

MZe

**HOSPODAŘENÍ SE SRÁŽKOVÝMI
VODAMI****TNV 75 9011****Obsah**

	Strana
Předmluva.....	3
Úvod.	5
1 Předmět normy	5
2 Citované normativní dokumenty.....	5
3 Termíny a definice.....	6
4 Volba způsobu odvodnění.....	8
4.1 Priority způsobu odvodnění.....	8
4.2 Proveditelnost.....	9
4.3 Přípustnost.....	9
5 Volba technického řešení odvodnění.....	10
5.1 Vsakování.....	10
5.2 Odvádění do povrchových vod.....	12
5.3 Odvádění do jednotné kanalizace.....	13
6 Technické řešení odvodnění – objekty a zařízení.....	14
6.1 Snížení či prevence vzniku srážkového odtoku u zdroje.....	14
6.2 Akumulace a využívání srážkové vody.....	15
6.3 Vsakování.....	15
6.4 Odvádění do povrchových vod.....	19
6.5 Odvádění do jednotné kanalizace.....	20
6.6 Regulační zařízení.....	21
7 Dimenzování objektů.....	21
7.1 Základní principy.....	21
7.2 Návrhové parametry.....	22
7.3 Vstupní data.....	22
7.4 Metody návrhu.....	22

8	Provoz objektů.....	25
8.1	Všeobecně.....	25
8.2	Údržba	26
8.3	Typické úkony údržby	26
Příloha A	(informativní) Typické znečištění srážkových vod.....	28
Příloha B	(normativní) Doporučené způsoby vsakování srážkových vod z různých typů ploch s ohledem na jejich znečištění.....	32
Příloha C	(normativní) Doporučená opatření pro předčištění srážkových vod z různých typů ploch při zaústění do povrchových vod.....	34
Příloha D	(normativní) Způsoby předčištění srážkových vod při vsakování a jejich účinnost pro různé druhy znečištění.....	35
Příloha E	(normativní) Způsoby předčištění srážkových vod při zaústění do povrchových vod a jejich účinnost pro různé druhy znečištění.....	39
Příloha F	(informativní) Schémata objektů HDV.....	41
Příloha G	(informativní) Příklady návrhového výpočtu.....	49
Příloha H	(normativní) Specifikace údržby objektů HDV.....	55
Příloha I	(normativní) Zásady pro realizaci a předání objektů a zařízení HDV do užívání	63
	Bibliografie.....	65

Předmluva

Souvisící ČSN

- ČSN 01 1320 Veličiny, značky a jednotky v hydromechanice
- ČSN 01 3463 Výkresy inženýrských staveb – Výkresy kanalizace
- ČSN EN 1433 (13 6302) Odvodňovací žlábký pro dopravní a pěší plochy – Klasifikace, konstrukční zásady, zkoušení, označování a hodnocení shody
- ČSN 73 6005 Prostorové uspořádání sítí technického vybavení
- ČSN 73 6100-1 Názvosloví pozemních komunikací - Část 1: Základní názvosloví
- ČSN 73 6101 Projektování silnic a dálnic
- ČSN 73 7505 Sdružené trasy městských vedení technického vybavení
- ČSN 75 6760 Vnitřní kanalizace

Souvisící TNV

- TNV 75 6262 Odlehčovací komory a separátory

POZNÁMKA Odvětvové technické normy vodního hospodářství (TNV) jsou dostupné na adrese: Sweco Hydroprojekt a.s., Táborská 31, 140 16 Praha 4.

Souvisící právní předpisy

- Zákon č. 17/1992 Sb., o životním prostředí, ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů
- Nařízení vlády č. 61/2003 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, ve znění pozdějších předpisů
- Vyhláška Ministerstva dopravy a spojů č. 104/1997 Sb., kterou se provádí zákon o pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů
- Vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 137/1999 Sb., kterou se stanoví seznam vodárenských nádrží a zásady pro stanovení a změny ochranných pásem vodních zdrojů
- Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění pozdějších předpisů
- Vyhláška č. 450/2005 Sb., o náležitostech nakládání se závadnými látkami a náležitostech havarijního plánu, způsobu a rozsahu hlášení havárií, jejich zneškodňování a odstraňování jejich škodlivých následků, ve znění vyhlášky č. 175/2011 Sb.
- Vyhláška č. 501/2006 Sb. o obecných požadavcích na využívání území, ve znění pozdějších předpisů
- Vyhláška č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby, ve znění vyhlášky č. 20/2012 Sb.
- Vyhláška č. 5/2011 Sb. o vymezení hydrogeologických rajonů a útvarů podzemních vod, způsobu hodnocení stavu podzemních vod a náležitostech programů zjišťování a hodnocení stavu podzemních vod

Vyhláška č. 216/2011 Sb., o náležitostech manipulačních řádů a provozních řádů vodních děl

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky

Směrnice 80/68/EHS Rady ze dne 17. prosince 1979 o ochraně podzemních vod před znečištěním určitými nebezpečnými látkami (ve znění dodatku)

Vypracování normy

Zpracovatel: ČVUT Praha, Ing. David Stránský, PhD., Dr. Ing. Ivana Kabelková, Ing. Vojtěch Bareš, PhD.; Sweco Hydroprojekt a.s., Praha, Ing. Lenka Fremrová

Tato norma vznikla ve spolupráci se Sdružením oboru vodovodů a kanalizací ČR (SOVAK ČR).

Úvod

Tato norma reaguje na současné trendy a předpisy v oblasti vodního a stavebního práva a zabývá se způsoby nakládání se srážkovými vodami odtékajícími z povrchu urbanizovaného území. Jedná se o návod pro návrh a provoz odvodnění urbanizovaného území způsobem blízkým přírodě. Norma se podílí na naplňování vodohospodářské politiky ČR, jejímž smyslem je zajištění trvale udržitelného rozvoje.

1 Předmět normy

Tato norma řeší nakládání se srážkovými vodami zejména na pozemku stavby (decentrální způsob odvodnění), ale jsou uvedena i centrální opatření, která jsou řazena za opatření decentrální (řetězení do série) tak, aby byl vytvořen funkční systém přírodě blízkého odvodnění. V této normě jsou uvedena také opatření pro snížení (případně prevenci vzniku) srážkového odtoku.

POZNÁMKA Samostatná centrální řešení nakládání se srážkovými vodami mimo pozemek stavby jsou předmětem ČSN EN 752 a ČSN 75 6261 a nerespektují principy přírodě blízkého odvodnění. Technické řešení provozního využití srážkové vody v budovách by mělo být předmětem navazující normy z oblasti TZB; konstrukční řešení vegetačních střech (resp. střešních zahrad) je obsaženo v ČSN 73 1901. Proto se TNV 75 9011 věnuje opatřením ke snížení či prevenci vzniku srážkového odtoku pouze tak, aby je zasadila do kontextu uvedených technických norem.

Tato norma obsahuje návod ke správné volbě příjemce srážkových vod a ke správnému technickému řešení. Norma zahrnuje problematiku znečištění srážkových vod, kdy je nezbytné důsledně oddělovat nakládání s mírně znečištěnými a silně znečištěnými srážkovými vodami. Norma dává do souvislosti typické druhy znečištění s typem plochy, která je odvodňována, a s typem zařízení či opatření, které je vhodné pro odstranění specifického druhu znečištění. Dále norma popisuje decentrální objekty používané k hospodaření se srážkovými vodami, stanovuje výpočetní postupy pro jejich dimenzování a předkládá základní informace k jejich údržbě a provozu.

2 Citované normativní dokumenty

Pro používání této normy jsou nezbytné dále uvedené referenční dokumenty. U datovaných odkazů platí pouze citovaná vydání. U nedatovaných odkazů platí poslední vydání referenčního dokumentu (včetně změn).

ČSN 73 1901 Navrhování střech – Základní ustanovení

ČSN 73 6110 Projektování místních komunikací

ČSN 75 0101 Vodní hospodářství – Základní terminologie

ČSN 75 0110 Vodní hospodářství – Terminologie hydrologie a hydrogeologie

ČSN EN 1085 (75 0160) Čištění odpadních vod – Slovník

ČSN 75 0161 Vodní hospodářství – Terminologie v inženýrství odpadních vod

ČSN 75 0905 Zkoušky vodotěsnosti vodárenských a kanalizačních nádrží

ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže

ČSN 75 6101 Stokové sítě a kanalizační přípojky

ČSN EN 752 (75 6110) Odvodňovací systémy vně budov

ČSN 75 6261 Dešťové nádrže

ČSN EN 858-1 (75 6510) Odlučovače lehkých kapalin (např. oleje a benzín) – Část 1: Zásady pro navrhování, provádění a zkoušení, označování a řízení jakosti

ČSN EN 858-2 (75 6510) Odlučovače lehkých kapalin (např. oleje a benzín) – Část 2: Volba jmenovité velikosti, instalace, provoz a údržba

ČSN 75 6551 Odvádění a čištění odpadních vod s obsahem ropných látek

ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod

3 Termíny a definice

Pro účely této normy platí termíny a definice uvedené v ČSN 75 0101, ČSN 75 0110, ČSN EN 1085, ČSN 75 0161, ČSN 75 6101, ČSN EN 752 a následující termíny a definice.

3.1

atmosférická depozice

přenos látek z atmosféry k zemskému povrchu, který je vyjádřen jako hmotnost sledované látky na jednotku plochy za určitou časovou jednotku

3.1.1

suchá atmosférická depozice

hmotnost atmosférické příměsi, která je uložena na jednotku plochy zemského povrchu za jednotku času v důsledku jiných procesů samočištění ovzduší, než procesů vymývání

3.1.2

mokrá atmosférická depozice

hmotnost atmosférické příměsi, která je uložena na jednotku plochy zemského povrchu za jednotku času v důsledku procesů vymývání příměsí z atmosféry; je spojena se srážkami

3.2

bagatelní hranice znečištění

hranice znečištění, která je z hlediska životního prostředí přijatelná

3.3

bezpečnostní přeliv

součást vsakovacího zařízení nebo retenčního objektu, která umožňuje bezpečně převést vodu při větší než návrhové srážce nebo při poruše objektu

3.4

centrální způsob odvodnění

způsob odvodnění, který se zabývá nakládáním se srážkovými vodami společně pro více staveb

POZNÁMKA V systému HDV jsou centrální opatření aplikována na konci řetězce odvodnění, tj. jsou zapojena za opatření decentrální. Při samostatném použití centrálních opatření se nejedná o HDV.

3.5

decentrální způsob odvodnění

způsob odvodnění, který se zabývá nakládáním se srážkovými vodami v místě jejich vzniku (tj. zpravidla přímo na pozemku stavby, z níž jsou srážkové vody odváděny, či v těsném sousedství pozemní komunikace, z níž jsou srážkové vody odváděny) a vrací srážkové vody do přirozeného koloběhu vody

POZNÁMKA V nejužším slova smyslu jde o opatření, zařízení a objekty, které podporují výpar, vsakování a pomalý odtok do lokálního koloběhu vody. V širším slova smyslu zahrnuje i zařízení, která alespoň určitým způsobem přispívají k zachování přirozeného koloběhu vody a k ochraně vodních toků, např. akumulace a využívání srážkové vody nebo retence s regulovaným (opoždřeným) odtokem.

3.6

dešťová kanalizace

podzemní trubní vedení sloužící k odvádění srážkových vod do příslušného vodního recipientu

3.7

hospodaření s dešťovými vodami (HDV)

způsob nakládání se srážkovými vodami (převážně dešťovými), který klade důraz na zachování přiro-

zené bilance vody v území po jeho urbanizaci; základním přístupem HDV je decentrální způsob odvodnění

3.8

hydraulická vodivost K

vlastnost nasycené půdy vést vodu, charakterizována součinitelem K v Darcyho rovnici, závislým na hustotě a viskozitě vody a na půdních poměrech; rovná se makroskopické rychlosti při jednotkovém spádu I

POZNÁMKA Má rozměr rychlosti a vyjadřuje se v m/s. Největší hodnoty dosahuje hydraulická vodivost při plné saturaci půdy vodou.

3.9

hydraulické zatížení vsakovacích zařízení

množství přitékající srážkové vody vztažené na vsakovací plochu vsakovacího zařízení, orientačně vyjádřené poměrem mezi redukovanou odvodňovanou plochou a vsakovací plochou vsakovacího zařízení

3.10

hydrobiologický stres

škodlivé vlivy na vodní flóru a faunu způsobené vysokými průtočnými rychlostmi a unášecími silami (též označován jako hydraulický stres)

3.11

koeficient vsaku

koeficient charakterizující rychlost vsakování vody do horninového prostředí ve vsakovacím zařízení za atmosférického tlaku při hydraulickém sklonu $I = 1$

POZNÁMKA Koeficient vsaku se stanoví způsobem, popsaným v ČSN 75 9010, a nelze ho nahradit koeficientem hydraulické vodivosti ani součinitelem infiltrace.

3.12

nesaturovaná zóna

prostor v horninovém prostředí mezi povrchem terénu a svrchní úrovní kapilární třásně, kde vlhkost je menší než celková pórovitost a tlaková výška je menší než 0

3.13

předčištění srážkových vod

opatření pro ochranu objektu a/nebo příjemce srážkových vod s důrazem na zadržení hrubých nečistot (splavenin) a nerozpuštěných látek, snížení koncentrace těžkých kovů, zadržení ropných látek, rozklad organických látek spotřebovávajících kyslík, snížení koncentrace živin a snížení koncentrace patogenických organismů; může probíhat v přírodě blízkých nebo v technických zařízeních

3.14

příjemce srážkových vod

typ prostředí, do kterého jsou srážkové vody odváděny

POZNÁMKA Může jím být ovzduší, půdní a horninové prostředí, povrchová voda (prostřednictvím svodnic nebo dešťové kanalizace), nebo jednotná kanalizace.

3.15

přípustný odtok

nejvyšší dovolený průtok srážkových vod odváděných do vodního toku, svodnice, dešťové kanalizace, nebo jednotné kanalizace

POZNÁMKA Nevztahuje se na vody z bezpečnostních přelivů.

3.16

redukováná odvodňovaná plocha

odvodňovaná plocha povodí násobená součinitelem odtoku (viz 7.2.2)

3.17

regulovaný odtok

přítok protékající přes regulační zařízení, nepřekračující přípustný odtok

3.18

saturovaná zóna; pásmo nasycení

prostor v horninovém prostředí, ve kterém jsou póry nebo pukliny zcela zaplněny podzemní vodou; tlaková výška je větší než 0 a vlhkost je rovna celkové pórovitosti

3.19

specifický odtok

přípustný odtok srážkových vod vztažený na jednotku plochy pozemku (zpravidla 1 ha)

POZNÁMKA Pro účely této normy se specifický odtok vztahuje na celkovou odvodňovanou plochu, nikoliv na redukovanou plochu.

3.20

srážkový odtok; dešťový odtok

proces, při kterém je srážková (dešťová) voda transportována gravitačně po povrchu terénu

3.21

svodnice

povrchové vedení (zpravidla travnaté příkopy nebo zpevněné kanálky) sloužící k odvádění srážkových vod do příslušného příjemce

3.22

zatravněná humusová vrstva

půdní prostředí se zvýšeným obsahem humusu, s udržovaným travním pokryvem a se specifickými vlastnostmi (viz vlastnosti uvedené v článku D.3)

4 Volba způsobu odvodnění

4.1 Priority způsobu odvodnění

4.1.1 Volba způsobu odvodnění je rozhodnutí o příjemci srážkových vod na základě priorit uvedených v 4.1.5.

4.1.2 Příjemcem srážkových vod může být ovzduší, půdní a horninové prostředí, povrchová voda (prostřednictvím svodnic nebo dešťové kanalizace) nebo jednotná kanalizace (zpravidla kanalizace pro veřejnou potřebu, popřípadě areálová).

4.1.3 Na stavebním pozemku má být podporován výpar srážkové vody do ovzduší za účelem zachování zdravého mikroklimatu urbanizované oblasti. Doporučuje se, aby alespoň 30 % z celkové zastavěné plochy pozemku bylo uzpůsobeno tak, aby se část zadržené vody mohla odpařit do ovzduší přímo (evaporace) nebo prostřednictvím vegetace (transpirace). Toho lze dosáhnout např. prostřednictvím vegetačních střešních nebo vegetačních krytů fasád.

4.1.4 Při volbě způsobu odvodnění musí být zohledněna jeho místní proveditelnost a přípustnost, z nichž vyplyne technické řešení včetně případné nutnosti předčištění srážkových vod.

4.1.5 Volba způsobu odvodnění se řídí těmito prioritami (v uvedeném pořadí):

- 1) odvádění srážkových vod do půdního a horninového prostředí (vsakování); při jeho nedostatečné vsakovací schopnosti se vsakování kombinuje s retencí a regulovaným odtokem; při neproveditelnosti či nepřípustnosti vsakování se postupuje podle priority v bodě 2 tohoto článku;
- 2) retence a regulované odvádění srážkových vod do povrchových vod; při neproveditelnosti či nepřípustnosti regulovaného odvádění do povrchových vod se postupuje podle priority v bodě 3 tohoto článku;

3) retence a regulované odvádění srážkových vod jednotnou kanalizací.

4.1.6 Při volbě způsobu odvodnění musí být rozhodnuto i o příjemci vod z bezpečnostních přelivů. Zaústění bezpečnostních přelivů ze vsakovacích zařízení se řídí ČSN 75 9010, u objektů s regulovaným odtokem je příjemce vod z bezpečnostních přelivů zpravidla stejný jako příjemce regulovaného odtoku z objektu.

POZNÁMKA Srážková voda z bezpečnostních přelivů může být odváděna přímo nebo přes opatření společná pro více pozemků (viz 4.1.7).

4.1.7 Při regulovaném odvádění srážkových vod do povrchových vod je možné opatření HDV řetězit v následujícím pořadí (viz obrázek 1):

- opatření u zdroje, tj. způsoby snížení či prevence srážkového odtoku přímo v místě jeho vzniku a snížení jeho znečištění (např. minimalizací zpevněných povrchů, použitím propustných a polopropustných zpevněných povrchů, vegetačních střech, pravidelným čištěním povrchů, akumulací a využíváním srážkové vody);
- opatření na pozemku odvodňované nemovitosti či přímo sousedícím s odvodňovanou pozemní komunikací (např. průlehy, rýhy, vsakovací šachty);
- opatření společná pro více pozemků (zaústění regulovaných odtoků a vod z bezpečnostních přelivů z decentrálních objektů např. do suchých zatravněných retenčních nádrží nebo umělých mokřadů).

4.1.8 Volbu způsobu odvodnění jednotlivých stavebních pozemků je nutné koordinovat s územním plánováním obce. Při návrhu zástavby je nutné počítat s dostatečným prostorem pro opatření HDV.

4.1.9 Systémy HDV musí být ochráněny před přítokem extravilánových vod. Nakládání s extravilánovými vodami je vhodnější realizovat mimo zastavěné území (viz ČSN 75 6101).

4.2 Proveditelnost

Technická proveditelnost určitého způsobu odvodnění v dané lokalitě se zkoumá v pořadí priorit uvedených v 4.1.5 a závisí především na velikosti odvodňované plochy a na množství srážkových vod, na geologických podmínkách, na dostupnosti vodního toku nebo kanalizace, na prostorových možnostech, na možnostech retence, na stavebních a technologických možnostech a na sousedských právních vztazích.

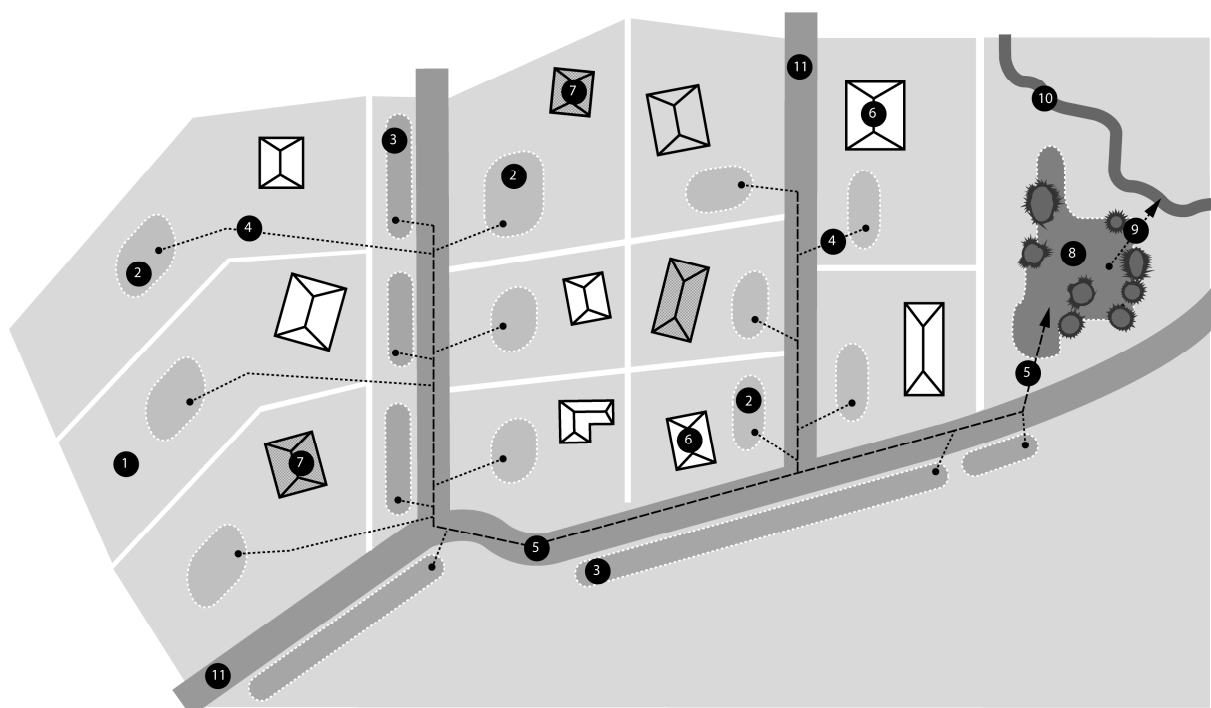
4.3 Přípustnost

4.3.1 Přípustnost určitého způsobu odvodnění je nutno posuzovat ve vztahu k příjemci srážkových vod.

4.3.2 Nejdůležitějšími kritérii přípustnosti jsou aspekty ochrany podzemních vod a povrchových vod a aspekty ochrany půdy.

4.3.3 Srážkové vody odtékající z urbanizovaného území jsou znečištěny látkami obsaženými v atmosféře a látkami pocházejícími z materiálu a užívání odvodňovaných ploch. Typické znečišťující látky na různých typech ploch a očekávaná míra znečištění srážkové vody jsou uvedeny v příloze A.

4.3.4 Se srážkovými vodami se nakládá podle stupně jejich znečištění. Není vhodné směšovat málo znečištěné a vysoce znečištěné srážkové vody (viz tabulka A.2) a také srážkové vody s různými typy znečišťujících látek, vyžadující odlišné způsoby předčištění.



- | | | |
|---|---|---|
| 1 - Pozemek stavby | 5 - Odvodňovací systém | 9 - Odvádění vody z regulovaného odtoku a/nebo bezpečnostního přelivu |
| 2 - Opatření HDV na pozemku nemovitosti | 6 - Zpevněné plochy | 10 - Vodní tok |
| 3 - Opatření HDV k odvodnění komunikace | 7 - Opatření u zdroje (vegetační střechy atd.) | 11 - Komunikace |
| 4 - Odvádění vody z regulovaného odtoku a/nebo bezpečnostního přelivu | 8 - Opatření společné pro více pozemků (vsakovací nádrž, retenční nádrž, mokřad atd.) | |

Obrázek 1 – Řetězení opatření HDV

5 Volba technického řešení odvodnění

5.1 Vsakování

5.1.1 Proveditelnost

5.1.1.1 U každé stavby musí být proveden geologický průzkum, který zhodnotí možnost vsakování srážkových vod. Způsob, rozsah a výstupy geologického průzkumu pro vsakování podrobně stanoví ČSN 75 9010.

