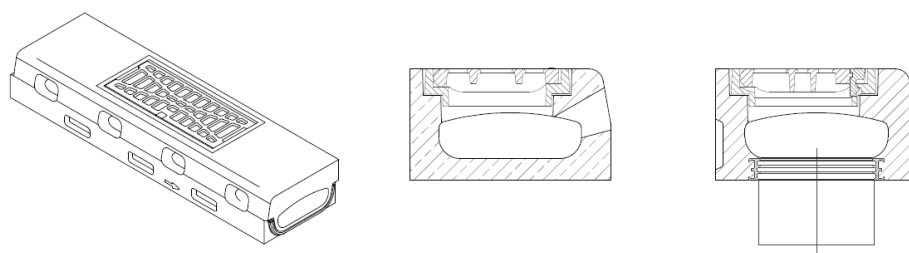
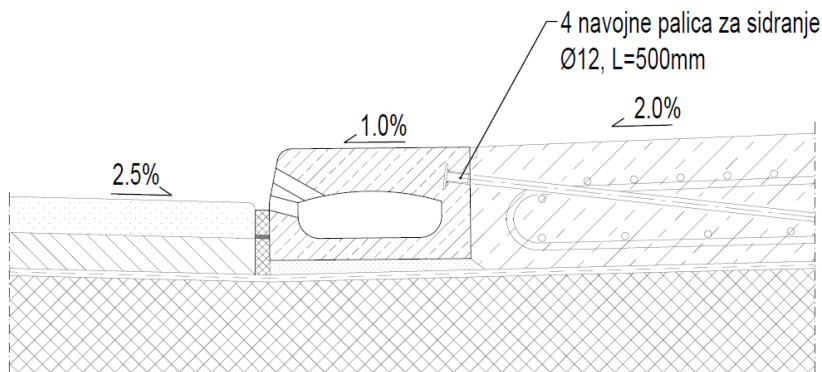
Za ves vgradni material jaškov, pokrovov in rešetk je potrebno upoštevati zadnji veljavni standard. Trenutno v veljavi je EN 124-2, ki je za obremenitve cestnega prometa praviloma najmanj D400. Na pokrovih mora biti napisana oznaka veljavnega standarda. Celoten sistem mora zagotavljati obremenitve in funkcionalnost skladno z navodili proizvajalca.

Pritrditev pokrovov in rešetk je potrebno izvesti tako, da se prepreči vandalizem in nenamerno odpiranje.

ODVODNJAVANJE PREMOSITVENIH OBJEKTOV

4.1.2 Linijska odvodnja

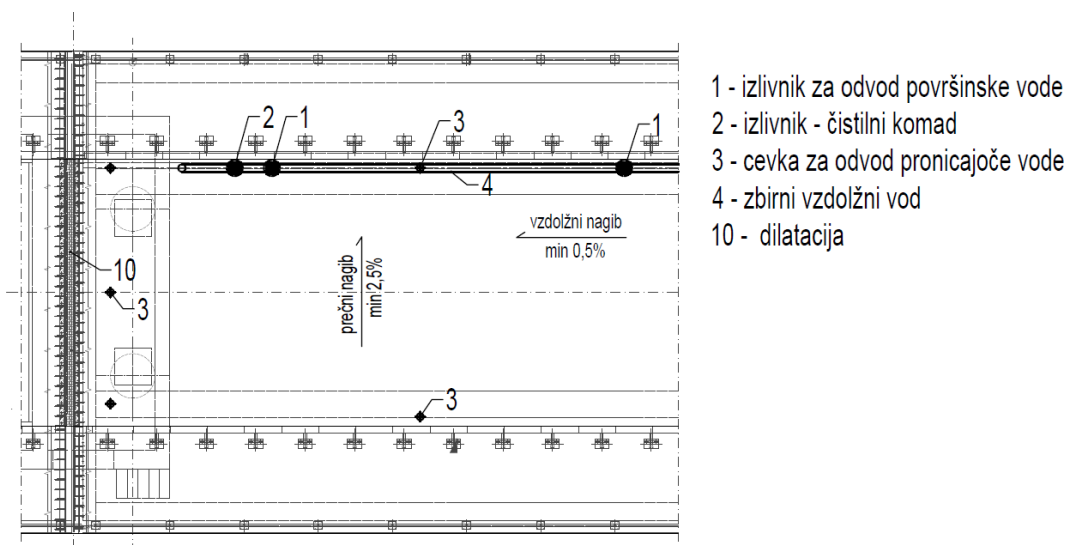
V posebnih primerih (izjemno mali nagibi nivelete, vijačenja, premoščanja prometnic, in podobno) se lahko izvede odvodnja pod robnikom s posebnimi perforiranimi robniki iz polimernega betona (slika 4.6). Oblika robnika mora ustrezati zahtevam tehnične specifikacije za robnike.



Slika 4.6: Odvodnjavanje pod robnikom za objekte

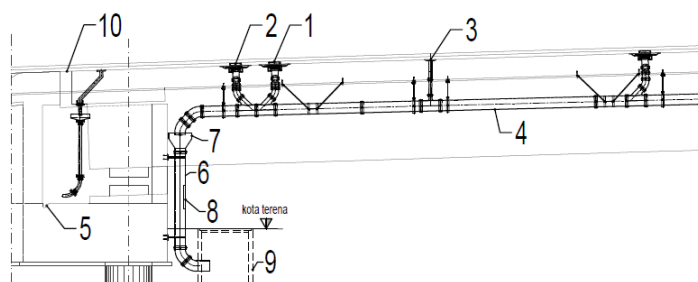
4.1.3 Cevi za odvodnjo in kanaliziranje vode

Cevi za odvod kanalizirane vode so prečne odtočne cevi, vzdolžne zbirne cevi in vertikalne (padne) cevi (sliki 4.7 in 4.8).



Slika 4.7: Tloris cevi ter položaj izlivnikov in CPV

ODVODNJAVANJE PREMOSTITVENIH OBJEKTOV



- 1 - izlivnik za odvod površinske vode
- 2 - izlivnik - čistilni komad
- 3 - cevka za odvod pronicajoče vode
- 4 - zbirni vzdolžni vod
- 5 - odvodnjavanje ležiščne površine opornika
- 6 - vertikalna odvodna cev
- 7 - kotliček
- 8 - čistilna vartca
- 9 - revizijski jašek
- 10 - dilatacija

Slika 4.8: Vzdolžni prerez mostne odvodnje s prikazom vodenja cevi pri oporniku

Prečna odtočna cev odvaja v izlivniku zbrano vodo v zbirno vzdolžno cev pod tlorisnim kotom 45° in od zgoraj pod kotom 60°.

Notranji premer prečne odtočne cevi mora znašati minimalno 150 mm in mora biti določen s hidravličnim izračunom. Padec prečne cevi mora znašati minimalno 5 %.

Zbirne vzdolžne cevi zbirajo vodo iz prečnih odtočnih cevi (vozišče z dvostranskim prečnim padcem) ali pa neposredno iz izlivnikov (vozišče z enostranskim prečnim nagibom).

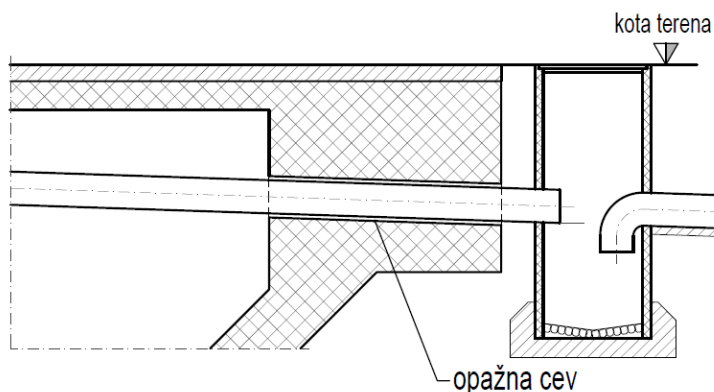
Minimalni notranji premer vzdolžne zbirne cevi mora znašati 200 mm. Minimalni nagib vzdolžne zbirne cevi mora znašati 1 %.

Zbirna vzdolžna cev ne sme biti vbetonirana v prekladno konstrukcijo. Pri prehodu skozi prečnike ali druge gradbene elemente mora biti od le-teh ločena.

Vse spremembe smeri (lomi) se izvedejo s fazonskimi ločnimi kosi z maksimalnim kotom 45°. 90° lok se izvede z dvema fazonskima kosoma s kotom 45° in vmesnim 20 cm dolgim ravnim delom cevi.

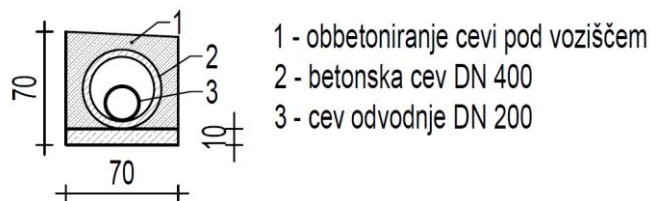
V območju krajnega opornika se zbirna cev lahko vodi na naslednje načine:

- Naprej skozi nasip, npr. pri kratkih mostovih (slika 4.9), pri čemer je potrebno odvodno cev med zaledno steno opornika do zbirnega jaška voditi v obbetonirani betonski cevi ustrezno večjega preseka (slika 4.10).



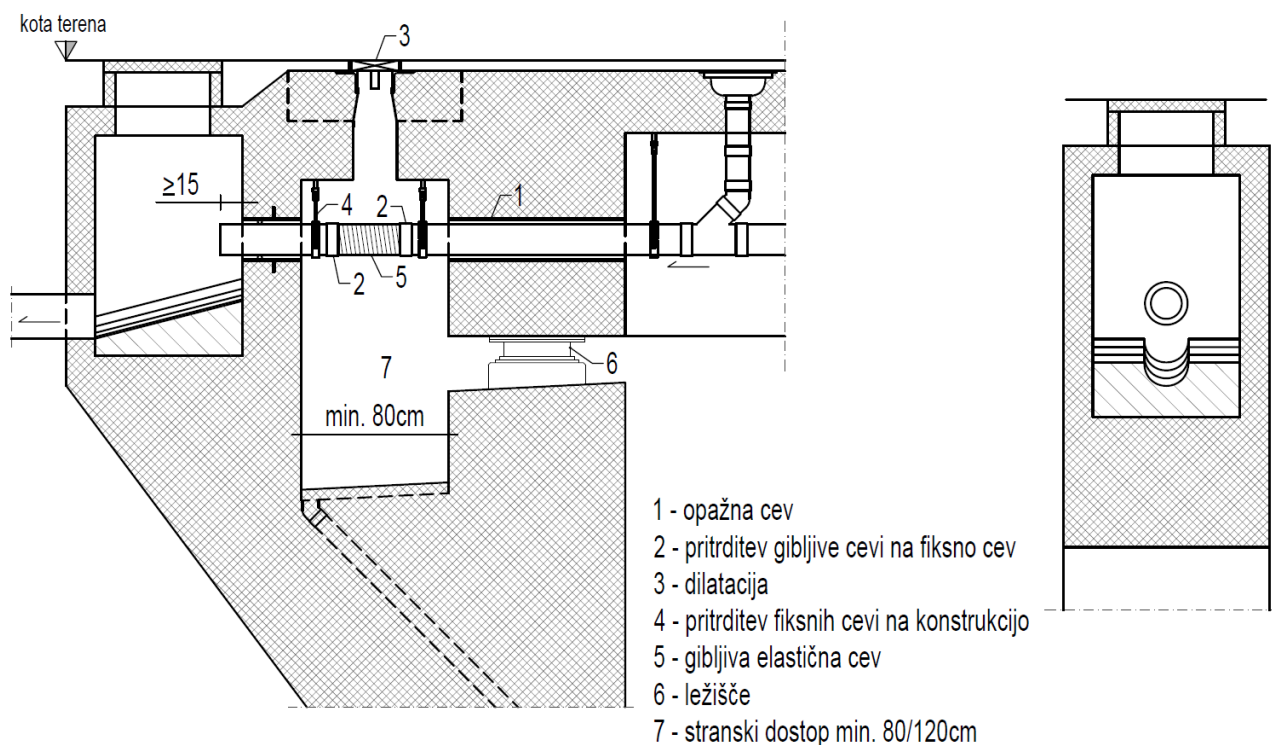
Slika 4.9: Vodenje cevi skozi zaledno steno do jaška

