

**Ministerstvo dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja SR
Sekcia cestnej dopravy a pozemných komunikácií**

TP 11/2012

TECHNICKÉ PODMIENKY

**ODVODNENIE MOSTOV
NA POZEMNÝCH KOMUNIKÁCIÁCH**

účinnosť od: 20.12.2012

Október 2012

OBSAH

1	Úvodná kapitola	2
	Predhovor	2
1.1	Predmet technických podmienok (TP)	2
1.2	Účel TP	2
1.3	Použitie TP	2
1.4	Vypracovanie TP	2
1.5	Distribúcia	2
1.6	Účinnosť TP	2
1.7	Nahradenie predchádzajúcich predpisov	3
1.8	Súvisiace právne predpisy	3
1.9	Súvisiace a citované normy	3
1.10	Súvisiace a citované technické predpisy	5
1.11	Literatúra:	5
1.12	Použité skratky	5
2	Názvoslovie	5
3	Všeobecné zásady pre odvodnenie cestných mostov	7
3.1	Odvedenie vody z povrchu mosta	7
3.2	Odvedenie vody z vozovkového súvrstvia, z izolačnej vrstvy prípadne z ochrannej vrstvy ..	8
3.3	Odvedenie vody z oblastí zvlášť dôležitých konštrukčných prvkov (ložiská, mostné závery, úložné prahy, atď.)	8
4	Stanovenie množstva vody, ktoré treba odvieť z mosta	8
5	Odvodňovače	9
5.1	Súčasti odvodňovačov	9
5.2	Návrh odvodnenia	10
5.3	Návrh odvodňovačov s použitím odvodňovacích systémov	11
5.4	Individuálny návrh odvodňovačov - továrenská výroba	11
6	Potrubný systém	11
6.1	Zostava prvkov	11
6.2	Návrh potrubného systému	12
6.3	Materiálové zabezpečenie potrubných systémov	13
6.4	Napojenie odvodnenia mosta do zbernej sústavy a na okolitý kanalizačný systém	13
7	Odvodňovací žľab	17
7.1	Prvková zostava	17
8	Podpovrchové odvodnenie	19
8.1	Projekčno-konštrukčné zásady odvedenia vody z povrchu izolácie	19
9	Zásady úprav povrchu mosta so zreteľom na odvodnenie mostov	22
10	Údržba a čistenie odvodňovacieho zariadenia	23
11	Ochrana proti korózii	23
	Poznámka	23
	Príloha	23

1 Úvodná kapitola

Predhovor

Odvodnenie mostov patrí do oblasti mostného zvršku mostov, ktoré rieši jeden z najdôležitejších problémov mostného staviteľstva. V posledných dvadsiatich rokoch sa tomuto problému venuje odpovedajúca pozornosť i vážnosť. Degradačné účinky vody v mostnom objekte sa prejavili ako veľmi zásadné a redukovali nielen jeho životnosť, ale veľmi často zvyšovali náklady na jeho údržbu. V minulosti používané nesystémové riešenie odvedenia vody z povrchu vozovky mostu a z vozovkového súvrstvia, spôsobovalo prienik vody do nosnej konštrukcie mosta a často i znižovalo jeho úžitkové vlastnosti, najmä zníženie jeho nosnosti.

V poslednom desaťročí bolo navrhnuté a zrealizované komplexné a systémové riešenie mostného odvodnenia vo všetkých podrobnostiach. Inovačné materiály i konštrukcie jednotlivých podobností mostného odvodnenia zabraňujúce prieniku vody, ako do vlastnej konštrukcie mostu, tak k citlivým jednotlivým prvkom mosta (mostné závery, ložiska a pod.), sú už úspešne použité na novo realizovaných stavbách. Tento TP okrem aktualizácie technickej legislatívy zahŕňa skúsenosti z realizácie mostných stavieb za posledných dvadsať rokov v Slovenskej republike, ale i v zahraničí. Inovované produkty z tejto oblasti ako aj novelizované dokumenty zaoberajúce sa touto, predtým podceňovanou problematikou, sú súčasťou týchto TP. Okrem týchto poznatkov tieto TP zohľadňujú skúsenosti a požiadavky na údržbu mostov.

1.1 Predmet technických podmienok (TP)

Tieto TP sú určené pre projektantov, stavebných dozorov investora, investorov a zhotoviteľov. Riešia problematiku odvodnenia mostných objektov, definuje prvky odvodnenia a materiály. Jednotlivé prvky odvodnenia (výrobky a materiály) musia byť v súlade s príslušnou legislatívou, normami a schválenými rezortnými predpismi. Do TP sa zapracovali najnovšie poznatky s aktualizáciou sústavy STN, EN a nadväzných technických predpisov.

1.2 Účel TP

Tieto TP sú určené pre projektantov, stavebných dozorov investora, investorov a zhotoviteľov. TP sú záväzné pre projektovanie a vyhotovenie odvodnenia mostov na pozemných komunikáciách pre všetkých obstarávateľov. Pri opravách a rekonštrukciách mostov sa môžu vyskytnúť prekážky, ktoré znemožňujú plné zosúladenie navrhovaného technického riešenia s týmito TP. V takomto prípade je potrebné dosiahnuť minimálne rozdiely medzi navrhovaným technickým riešením a týmito TP.

1.3 Použitie TP

Tieto TP sa vzťahujú na projektovanie, výstavbu, opravu alebo rekonštrukciu všetkých mostov bez ohľadu na obstarávateľa alebo správcu. Ustanovenia TP platia aj pre projektovanie a vyhotovenie odvodnenia lávok pre peších a pre cyklistov.

1.4 Vypracovanie TP

Tieto TP na základe objednávky Slovenskej správy ciest (SSC) vypracovala Projektová stavebná kancelária, Dudvážska 29, 821 07 Bratislava.

Zodpovedný riešiteľ: Ing. Ladislav Bača, CSc., tel. č. 02/4552 4646, e-mail: l.baca@mail.t-com.sk.

1.5 Distribúcia

Elektronická verzia TP sa po schválení zverejní na webovej stránke SSC: www.ssc.sk (technické predpisy) a na webovej stránke MDVRR SR: www.mindop.sk (doprava, cestná doprava, cestná infraštruktúra, technické predpisy).

1.6 Účinnosť TP

Tieto TP nadobúdajú účinnosť dňom uvedeným na titulnej strane.

1.7 Nahradenie predchádzajúcich predpisov

Tieto TP nahrádzajú TP SSC 02/2003 Odvodnenie mostov na pozemných komunikáciách, SSC z roku 2003 v celom rozsahu.

1.8 Súvisiace právne predpisy

- [Z1] Zákon č. 50/1976 Zb. o územnom plánovaní a stavebnom poriadku (stavebný zákon) v znení neskorších predpisov;
- [Z2] zákon č. 135/1961 Zb. o pozemných komunikáciách (cestný zákon) v znení neskorších predpisov;
- [Z3] vyhláška FMD č. 35/1984 Zb., ktorou sa vykonáva zákon o pozemných komunikáciách (cestný zákon) v znení neskorších predpisov;
- [Z4] zákon č. 124/2006 Z. z., zákonník práce v znení neskorších predpisov;
- [Z5] zákon č. 90/1998 Z. z. o stavebných výrobkoch v znení neskorších predpisov;
- [Z6] zákon č. 264/1999 Z. z. o technických požiadavkách na výrobky a o posudzovaní zhody a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov;
- [Z7] vyhláška SÚBP č. 59/1982 Zb., ktorou sa určujú základné požiadavky na zaistenie bezpečnosti práce a technických zariadení v znení neskorších predpisov;
- [Z8] vyhláška MDPT č. 55/2008 Z. z. projektovej dokumentácie diaľnic a ciest pre motorové vozidlá;
- [Z9] vyhláška SÚBP a SBÚ č. 374/1990 Zb. o bezpečnosti práce a technických zariadení pri stavebných prácach v znení neskorších predpisov;
- [Z10] vyhláška MVR SR č. 558/2009 Z. z., ktorou sa ustanovuje zoznam stavebných výrobkov, ktoré musia byť označené, systémy preukazovania zhody a podrobnosti o používaní značiek zhody, v znení neskorších predpisov;
- [Z11] zákon č. 8/2009 Z. z. o cestnej premávke a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov;
- [Z12] vyhláška MV SR č. 9/2009 z. z., ktorou sa vykonáva zákon o cestnej premávke a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov;
- [Z13] zákon č. 124/2006 Z. z. o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov.

1.9 Súvisiace a citované normy

STN 03 8204	Určovanie koróznej agresivity atmosfér pre kovy a kovové povlaky
STN EN ISO 12944-5 (67 3110)	Náterové látky. Protikorózna ochrana oceľových konštrukcií ochrannými náterovými systémami. Časť 5: Ochranné náterové systémy (ISO 12944-5: 2007)
STN 03 8260	Ochrana oceľových konštrukcií proti atmosférickej korózii. Predpisovanie, vykonávanie, kontrola kvality a údržba
STN EN ISO 1461 (03 8558)	Zinkové povlaky na železných a oceľových výrobkoch vytvorené ponorným žiarovým zinkovaním. Požiadavky a skúšobné metódy (ISO 1461: 2009)
STN 73 6101	Projektovanie ciest a diaľnic
STN 73 6200	Mostné názvoslovie
STN 75 0111	Vodné hospodárstvo. Názvoslovie hydrogeológie
STN 73 6201	Projektovanie mostných objektov
STN 73 6242	Vozovky na mostoch pozemných komunikácií. Navrhovanie a požiadavky na materiály
STN 75 6101	Stokové siete a kanalizačné prípojky
STN EN 13476-1 (64 3218)	Potrubné systémy z plastov pre beztlakové kanalizačné potrubia a stoky uložené v zemi. Potrubné systémy so štruktúrovanou stenou z nemäkčeného polyvinylchloridu (PVC-U), polypropylénu (PP) a polyetylénu (PE). Časť 1: Všeobecné požiadavky a funkčné charakteristiky
STN EN 13476-2	Potrubné systémy z plastov pre beztlakové kanalizačné potrubia a stoky

(64 3218)	uložené v zemi. Potrubné systémy so štruktúrovanou stenou z nemäkčeného polyvinylchloridu (PVC-U), polypropylénu (PP) a polyetylénu (PE). Časť 2: Špecifikácie rúr a tvaroviek s hladkým vnútorným a vonkajším povrchom a systému, typ A
STN EN 124 (13 6301)	Vtokové mreže dažďových vpustov a poklopy vstupných šácht pre pozemné komunikácie. Konštrukčné požiadavky, typové skúšanie označovanie, kontrola kvality
STN EN 206-1 (73 2403)	Betón. Časť 1: Špecifikácia, vlastnosti, výroba a zhoda
STN 73 6713	Dažďové vpusty
STN P CEN/TS 14578 (73 6633)	Potrubné systémy z plastov na zásobovanie vodou alebo na kanalizáciu. Sklené lamináty (GRP) na báze nenásytenej polyesterovej živice (UP). Odporúčaný postup inštalovania
STN 73 6209	Zaťažovacie skúšky mostov
STN EN 1433/A1 (73 6135)	Odvodňovacie žľaby pre pozemné komunikácie. Triedenie, návrhové a skúšobné požiadavky, označovanie a hodnotenie zhody
STN ISO 6707-1 (73 0000)	Pozemné a inžinierske stavby. Slovník. Časť 1: Všeobecné termíny
STN 03 8260	Ochrana oceľových konštrukcií proti atmosférickej korózii. Predpisovanie, vykonávanie, kontrola kvality a údržba
STN EN ISO 1460 (03 8552)	Kovové povlaky. Žiarové povlaky zinku na železných podkladoch nanášané ponorením. Gravimetrické stanovenie plošnej hmotnosti (ISO 1460: 1992)
STN EN 13438 (67 2022)	Náterové látky. Práškové organické povlaky na zinkované alebo šerardované oceľové povrchy na konštrukčné účely
STN EN 1062-1 (67 2020)	Náterové látky. Náterové látky a náterové systémy na vonkajšie murivo a betón. Časť 1: Klasifikácia
STN EN ISO 9223 (03 8202)	Korózia kovov a zliatin. Korózna agresivita atmosfér. Klasifikácia, stanovenie a odhad (ISO 9223: 2012)
STN EN ISO 9224 (03 8203)	Korózia kovov a zliatin. Korózna agresivita atmosfér. Smerné hodnoty pre stupne koróznej agresivity (ISO 9224: 2012)
STN EN ISO 9225 (03 8209)	Korózia kovov a zliatin. Korózna agresivita atmosfér. Meranie parametrov prostredia ovplyvňujúcich koróziu agresivitu atmosfér (ISO 9225: 2012)
STN EN ISO 9226 (03 8210)	Korózia kovov a zliatin. Korózna agresivita atmosfér. Stanovenie koróznej rýchlosti normalizovaných vzoriek na vyhodnocovanie koróznej agresivity (ISO 9226: 2012)
STN EN ISO 14922-3 (03 8709)	Žiarové striekanie. Požiadavky na kvalitu žiarovo striekaných štruktúr. Časť 3: Štandardné požiadavky na kvalitu (ISO 14922-3: 1999)
STN EN 12502-4 (03 8021)	Ochrana kovových materiálov pred koróziou. Návod na hodnotenie pravdepodobnosti korózie v rozvodoch a zásobníkoch vody. Časť 4: Vplyv faktorov na nehrdzavejúce ocele
STN EN ISO 16276-1 (03 8030)	Ochrana oceľových konštrukcií pred koróziou. Stanovenie priľnavosti/súdržnosti (medza lomu) suchého filmu a kritéria prijateľnosti. Časť 1: Skúšky odtrhom (ISO 16276-1: 2007)
STN EN ISO 8044 (03 8001)	Korózia kovov a zliatin. Základné termíny a definície (ISO 8044: 1999)
STN EN 1504 (73 2101)	Výrobky a systémy pre ochranu a opravy betónových konštrukcií. Definície, požiadavky, riadenie kvality a hodnotenie zhody

1.10 Súvisiace a citované technické predpisy

- [T1] Typizačná smernica TSm-V-706 Vybavenie mostov a súčasti nosnej konštrukcie mostov, MV SR - Správa dopravy: 1986;
- [T2] VL 4/2012 Mosty, MDVRR SR: 2012;
- [T3] TP 9A/2005 Prehliadky, údržba a opravy cestných komunikácií. Diaľnice, rýchlostné cesty a cesty, MDVRR SR: 2005;
- [T4] TKP časť 4 Odvodňovacie zariadenia a chráničky pre inžinierske siete MDPT SR: 2010;
- [T5] TP 09/2012 Katalóg porúch mostných objektov na diaľniciach, rýchlostných cestách a cestách I., II. a III. triedy, MDPT SR: 2007;
- [T6] TP 05/2004 Protikorózna ochrana oceľových konštrukcií mostov, MDPT SR: 2004;
- [T7] TKP časť 21 Ochrana konštrukcií proti korózií SSC: 2000;
- [T8] TKP časť 0 Všeobecne, MDVRR SR: 2012.

1.11 Literatúra:

- [L1] Brückenausrüstung - Brückenentwässerung (Rakúske predpisy pre odvodnenie mostov), Spolkové ministerstvo hospodárstva: 1992, pre Spolkovú správu ciest.
- [L2] TP MDČR 107/ 2009 Technické podmienky odvodnenia mostov pozemných komunikácií.
- [L3] RAS Richtlinien für Anlage von Strassen RAS, teil Entwässerung RAS-EW – Ausgabe 1987 (nemecký predpis pre odvodnenie komunikácií a mostov).
- [L4] Podklady pre návrh odvodnenia mostov – Kunštátsky, Zúda“, Inžinierske stavby 3/1973.