5.1.1.2 Nejdůležitější aspekty, směrodatné pro proveditelnost vsakování z geologického hlediska, jsou:

- vsakovací schopnost půdního a horninového prostředí, která určuje velikost vsakovací plochy vsakovacího zařízení (čím větší je koeficient vsaku, tím menší může být tato plocha);
- mocnost špatně propustných krycích vrstev (nad půdním a horninovým prostředím, do něhož se vsakuje), která ovlivňuje technické a konstrukční řešení vsakovacího zařízení;
- vzdálenost hladiny podzemní vody, která limituje možnou hloubku vsakovacího zařízení; úroveň základové spáry vsakovacího zařízení by měla být alespoň 1,0 m nad maximální hladinou podzemní vody (viz ČSN 75 9010).

5.1.1.3 Aspekty ovlivňující technické řešení vsakování jsou:

- prostorové možnosti, které jsou rozhodující pro velikost vsakovací plochy a retenčního objemu vsakovacího zařízení;

- poměr připojené redukované odvodňované plochy a vsakovací plochy vsakovacího zařízení $A_{\text{red}}/A_{\text{vsak}}$, který je směrodatný pro hydraulické zatížení vsakovacího zařízení a jeho čistící účinek; čím nižší je hydraulické zatížení zařízení, tím vyšší je jeho čistící účinek;
- prostorové možnosti, které ovlivňují, zda je možno realizovat povrchové vsakovací zařízení či zda je nutno použít podzemní vsakovací zařízení;
- sklon terénu, kdy ve sklonitém terénu (více než 5 %) je povrchové vsakování (zejména plošné) často nevhodné či nemožné.

5.1.1.4 U každé stavby musí být přezkoumány sousedské právní vztahy a možnost ohrožení sousedních staveb stavbou a provozem vsakovacího zařízení, zejména vodami z bezpečnostního přelivu.

5.1.2 Přípustnost

5.1.2.1 V závislosti na typu plochy jsou srážkové vody z hlediska znečištění klasifikovány v ČSN 75 9010 jako srážkové povrchové vody pro vsakování přípustné, podmíněčně přípustné a vody z potenciálně výrazněji znečištěných ploch, tj. srážkové vody potenciálně vysoce znečištěné.

5.1.2.2 Pro vody přípustné je možno použít povrchová a podzemní vsakovací zařízení.

5.1.2.3 Vody podmíněčně přípustné smí být vsakovány povrchově přes zatravněnou humusovou vrstvu nebo v podzemních vsakovacích zařízeních po předčištění.

5.1.2.4 Vsakování vod potenciálně vysoce znečištěných představuje významné environmentální riziko a je nepřipustné způsoby uvedenými v tabulce B.1. Pokud mají být tyto vody ve výjimečných případech vsakovány, je nutné zachytit celý jejich objem, příslušným způsobem ho předčistit, a před vypuštěním do vsakovacího zařízení prokázat jejich vyhovující jakost vzorkováním. K jejich vsakování je nutný souhlas vodoprávního úřadu (viz ČSN 75 9010).

5.1.2.5 U střech s neošetřenými kovovými částmi se za bagatelní hranici znečištění pro vsakování považuje plocha povrchu neošetřených kovových částí 50 m^2 , napojená na jedno vsakovací zařízení (viz odkazy [4], [8] a [10]). Plochou povrchu se rozumí plocha, která přichází do kontaktu se srážkovou vodou.

5.1.2.6 Přípustnost vsakování srážkových vod odtékající z ploch u skladišť, manipulačních ploch a účelových komunikací zemědělských areálů je nutno posuzovat individuálně s ohledem na jejich znečištění a možnosti předčištění.

5.1.2.7 Při možnosti akumulace znečištění v půdě v důsledku vsakování (zpravidla při $A_{\text{red}}/A_{\text{vsak}} > 5$) je nutno půdu vsakovacích zařízení považovat za součást vsakovacího zařízení; nesmí se na ní pěstovat plodiny určené ke konzumaci.

5.1.2.8 Vsakování v místech se starou ekologickou zátěží je zakázáno.

5.1.3 Volba technického řešení

5.1.3.1 Přednostním způsobem vsakování je povrchové vsakování přes souvislou zatravněnou humusovou vrstvu, a to nízko zatěžované plošné ($A_{\text{red}}/A_{\text{vsak}} \leq 5$) nebo decentrální v průlehu či v průlehu doplněném rýhou ($5 < A_{\text{red}}/A_{\text{vsak}} \leq 15$). Tento způsob je vhodný pro odstraňování všech typických druhů znečištění obsažených v přípustných a podmíněčně přípustných srážkových vodách.

5.1.3.2 Při plošném vsakování přes nesouvisle zatravněnou plochu nedostatečné tloušťky humusové vrstvy (např. zatravnovací tvárnice) nebo bez zatravněné humusové vrstvy (např. porézní povrchy) je účinnost čištění velmi nízká. Propustné zpevněné povrchy slouží především ke snížení srážkového odtoku v místě jeho vzniku a nejsou považovány za vsakovací zařízení, do nichž by měla být odváděna voda z jiných zpevněných povrchů.

5.1.3.3 Vsakování v centrální vsakovací nádrži nebo v systému průlehu a rýh má v důsledku vyššího hydraulického zatížení ($A_{\text{red}}/A_{\text{vsak}} > 15$) nižší účinnost čištění. Pro vysoce znečištěné vody je nutno doplnit předčištění, zejména zachycení nerozpuštěných látek.

5.1.3.4 Podzemní vsakovací zařízení s přímým vsakováním do propustnějších vrstev půdního a horninového prostředí bez průchodu zatravněnou humusovou vrstvou jsou přípustná pouze pro nejméně znečištěné srážkové vody a volí se pouze výjimečně. Dává se přednost podzemnímu vsakování liniovému (vsakovací rýhy) a plošnému (podzemní prostory vyplněné šterky nebo bloky) před bodovým (vsakovací šachty). Podzemní vsakovací zařízení musí být chráněna předčisticím zařízením, zejména pro zachycení nerozpuštěných látek, popřípadě i jiných druhů znečištění (viz ČSN 75 9010).

5.1.3.5 Jednotlivé objekty a zařízení jsou uvedeny v 6.3. Doporučené typy vsakovacích zařízení pro různé typy ploch jsou uvedeny v příloze B, z níž je patrné, kdy je popřípadě nutno doplnit předčištění srážkových vod (upraveno podle odkazů [1], [4], [6] a [8]).

5.2 Odvádění do povrchových vod

Před posouzením proveditelnosti a přípustnosti odvádění srážkových vod do povrchových vod je nutné provést posouzení proveditelnosti a přípustnosti vsakování (viz 5.1).

5.2.1 Proveditelnost

5.2.1.1 U každé stavby musí být proveden terénní průzkum podmínek pro odvádění srážkových vod do vod povrchových, který zhodnotí dostupnost povrchových vod, stávajících svodnic nebo dešťové kanalizace, jejichž prostřednictvím by měla být srážková voda do vod povrchových odvedena.

5.2.1.2 Dostupnost povrchových vod závisí na vzdálenosti odvodňované stavby od vhodného místa napojení do povrchových vod, stávajících svodnic nebo dešťové kanalizace, na výškových poměrech území a na majetkoprávních vztazích. V případě jednoduchých staveb pro bydlení a rekreaci se za proveditelné zpravidla považuje napojení do vzdálenosti nepřesahující 100 m, v případě větších stavebních projektů až 500 m, a odvodnění lze provést gravitačně.

5.2.2 Přípustnost

5.2.2.1 Přípustnost odvádění srážkových vod do vod povrchových závisí:

- na míře a druhu jejich znečištění;
- na požadované míře ochrany povrchových vod (např. citlivé oblasti, rybné vody, vodárenské účely);
- na ohrožení vodních toků hydrobiologickým stresem, způsobeným nárazovým přítokem srážkových vod (ČSN EN 752).

5.2.2.2 Přípustnost odvádění do vod povrchových z hlediska znečištění srážkových vod a doporučená opatření pro jejich předčištění z různých typů ploch jsou uvedena v příloze C.

5.2.2.3 U nízko znečištěných srážkových vod (podle tabulky A.2) není zapotřebí provádět žádná opatření pro jejich předčištění před zaústěním do povrchových vod.

5.2.2.4 Podle očekávané míry znečištění srážkových vod z pozemních komunikací a parkovišť (viz tabulka A.2) se doporučuje alespoň jednoduché či náročnější mechanické předčištění a zadržení či odloučení lehkých kapalin. Při vyšším znečištění nebo u povrchových vod, u nichž je nutná vyšší ochrana, jsou vhodné retenční půdní filtry, popř. filtrace přes adsorpční materiál pro zachycení těžkých kovů.

5.2.2.5 Srážkové vody ze střech s neošetřenými kovovými částmi o ploše větší než 500 m² je před zaústěním do povrchových recipientů nutno předčistit v zařízení s adsorpcí těžkých kovů (viz [4]).

5.2.2.6 Přípustnost odvádění srážkových vod odtékajících z ploch u skladišť, manipulačních ploch a účelových komunikací zemědělských areálů je nutno posuzovat individuálně s ohledem na jejich znečištění a možnosti předčištění.

5.2.2.7 Srážkové vody z parkovišť nákladních aut, která nejsou součástí veřejných pozemních komunikací a kde hrozí zvýšené riziko znečištění, je dovoleno odvádět do povrchových vod pouze po náročnějším mechanickém předčištění a zadržení či odloučení lehkých kapalin.

5.2.2.8 Pro výpočet přípustného odtoku srážkových vod se doporučuje hodnota specifického odtoku 3 l/(s·ha) (viz odkaz [1]), avšak hodnota regulovaného odtoku z jednoho zařízení HDV nemá být z provozních důvodů nižší než 0,5 l/s.

5.2.2.9 Nižší hodnota než vypočtená podle 5.2.2.8 může být stanovena vodoprávním úřadem v případě, že je provedeno posouzení hydraulické kapacity a hydrobiologického stresu ve vodním toku kombinovaným přístupem při zohlednění všech zaústění srážkových vod (včetně vod z dešťových oddělovačů), které v posuzovaném úseku vodního toku mohou spolupůsobit¹⁾.

5.2.2.10 Jiná hodnota než vypočtená podle 5.2.2.8 může být stanovena vodoprávním úřadem v případě pozemních komunikací mimo zastavěné území obce a v případě rekonstrukcí pozemních komunikací v zastavěném území obce, u kterých je prokazatelně technicky nemožné dodržet tuto hodnotu. Stanovení této hodnoty se provádí na základě posouzení hydraulické kapacity a hydrobiologického stresu ve vodním toku kombinovaným přístupem při zohlednění všech zaústění srážkových vod (včetně vod z dešťových oddělovačů), které v posuzovaném úseku vodního toku mohou spolupůsobit¹⁾.

5.2.2.11 V případě, že srážkové vody jsou odváděny do vod povrchových prostřednictvím stávajících svodnic či stávající dešťové kanalizace, stanoví přípustný odtok do svodnic jejich správce a do dešťové kanalizace její vlastník a/nebo provozovatel. Nižší hodnota než vypočtená na základě 5.2.2.8 a 5.2.2.9 může být stanovena na základě posouzení hydraulické kapacity svodnic a dešťové kanalizace z hlediska možného vzniku přetížení a záplav (viz povolené četnosti přetížení podle ČSN EN 752).

5.2.2.12 Potřebu provedení výpočtu ověřujícího schopnost svodnic či dešťové kanalizace odvést bezpečně srážkové vody z nové zástavby (za účelem umožnění nebo odmítnutí nového napojení) zváží vlastník a/nebo provozovatel s ohledem na velikost připojovaných odvodňovaných ploch. Výpočet se provede v projektové dokumentaci, případně může být nutný přepočít generelu odvodnění obce.

5.2.3 Volba technického řešení

5.2.3.1 Preferovaným způsobem je odvedení srážkových vod prostřednictvím svodnic, které podporuje výpar a snížení kulminačních odtoků.

5.2.3.2 Jednotlivé objekty a zařízení jsou uvedeny v 6.4. Volba opatření pro předčištění srážkové vody při jejím zaústění do vod povrchových závisí na nutnosti odstraňování určitého druhu znečištění, viz příloha C.

5.3 Odvádění do jednotné kanalizace

Před posouzením proveditelnosti a přípustnosti odvádění do jednotné kanalizace je nutné provést posouzení proveditelnosti a přípustnosti vsakování (viz 5.1) a odvádění do povrchových vod (viz 5.2).

5.3.1 Proveditelnost

5.3.1.1 U každé stavby musí být provedeno zhodnocení podmínek pro odvádění srážkových vod do jednotné kanalizace, které posoudí dostupnost jednotlivých stok.

5.3.1.2 Dostupnost jednotné kanalizace závisí na vzdálenosti odvodňované stavby od vhodného místa napojení na stávající jednotnou kanalizaci, na výškových poměrech území a majetkoprávních vztazích. V případě jednoduchých staveb pro bydlení a rekreaci se za proveditelné zpravidla považuje napojení do vzdálenosti nepřesahující 100 m, v případě větších stavebních projektů až 500 m, a odvodnění lze provést gravitačně.

5.3.2 Přípustnost

5.3.2.1 Připojením srážkových vod do jednotné kanalizace nesmí být překročeny hodnoty ukazatelů znečištění stanované v kanalizačním řádu pro odpadní vody.

¹⁾ V současné době je k dispozici metodický postup posouzení v [11]; připravuje se revize TNV 75 6262.

5.3.2.2 Pro výpočet přípustného odtoku srážkových vod se doporučuje hodnota specifického odtoku 3 l/(s·ha) (viz odkaz [1]), avšak hodnota regulovaného odtoku z jednoho zařízení HDV nemá být z provozních důvodů nižší než 0,5 l/s.

5.3.2.3 Nižší hodnota než vypočtená podle 5.3.2.2 může být stanovena vlastníkem a/nebo provozovatelem kanalizace se souhlasem vodoprávního úřadu, a to na základě posouzení hydraulické kapacity jednotné kanalizace z hlediska jejího přetížení (viz povolené četnosti přetížení podle ČSN EN 752), posouzení emisních a imisních kritérií dešťových oddělovačů a posouzení kapacity ČOV²⁾.

5.3.2.4 Jiná hodnota než vypočtená podle 5.3.2.2 může být stanovena vlastníkem a/nebo provozovatelem kanalizace se souhlasem vodoprávního úřadu v případě rekonstrukcí pozemních komunikací v zastavěném území obce, u kterých je prokazatelně technicky nemožné dodržet tuto hodnotu. Stanovení této hodnoty se provádí na základě posouzení hydraulické kapacity jednotné kanalizace z hlediska jejího přetížení (viz povolené četnosti přetížení podle ČSN EN 752), posouzení emisních a imisních kritérií dešťových oddělovačů a posouzení kapacity ČOV²⁾.

5.3.2.5 Potřebu provedení výpočtu ověřujícího schopnost jednotné kanalizace odvést bezpečně srážkové vody z nové zástavby (za účelem umožnění nebo odmítnutí nového napojení) zváží vlastník a/nebo provozovatel s ohledem na velikost připojovaných odvodňovaných ploch. Výpočet se provede v projektové dokumentaci, případně může být nutný přepoččet generelu odvodnění obce.

5.3.3 Volba technického řešení

5.3.3.1 Preferovaným způsobem odvedení srážkových vod do jednotné kanalizace je odvedení prostřednictvím svodnic, které podporuje výpar a snížení kulminačních odtoků.

5.3.3.2 Před zaústěním srážkových vod do jednotné kanalizace je nutné realizovat opatření zamezující vniku nerozpuštěných látek podle ČSN 75 6101 a ČSN EN 752 a ropných látek podle ČSN 75 6551, popř. ČSN EN 858-1 a ČSN EN 858-2.

6 Technické řešení odvodnění – objekty a zařízení

6.1 Snížení či prevence vzniku srážkového odtoku u zdroje

6.1.1 Vegetační a štěrkové střechy

6.1.1.1 Vegetační střechy jsou vícevrstvé systémy, které zahrnují konstrukci střechy, filtrační vrstvu a vegetační pokryv. Štěrkové střechy nemají vegetační pokryv.

6.1.1.2 Vegetační a štěrkové střechy se navrhují za účelem snížení srážkového odtoku, snížení kulminačních průtoků a zvýšení evapotranspirace. Další přínosy (estetická funkce, ochlazování budovy apod.) přímo nesouvisí s hydrologickou bilancí.

6.1.1.3 Vegetační střechy se navrhují v sklonu nejvíce 1:3. Štěrkové střechy se navrhují jako ploché střechy.

6.1.1.4 Konstrukce střechy musí být dimenzována na zatížení zahrnující mimo jiné i hmotnost filtrační a vegetační vrstvy plně nasycené vodou.

6.1.1.5 Filtrační vrstva vegetačních střech musí být velmi dobře propustná, musí mít vysokou retenční schopnost a nízkou měrnou hmotnost. Tyto vlastnosti splňují především upravené granulované expandované jílovité materiály.

6.1.1.6 Vegetační pokryv musí odpovídat účelu a funkci střechy.

²⁾ Pro posouzení emisních a imisních kritérií dešťových oddělovačů je v současné době k dispozici metodický postup posouzení v [11]; připravuje se revize TNV 75 6262.

6.1.2 Typy vegetačních střech

Vegetační střechy se dělí na extenzivní a intenzivní. S odtoky z vegetačních střech podle jejich typu se nakládá podle tabulek B.1 a C.1.

6.1.2.1 Extenzivní vegetační střechy

Vegetační povrch je na celé ploše střechy a je tvořen druhy s nízkou mírou růstu a nízkými nároky na údržbu. Vhodné jsou víceleté suchomilné rostliny s nízkým vzrůstem, například mechy, sukulenty, traviny a byliny.

Extenzivní vegetační střechy se navrhují na plochých i sklonitých střešních konstrukcích. Jsou navrhovány jako nepochůzné, s přístupem pouze za účelem údržby (nároky na údržbu jsou nízké).

6.1.2.2 Intenzivní vegetační střechy (střešní zahrady)

Jedná se o obhospodařované zelené plochy s okrasnou funkcí s rostlinami, keři a stromy. Intenzivní vegetační střechy výrazně zvyšují zatížení střešní konstrukce, jsou obvykle pochůzné a vyžadují pravidelnou údržbu včetně přídatné závlahy a hnojení.

6.1.3 Propustné zpevněné povrchy

6.1.3.1 Při návrhu systému odvádění srážkových vod je nutné v co nejvyšší míře zachovat propustné nezpevněné povrchy, nejlépe s vegetačním povrchem v přirozeně sníženém terénu (prohlubních) a s přirozeným vsakem.

6.1.3.2 Při návrhu systému odvádění srážkových vod je nutno minimalizovat množství nepropustných zpevněných ploch.

6.1.3.3 Pro snížení srážkového odtoku se navrhují zpevněné povrchy místních komunikací (zpravidla funkční podskupiny D1 a D2 podle ČSN 73 6110) v nejvyšší možné míře z propustných a polopropustných materiálů.

6.1.3.4 Vhodnými typy povrchů jsou např. kamenná či betonová dlažba s pískovými spárami, zatravnovací dlažba a rošty, porézní asphalt, zatravněné šterkové vrstvy apod.

6.2 Akumulace a využívání srážkové vody

6.2.1 Hlavním důvodem využívání srážkové vody v nemovitostech a přilehlých pozemcích je náhrada a úspora pitné vody, především pro zavlažování, splachování WC, praní prádla, úklid a mytí aut.

6.2.2 Způsob využívání srážkové vody ovlivňuje systém akumulace a úpravy vody. Dělí se na:

- systémy pro využívání srážkové vody pouze pro zavlažování, se sníženými nároky na jakost srážkové vody;
- systémy pro využívání srážkové vody pro další činnosti podle 6.2.1, se zvýšenými nároky na jakost srážkové vody a technologické vybavení systému.

6.2.3 Systémy akumulace a využívání srážkové vody umožňují snížit objem povrchového srážkového odtoku a kulminační průtoky.

6.2.4 Systémy akumulace a využívání srážkové vody se zapojují mezi odvodňovanou plochu a další prvek HDV, např. vsakovací zařízení, retenční nádrž, nebo se mohou přímo kombinovat v jednom objektu s retenční nádrží (zejména při venkovním využívání srážkové vody).

6.2.5 Pro minimalizaci vnosu znečištění je nejvhodnější používat srážkové vody odtékající ze střech nemovitosti.

6.3 Vsakování

6.3.1 Všeobecně

6.3.1.1 Při návrhu vsakovacích zařízení jsou upřednostňována povrchová vsakovací zařízení vzhledem k jejich čistící schopnosti a podpoře evapotranspirace.

6.3.1.2 V případě nedostatečné vsakovací schopnosti půdního a horninového prostředí prokázané geologickým průzkumem je nutné kombinovat vsakování s regulovaným odtokem do povrchových vod či jednotné kanalizace (viz 6.3.4).

6.3.2 Povrchové vsakování

6.3.2.1 Plošné vsakování

Plošná vsakovací zařízení se navrhují jako plochy se zatravněnou humusovou vrstvou se sklonem nejvýše 1:20. Technická specifikace této a podkladní vrstvy je uvedena v příloze D.

Srážková voda je bez jakékoli retence odváděna na plochu určenou pro vsakování. Srážková voda musí být na plochu přiváděna rovnoměrně, aby bylo zajištěno plošné zatížení vsakovacího zařízení.

Plošná vsakovací zařízení přímo navazují na odvodňovanou plochu, např. na parkovací plochu, komunikaci apod. Po překročení návrhové vsakovací kapacity objektu je nutné zajistit odvod vody do vod povrchových nebo do jednotné kanalizace nebo do dalšího objektu HDV, např. průlehu.

Orientační poměr mezi redukovanou odvodňovanou plochou A_{red} a vsakovací plochou A_{vsak} je u plošného vsakování přibližně $A_{red}/A_{vsak} \leq 5$.

Za plošná vsakovací zařízení se nepovažují plochy z propustných a polopropustných materiálů podle 6.1.3.

6.3.2.2 Vsakovací průleh

Vsakovací průlehy jsou mělká povrchová vsakovací zařízení se zatravněnou humusovou vrstvou. Technická specifikace této a podkladní vrstvy je uvedena v příloze D. Vsakování v průlezích se používá tehdy, pokud není k dispozici dostatečně velká nebo dostatečně propustná plocha k plošnému vsakování.

V průlehu má docházet pouze ke krátkodobé retenci vody, hydraulická vodivost K rostlé zeminy by měla být orientačně větší než $5 \cdot 10^{-6}$ m/s. Delší zadržování vody zvyšuje riziko snížení vsakovací schopnosti průlehu a úhynu vegetačního krytu průlehu. Proto se obecně doporučuje, aby hloubka zadržené vody nepřesáhla 0,3 m.

Svahy průlehu se navrhují ve sklonu 1:3. Vzhledem ke stabilitě zatravněné humusové vrstvy by sklon svahů průlehu neměl být větší než 1:2.

Přívod vody do průlehu se doporučuje navrhovat jako povrchový rovnoměrný po délce průlehu, nejlépe přes zatravněný pruh. Tím se zvyšuje čisticí schopnost průlehu, snižuje se riziko eroze půdní vrstvy průlehu a omezuje se riziko kolmatace průlehu nerozpuštěnými látkami.