ODVODNJAVANJE PREMOSITVENIH OBJEKTOV



Slika 4.10: Obbetoniranje cevi, vodene v nasipu pod cestnim telesom

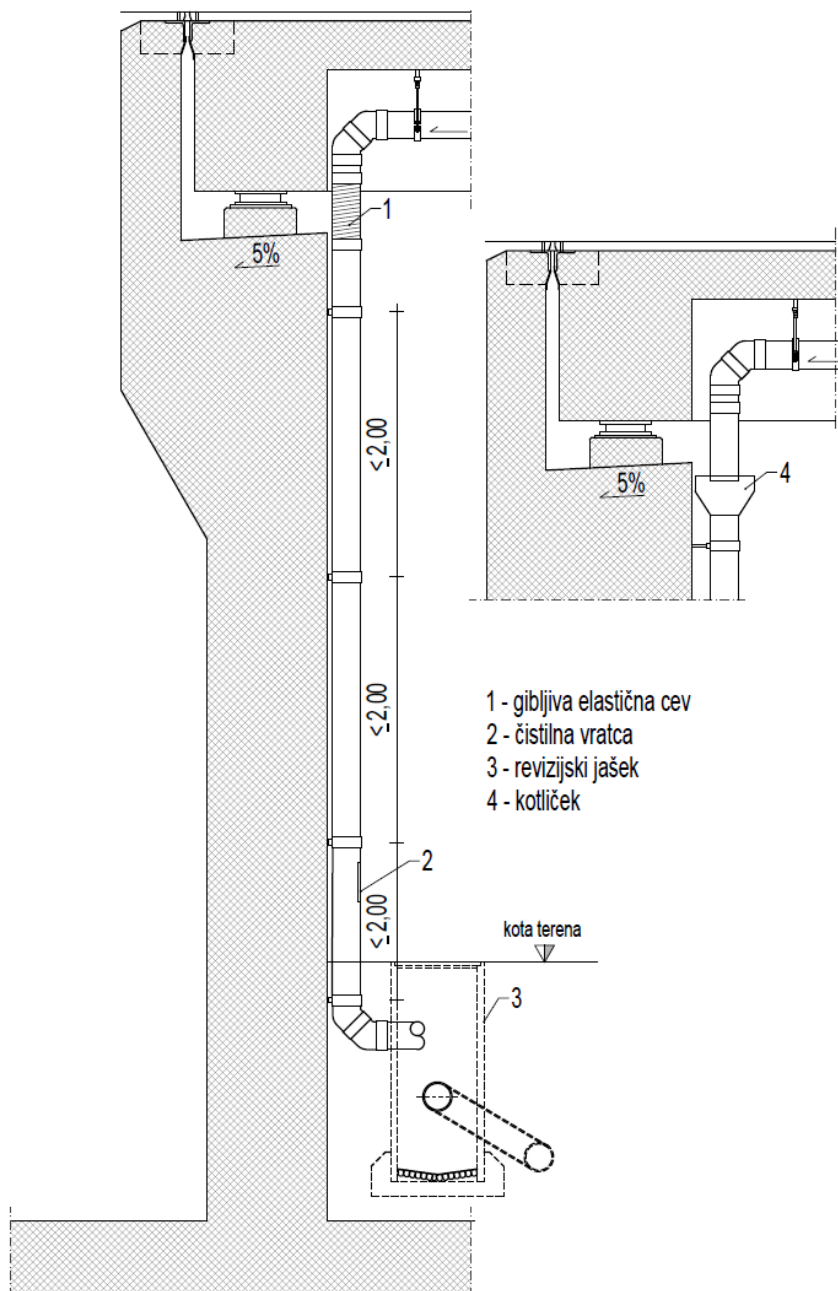
- Čez steno opornika v zbirni/revizijski jašek na zasuti strani zaledne stene za daljše objekte, kjer so potrebna ležišča in dilatacije, slika 4.11.



Slika 4.11: vodenje meteorne odvodnje skozi zaledno steno opornika pri objektih z dilatacijami na krajnih opornikih

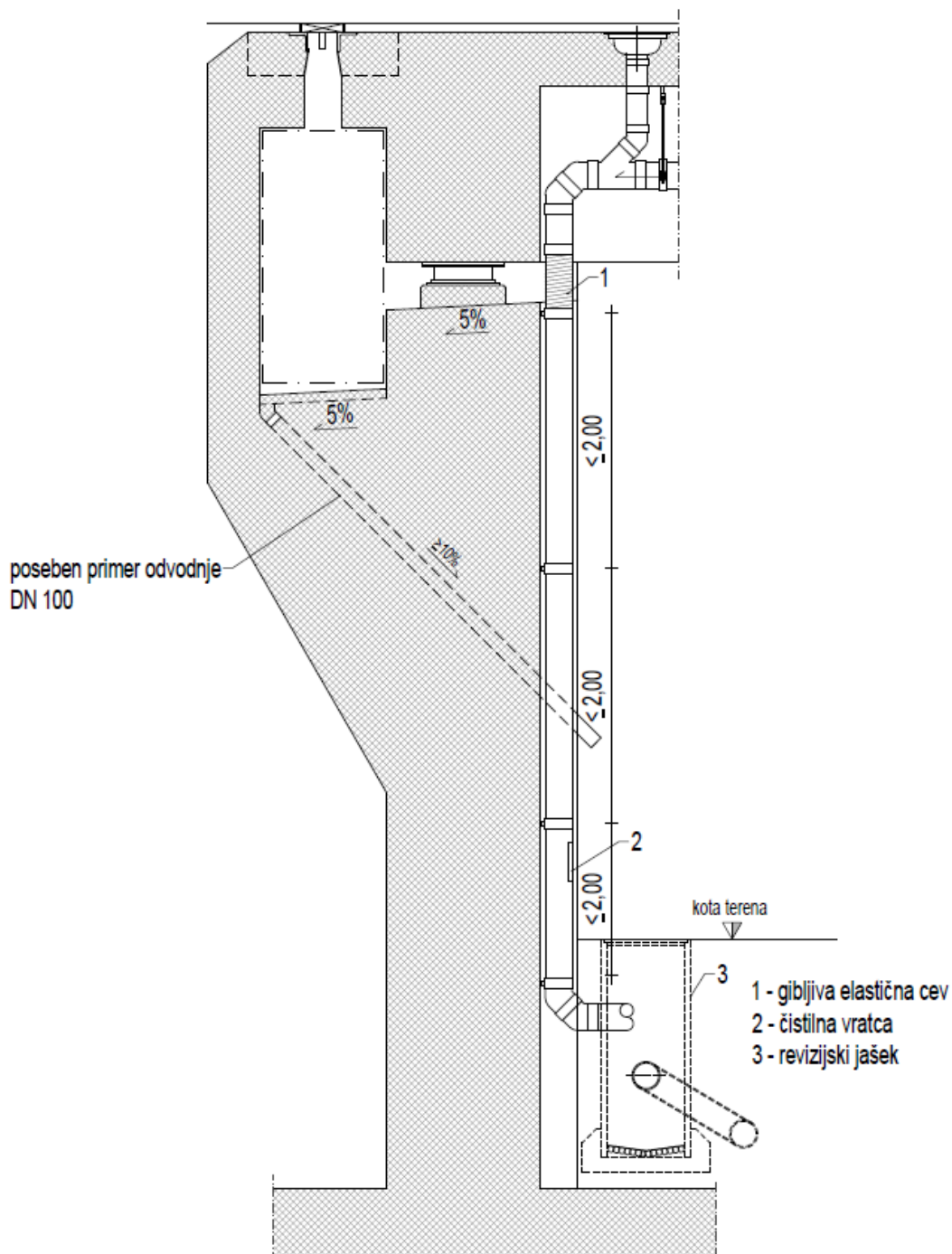
- Z vertikalno cevjo navzdol pred opornikom, slika 4.12

ODVODNJAVANJE PREMOSITVENIH OBJEKTOV



Slika 4.12: Vertikalno vodenje cevi pred opornikom za objekte brez komore v oporniku z elastičnim kompenzacijskim kosom (levo) ali vtočnim loncem (desno)

ODVODNJAVANJE PREMOSITIVNIH OBJEKTOV

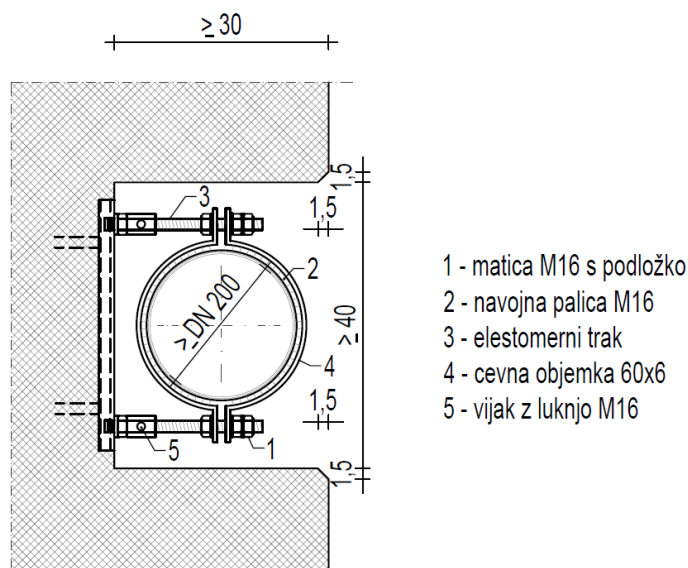


Slika 4.13: Vertikalno vodenje cevi pred oporniki za objekte z komoro v oporniku, z možno navezavo odvodnje komore na vertikalni sistem odvodnje

Pri integralnih objektih je možen izpust neposredno v zbirni jašek brez gibljive elastične cevi.

Premer vertikalne cevi mora biti usklajen s premerom vzdolžnega cevovoda, tako da dobi voda pri prehodu iz zbirne vzdolžne cevi v vertikalno odtočno cev ustrezen pospešek. Zato se pri manjših višinah vertikalnih odtočnih cevi in manjših količinah vode predvidi enak profil, kot ga ima vzdolžna cev. Vodenje vertikalne cevi je lahko prosto ob oporniku ali v posebnih utorih (slika 4.14)

ODVODNJAVANJE PREMOSITVENIH OBJEKTOV



Slika 4.14: Vodenje vertikalne cevi v utoru

Pri vertikalnih ceveh z višino preko 10 m je smotrno na zgornjem koncu cevi predvideti zračenje. V tem primeru se lahko predvidi odprti vtočni lijak, ki služi za povezavo med vzdolžnim in vertikalnim cevovodom. Lijak mora biti iz vroče pocinkane pločevine, nerjavnega jekla, litega železa ali plastike.

V vertikalne cevi se smejo vgrajevati ločni elementi le s kotom $\leq 60^\circ$. S tem se preprečijo zamašitve cevi.

Po izvedbi sistema odvodnje mora izvajalec predložiti dokazilo o zanesljivosti za celoten sistem odvodnje ter njegove sestavne dele. Izvesti in dokumentirati je potrebno 30 minutni preizkus delovanja in tesnjenja odvodnega sistema ob maksimalni polnitvi cevi z vodo.

V primeru visokih odtočnih cevi je priporočljiv ločen preizkus vzdolžne in vertikalne odtočne cevi.

Sistem mora biti dimenzioniran na tlak najmanj 0,5 bara, kar ustreza vodnemu stolpcu višine cca 5,0 m.