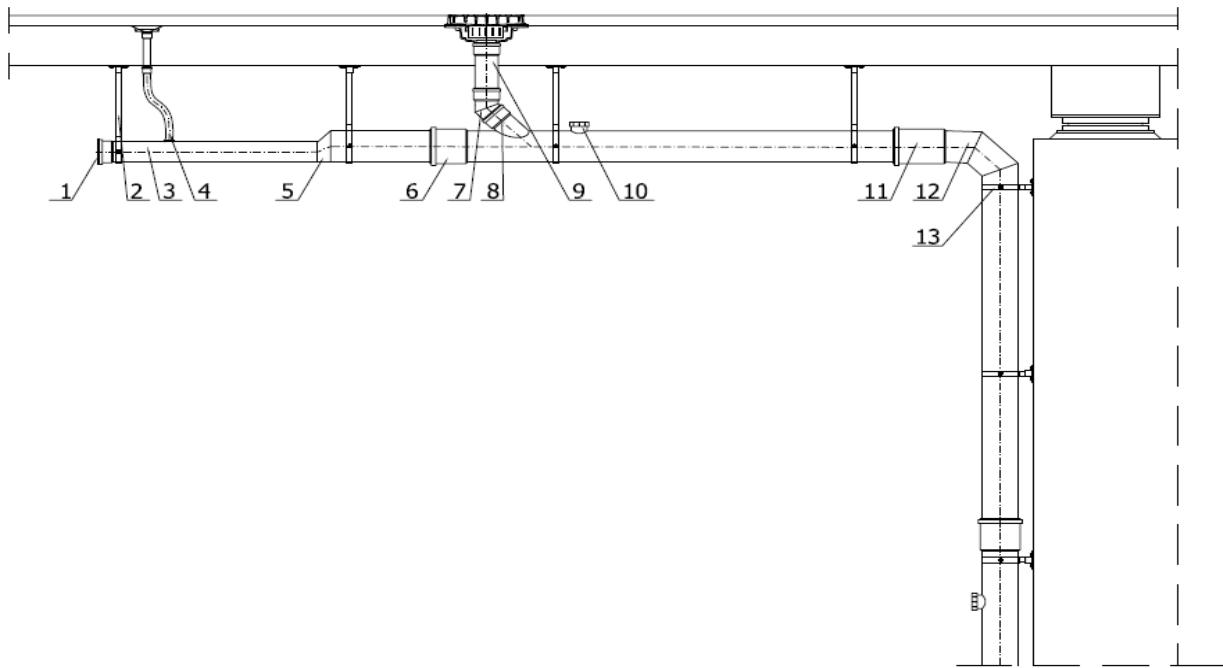
1.12 Použité skratky

- PD Projektová dokumentácia
- DÚR Dokumentácia na územné rozhodnutie
- DSP Dokumentácia na stavebné povolenie
- VTD Výrobno-technická dokumentácia
- PP polypropylén
- PE polyetylén
- GRP sklolaminát
- PKO protikorózna ochrana
- AC asfalto-betón
- SMA nízkoheľbné asfaltové mastixové koberce
- MA liaty asfalt
- TDI technický dozor investora
- MZ mostný záver

2 Názvoslovie

- odvodňovacie zariadenie** - mostné vybavenie, ktoré sa ako súčasť mostného odvodňovacieho systému skladá z nasledovných všetkých alebo len niektorých častí: (odvodňovač, odvodňovacia rúrka izolácie, odvodňovacie potrubie, zberné potrubie, odvodňovací žľab, odvodnenie dilatačného segmentu odvodňovacieho žľabu)
- odvodňovač** - zariadenie na zachytenie a odvedenie vody z pôdorysu mosta; odvodňovač je umiestnený zvyčajne pri obrubníku alebo v osi odvodňovacieho úžľabia
- odvodňovacie úžľabie** - najnižšie miesto vozovky v priečnom reze; priečnymi spádmi vytvorené miesto, kde sa sústreďuje voda z povrchu vozovky; v osi odvodňovacieho úžľabia sa umiestňujú odvodňovače a

	odvodňovacie rúrky odvodňujúce povrch izolácie, odvodňovacie úžľabie je v zásade totožné s úžľabím na povrchu nosnej konštrukcie
odvodňovací žľab	- žľab na okraji mosta, do ktorého sa zbiera voda z celého pôdorysu mosta; odvodňovacím žľabom voda odteká do priestorov mimo most
odvodňovacie potrubie	- potrubie, ktoré odvádza vodu z odvodňovača; odvodňovacie potrubie musí byť priamo napojené na zberné potrubie
zberné potrubie	- potrubie, ktorým sa zberá voda z odvodňovacieho potrubia a odvodňovacích rúrok a odvádza do priestorov mimo most; zberné potrubie sa skladá z pozdĺžneho zvodu, ktorý buď priamo ústi do miesta určenia (šachta, kanalizácia) alebo zvislými zvodmi sa odvádza voda do kanalizácie pod mostom; zvislé zvody sa navrhujú zvyčajne pri podperách mostov alebo po pilieroch; vyústenie musí byť zabezpečené voči erozívnym vplyvom vytekajúcej vody pri jeho voľnom vyústení, ak je možný voľný odpad z mostu
potrubný systém	- celý potrubný systém nainštalovaný na moste slúžiaci odvedeniu vody od odtoku z odvodňovača až po zaústenie do šachty alebo na úroveň terénu
drenážny kanálik	- pozdĺžne a priečne kanáliky vo vrstve ochrany izolácie v šírke od 50 mm do 300 mm; drenážny kanálik je vytvorený z drenážneho plastbetónu, frakcie 4/8 (16) mm; funkciou drenážneho kanálíka je sústredenie a odvedenie vody, ktorá preniká cez povrch na izoláciu mostovky
odvodňovacia rúrka	- rúrka s minimálnym vnútorným priemerom DN 50 mm slúžiaca na odvedenie infiltrovanej vody, ktorá prenikla cez kryt vozovky a odvádza vodu z povrchu izolácie mostovky
priečný vtok do odvodňovacieho žľabu	- otvor pod chodníkom alebo zvýšeným odrazovým pruhom, ktorým sa voda sústredená pri obrubníku odvádza do odvodňovacieho žľabu
odvodňovací prúžok	- prúžok priliehajú k obrubníku v krajnici mimo jazdných pásov; v tomto prúžku je možné urobiť potrebné strechovité vyspádovanie smerom k odvodňovačom (v prípadoch keď sklon nivelety mosta je menší ako 0,5% - pozri článok 8 týchto TP)
príslušenstvo mostov	- časti mostného objektu tvoriace jeho vybavenie ako sú napr. odvodnenie, zábradlie, mostný záver, ložiská, zvodidlá a pod.



Obrázok 1 Schéma prvkovej zostavy odvodnenia

1-Záslepka, 2-záves pozdĺžneho zberného potrubia, 3-potrubie, 4-napojenie na odvodňovaciu rúrku, 5-redukcie, 6-spojka alebo kompenzačné hrdlo, 7-koleno, 8-tvarovka pre napojenie odvodňovacieho potrubia z odvodňovača, 9-odvodňovacie potrubie, 10-čistiaci kus, 11-kompenzačný prvok (kompenzátor alebo kompenzačné hrdlo), 12-prechodové segmentové koleno, 13-záves zvislého zberného potrubia (zvodu)

3 Všeobecné zásady pre odvodnenie cestných mostov

Na zabezpečenie bezpečnej prevádzky na mostoch a na ochranu mosta pred možnými škodami zapríčinenými vodou na moste je potrebné čo najúčinnnejšie:

- odviesť zrážkovú vodu z povrchu mosta;
- odviesť vodu, ktorá prenikla cez kryt vozovky na ochrannú vrstvu z MA, AC a SMA;
- odviesť vodu, ktorá prenikne cez kryt vozovky a ochrannú vrstvu na povrch izolačnej vrstvy;
- odviesť vodu z oblastí zvlášť dôležitých konštrukčných prvkov (ložiská, mostné závery, úložné prahy, otvory vedenia sietí, otvory v nosnej konštrukcii a pod.);
- odviesť vodu z komôrok mosta;
- odviesť vodu z neprístupných komôrok a dutín mosta;
- sústrediť vodu odvodňovacím zariadením na vopred určené miesta.

3.1 Odvedenie vody z povrchu mosta

Zrážková voda sa z povrchu mosta odvedie pomocou:

- odvodňovačov, cez ktoré voda pomocou odvodňovacieho potrubia alebo zberného potrubia odteká do priestorov mimo most.
- odvodňovacích žľabov, ktoré sú umiestnené na okraji nosnej konštrukcie; zrážková voda vteká do odvodňovacích žľabov priečnymi vtokmi alebo v prípadoch bezobrubníkového riešenia priamo po priečne sklonených plochách vozovky; v miestach mostných záverov musí byť voda odvedená samostatným odvodňovacím systémom.

c) voľného odtoku; v prípade krátkych mostov - dĺžky spravidla do 20 m, resp. plochy 150 m² zrážková voda môže voľne odtekať do priestorov mimo most; predpokladom tohto riešenia je niveleta mosta v dostatočnom pozdĺžnom sklone min. 0,5 %.

3.2 Odvedenie vody z vozovkového súvrstvia, z izolačnej vrstvy prípadne z ochrannej vrstvy

Voda, ktorá prenikne cez kryt vozovky a ochrannú vrstvu izolácie alebo voda, ktorá sa zhromažďí na ochrannej vrstve MA, AC sa odvedie pomocou:

- a) odvodňovačov, odvodňovacích rúrok a odvodňovacích žľabov;
- b) systému drenážnych kanálikov, ktoré vyúsťujú do odvodňovačov, odvodňovacích trubiek alebo odvodňovacích žľabov.

3.3 Odvedenie vody z oblastí zvlášť dôležitých konštrukčných prvkov (ložiská, mostné závery, úložné prahy, atď.)

Uvedené konštrukčné prvky musia byť navrhnuté a realizované tak, aby sa zabránilo prieniku vody k týmto prvkom.

Ložiská sa ukladajú na vyvýšený podklad. Mostné závery a spoje trubiek inžinierskych sietí musia byť vodotesné.

Úložné prahy sa musia usporiadať tak, aby zrážková voda nenarušovala ložiská a aby sa zabezpečilo odvedenie infiltrovanej vody k lícu opory. Výsledný sklon povrchu úložných prahov sa navrhuje spravidla 4 %, najmenej však 3 % (pozri VL 4 - Mosty).

V najnižších miestach komôr komorových mostov a dutín pri konštrukciách s dutinami sa musí umiestniť sústava odvodňovacích otvorov s priemerom najmenej 50 mm (odporúča sa 100 mm), ktoré musia zabezpečiť odtok vody napr. v prípade poruchy odvodňovacieho zariadenia. Otvory s priemerom väčším ako 30 mm sa musia zabezpečiť proti vniknutiu vtákov.

4 Stanovenie množstva vody, ktoré treba odvieť z mosta

Odvodňovače a odvodňovacie žľaby sa dimenzujú na množstvo zrážkovej vody v zmysle STN 75 6101, článku 6.3.6, podľa vzťahu:

$$Q = \psi \times i \times A, \quad (\text{l/s}) \quad (1)$$

kde:

Q je prietok zrážkových vôd z povrchového odtoku (l/s) – množstvo vody, ktorú treba odvieť z povrchu mosta,

ψ súčiniteľ odtoku (bezrozmerný) – odporúčaná hodnota vzhľadom na možnosť vyparovania, vsakovania je 0,90,

i výdatnosť dažďa (l.s⁻¹.m⁻²) – 10 minútový dažď s periodicitou 0,5,

A plocha prijímajúca dažď (m²) – plocha mosta.

Informácie o výdatnosti dažďov v príslušnej lokalite poskytuje Slovenský hydrometeorologický ústav (SHMÚ).

V prípade, ak nie sú známe údaje o výdatnosti dažďov sa uvažuje s hodnotou $i = 200 \text{ l.s}^{-1}.\text{ha}^{-1}$, t. j. $0,02 \text{ l.s}^{-1}.\text{m}^{-2}$.

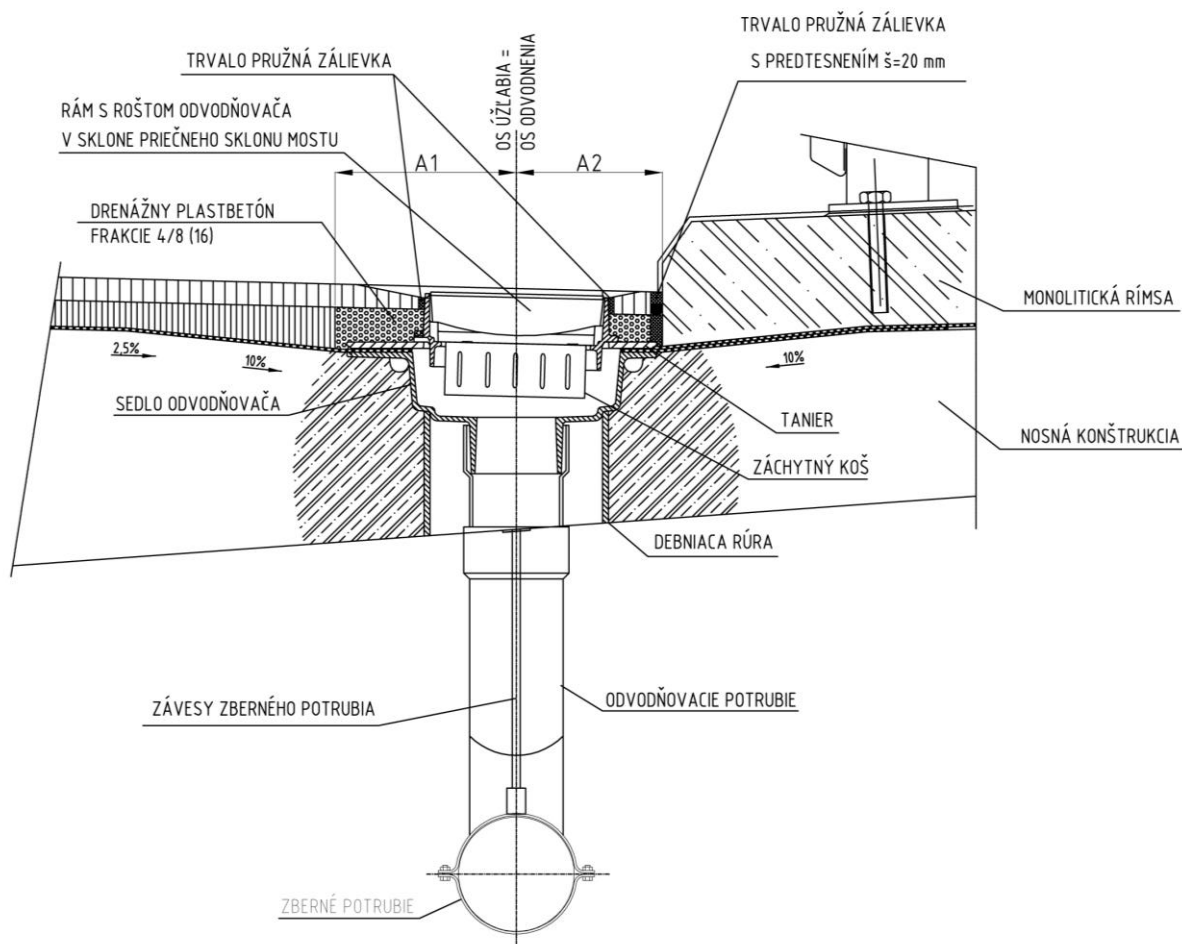
5 Odvodňovače

5.1 Súčasti odvodňovačov

Zvyčajné súčasti odvodňovačov sú (pozri obrázok 2 týchto TP):

sedlo	časť odvodňovača, ktorá je zabudovaná do nosnej konštrukcie; na príruby sedla sa napájajú izolačné vrstvy; sedlo musí byť vždy osadené vodorovne
tanier	časť odvodňovača, ktorá sa ukladá na sedlo odvodňovača; po obvode taniera je perforácia, ktorá umožňuje prostredníctvom drenážnej vrstvy prijať vodu preniknutú na vrstvu ochrany izolácie alebo na izoláciu
rám + mreža	časť odvodňovača uložená na tanieri odvodňovača; rám s mrežou musí tvoriť jednotný celok v uzatvorenom aj v otvorenom stave; neprípustné sú riešenia kde po otvorení odvodňovača je mreža samostatným elementom nespojeným s rámom; rám s mrežou musí byť výškovo rektifikovateľný, s nastaviteľným sklonom v priečnom a pozdĺžnom smere vozovky; cez otvory v mreži preteká voda prostredníctvom odvodňovača do odvodňovacieho potrubia
odvodňovacie potrubie	časť odvodňovača prostredníctvom ktorého voda vteká do zberného potrubia; vyústenie sedla formou prírubového spoja sa neodporúča; odporúča sa vedenie odvodňovacieho potrubia cez nosnú konštrukciu prostredníctvom zabudovanej debniacej rúry, zabezpečujúcej vodotesnosť systému
záchytný kôš	pod mrežou odvodňovača sa odporúča umiestniť záchytný kôš, ktorý zachytáva väčšie nečistoty; záchytný kôš je možné umiestniť iba v prípade zabezpečenia pravidelnej údržby - čistenia koša, aby nedošlo k upchatiu systému odvodnenia; pri použití záchytného koša sa musí zaistiť, že odvodnenie a vetranie môže pokračovať aj pri koši naplnenom nečistotami; u obrubníkových odvodňovačov je nutné ich vybavenie zvislým alebo šikmým roštom pre zachytenie väčších odpadov – konáre, mechanické nečistoty a pod.
debniaca rúra	pri betonáži mostovky sa odporúča v mieste prestupu odvodňovača nosnou konštrukciou osadiť debniaca rúra vždy o vyššom priemere ako je výtok sedla mostného odvodňovača ($\Phi_{\text{rúra}} + 50\text{mm}$)

Jednotlivé vyššie pomenované a opísané prvky odvodňovača (okrem debniacej rúry) musia byť trvalo označené logom výrobcu.