V případě bodového zaústění přívodu srážkové vody do průlehu je vhodné individuálně zvážit nutnost předčištění pro zamezení kolmatace (kalová jámka, přívod přes zatravněné příkopy apod.) a místního opevnění průlehu v místě zaústění přívodu.

Průlehy, které jsou navrženy jako liniové stavby (např. při odvodnění pozemních komunikací) a jejichž dno je navrženo v určitém sklonu, by měly být rozděleny na více celků zemními hrázkami tak, aby nebyla narušena stabilita průlehu.

Poměr mezi redukovanou odvodňovanou plochou A_{red} a vsakovací plochou A_{vsak} se u průlehu orientačně pohybuje v rozmezí $5 < A_{red}/A_{vsak} \leq 15$.

6.3.2.3 Vsakovací průleh-rýha

Prvek průleh-rýha se skládá z průlehu se zatravněnou humusovou vrstvou a z rýhy vyplněné štěrkovým materiálem, která je umístěná pod ním. Technická specifikace této a podkladní vrstvy je uvedena v příloze D. Ze štěrkového materiálu by se měly před použitím odstranit propláchnutím jemné částice. Štěrkový materiál v rýze by měl mít zrnitost 16/32 mm. Prostor rýhy může být vyplněn také prefabrikovanými bloky.

Tato kombinace objektů se navrhuje tam, kde je nutné nedostatečnou vsakovací schopnost půdního a horninového prostředí ($K < 5 \cdot 10^{-6}$ m/s) vyvážit zvýšeným vsakovacím výkonem do propustnějších půdních vrstev a větším retenčním objemem. Jedná se o dva samostatné retenční prostory s vlastními režimy plnění a prázdnění.

Schopnost předčištění srážkových vod přes zatravněnou humusovou vrstvu zůstává stejná jako u samotného vsakovacího průlehu.

Pro technické řešení přívodu srážkové vody do zařízení průleh-rýha a pro hladinu maximálního nadržení vody v průlehu platí stejná pravidla jako pro vsakovací průleh.

Pokud je zařízení průleh-rýha navrženo jako liniová stavba (např. při odvodnění pozemních komunikací), je vhodné rozdělit průleh příčnými zemními hrázkami (viz 6.3.2.2).

Poměr mezi redukovanou odvodňovanou plochou A_{red} a vsakovací plochou A_{vsak} se u průlehu-rýhy orientačně pohybuje v rozmezí $5 < A_{\text{red}}/A_{\text{vsak}} \leq 15$.

6.3.2.4 Vsakovací nádrž

Vsakovací nádrž je objekt s výraznou retenční funkcí se vsakováním přes zatravněnou humusovou vrstvu. Technická specifikace této a podkladní vrstvy je uvedena v příloze D.

O vsakovací nádrž se jedná, pokud je poměr mezi redukovanou odvodňovanou plochou a plochou pro vsakování $A_{\text{red}}/A_{\text{vsak}} > 15$. Je doporučeno, aby hydraulická vodivost podloží byla $K > 1 \cdot 10^{-5}$ m/s. V opačném případě je vsakovací výkon nádrže nízký a doba zatopení nádrže příliš dlouhá.

Hloubky nadržení ve vsakovacích nádržích se pohybují v rozmezí 0,3 m až 2,0 m.

Sklon svahů nádrže by neměl být větší než 1:4 s ohledem na bezpečnost pohybu osob a živočichů. Větší sklonitost svahů se navrhuje pouze výjimečně a především v intravilánu by měla být doprovázena bezpečnostními opatřeními (např. oplocení nádrže). Vzhledem ke stabilitě zatravněné humusové vrstvy nesmí být sklon svahů nádrže větší než 1:2.

Vysoké hydraulické zatížení vsakovací plochy A_{vsak} zvyšuje riziko kolmatace objektu a snížení jeho vsakovací schopnosti po dobu životnosti. Proto se při návrhu doporučuje zvýšit součinitel bezpečnosti vsaku podle ČSN 75 9010 (podle [1] až na hodnotu $f = 5$).

V případě bodového zaústění přívodu srážkové vody do vsakovací nádrže je vhodné individuálně zvážit nutnost předčištění pro zamezení kolmatace (kalová jímka, přívod přes zatravněné příkopy apod.) a místního opevnění vsakovací nádrže v místě zaústění přívodu.

6.3.3 Podzemní vsakování

6.3.3.1 Vsakovací rýha

Vsakovací rýha je hloubené liniové vsakovací zařízení vyplněné propustným štěrkovým materiálem zrnitosti 16/32 mm, s retencí a vsakováním do propustnějších půdních a horninových vrstev.

Přívod vody je zajištěn po povrchu nebo pod povrchem. Povrchový přívod vody se doporučuje provést přes zatravněný pás, což zlepšuje předčištění srážkové vody vtékající do vsakovacího zařízení.

Při vsakování v rýze s podpovrchovým přívodem musí být na vtoku umístěna kalová jímka a revizní šachta, popřípadě proplachovací šachta na opačném konci drenáže.

6.3.3.2 Podzemní prostory vyplněné štěrkem nebo bloky

Podzemní vsakovací prostory vyplněné propustným štěrkovým materiálem zrnitosti 16/32 mm, nebo prefabrikovanými bloky jsou zpravidla plošnými objekty.

Voda se přivádí do podzemního prostoru přes vstupní šachtu nebo vstupním otvorem.

Před objekt podzemního vsakovacího zařízení se doporučuje předradit prvek pro předčištění srážkových vod, např. kalovou jímku s nepropustným dnem a stěnami, filtrační šachtu či jiný objekt dle povahy znečištění srážkových vod.

Podrobnosti technického návrhu viz ČSN 75 9010.

6.3.3.3 Vsakovací šachta

Vsakovací šachty slouží k bodovému vsakování a jejich využití je možné pouze u vymezených typů odvodňovaných ploch (viz tabulka B.1).

Vsakovací šachty se navrhují na základě posouzení vhodnosti vsakování z hlediska ochrany jímacích zdrojů a obecné ochrany podzemních vod provedeném v geologickém průzkumu pro vsakování. Šachty by neměly prostupovat vrstvami s malou propustností, které účinně chrání podzemní vody.

Před vsakovací šachtu se doporučuje předřadit prvek pro předčištění srážkových vod, např. kalovou jímku s nepropustným dnem a stěnami, filtrační šachtu či jiný objekt dle povahy znečištění srážkových vod.

Detaily technického návrhu řeší ČSN 75 9010.

6.3.4 Vsakování s regulovaným odtokem

V případě nedostatečné vsakovací schopnosti půdního a horninového prostředí (orientačně $K < 1 \cdot 10^{-6}$ m/s) a vsakovacího zařízení, prokázané geologickým průzkumem, je nutné kombinovat vsakování s regulovaným odtokem do povrchových vod nebo jednotné kanalizace.

Provozně nejvhodnějším řešením je použití vsakovacích zařízení s regulovaným odtokem, která mají filtraci vody přes zatravněnou humusovou vrstvu.

6.3.4.1 Vsakovací průleh-rýha s regulovaným odtokem

U vsakovacího zařízení průleh-rýha s regulovaným odtokem je rýha odvodněna drenážním potrubím zakončeným regulátorem odtoku.

Zařízení má samostatné bezpečnostní přelivy pro průleh a rýhu. Bezpečnostní přeliv průlehu musí být chráněn před vniknutím nečistot do potrubí s ohledem na připojený regulátor průtoku. Úroveň bezpečnostního přelivu rýhy by neměla přesáhnout úroveň horní strany stavební konstrukce rýhy.

Jednotlivá zařízení typu průleh-rýha je možné propojovat do systému těchto objektů. Prvky mohou být v systému zapojeny v sérii nebo paralelně. Systém vykazuje vyšší bezpečnost v případě paralelního uspořádání.

6.3.4.2 Vsakovací nádrž s regulovaným odtokem

U vsakovací nádrže s regulovaným odtokem je regulátor odtoku zpravidla umístěn ve sdruženém objektu s bezpečnostním přelivem.

Šachta, ve které je umístěn regulátor odtoku, musí být chráněna stejně jako v případě regulace odtoku z povrchových retenčních objektů (viz 6.6.5).

6.3.4.3 Vsakovací rýha s regulovaným odtokem

U podzemní vsakovací rýhy s regulovaným odtokem je rýha odvodněna drenážním potrubím zakončeným regulátorem odtoku.

Úroveň bezpečnostního přelivu rýhy by neměla přesáhnout úroveň horní strany stavební konstrukce rýhy.

6.3.5 Předčištění srážkových vod

Způsoby předčištění srážkových vod a příslušná zařízení používaná při vsakování jsou uvedena v příloze D.

6.4 Odvádění do povrchových vod

6.4.1 Všeobecně

6.4.1.1 Při odvádění srážkových vod do vod povrchových je zpravidla nutné zdržení odtoku prostřednictvím retenčního objektu. Nutný objem retenčního prostoru se navrhne podle kapitoly 7.

6.4.1.2 Každý retenční objekt musí být vybaven regulátorem odtoku, který reguluje odtok z objektu na hodnotu, která musí být nižší než předepsaný přípustný odtok podle 5.2. V případě možného ohrožení objektu zpětným vzdutím ze svodnice nebo z dešťové kanalizace musí být navržena přiměřená ochrana zařízení např. zpětnou armaturou.

6.4.1.3 Každý retenční objekt musí být vybaven bezpečnostním přelivem, který je hydraulicky a konstrukčně navržen tak, aby bezpečně převedl průtok způsobený vyšší než návrhovou srážkou.

6.4.1.4 V územích a na pozemcích, kde není dovoleno vsakování (staré ekologické zátěže, podzemní stavební objekty apod.), musí být retenční objekty konstrukčně řešeny tak, aby nedocházelo k průsaku vody do horninového podloží.

6.4.1.5 S ohledem na krajinnotvornou a estetickou funkci a podporu evapotranspirace je vhodné navrhovat retenční objekty především jako povrchové nádrže se zatravněnými břehy.

6.4.1.6 Retenční objekty mohou být suché nebo se zásobním prostorem (tj. se stálým nadržáním).

6.4.2 Suché retenční dešťové nádrže (poldry)

6.4.2.1 Suché retenční nádrže jsou povrchové nádrže tvořící vymezený retenční prostor, který se plní při srážkovém odtoku z odvodňované plochy. Snižují kulminační průtok a regulovaně se vyprazdňují pomocí regulátoru odtoku.

6.4.2.2 Plochy suchých retenčních nádrží se navrhují s převážně vegetačním pokryvem. Půdorys se řídí místními podmínkami.

6.4.2.3 Decentrální nádrže u jednotlivých nemovitostí jsou tvarově řešeny jako průlehy. Při odvodnění pozemních komunikací se navrhují jako liniové průlehy, jejichž dno je v určitém sklonu a jsou rozděleny na více celků zemními hrázkami.

6.4.2.4 Regulátor odtoku se osazuje v jímce umístěné v nejnižším bodě retenčního objektu.

6.4.2.5 Pro omezení vnosu nerozpuštěných látek a sedimentů do retenčního prostoru nádrže se doporučuje u vtoku do nádrže vytvořit konstrukčně oddělený usazovací prostor.

6.4.2.6 Stavební a konstrukční řešení centrálních suchých retenčních dešťových nádrží se navrhuje podle zásad platných pro dešťové nádrže (viz ČSN 75 6261) a pro malé vodní nádrže (viz ČSN 75 2410).

6.4.3 Podzemní retenční dešťové nádrže

6.4.3.1 Podzemní retenční nádrže jsou zpravidla tvořeny potrubím velkého průměru nebo vodotěsnou jímkou umístěnou pod úrovní terénu provedenou z betonu, plastu nebo plastových bloků izolovaných fólií. Podzemní retenční nádrže se umísťují přednostně vně budovy.

6.4.3.2 Regulátor odtoku se osazuje v jímce umístěné v nejnižším bodě nádrže.

6.4.3.3 Pro omezení vnosu nerozpuštěných látek a sedimentů do retenčního prostoru nádrže se doporučuje u vtoku do nádrže vytvořit konstrukčně oddělený usazovací prostor.

6.4.3.4 Podzemní retenční nádrž musí být vybavena uzavíratelným otvorem pro přístup a odvědušením. Funkci odvědušení, uzavíratelného otvoru pro přístup, a popřípadě i bezpečnostního přelivu může plnit mříž umístěná přibližně 150 mm nad úrovní okolního terénu.

6.4.4 Retenční dešťové nádrže se zásobním prostorem

6.4.4.1 Retenční dešťové nádrže se zásobním prostorem transformují povodňovou vlnu a řízeně vyprazdňují retenční prostor až po hladinu zásobního prostoru, který je využíván k různým účelům.

6.4.4.2 V intravilánu jsou obvykle navrhovány jako okrasné nádrže v obytné zástavbě a parcích, kde plní estetickou funkci, zlepšují mikroklima a jsou využívány i k jiným účelům.

6.4.4.3 Regulátor odtoku se osazuje v jímce na úrovni hladiny stálého nadržení nádrže.

6.4.4.4 Pro omezení vnosu nerozpuštěných látek a sedimentů do retenčního a zásobního prostoru nádrže se doporučuje u vtoku do nádrže vytvořit konstrukčně oddělený usazovací prostor.

6.4.4.5 Část retenčních dešťových nádrží se zásobním prostorem lze provozovat jako biotop s biologickým čištěním vody. Pro zvýšení čisticí schopnosti se navrhuje cirkulace vody přes biotop.

6.4.4.6 Stavební a konstrukční řešení centrálních retenčních dešťových nádrží se zásobním prostorem se navrhuje podle zásad platných pro dešťové nádrže (viz ČSN 75 6261) a pro malé vodní nádrže (viz ČSN 75 2410).

6.4.5 Umělé mokřady

6.4.5.1 Uměle vytvořené mokřady jsou mělké nádrže se stálým nadržáním a s vodními rostlinami, které plní funkci biologického čištění srážkových vod.

6.4.5.2 Umělé mokřady jsou určené ke zvýšení vlhkostních poměrů, úpravě jakosti vody, retenci a regulaci odtoku vody.

6.4.5.3 Regulátor odtoku je osazen v jímce na úrovni hladiny stálého nadržení.

6.4.5.4 Pro omezení vnosu nerozpuštěných látek a sedimentů do celé nádrže se doporučuje u vtoku do nádrže vytvořit konstrukčně oddělený usazovací prostor.

6.4.6 Předčištění srážkových vod

6.4.6.1 Zařízení pro předčištění srážkových vod před zaústěním do povrchových vod pracují na stejných principech jako při vsakování, navíc jsou však často řešena tak, aby plnila současně čisticí a retenční funkci (viz 6.4.4.5 a 6.4.5). Pro zvýšení účinnosti se mechanické čištění sedimentací či filtrací doplňuje biologickým čištěním pomocí vegetace nebo v půdě.

6.4.6.2 Způsoby předčištění srážkových vod a příslušná zařízení používaná při jejich odvádění do vod povrchových jsou uvedena v příloze E.

6.5 Odvádění do jednotné kanalizace

6.5.1 Všeobecně

6.5.1.1 Při odvádění srážkových vod do jednotné kanalizace je zpravidla nutné zdržení odtoku prostřednictvím retenčního objektu. Nutný objem retenčního prostoru se navrhne podle kapitoly 7.

6.5.1.2 Každý retenční objekt musí být vybaven regulátorem odtoku, který reguluje odtok z objektu na hodnotu, která musí být nižší než předepsaný přípustný odtok podle 5.3. V případě možného ohrožení objektu zpětným vzdutím z jednotné kanalizace musí být navržena adekvátní ochrana zařízení např. zpětnou armaturou.

6.5.1.3 Každý retenční objekt musí být vybaven bezpečnostním přelivem, který je hydraulicky a konstrukčně navržen tak, aby bezpečně převedl průtok způsobený vyšší než návrhovou srážkou.

6.5.1.4 Retenční objekty jsou konstrukčně řešeny obdobně jako v případě odvádění srážkových vod do vod povrchových.

6.5.2 Předčištění srážkových vod

Způsoby předčištění srážkových vod a příslušná zařízení používaná při jejich odvádění do jednotné kanalizace jsou uvedena v ČSN EN 752.

6.6 Regulační zařízení

6.6.1 Zařízení pro regulaci odtoku do povrchových vod nebo do jednotné kanalizace je součástí retenčních objektů nebo vsakovacích zařízení s retenčním prostorem a nedostatečnou vsakovací schopností půdního a horninového prostředí.

6.6.2 Vzhledem k obvyklé velikosti stavebních pozemků je regulovaný odtok z objektů HDV poměrně malý (řádově desetiny až jednotky l/s).

6.6.3 Vhodnými regulačními prvky pro malé regulované odtoky jsou clony ve svislé stěně (s fixní nebo lineárně proměnnou průtočnou plochou), clony ve svislé stěně s více otvory, clony s vertikálním zatopeným nátokem ode dna šachty a malé vírové ventily (drenážní vírové ventily); pouze při nevhodných sklonových poměrech lze regulaci provádět čerpadlem s maximálním průtokem odpovídajícím předepsanému regulovanému odtoku.

6.6.4 Nejbezpečnější je provedení regulace pro drenážní vody, tj. systém, kdy je regulátor odtoku umístěn za zařízením, v němž dochází k průsaku vody zemní vrstvou, nebo k průtoku přes vícestupňové předčištění hrubých a nerozpuštěných látek. Tím je minimalizováno riziko ucpání regulátoru. Vhodnými zařízeními splňujícími tuto funkci jsou zejména vsakovací zařízení průleh-rýha s drenážním odtokovým potrubím či vsakovací rýhy s drenážním odtokovým potrubím.

6.6.5 Při regulaci odtoku z decentrálních retenčních povrchových objektů (tj. s malou napojenou odvodňovanou plochou) musí být odtok technicky a konstrukčně navržen tak, aby nemohlo dojít k ucpání regulátoru (listím, trávou apod.).

Odtok z povrchových retenčních objektů se doporučuje doplnit o šterkové těleso (frakce 80/150 nebo menší) s drenážním účinkem, popřípadě jemné česle, síta či filtr a umístit regulátor odtoku do šachty za předčistící zařízení. Vhodné je používat regulátory se zatopeným vertikálním nátokem ode dna šachty nebo regulátory s více otvory, které minimalizují riziko ucpání regulátoru.

6.6.6 Maximální průtok regulačním zařízením musí být doložen v projektu deklarací výrobce u typových výrobků nebo hydraulickým výpočtem maximální průtočnosti u atypických výrobků.

POZNÁMKA Měření regulovaného odtoku je technicky možné až pro vyšší průtoky, proto se předpokládá především u významných producentů srážkových vod. V případě měření regulovaného odtoku je nutné dodržet odpovídající technické, metrologické a provozní podmínky.

6.6.7 Veškerá zařízení pro regulaci odtoku musí být pravidelně kontrolována a čištěna.

7 Dimenzování objektů

7.1 Základní principy

7.1.1 Metoda návrhu objektů HDV závisí na velikosti odvodňovaného území a na složitosti systému odvodnění.

7.1.2 Pro dimenzování objektů HDV, které jsou součástí malých a jednoduchých systémů odvodnění, je možné použít výpočet srážkového odtoku a jeho transformace pomocí jednoduchých statistických a empirických metod.

7.1.3 Jednoduché metody návrhu se použijí:

- v případě, kdy jednotlivá vsakovací zařízení s retenčním prostorem nebo retenční objekty nejsou řazeny sériově (podle ČSN 75 9010);
- pokud je odvodňovaná plocha zaústěná do jednotlivého vsakovacího zařízení s retenčním prostorem menší než 3 ha (podle ČSN 75 9010);
- u samostatných retenčních objektů pro odvodňovací systémy s plochou povodí $A < 200$ ha a s dobou dotoku v povodí a ve stokové síti $t_d < 15$ min (podle ČSN EN 752).

7.1.4 Návrh objektů HDV v systému odvodnění pomocí dlouhodobé simulace srážkoodtokového procesu s využitím hydrologických a hydraulických modelů je vhodný pro všechny případy. Musí se použít v případech nesplňujících vymezení podle 7.1.3.

7.2 Návrhové parametry

7.2.1 Návrhovými parametry pro dimenzování objektů HDV jsou redukovaná odvodňovaná plocha povodí A_{red} , četnost přetížení retenčního objemu objektu vyjádřená periodicitou p , popřípadě dobou opakování T , přípustný odtok Q_c do povrchových vod nebo do jednotné kanalizace a doba prázdnění retenčního objemu T_{pr} . V případě vsakovacích zařízení je dalším parametrem vsakovaný odtok Q_{vsak} .

7.2.2 Redukovaná odvodňovaná plocha povodí A_{red} se stanoví podle 7.4.1.1 ČSN 75 6261 nebo podle 6.2.2 ČSN 75 9010.

7.2.3 U vsakovacích zařízení je návrhová periodicity přetížení retenčního objemu dána tabulkou 2 ČSN 75 9010. U retenčních objektů s regulovaným odtokem je přípustná periodicity přetížení retenčního objemu $p = 0,2 \text{ rok}^{-1}$. Tato hodnota může být snížena až na $p = 0,01 \text{ rok}^{-1}$ u retenčních nádrží umístěných ve výjimečných případech uvnitř budovy.

POZNÁMKA Bezpečnost objektů HDV je vyšší než bezpečnost stokových sítí, které byly zpravidla navrženy na periodicitu $p = 0,5 \text{ rok}^{-1}$ či $p = 1 \text{ rok}^{-1}$.

7.2.4 Přípustný odtok Q_c do povrchových vod se stanoví podle 5.2, resp. do jednotné kanalizace podle 5.3.

7.2.5 Doba prázdnění T_{pr} se u vsakovacích zařízení řídí podle ČSN 75 9010, u objektů s regulovaným odtokem nemá přesáhnout 24 h pro návrhový déšť.

7.2.6 Vsakovaný odtok Q_{vsak} se stanoví podle ČSN 75 9010.

7.3 Vstupní data

7.3.1 Soubor vstupních dat je vymezen použitými metodami řešení při dimenzování (jednoduché metody návrhu, nebo využití simulačních modelů).

7.3.2 Hlavními vstupními daty pro dimenzování objektů HDV jsou srážková data:

- pro jednoduché metody výpočtu se používají statisticky zpracovaná srážková data ve formě čar náhradních vydatností nebo úhrnů s definovanou periodicitou p , popřípadě dobou opakování T ;
- pro detailní řešení pomocí dlouhodobé simulace se používají dlouhodobé srážkové řady; dlouhodobá srážková řada musí být k dispozici jako časově kontinuální o dostatečné délce. Délka nesmí být kratší než doba opakování T pro požadovanou výpověď (bezpečnost přelítí) a nesmí být kratší než 10 let. Optimální délka je 3 T ;
- pokud v dané lokalitě není k dispozici požadovaná dlouhodobá srážková řada, je možné použít řadu z jiné oblasti se srovnatelným ročním srážkovým úhrnem a dalšími statistickými parametry.

7.4 Metody návrhu

7.4.1 Jednoduché metody návrhu

7.4.1.1 Vztah mezi přítokem a odtokem do/z retenčního prostoru vsakovacího nebo retenčního objektu popisuje hydrologická bilance (viz tabulka 1).