4.1.4 Pogoji vgrajevanja in pritrjevanja cevi za odvod in kanaliziranje vode na konstrukcijo objekta

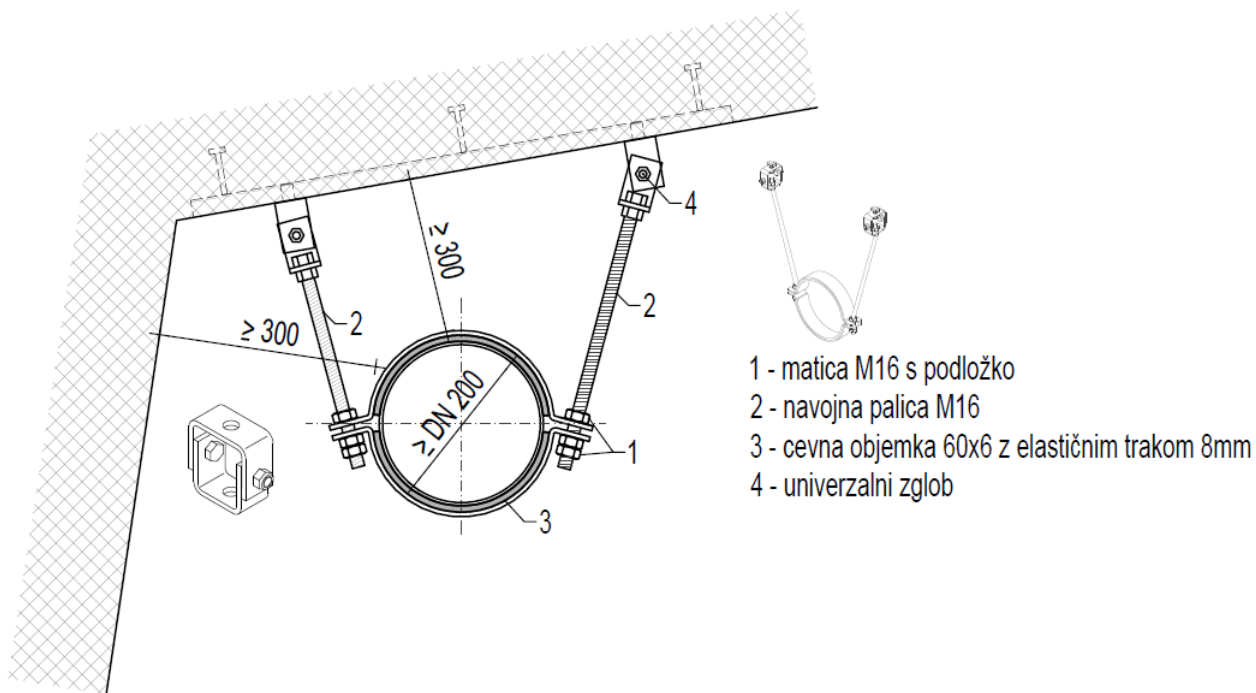
Pritrjevala cevi so obese in podpore. Te morajo biti izdelane in pritrjene tako, da omogočajo cevem zadostno oporo ter krčenje in raztezanje. Načeloma morata biti za vsako dolžino cevi predvideni vsaj dve obesi, da se prepreči padec v primeru, da ena odpove.

Upošteva se načelo, da so vse linje odvodnje izpostavljene vplivu vodnega prša raztopin soli za odmrzovanje, zato se za pritrnitev cevi lahko uporabljajo samo pritrtilni elementi, izdelani iz nerjavečega jekla.

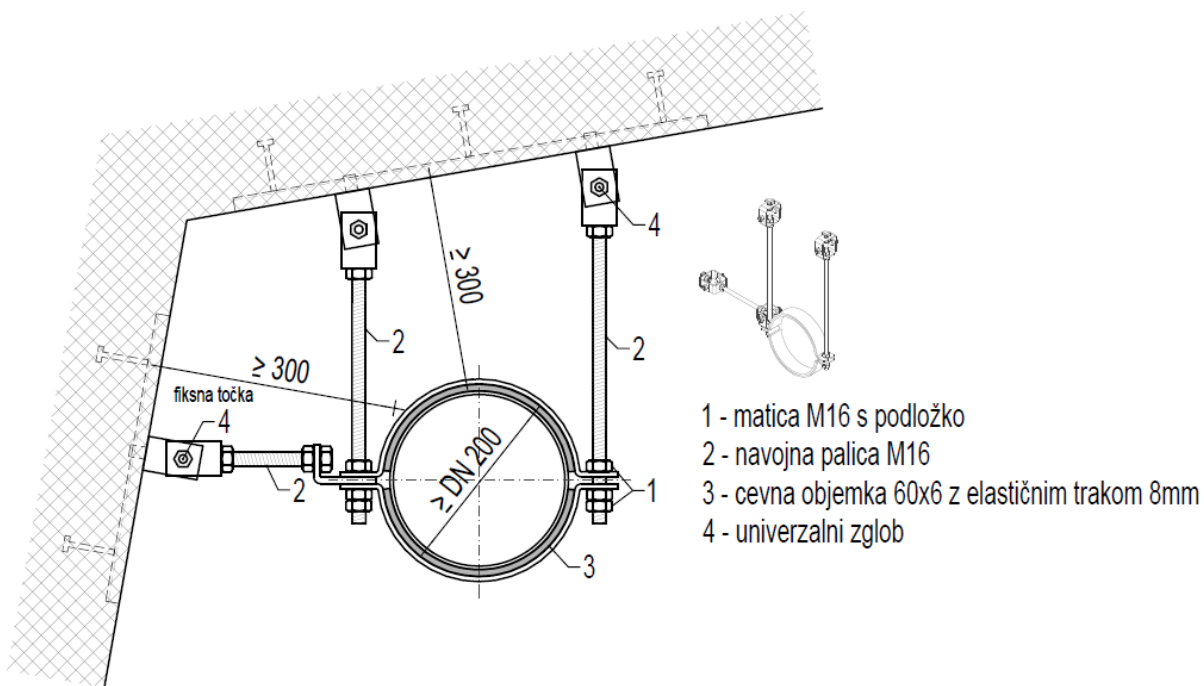
Podpore in obese za pritrjevanje odvodnih cevi na konstrukcijo premostitvenega objekta morajo biti dovolj toge, da se pri eventualnih nihanjih konstrukcije cevi ne poškodujejo.

Podpore in obese morajo omogočati višinsko regulacijo. Obese se izvedejo kot pomične ali nepomične (slike 4.15 in 4.16). Na krilnih zidovih se lahko vodijo na nosilnih jeklenih konzolah (slika 4.17)

ODVODNJAVANJE PREMOSTITVENIH OBJEKTOV

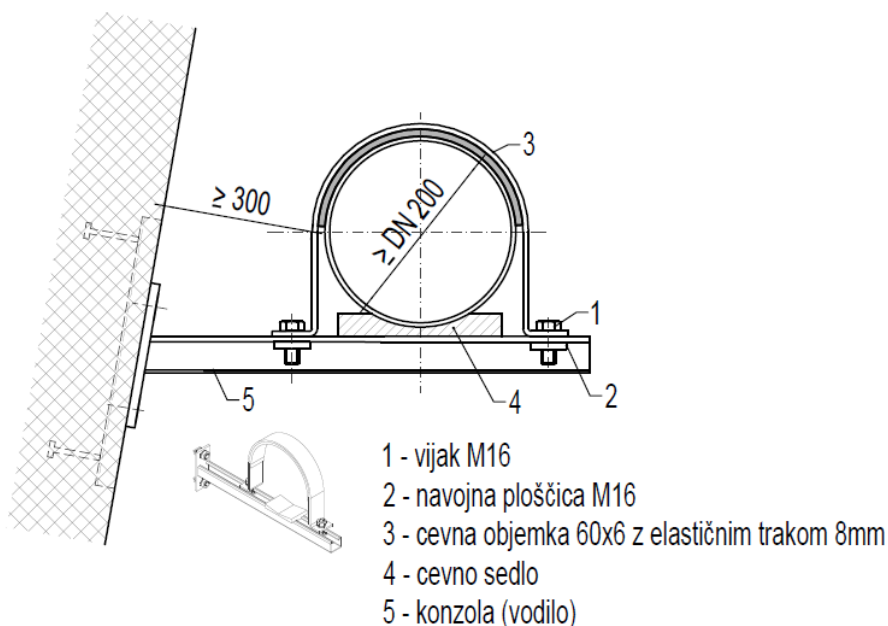


Slika 4.15: Vzdlžno pomično, prečno nepomično obešanje



Slika 4.16: Vzdlžno pomično, prečno nepomično obešanje

ODVODNJAVANJE PREMOSITVENIH OBJEKTOV



Slika 4.17: Vodenje cevi na konzoli

Nepomična pritrditev cevi se izvede pri spojih prečnih odtočnih cevi na zbirno vzdolžno cev.

Sidranje obes in podpor se izvede s pomočjo posebnega profila in vijakov s T-glavo. Pri naknadnem vrtanju in vstavljanju jeklenih vložkov je potrebno paziti na prednapete kable in armaturo.

Obese in podpore za pritrdjevanje cevi morajo biti protikorozijsko odporne, izvedene iz nerjavnega jekla.

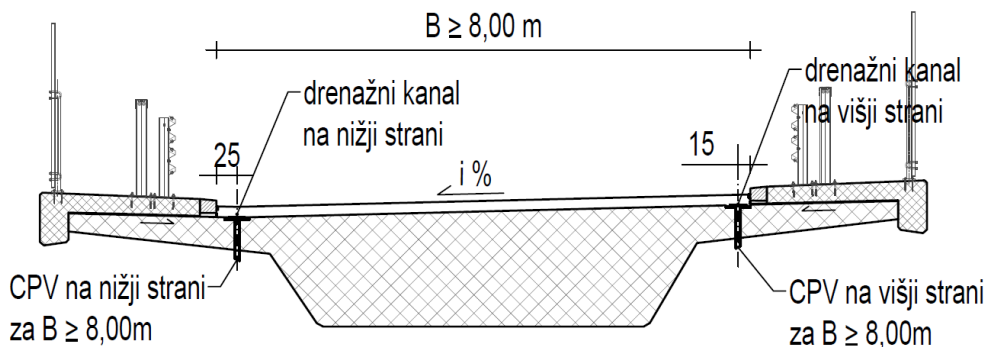
Razmaki med podporami oz. obesami so odvisni od vrste cevi in dopustnih povosov cevi.

Razlike dolžin med konstrukcijo premostitvenega objekta in cevnim vodom določimo na osnovi razteznostnih koeficientov materialov in temperaturnih razlik: 40° pri vodenju cevi znotraj škatlastega prereza in 60° pri vodenju cevi zunaj prereza.

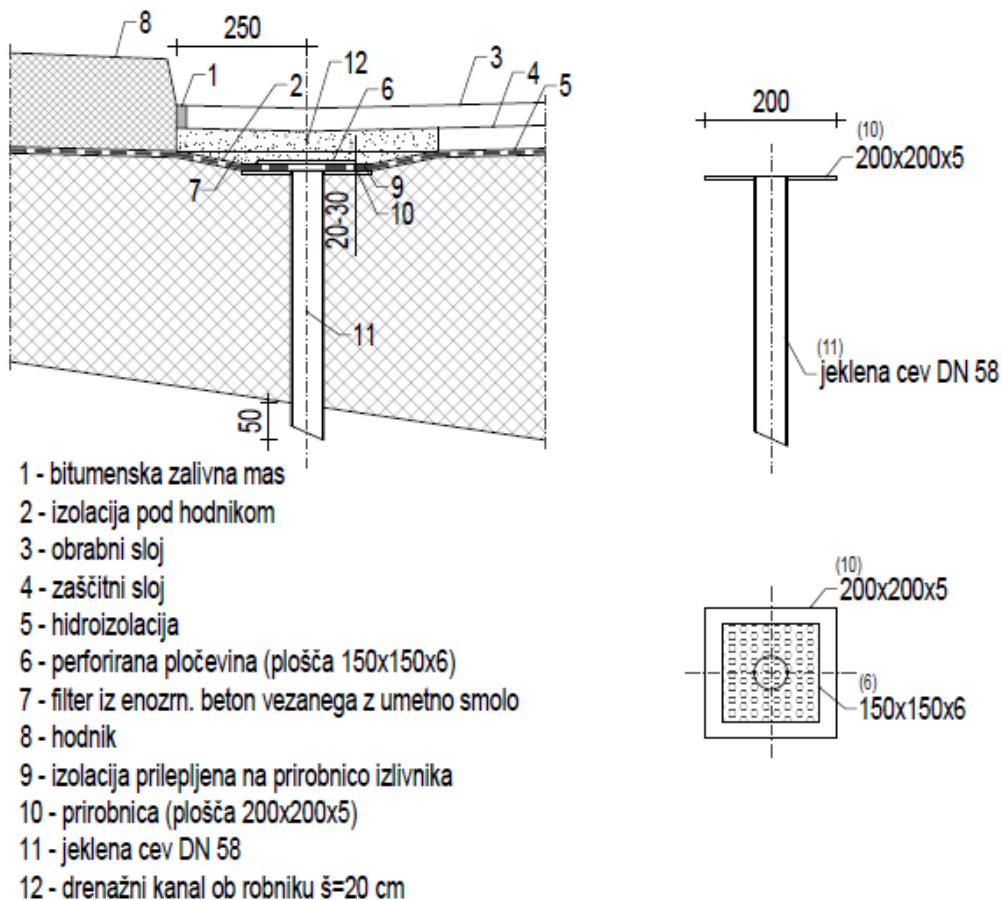
4.1.5 Elementi za odvod pronicajoče vode in odzračevanje