Obrázok 2 Príklad riešenia osadenia odvodňovača

5.2 Návrh odvodnenia

5.2.1 Odvodnenie mosta sa musí navrhnuť v dokumentácii pre stavebné povolenie (DSP). Druh, veľkosť a vzájomná vzdialenosť odvodňovačov sa navrhne na základe výpočtu odvodnenia.

5.2.2 Pre mostný objekt sa navrhne komplexný systém odvodnenia, ktorý pozostáva z odvodňovačov, odvodňovacieho potrubia, zberného potrubia, pozdĺžnej drenáže, priečnej drenáže a odvodnenia z povrchu izolácie.

5.2.3 Odvodnenie sa navrhne na základe hydrotechnického výpočtu tak, aby pri návrhovom množstve zrážkovej vody a rovnomernom prietoku prúdiaca voda nezasiahla do jazdných pruhov. Maximálna šírka rozliatia v mieste spevnenej krajnice je 1 m.

5.2.4 Je potrebné navrhnuť aj odvodňovacie zariadenia na odvedenie vody z konca mosta pred mostným záverom a na zachytenie vody pred mostom tak, aby sa nezaplavovali mostné závery (napr. odvodňovač, kanalizačná vpusť, líniový žľab a pod.) a príľahlé komunikácie. Návrh riešenia je individuálny podľa typu a charakteru mostu.

5.2.5 V DSP je potrebné preukázať, že hĺtnosť odvodňovačov v navrhovanej priestorovej dispozícii, ktorá je preukázaná výpočtom v závislosti na podmienkach uvedených v článku 5.2.6 týchto TP, je v súlade s hĺtnosťou udávanou výrobcami odvodňovačov s požadovanou bezpečnosťou.

5.2.6 Návrh hĺtnosti je závislý od:

- pozdĺžneho sklonu vozovky;

- b) priečného sklonu vozovky;
- c) prípustnej šírky rozliatia pri obrubníku;
- d) tvaru a konštrukcie odvodňovacieho prúžku;
- e) konštrukcie odvodňovača.

Pre daný tvar a konštrukciu odvodňovacieho prúžku a odvodňovača je jeho hĺtnosť priamo závislá na strednej prierezovej rýchlosti vody na vstupe do odvodňovača a na výške vodnej vrstvy v osi odvodňovača.

5.2.7 S prihliadnutím na možnosť čiastočného upchatia odvodňovača sa počíta pri určovaní vzdialeností odvodňovačov s dvojnásobnou bezpečnosťou. Táto bezpečnosť sa preukazuje v porovnaní hĺtnosti preukázanej výpočtom a skutočnej hĺtnosti použitého odvodňovača, ak nie je stanovené inak (napr. podľa podkapitoly 5.3 týchto TP).

5.2.8 Odvodnenie chodníkov sa spravidla zabezpečí návrhom priečného sklonu smerom k odvodňovaciemu prúžku.

5.2.9 Trieda odvodňovača z pohľadu zaťaženia na mrežu odvodňovača sa stanovuje v súlade s STN EN 124. Pre mosty sa stanovuje trieda D 400.

5.2.10 Pri kratších mostoch (dĺžky spravidla do 20 m, resp. 150 m² plochy nosnej konštrukcie) je dovolené navrhnuť odvodnenie mosta bez odvodňovačov alebo žľabov, pričom je potrebné rešpektovať sklon nivelety na moste a prihliada sa na intenzitu cestnej premávky.

5.3 Návrh odvodňovačov s použitím odvodňovacích systémov

V prípade použitia odvodňovacieho systému, ktorý bol podrobený skúškam a má stanovený spôsob jeho návrhu, návrh odvodňovačov sa riadi výpočtami, ktorých postup je daný príslušnými technickými a technologickými predpismi výrobcu odvodňovacieho systému. Použitie technických a technologických predpisov výrobcu odvodňovacích systémov musí byť schválené obstarávateľom stavby.

5.4 Individuálny návrh odvodňovačov - továrenská výroba

V prípade návrhu neštandardizovaných odvodňovačov, sa stanovuje ich hĺtnosť štandardnými hydrotechnickými výpočtovými postupmi, skúškami a pod. napr. podľa [L4].

5.4.1 Ak pri individuálnom návrhu časť odvodňovača prichádzajúca do styku s dopravou, musí spĺňať podmienky stanovené STN EN124 pre zaťaženie podľa druhu komunikácie.

5.4.2 Súčasťou DRS musí byť doložený hydrotechnický výpočet, ktorým sa preukazuje počet mostných odvodňovačov na objekte mostu.

5.4.3 Mostné odvodňovače do subtlínej spriahajúcej dosky, kde nie je možné použiť plnoliatinové štandardné odvodňovače sa osadzujú segmenty, prvky, vyhotovené z korozivzdornej ocele adekvátne ku triede A4 s fixačnými úchyty pre stabilizáciu v armatúre. Tento segment umožní variabilné riešenie systému odvodnenia v prípade konštrukčných prekážok napr. pri rekonštrukciách prefabrikovaných mostov napr. typ „KA“, „I“ a pod.

5.4.4 Odvodňovač nesmie žiadnou svojou časťou prečnievať nad príľahlým povrchom vozovky, odporúča sa zapustenie 2 mm až 4 mm, nie viac. Mreža s rámom musia byť osadené v priečnom a pozdĺžnom skone vozovky.

6 Potrubný systém

6.1 Zostava prvkov

Súčasťou odvodňovacieho a zberného potrubia (potrubného systému) sú:

- *Odvodňovacie potrubie* – potrubie, odvádzajúce vodu z odvodňovača do zberného potrubia, odvodňovacie potrubie musí byť vyhotovené v časti prestupu cez nosnú konštrukciu mosta v jednom celku.

- *Napojenie odvodňovacieho potrubia na zberné potrubie* – spoj medzi odvodňovacím a zberným potrubím. Požaduje sa kompatibilné materiálové, konštrukčné jednotné riešenie odvodnenia, zohľadňujúce rovnaké koeficienty tepelnej rozťažnosti materiálu. Odporúča sa farebne jednotné technické riešenie. Spojenie rôznych materiálov je nežiadajúce, napr. GRP a korozivzdorná oceľ.
- *Zberné potrubie* – potrubie odvádzajúce vodu z odvodňovacieho potrubia mimo most musí byť tesné a prenášať priestorový pohyb vyvolaný kinematikou mosta, od účinkov teploty základného materiálu potrubia. Spájanie konštrukčných prvkov odvodnenia na „tupo“, termoplastických materiálov (PP a PE) a pod. prostredníctvom spojok a opaskov je neprípustné. Odporúča sa farebne jednotné technické riešenie.
- *Závesná technika* – je komplexný systém uchytenia odvodňovacieho potrubia a zberného potrubia. Závesy musia byť patrične protikorózne, povrchovo upravené resp. vyhotovené z korozivzdornej ocele adekvátne ku triede A4 alebo kompozitných materiálov. Ochrana ocele iba zinkom alebo korozivzdorná oceľ adekvátne ku triede A2 je nepostačujúca. V prípade použitia závesnej techniky zo závitových tyčí je maximálna vzdialenosť závesov (2 – 3) m, závesy je nutné dodať na stavbu v ich presných dĺžkach. Rezanie na stavbe a rezanie reznými kotúčmi je neprípustné.
- *Spojovací materiál* – materiál slúžiaci na spájanie, stykovanie jednotlivých častí závesnej techniky, vyhotovený napr. z nehrdzavejúcej ocele adekvátnej min. ku triede A4, kompozitných materiálov a pod.
- *Napojenie odvodňovacích rúrok* – spojenie medzi odvodňovacou rúrkou a zberným potrubím musí zabezpečiť „voľný“ pohyb napojenia pri súčasnom tesnom spoji, napr. pomocou flexibilných hadíc alebo sedlových napojení.
- *Kompenzátor* – je kompenzačný prvok prenášajúci priestorový pohyb mosta (pozdĺžny, priečny) na potrubie alebo samotné dielce zberného potrubia pomocou kompenzačného prvku-hrdla alebo kompenzátora
- *Príslušenstvo potrubného systému* – komplexné príslušenstvo k potrubnému systému, slúžiace na uchytenie, spájanie a upevnenie. Všetky časti musia byť vyhotovené z korozivzdornej ocele alebo kompozitných materiálov. V prípade použitia korozivzdornej ocele musí byť adekvátne min. ku triede A4 s viditeľným označením triedy materiálu na každej časti príslušenstva. Závesná technika môže byť vyhotovená z čiernej ocele len za podmienok ošetrenia žiarovým pozinkovaním a náterom.

6.2 Návrh potrubného systému

6.2.1 Potrubný systém musí spoľahlivo a pri minimálnej údržbe odvádzať vodu od odvodňovača mimo most. Vhodné riešenia sú tie, ktoré sú s minimálnym počtom rozoberateľných spojov.

6.2.2 Geometria, priemery jednotlivých častí potrubného systému musia byť navrhnuté tak, aby boli schopné odvieť vodu zo všetkých odvodňovačov pri využití maximálne 2/3 výšky vnútorného priemeru potrubia.

6.2.3 Pri návrhu sa odporúča používať odskúšaný systém fungujúci na princípe vsúvaných častí (napr. hladký koniec do hrdla).

6.2.4 Systém spájania na tupo, používaný pri termoplastoch (PE a PP) sa neodporúča z dôvodu veľkého koeficientu tepelnej rozťažnosti.

6.2.5 Každé samostatné potrubie ukončené rozoberateľnými spojmi musí niesť minimálne dva kusy závesnej techniky.

6.2.6 Závesná technika môže byť vyhotovená z čiernej ocele len za podmienok ošetrenia žiarovým pozinkovaním a náterom. Rezanie častí oceľových dielcov s PKO nemôže byť v podmienkach stavby vykonávané. Odporúča sa používať závesnú techniku s vymeniteľnými časťami, ktoré sa dajú nahradiť v prípade poškodenia resp. vymeniť v plnom rozsahu.

6.2.7 Napojenie odvodňovacieho potrubia na zberné potrubie, okrem výnimočných prípadov, musí byť vyhotovené pod uhlom 45° . Napojenie odvodňovacieho potrubia na zberné môže byť vykonané nie len z hora, ale aj z boku zberného potrubia.

6.2.8 Zberné potrubie musí obsahovať čistiace a revízne dielce za každou zmenou smeru a priemeru potrubia. Čistiaci dielec musí byť takisto umiestnený za každým napojením odvodňovacieho a zberného potrubia. Maximálna vzdialenosť čistiacich kusov je 15 m.

6.2.9 Odvodňovacie zariadenie musí byť navrhnuté tak, aby nedochádzalo k zaplaveniu priestoru pod mostom. Voda nemôže tiecť priamo z odvodňovacieho potrubia na povrch pod mostom, pretože spôsobí eróziu spojenú s vymieľaním základov a v zimnom období tvorbu náľadia cencúľov, ohrozujúce priestor pod mostom. V prípade, že pod mostom je vodný tok, voda z mosta musí byť bezpodmienečne usmernená na jedno miesto.

6.2.10 Odporúča sa všetky rozoberateľné časti potrubného systému označiť logom výrobcu.

6.2.11 Priemer odvodňovacieho potrubia kruhového prierezu musí byť minimálne Φ 150 mm. V prípade obdĺžnikového prierezu nemá byť kratší vnútorný rozmer menší ako 80 mm a prierez nemá mať menšiu plochu ako 177 cm^2 . Spodná časť výtokovej rúry sa má smerom dole rovnomerne rozširovať (v prípade obdĺžnikového prierezu).

6.2.12 Zberné potrubie pozostáva zo zvislej časti (zvislé zvody) a z pozdĺžneho potrubia (vodorovné zvody), pomocou ktorých sa voda odvádza mimo most. Musí sa navrhnuť a zrealizovať tak, aby sa umožnil odtok vody za každých podmienok. To znamená, že zberné potrubie musí byť aj čistiteľné t. j. musí mať sústavu dostupných čistiacich otvorov. Priemer zberného potrubia musí byť minimálne Φ 150 mm.

6.2.13 Zhotoviteľ diela musí realizovať systém odvodnenia na základe odsúhlasenej VTD zo strany projektanta a TDI. VTD musí obsahovať realizovateľný systém napojenia jednotlivých častí prvkovej zostavy odvodnenia.

6.3 Materiálové zabezpečenie potrubných systémov

6.3.1 *Koróziivzdorná oceľ* – svojimi parametrami vyhovujúci materiál, ktorý je však potrebné ochrániť proti odcudzeniu.

6.3.2 *Polyvinylchlorid (PVC)* – kvôli nestabilite voči UV žiareniu nie je vhodný pre nadzemné vedenie odvodnenia. Je určený len pre podzemné vedenie.

6.3.3 *Polypropylén (PP)* - vzhľadom na svoje vlastnosti odporúčaný na mosty.

6.3.4 *Polyetylén (PE)* – vzhľadom na svoje vlastnosti odporúčaný na mosty.

6.3.5 *Liatina* – vzhľadom na svoje vlastnosti odporúčaný na mosty.

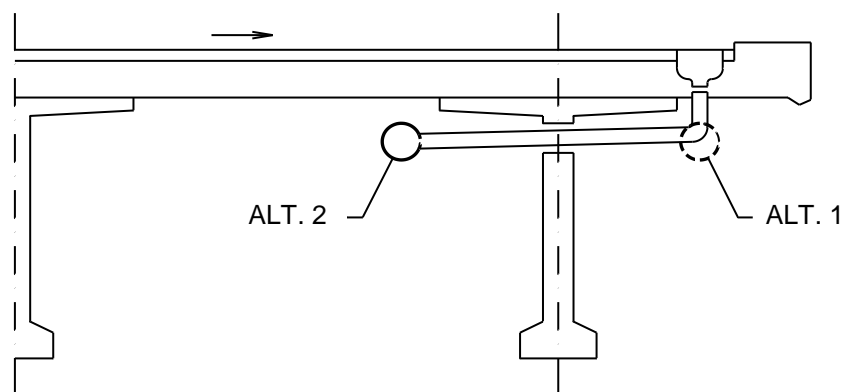
6.3.6 *Sklolaminát (GRP)* – vzhľadom na svoje vlastnosti odporúčaný na mosty.