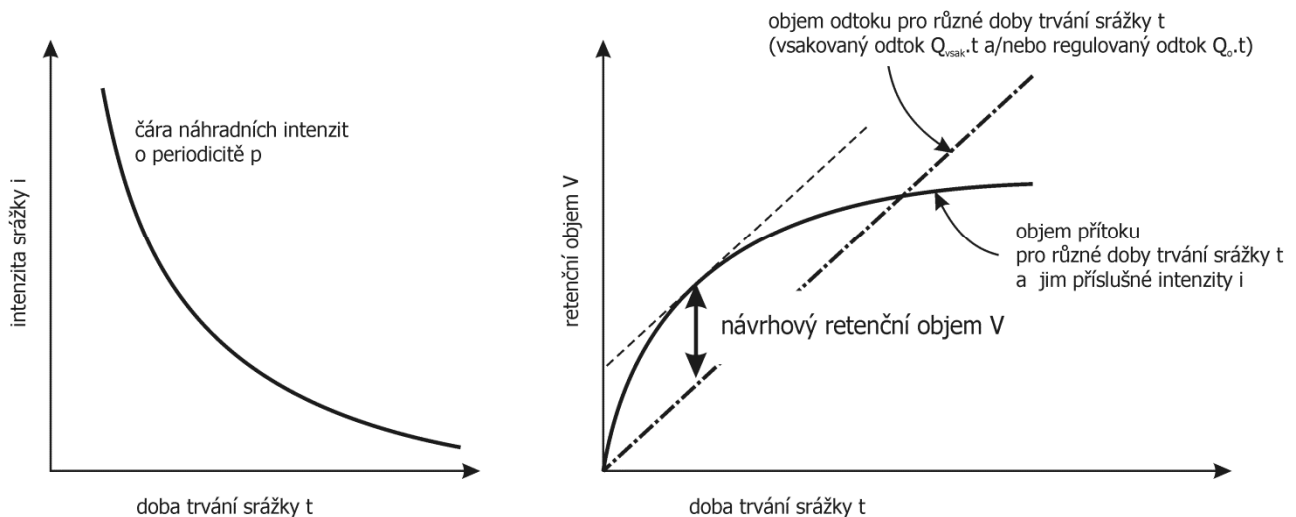
7.4.1.2 Bilance přítoku a odtoku do/z retenčního prostoru zařízení se provede pro různé doby trvání srážky t s periodicitou p odpovídající četnosti přetížení objektu (viz tabulka 1, obrázek 2).

7.4.1.3 Pro dimenzování retenčního objemu V se stanovenou četností přetížení objektu je rozhodující taková srážka o délce trvání t se zvolenou periodicitou p , která způsobí největší rozdíl mezi objemem přítoku a odtoku (viz obrázek 2).

7.4.1.4 Objemem odtoku se rozumí objem vody odvedený vsakovaným nebo regulovaným odtokem, popřípadě jejich součet.

Tabulka 1 – Hydrologická bilance mezi přítokem a odtokem do vsakovacích či retenčních objektů různých typů

č.	Typ objektu	Přítok ¹⁾		Odtok ³⁾				
		Objem přivedené srážkové vody ²⁾	=	Vsakování	+	Retenční objem	+	Regulovaný odtok
1	Plošné vsakování bez retence	$i \cdot (A_{\text{red}} + A_{\text{vsak}}) \cdot t / 1000$	=	$3\,600 \cdot Q_{\text{vsak}} \cdot t$	+	0	+	0
2	Povrchová vsakovací zařízení s retencí	$i \cdot (A_{\text{red}} + A_{\text{vsak}}) \cdot t / 1000$	=	$3\,600 \cdot Q_{\text{vsak}} \cdot t$	+	$V^4)$	+	0
3	Povrchová vsakovací zařízení s retencí a odtokem	$i \cdot (A_{\text{red}} + A_{\text{vsak}}) \cdot t / 1000$	=	$3\,600 \cdot Q_{\text{vsak}} \cdot t$	+	$V^4)$	+	$3\,600 \cdot Q_o \cdot t$
4	Podzemní vsakovací zařízení s retencí	$i \cdot A_{\text{red}} \cdot t / 1000$	=	$3\,600 \cdot Q_{\text{vsak}} \cdot t$	+	$V^{4,5)}$	+	0
5	Podzemní vsakovací zařízení s retencí a odtokem	$i \cdot A_{\text{red}} \cdot t / 1000$	=	$3\,600 \cdot Q_{\text{vsak}} \cdot t$	+	$V^{4,5)}$	+	$3\,600 \cdot Q_o \cdot t$
6	Retenční objekty	$i \cdot (A_{\text{red}} + A_{\text{ret}}) \cdot t / 1000$	=	$0^6)$	+	$V^4)$	+	$3\,600 \cdot Q_o \cdot t$
<i>i</i>	Intenzita srážky, v mm/h							
<i>t</i>	Doba trvání srážky, v h							
<i>A_{red}</i>	Průmět redukované odvodňované plochy povodí, v m ²							
<i>A_{vsak}</i>	Vsakovací plocha vsakovacího zařízení v m ² ; pokud se jedná o vsakovací objekt se sklonitými svahy, lze hodnotu <i>A_{vsak}</i> uvažovat jako střední hodnotu zatopené plochy objektu							
<i>A_{ret}</i>	Plocha nadzemního retenčního objektu, v m ² ; pokud se jedná o retenční objekt se sklonitými svahy, lze hodnotu <i>A_{ret}</i> uvažovat jako střední zatopenou plochu objektu. V případě podzemního retenčního objektu se plocha neuvažuje.							
<i>Q_{vsak}</i>	Vsakovaný odtok podle ČSN 75 9010, v m ³ /s							
<i>Q_o</i>	Regulovaný odtok z retenčního prostoru do povrchových vod nebo do jednotné kanalizace, v m ³ /s. Platí $Q_o \leq Q_c$, kde Q_c je přípustný odtok podle 5.2, popřípadě podle 5.3							
<i>V</i>	Retenční objem $V = A_{\text{vsak}} \cdot H$ resp. $V = A_{\text{ret}} \cdot H$, v m ³ , kde <i>H</i> je střední hloubka vody v m							
¹⁾	Pokud se mezi odvodňovanou plochou a objektem HDV nachází další decentrální objekt s retenčním objemem, je nutné jeho objem odečíst na levé straně bilanční rovnice od objemu srážkové vody.							
²⁾	Výpočet objemu povrchového odtoku podle ČSN EN 752. Alternativně lze objem povrchového odtoku vypočítat podle ČSN 75 9010 na základě celkového úhrnu srážky s periodicitou <i>p</i> a dobou trvání <i>t</i> .							
³⁾	V hydrologické bilanci pro návrh vsakovacích a retenčních objektů a zařízení se neuvažuje evapotranspirace. Evapotranspiraci je nutno zohlednit při dlouhodobé hydrologické bilanci (např. roční).							
⁴⁾	Pro povodí, kde hraje roli doba dotoku <i>t_d</i> do retenčního zařízení, je vhodné ji při výpočtu retenčního objemu zohlednit (ČSN 75 6261).							
⁵⁾	Retenční objem podzemních vsakovacích zařízení vyplněných štěrkem nebo prefabrikovanými bloky je dán objemem pórů nebo retenčního prostoru v blocích (viz ČSN 75 9010).							
⁶⁾	V hydrologické bilanci pro návrh retenčních objektů, které nejsou navrženy jako kombinované objekty se vsakovacím zařízením, se nezohledňuje případný průsak vody nádrží do horninového prostředí.							



Obrázek 2 – Schéma dimenzování retenčních prostor jednoduchou metodou návrhu

7.4.1.5 Pro větší povodí, kde se projevuje doba dotoku t_d do retenčního zařízení, je vhodné dobu dotoku na straně odtoku z retenčního prostoru zohlednit při výpočtu.

7.4.1.6 Doba dotoku do retenčního prostoru lze zohlednit například podle 7.4.1.1 ČSN 75 6261.

7.4.1.7 Objekty plošného vsakování bez retenčního objemu V se dimenzují na dobu trvání srážky $t = 15$ min a periodicitu výskytu $p = 0,2 \text{ rok}^{-1}$.

7.4.2 Dlouhodobá simulace

7.4.2.1 Simulační model pro návrh a posouzení odvodňovacích systémů s retenčními prostory musí zohlednit alespoň tyto procesy:

- tvorbu odtoku na připojených nepropustných a propustných plochách (odtoky z propustných ploch nelze zpravidla zanedbat při posuzování doby opakování $T > 3$ roky a u strmých povodí se sklonem větším než 4 %);
- koncentraci odtoku v povodí (výstupem je hydrogram odtoku);
- transport vody ve stokové síti pomocí hydrodynamického výpočtu;
- plnění a prázdnění retenčních prostor navrženého objemu (regulovaný odtok a přepad).

7.4.2.2 Simulační model pro posouzení vsakovacích systémů musí zohlednit kromě procesů uvedených v 7.4.2.1 ještě tyto procesy:

- rychlost vsakování v závislosti na hloubce vody v retenčním prostoru;
- při bilančních výpočtech: retenční procesy v půdě a evapotranspiraci.

7.4.2.3 Pro stanovení vztahu mezi objemem a četností přelití se pro každou dešťovou událost sečte objem retenované a přepadlé vody a tyto hodnoty se seřadí podle velikosti. Pro vyhodnocení jsou nutné tyto kroky:

- Stanovení, jaký počet let M (bez případných mezer) byl použit v simulaci.
- Určení, jaký počet prvků výběru L se použije pro vyhodnocení. Měl by být vytvořen výběr o počtu prvků L rovném 2 až 3 M .
- Seřazení prvků výběru sestupně a přiřazení pořadí k od jedné do L .
- Výpočet doby opakování T pro jednotlivé prvky, např. z následujícího vztahu:

$$T = \frac{L+1}{k} \cdot \frac{M}{L} \quad (1)$$

kde

- T je doba opakování, vyjádřená v letech;
 M délka simulace, vyjádřená jako počet let;
 L počet hodnot výběru;
 k pořadí prvku výběru.

8 Provoz objektů

8.1 Všeobecně

8.1.1 Pro každý vybudovaný objekt a zařízení HDV nebo jejich kombinaci (dále jen systém HDV) musí být stanoven jeho vlastník, který bude po dokončení díla odpovědný za jeho provozuschopnost.

8.1.2 Z hlediska provozu systému HDV je při jeho výstavbě nutné dbát na zajištění vhodného přístupu ke všem částem zařízení, ve kterých je nutné provádět údržbu.

8.1.3 Pro zajištění budoucí funkčnosti systému HDV jsou nezbytné správné stavební postupy a provedení stavby, a to včetně nezávislé kontroly (viz příloha I).

8.1.4 Na veřejných prostranstvích je potřebné vybavit zařízení a objekty HDV informačními tabulemi, které upravují určité činnosti (např. zákaz chůze, sportovních činností či venčení psů), popř. podávají informace o funkci zařízení/objektu.

8.1.5 Zhotovitel či projektant zařízení nebo systému HDV musí vypracovat a vlastníkovi předat uživatelskou příručku (u vodních děl podle vodního zákona³⁾ provozní řád) systému HDV.

8.1.6 Uživatelská příručka má obsahovat zejména následující náležitosti:

- technickou specifikaci objektů a zařízení HDV, tj. umístění všech objektů a zařízení HDV v rámci stavebního pozemku, schéma systému HDV, základní návrhové parametry, hodnoty regulovaného odtoku (včetně garance výrobce regulačního zařízení u typových výrobků nebo hydraulického výpočtu u atypických výrobků), vybrané závěry geologickému průzkumu;
- krátké vysvětlení, jak systém a jeho součásti fungují, jejich účel a rizika ztráty funkčnosti či poruchy;
- požadavky na údržbu, plán údržby, popř. plán odběru vzorků zeminy; tabulku pro záznam provedených úkonů;
- vysvětlení důsledků nedodržení plánu údržby;
- vymezení ploch na pozemku, na nichž jsou zakázány či omezeny určité aktivity (např. zákaz parkování či pojezdu v oblasti podzemního vsakovacího zařízení, pokud není dostatečně únosné);
- popis možností nakládání se sedimenty při jejich pravidelném odstraňování ze zařízení HDV (v případech, kdy je to relevantní);
- postup činností v případě, kdy dojde k přelití objektu HDV (např. při zaústění bezpečnostního přelivu na pozemek stavby);
- postup činností (organizační a pracovní) v případě, že dojde k havarijnímu úniku závadných látek (zejména ropných látek);
- doporučení, jak se zachovat v případě následných stavebních úprav či podzemních prací na pozemku.

³⁾ Viz § 55 zákona č. 254/2001 Sb.

8.2 Údržba

8.2.1 Činnosti nutné k zajištění provozuschopnosti systému HDV lze rozdělit do tří kategorií:

- pravidelná údržba;
- příležitostná (občasná) údržba;
- oprava.

8.2.2 Pravidelnou údržbou se rozumí časově předvídatelné úkony, např. údržba vegetace, odstraňování odpadků či preventivní kontroly.

8.2.3 Příležitostnou údržbou se rozumí úkony hůře časově předvídatelné či prováděné jednou za delší období, jako je např. odstranění sedimentu ze sedimentačních zařízení.

8.2.4 Opravou se rozumí úkony, které odstraňují částečné nebo úplné fyzické opotřebení objektů/zařízení HDV, čímž se zajistí jejich původní funkčnost (v původních užitných hodnotách). Potřeba těchto úkonů může být omezena správným návrhem a výstavbou zařízení. Oprava je potřebná v situacích způsobených místními podmínkami či nečekanými událostmi, jejichž časový výskyt nelze přesně určit. Oprava může obsahovat mimo jiné následující úkony:

- opravu nátoků a odtoků z HDV zařízení a objektů;
- opravu erozí postižených částí;
- opravu vsakovací vrstvy;
- výměnu geotextilie či filtračních vrstev (náplň filtru).

8.3 Typické úkony údržby

8.3.1 Typické úkony údržby jsou uvedeny v tabulce 2.

8.3.2 Specifikace úkonů údržby a jejich doporučená četnost jsou uvedeny v příloze H.

Tabulka 2 – Typické úkony údržby objektů a zařízení HDV (upraveno podle [2])

Úkon údržby ■ je vyžadováno □ může být vyžadováno	Objekt/zařízení HDV											
	Vegetační střechy	Propustné zpevněné povrchy	Plošné vsakování	Vsakovací průlehy	Vsakovací nádrže	Vsakovací rýha	Vsakovací šachta	Prefabrikovaná podzemní vsakovací a retenční zařízení	Suché retenční nádrže	Retenční nádrže se zásobním objemem	Umělé mokřady	Předčisticí zařízení
Pravidelná údržba												
Kontrola	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Odstranění odpadků a listí	■	■	■	■	■	■	□	□	■	■	■	■
Kosení trávy	■	□	■	■	■	■			■	■	■	□
Pletí	□	□	□	□	□	□			□	□	□	□
Údržba křovin	□	□	□	□	□				□	□	□	□
Údržba břehové vegetace									□	■	■	□
Údržba vodní vegetace									□	■	■	□
Příležitostná údržba												
Odstranění sedimentu	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Výměna vegetace	□		□	□	□				□	□	□	□
Čištění (zametání) propustných a polopropustných povrchů		■										
Opravy												
Oprava objektu/zařízení či jeho částí	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
Výměna filtrační vrstvy	□	□	□	□	□	□	□					□

Příloha A (informativní)

Typické znečištění srážkových vod

A.1 Srážkové vody odtékající z urbanizovaného území jsou znečištěny látkami obsaženými v ovzduší a látkami pocházejícími z materiálu a užívání odvodňovaných ploch.

A.2 Znečištění ovzduší v lokálním měřítku závisí zejména na typu a množství emisních zdrojů, na reliéfu a na meteorologických podmínkách lokality. Často vykazuje značné roční kolísání dané zimním vytápěním. Z hlediska nakládání se srážkovými vodami představují nejvýznamnější znečištění pocházející z atmosférické depozice jemné částice, těžké kovy a persistentní organické sloučeniny (např. benzo-a-pyren). Nezanedbatelné jsou však též živiny (dusík a fosfor).

A.3 Z materiálů odvodňovaných ploch pronikají do srážkových vod např. vápník, hliník a křemík z betonových ploch, zinek, měď a kadmium z kovových povrchů a organické látky z asfaltových povrchů, plastických hmot, barevných nátěrů apod. (viz odkaz [5]).

A.4 Užívání odvodňovaných ploch včetně péče o ně (doprava, průmysl apod.) způsobuje znečištění řadou látek (např. exkrementy, listí a jiná organická hmota, hrubé a jemné nerozpuštěné látky, minerální oleje a další ropné uhlovodíky, biocidy, těžké kovy či detergenty).

A.5 Typické znečišťující látky na jednotlivých typech ploch a očekávaná míra znečištění srážkové vody je uvedena v tabulce A.1.

A.6 Jakost vody odtékající ze střech ovlivňuje kromě lokálních suchých a mokřích depozic také typ střechy (ploché či šikmé) a její materiál, včetně materiálu střešních instalací (inertní či reaktivní).

- Na plochých střechách s vrstvou šterku dochází díky filtraci, adsorpci a biologickému rozkladu k vyššímu zadržení znečištění ze suchých a mokřích depozic než na střechách šikmých. Průsak šterkem s obsahem vápníku (vápencovým, mramorovým či dolomitickým šterkem) vede také ke zvýšení hodnoty pH vody a její kyselinové neutralizační kapacity $KNK_{4,5}$ (celkové alkality), což ještě více podporuje zadržení látek. Nejúčinněji zadržují znečištění intenzivní vegetační střechy, ale odtok z nich může být zbarven huminovými látkami (a může mít tudíž vyšší koncentrace DOC). Pro ošetřování intenzivních vegetačních střech musí být pečlivě dávkována hnojiva a nesmí být používány postřiky, aby odtok neobsahoval živiny či persistentní organické látky (viz odkaz [10]).
- Za inertní materiály jsou považovány střechy ze skla, plexiskla, kovové střechy potažené plasty a střechy s taškami z pálené hlíny. Odtok z nich obsahuje především atmosférické depozice (viz odkaz [3]).
- Betonové střechy vykazují vzhledem k drsnějšímu povrchu jednak vyšší atmosférické depozice, jednak jsou z nich uvolňovány částičky betonu. Je tedy nutno počítat se zvýšeným obsahem jemných nerozpuštěných látek v odtoku (viz odkaz [3]).
- Při použití neošetřených kovových plechů z mědi, zinku či olova se do odtékající vody dostává značné množství příslušného těžkého kovu. Průměrné koncentrace kovů jsou zvýšené, i když jsou z kovu zhotoveny pouze klempířské výrobky. V případě celokovových střech a fasád jsou koncentrace kovů velmi vysoké, a to zejména na počátku srážkového odtoku (tzv. první splach). Vysoký podíl kovů se nachází v rozpuštěné formě (měď a zinek 70 % až 80 %, olovo přibližně 25 %) (viz odkazy [9] a [10]).

A.7 Ze zatravněných ploch s možným odtokem srážkových vod do odvodňovacích systémů může v důsledku erozních smyvů odtékat značné množství nerozpuštěných látek (anorganického a organického původu).

Tabulka A.1 – Typické znečišťující látky na jednotlivých typech ploch a očekávané znečištění srážkových vod

Typ plochy		Hrubé nečistoty, splaveniny	Jemné částice	Těžké kovy	Uhlovodíky	Organické znečištění, BSK ₅	Živiny N, P	Patogenní mikroorganismy	Chloridy
Střechy	vegetační extenzivní	○	○	○	○	○	○	○	○
	vegetační intenzivní	○	○	○	○	●	●	○	○
	inertní	●	●	○/●	○/●	○/●	○/●	○/●	○
	s plochou neošetřených kovových částí do 50 m ²	●	●	●	○/●	○/●	○/●	○/●	○
	s plochou neošetřených kovových částí 50 m ² až 500 m ²	●	●	●●	○/●	○/●	○/●	○/●	○
s plochou neošetřených kovových částí nad 500 m ²	●	●	●●●	○/●	○/●	○/●	○/●	○	
Zatrávněné plochy	●/●●●	●/●●●	○	○	●	●	○/●	○	
Komunikace pro chodce a cyklisty	●●	●	○/●	○/●	●	●	●	○/●	
Parkoviště	málo frekventovaná (osobní auta)	●●	●	●	●	●	●	●	●
	(vysoce) frekventovaná (os. auta a busy)	●●	●●	●●	●●	●	●	●	●●
	nákladní auta ^d	●●●	●●●	●●●	●●●	●	●	●	●●
Pozemní komunikace	málo frekventované ^a (příjezdy k domům)	●●	●	●	●	●	●	●	●
	středně frekventované ^b	●●	●●	●●	●●	●	●	●	●●
	vysoce frekventované ^c	●●	●●●	●●●	●●●	●	●	●	●●●
Plochy u skladišť, manipulační plochy	●/●●●	●/●●●	●/●●●	●/●●●	●	●	●	●/●●	
Komunikace zemědělských areálů	●●●	●●●	●●	●●	●●●	●●●	●●●	○/●	
○		neznečištěná srážková voda							
●		mírně znečištěná srážková voda							
●●		středně znečištěná srážková voda							
●●●		vysoce znečištěná srážková voda							
/		až							
a		< 300 automobilů za 24 h, např. příjezdy k domům a místní komunikace v obytné zástavbě							
b		300 automobilů až 15 000 automobilů za 24 h							
c		nad 15 000 automobilů za 24 h, obvykle dálnice a rychlostní silnice							
d		parkoviště, která nejsou součástí veřejných komunikací							

A.8 Do srážkových vod odtékajících z komunikací pro chodce a cyklisty se z materiálu povrchu a odvodnění dostávají hrubé a jemné nerozpuštěné látky (hlína, písek, šterk, obrus). Povrch bývá také znečištěn různými odpadky, listím či zbytky vegetace a zvířecími exkrementy. Při zimní údržbě se používají posypové materiály (hrubé a jemné nerozpuštěné látky) a soli (chloridy). Ve srážkové vodě odtékající z komunikací pro chodce a cyklisty je proto nutno počítat s mírně vyššími koncentracemi hrubých i jemných nerozpuštěných látek, organického znečištění (BSK₅), dusíku a fosforu a patogeních mikroorganismů než v odtoku ze střech (viz odkaz [8]).

A.9 Znečištění na dopravních plochách a pozemních komunikacích pro motorová vozidla je způsobeno emisemi ze spalování pohonných hmot, opotřebením vozovky, pneumatik a brzd vozidel, korozi vozidel, únikem pohonných hmot, olejů, brzdové kapaliny, rozmrazovacích prostředků apod., materiály používanými na údržbu a opravy silnic, včetně zimní údržby i ztrátami přepravovaného materiálu. Nejzávažnějšími znečišťujícími látkami srážkových vod odtékajících ze silnic jsou vzhledem k vysokým koncentracím nerozpuštěné látky, chloridy, těžké kovy zinek a měď a uhlovodíky (minerální oleje, benzín a nafta). Ostatní těžké kovy (Cr, Cd, Ni, Pb) se vyskytují v nižších koncentracích, a proto jsou ekologicky méně významné (viz odkaz [9]). Značný podíl znečištění (např. PAU, AOX, těžké kovy) je adsorbován na jemných částicích (< 20 μm), a to zejména organického původu (viz odkaz [10]). Míra znečištění srážkové vody závisí na intenzitě dopravy, na podílu nákladní dopravy a na četnosti čištění ulic a silnic. Její předpověditelnost však ztěžuje řada dalších faktorů, např. pozadové znečištění z atmosférických depozic, odnos větrem, ztráty rozstříkem či výška obrubníku (viz odkaz [10]). Rozdělení míry znečištění pozemních komunikací podle intenzity dopravy (počtu automobilů za 24 h) (viz tabulka A.2) je orientační.