Cevi je potrebno razporediti po celotni hidrolizirani površini tako, da so v najnižji točki vozišča, npr. vzdolž hodnika (25 cm od robnika) razporejeni na razmakih cca. 3,0 do 10,0 m, kar je odvisno od vzdolžnega padca vozišča (slika 4.18). Na eno cevko naj bi pripadalo do 25 m² površine objekta. Pri širinah vozišča nad 8,0 m se CPV vgradijo tudi na zgornjem robu prečnega padca vozišča, in sicer na razdalji 6,0 do 10,0 m

ODVODNJAVANJE PREMOSITIVNIH OBJEKTOV



Slika 4.18: Postavitev CPV in drenažnega kanala pri širših objektih



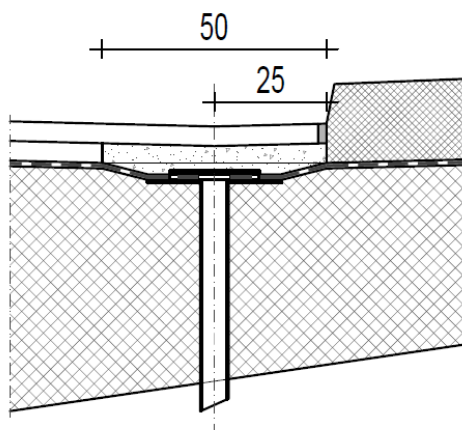
- 1 - bitumenska zalivna mas
- 2 - izolacija pod hodnikom
- 3 - obrabni sloj
- 4 - zaščitni sloj
- 5 - hidroizolacija
- 6 - perforirana pločevina (plošča 150x150x6)
- 7 - filter iz enozrn. beton vezanega z umetno smolo
- 8 - hodnik
- 9 - izolacija prilepljena na prirobnico izlivnika
- 10 - prirobnica (plošča 200x200x5)
- 11 - jeklena cev DN 58
- 12 - drenažni kanal ob robniku š=20 cm

Slika 4.19: Detajl cevke za pronicajočo vodo in vgradnja

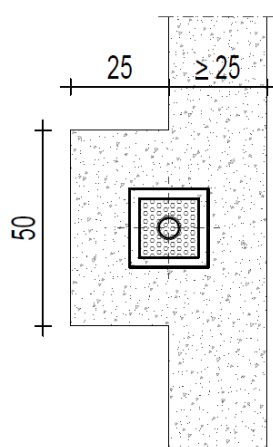
Poglobitev zgornje površine betona preklade na območju CPV se izvede v globini 2-3 cm na površini 40 x 40 cm. Detajl vgradnje CPV je na sliki 4.19

Med CPV in izlivniki se izvede nad hidroizolacijo vzdolžni drenažni sloj v debelini 3 cm in širini 20 cm iz prodca frakcije 4-8 mm, vezanem z epoksidno smolo. Na območju CPV je potrebno drenažni sloj razširiti nad utorom za vgradnjo CPV (slika 4.20 in slika 4.21).

ODVODNJAVANJE PREMOSITVENIH OBJEKTOV



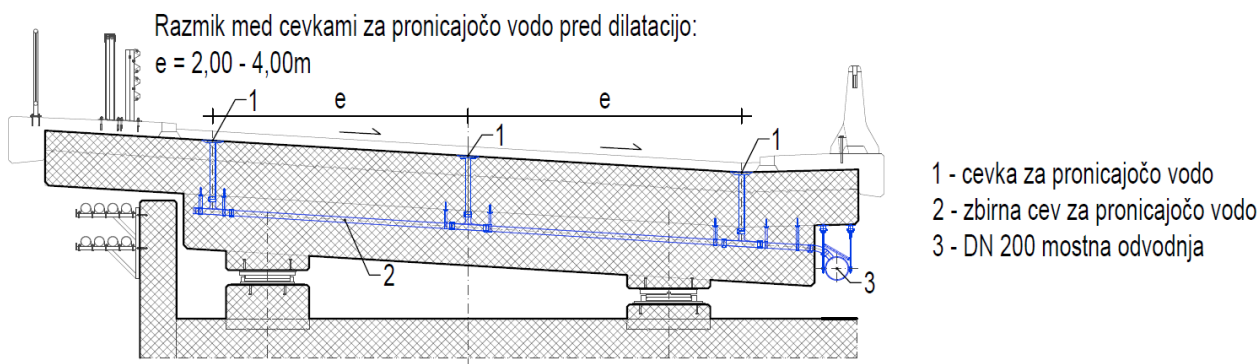
Slika 4.20: Vzdolžni drenažni kanal v zaščitni plasti asfalta na nižji strani preklade



Slika 4.21: razširitev drenažnega kanala na mestih CPV na nižji strani preklade

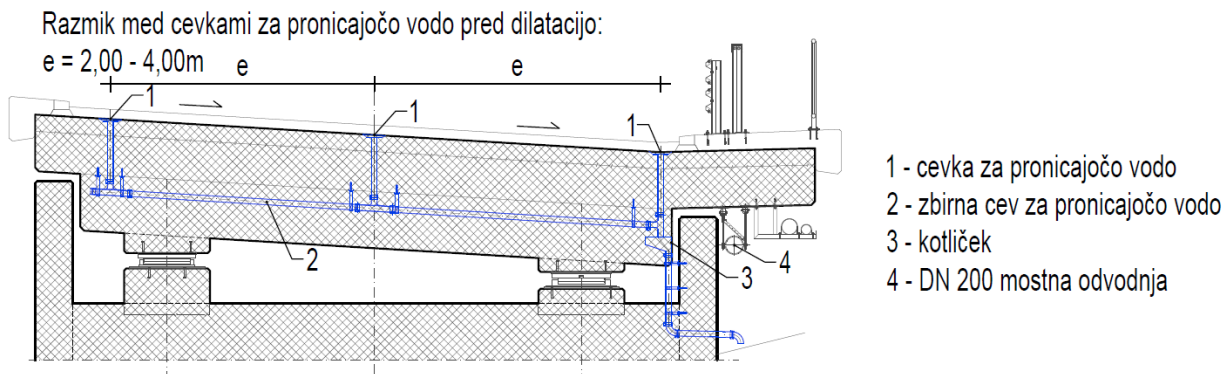
Pri premostitvenih objektih, ki prečkajo druge cestne povezave, je potrebno vodo iz CPV neposredno nad prometnico speljati v zbirno kanalizacijsko cev in le to priključiti na zbirno cev za odvod površinske vode.

Neposredno pred nižjo dilatacijo glede na vzdolžni nagib je potrebno CPV vgraditi v razmikih 3,0 do 4,0 m. Pronicajočo vodo vzdolž dilatacije je potrebno kanalizirati, v kolikor bi prosti iztok vode predstavljal kakršno koli motnjo pod objektom (slika 4.22 in slika 4.23).

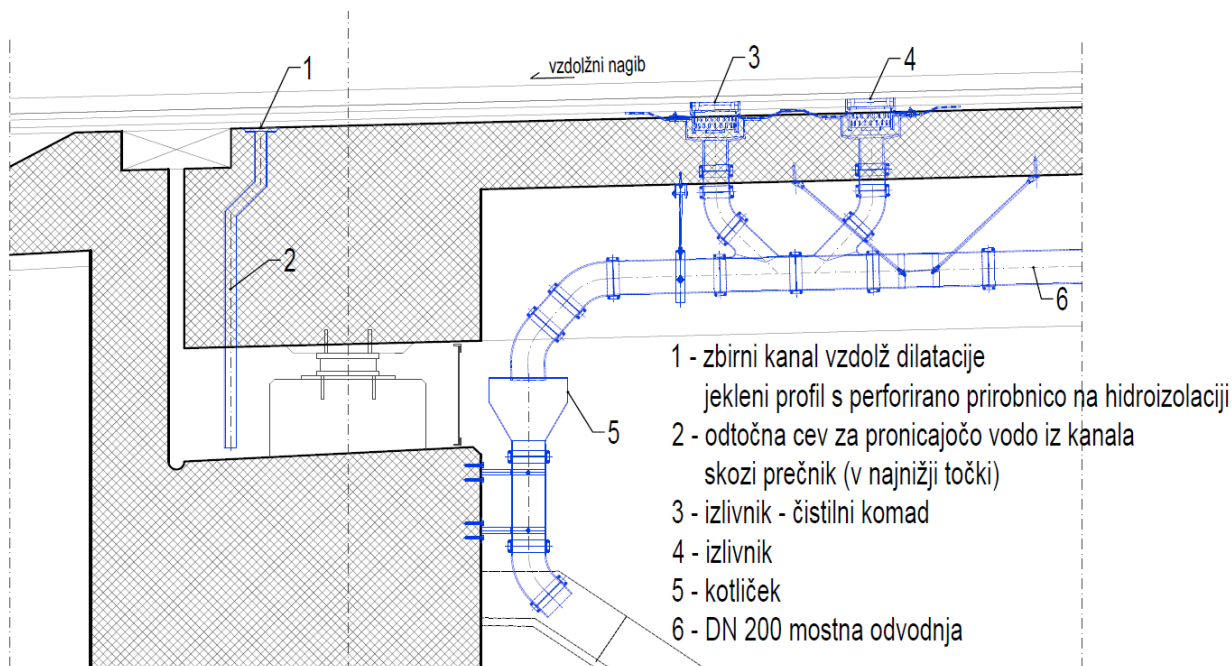


Slika 4.22: Odvodnja CPV pred dilatacijo z zbiranjem v vzdolžni mostni odvodnji

ODVODNJAVANJE PREMOSITVENIH OBJEKTOV

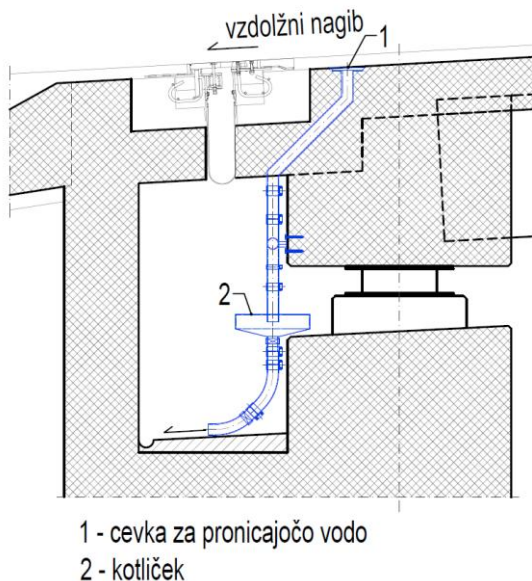


Slika 4.23: Odvodnja CPV pred dilatacijo s prostim iztokom na teren



Slika 4.24: primer odvodnje CPV pred dilatacijo pri objektih brez vzdrževalne komore

ODVODNJAVANJE PREMOSITVENIH OBJEKTOV

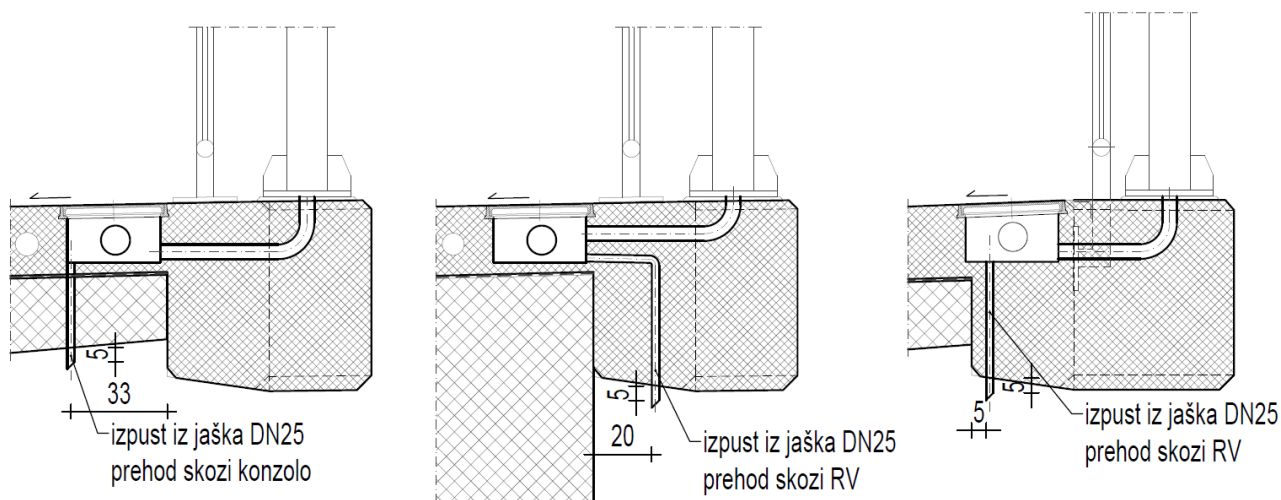


Slika 4.25: primer proste odvodnje v vzdrževalno komoro

Pri objektih s kontrolnimi hodniki v krajnih podporah se pronicajoča voda odvede v komoro in od tam z objekta (slika 4.25). Pri objektih brez kontrolnih komor se pronicajoča voda zbere vzdolž zaledne stene krajnega opornika in prečno odvede v nasip (slika 4.24). Ne glede na vgraditev CPV na najnižji strani loma, se je treba izogniti točkam, ki jih ni mogoče izprazniti.