6.4 Napojenie odvodnenia mosta do zberného potrubia a na okolitý kanalizačný systém

6.4.1 Projekčno-konštrukčné zásady pre potrubný systém

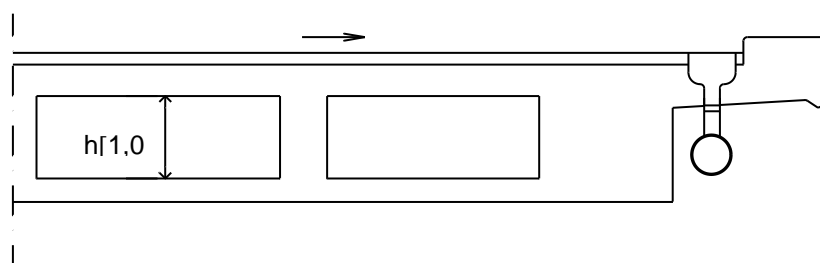
Pre jednotlivé typy priečných rezov mosta sa odporúčajú nasledovné polohy zberného potrubia:

- a) Trámové mosty (obrázok 3)
 - pozdĺžny zvod sa umiestni priamo pod odvodňovače (na vonkajšiu stranu mosta) - alt. 1,
 - v prípade náročných vzhľadových požiadaviek je možné umiestniť pozdĺžny zvod medzi trámy - alt. 2.

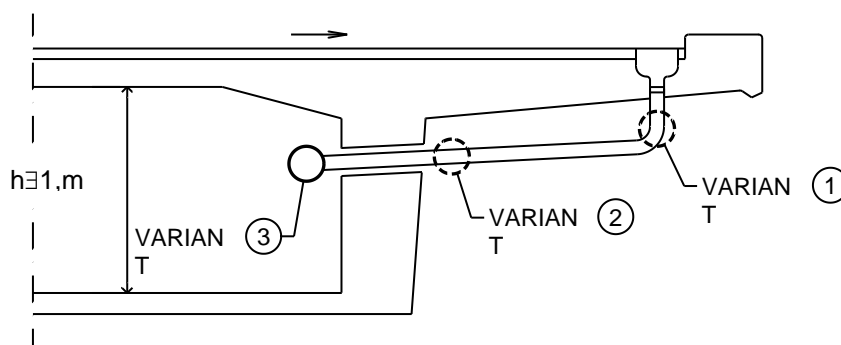


Obrázok 3 Poloha zberného potrubia pri trámových mostoch

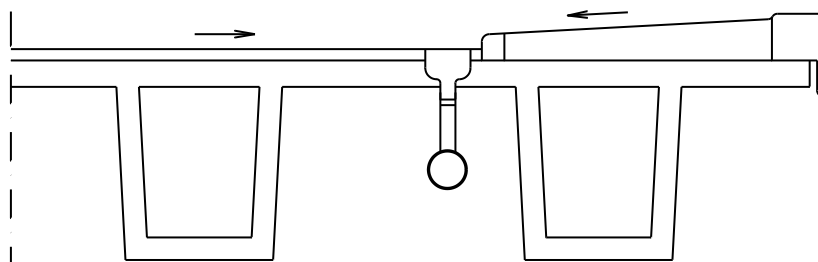
- b) Komôrkové mosty (obrázok 4) - výška h vnútorného otvoru v komôrke je menšia ako 1,0 m, pozdĺžny zvod sa môže umiestniť len mimo obrys priečného rezu.

Obrázok 4 Poloha zberného potrubia pri komôrkových mostoch ($h < 1,0$ m)

- c) Komorové mosty (obrázok 5) - výška h vnútorného otvoru v komôrke je väčšia ako 1,0 m, pozdĺžny zvod sa môže umiestniť v troch variantných riešeniach; umiestnenie pozdĺžneho zvodu do vnútra komôrky sa navrhuje výnimočne v prípade naliehavých vzhľadových požiadaviek so súhlasom obstarávateľa.

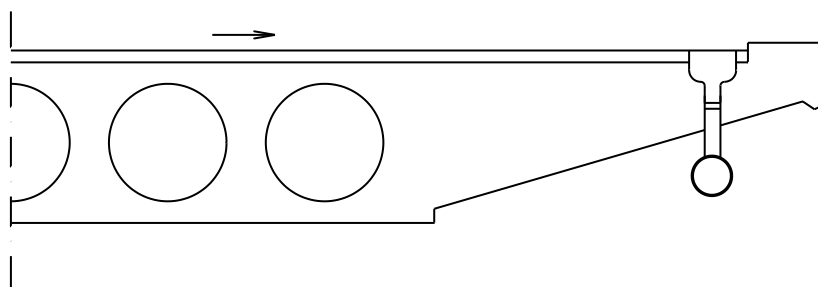
Obrázok 5 Poloha zberného potrubia pri komorových mostoch ($h \geq 1,0$ m)

- d) Viackomorové mosty (obrázok 6) - pozdĺžny zvod sa umiestni do priestoru medzi jednotlivé komory mosta.



Obrázok 6 Poloha zberného potrubia pri viackomorových mostoch

- e) Doskové mosty (obrázok 7) - pozdĺžny zvod sa umiestni mimo obrys nosnej konštrukcie.



Obrázok 7 Poloha zberného potrubia pri doskových mostoch

6.4.2 Zaústenie vody z mosta do kanalizácie pod mostom alebo kanalizačného systému v príľahlej komunikácii.

a) Do kanalizácie pod mostom sa v prípade návrhu odvodnenia pomocou odvodňovačov a zberného potrubia voda zaústi zvislými zvodmi. Zaústenie sa vykoná prostredníctvom kanalizačnej šachty v ktorej je rezervovaný kalový priestor umožňujúci čistenie. Napojenie pozdĺžneho zvodu na zvislý v mieste krajnej opory sa musí zhotoviť s použitím prvku umožňujúceho kompenzáciu, ktorý bude zabezpečovať bezporuchový odvod vody bez vplyvu dilatačných pohybov mosta.

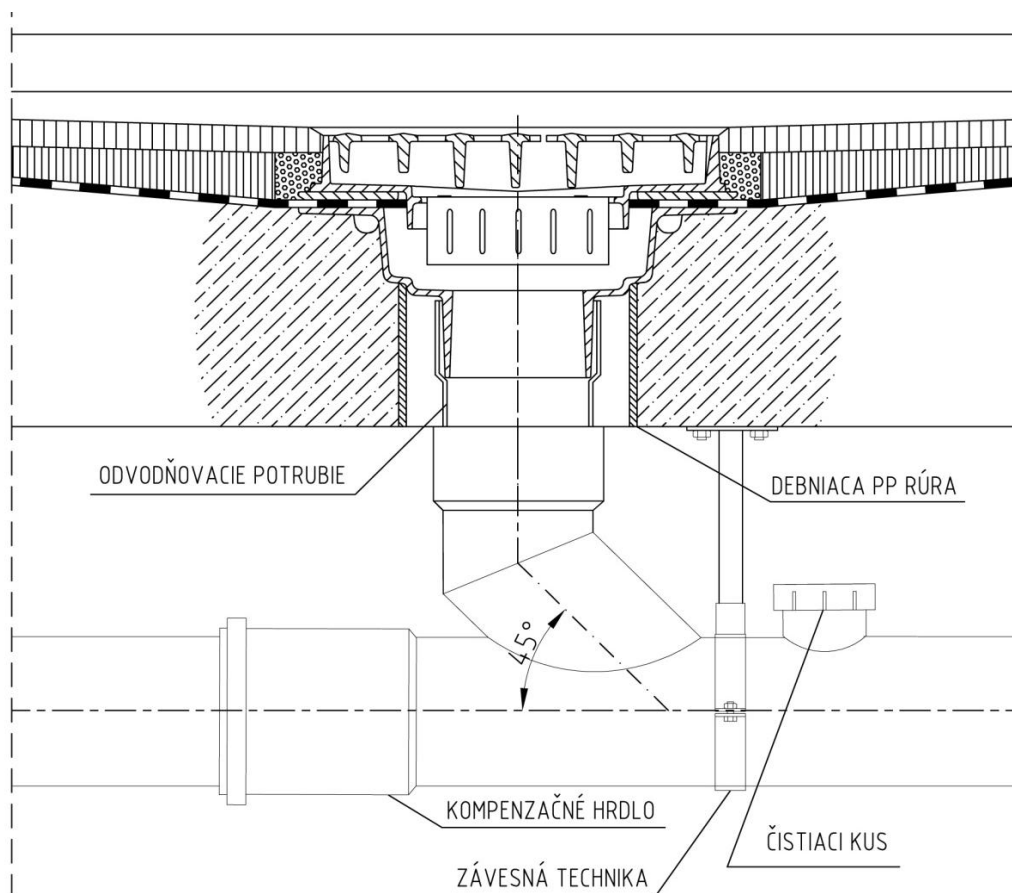
b) Pri návrhu zaústenia vody do kanalizačného systému v príľahlej komunikácii je v prípade použitia odvodňovačov a zberného potrubia potrebné záverečným pozdĺžnym zvodom prekonať líniu mostných záverov s umožnením dilatačných pohybov vodorovných zvodov s použitím kompenzátora, resp. rúrového kompenzačného segmentu. Zberné potrubie sa zaústi do zbernej šachty v príľahlej komunikácii. Zberná šachta musí byť umiestnená mimo jazdných pásov, musí mať príslušný kalový priestor s možnosťou čistenia a voda z nej je napojená na kanalizáciu v komunikácii (pri smerovo rozdelenej komunikácii zvyčajne v strednom deliacom páse).

c) Ak je odvodnenie navrhnuté pomocou okrajových odvodňovacích žľabov, žľab sa zaústi do zbernej šachty, odkiaľ sa kanalizačnou sieťou napojí na kanalizáciu umiestnenú pod mostom alebo do kanalizácie príľahlej komunikácie. Zbernú šachtu je vhodné umiestniť tesne pred mostnými závermi a tým vylúčiť potrebu riešenia zachytenia dilatačných pohybov. Pri výtoku vody zo žľabu do šachty musí byť tento vtok vybavený roštom pre zachyt väčších odpadov, ako napr. konáre, vrecia a podobné odpady pritečené do žľabu. Vnútorý povrch šachiet sa ošetrí vhodným impregnačným a kryštalizačným ochranným náterom. Vhodný náter bude určený projektantom.

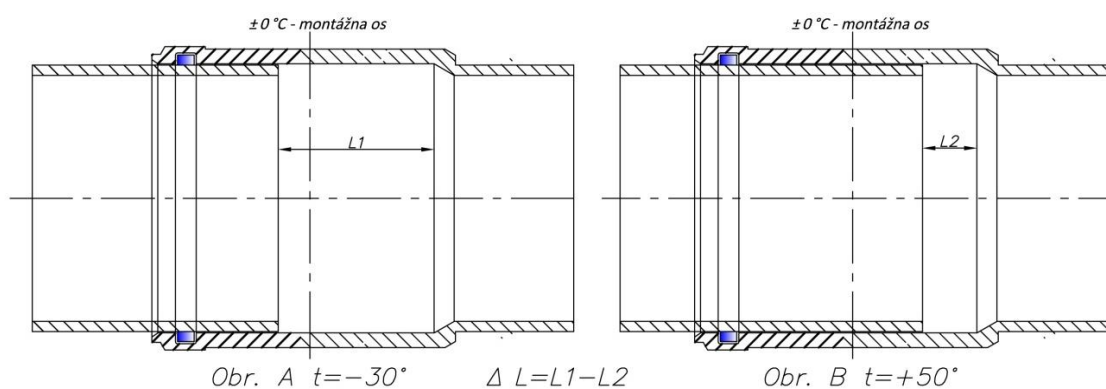
6.4.3 Pozdĺžny zvod na mostoch s medziľahlými dilatačnými škárami **musí byť tvorený** ucelenou zostavou potrubného vedenia. Počet medziľahlých dilatačných škár treba minimalizovať. Ak je odvodnenie navrhnuté pomocou odvodňovačov a zberného potrubia, je potrebné do pozdĺžneho zvodu osadiť kompenzačný segment na dilatačné pohyby (kompenzátor alebo kompenzačné hrdlo pozri obrázok 8). Ak je to možné, pozdĺžny zvod sa spojí v mieste medziľahlej dilatačnej škáry so zvislým zvodom s použitím kompenzačného segmentu, ktorý bude zabezpečovať bezporuchový odvod vody.

6.4.4 Systémové riešenia potrubného vedenia na moste, vrátane kompenzácie pohybov, musí vždy tvoriť ucelený, kompaktný celok. Je neprípustné na jednej zostave používať jednotlivé prvky

z rôznych materiálov. Napr. trubky z PP, koleno z GRP a pod. Výnimku môže tvoriť iba zostava pri prechode z jednej dimenzie do druhej, napr. z DN 300 na DN 400, ale vždy musí byť zachovaná zásada homogenity v danom profile.



Obrázok 8 Príklad napojenia odvodňovača na zberné potrubie



Obrázok 9 Príklad riešenia kompenzačného hrdla

6.4.5 Fixácia potrubného vedenia je tvorená jednobodovými závesmi vyrábanými továrensky, náležite ošetrené protikoroziou ochrannou podľa [T6], [T7], minimálne dvojvrstvé respektíve z korozivzdornej ocele adekvátne ku triede A4. Môžu byť použité aj dvojbodové závesy z korozivzdornej ocele adekvátne ku triede A4 alebo z kompozitných materiálov. Jednotlivé prvky fixačnej zostavy sa nesmú už na stavbe upravovať. Pri poškodení sa vždy vymieňa chybný diel za náhradný, originálny. Zostava týchto závesov musí obsahovať prvky pevné aj pohyblivé a musí byť jednoducho výškovo nastaviteľná.

7 Odvodňovací žľab

7.1 Prvková zostava

7.1.1 Konštrukčné zásady

Odvodňovací žľab sa umiestňuje na okraji mosta a zrážková voda do neho vteká po priečne sklonenej vozovke alebo cez priečne vtoky (v prípade návrhu rímsovej časti s obrubníkmi). Odvodňovací žľab sa môže navrhnuť aj ako súčasť nosnej konštrukcie mosta. Voda, ktorá prenikne cez kryt vozovky alebo ochrannú vrstvu izolácie sa do odvodňovacieho žľabu odvedie spravidla cez drenážne kanáliky.

Pozdĺžny sklon dna odvodňovacieho žľabu je minimálne 0,5 %. V prípade, že niveleta mosta je v pozdĺžnom sklone menšom ako 0,5 %, požadovaný sklon sa dosiahne vyspádovaním dna žľabu alebo výškovou úpravou žľabu (rôznobežne s niveletou mosta).

Odvodňovací žľab sa môže vytvoriť z:

- monolitického betónu;
- prefabrikovaných konzol s oceľovým priebežným žľabom;
- kompozitných materiálov
- iných materiálov, ktoré kvalitou a vzhľadom vyhovujú požiadavkám kladeným na odvodňovací žľab.