A.10 Případné znečištění ploch u skladišť a manipulačních ploch je nutno posuzovat individuálně s ohledem na úniky látek (pohonných hmot, olejů), ztráty materiálu při manipulaci se zbožím, netěsnosti kontejnerů, přepravek, nádrží, zbytky obalů, výluhy zboží, znečištění čisticími a rozmrazovacími prostředky a stejné znečištění jako u pozemních komunikací. Vzhledem ke značné variabilitě užívání těchto ploch, je znečištění srážkové vody obtížně předpověditelné.

A.11 Rovněž posouzení možného znečištění účelových komunikací zemědělských areálů vyžaduje individuální přístup s ohledem na doplňování pohonných hmot zemědělských vozidel, uskladňování a manipulaci s kejdou a močůvkou, s organickými a anorganickými hnojivy a pesticidy, čištění a údržbu vozidel, strojů, přístrojů a nádrží a na zemědělskou činnost (u živočišné výroby zejména transport hnoje). Ve srážkové vodě odtékající ze zemědělských ploch lze očekávat zvýšené koncentrace nerozpuštěných látek, živin, rozložitelných organických látek, patogenních mikroorganismů, pesticidů, ale též uhlovodíků a těžkých kovů.

A.12 Obecně lze míru znečištění srážkové vody z různých typů ploch klasifikovat jako nízkou, střední a vysokou (zejména z hlediska znečištění nerozpuštěnými látkami, těžkými kovy a uhlovodíky) (viz tabulka A.2).

Tabulka A.2 – Orientační klasifikace znečištění srážkových vod z hlediska znečištění nerozpuštěnými látkami, těžkými kovy a uhlovodíky

Typ plochy	Míra znečištění srážkových vod	
<ul style="list-style-type: none"> - Vegetační střechy - Střechy z inertních materiálů - Střechy s plochou neošetřených kovových částí do 50 m² - Komunikace pro chodce a cyklisty - Málo frekventovaná parkoviště osobních aut - Málo frekventované pozemní komunikace^a (příjezdy k domům) 		nízká
<ul style="list-style-type: none"> - Střechy s plochou neošetřených kovových částí 50 m² až 500 m² - Středně frekventované pozemní komunikace^b - (Vysoce) frekventovaná parkoviště (osobní auta a autobusy) 		střední
<ul style="list-style-type: none"> - Střechy s plochou neošetřených kovových částí nad 500 m² - Vysoce frekventované pozemní komunikace^c - Plochy u skladišť, manipulační plochy - Komunikace zemědělských areálů - Parkoviště nákladních aut^d 		vysoká
<p>a, b, c viz tabulka A.1</p> <p>d parkoviště, která nejsou součástí veřejných komunikací</p>		

Příloha B (normativní)

Doporučené způsoby vsakování srážkových vod z různých typů ploch s ohledem na jejich znečištění

Doporučené způsoby vsakování srážkových vod z různých typů ploch s ohledem na jejich znečištění jsou uvedeny v tabulce B.1 (upraveno podle odkazů [1] a [6]).

V případě vsakování přes zatravněnou humusovou vrstvu nebo přes umělé filtry se speciální náplní je nutné pravidelně kontrolovat míru kontaminace odběrem vzorků a v případě výměny náplň filtru neškodně uložit na skládkách nebezpečného odpadu nebo regenerovat.

Zatravnovací tvárnice a propustné zpevněné povrchy nejsou považovány za vsakovací zařízení (viz 5.1.3.2).

Tabulka B.1 – Doporučené způsoby vsakování srážkových vod z různých typů ploch s ohledem na jejich znečištění

Typ plochy	Způsob vsakování						
	Povrchové vsakování					Podzemní vsakování	
	Přes zatravněnou humusovou vrstvu			Přes nesouvisle zatravněnou humus. vrstvu		Bez zatravněné humusové vrstvy	
	Plošné $A_{red}/A_{vsak} \leq 5$	Decentrální $5 < A_{red}/A_{vsak} \leq 15$	Centrální $A_{red}/A_{vsak} > 15$	Plošné		Plošné	Liniové a plošné
	Široké plochy a zatrav. příkopy	Průlehy a průlehy-rýhy	Systém průlehu, vsakovací nádrže	Zatravněvací tvárnice	Propustné zpevněné povrchy	Štěrka, příkopy, potrubí, rýhy, prostory vyplněné štěrkem/bloky	Vsakovací šachty
Vegetační střechy extenzivní	++	++	++	o	o	++	++
Vegetační střechy intenzivní	++	++	++	o	o	.	.
Střechy a terasy z inertních materiálů	++	++	++	o	o	++	+
Střechy s plochou neošetřených kovových částí do 50 m ²	++	++	+	o	o	+	+
Komunikace pro chodce a cyklisty	++	++	+	+	+	+	.
Málo frekventovaná parkoviště os. aut	++	++	+	+	+	.	.
Málo frekventované pozemní komunikace ^a (příjezdy k domům)	++	++	+	+	+	.	.
Střechy s plochou neošetřených kovových částí 50 m ² až 500 m ²	++	++	+	o	o	.	--
Středně frekventované pozemní komunikace ^b	++	++	+	--	--	--	--
(Vysoce) frekventovaná parkoviště (osobní auta a autobusy)	++	+	+	-/--	-/--	--	--
Střechy s plochou neošetřených kovových částí nad 500 m ²	++	+	+	o	o	--	--
Vysoce frekventované pozemní komunikace ^c	++	+	+	--	--	--	--
Plochy u skladišť, manipulační plochy	+/-/--	-/--	--	--	--	--	--
Komunikace zemědělských areálů	+/-/--	-/--	.	--	--	--	--
Parkoviště nákladních aut ^d	--	--	--	--	--	--	--
<p>++ přípustné + zpravidla přípustné, popřípadě vhodné předčištění - problematické, nutné předčištění -- nepřípustné, nevhodné způsoby uvedené v této tabulce; vody z těchto ploch mohou být ve výjimečných případech vsakovány po splnění požadavků článku 5.1.2.4. o nepoužívá se / až a, b, c, d viz tabulka A.1</p>							

Příloha C (normativní)**Doporučená opatření pro předčištění srážkových vod z různých typů ploch při zaústění do povrchových vod**

Doporučená opatření pro předčištění srážkových vod z různých typů ploch při zaústění do povrchových vod jsou uvedena v tabulce C.1. V případě ploch u skladišť, manipulačních ploch a účelových komunikací zemědělských areálů je nutné individuálně posoudit přípustnost odvádění do povrchových vod. Pro zabezpečení dešťových stok odvádějících vody s rizikem kontaminace ropnými látkami platí v přiměřeném rozsahu ČSN 75 6551.

Tabulka C.1 – Doporučená opatření pro předčištění srážkových vod z různých typů ploch při zaústění do povrchových vod

Typ plochy	Opatření
Vegetační střechy Střechy z inertních materiálů Střechy s plochou neošetřených kovových částí do 500 m ² Komunikace pro chodce a cyklisty Málo frekventovaná parkoviště osobních aut Málo frekventované pozemní komunikace ^a (příjezdy k domům)	není nutné
Středně frekventované pozemní komunikace ^b (Vysoce) frekventovaná parkoviště (osobní auta a autobusy)	minimální požadavek: jednoduché mechanické předčištění – kalová jámka s nornou stěnou pro zadržení lehkých kapalin (viz E.2); pokud možno, doplnit o filtraci (viz E.3)
Střechy s plochou neošetřených kovových částí nad 500 m ²	filtrace přes zatravněnou humusovou vrstvu nebo filtrace přes adsorbenty těžkých kovů (viz E.2 a D.6)
Vysoce frekventované pozemní komunikace ^c Plochy u skladišť, manipulační plochy Komunikace zemědělských areálů Parkoviště nákladních aut ^d	minimální požadavek: náročnější mechanické předčištění – odlučovač lehkých kapalin, usazovací nádrž s nornou stěnou (viz E.2); pokud možno, doplnit o filtraci (viz E.3), příp. filtrace přes adsorpční materiály (viz D.6)
a, b, c, d	viz tabulka A.1

V případě filtrace přes zatravněnou humusovou vrstvu nebo přes umělé filtry se speciální náplň je nutné pravidelně kontrolovat míru kontaminace odběrem vzorků a v případě výměny náplně filtru neškodně uložit na skládkách nebezpečného odpadu nebo regenerovat.

Příloha D (normativní)

Způsoby předčištění srážkových vod při vsakování a jejich účinnost pro různé druhy znečištění

D.1 Zařízení pro předčištění srážkových vod při vsakování využívají způsobů čištění (procesů) uvedených v tabulce D.1 (upraveno podle odkazu [7]) a mohou být jednostupňová nebo vícestupňová.

POZNÁMKA Chloridy nelze účinně odstraňovat ze srážkových vod. Jako rozpuštěné látky pronikají do podzemních vod.

Tabulka D.1 – Způsoby předčištění srážkových vod při vsakování a účinnost pro různé druhy znečištění

Způsob čištění	Zařízení	Hrubé nečistoty, splaveniny	Jemné částice	Těžké kovy a jejich nerozp. sloučeniny	Uhlovodíky (minerální oleje, ropné látky)	Organické látky (nepatřící k jemným či hrubým částicím)	Živiny
Zachycení hrubých nečistot	Vtokové mřížky	++	--	--	--	--	--
	Lapače listí	++	--	--	--	--	--
	Česle	++	--	--	--	--	--
	Síta	+, o	--	--	--	--	--
Vsakování přes zatravněnou humusovou vrstvu (filtrace, adsorpce, biologické čištění)	Průlehy	++	++	++	++	++	++
	Průlehy-rýhy	++	++	++	++	++	++
	Vsakovací nádrže	++	++	++	++	++	++
Gravitační separace látek (sedimentace pevných částic a vyplavání lehkých látek)	Kalové jímky	++	++	++	++	--	--
	Usazovací nádrže	++	++	++	++	--	--
Filtrace mechanická	Pískové a štěrkové filtry	++	++	+	--	--	+
	Geotextilie	++	++	+	--	--	--
Filtrace přes adsorpční materiál	Aktivní uhlí, koks	o	o	++	++	++	--
	Zeolity	o	o	++	++	+	--
	Hydroxidy železa a hliníku	o	o	++	--	--	--
	Adsorbenty olejů	--	--	--	++	--	--
++	vhodné						
+	podmínečně vhodné						
o	ve spojení s dalšími opatřeními						
-	spíše nevhodné						
--	nevhodné						

D.2 Zachycení hrubých nečistot

Pro zachycení hrubých nečistot se používají vtokové mřížky, lapače listí, česle a síta. Zachycení hrubých nečistot je nutné pro ochranu dalších stupňů čištění nebo pro podzemní vsakovací zařízení.

Může být buď integrováno do sběrného zařízení pro odvádění vody, nebo vybudováno jako samostatný stupeň čištění. Šířka průlin závisí na dalším stupni čištění nebo použitém vsakovacím zařízení.

D.3 Vsakování přes zatravněnou humusovou vrstvu

Vsakování přes zatravněnou humusovou vrstvu se uplatňuje při povrchovém plošném vsakování, při vsakování v průlezích, systémech průleh-rýha a ve vsakovacích nádržích. Může být hlavním opatřením nebo může být použito pro dočištění srážkových vod.

Při vsakování přes zatravněnou humusovou vrstvu dochází k filtraci nerozpuštěných látek, iontové výměně a adsorpci těžkých kovů a uhlovodíků a k biologickému rozkladu rozložitelného znečištění. Účinnost filtrace závisí na zrnitosti materiálu, proto je vhodnější jemnozrnný materiál; při vysokém obsahu jílu však hrozí nebezpečí zkratového proudění. Účinnost sorpce je dána obsahem humusu a jílu a oxidů železa, hliníku a manganu. Mobilitu kovů značně ovlivňuje hodnota pH půdy (od pH 6 není většina kovů mobilních), oxidačně-redukční potenciál (při negativním oxidačně-redukčním potenciálu se tvoří obtížně rozpustné sulfidy) a přítomnost solí (zvýšený obsah solí vede k remobilizaci kovů).

Nutná tloušťka a složení svrchní vrstvy půdy jsou (viz odkazy [7] a [10]):

- minimálně 20 cm, optimálně 30 cm humusové krycí vrstvy;
- obsah jílu přibližně 10 % (hmotnostní zlomek) (dostatečná kapacita pro iontovou výměnu);
- obsah humusu minimálně 3 % (hmotnostní zlomek);
- hodnota pH 6 až 9;
- hydraulická vodivost $K = 10^{-4}$ m/s až 10^{-5} m/s (při rychlejším průsaku by byl snížen čistící účinek).

Nutná tloušťka a složení podkladní (spodní) vrstvy půdy jsou (viz odkaz [10]):

- minimálně 30 cm, optimálně 50 cm písčitojílovité půdy;
- obsah jílu přibližně 10 % až 35 % (hmotnostní zlomek) (dostatečná kapacita pro iontovou výměnu);
- obsah humusu méně než 1% (hmotnostní zlomek).

Svrchní vrstva půdy je považována za součást zařízení, a proto nepodléhá speciální ochraně. Je však nutno sledovat její kontaminaci včetně postupu do hloubky a popřípadě půdu vyměnit. V případě zvýšených nároků na ochranu půdy a podzemní vody je nutno předřadit vhodné adsorpční zařízení.

D.4 Gravitační separace látek

V sedimentačních zařízeních, jako jsou kalové jímky či usazovací nádrže, jsou zadržovány usaditelné látky (kal, hlína, písek či posypové látky), a tím je snižováno nebezpečí kolmatace nebo ucpání vsakovacího objektu. Sedimentací se snižuje také obsah těžkých kovů a organických sloučenin. Pro zachycení plovoucího znečištění (listí, minerální oleje apod.) se instalují norné stěny.

Sedimentační zařízení jsou nutná jako předstupeň u podzemních vsakovacích zařízení a při vysokém zatížení povrchových vsakovacích zařízení nerozpuštěnými látkami. Nutné je jejich pravidelné vyklízení, aby nedocházelo ke zvržení zachyceného kalu při dalších deštích či k rozkladu organických látek a s ním spojenému rozpouštění znečišťujících látek.

Na principu gravitačního odloučení látek různé hustoty pracují také odlučovače lehkých kapalin (OLK). Lehkými kapalinami se rozumí uhlovodíky s hustotou (objemovou hmotností) do 950 kg/m^3 , nerozpustné a nezmýdelnitelné ve vodě (pohonné hmoty, ředidla, maziva apod.), kromě tuků a olejů rostlinného a živočišného původu. Odlučovače lehkých kapalin obsahují kalový prostor, odlučovací prostor a v některých případech i adsorpční prostor. Kalový prostor je umístěn na nátokové straně odlučovače a je určen pro usazování tuhých materiálů, tj. kalu, bahna a písku. V odlučovacím prostoru dochází k odloučení lehké kapaliny od srážkové vody gravitací a koalescencí (splývání disperzních částic ve větší celky) a k jejímu skladování. V prostoru adsorpčního dočištění jsou pomocí filtru s adsorpčním materiálem zachyceny další rozpouštěné a jemně dispergované kapky lehkých kapalin. OLK

se navrhuje pro předčištění srážkových vod odtékajících z frekventovaných pozemních komunikací a parkovišť, případně z průmyslových ploch (podle ČSN 75 6551, ČSN EN 858-1 a ČSN EN 858-2).

D.5 Filtrace mechanická

Filtrační zařízení slouží pro zachycení hrubých a jemných částic (nerozpuštěných látek) mechanickou filtrací (pískové a štěrkové filtry, geotextilie), popřípadě i pro odstranění rozpuštěných látek adsorpcí a biologickými procesy (porostlé filtry, zemní filtry). Nezbytná je ochrana filtračního zařízení pomocí předřazeného sedimentačního zařízení odstraňujícího usaditelné a plovoucí látky.

Zrnitost materiálu a tloušťka filtrační vrstvy pískových a štěrkových filtrů se navrhuje podle očekávaného zatížení, přičemž filtrační rychlost by měla být nejvýše 15 m/h. Doporučuje se tato konstrukce filtru:

- Krycí vrstva: štěrk 4 mm až 8 mm, tloušťka 10 cm;
- Filtrační vrstva: vymývaný štěrk 2 mm až 4 mm, tloušťka 50 cm;
- Vsakovací vrstva: štěrk 16 mm až 32 mm, tloušťka 25 cm;
- Mezi vrstvami: geotextilie (ochrana před promícháním vrstev).

Pokud jsou filtry porostlé vegetací (např. rákosím), potom dochází také k biologickému čištění (odstraňování organického znečištění a živin). Porostlé filtry jsou doporučovány i z důvodu údržby filtru, neboť u nich není nutno pravidelně vyměňovat filtrační koláč (kolmatační vrstvu) jako u neporostlých filtrů (viz odkaz [9]).

Geotextilie z polypropylenu, polyethylenu nebo polyesteru se používají také jako mechanická ochrana dalších stupňů čištění nebo podzemních vsakovacích zařízení ve formě zaráženého filtru, plošného filtru, filtrační vložky nebo pytle do šachet. Nevhodné jsou v případě přítomnosti biologicky rozložitelných organických látek ve vodě. Použity smějí být jen mechanicky zpevněné textilie, nikoliv tkané nebo tepelně zpevněné textilie. Jejich propustnost by měla být minimálně 10^{-3} m/s.

D.6 Filtrace přes adsorpční materiál

Filtrace přes adsorpční materiály umožňuje velmi účinné odstranění znečišťujících látek, a to v závislosti na použitém adsorpčním materiálu.

Používané adsorpční materiály jsou:

- aktivní uhlí – kromě adsorpce těžkých kovů, uhlovodíků (minerálních olejů, ropných látek), obtížně rozložitelných i snadno rozložitelných organických látek podporuje také mikrobiální rozklad znečišťujících látek;
- zeolity – vysoce účinné pro adsorpci uhlovodíků a těžkých kovů, neměly by však být používány v případě solení pozemních komunikací, protože sůl vede k remobilizaci těžkých kovů;
- granulované hydroxidy železa a hliníku – ve směsi s vápnitým pískem pro neutralizaci kyselého odtoku vykazují vysokou míru adsorpce těžkých kovů;
- adsorbenty olejů (textilie, vata, gumový granulát, plastové adsorbenty).

Pro ochranu adsorpčního materiálu je nutné, aby jeho použití předcházelo zachycení nerozpuštěných látek sedimentací, filtry nebo geotextiliemi.

Z hlediska konstrukce lze adsorpční materiály použít v nejrůznějších formách jak ve větších vsakovacích objektech (např. jako rohože), tak i ve vsakovacích šachtách (jako filtrační náplň, popř. v kombinaci s lehce vyměnitelným pytle z geotextilie, chránícím adsorpční vrstvu před kolmatací nerozpuštěnými látkami) nebo jako různé moduly (např. děrované roury s navinutými rohožemi) v liniových vsakovacích objektech.

Adsorpční zařízení zpravidla slouží pro dočištění srážkových vod po jejich mechanickém čištění, ale při zvýšených nárocích na ochranu půdy a podzemní vody je možno je i předřadit před povrchové plošné vsakování.

D.7 Kombinace zařízení

Pro zvýšení účinnosti čištění je možná kombinace těchto opatření (viz odkaz [4]):

- filtrační zařízení + průsak půdou;
- sedimentační zařízení + průsak půdou;
- vsakování přes více vrstev;
- sedimentační zařízení + filtrační zařízení + průsak půdou.

Příloha E (normativní)

Způsoby předčištění srážkových vod při zaústění do povrchových vod a jejich účinnost pro různé druhy znečištění

E.1 Způsoby předčištění srážkových vod při zaústění do povrchových vod a jejich účinnost pro různé druhy znečištění jsou uvedeny v tabulce E.1 (upraveno podle odkazu [7]).

POZNÁMKA Chloridy nelze účinně odstraňovat ze srážkových vod. Je možná pouze retence vysoce zasolených vod a jejich cílené odvedení.

Tabulka E.1 – Způsoby předčištění srážkových vod při zaústění do povrchových vod a účinnost pro různé druhy znečištění

Způsob čištění	Zařízení	Hrubé nečistoty, splaveniny	Jemné částice	Těžké kovy a jejich nerozpust. sloučeniny	Uhlovodíky (minerální oleje, ropné látky)	Organické látky (nepatřící k jemným či hrubým částicím)	Živiny
Gravitační separace látek (sedimentace pevných částic a vyplavání lehkých látek)	Kalové jímky Usazovací nádrže	++	++	++	++	--	--
	Dešťové nádrže	++	++	++	++	--	--
	Hydrodynamické odlučovače	++	+	+	--	--	--
	Odlučovače lehkých kapalin	++	++	+	++	--	--
Sedimentace a biologické čištění	Retenční nádrže se zásobním objemem, mokřady	+, 0	++	++	-, 0	++	++
Filtrace mechanická	Pískové a šterkové filtry	++	++	+	--	--	+
	Geotextilie	++	++	+	--	--	--
Filtrace a biologické čištění (popř. přes půdní vrstvu)	Pískové a šterkové filtry porostlé vegetací	+, 0	++	++	-	++	++
	Průlehy – rýhy Retenční půdní filtry	+, 0	++	++	++	++	++
Filtrace přes adsorpční materiál	Aktivní uhlí, koks	0	0	++	++	++	--
	Zeolity	0	0	++	++	+	--
	Hydroxidy železa a hliníku	0	0	++	--	--	--
	Adsorbenty olejů	--	--	--	++	--	--
++	vhodné						
+	podmínečně vhodné						
0	ve spojení s dalšími opatřeními						
-	spíše nevhodné						
--	nevhodné						

E.2 Gravitační separace látek

Jako mechanický způsob předčištění srážkových vod z menších odvodňovaných ploch se používají kalové jímky, pro větší plochy se budují dešťové usazovací nádrže (s integrovaným odloučením lehkých kapalin). Nádrže mohou být bez stálého nadržení (normé stěny musí plovat; jsou umístěny v šachtě) nebo se stálým nadržáním a retenčním prostorem. Po posouzení významnosti prvního splachu je nádrže možno budovat i jako záchytné (se zadržením objemu nejvíce znečištěného prvního splachu a následným odkloněním přítoku mimo nádrž). Tyto nádrže však musí být vyprazdňovány do jednotné kanalizace, popř. na ČOV.

V retenčních nádržích se zásobním objemem a v mokřadech dochází kromě zadržení usaditelných látek také k biologickému čištění, tj. k biologickému rozkladu organických látek a přijímání rozpuštěných látek (např. živin) vegetací. Pro zabránění jejich zanášení je nutno předradit kalovou jímku.

Hydrodynamické odlučovače, jako jsou vírové separátory, mají vyšší odlučovací účinnost nerozpuštěných látek při menším objemu. Jsou vhodné zejména pro menší povodí, avšak na dešťové kanalizaci se používají méně často než na jednotné. Nevhodné jsou pro vody s vysokým obsahem ropných látek, neboť zde dochází k jejich emulgaci.

Odlučovače lehkých kapalin je vhodnější zařadit před dešťovou nádrž než za ni, vzhledem k poměrně vysoké rozpustnosti minerálních olejů ve vodě. Přes odlučovač musí být převeden minimálně celý směrodatný déšť. Obtok je povolen jen na odtok přesahující směrodatný déšť a musí být vybaven normou stěnou nebo obdobným zařízením. Retence před odlučovačem je možná, avšak musí být navržena tak, aby byl zachycen a následně předčištěn celý směrodatný déšť. Retenční zařízení je v tomto případě součástí předčisticího zařízení a musí mít vypracován provozní řád.