Fiksna pritrditev odtočne cevi pronicajoče vode ob dilataciji preko same dilatacije ni dovoljena, ker zaradi pomikov dilatacije nastopijo poškodbe kanalizacijskega sistema.

Odvodnjavanje inštalacijskih jaškov v hodnikih se izvede v najnižji točki jaška s cevjo DN25 mm (slika 4.26).



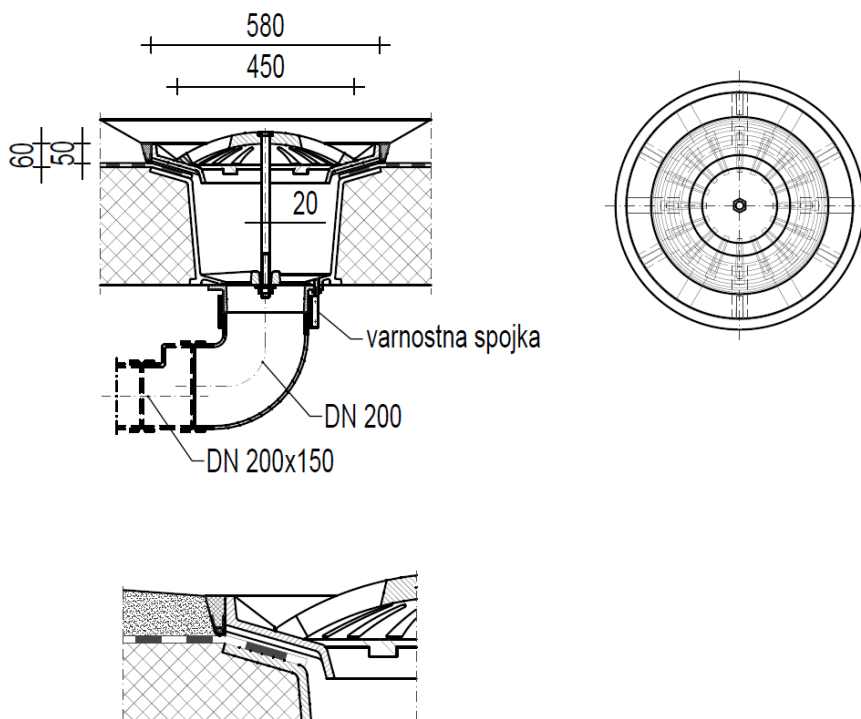
Slika 4.26: Dreniranje jaška skozi konzolo hodnika – načini izvedbe glede na lego jaška in konstrukcijo pod jaškom

ODVODNJAVANJE PREMOSITVENIH OBJEKTOV

4.2 Objekti na železnicah

4.2.1 Izlivniki

Za izlivnike na železniških premostitvenih objektih se uporabljajo LTŽ izlivniki. Rešetka izlivnika je zunanjsa premera 450 mm, debeline 30 mm, s 16 regami za odvod vode, dolžine posamezne cca. 100 mm in širine 18-20 mm, iz litega železa. Pritrditev rešetke je preko vijaka M20.



Slika 4.27: Izlivnik na železniških premostitvenih objektih

V zaščitni beton hidroizolacije se izvede vtočni lijak z naklonom proti izlivniku.

Stik zaščitni beton – rešetka se tesni s slojem poliesterskega filca 200-300 g/m², odpornega na olja in bitumne, višine cca. 25 mm, spodaj zapolnjenega z kremenčevim peskom frakcije 1-2 mm v debelini 10 mm in na vrhu zapolnjenim z trajnoelastičnim zapolnitvenim materialom (slika 4.27).

4.2.2 Odvodnjavanje hodnikov in kinet

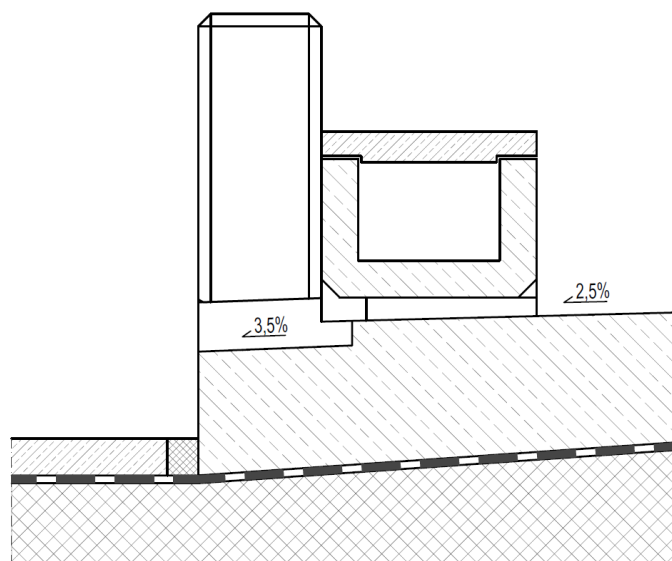
Preprečiti je potrebno zadrževanje vode na hodnikih in kinetah železniškega premostitvenega objekta.

4.2.2.1 Odvodnjavanje hodnikov in kinet na betonskih mostovih

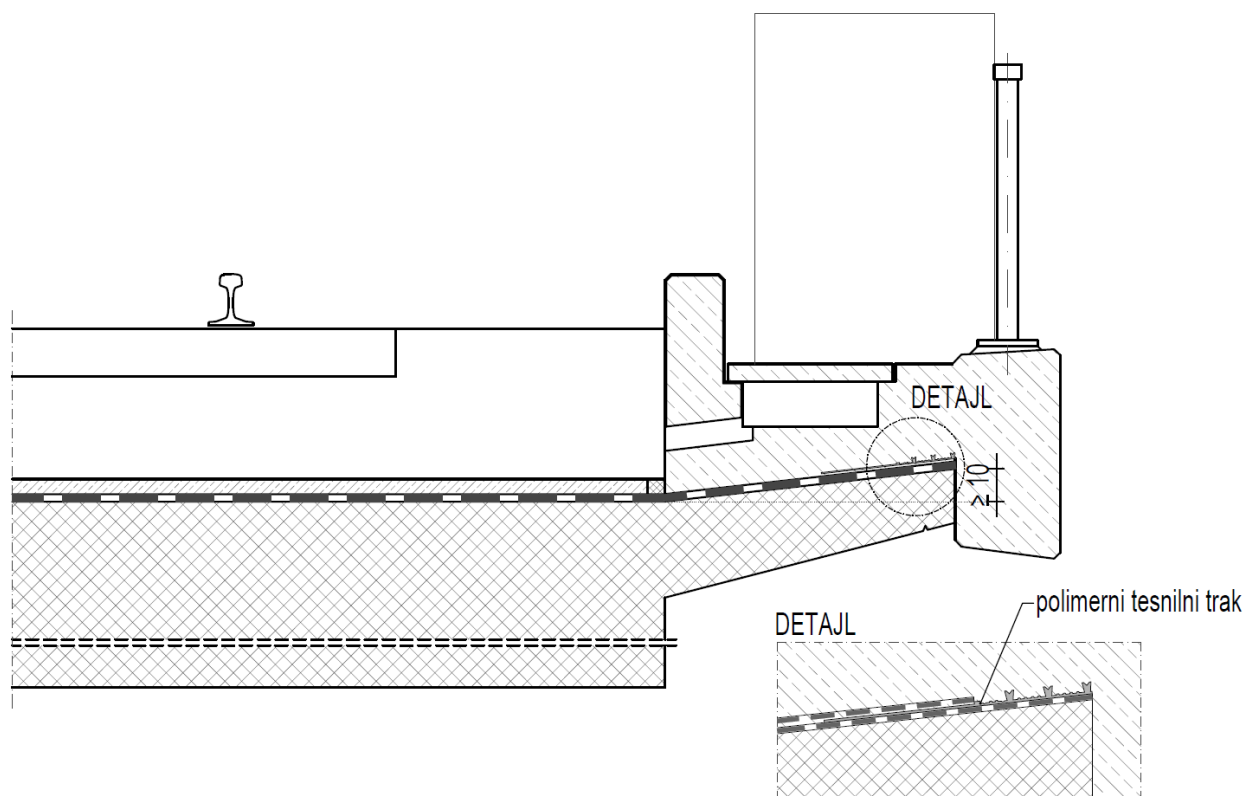
Za odvajanje servisnih hodnikov in robnih vencev v korito tirne grede je potrebno izvesti zgornjo površino hodnika oz. robnega venca s prečnim naklonom 2,5 % proti osi odvodnjavanja. V steni robnega venca se izvedejo odprtine z naslednjimi zahtevami:

- Dimenzije min. 80 x 80 mm ali Φ 80 mm.
- Razmik max. 5,0 m.
- Naklon odprtin 3,5 %.

ODVODNJAVANJE PREMOSITIVNIH OBJEKTOV



Slika 4.28: Odvodnjavanje hodnikov skozi kinete



Slika 4.29: Izvedba konzole na armiranobetonskih ali prednapetih armiranobetonskih železniških premostitvenih objektih z detajlom zaključka hidroizolacije s polimernim tesnilnim trakom

Konzola pod hodnikom naj ima naklon v smeri proti tirni gredi. Višina zunanega roba zgornje površine konzole naj bo vsaj 10 cm višja kot zgornja površina pri tirni gredi. Zaključek hidroizolacije na koncu konzole se izvede z dodatnim polimernim tesnilnim trakom (slika 4.28).

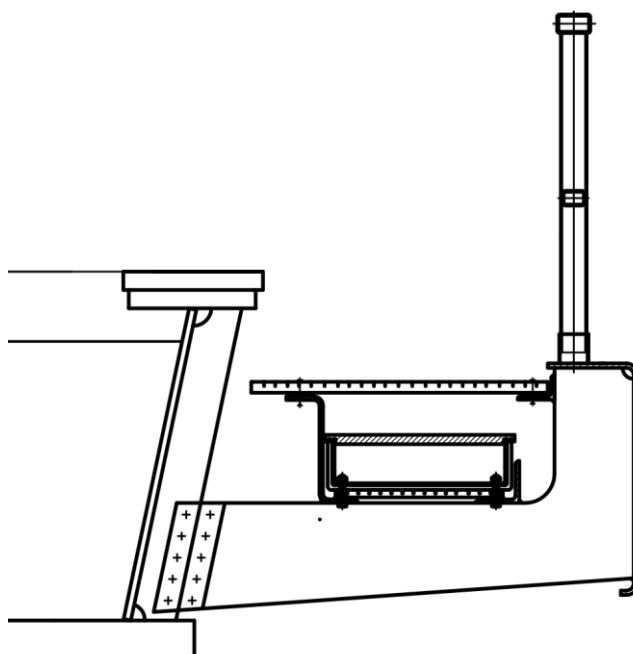
Na koncu konzole se pod monolitnim delom robnega venca na hidroizolacijo vgradi polimerni tesnilni trak (Slika 4.29).

ODVODNJAVANJE PREMOSITVENIH OBJEKTOV

4.2.2.2 Odvodnjavanje hodnikov in kinet na jeklenih mostovih

V primeru jeklenih prekladnih konstrukcij so službeni hodniki načeloma izvedeni iz odprtih pohodnih mrež, prav tako je dno kabelskih korit vodoprepustno.

Določila zajemajo le nove objekte, z zaprto prekladno konstrukcijo, torej ortotropno jekleno ploščo in zgornji ustroj tira s tirno gredo iz tolčenca ali tirom na togi podlagi, kjer je potrebno vodo zbirati in odvodnjavati. Za obstoječe objekte z odprto prekladno konstrukcijo se zgornja določila ne uporabljajo. Kadar sta službena pot in kabelsko korito zunaj nosilne konstrukcije, vode s službene poti in kabelskega korita ni potrebno zbirati in odvajati (slika 4.30).



Slika 4.30: Službena pot izven nosilne konstrukcije, npr. na konzolah

Kadar pa nosilna konstrukcija sega preko službene poti in kabelskega korita in segajo prečniki in ortotropna jeklena plošča pod službeno pot in kabelsko korito je Meteorno vodo potrebno zbirati in odvajati preko sistema odvodnje mostu.