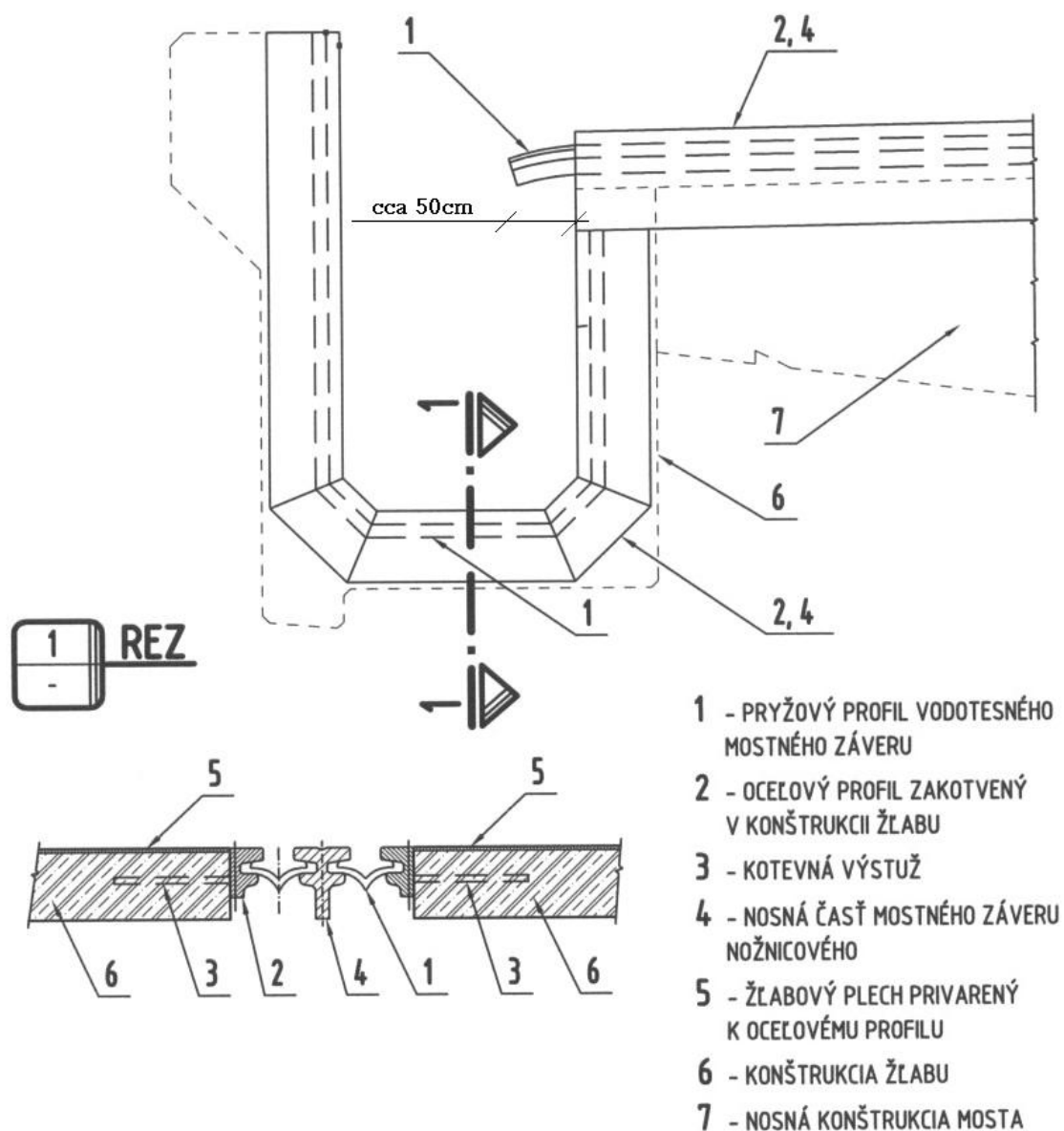
Dno a steny žľabu musia byť vytvorené tak, aby bola zabezpečená ich vodotesnosť. Zvyčajne je vodotesnosť žľabov zabezpečená žľabovým plechom min. hrúbky 3 mm s protikoroziou úpravou alebo polymérovou povlakovou vrstvou.

Žľab musí byť navrhnutý a realizovaný tak, aby sa mohol pretvárať v závislosti na teplote. Hlavne pri oceľovom žľabe treba zvážiť rozdielnu tepelnú vodivosť oproti betónovej konštrukcii mosta.

Veľkosť (dimenzie) odvodňovacieho žľabu na okraji mosta sa určí hydrotechnickým výpočtom. Kapacita žľabu v každom úseku mosta musí byť dostatočná na to, aby žľab spoľahlivo prevzal prívalový dážď určený podľa kapitoly 5 týchto TP. Odporúča sa 2/3 plnenie teoretického prietoku profilu žľabu.

7.1.2 Dilatačné prvky žľabu

Žľab musí byť v mieste dilatačných škár vybavený spoľahlivými vodotesnými dilatáciami, ako napríklad, kompenzačné hrdlo, gumený kompenzátor, kaskádová kompenzácia. Ak je odvodnenie navrhnuté pomocou okrajových odvodňovacích žľabov, do konštrukcie žľabu sa osadí vodotesný mostný záver, ktorý bezpečne prekoná dilatačné pohyby mosta a zabezpečí vodotesnosť odvodňovacieho žľabu (pozri obrázok 10).



Obrázok 10 Príklad zaústenie mostného gumového profilu tesnenia MZ do žľabu

7.1.3 Výpočet kapacity odvodňovacieho žľabu

Na výpočet kapacity odvodňovacieho žľabu sa použijú vzťahy platné na rovnomerné prúdenie v otvorených korytách lichobežníkového tvaru.

Prietok v žľabe:

$$Q_z = A_z \times v, \quad (\text{m}^3/\text{s}) \quad (2)$$

kde:

Q_z je prietok v žľabe (m^3/s)

A_z prietokná plocha žľabu (m^2)

v prietoková rýchlosť ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$), ktorá sa vypočíta podľa vzorca

$$v = C \sqrt{R \cdot I}, \quad (\text{m} \cdot \text{s}^{-1}) \quad (3)$$

kde:

I je sklon dna (‰);

C rýchlostný súčiniteľ (\sqrt{m}/s), ktorý sa vypočíta podľa vzorca:

$$C = \frac{1}{n} R^{1/6} \quad (\sqrt{m}/s) \quad (4)$$

kde:

n je súčiniteľ drsnosti podľa Manninga (pre oceľ $n = 0,011$, pre betón vyhladený $n = 0,017$);

R hydraulický polomer (m), ktorý sa vypočíta:

$$R = A_z / O, \quad (m) \quad (5)$$

kde:

O je omočený obvod (m).

Pri návrhu kapacity odvodňovacieho žľabu musí byť splnená podmienka:

$$Q_z \geq Q \times s, \quad (m^3/s) \quad (6)$$

kde:

Q_z je kapacita žľabu v danom mieste odvodňujúca privalovú vodu z príslušnej plochy mosta;

Q množstvo privalovej vody z príslušnej plochy mosta;

s stupeň bezpečnosti - vzhľadom na možné znečistenie a prípadné zamrzanie vody odporúčaná hodnota stupňa bezpečnosti je 2.

8 Podpovrchové odvodnenie

8.1 Projekčno-konštrukčné zásady odvedenia vody z povrchu izolácie

8.1.1 V návrhu mostného zvršku mosta je potrebné zabezpečiť všetky opatrenia na minimalizáciu infiltrácie zrážkových vôd cez kryt vozovky a ochrannú vrstvu izolácie. Všetky pracovné škáry a spoje na stykoch rozdielnych materiálov musia byť spoľahlivo utesnené modifikovanou zaliievkou. Minimálna šírka škáry pre zalíatie styku je 20 mm.

8.1.2 Napriek všetkým opatreniam je potrebné počítať s infiltráciou zrážkových vôd asfaltovým súvrstvím a zabezpečiť odvedenie týchto vôd z povrchu izolácie. Odvodnenie sa zabezpečuje návrhom systému pozdĺžnej a priečnej drenáže.

8.1.3 Izolačná vrstva musí byť navrhnutá a zhotovená tak, aby sa jej povrch odvodnil v každom stavebnom štádiu výstavby mosta.

8.1.4 Sklon izolačnej vrstvy k miestam odvodnenia musí byť zhotovený tak, aby sa presiaknutá voda spoľahlivo a rýchlo odvedla. Minimálny výsledný sklon musí byť 0,5 %.

8.1.5 Odvodnenie sa vykoná do odvodňovačov, do pozdĺžnych odvodňovacích žľabov alebo do špeciálnych odvodňovacích rúrok odvodnenia povrchu izolácie.

8.1.6 Medzi odvodňovacími zariadeniami (odvodňovače, odvodňovacie rúrky) je potrebné zriadiť pozdĺžnu drenáž, ktorá vyústi do odvodňovačov, odvodňovacích rúrok alebo do odvodňovacích žľabov.

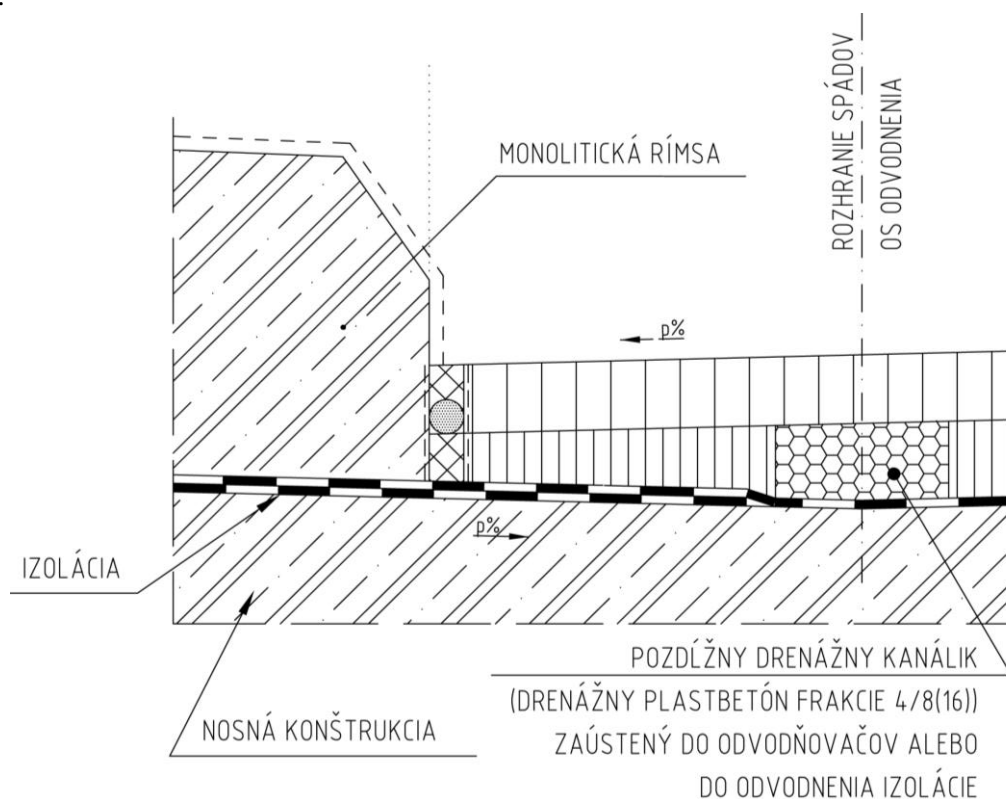
8.1.7 Pozdĺžna drenáž (pozdĺžny drenážny kanálik) sa umiestni do odvodňovacieho úžľabia (pozri obrázok 11), ktoré je v prípade použitia obrubníkov a protismerného vyspádovania totožné s osou odvodnenia.

8.1.8 V prípade použitia odvodňovacích žľabov a teda aj jednostranného sklonu sa pozdĺžny drenážny kanálik umiestni pod rezanou škárou, ktorá je hranicou dvoch typov vozovky s nepriepustnou vrstvou z liateho asfaltu (MA) v priestore zvodidla. V tomto prípade sa pre odvedenie vody do odvodňovacích žľabov použijú priečne drenážne kanáliky, ktoré odvádzajú vodu z pozdĺžneho drenážneho kanáliku do odvodňovacieho žľabu. Odporúčaná vzdialenosť medzi priečnymi drenážnymi kanálíkmi je 2 m až 4 m (v závislosti na vzdialenosti stĺpikov zvodidla).

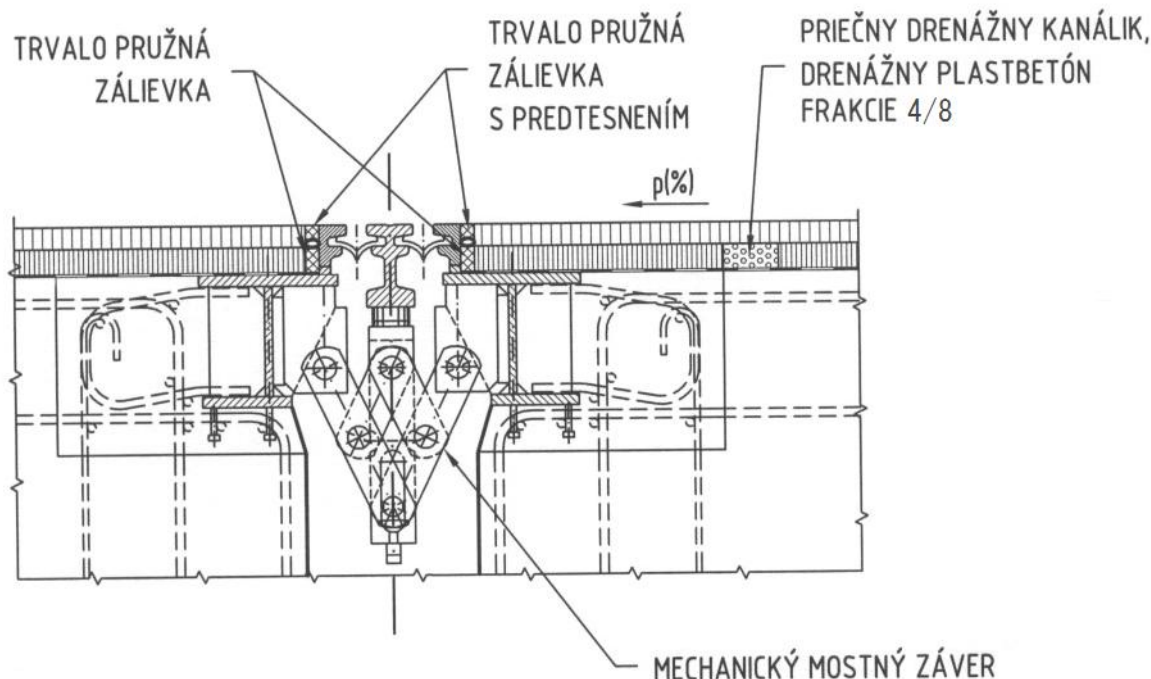
8.1.9 Pred mostným záverom (mechanickým, asfaltovým alebo podpovrchovým) sa navrhne priečný drenážny kanálik (pozri obrázok 12).

8.1.10 Drenážny kanálik sa vyhotoví z medzerovitého materiálu, ktorý umožní odtok infiltrovaných vôd, musí byť objemovo stály a musí vzdorovať prípadnému zaťaženiu. Na jeho zhotovenie sa použije drenážny plastbetón na báze strednoviskóznej živice.

8.1.11 V najnižšom mieste pred mostným záverom musí byť zaistené odvodnenie z drenážneho kanáliku podľa VL 4/2012. Celý odtokový segment môže byť korozivzdornej ocele, odolného plastového alebo kompozitného materiálu, napr. polyamid, ktorý je odolný technologickej teplote do 230 °C.



Obrázok 11 Pozdĺžna drenáž v mieste úžľabia



Obrázok 12 Priečna drenáž pred mostným záverom

8.1.12 Drenážny plastbetón je trojzložková hmota, ktorú tvoria nasledovné komponenty:

- epoxidová živica;
- tvrdidlo;
- minerálne plnivo - monofrakcia kameniva 4/8(16) mm.