E.3 Filtrace

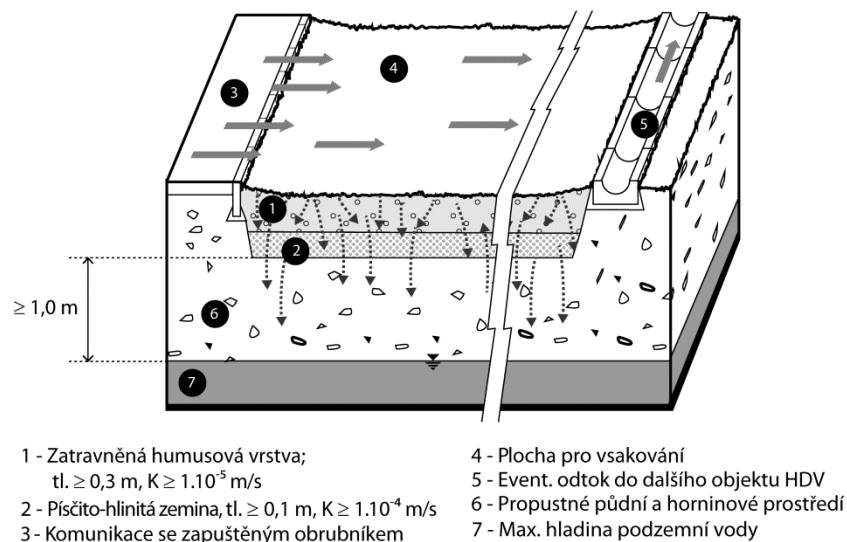
Filtrační zařízení určená pro předčištění srážkových vod před jejich zaústěním do povrchových vod jsou utěsněna vůči okolním půdním vrstvám nepropustnými fóliemi. Filtrací přes pískové a štěrkové vrstvy se zachytí hrubé a jemné nerozpuštěné látky. Pískové a štěrkové filtry porostlé vegetací, retenční půdní filtry (nejlépe osázené) či systémy průlehů a rýh jsou vysoce účinné pro zadržení jemných částic, biologický rozklad organických látek a vázání rozpuštěných látek. Při průsaku půdou dochází k adsorpci těžkých kovů a organických polutantů. Filtrační zařízení je nutno chránit před kolmatací pomocí předřazeného sedimentačního zařízení.

Příloha F (informativní)

Schémata objektů HDV

F.1 Objekt plošného vsakování

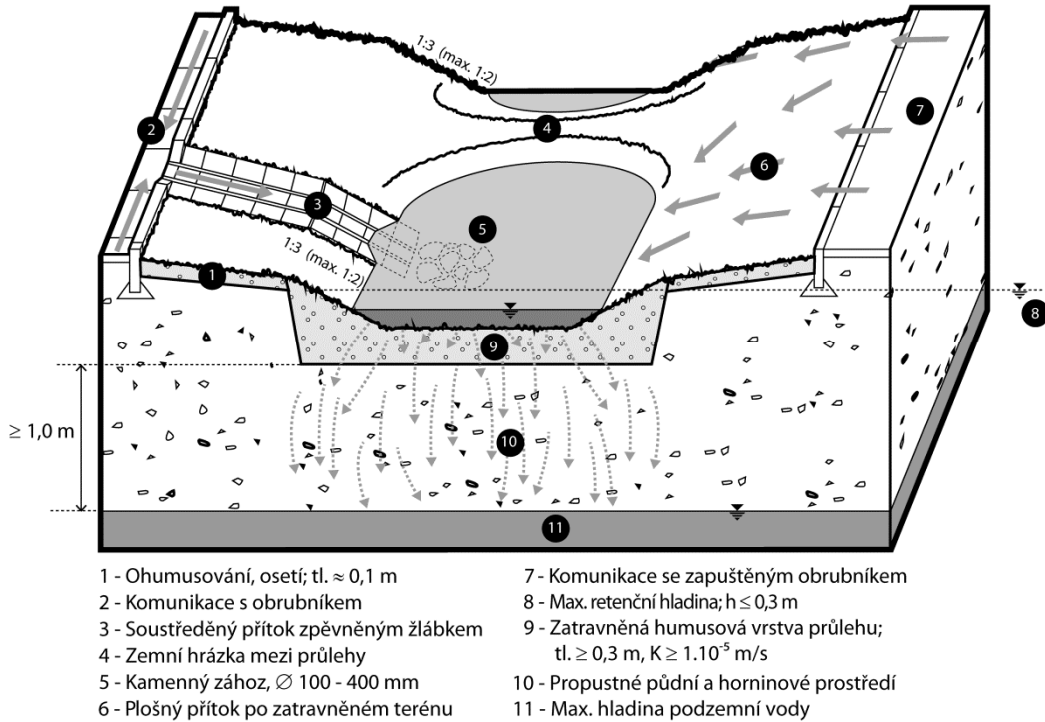
Objekt plošného vsakování bez retenčního objemu je znázorněn na obrázku F.1. Přítok je řešen jako plošný z přilehlé zpevněné plochy. V případě potřeby lze plošné vsakování předřadit před další objekt HDV, a to jako vhodné řešení pro snížení objemu přitékajících srážkových vod a pro jejich předčištění.



Obrázek F.1 – Objekt plošného vsakování

F.2 Vsakovací průleh

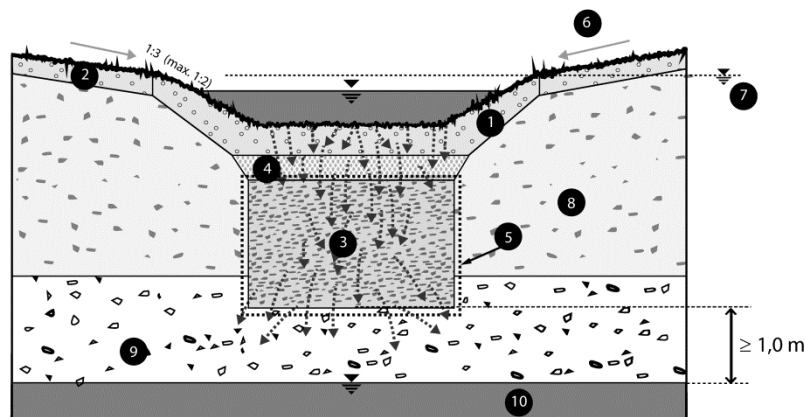
Vsakovací průleh s povrchovým přívodem vody je znázorněn na obrázku F.2. Při soustředěném přítoku ze zpevněné plochy je zpravidla nutné navrhnut opevnění. Preferovaným způsobem přívodu vody do průlehu je plošný přítok přes zatravněnou plochu.



Obrázek F.2 – Vsakovací průleh s povrchovým přívodem vody

F.3 Vsakovací průleh-rýha

Vsakovací průleh-rýha se vsakováním do propustného půdního a horninového prostředí a zvýšeným retenčním objemem v rýze je znázorněn na obrázku F.3. Průleh je řešen jako na obrázku F.2.

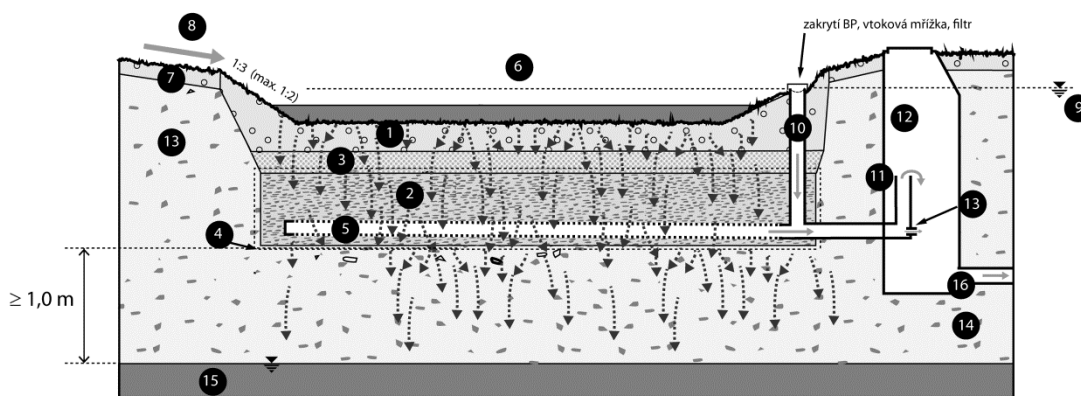


- | | |
|--|--|
| 1 - Zatravněná humusová vrstva průlehu; tl. $\geq 0,3$ m, $K \geq 1.10^{-5}$ m/s | 5 - Geotextilie |
| 2 - Ohumusování, osetí; tl. $\approx 0,1$ m | 6 - Plošný povrchový přítok |
| 3 - Retenční/vsakovací rýha (štěrk 16/32mm / prefabrikované bloky) | 7 - Max. retenční hladina; $h \leq 0,3$ m |
| 4 - Písčito-hlinitá vrstva, tl. $\geq 0,1$ m, $K \geq 1.10^{-4}$ m/s | 8 - Nedostatečně propustné půdní a horninové prostředí |
| | 9 - Propustné půdní a horninové prostředí |
| | 10 - Max. hladina podzemní vody |

Obrázek F.3 – Vsakovací průleh-rýha

F.4 Vsakovací průleh-rýha s regulovaným odtokem

Vsakovací průleh-rýha v půdním a horninovém prostředí s nedostatečným vsakovacím výkonem je znázorněn na obrázku F.4. Řešení vyžaduje zařazení regulátoru odtoku. Schéma znázorňuje řešení s bezpečnostním přelivem pro průleh a rýhu.

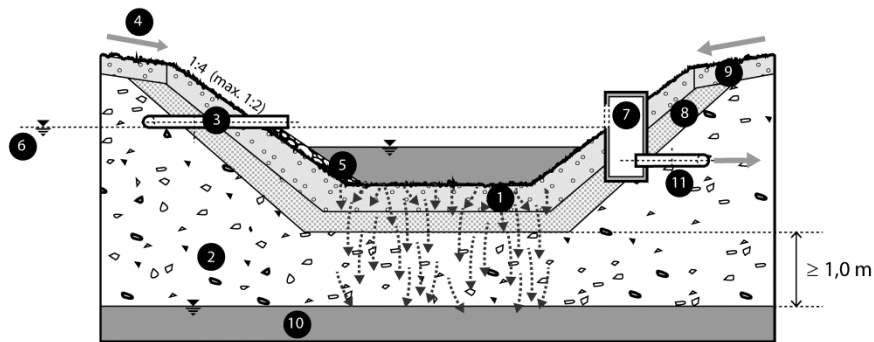


- | | |
|--|---|
| 1 - Zatravněná humusová vrstva průlehu; tl. $\geq 0,3$ m, $K \geq 1.10^{-5}$ m/s | 8 - Plošný povrchový přítok |
| 2 - Retenční/vsakovací rýha (štěrk 16/32mm / prefabrikované bloky) | 9 - Max. retenční hladina; $h \leq 0,3$ m |
| 3 - Písčito-hlinitá vrstva; tl. $\geq 0,1$ m, $K \geq 1.10^{-4}$ m/s | 10 - Bezpečnostní přeliv průlehu s filtrem |
| 4 - Geotextilie | 11 - Bezpečnostní přeliv rýhy |
| 5 - Drenážní odtokové potrubí | 12 - Šachta |
| 6 - Průleh | 13 - Regulátor odtoku |
| 7 - Ohumusování, osetí, tl. $\approx 0,1$ m | 14 - Nedostatečně propustné půdní a horninové prostředí |
| | 15 - Max. hladina podzemní vody |
| | 16 - Odtok |

Obrázek F.4 – Vsakovací průleh-rýha s regulovaným odtokem

F.5 Vsakovací nádrž

Vsakovací nádrž s bezpečnostním přelivem je znázorněna na obrázku F.5. Jde o zařízení používané často pro větší odvodňované plochy nebo zařízení pro více pozemků s předřazenými zařízeními na jednotlivých stavebních pozemcích. Objekt bezpečnostního přelivu může být řešen i jako sružený objekt s regulovaným odtokem.

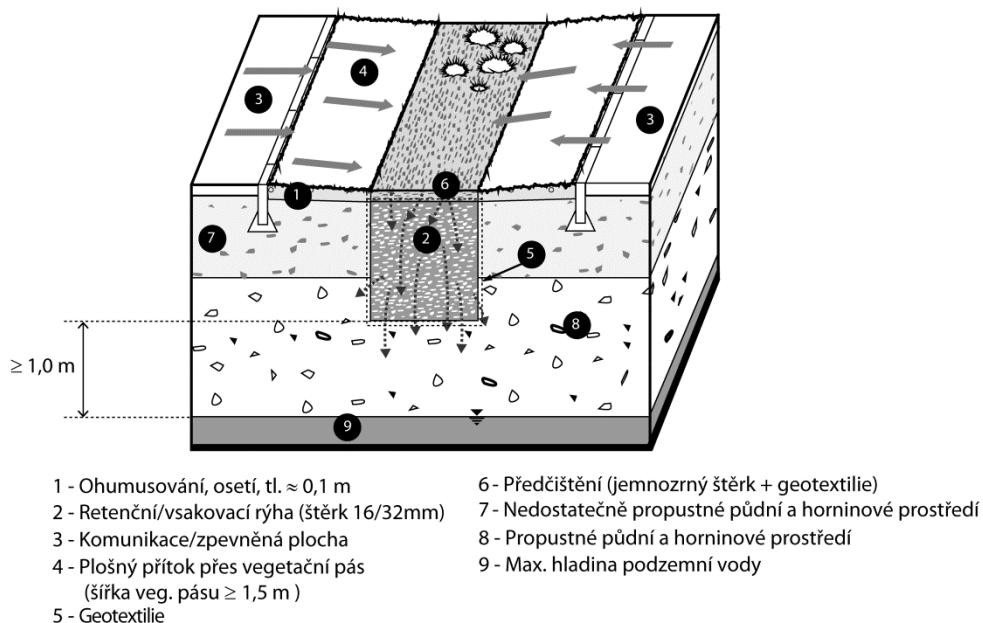


- | | |
|--|--|
| 1 - Zatavněná humusová vrstva vsakovací nádrže; tl. $\geq 0,3$ m, $K \geq 1 \cdot 10^{-5}$ m/s | 6 - Max. retenční hladina; h = 0,3 - 2,0 m |
| 2 - Propustné půdní a horninové prostředí | 7 - Bezpečnostní přeliv (příp. v kombinaci s reg. odtokem) |
| 3 - Soustředěný podpovrchový přítok, event. od předřazeného předčištění | 8 - Písčito-hlinitá zemina, $K \geq 1 \cdot 10^{-4}$ m/s |
| 4 - Plošný povrchový přítok | 9 - Ohumusování, osetí, tl. $\approx 0,1$ m |
| 5 - Kamenný zához, ev. dlažba | 10 - Max. hladina podzemní vody |
| | 11 - Odtok |

Obrázek F.5 – Vsakovací nádrž

F.6 Vsakovací rýha s povrchovým plošným přítokem

Vsakovací rýha s povrchovým plošným přítokem je znázorněna na obrázku F.6. Povrchový přítok musí být řešen jako plošný přes vegetační pás z důvodu předčištění. Pro ochranu objektu je vhodná vrchní filtrační vrstva a geotextilie. Zařízení se používá jako liniový prvek pro málo znečištěné zpevněné plochy (viz tabulka B.1).

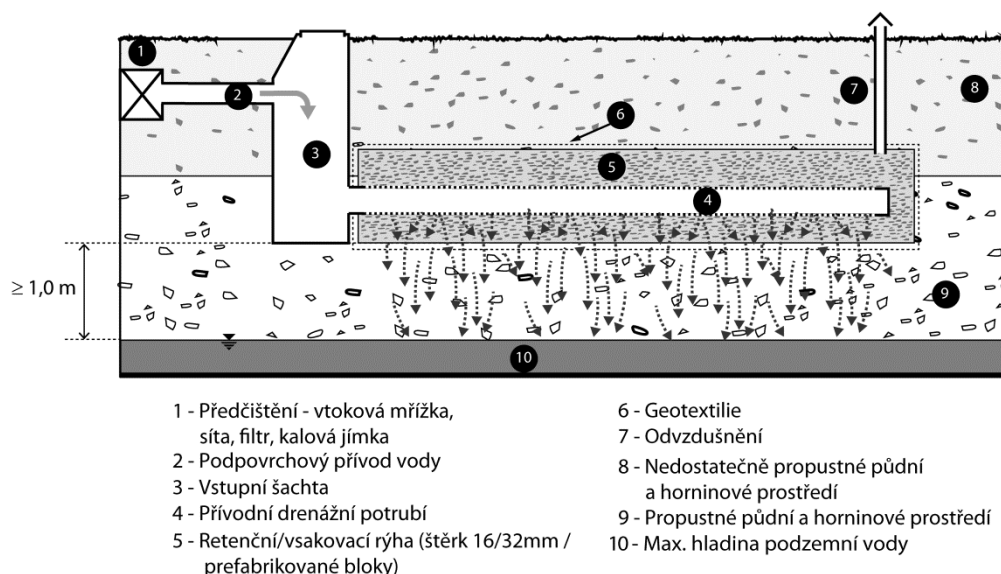


- | | |
|---|--|
| 1 - Ohumusování, osetí, tl. $\approx 0,1$ m | 6 - Předčištění (jemnozrný štěr + geotextilie) |
| 2 - Retenční/vsakovací rýha (štěrk 16/32mm) | 7 - Nedostatečně propustné půdní a horninové prostředí |
| 3 - Komunikace/zpevněná plocha | 8 - Propustné půdní a horninové prostředí |
| 4 - Plošný přítok přes vegetační pás (šířka veg. pásu $\geq 1,5$ m) | 9 - Max. hladina podzemní vody |
| 5 - Geotextilie | |

Obrázek F.6 – Vsakovací rýha s povrchovým plošným přítokem

F.7 Vsakovací rýha s pod površovým přítokem

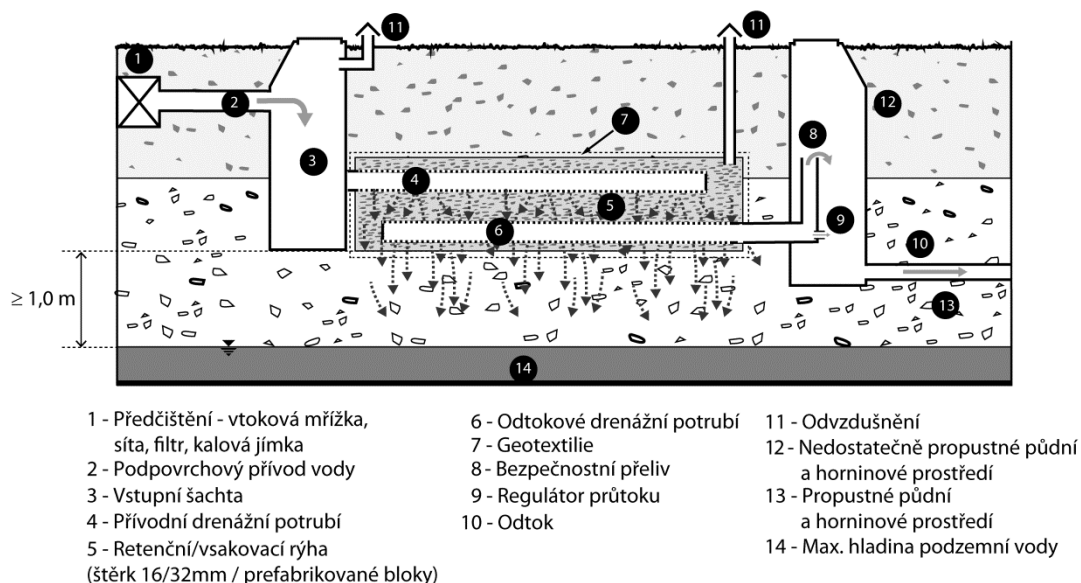
Vsakovací rýha s pod površovým přítokem je znázorněna na obrázku F.7. Před vstupní šachtou je nutné předradit předčistící zařízení na zachycení hrubých a jemných nerozpuštěných látek s ohledem na kolmataci objektu. Zařízení se používá pro málo znečištěné zpevněné plochy (viz tabulka B.1).



Obrázek F.7 – Vsakovací rýha s pod površovým přítokem

F.8 Vsakovací rýha s pod površovým přítokem a regulovaným odtokem

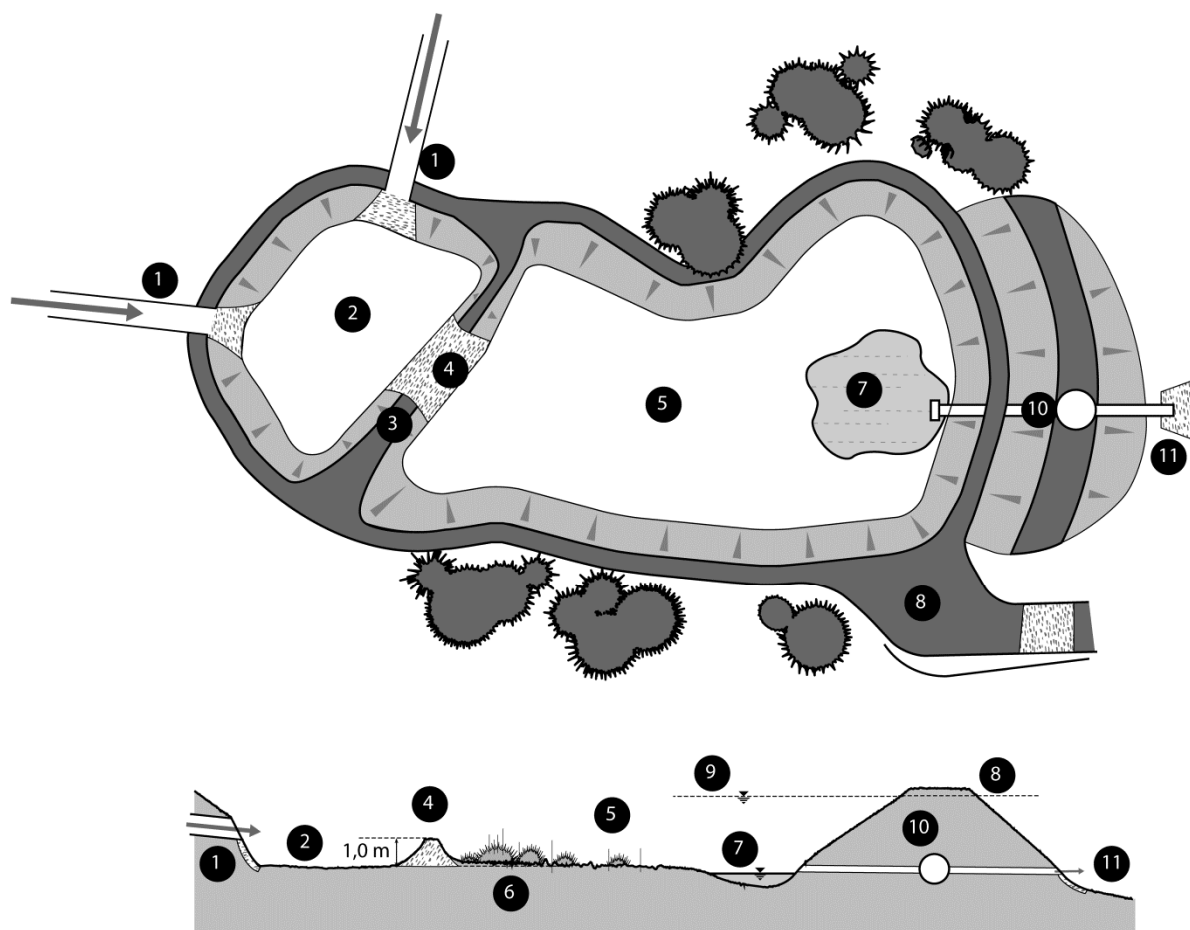
Vsakovací rýha s pod površovým přítokem a regulovaným odtokem je znázorněna na obrázku F.8. Před vstupní šachtou je nutné předradit předčistící zařízení na zachycení hrubých a jemných nerozpuštěných látek s ohledem na kolmataci objektu. Regulovaný odtok a bezpečnostní přeliv je napojený na samostatné drenážní potrubí. Toto řešení zvyšuje účinnost předčistění srážkové vody. Zařízení se používá pro málo znečištěné zpevněné plochy (viz tabulka B.1).