4.2.3 Posebnosti pri uporabi podgrednih blazin pod tirno gredo

V primeru, da je pod tirno gredo položena dušilna blazina iz elastičnih umetnih materialov (zahteve po zmanjšanju hrupa ali večji trajnosti tolčenca), je le to potrebno izvesti tako, da ne ovira odvodnjavanja objekta.

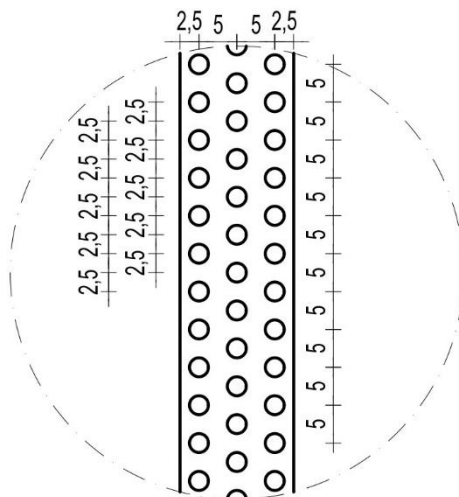
Izvedba pri izlivnikih se izdela po naslednjem postopku:

- Izvedba podgredne blazine na objektu z 0,8 x 0,8 m luknjo v območju izlivnika.
- Izdelava 1,0 x 1,0 m platna iz podgredne blazine z izrezanimi luknjami po shemi lukenj izlivnika.
- Izdelan kos podgredne blazine 1.0 x 1.0 m se položi na izlivnik in obreže področje, ki sega preko odprtine 0.8 x 0.8 m tako, da natančno nalega v odprtino.

ODVODNJAVANJE PREMOSITVENIH OBJEKTOV

- Spojitev obeh delov podgrednih blazin v celoto se izvede z lepljenjem flisnih trakov preko stičnih robov le-teh.

Kadar se podgredna blazina nadaljuje preko opornikov na cementno stabilizacijo zasipov, je na območju drenažnih zalednih sten potrebno izvesti luknje v dušilni blazini premera 22 mm, da se zagotovi odvodnjavanje preko zaledja opornika (slika 4.31)

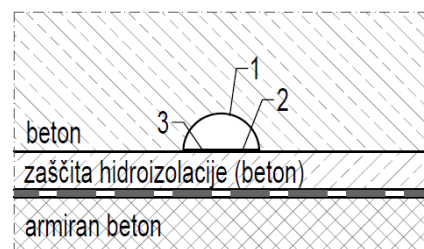
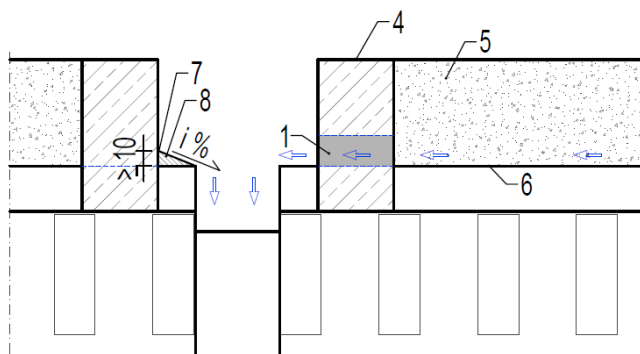


Slika 4.31: Izvedba perforacije podgredne blazine naobmočju izvedbe dreniranja zaledja

4.2.4 Odvodnjavanje pri tiru na togi podlagi

Konstrukcija tira na togi podlagi ne sme ovirati predvidenega načina odvajanja prekladne konstrukcije in po hidravličnem izračunu predvidenih prispevnih površin na izlivnik (slika 4.33).

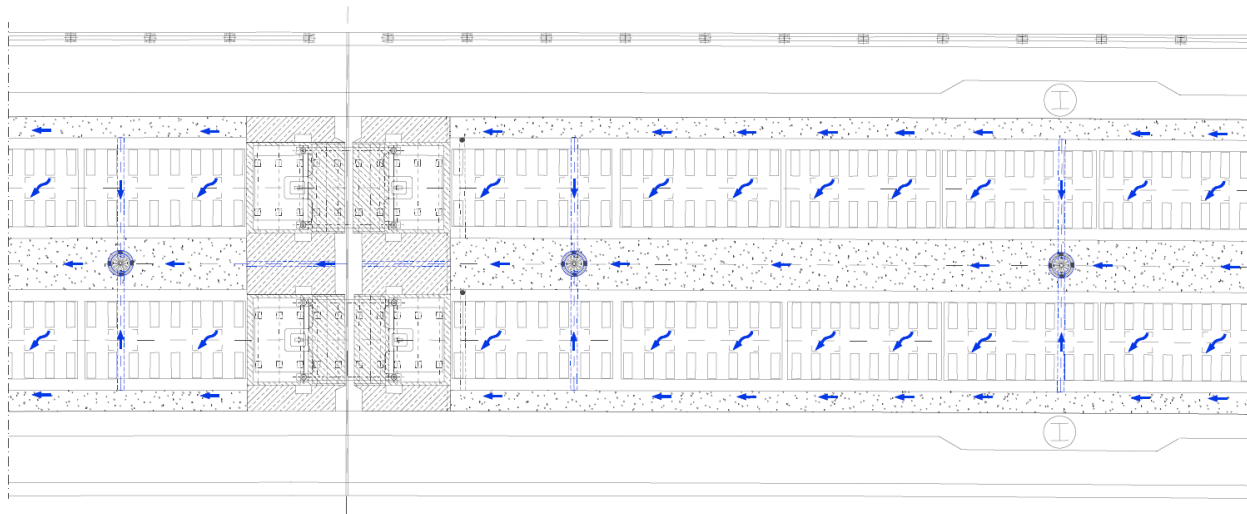
V ta namen je potrebno na nivo na zaščitni beton hidroizolacije pred izvedbo naklonskega beton položiti polovično PEHD cev DN200 v območju izlivnikov (slika 4.32).



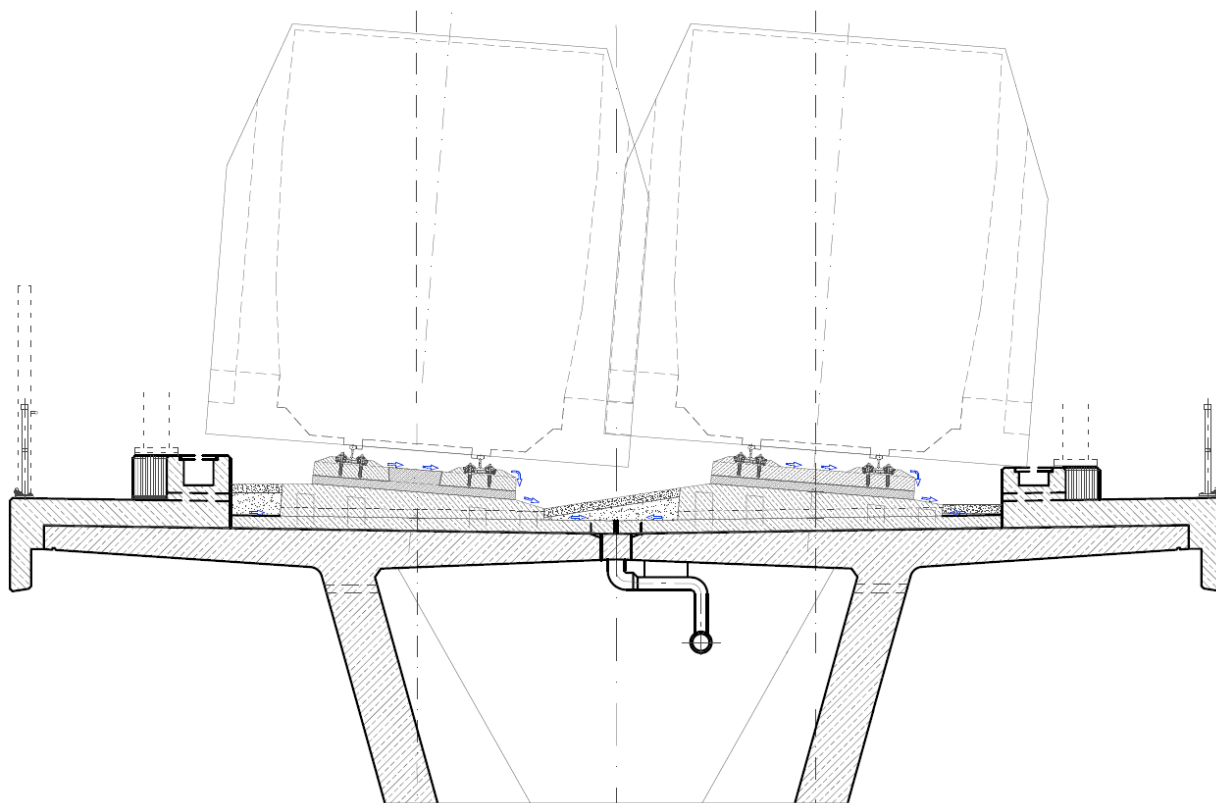
- 1 - polovična plastična cev DN200
- 2 - tanko lokalno polnilo za izravnavo, zaščitna betonske površine pod vsako polovično cevjo
- 3 - polnilo za beton (hrapava podlaga)
- 4 - varovalo gramoza
- 5- gramozno nasutje
- 6- izravnalni beton
- 7 - podlaga mora biti hrapava
- 8 - polnilo za beton debeline min. 3 cm

ODVODNJAVANJE PREMOSITVENIH OBJEKTOV

Slika 4.32: Izvedba prečne drenaže skozi togo tirno gredo in detajl dreniranja gramoznega vmesnega polnila pri dilataciji



Slika 4.33: Princip vodenja meteorne vode z objekta s tirom na togi podlagi



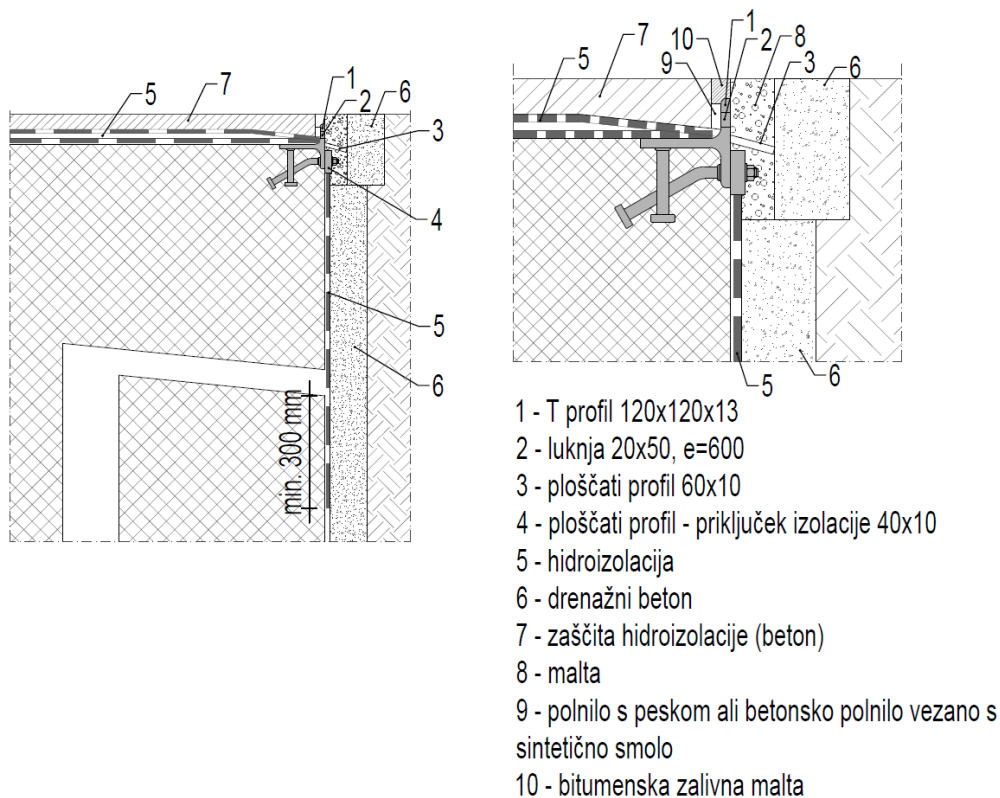
Slika 4.34: Zasnova prečne meteorne odvodnje pri objektu z večtirnno progo

Prav tako je potrebno pri objektih s prekladami iz več zavornih enot drenirati zaledje izven tira na togi podlagi (območje med hodniki/kinetami in tirom ali med tiri) po detajlu iz slike 4.34.