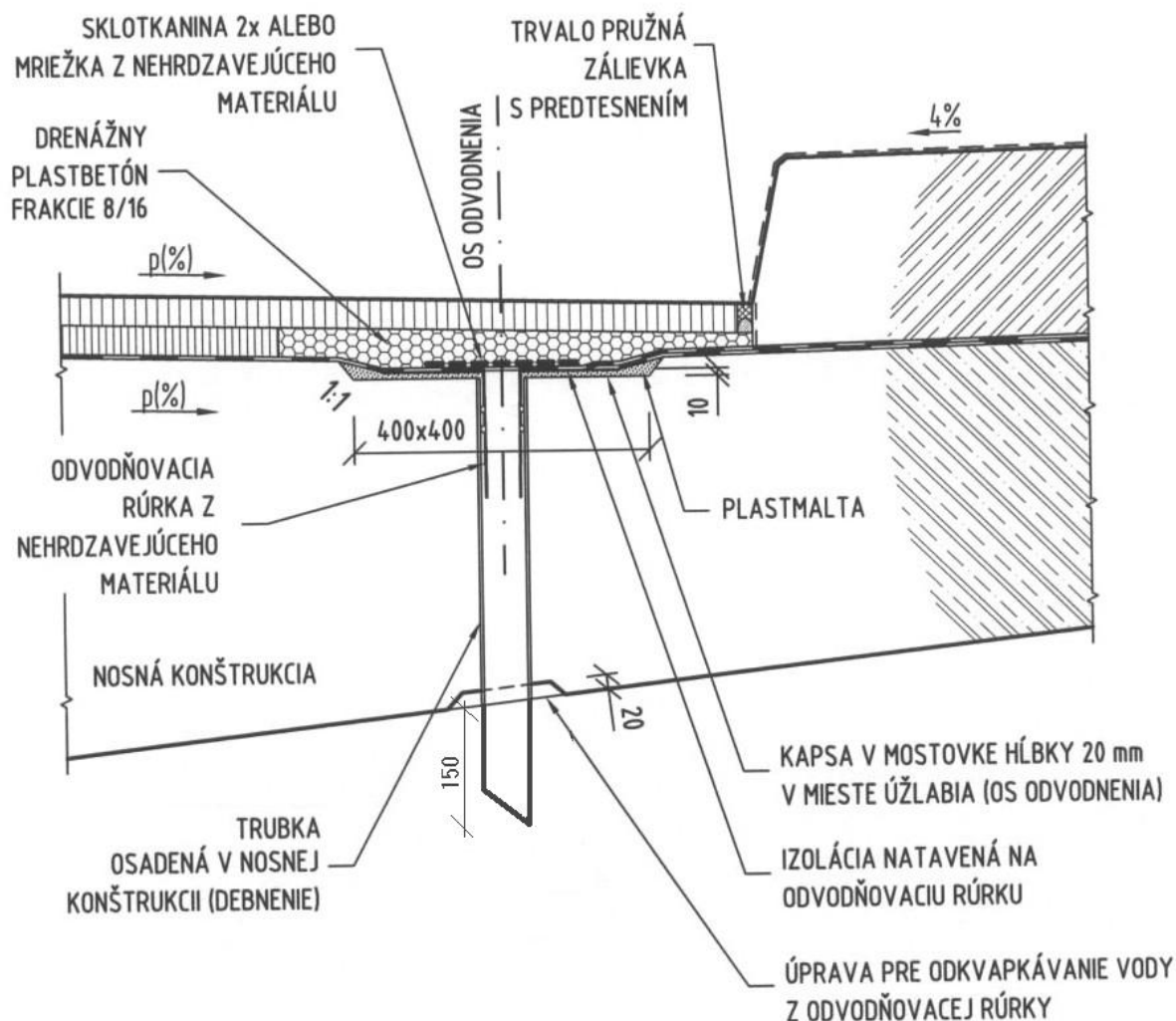
8.1.13 Drenážny plastbetón musí svojimi vlastnosťami spĺňať nasledovné kritéria:

- zabezpečiť požadovanú priepustnosť vody (min. $10 \text{ l.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$);
- spolupôbiť s podkladom tak, aby nenastalo odtrhnutie v styku s okolitým materiálom;
- minimálna pevnosť plastbetónu: pevnosť v tlaku 2,25 MPa;
- pevnosť v ťahu za ohybu 1 MPa.

8.1.14 Drenážny plastbetón sa aplikuje vo vytvorenom profile ochrannej vrstvy izolácie pred vytvrdením zmesi (drenážneho plastbetónu). Spracovateľnosť je závislá na teplote podkladu a prostredia.

8.1.15 V prípade, ak je vzdialenosť odvodňovačov väčšia ako 7 m sa medzi odvodňovače navrhne osadenie odvodňovacích rúrok na zabezpečenie odvodnenia z povrchu izolácie (pozri obrázok 13 a 17). Vzájomná vzdialenosť odvodňovacích rúrok sa navrhuje 5 m – 7 m v závislosti od pozdĺžneho sklonu mostu. Drenážny plastbetón zhotovený nad odvodňovacou rúrkou musí v prípade zriadenia rezanej škáry v mieste styku rozdielnych materiálov krytu vozovky v odvodňovacom prúžku, zasahovať za túto škáru do vzdialenosti 100 mm pod kryt vozovky z AC alebo SMA. Ak je to účelné, môže sa odvodňovacia rúrka zabetónovať priamo do nosnej konštrukcie mostu.

8.1.16 V prípade, že odvodňovacia rúrka nebude napojená na zberné potrubie, musí byť vyvedená pod nosnou konštrukciou mostu v dĺžke minimálne 150 mm s koseným ukončením výtoku „s odkvapovým nosom“.



Obrázok 13 Príklad návrhu odvodnenia povrchu izolácie

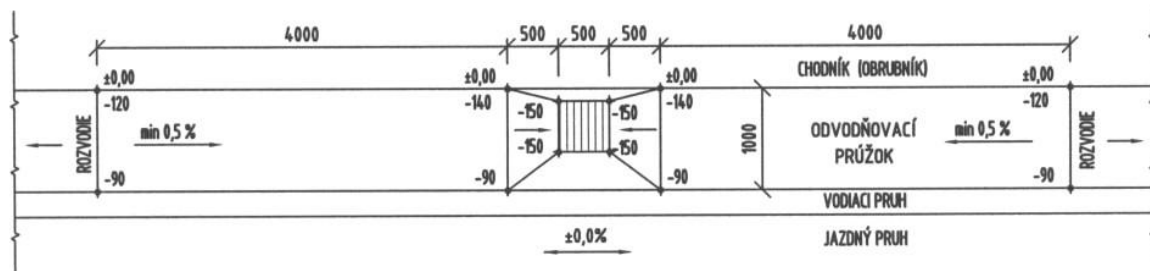
8.1.17 Odvodňovacia rúrka sa musí osadiť v najnižšom mieste povrchu mostovky. Týmto miestom býva spravidla miesto napojenia priečného drenážneho kanálika pred mostným záverom na pozdĺžny drenážny kanálik umiestnený v úľľabí mostovky. Pri osadení odvodňovacej rúrky v tomto mieste sa musí dbať na to, aby odkvapkávajúca voda nepadala na úložný prah. Vyústenie odvodňovacej rúrky sa musí nasmerovať mimo úložný prah alebo koncový priečnik. Odporúčaným riešením je priame napojenie tejto odvodňovacej rúrky do odtokového potrubia, najčastejšie horizontálneho. Spojenie musí byť vyhotovené prostredníctvom elastickej hadice, alebo prvku, umožňujúceho dilatovanie medzi odvodňovacou rúrkou a zberným, odtokovým potrubím. Pre zabezpečenie prípadného uvoľnenia takto napojenej rúrky musí byť táto rúrka zafixovaná v odtokovom potrubí gumovou manžetou.

9 Zásady úprav povrchu mosta so zreteľom na odvodnenie mostov

9.1.1 Povrch mostovky sa musí navrhnuť v sklone, ktorý umožňuje bezpečný odtok vody. Výsledný sklon musí byť minimálne 0,5 %. Sklon musí súčasne zodpovedať sklonu povrchu vozovky, aby sa zabezpečila konštantná hrúbka vozovky. Sklon mostovky do 1 m v okolí odvodňovacích zariadení musí byť primerane zväčšený, minimálne na 2 % (článok 4.6.2 z STN 73 6242 a článok 15.1.1 z STN 73 6201).

9.1.2 Ak je nevyhnutné viesť niveletu mosta v nulovom pozdĺžnom sklone alebo sklone menšom ako 0,5 %, treba odvádzať vodu strechovitými sklonmi k jednotlivým odvodňovačom (pozri obrázok 14). Spádovanie povrchu (strechovité vyspádovanie) sa musí vykonať spravidla pozdĺž

obrubníkov v šírke odvodňovacieho prúžku. Celé strechovité vyspádovanie musí byť vyhotovené v nosnej konštrukcii. Odporúčanie: v mieste s pozdĺžnym spádom menším ako 0,5 % osadiť odvodňovače vo vzájomnej vzdialenosti 2 m.



Obrázok 14 Príklad vyspádovania povrchu mostovky v pohľade pri pozdĺžnom sklone $\pm 0,0 \%$

10 Údržba a čistenie odvodňovacieho zariadenia

10.1.1 Na údržbu mostov platí technický rezortný predpis [T3], ktorý požaduje venovať osobitnú pozornosť odvodneniu povrchu vozovky a udržiavaniu celého odvodňovacieho systému mostov v dobrom, prevádzkyschopnom stave.

10.1.2 Odporúča sa preplachovanie potrubia a žľabov minimálne 1 krát za 6 mesiacov, respektíve podľa manuálu údržby výrobcu.

10.1.3 Hlavným predpokladom dobrého odvodnenia mosta je sústavné udržiavanie čistoty povrchu vozovky tak, aby neboli vytvárané umelé prekážky odtekaníu vody do odvodňovačov alebo odvodňovacích žľabov.

10.1.4 V prípade odvodnenia mosta odvodňovačmi a ich napojením na zberné potrubie je potrebné udržiavať celú trasu odtekajúcej vody v dobrom, priechodnom a čistom stave. To znamená čistotu odvodňovacieho úžľabia, čistotu a priechodnosť samotného odvodňovača a zberného potrubia. Po dohode s budúcim prevádzkovateľom mosta sa už v projekte musia určiť miesta čistenia (čistiace otvory) a spôsob čistenia (v závislosti od dostupných čistiacich prostriedkov a mechanizmov).

10.1.5 Údržbou a čistením celej odvodňovacej sústavy treba zabezpečiť aj prevenciu proti poškodeniu odvodňovacieho zariadenia. Ide hlavne o ochranu protikorozívnych povlakov a náterov a ochranu proti mechanickému porušeniu spojov jednotlivých prvkov odvodnenia.

10.1.6 Aby sa zabránilo upchatiu odtokových ciest hrubými nečistotami musia byť žľaby vybavené vhodnými záchytnými mrežami na ich zachytenie.

11 Ochrana proti korózii

11.1.1 Podstatnou podmienkou trvanlivosti a bezporuchovosti celého systému odvodnenia mostov je vysokoúčinná ochrana proti korózii kovov. Ochrana proti korózii sa zhotoví v zmysle [T6].

Poznámka: Obrázky uvedené v tomto predpise sú alternatívnym, nie jediným technickým riešením. Konkrétne odvodnenie mosta sa navrhne v zmysle platných technických noriem, vzorových listov a špecifických požiadaviek objektu a podmienok obstarávateľa.

Príloha

Podklady pre návrh odvodnenia mostov.

Podklady pro návrh odvodnění mostů

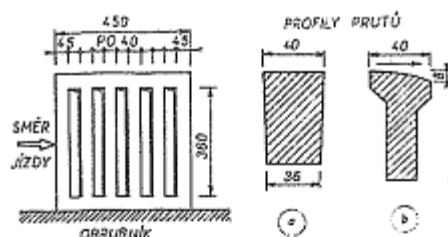
Odvodnění mostů při velké intenzitě dopravy se stalo světovým problémem. U nás bylo svěřeno odvodnění mostů jako vědeckovýzkumný úkol odborným katedrám stavební fakulty VUT v Brně. Řešitelé předkládají dílčí výsledky, které lze již použít v praxi.

V rámci řešení státního výzkumného úkolu „Rozvoj progresivních konstrukcí železničních a cestných mostů“, jehož hlavním pracovištěm a koordinátorem je VÚIS Bratislava, je řešen také dílčí úkol „Odvodnění mostů“. Důvodem pro jeho zařazení je neuspokojivý současný stav v navrhování, provádění a udržování odvodňovacích zařízení mostů.

Řešení je úkol dlouhodobý, rozvržený na roky 1971 až 1974. Tvoří ho průzkum dnešního stavu v terénu, orientace o stavu tohoto problému v zahraničí, návrh

vhodných typů odvodňovačů, hydraulický výzkum v laboratoři a jeho vyhodnocení, stanovení praktického způsobu výpočtu, návrh výroby a odzkoušení prototypů odvodňovačů a ověření jejich funkce na skutečných mostech.

Při průběžném oponentním řízení v červnu 1972 na VÚIS v Bratislavě uznala komise odborníků dosud dosažené výsledky za cenné a použitelné ihned v praxi a protože mají širší význam nejen pro mosty, ale dají se aplikovat i na odvodnění povrchu silnic a ulic, doporu-



Obr. 1. Vtoková mříž ve vozovce (lícoty v mm)

žila komise uveřejnit podstatné výsledky dosavadního výzkumu také touto cestou.

Některé zásady pro odvodnění mostů jsme publikovali již dříve [1] a dnes můžeme dát k dispozici další výsledky. Základní problémy lze nyní zvládnout výpočty, jejichž předpokladem jsou alespoň základní znalosti hydrauliky a hydrologie [2]. Zatím předkládáme výsledky k použití jako naše doporučení, která budou po vyřešení celého úkolu podkladem pro vydání závazných směrnic.

Hydrologie a hydraulika odvodnění mostu a dispozice odvodnění

1. Návrhová dešťová srážka

V projektech městských kanalizací se u nás obvykle vychází u patnáctiminutového přívalového deště s intenzitou okolo 150 l/s . ha. U mostů jsme doporučili [1] uvažovat vydatnější srážku desetiminutovou s periodicitou 0,5 a intenzitou 223 l/s . ha. Při odtokovém součiniteli 0,9 je pak odtok 200 l/s . ha, tj. 0,02 l/s . m². Tato srážková intenzita je u nás dosažena nebo překročena průměrně jednou za dva roky, zatímco maxima mohou být asi čtyři až pětkrát větší. K takovým extrémům by se však mohlo přihlídnout jen ve výjimečných případech.

Z ciziny můžeme uvést práce [3, 4], které počítají s přítokem 0,03 l/s . m², takže naši doporučenou hodnotu 0,02 l/s . m² můžeme považovat za minimum platné pro obvyklé mosty, u nichž občasné zaplavení vozovky nebo třeba i přelití vody přes obrubník po krátkou dobu (10 minut) nezpůsobí větší škody.

Na most by neměla mít přístup tzv. cizí voda, která přitéká z úseku komunikace mimo most nebo dokonce i z blízkého terénu.

2. Vtoková mříž

U vtokových mříží umístěných ve vozovce vykazuje soudobý vývoj tendenci ke zvětšování šířky otvorů (štěrbin). Doporučujeme mříže se štěrbinami 40 mm širokými, které na mostech s podélným sklonem prakticky lépeji povrchem vozovky, bez jakýchkoliv dopravně závadných prohlubní nebo zborcených ploch. Sedm typů takových mříží jsme vyzkoušeli na VUT v Brně na modelu mostní vozovky v měřítku 1 : 1 ve velkém sklopném hydraulickém žlabu 14 m dlouhém, jehož podélný sklon byl měněn od vodorovné do 8 ‰.

Doporučený typ mříže je zakreslen v obr. 1, přičemž pruty mohou být nahoře nezaoblené (a) nebo proudnicově zaoblené (b). Štěrbiny se mají vždy směrem dolů rozšiřovat, aby se v nich smetl tak snadno nezachytilo. Dimenzování prutů podle požadavků únosnosti je ještě předmětem výzkumu.

Provedli jsme 145 pokusů s různými mřížemi při různých průtoci a sklonech mostu a získali jsme zejména tyto všeobecné poznatky: Kapacita mříže závisí především na délce štěrbin ve směru kolmém k toku vody. Zdvojení mříže za sebou na mostech ve sklonu je málo účinné, poněvadž kapacita se tím zvětší jen asi o 10 až 20 %. Mříž s pruty položenými ve směru toku je nebezpečná pro vozidla s úzkými koly, přičemž její hydraulická kapacita je asi jen o 10 % větší než při kolmé poloze prutů podle obr. 1. Bystřinný proud na mostech ve sklonu se totiž jen zvolna roztéká do boku a část vody přeběhne po povrchu prutů jako po můstku. Mříž stejných rozměrů rámu jako na obr. 1, ale s pruty šikmými (45°) má zhruba stejnou kapacitu jako základní typ. Zaoblením prutů (obr. 1b) se kapacita zvětší o 10 až 15 %, což je určité zlepšení, ale zase ne tak výrazné, abychom se natili k výlučnému použití zaoblených prutů. Zde rozhodnou otázky výroby.