Obrázek F.8 – Vsakovací rýha s pod površovým přítokem a regulovaným odtokem

F.9 Suchá retenční dešťová nádrž (poldr)

Schéma suché retenční dešťové nádrže (půdorys a podélný řez nádrží) je znázorněno na obrázku F.9. Toto řešení je vhodné jak pro samostatné pozemky, tak jako opatření pro více pozemků s předřazenými zařízeními HDV na jednotlivých pozemcích (viz obrázek 1).



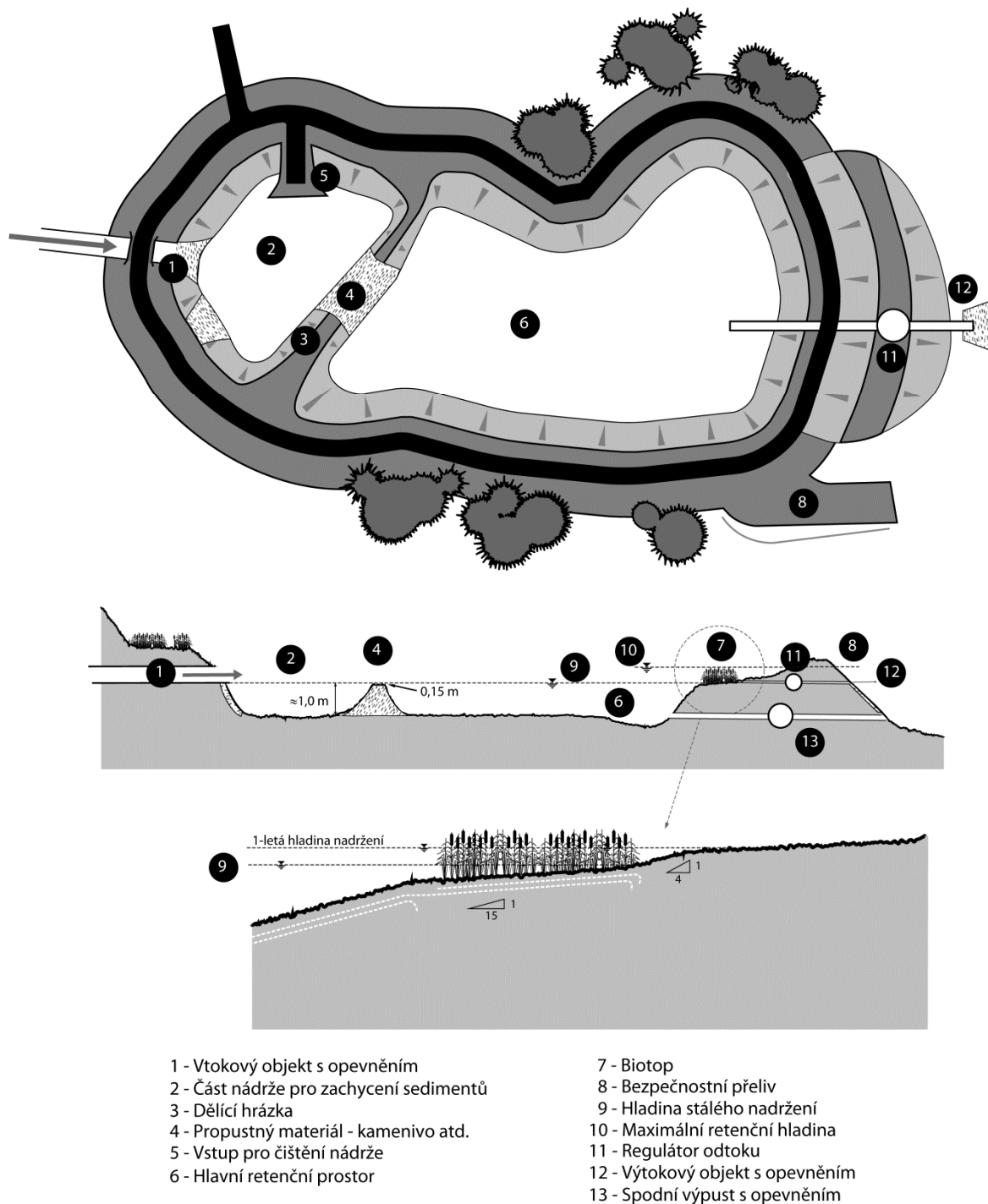
- 1 - Vtokový objekt s opevněním
- 2 - Část nádrže pro zachycení sedimentů
- 3 - Dělicí hrázka
- 4 - Propustný materiál - kamenivo apod.
- 5 - Hlavní retenční prostor
- 6 - Ozelenění

- 7 - Případný prostor se stálým nadržáním a vodními rostlinami
- 8 - Bezpečnostní přeliv
- 9 - Maximální retenční hladina
- 10 - Regulátor odtoku
- 11 - Výtokový objekt s opevněním

Obrázek F.9 – Suchá retenční dešťová nádrž (poldr)

F.10 Retenční dešťová nádrž se zásobním prostorem

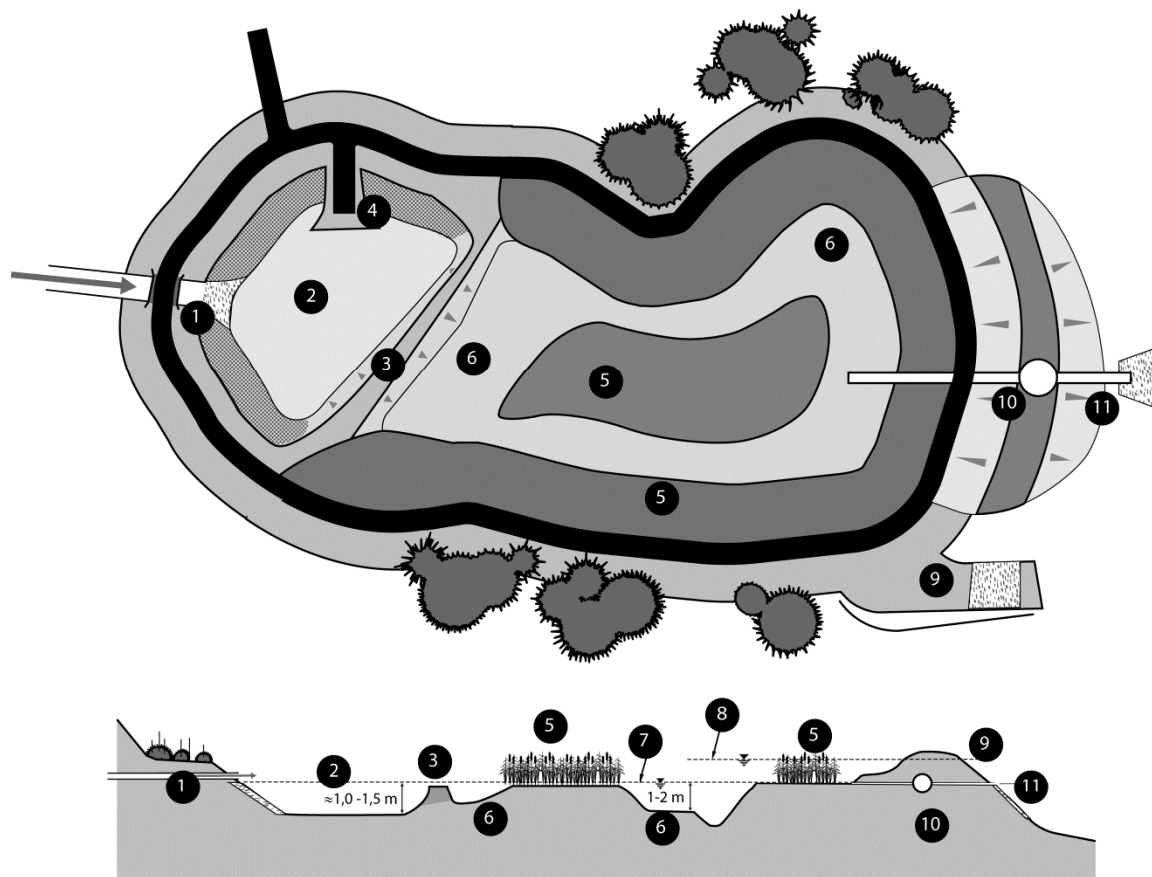
Schéma retenční dešťové nádrže se zásobním prostorem (půdorys a podélný řez nádrží) je znázorněno na obrázku F.10. Okrajové části nádrže jsou řešeny jako biotop. Toto řešení je vhodné jak pro samostatné pozemky, tak jako opatření pro více pozemků s předřazenými zařízeními HDV na jednotlivých pozemcích (viz obrázek 1).



Obrázek F.10 – Retenční dešťová nádrž se zásobním prostorem

F.11 Umělý mokřad

Schéma s mokřadem (půdorys a podélný řez mokřadem) je znázorněno na obrázku F.11. Toto řešení je vhodné jak pro samostatné pozemky, tak jako opatření pro více pozemků s předřazenými zařízeními HDV na jednotlivých pozemcích (viz obrázek 1).



- 1 - Vtokový objekt s opevněním
- 2 - Část nádrže pro zachycení sedimentů
- 3 - Dělicí hrázka
- 4 - Vstup pro čištění nádrže
- 5 - Zóna emersní vegetace

- 6 - Zóna plovoucí/ponořené vegetace
- 7 - Hladina stálého nadržení
- 8 - Maximální retenční hladina
- 9 - Bezpečnostní přeliv
- 10 - Regulátor odtoku
- 11 - Výtokový objekt s opevněním

Obrázek F.11 – Umělý mokřad

Příloha G (informativní)

Příklady návrhového výpočtu

G.1 Příklad dimenzování plošného vsakovacího zařízení

G.1.1 Zadání

Má se stanovit plocha potřebná pro plošné vsakování srážkové vody z objektu s vegetační střechou se sklonem 1%. Průmět plochy střechy je 150 m².

Objekt se nachází na území hl. m. Prahy. Koeficient vsaku byl stanoven hodnotou $k_v = 2 \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Jelikož se jedná o decentrální objekt, je uvažován součinitel bezpečnosti vsaku podle 6.2.3 ČSN 75 9010 hodnotou $f = 2$.

G.1.2 Princip řešení

Je navržen objekt plošného vsakování, který nemá retenční objem. Proto je dimenzován na déšť s dobou trvání t a předepsanou návrhovou periodicitou srážky p podle 7.5.1.4.

Hydrologická bilance je podle 1. řádku tabulky 1 v 7.4 následující:

$$i \cdot (A_{\text{red}} + A_{\text{vsak}}) \cdot t / 1000 = 3600 \cdot Q_{\text{vsak}} \cdot t \quad (\text{G.1})$$

$$i \cdot (A_{\text{red}} + A_{\text{vsak}}) \cdot t / 1000 = 3600 \cdot \frac{1}{f} \cdot k_v \cdot A_{\text{vsak}} \cdot t \quad (\text{G.2})$$

$$A_{\text{vsak}} = \frac{A_{\text{red}}}{\frac{3,6 \cdot 10^6 \cdot k_v}{f \cdot i} - 1} \quad (\text{G.3})$$

Z uvedeného vztahu vyplývá, že z hydrologického hlediska má rovnice řešení pouze v případě, kdy:

$$k_v \geq \frac{f \cdot i}{3,6 \cdot 10^6} \quad (\text{G.4})$$

G.1.3 Výpočet vsakovací plochy

Redukovaná plocha vegetační střechy A_{red} je:

$$A_{\text{red}} = A \cdot \psi_m = 150 \cdot 0,4 = 60 \text{ m}^2$$

Intenzita deště s dobou trvání $t = 15 \text{ min}$ a periodicitou $p = 0,2 \text{ rok}^{-1}$ pro lokalitu Praha se odečte např. z tabulky A.1 v příloze A ČSN 75 9010, která uvádí úhrn srážek $h_d = 19,5 \text{ mm}$. Intenzita deště i se stanoví jako:

$$i = h_d / t = 19,5 / 15 = 1,30 \text{ mm/min} = 78 \text{ mm/h}$$

Potřebná vsakovací plocha se vypočte jako:

$$A_{\text{vsak}} = \frac{A_{\text{red}}}{\frac{3,6 \cdot 10^6 \cdot k_v}{f \cdot i} - 1} = \frac{60}{\frac{3,6 \cdot 10^6 \cdot 2 \cdot 10^{-4}}{2 \cdot 78} - 1} = 16,60 \text{ m}^2$$

Navržená plocha plošného vsakovacího zařízení je 17 m².

G.2 Příklad dimenzování vsakovacího průlehu s rýhou a regulovaným odtokem

G.2.1 Zadání

Má se dimenzovat vsakovací zařízení pro srážkové vody ze střechy objektu s nepropustnou svrchní vrstvou. Průmět plochy střechy je 2000 m².

Objekt se nachází na území hl. m. Prahy. Podmínky pro vsakování nejsou příliš příznivé. Koefficient vsaku byl stanoven hodnotou $k_v = 5 \cdot 10^{-7} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Jelikož se jedná o decentrální objekt, je uvažován součinitel bezpečnosti vsaku podle ČSN 75 9010 hodnotou $f = 2$.

G.2.2 Princip řešení

Vzhledem ke geologickým podmínkám je navržen kombinovaný objekt povrchového a podzemního vsakování s retenčním objemem a regulovaným odtokem. Je dimenzován na dešť s návrhovou periodicitou srážky p o takové době trvání t , která způsobí největší nároky na retenční prostor.

Fyzicky se jedná o dva vsakovací objekty:

- povrchový průleh s retenčním objemem V_P a vsakovací plochou $A_{\text{vsak,P}}$
- podzemní rýhu s drenážním potrubím s retenčním objemem V_R a vsakovací plochou $A_{\text{vsak,R}}$.

Oba objekty musí plnit jak svoji samostatnou funkci, tak funkci sdruženého objektu. Na odtoku z objektu je umístěn regulátor průtoku.

Celkový retenční objem vsakovacího zařízení V se vypočte jako součet retenčního objemu průlehu a rýhy:

$$V = V_P + V_R \quad (\text{G.5})$$

Hydrologická bilance celého sdruženého objektu je podle tabulky 1 v 7.4 kombinací 2. a 5. řádku:

$$i \cdot (A_{\text{red}} + A_{\text{vsak,P}}) \cdot t / 1000 = 3600 \cdot Q_{\text{vsak,R}} \cdot t + V + Q_o \cdot t \quad (\text{G.6})$$

kde na straně přítoku se kromě redukované odvodňované plochy bere v úvahu také plocha povrchového průlehu $A_{\text{vsak,P}}$. Na straně vsakovaného odtoku je to pouze vsakovaný odtok podzemní rýhy $Q_{\text{vsak,R}}$ do podloží. Q_o je regulovaný odtok ze sdruženého objektu.

Krok 1 - Stanovení retenčního objemu průlehu

Hydrologická bilance samotného povrchového průlehu je potom je podle 2. řádku tabulky 1:

$$i \cdot (A_{\text{red}} + A_{\text{vsak,P}}) \cdot t / 1000 = 3600 \cdot Q_{\text{vsak,P}} \cdot t + V_P \quad (\text{G.7})$$

V této bilanci není brán v úvahu regulovaný odtok Q_o , protože průleh má odtok pouze vsakováním $Q_{\text{vsak,P}}$. Z uvedené bilance se vypočte retenční objem průlehu V_P :

$$V_P = (i \cdot (A_{\text{red}} + A_{\text{vsak,P}}) / 1000 - 3600 \cdot Q_{\text{vsak,P}}) \cdot t \quad (\text{G.8})$$

Pro dimenzování retenčního objemu průlehu se stanovenou četností přetížení p je rozhodující taková srážka o době trvání t a příslušné intenzitě i , která způsobí největší rozdíl mezi objemem přítoku a odtoku.

Krok 2 - Stanovení rozměrů podzemní rýhy

Pro objem podzemní rýhy platí podle rovnice (G.5):

$$V_R = V - V_P \quad (\text{G.9})$$

Retenční objem průlehu V_P byl v předcházejícím kroku stanoven podle rovnice (G.8). Celkový retenční objem V se stanoví podle rovnice (G.6) jako:

$$V = (i \cdot (A_{\text{red}} + A_{\text{vsak,P}}) / 1000 - 3600 \cdot Q_{\text{vsak,R}} - Q_o) \cdot t \quad (\text{G.10})$$

kde vsakovaný odtok podzemní rýhy $Q_{vsak,R}$ je:

$$Q_{vsak,R} = \frac{1}{f} \cdot k_v \cdot A_{vsak,R} = \frac{1}{f} \cdot k_v \cdot b'_R \cdot l_R = \frac{1}{f} \cdot k_v \cdot \left(b_R + \frac{h_R}{2} \right) \cdot l_R \quad (G.11)$$

kde b_R je šířka podzemní rýhy;

b'_R je šířka vsakovací plochy rýhy (viz obrázek B.4 ČSN 75 9010);

h_R je hloubka podzemní rýhy;

l_R je délka rýhy, která je shodná s délkou povrchového průlehu l_P .

Rovnice (G.10) má po dosazení $Q_{vsak,R}$ z rovnice (G.11) tvar:

$$V = \left(i \cdot (A_{red} + A_{vsak,P}) / 1\,000 - 3\,600 \cdot \frac{1}{f} \cdot k_v \cdot \left(b_R + \frac{h_R}{2} \right) \cdot l_R - Q_o \right) \cdot t \quad (G.12)$$

Pro objem retenčního prostoru podzemní rýhy platí:

$$V_R = W \cdot m = b_R \cdot h_R \cdot l_R \cdot m \quad (G.13)$$

kde W je obestavěný objem podzemní rýhy;

m je pórovitost materiálu výplně rýhy. V případě drenážního potrubí v rýze je do pórovitosti výplně rýhy nutné zahrnout i prostor drenážního potrubí. Tato rozšířená pórovitost m_{DR} se stanoví jako:

$$m_{DR} = \frac{m}{b_R \cdot h_R} \left[b_R \cdot h_R + \frac{\pi \cdot d^2}{4} \left(\frac{1}{m} - 1 \right) \right] \quad (G.14)$$

kde d je průměr drenážního potrubí.

Potřebná délka rýhy se potom vypočte kombinací rovnic (G.9), (G.12), (G.13) a (G.14) jako:

$$l_R = \frac{i \cdot (A_{red} + A_{vsak,P}) / 1\,000 - 3\,600 \cdot Q_R - \frac{V_P}{t}}{\frac{b_R \cdot h_R \cdot m_{DR}}{t} + \frac{3\,600}{f} \cdot k_v \cdot \left(b_R + \frac{h_R}{2} \right)} \quad (G.15)$$

Pro dimenzování délky rýhy l_R se stanovenou četností přetížení rýhy je rozhodující taková srážka s dobou trvání t a příslušnou intenzitou i , která vyvolá největší požadavek na délku rýhy l_R .

Krok 3 – Zpětné posouzení rozměrů průlehu

Posledním krokem je posouzení, zda navržený retenční objem průlehu je v souladu s navrženými rozměry podzemní rýhy. V tomto případě existují 2 stupně volnosti, tj. volba šířky průlehu nebo volba hloubky nadržení vody v průlehu.

$$b_P = \frac{V_P}{l_R \cdot h_P} \text{ nebo } h_P = \frac{V_P}{l_R \cdot b_P} \quad (G.16)$$

kde b_P je šířka průlehu ($\approx b_R$);

h_P je hloubka nadržení vody v průlehu ($\leq 0,30$ m).

Rovněž je třeba posoudit, zda navržená plocha průlehu $A_{vsak,P}$ není větší než plocha uvažovaná ve výpočtu.

Zároveň doba prázdnění průlehu musí být menší než požadovaná maximální doba prázdnění průlehu (v tomto příkladě 24 h).

G.2.3 Výpočtové řešení

Redukovaná plocha plochy A_{red} je:

$$A_{\text{red}} = A \cdot \psi_m = 2\,000 \cdot 1,0 = 2000 \text{ m}^2$$

Podle tabulek A.1 a A.2 ČSN 75 9010 se uvažuje návrhová periodičita srážek $p = 0,2 \text{ rok}^{-1}$.

Vstupní data a návrhové parametry:

$$A_{\text{red}} = 2\,000 \text{ m}^2 \quad \text{redukovaná odvodňovaná plocha}$$

$$k_{v,P} = 7,5 \cdot 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \quad \text{koeficient vsaku průlehu}$$

$$k_v = 5,0 \cdot 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \quad \text{koeficient vsaku rostlé zeminy}$$

$$p = 0,2 \text{ rok}^{-1} \quad \text{návrhová periodičita srážky pro dimenzování}$$

$$q_c = 3 \text{ l}/(\text{s} \cdot \text{ha}) \quad \text{specifický přípustný odtok. V místě nebyla předepsána hodnota přípustného odtoku } Q_c. \text{ Proto se volí hodnota specifického přípustného odtoku podle 5.2 resp. 5.3}$$

$$Q_c = A \cdot q_c = 0,2 \cdot 3 = 0,6 \text{ l/s} = 0,0006 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \quad \text{přípustný odtok z odvodňované plochy}$$

Zvolené hodnoty:

$$A_{\text{vsak,P}} = 0,1 \cdot A_{\text{red}} = 200 \text{ m}^2 \quad \text{navržená plocha průlehu}$$

$$b_r = 2 \text{ m} \quad \text{šířka podzemní rýhy}$$

$$h_R = 1,0 \text{ m} \quad \text{hloubka podzemní rýhy}$$

$$m = 0,3 \quad \text{pórovitost výplně rýhy (pro zvolený materiál)}$$

$$Q_o = Q_c \quad \text{regulovaný odtok}$$

Drenážní potrubí v rýze je plastové DN200.

Krok 1 - Stanovení retenčního objemu průlehu

Podle rovnice (G.8):

$$V_p = \left(i \cdot (2\,000 + 200) / 1\,000 - 3\,600 \cdot \frac{1}{2} \cdot 7,5 \cdot 10^{-5} \cdot 200 \right) \cdot t$$

Retenční objem průlehu V_p se vypočte pomocí tabelárního řešení pro různé doby trvání srážek t a jim příslušné intenzity i pro periodičitu návrhové srážky $p = 0,2 \text{ rok}^{-1}$. Hodnoty úhrnů srážek h se odečtou např. z tabulek A.1 a A.2 ČSN 75 9010. Návrhová hodnota retenčního objemu je maximem pro bilance řešené pro různé doby trvání srážky.

Tabulka G.1 – Stanovení retenčního objemu průlehu

t min	h mm	i mm/h	V_p m^3
10	16,5	99	31,8
15	19,5	78	36,15
20	21,1	63,3	37,42
30	23,2	46,4	37,54
40	24,7	37,1	36,34
60	26,9	26,9	32,18
120	30,6	15,3	13,32

Rozhodující pro návrh je srážka s dobou trvání $t = 30$ min s intenzitou $i = 46.4$ mm/h. Navržený objem retenčního prostoru průlehu je $V_P = 38$ m³.