ODVODNJAVANJE PREMOSITIVNIH OBJEKTOV

4.2.5 Posebnosti pri prekladnih konstrukcijah izvedenih po tehnologiji potiskanja s strani

V primeru prekladnih konstrukcij, izvedenih po tehnologiji potiskanja s strani, se v primeru kratkih zapor izvede rešitev brez mostne dilatacije oz. z nizko ležečo rego med prekladno konstrukcijo in opornikom (slika 4.35 in slika 4.36).



Slika 4.35: Primer zaključka hidroizolacije

ODVODNJAVANJE PREMOSITVENIH OBJEKTOV

- Medsebojni kompatibilnosti materialov.

5.2 Materialne karakteristike tipičnih materialov odvodnje

Preglednica 5.1: Materialne karakteristike

Karakteristična vrednost	LTŽ	GRP	PE-HD	Nerjavno jeklo
E modul (radialno) [N/mm ²]	170.000	8.000	150 do 200	
E modul (vzdolžno) [N/mm ²]	170.000			200.000
Hrapavost k [-]	0,01	0,01	0,01	0,01
Togost cevi [N/mm ²]		10.000		
Radialna natezna trdnost [N/mm ²]	550	30 do 50		
Vzdolžna natezna trdnost [N/mm ²]	420	15 do 20	8 do 10	490 do 690
Priporočena razdalja podpiranja [m]		3		3,3

5.2.1 Plastike

Cevi iz polietilena visoke gostote morajo biti izvedene v skladu s SIST EN 13244-1, cevi iz polipropilena po ISO 15874.

Barve cevi iz PE-HD so praviloma črne. Možno je naročiti tudi sive, v barvi betona.

Deformacijski modul je odvisen od temperature in napetostnega stanja cevi.

Različni temperaturni razteznostni koeficient med betonom ali jeklom in plastiko zahteva izvedbo specialnih konstrukcijskih rešitev pri izvedbi sistema odvodnje.

5.2.2 Armirani poliester – GRP

GRP cevi so izdelane s pomočjo steklenih vlaken in poliesterske smole v skladu s standardi EN 14364.

Zahteve za GRP cevi so:

- Cevi in kolena so izdelani v skladu s SIST EN 1447.
- Spojke so prav tako izdelane iz GRP.
- Tesnila so izdelana iz EPDM materiala.

5.2.3 Litoželezne cevi – LTŽ

Cevi in kolena iz duktilnega litega železa s spajanjem s prirobnicami ali spojnicami se izvedejo v skladu s SIST EN 598.

Cevi in kolena iz litega železa brez spojnic se izvedejo v skladu s SIST EN 877.

ODVODNJAVANJE PREMOSITIVNIH OBJEKTOV

Zunanja površinska zaščita cevi za spajanje s spojnicami se izvede v naslednji sestavi:

- Elektrolitski ali termični nanos cinka v nanosu min. 200 g/m², debelini 30 mikronov.
- Temeljni premaz z dvokomponentnim epoksidnim premazom v debelini 120 mikronov.
- Dvojni pokrivni premaz z dvokomponentnim poliuretanskim premazom v debelini posameznega min. 80 mikronov, v temno sivi barvi.
- Skupna debelina zaščitnih slojev min. 310 mikronov.

Notranja zaščita cevi za spajanje s spojnicami se izvede s pomočjo nanosa cementne malte.

5.2.4 Pritrdilni material

Trajnost pritrdilnega materiala je v veliki meri odvisna od pogojev okolja in zahtevami za vzdrževanje sistema odvodnjavanja. Predpostavi se lahko, da so vse cevi na spodnji strani mostov izpostavljene vplivom slanice iz vodnega pršca.

Uporabijo se lahko samo sidra, primerna za natezne cone betona, izdelana iz nerjavnega austenitnega jekla iz preglednice 5.2.

Preglednica 5.2: Vrste nerjavnih jekel za uporabo pri odvodnji premostitvenih objektov

Kratko ime v skladu s SIST EN 10088-1	Material št.
X5CrNiMo 17-12-2	1.4401
X2CrNiMo 17-13-2	1.4404
X6CrNiMo 17-12-2	1.4571

6 Hidravlični izračun**6.1 Splošno**

Dimenzije posameznih konstruktivnih elementov odvodnjavanja se določajo na osnovi hidravličnega izračuna, ki je sestavni del projekta/načrta odvodnjavanja premostitvenega objekta. V poglavju so podane definicije vhodnih parametrov in obrazci, ki so potrebni za dimenzioniranje posameznih elementov odvodnje.

6.2 Količina in odtok vode

Od padavin sta za sistem odvodnjavanja in kanaliziranja najpomembnejša deževje in nalivi, ki so glede na letni čas, geografsko lego in trenutne meteorološke razmere, različni po izdatnosti in pogostosti. Vpliv drugih padavin (sneg, megla) za sistem odvodnjavanja niso pomembni.

Količina odtoka padavinske vode na neki prispevni površini znaša:

$$Q_{odt.} = \varphi * q'_{T(n)} * F \quad (6.1)$$

φ = koeficient odtoka (razmerje med količino dežja, ki pade na prispevno površino in količino vode, ki odteče v cevovod. Za premostitvene objekte = 1.0.),

q' = enotska jakost padavin [l/s*ha],

F = prispevna površina, na katero se nanaša odtok padavin [ha].

ODVODNJAVANJE PREMOSITVENIH OBJEKTOV

Enotska jakost naliva je enaka količini padavin v enoti časa na enoto površine. Določena je s pomočjo podatkov o intenziteti padavin:

$$q' = i * f = 166,6 * i [l/s * ha] \quad (6.2)$$

$$i = \frac{h}{t} \quad (6.3)$$

i = intenziteta padavin [mm/min],

h = višina padavin [mm],

t = trajanje naliva [min].

Podatki so pridobljeni na osnovi večletnih opazovanj s pomočjo merilnih naprav in statistično obdelani (povratne dobe za ekstremne padavine <https://crossrisk.eu/sl/climate>. Iz teh podatkov za določeno pogostost n določimo povezavo med enotsko jakostjo padavin q' in trajanjem padavin T :

$$q' = q'T(n) \quad (6.4)$$

Zaradi vse večkratnih ekstremnih pojavov padavin in klimatskih sprememb, je priporočljivo podatke iz merilnih postaj padavin povečati za 20 – 25 %.

Pogostost padavin n pomeni, kolikokrat je ob določenem trajanju padavin/naliva neka količina padavin dosežena ali presežena.

Zaradi zagotavljanja prometne varnosti in v zadnjem času pogostosti pojava ekstremnih padavin, je potrebno zagotoviti zanesljivo odvodnjavanje premostitvenih objektov za računske enotske jakosti nalivov s trajanjem $T = 10$ min in pogostostjo nalivov $n = 0.1$.

Vrednosti enotnih jakosti nalivov se povzamejo iz uradnih meteoroloških podatkov za lokacijo objekta.

Sistem odvodnjavanja in kanaliziranja premostitvenega objekta je potrebno z vidika hidravlike zasnovati tako, da je čas zbiranja vode do odtoka manjši ali enak času trajanja računskega naliva:

$$T \leq T_r \quad (6.5)$$

$$T = \frac{L}{v} \quad (6.6)$$

Čas zbiranja vode do odtoka na dolžini L s hitrostjo v .

6.3 Določitev potrebnega števila izlivnikov in potrebnega razmika med njimi

6.3.1 Objekti na cestah

Dopustna velikost prispevne površine premostitvenega objekta, ki pri odvodnjavanju odpade na en izlivnik F_{izl} določajo:

- vzdolžni sklon odvodnjavanja roba objekta,
- prečni sklon, ki je min. 2,5 – 3 %,
- enotska jakost naliva (q'),

ODVODNJAVANJE PREMOSTITVENIH OBJEKTOV

- dopustna širina vodnega toka na robu objekta (\checkmark),
- požiralna sposobnost izlivnika.

Širina vodnega toka na robu objekta (\checkmark), ki ga voznik tudi ob močnih nalivih ne sme doseči s svojim vozilom, sme znašati:

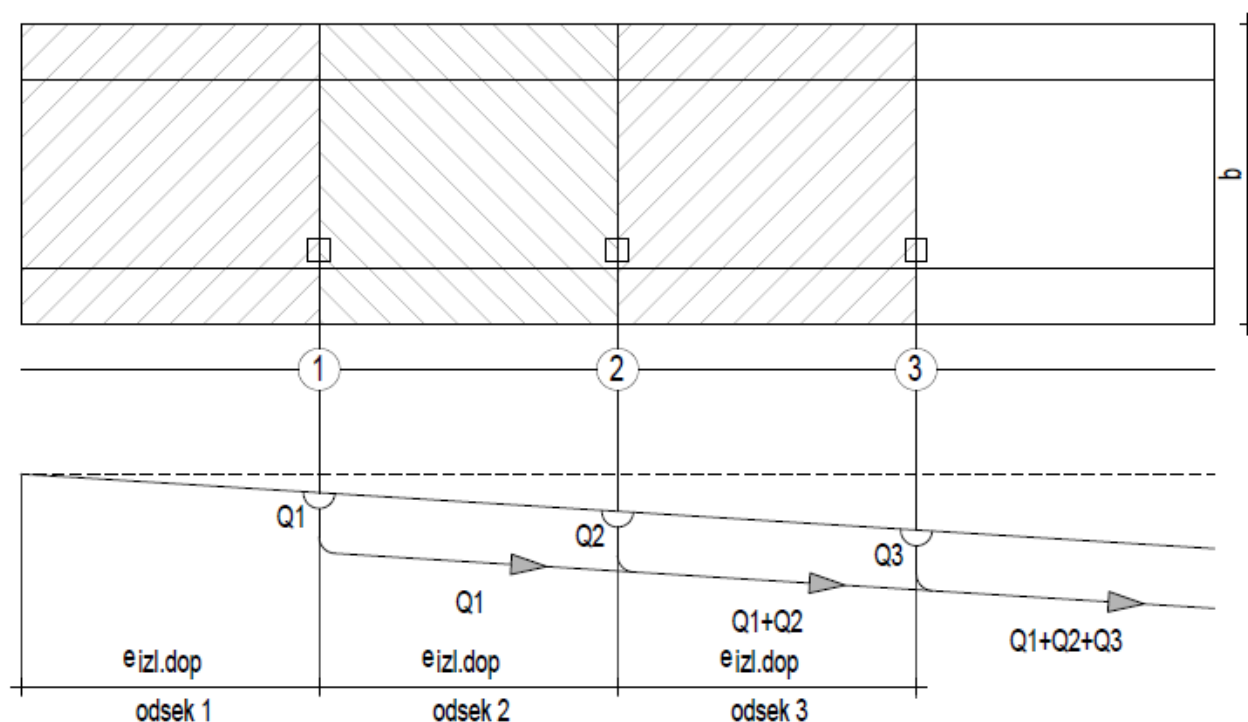
- 1,50 m na premostitvenih objektih z odstavnim pasom širine 2,50 m,
- 1,00 m na vseh ostalih objektih.

Velikost prispevne površine, ki pade na en izlivnik:

$$F_{izl} = e_{izl} \times b \quad (6.7)$$

e_{izl} = razdalja med izlivniki,

b = širina odvodnjavane površine mostu, ki pade na en izlivnik.



Slika 6.1: Površina, ki pade na en izlivnik

Razmik med izlivniki je določen z dopustno dotočno količino vode $Q_{izl,dop}$ [l/s], ki lahko pade na en izlivnik oz. požiralno sposobnost izlivnika.

$$Q_{izl,dop} \geq Q_{dot} = \varphi \times q^{\checkmark} \times F_{izl} \quad (6.8)$$

Izlivnik mora biti dimenzioniran na prevodnost vsaj 10 l/s, če je pravilno vgrajen na vozišču s prečnim sklonom 3 % in vzdolžnim sklonom 3,50%. Pri manjših prečnih in vzdolžnih sklonih je potrebno pri določanju površine odvodnje posameznega izlivnika računati z manjšo požiralno sposobnostjo. S tem se prepreči, da bi širina vodnega toka ob robu vozišča presegla 1,50 oz. 1,00 m.

ODVODNJAVANJE PREMOSITVENIH OBJEKTOV

Pri vsakem izlivniku steče del dotekajoče vode preko rešetke izlivnika naprej, vendar je ta količina pri hidravlično ugodnih rešetkah in vzdolžnih nagibih pod 5 % in pri količini vode, ki ne presega požiralne sposobnosti majhna.