Pokusy, při nichž jsme sledovali ucpávání štěrbin smetím, nezměnily náš názor na vhodnost různých typů mříží. Upozornily nás však na nutnost svědomitého čištění mříží, poněvadž smetl zadrženo v první štěrbině odhání vodní proud stranou a pak téměř všechna přitékající voda obehází vpusť, i když jsou další štěrbinu úplně volné.

3. Všeobecně o hydraulických výpočtech

Kromě obvyklých hydraulických pojmů a značek [2] zavádíme pro tento účel ještě tyto další:

Rigol je část vozovky, po které odtéká voda podél obrubníku.

Průtok Q je objem vody, který proteče určitým profilem za sekundu. Kromě tohoto pojmu zavedeme ještě další pojmy:

Přítok Q_p je objemový průtok, který obchází mříž a teče po vozovce dále za odvodňovač.

Odtok Q_o je objemový průtok, který obchází mříž a teče po vozovce dále za odvodňovač.

Propad mříží Q_m je objemový průtok, který propadá štěrbinami mříže.

Přetok Q_r je objemový průtok, který přeskakuje štěrbinu mříže a pokračuje dále.

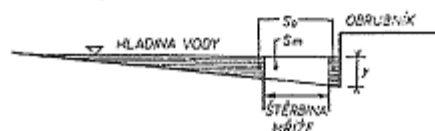
Platí vždy vztah $Q_p = Q_o + Q_m + Q_r$. Při výkonných mřížích dosti často $Q_r = 0$.

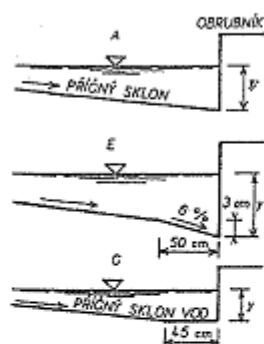
Střední rychlost na přítoku $v_s = Q_p/S$, kde S je celá průtočná plocha před mříží.

Střední rychlost na odtoku $v_o = Q_o/S_o$, kde S_o je průtočná plocha obtékající vody, a to jak od kraje štěrbin k ose mostu, tak i mezi druhým okrajem štěrbin a obrubníkem (obr. 2).

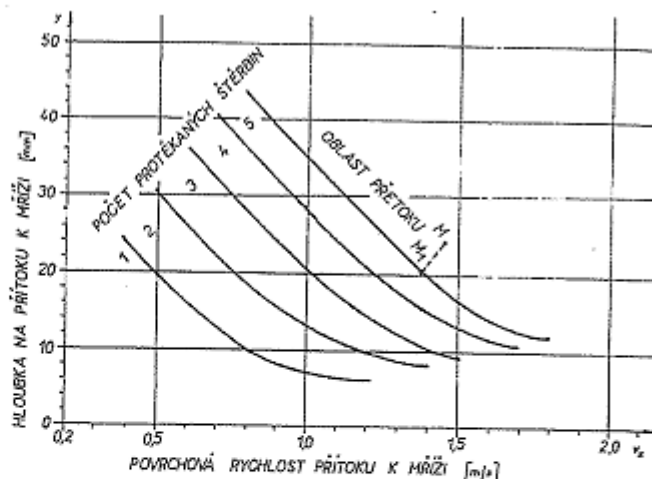
Střední rychlost v šíři štěrbin mříže $v_m = (Q_m + Q_r)/S_m$; $S_m = S - S_o$. Všechny tři plochy se měří na přítoku před mříží. I je podélný sklon mostu, y je hloubka vody u obrubníku před mříží (obr. 2).

Přítok k odvodňovači se po délce zvětšuje. U odvodňovače rozdělení přítoku na propad, odtok a přetok závisí na vzdálenosti odvodňovačů, na šíři mostu, jeho podélném a příčném sklonu, tvaru rigolu v přítoku.

Obr. 2. Schéma průtočných ploch S_o a S_m 



Obr. 3. Různé úpravy vozovky u obrubníku



Obr. 4. Propad mříží s hranatými pruty

ném řezu a jeho hydraulické drsnosti, intenzitě návrhového deště, rozměrech mříže a tvaru prutů. Je možný téměř nekonečný počet kombinací těchto dílčích vlivů.

Rozborem našeho experimentálního materiálu jsme získali podklady pro hydraulické výpočty, které však nemusí být vědeckým rozбором velmi složitého prostorového proudění, nýbrž podkladem pro spolehlivé dimenzování. Nerozpakovali jsme se proto při výpočtech hodně zjednodušovat, pokud to není na újmu bezpečnosti.

4. Výpočet přítoku na skloněném mostě

Uvědomíme-li si, že odvodňovače bývají od sebe vzdáleny o desítky metrů, můžeme proudění v krátké délce před odvodňovačem považovat přibližně za rovnoměrné. K určení střední rychlosti použijeme nejjednoduššího vzorce Manningova

$$v_s = \frac{1}{n} R^{2/3} J^{1/2} \quad (1)$$

který vykázal při vyhodnocení našich měření přijatelné hodnoty i pro malé hloubky y , obnášející několik málo cm, a při sklonech do 8 %. Stupeň drsnosti naší pokusné vozovky z betonu urovnaného dřevěným hladítkem bez další úpravy vycházel průměrně $n = 0,0148$.

V literatuře se uvádějí tyto průměrné stupně drsnosti: asfalt hladký 0,013; asfalt drsný 0,016; beton s omítkou 0,013; beton bez omítky s povrchem strojně upraveným 0,015; beton neupravený hrubý 0,017; dlažba z betonových tvárnic, spárovaná 0,016; dlažba z lomového kamene, spárovaná 0,020. Do těchto čísel dobře zapadá naše měřená drsnost $n = 0,0148$, což posiluje důvěru v přípustnost použití Manningova vzorce pro tyto případy.

5. Různé tvary mostního rigolu

Na obr. 3 jsou tři typické úpravy vozovky u obrubníku. Při určitém přítoku se od sebe značně liší šířkou vodní hladiny. Čím větší je tato šířka, tím větší je nežádoucí boční únik vody (obtok) a tím více vozidla rozstříkují vodu. Podle výpočtů je nejvýhodnější tvar E, u něhož

je voda nejvíce soustředěna u obrubníku a šířka hladiny je nejmenší. Je však žádoucí, aby vtoková mříž měla úzký rám, čím by se šterbiny dostaly co nejbližší k obrubníku, aby se nezvětšovala plocha obtoku S_0 v místech největších hloubek (obr. 2).

Rígel tvaru A (obr. 3) vykazuje oproti tvaru E větší šířku hladiny o 10 až 80 %, někdy až o 130 %. Nejmenší výhodný je tvar C, u kterého se voda rozlévá na šířku o 20 až 100 % větší, někdy až o 200 % větší než u tvaru E.

Na mostech ve sklonu tedy doporučujeme tvar rigolu E nebo poněkud méně výhodný tvar A, v obou případech s co největším přilehlým sklonem vozovky. Tvar C se pro mosty ve sklonu nehodí a zůstává vyhrazen pro vodorovné mosty nebo pro mosty s malým podélným sklonem (viz stať 5).

6. Otok vody vedle mříže

Upozornili jsme již ve stati 2, že bystřinný proud na skloněném mostě se jen velmi zvolna roztéká. Při našich pokusech snadno přebíhal po 4 cm širokém vodorovném povrchu prutů na délku 36 cm. Budeme-li pro zjednodušení předpokládat, že se obtékající proud vůbec neroztéká do boků a že tedy ani jeho malá část nevtéká bočně do mříže, můžeme obtok vyjádřit vztahem

$$Q_0 = S_0 \cdot v_0 \quad (2)$$

kde plochu S_0 známe (obr. 3) a průměrnou rychlost v_0 obtoku lze podle našich pokusů ocenit empirickým vztahem ke střední rychlosti v_s na přítoku (stať 3)

$$v_0 = 1,23 v_s - 0,30 \text{ [m/s]} \quad (3)$$

7. Propad vody mříží a přetok za mříž

Výzkumníci v cizině vyjadřovali propad mříží v závislosti na přítoku Q_p a podélném sklonu mostu [4], případně ještě kromě toho na drsnosti rigolu [3]. Snažíme-li se však zveřejnit výsledky, budeme hydraulické poměry ve vstupním profilu před mříží charakterizovat hloubkou vody y a její rychlostí. Volíme-li rychlost povrchovou, která se v přírodě snadno měří plovákem, postupujeme takto:

Určíme přítok Q_p ze sběrné plochy a intenzity návrhové deště (stať 1) a obtok Q_o podle statí 6. Rozdíl $Q_p - Q_o$ přitéká v šířce štěrbin mříže střední rychlostí $v_m = (Q_p - Q_o)/S_m$; plocha S_m je označena na obr. 2. Povrchová rychlost v_x je poněkud větší. Při našich měřeních kolísal poměr v_x/v_m v mezích od 1,08 do 1,20, s průměrnou hodnotou 1,16, které se přidržíme. S takto zjištěnou rychlostí v_x a hloubkou y přejdeme do obr. 4 nebo 5 a zjistíme, kolik štěrbin mříže je ve funkci, případně zda nějaký přítok Q_r přeskakuje až za mříž. Grafy ukazují, že při větších přítokových rychlostech klesá hltnost mříže. Proto bude účelné na mostech s velkými sklonovými návrhovat rigol hydraulicky drsný (dlažba apod.).

Výhodou těchto grafů je, že nejsou omezeny jen na šířku štěrbin 36 cm, s níž jsme pracovali (obr. 1), nýbrž platí pro jakoukoliv šířku. Velikost této šířky se uplatní jen při výpočtu obtoku. Můžeme též přibližně ocenit přítok Q_r .

Předpokládáme, že bod M , určený hloubkou y a povrchovou rychlostí v_x , leží v oblasti přítoku (obr. 4). Vedeme z něho příčku, která v bodě M_1 protíná kolmo poslední čáru diagramu. Kdyby byla hloubka a povrchová rychlost před mříží charakterizována bodem M_1 , celý přítok Q_{m1} by v šířce štěrbin propadal do mříže. Abychom jej určili, přečteme na svislé stupnici naproti bodu M_1 hloubku y_1 . Její vynásobením délkou štěrbin určíme plochu S_{m1} . Na vodorovné stupnici přečteme pod bodem M_1 povrchovou rychlost v_{x1} . Střední rychlost před mříží $v_{m1} = v_{x1}/1,16$. Pak $Q_{m1} = S_{m1} \cdot v_{m1}$. Předpokládáme-li zjednodušeně a bezpečně, že při zvětšeném přítoku se propad nezmení, přítok

$$Q_r = Q_p - Q_o - Q_{m1} \quad (4)$$

Na přibližnost těchto výpočtů jsme již upozornili. Skutečnost je velmi složitá; voda se tříští na jednotlivé proudy, z nichž některé vnikají do štěrbin mříže, některé je přeskakují. Je to časově neustálý. Paprsek, který vniká do štěrbin, může se v důsledku náhodné změny na přítoku na chvíli odchýlit a štěrbinu přeskočit atd.

8. Kapacita mříží na vodorovném mostě

Zde ztrácí svůj význam pojmy obtoku a přítoku. Voda, kterou mříž nepohltní, zůstává na mostě a zvyšuje hladinu. Potřebné hloubky nad povrchem prutu dolo-

Tabulka 1

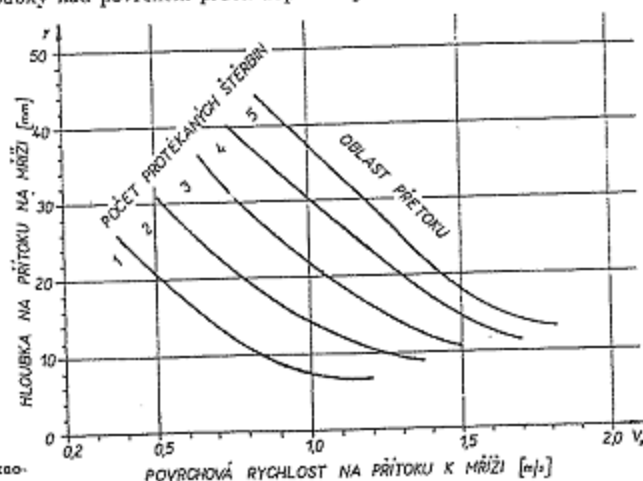
Propad [l/s]	Hloubka [m] na přítoku	
	pruty hranaté (obr. 1a)	pruty zaoblené (obr. 1b)
2	0,015	0,014
4	0,020	0,019
6	0,025	0,023
8	0,028	0,026
10	0,032	0,029
15	0,040	0,034
20	0,047	0,039

ručeného typu mříže uvádíme podle výsledků našeho výzkumu v tab. 1.

Na vodorovných mostech se omejdeme bez umělého oboustranného podélného sklonu k odvodňovači. Je účelné zhotovit jej pouze v nepojižděném pásu, např. 0,45 m širokém vedle obrubníku, aniž by byl zborcen pojižděný povrch vozovky. Tak vznikne v místě odvodňovače mezi vozovkou a sníženým dnem rigolu nebo mezi okrajem vozovky a odlehlou hranou rigolu výškový rozdíl, který by s ohledem na dopravu neměl být větší než 5 cm (obr. 6). Na rozvodu má příčný profil rigolu tvar C (obr. 3), který jsme pro mosty ve sklonu nedoporučili. Vzájemné vzdálenosti odvodňovačů volíme na vodorovných mostech menší – asi 20 m. Kapacita mříže nebývá limitujícím činitelem, přesto však doporučujeme i zde výkonné typy mříží.

9. Odvodňovače v obrubníku

Tento typ se dosud neprávem projektuje s odůvodněním, že vedle vpustí v obrubníku probíhá vozovka nerušeně. Hydraulická účinnost je však mizivá. Zmínili jsme se již, že býstřinný proud při našich četných pokusech přeběhl po 4 cm širokém povrchu prutu na vzdálenost 36 cm. Bylo by chybné se domnívat, že z takového proudu, např. 100 cm širokého a 3 cm hlubokého, odbočí podstatnější část do otvoru v obrubníku. Výzkumníci v Rakousku [4] odmítají odvodňovače v obrubníku a výzkumníci v USA [3] se jimi vůbec nezabývali. Ani my je nedoporučujeme, poněvadž nejsou způsobilé k řádnému odvedení vody. Podotýkáme, že hydraulicky výkonné mříže ve vozovce neryžují žádné problémy, zarážky, opačné sklony a zborcené plochy, takže povrch vozovky je plynulý. Tak byly vybudovány i naše výzkumné objekty.



Obr. 5. Propad mříží se zaoblenými pruty

10. Odvedení vody od vpusti

Padá-li voda z odvodňovače volně, je nutné se postarat o místo dopadu. Jinak se voda odvádí potrubím nebo žlaby. Při křížení sběrného potrubí nebo žlabů s dilatačními spárami mostní konstrukce musí být zabezpečena možnost dilatace potrubí, a to např. polybutylovým článkem, vložením jímky do děleného potrubí apod. Zásady pro vedení vodorovného, šikmého a svislého potrubí jsou známy a osvědčené praxí v oboru domovních i městských kanalizací [5]. Je však třeba upozornit, že v každé uliční vpusti městské kanalizace je jímka s kalistěm, z něhož se zachycené splaveniny občas odstraňují. Na mostech nebude zpravidla možno do odvodňovačů umístit jímku. Proto tím pečlivěji musí být potrubí vybarvena čistícími otvory a tím dokonalejší musí být organizace pravidelné revize a čištění.

Svislá i šikmá potrubí musí být přístupná, nesmějí se zazdívat. Mají se umístit pokud možno na stěnách obrácených k slunci, aby se zmenšilo nebezpečí zamrzání. Podmínky zaústění vody do kanalizace nebo vodního toku s použitím jímek, uzávěrů proti zápachům atd. se projednávají se správou odpadního recipientu.