Pri večjih nagibih (> 5 %) teče precejšen del vode preko rešetke naprej tudi pri dotekajoči količini, ki je pod požiralno sposobnostjo izlivnika. Ta količina je odvisna predvsem od konstrukcije rešetke izlivnika in jo je potrebno dokazati s preizkusom. Vrednosti $Q_{izl.dop}$ so glede na prečni sklon vozišča, vzdolžni sklon roba vozišča ter lokacije izlivnika (na robu prometnega ali odstavnega pasu) podane v preglednici 6.1.

Preglednica 6.1: Dopustne požiralne sposobnosti izlivnikov

Vzdolžni nagib v % na robu premostitvenega objekta v liniji izlivnikov	Prečni nagib 2.5 %. Izlivniki na robu odstavnega pasu širine 2.50 m	Izlivnik na robu prometnega pasu	Prečni nagib 3.0 %. Izlivniki na robu odstavnega pasu širine 2.50 m	Izlivnik na robu prometnega pasu
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 požiralna sposobnost izlivnika ob upoštevanju njenega zmanjšanja zaradi vpliva velikega vzdolžnega sklona				

Vrednosti so povzete po švicarskih smernicah. Za zadnji izlivnik na objektu, gledano v smeri vodnega toka, je potrebno upoštevati polovično dopustno dotočno količino vode. S tem se prepreči odtekanje vode z objekta preko dilatacije.

6.3.2 Objekti na železnicah

Pri objektih na železnicah širina vodnega toka nima bistvenega vpliva na varnost prometa, zato se lahko za požiralno sposobnost izlivnika vzame vrednost 10 l/s ne glede na naklon in lego izlivnika.

6.4 Dimenzioniranje odvodnih cevi

Dimenzioniranje zbirnega cevovoda se izvede po odsekih od izlivnika do izlivnika. Računa se s polnim profilom cevi. Za dimenzioniranje cevi se uporabijo naslednje enačbe:

$$Q_c = v \times S \quad (6.9)$$

Q = pretočna količina [m³/s],

S = prerez cevi [m²],

v = hitrost vode v cevi [m/s],

ki se izračuna po De Chezy-jevem obrazcu z vstavljenim koeficientom trenja po Manning – Strickler-jevem obrazcu:

$$v = \frac{1}{n_G} \times R^{\frac{2}{3}} \times i^{\frac{1}{2}} \quad (6.10)$$

n_G = Manningov koeficient hrapavosti, ki je odvisen od vrste materiala cevi

ODVODNJAVANJE PREMOSTITVENIH OBJEKTOV

$$k = \frac{1}{n_G} \quad (6.11)$$

k = po tabelah in po podatkih proizvajalcev znaša 75 – 90, pri čemer so že upoštevane lokalne izgube v lokih in stikih.

Preglednica 6.2: Koeficienti hrapavosti za različne materiale

material	n_G
medenina in steklo	0.009 – 0.015
les	0.010 – 0.013
LTŽ – duktil	0.011 – 0.015
Železo	0.012 – 0.015
pocinkane	0.013 – 0.017
keramika	0.011 – 0.017
beton	0.012 – 0.018
PVC	0.009 – 0.012
GRP	0.010 – 0.012

Prispevna količina vode na odvodno cev:

$$Q = \frac{q' \times F_{odv}}{10.000} \quad (6.12)$$

Q' = enotska jakost naliva,

F_{odv} = prispevna površina ki pade na cev.

Za izračun se lahko uporabijo tabele ali diagrami poljubne literature, ki obravnava hidravlično dimenzioniranje cevovodov. Le ti so izdelani za različne materiale oz. hrapavosti cevi. Pri dimenzioniranju cevi se praviloma uporabijo podatki iz izjave o skladnosti cevi (CE oznaka).

V preglednici 6.3 so podane vrednosti za polne okrogle prereze cevi za premere DN150, DN200, DN250 in DN300 mm, ki so običajni v sistemu odvodnjavanja in kanaliziranja premostitvenih objektov.

ODVODNJAVANJE PREMOSTITVENIH OBJEKTOV

Preglednica 6.3: Vrednosti za v in Q za okrogle cevovode po De Chezy-jevem obrazcu za hitrost s koeficientom trenja C po Streckler-Manningu z upoštevanim koeficientom hrapavosti $n_G = 0.013$

i [%]	DN150		DN200		DN250		DN300	
	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]	v [m/s]	Q [l/s]
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	236.8
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

6.5 Praktični primer izračuna

Vhodni podatki:

- Računski čas trajanja naliva: $T_r = 10$ min
- Pogostost naliva: $n = 0,1$ (10 let)
- Merilno mesto: Ljubljana
- Višina padavin: $h = 20$ mm
- Enotska jakost odтока: $q' = 333.2$ [l/(s*ha)]
- Objekt brez odstavnega pasu
- Širina objekta: $b = 15,0$ m
- Dolžina odvodnjavane površine: $L = 52,0$ m
- Prečni sklon: 3,0 %
- Vzdolžni sklon: 1,0 %

Ob upoštevanju, da je izlivnik ob robu prometnega pasu in glede na vzdolžni in prečni sklon, odčitamo iz tabele dopustno odtočno količino vode na en izlivnik:

$$q_{izl,dop} = 5,5 \text{ l/s}$$

Določitev razmakov med izlivniki:

$$e_{izl,dop} = \frac{10.000 \times Q_{izl,dop}}{q' \times b}$$

$$e_{izl,dop} = \frac{10.000 \times 5,5}{333,2 \times 15}$$

ODVODNJAVANJE PREMOSITIVENIH OBJEKTOV

$$e_{izl,dop} = 11,00 \text{ m}$$

Razdalja med izlivniki znaša 11,0 m.

Določitev premerov odvodnih cevi:

- Premer cevi: $D = 200 \text{ mm}$
- Površina prereza: $S = 0,0314 \text{ m}^2$
- Hitrost pretoka pri $i = 2\%$: $v = 1,22 \text{ m/s}$
- Prevodnost polnega profila (iz tabele): $Q_{dop.} = 46,4 \text{ l/s}$

$$Q_{dej} = S \times v = 0,0383 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 38,31 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

$$Q_{dej} = 38,31 \frac{\text{l}}{\text{s}} < Q_{dop} = 46,4 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

Maksimalna prispevna količina dotoka vode Q_d iz celotne odvodnjavane površine za dani primer znaša:

$$Q_d = \frac{q' \times L \times b}{10.000} = \frac{333,2 \times 52 \times 15}{10.000} = 25,98 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

Ta je manjši od prevodne sposobnosti izbranega cevovoda na zadnjem odseku. Postopek lahko izvedemo z več iteracijami izračunov prevodnosti za posamezen premer cevovoda.

Preglednica 6.4: Tabelarični prikaz izračuna za dani primer

Odsek	L _{ods.} [m]	b [m]	F _{ods.} [m ²]	Q _{odt.} [l/s]		DN [mm]	i [%]	v [m/s]	Q _{cevi} [l/s]	T _{odt.} [s]	
				izlivnik	skupaj					odsek	skupaj
1 – 2	11	15	165	5.5	5.5	200	2	1.48	46.4	7.5	7.5
2 – 3	11	15	165	5.5	11.0	200	2	1.48	46.4	7.5	15.0
3 – 4	11	15	165	5.5	16.5	200	2	1.48	46.4	7.5	22.5
4 – 5	11	15	165	5.5	22.0	200	2	1.48	46.4	7.5	30.0
5 – 6	11	15	165	5.5	27.5	200	2	1.48	46.4	7.5	37.5

7 Vzdrževanje sistema odvodnje

7.1 Splošno

Neustrezno projektiranje, izvedba in/ali vzdrževanje sistema odvodnjavanja na premostitvenih objektih lahko pomembno vpliva na kvaliteto vgrajenih osnovnih materialov ter pojav različnih poškodb premostitvenih objektov. Ti sčasoma vodijo k pomembnemu zmanjšanju predvsem trajnosti, pa tudi nosilnosti in/ali stabilnosti posameznih konstrukcijskih elementov ter s tem objekta kot celote.

Večina poškodb, ki izhaja iz neustreznega odvodnjavanja, je povezanih s prekomernim zamakanjem meteorne vode iz vozišča. Le-ta pogosto vsebuje snovi, škodljive za osnovne konstrukcijske materiale, kot sta na primer beton in jeklo, kar še dodatno pospeši proces propadanja osnovnih konstrukcijskih materialov.

V praksi so najpogostejše poškodbe zaradi prisotnosti kloridov v vodi, katerih vir je navadno zimsko soljenje vozišč. Temu primerno so tovrstnim poškodbam bolj podvrženi cestni premostitveni objekti.

ODVODNJAVANJE PREMOSITVENIH OBJEKTOV

Zamakanje zaradi neustreznega odvodnjavanja je eden ključnih vzrokov nastajanja poškodb na armiranobetonskih, prednapetih, jeklenih in sovprežnih premostitvenih objektih. Posledično ti pogosto ne dosežejo projektirane življenjske dobe.

Zaradi prej omenjenih prisotnosti agresivnih snovi v vodi, ki zamaka iz vozišča po konstrukcijskih elementih premostitvenih objektov, se pojavljajo predvsem poškodbe, povezane s korozijo armature oziroma jeklenih elementov. Te so še posebej pogoste, kadar je zamakanje prisotno na (starih) premostitvenih objektih s premajhnim zaščitnim slojem betona nad armaturo.

7.2 Dostopnost odvodnega sistema

Vsi deli odvodnje morajo biti ves čas dostopni za čiščenje, vzdrževanje in pregledovanje.

Vzdolžni odvodni sistemi, nameščeni med glavnimi nosilci preklade, morajo biti dostopni s posebnimi vzdrževalnimi napravami.

Na vsakem spodnjem zaključku vertikalne odtočne cevi mora biti predviden jašek/peskolov, ki služi tudi za kontrolo in čiščenje vertikalne odvodne cevi.

7.3 Čiščenje in vzdrževanje odvodnega sistema

Odvodni sistem je potrebno zasnovati na način, da je omogočeno redno vzdrževanje in čiščenje.

Čiščenje vzdolžne zbirne odvodnje se vrši preko čistilnih jaškov. Razmik med čistilnimi jaški ne sme biti večji kot 70 m.

Čistilne jaške je potrebno usmeriti proti vodnemu toku, da je možno visokotlačno spiranje cevi v nasprotni smeri vodnega toka.

Čistilni jaški morajo biti opremljeni s pokrovom, da v njih iz vozišča ne doteka voda, ki bi motila smer vodnega toka v odvodni cevi. Običajno se postavijo takoj za izlivniki na nižji strani.

8 Projekt sistema odvodnjavanja in kanaliziranja premostitvenega objekta

Projekt sistema odvodnje je sestavni del načrta premostitvenega objekta.

V nižjih fazah projektne dokumentacije se predvidi način odvodnje (kontrolirana odvodnja, položaj izlivnikov, itd). Način odvodnje namreč pomembno vpliva na konstruiranje prečnega prereza preklade mosta.

V projektu za izvedbo se:

- Izdela dispozicija odvodnje v primernem merilu (tloris, vzdolžni prerez, prečni prerez).
- Prikaže karakteristične detajle (nagibi cevi, pozicije fiksnih in pomičnih obešanj, lokacije čistilnih komadov, jaškov, itd.).
- Izvede hidravlični izračun, če je glede na velikost objekta potreben.

9 Literatura

Richtlinien für den Entwurf, die konstruktive Ausbildung und Ausstattung von Ingenieurbauten (RE-ING), Teil 2 Brücken, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur

ODVODNJAVANJE PREMOSTITVENIH OBJEKTOV

Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING), Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur

Richtzeichnungen für Ingenieurbauwerke (RIZ-ING), Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur

Richtlinie 804, Modul 804.9010 - Richtzeichnungen für stählerne Eisenbahnbrücken, DB RIL 804, 2012

Richtlinie 804, Modul 804.9020K15 - Rahmenplanung Talbrücke, Kapitel 11, Entwässerung, DB RIL 804, 2003

Richtlinie 804, modul 804.9030 - Bauteile für massive (Eisenbahn-) Brücken, DB-RIL 804, 2012

Entwässerung (Mulden und Graben), Autobahndirektion Nordbayern

RVS 15.04.31 Brückenentwässerung, Bundesministerium für Verkehr und Technologie

Eisenbahnbrücken und konstruktive Ingenieurbauwerke, OBB infra

Planungshandbuch Brücke, Technische Richtlinie, ASFINAG

Richtlinien für konstruktive Einzelheiten von Brücken, Teil 6 Entwässerung, Bundesamt für Straßenbau

Pravilnik o spodnjem ustroju železniških prog

ODVODNJAVANJE PREMOSTITVENIH OBJEKTOV