11. Příklady výpočtů

Příklad 1

Na mostě s podélným sklonem 2 ‰ ($I = 0,02$) jsme navrhli řadu vpustí ve vzdálenostech po 40 m. Poloviční šířka mostu včetně chodníků, které mají sklon k obrubníku, je 10 m. Přítok vody z návrhového deště 0,02 l/s · m² (stav 1). Rigol tvaru E (obr. 3), s příčným sklonem vozovky 3 ‰. Asfaltový povrch rigolu, drsnost $n = 0,016$ (stav 4). Vpustní mříže s hranatými pruty (obr. 1a). Šířka hladiny vodního proudu při návrhovém dešti nesmí překročit 1 m.

Sběrná plocha (povodí) jednoho odvodňovače 10 · 40 = 400 m²; přítok vody $Q_p = 400 · 0,02 = 8$ l/s. Známým způsobem [1] určíme rychlosti a průtoky při několika zvolených hloubkách y u obrubníku. Je-li např. $y = 0,05$ m, je průtočná plocha $S = 0,0242$ m²; omezený obvod $O = 1,217$ m; $R = 0,0242/1,217 = 0,01989$ m; podle rov. (1) $Q = v · S = 1/0,016 · 0,01989^{0,48} / 0,02 = 0,0242 = 0,0157$ m³/s = 15,7 l/s. Stejným způsobem vypočteme při $y = 0,04$ m ... $Q = 8,06$ l/s; při hloubce 0,03 m ... $Q = 3,87$ l/s. Výsledek vyneseme graficky konsunční křivkou, kterou zde neuvádíme. Má ve výši 0,03 m zlom, poněvadž i průtočný profil má v této výši výraznou diskontinuitu.

Pro $Q = 8$ l/s odečteme z této křivky $y \approx 0,04$ m. Tomu odpovídá šířka hladiny $0,5 + 0,01/0,03 = 0,83$ m < 1,0 m; střední rychlost $v_s \approx 0,57$ m/s. Začínají-li šterbiny mříže ve vzdálenosti 4 cm od obrubníku (tato vzdálenost by měla být co nejmenší) a je-li délka šterbin 36 cm (obr. 1), je podle obr. 2 plocha $S_m = 0,36 · 0,027 = 0,0097$ m². Plocha obtoku $S_o = 0,0142 - 0,0097 = 0,0045$ m². Fiktivní střední rychlost na obtoku podle rov. (3) $v_o = 1,23 · 0,57 - 0,30 = 0,40$ m/s. Obtok $Q_o = S_o · v_o = 0,0045 · 0,40 = 0,0018$ m³/s = 1,8 l/s. V šířce šterbiny mříže přitéká $Q_p - Q_o = 8,0 - 1,8 = 6,2$ l/s; střední rychlost $v_m = 0,0062/0,0097 \approx 0,64$ m/s. Povrchová rychlost podle stav 7 $v_e = 0,64 · 1,16 \approx 0,74$ m/s. Tuto hodnotu a hloubku $y = 2,7$ cm (počítáme hloubku nad středem mříže, která má sklon 6 ‰) zavedeme do obr. 4, který ukazuje, že budou v činnosti první tři šterbiny mříže.

Druhý odvodňovač: k přítoku 8 l/s ze sběrné plochy druhé vpusti přičteme 1,8 l/s obtoku z předešlé vpusti; celkový přítok je 9,8 l/s. K tomu z konsunční křivky je hloubka u obrubníku 4,3 cm. Šířka v hladině 0,93 < 1,0 m; $S = 0,0168$ m²; $S_o = 0,0168 - 0,0108 = 0,006$ m²; $v_o = 1,23 · 0,58 - 0,3 = 0,41$ m/s. $Q_o = 0,006 · 0,41 = 0,00246$ m³/s $\approx 2,5$ l/s. Střední rychlost v šířce šterbiny

$(0,0098 - 0,0025)/0,0108 = 0,676$ m/s; $v_e \approx 1,16 · 0,676 = 0,784$ m/s. Hloubka vody uprostřed šířky mříže $y = 4,3 - 1,3 = 3,0$ cm. Podle obr. 4 bude něco vody vtékat i do čtvrté šterbiny.

Třetí odvodňovač: $Q_p = 8,0 + 2,5 = 10,5$ l/s. K tomu z konsunční křivky hloubka u obrubníku je 4,4 cm. Šířka hladiny 0,97 m < 1,0 m; $S = 0,0178$ m²; $v_o \approx 0,0105/0,0178 = 0,59$ m/s. $S_o = 0,36 · 0,031 - 0,0112$ m²; $S_o = 0,0178 - 0,0112 = 0,0066$ m²; $v_o = 1,23 · 0,59 - 0,3 = 0,43$ m/s. $Q_o = 0,0066 · 0,43 = 0,00284$ m³/s $\approx 2,8$ l/s; $Q_m = 10,5 - 2,8 = 7,7$ l/s; $v_m = 0,0077/0,0112 = 0,687$ m/s; $v_e \approx 1,16 · 0,687 \approx 0,8$ m/s; hloubka uprostřed šířky mříže $y = 4,4 - 1,3 = 3,1$ cm. Podle obr. 4 zůstává pátá šterbina volná.

Tím jsme obsáhli délku mostu 3 · 40 = 120 m a podle okolností bychom pokračovali dále. Kdyby přitom šířka hladiny překročila dovolenou hodnotu 1 m, museli bychom vzdálenost dalších odvodňovačů zmenšit pod 40 m.

Povšimneme si ještě, že obtoky Q_o se zvětšují, ale nikoliv lineárně. Dostali jsme řadu 1,8; 2,5; 2,8 l/s. Na dlouhém mostě by obtoky konvergovaly k nějaké konečné hodnotě.

Příklad 2

Úloha je stejná jako v příkladě 1, ale místo hydraulicky výhodného rigolu E je navržen rigol C, který je pro mosty ve sklonu nevhodný. Příčný sklon vozovky je 2 ‰. Stejně jako předešle vypočteme a narysujeme konsunční křivku. Že-li určíme pro $Q = 8$ l/s hloubka $y = 1,9$ cm. Šířka hladiny $0,45 + 0,019/0,02 = 1,40$ m, což je větší než dovolená hodnota 1 m. Měli bychom tedy vzdálenost odvodňovačů (40 m) velmi podstatně zmenšit. Pokračujeme-li však s výpočtem dále, přesvědčíme se o dalki nevhodě: $S = 0,0176$ m²; $v_o = 0,008/0,0176 = 0,455$ m/s; $S_o = 0,019 · 0,36 = 0,0068$ m²; $S_o = 0,0176 - 0,0068 = 0,0108$ m²; $v_o = 1,23 · 0,455 - 0,30 = 0,26$ m/s; $Q_o = 0,0108 · 0,26 = 0,0028$ m³/s = 2,8 l/s. Tedy při tvaru rigolu C vzroste nežádoucí obtok z 1,8 na 2,8 l/s, tj. o 55 %.

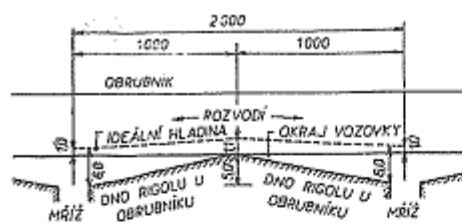
Příklad 3

Vodorovný most poloviční šířky odvodňené plochy (včetně chodníků) 10 m má příčný sklon vozovky 2 ‰, rigol typu C s umělým sklonem 0,5 ‰ (stav 8), pojížděná šířka vozovky probíhá nerušeně. Vzdálenost odvodňovačů je 20 m. Výškový rozdíl mezi krajem vozovky a dnem rigolu je u odvodňovače 5 cm, na rozvodí tento rozdíl vymizí (obr. 6). Asfaltovaný rigol má $n = 0,010$. Odtok vody z návrhového deště je 0,02 l/s · m². Mříž má zaoblené pruty (obr. 1b). Šířku vodního proudu nepřipouštíme větší než 1 m.

Sběrná plocha odvodňovače 10 · 20 = 200 m², návrhový přítok vody 0,02 · 200 = 4 l/s. Podle tab. 1 tento průtok propadne do mříže při hloubce 0,019 m. Přítok k mříži je souměrný, z každé strany 2 l/s. Proudění je rovnoměrné a průtok se po délce mění. Pro naše účely postačí přibližné ocenění.

Je-li příčný sklon 2 ‰, mohla by být na rozvodí mezi odvodňovači hloubka 1,1 cm (obr. 6), aniž by šířka hladiny přesáhla 1 m: $0,45 - 0,01/0,02 \approx 1,00$ m. Předpokládáme tuto přípustnou hloubku na rozvodí a odhadneme hloubku u mříže 4 cm. Průměrná hloubka $(1,1 + 4,0)/2 = 2,55$ cm. Průtok se od rozvodí k odvodňovači zvětšuje z nuly na 2 l/s. Předpokládáme zjednodušeně, že průměrný sklon hladiny je roven sklonu, při němž by průměrný průtok 1 l/s protekl rovnoměrně při průměrné hloubce 2,55 cm.

$S = 0,45 · 0,0255 = 0,0115$ m² (trojúhelníkovou plošku na vozovce zanedbáváme — u odvodňovače je stejně malá nebo nulová); $O = 0,45 + 2 · 0,0255 = 0,501$ m; $R = S/O = 0,02295$ m; $R^{2,48} = 0,0897$; $v = Q/S = 1/0,016 / 0,0115 = 0,687$ m/s. Podle rovnice (1) $0,087 = 1/0,016 · 0,0807 / I$, tedy $I = 0,000297$. Na délku 10 m od rozvodí k mříži klesá hladina o $10 · 0,000297 = 0,00297$ m $\approx 0,3$ cm. Hloubka u mříže (obr. 6) $5,0 + 1,1 - 0,3 = 5,8$ cm nesouhlasí s odhadem 4 cm.



Obr. 6. Schematický podélný profil k příkladu 3 (kóty v mm)

Druhé přiblížení: hloubka u mříže 5,8 cm. Průměrná hloubka $(5,8 + 1,1)/2 = 3,5$ cm; $S = 0,45 \cdot 0,035 = 0,0157$ m; $Q = 0,45 \cdot 2 \cdot 0,035 = 0,52$ m; $R = 0,0302$ m; $R^{2/3} = 0,097$; $v = 0,001/0,0157 = 0,064$ m/s; $0,064 = 1/0,016 \cdot 0,097$ [J ... I = 0,000 111]; pokles hladiny $10 \cdot 0,000 111 = 0,001 11 = 0,1$ cm. Hloubka u mříže $5,0 \pm 1,1 = 0,1 = 6,0$ cm přibližně souhlasí s odhadem. Čárkováně vyznačená „ideální hladina“ na obr. 6 není skutečná hladina. Nýbrž její mezní přípustná poloha, při níž by mohl návrhový průtok protéci, a která nikde nezpůsobí rozliv vody širší než 1 m. Poněvadž vtok do mříže vyžaduje hloubku 1,9 < 5,8 cm, nebude naše ideální hladina odspodu vzdouvána. Toto zjištění nám postačí a nepotřebujeme počítat skutečnou hladinu, což by bylo velmi složité.

Příklad ukazuje, že bychom v tomto případě mohli použít i poněkud větších vzdáleností odvodňovačů než 20 m. Ale od toho raději upustíme, poněvadž na vodorovném mostě, kde velmi záleží na přesnosti provedení, se větší vzdálenosti neosvědčily.

12. Závěrečné doporučení pro návrh odvodnění mostů

Doporučujeme dimenzovat odvodnění mostů na specifický odtok vody nejméně 0,02 l/s . m², ve zvlášť odvodňovaných případech i více. Absolutní maxima jsou čtyřikrát až pětikrát větší, ale počítat s nimi by bylo sotva někdy únosné a nutné. Voda z okolí by neměla mít přístup na most.

Doporučujeme vyrábět a používat vpusti s mřížemi podle obr. 1a nebo 1b. Mezery mezi pruty by se měly směrem dolů rozšiřovat, aby se tak snadno neucpaly. Rám mříže by měl být pokud možno úzký, aby konce šterbin dosahovaly co nejlíže k obrubníku.

Odvodňovače v obrubníku, jejichž hydraulická kapacita je mizivá, nedoporučujeme používat.

Na mostech s podélným sklonem se vytvoří nejmenší

šířky rozlivu vody u rigolů tvaru E (obr. 3), největší u tvaru C. Čím větší je příčný sklon vozovky, tím lepší je odvodnění a tím užší je rozliv. Šířku rozlivu vody při návrhovém dešti doporučujeme omezit hodnotou 1 m se zřetelem k tomu, že tato hodnota bude průměrně jednou za dva roky dosažena nebo překročena.

Na vodorovných mostech se doporučuje umělý sklon 0,5 % v pásu 45 cm širokém vedle obrubníku (obr. 6).

Je-li možno při projektování mostů se rozhodnout pro niveletu vodorovnou nebo ve sklonu, pak s ohledem na odvedení povrchové vody má přednost most ve sklonu (0,5 % a více).

V příkladech jsme počítali hloubky s přesností na milimetry. Při budování stavby je nutno požadovat stejnou přesnost, zvláště na vodorovných mostech. Na hotovém mostě voda nemilosrdně odhalí každou výškovou nepřesnost, což pak každý vidí a kritizuje.

Při všech projektech mostů doporučujeme požadovat jednoduchý hydraulický výpočet. Přitom by měl být kladen důraz na odborné posouzení výchozích podkladů, zejména zda jde o běžný případ nebo zda je nutno počítat s větším specifickým odtokem než 0,02 l/s . m², jak je postaráno. aby na most nepřišla tzv. cizí voda, zda je přípustno vypouštět vodu z odvodňovačů volným pádem a jaká opatření je nutno učinit v místě dopadu. Je-li nutno odvádět vodu s mostu potrubními nebo žlaby, musí být opatřeny údaje o odpadním recipientu (městská stoka, potok, řeka).

Autoři budou vděční za věcné připomínky, které dojdou včas, aby mohly být uváženy při oficiálním projednávání doporučení obsažených v tomto článku.

LITERATURA

- [1] Kunštátský, J. — Zúda, K.: Odvodnění silničních mostů. „Inženýrské stavby“ (Bratislava), 18. 1970, č. 3–4, s. 119–121.
- [2] Kunštátský, J. — Patočka, C.: Základy hydrauliky a hydrologie pro inženýrské konstrukce a dopravní stavby. 2. vydání, Praha 1971, SNTL/ALFA.
- [3] Larson, C. L. — Straub, G. L.: Grate Inlets for Surface Drainage of Streets and Highways. St. Anthony Falls Hydr. Lab., Univ. of Minn., Bul. 2, Minneapolis, Minnesota, 1949.
- [4] Nemecek, E. P.: Die Entwicklung strömungstechnisch günstiger Einlaufgitter. — „Österreichische Abwasser — Rundschau“ (Viedeň), 1967, 2.
- [5] Příslušnost cestujících a dislokačních mostů — typizační študium (odřídil Odvodnění mostů, stuž. II/3, str. 3.13 až 3.17). STÚ (od r. 1969 IPEX) Bratislava 1968.

Prof. Ing. Dr. ZBYNĚK JIRSÁK, Vysoká škola dopravní Žilina,
Ing. PAVEL SVOBODA, CSc., Státní ústav dopravního projektování Praha

DT 624.21

Vysoké násypy nebo mosty?

Autoři se v článku zabývají možností nahradit vysoké násypy železničních tratí menšími objekty.

Téměř u všech železničních správ probíhá v současné době velký modernizační proces. Kromě zavádění nových trakcí a nové techniky v zabezpečení dopravy i v jiných částech provozu se vyvíjí velké úsilí o zvyšování rychlosti dopravy. Rekonstruují se nevyhovující traťové úseky nebo se staví nové části tratí. Pro vyšší

rychlosti musí mít trati menší stoupání a velké polehové oblouky. Návrhy tratí v kopcovitém území jsou obtížné, poněvadž je nutné budovat hluboké zářezy a vysoké násypy. Větší počet přemostění nejen příčných údolí, ale i příčných komunikací a při přechodu horských pásem tunely.