Krok 2 - Stanovení rozměru podzemní rýhy

Nejdříve se stanoví pórovitost výplně rýhy včetně započtení drenážního potrubí podle rovnice (G.14):

$$m_{DR} = \frac{0,3}{2,0 \cdot 1,0} \left[2,0 \cdot 1,0 + \frac{\pi \cdot 0,2^2}{4} \left(\frac{1}{0,3} - 1 \right) \right] = 0,31$$

Délka rýhy se stanoví podle rovnice (G.15):

$$l_R = \frac{i \cdot (2000 + 200) / 1000 - 3600 \cdot 0,0006 - \frac{38}{t}}{\frac{2,0 \cdot 1,0 \cdot 0,31}{t} + \frac{3600}{2} \cdot 5 \cdot 10^{-6} \cdot \left(2 + \frac{1}{2} \right)} = \frac{2,2 \cdot i - 2,16 - \frac{38}{t}}{\frac{0,62}{t} + 2,25 \cdot 10^{-2}}$$

Potřebná délka podzemní rýhy l_R se vypočte pomocí tabelárního řešení pro různé doby trvání srážek t a jim příslušné intenzity i pro periodicitu návrhové srážky $p = 0,2$ rok⁻¹. Hodnoty úhrnů srážek h se odečtou např. z tabulek A.1 a A.2 ČSN 75 9010. Návrhová hodnota délky rýhy je maximem pro bilance řešené pro různé doby trvání srážky.

Tabulka G.2 – Stanovení rozměru podzemní rýhy

t h	h mm	i mm/h	l_R m
2	30,6	15,3	37,6
4	36,6	9,2	47,7
6	42,5	7,1	56,3
8	43,2	5,4	49,7
10	43,8	4,4	43,5
12	44,6	3,7	38,2

Rozhodující pro návrh je srážka s dobou trvání $t = 6$ h s intenzitou $i = 7,1$ mm/h, Navržená délka podzemní rýhy je $l_R = 56$ m,

Krok 3 – Zpětné posouzení rozměrů průlehu

Stanoveno: $V_P = 38$ m³

$$l_R = l_P = 56 \text{ m}$$

Zvoleno: $b_P = 2,0$ m (stejně široký průlehl jako rýha)

a) Podle rovnice (G.16) se posoudí hloubka průlehu:

$$h_P = \frac{38}{56,2,0} = 0,33 \text{ m} \geq 0,30 \text{ m}$$

Hloubka průlehu nevyhoví. Navrhujeme šířku průlehu a rýhy $b_P = b_R = 2,5$ m.

$$h_P = \frac{38}{56,2,5} = 0,27 \text{ m} \geq 0,30 \text{ m}$$

b) Posoudí se velikost navržené plochy průlehu:

$$A_{vsak,P} = 56,2,5 = 140 \text{ m}^2 \leq 200 \text{ m}^2$$

c) Posoudí se doba prázdnění průlehu:

$$T_{\text{pr}} = \frac{h_p}{\frac{1}{f} k_v} = \frac{2 \cdot 0,27}{7,5 \cdot 10^{-5}} = 7200 \text{ s} = 2,0 \text{ h} \leq 24 \text{ h}$$

d) Posoudí se doba prázdnění celého zařízení:

$$T = \frac{V_P + V_R}{Q_{\text{vsak},R} + Q_o} = \frac{38 + 39}{\frac{3600}{2} \cdot 5 \cdot 10^{-6} \cdot \left(2,5 + \frac{1}{2}\right) + 3600 \cdot 0,0006} = 19,68 \text{ h} \leq 24 \text{ h}$$

Příloha H (normativní)

Specifikace údržby objektů HDV

(upraveno z odkazu [2]); pro vsakovací zařízení upravuje způsob provozu ČSN 75 9010.

H.1 Základní úkony údržby

H.1.1 Kontrola

Kontroly by se měly konat zpravidla v intervalu jeden měsíc, v prvním roce po výstavbě systému HDV také po každé významné dešťové srážce. Kontrola by měla odpovědět na následující otázky:

- Jsou nátok a odtok z objektu čisté (tj. nejsou částečně či úplně ucpány)?
- Neprosakuje voda objektem v místech, která mají těsnit, kde a do jaké míry?
(týká se zejména retenčních nádrží a mokřadů)
- Je vegetace zdravá, bez známek napadení?
- Nejsou patrné nějaké známky zhoršené jakosti vody (řasy, olejové skvrny, zápach, nezvyklá barva vody apod.)?
- Nejsou patrné známky nárůstu sedimentů?
- Nestojí ve vsakovacím zařízení voda déle, než je doba, za kterou se mělo vyprázdnit?
- Nejsou patrné známky poškození konstrukce objektů či zařízení HDV?
- Nejsou patrné známky eroze na zatravněných površích objektů / zařízení HDV?
- Nejsou patrné jiné známky poškození objektu či jeho vybavení (např. informační tabule)

H.1.2 Odstranění odpadků a listí

Čištění objektů / zařízení HDV od odpadků a listí je nezbytnou součástí údržby povrchových zařízení. Správná četnost tohoto úkonu údržby snižuje riziko ucpání nátoků a odtoku z objektu a zachovává jeho estetickou hodnotu.

H.1.3 Kosení trávy

Účelem kosení trávy je zejména udržování estetického vzhledu objektu či zařízení. Jednotlivé typy objektů však vyžadují odlišný přístup.

U průleहů, plošného vsakování, umělých břehů a v blízkosti regulovaného odtoku je doporučena výška trávy přibližně 100 mm až 150 mm. U ostatních objektů je z hlediska jejich funkčnosti výhodné kosení minimalizovat.

Pokosenou trávu je nutné odstraňovat tak, aby nedošlo k ucpání odtokového zařízení při odtoku srážkových vod.

H.1.4 Pletí

Plevel snižuje estetickou hodnotu objektů a zařízení HDV a nepříspěvá jejich technické funkci. Je přísně zakázáno používat herbicidy z důvodu možné kontaminace srážkových vod.

H.1.5 Údržba křovin

Keřový porost zpravidla vyžaduje pletí v okolí jeho výsadby, a to zejména během prvního roku, kdy je nutné zajistit dostatečný přísun vláhy ke kořenům keřů. Druhy keřů by měly být vybírány tak, aby své přirozené velikosti byly schopny dosáhnout bez prořezávání.

H.1.6 Údržba břehové vegetace

Břehová vegetace zpravidla vyžaduje zvýšenou péči v prvních 2 až 3 letech tak, aby se mohla dostatečně konsolidovat. Každých 2 až 5 let by měly být prořezány náletové dřeviny. Při úkonech údržby (zejména u retenčních nádrží se zásobním objemem a u mokřadů) je potřeba opatrnost vzhledem ke hnízdicím ptákům, popřípadě dalším společenstvům. Proto je nejvhodnějším obdobím pro údržbu konec vegetační sezóny (září až říjen).

H.1.7 Údržba vodní vegetace

Vodní vegetace zpravidla vyžaduje zvýšenou péči v prvních 2 až 3 letech, aby se mohla dostatečně konsolidovat. Po této době je potřebné odstraňovat mrtvé dřevo (zpravidla jednou za tři roky), aby bylo minimalizováno množství jemného organického materiálu.

H.1.8 Odstranění sedimentu

Dlouhodobá účinnost objektů a zařízení HDV závisí na množství sedimentu, který je v nich akumulován. Proto je pravidelné odstraňování sedimentu nezbytné. Kumulace sedimentu je zpravidla největší během stavby, po jejím ukončení se snižuje. Před předáním systému HDV by měl být sediment pocházející ze stavební činnosti odstraněn.

H.1.9 Výměna vegetace

Poškozená či zničená vegetace by měla být nahrazena tak, aby byla dodržena funkčnost zařízení (resp. vegetační schéma podle návrhu). Nejvyšší pravděpodobnost výměny vegetace je v prvním roce po dokončení systému HDV.

H.1.10 Čištění a zametání propustných a polopropustných zpevněných povrchů

Propustné zpevněné povrchy musí být pravidelně čištěny od nánosů prachu, bahna a sedimentů, aby byla zachována jejich vsakovací schopnost. Zpravidla se doporučuje čištění 3× ročně.

H.1.11 Oprava objektu / zařízení

Oprava objektu se většinou týká výměny zanesených filtrů, geotextilií či štěrkových výplní. Obvyklé období výměny je mezi 10 a 35 lety, může se však lišit v závislosti na místních podmínkách. Tento úkon se většinou týká vsakovacích a předčisticích zařízení; avšak u všech objektů / zařízení HDV může nastat poškození stavebního stavu, které musí být řešeno opravou.

H.1.12 Údržba zatravněné humusové vrstvy

Údržba se provádí při snížení vsakovací schopnosti zatravněné humusové vrstvy, a to většinou kypřením nebo aerací půdy, pouze ve výjimečných případech (zpravidla v situacích, kdy jemný sediment není dostatečně odstraňován v povodí objektu / zařízení HDV či předčisticím objektu) může být potřebná výměna humusové vrstvy a/nebo jejího travního porostu.

H.2 Údržba vegetačních střech

H.2.1 Intenzivní vegetační střechy vyžadují častou pravidelnou kontrolu a kosení trávníků zpravidla jednou za týden až za dva týdny (během vegetační sezóny), závlahu v případě potřeby a pravidelné pleť případných květinových či jiných záhonů.

H.2.2 Extenzivní vegetační střechy zpravidla jednou až dvakrát za rok vyžadují údržbu, sestávající zejména z odstranění odpadků, listů a mrtvého dřeva, popřípadě náletové vegetace.

H.2.3 Přehled činností údržby vegetačních střech je uveden v tabulce H.1.

Tabulka H.1 – Úkony údržby vegetačních střeš

Typ údržby	Úkon údržby	Četnost údržby
Pravidelná údržba	Odstranění odpadků jako prevence ucpání přítoku	1× za 6 měsíců nebo dle potřeby
	Výměna mrtvé vegetace během jejího zakládání (tj. během prvního roku)	1× měsíčně (obvykle podléhá záruce)
	Výměna mrtvé vegetace po jejím založení	Každoročně (nejlépe na podzim)
	Odstranění listí	1× za 6 měsíců nebo dle potřeby
	Odstranění náletové vegetace	1× za 6 měsíců nebo dle potřeby
	Kosení trávy včetně jejího odstranění	1× za 6 měsíců nebo dle potřeby
Příležitostná údržba	-	-
Opravy	Odstranění projevů eroze (stružky apod.) jejich vyplněním vhodným materiálem (podobným původnímu), identifikace a odstranění příčin eroze	Dle potřeby
	Oprava poškozených nátoků	Dle potřeby
Kontrola	Kontrola všech součástí vegetační střešy, včetně půdního substrátu, vegetace, odvodnění, zavlažovacího systému, membrán a konstrukce střešy	Každoročně / po přívalových deštích
	Kontrola erozních účinků a identifikace případných zdrojů sedimentů	Každoročně / po přívalových deštích
	Kontrola nátoků	Každoročně / po přívalových deštích
	Kontrola případných průsaků střešou	Každoročně / po přívalových deštích

H.3 Propustné zpevněné povrchy

H.3.1 Při předání propustných zpevněných povrchů vlastníkovvi musí být provedena jejich kontrola z hlediska zanesení, výskytu plevelu a tvorby kaluží a případné nedostatky musí být odstraněny.

H.3.2 Propustné zpevněné povrchy mají být pravidelně čištěny, a to zpravidla 3× ročně (na konci zimy za účelem odstranění odpadků a materiálu zimní údržby, v polovině léta za účelem odstranění prachu a exkrementů a po podzimním spadu listů).

H.3.3 Přehled činností údržby propustných zpevněných povrchů je uveden v tabulce H.2.

Tabulka H.2 – Úkony údržby propustných zpevněných povrchů

Typ údržby	Úkon údržby	Četnost údržby
Pravidelná údržba	Čištění povrchů	3× ročně, popřípadě dle specifických potřeb (instrukce výrobce)
Příležitostná údržba	Stabilizace (z hlediska sedimentů) a kosení přilehlých ploch	Dle potřeby
	Pletí	Dle potřeby
Opravy	Snížení okolních ploch, aby z nich nedocházelo k odnosu sedimentů na propustné zpevněné povrchy (viz 5.1.3.2)	Dle potřeby
	Oprava míst, kde se v důsledku poklesu povrchu tvoří kaluže	Dle potřeby
	Oprava povrchu a podpovrchové vrstvy	Dle potřeby (pokud je snížena vsakovací schopnost zařízení díky jeho zanesení)
Kontrola	Počáteční kontrola	1× měsíčně po dobu 3 měsíců po dokončení
	Kontrola známek snížené funkčnosti a výskytu plevelu	1× za 3 měsíce, po příválových deštích
	Kontrola akumulace prachu a sedimentu ve spárách propustných zpevněných povrchů za účelem správného určení četnosti jejich čištění	Každoročně
	Kontrola (případných) kontrolních šachet	Každoročně

H.4 Údržba vsakovacích zařízení

H.4.1 Úkony údržby pro vsakovací zařízení jsou popsány v ČSN 75 9010.

H.5 Suché retenční nádrže

H.5.1 Pravidelné kosení trávy má být prováděno pouze v okolí přístupových a příjezdových cest, ve veřejných zónách a na dně a na bocích nádrže. Ostatní okolí nádrží by mělo být obhospodařováno jako pastvina.

H.5.2 Přehled činností údržby suchých retenčních nádrží je uveden v tabulce H.3.

H.6 Podzemní retenční dešťové nádrže

H.6.1 Správná údržba je klíčová pro zajištění funkčnosti podzemních objektů a zařízení.

H.6.2 Přehled činností údržby retenčních nádrží se zásobním prostorem je uveden v tabulce H.4.

Tabulka H.3 – Úkony údržby suchých retenčních nádrží

Typ údržby	Úkon údržby	Četnost údržby
Pravidelná údržba	Odstranění odpadků jako prevence ucpání přítoku	1× měsíčně a po přívalových deštích
	Kosení trávy na přístupových a příjezdových cestách a ve veřejných zónách	1× měsíčně (během vegetační sezóny)
	Kosení trávy na loukách v okolí nádrže	1× za 6 měsíců nebo dle potřeby (na jaře před zaháněním plectva a na podzim)
	Odstranění náletové vegetace	Po dobu 3 let 1× měsíčně, pak dle potřeby
	Odstranění mrtvého dřeva před vegetační sezónou	Každoročně či dle potřeby
	Odstranění sedimentů z nátoků a výtoků	Každoročně
Příležitostná údržba	Dosetí ploch poškozené/nezdravé vegetace	Každoročně či dle potřeby
	Prořezání a pročištění keřů a stromů	1× za 2 roky či dle potřeby
	Odstranění sedimentů z předřazené sedimentační nádrže	1× za 3 až 10 let či dle potřeby
Opravy	Oprava a dosetí míst poškozených erozí	Dle potřeby
	Oprava případného opevnění břehů	Dle potřeby
	Oprava nátoků, výtoků a přelivů	Dle potřeby
	Oprava nerovných povrchů, popř. jejich srovnání do projektových výšek	Dle potřeby
Kontrola	Kontrola funkčnosti (zejména průchodnosti) nátoků, výtoků a přelivů	1× měsíčně / po přívalových deštích
	Kontrola fyzického poškození stavebních součástí	1× měsíčně / po přívalových deštích
	Kontrola zanášení nádrže	1× za 6 měsíců
	Kontrola stavidel a případných dalších mechanických součástí	1× za 6 měsíců

Tabulka H.4 – Úkony údržby podzemních retenčních nádrží

Typ údržby	Úkon údržby	Četnost údržby
Pravidelná údržba	Odstraňování odpadků z povrchů napojených na objekt (v případech, kde mohou způsobit riziko selhání funkce)	1× měsíčně a po přívalových deštích
	Kontrola propustnosti filtrační vrstvy (v případech, kdy srážková voda prosakuje do podzemního objektu přes půdní a horninové prostředí)	1× měsíčně / po přívalových deštích
	Odstranění sedimentů z nátoků a výtoků	Každoročně
Příležitostná údržba	Odstranění sedimentů z předřazené sedimentační nádrže	Každoročně
Opravy	Oprava nátoků, výtoků a přelivů	Dle potřeby
Kontrola	Kontrola funkčnosti (zejména průchodnosti) nátoků, výtoků a přelivů	1× měsíčně / po přívalových deštích
	Kontrola fyzického poškození stavebních součástí	1× měsíčně / po přívalových deštích

H.7 Retenční nádrže se zásobním prostorem

H.7.1 Rizikem provozu retenčních nádrží se zásobním prostorem je výskyt eutrofizace (přestože jsou živiny ve srážkové vodě obvykle přítomny v nízkých koncentracích). Nejlepším opatřením je management případných zdrojů živin v povodí.

H.7.2 Přehled činností údržby retenčních nádrží se zásobním prostorem je uveden v tabulce H.5.

Tabulka H.5 – Úkony údržby retenčních nádrží se zásobním prostorem

Typ údržby	Úkon údržby	Četnost údržby
Pravidelná údržba	Odstranění odpadků jako prevence ucpání přítoku	Dle potřeby
	Kosení trávy na přístupových a příjezdových cestách a ve veřejných zónách	1× měsíčně (během vegetační sezóny)
	Kosení trávy na loukách v okolí	1× za 6 měsíců (na jaře, před zaházením ptactva a na podzim)
	Odstranění náletové vegetace	Po dobu 3 let 1× měsíčně, potom dle potřeby
	Odstranění vodní vegetace přibližně na 25 % plochy nádrže (kosení v úrovni dna)	Každoročně
	Odstranění přibližně 25 % vegetace na březích do výšky 1 m od vodní hladiny	Každoročně
	Odstranění mrtvého dřeva před vegetační sezónou	Každoročně
	Odstranění sedimentu z předřazené sedimentační nádrže	1× za 1 až 5 let či dle potřeby
	Odstranění sedimentů z 25 % plochy nádrže	1× za 2 až 10 let či dle potřeby
Příležitostná údržba	Odstranění (vytěžení) sedimentu z velkých nádrží, pokud je jejich návrhový objem redukován o 20 %	> 25 let (zpravidla)
	Aerace vody v případě výskytu eutrofizace	Dle potřeby
Opravy	Oprava míst poškozených erozí	Dle potřeby
	Oprava případného opevnění břehů	Dle potřeby
	Oprava nátoků, výtoku a přelivu	Dle potřeby
Kontrola	Kontrola funkčnosti (zejména průchodnosti) nátoků, výtoku a přelivu	1× měsíčně / po přívalových deštích
	Kontrola fyzického poškození stavebních součástí	1× měsíčně / po přívalových deštích
	Kontrola výskytu eutrofizace	1× měsíčně (květen – říjen)
	Kontrola zanášení nádrže	1× za 6 měsíců
	Kontrola stavidel a případných dalších mechanických součástí	1× za 6 měsíců

H.8 Umělé mokřady

H.8.1 Úkony údržby umělých mokřadů jsou podobné jako u retenčních nádrží se zásobním prostorem, ale náročnost některých úkonů u mokřadů je vyšší.

H.8.2 Přehled činností údržby mokřadů s biotopem je uveden v tabulce H.6.

Tabulka H.6 – Úkony údržby umělých mokřadů

Typ údržby	Úkon údržby	Četnost údržby
Pravidelná údržba	Odstranění odpadků a povlaku hladiny	1× měsíčně a po větších deštích
	Kosení trávy ve veřejných zónách	1× měsíčně (během vegetační sezóny)
	Kosení trávy na loukách v okolí mokřadu	1× za 6 měsíců (na jaře, před zaházením ptactva a na podzim)
	Odstranění náletové vegetace	Po dobu 3 let 1× měsíčně, potom dle potřeby
	Odstranění vodní vegetace přibližně na 25 % plochy mokřadu (kosení v úrovni dna)	Každoročně nebo dle potřeby
	Odstranění přibližně 25 % vegetace na březích do výšky 1 m od vodní hladiny (selektivně)	Každoročně nebo dle potřeby
	Odstranění mrtvého dřeva před vegetační sezónou	Každoročně
	Odstranění sedimentu z předřazené sedimentační nádrže	Každoročně či dle potřeby
	Odstranění sedimentů z 25 % plochy mokřadu	1× za 2 až 5 let či dle potřeby
Příležitostná údržba	Odstranění (vytěžení) sedimentu z velkých mokřadů, pokud je jejich návrhový objem redukován o 20 %	> 25 let (zpravidla)
Opravy	Oprava míst poškozených erozí	Dle potřeby
	Oprava nátoků, výtoku a přelivu	Dle potřeby
	Doplnění rostlin (aby bylo zachováno alespoň 50% pokrytí mokřadu rostlinami)	Dle potřeby ve vegetačním období
Kontrola	Kontrola fyzického poškození stavebních součástí mokřadu	1× měsíčně / po přívalových deštích
	Kontrola zanášení nádrže	1× za 6 měsíců a po větších deštích
	Kontrola stavidel a případných dalších mechanických součástí	1× za 6 měsíců

H.9 Předčisticí zařízení

H.9.1 Konkrétní plán údržby musí být stanoven na základě údajů výrobce či zhotovitele předčisticího zařízení. Přestože různé typy předčisticích zařízení mají odlišné požadavky na konkrétní úkony údržby, lze definovat obecně platné zásady.

H.9.2 Obecně platné zásady údržby předčisticích zařízení jsou uvedeny v tabulce H.7.

Tabulka H.7 – Obecné platné zásady údržby předčisticích zařízení

Typ údržby	Úkon údržby	Četnost údržby
Pravidelná údržba	Odstranění odpadků	1× měsíčně a po větších deštích
Příležitostná údržba	Odstranění (vytěžení) sedimentu z velkých mokřadů, pokud je jejich návrhový objem redukován o 20 %	> 25 let (zpravidla)
Opravy	Výměna náplně filtru	Dle potřeby
	Odstranění sedimentu, oleje, tuků a plovoucích nečistot	Dle potřeby
Kontrola	Kontrola příznaků špatné funkce zařízení	1× za 6 měsíců a po větších deštích
	Kontrola zanesení náplně filtru	1× měsíčně během prvních 6 měsíců provozu, potom 1× za 6 měsíců
	Kontrola stavu a trendu výskytu sedimentu	1× za 6 měsíců

Příloha I (normativní)

Zásady pro realizaci a předání objektů a zařízení HDV do užívání

I.1 Harmonogram výstavby a stavební kázeň

Pro zajištění dlouhodobé provozní spolehlivosti systémů HDV je nezbytné, aby při jejich realizaci zhotovitel volil vhodný harmonogram výstavby a dodržoval stavební kázeň. Zhotovitel musí (s ohledem na typ zařízení/objektu HDV) zejména:

- a) Volit termíny a lhůty výstavby tak, aby odpovídaly požadavkům na kvalitu výsledného díla z hlediska jeho provozuschopnosti ihned po předání stavby do užívání;
- b) Zajistit náhradní provizorní odvodnění před zprovozněním zemních objektů HDV (před závěrečnými úpravami zpevněných ploch, zpevněním humusové vrstvy zatravněním atd.);
- c) Zabránit znehodnocení zemní konstrukce a snížení vsakovací schopnosti vsakovacích zařízení během stavby či před jejím dokončením (zákazem vstupu a vjezdu na povrchy před vytvořením souvislého travního drnu, instalací ochranných hrázek nebo hrazení pro zamezení povrchových splachů a kolmatace půdního a horninového prostředí či filtračního materiálu, zabráněním překopům a dodatečným zemním pracím, zabráněním zhutnění půdních vrstev);
- d) Zabránit vplavování okolního materiálu do dutin nebo mezer retenčního objektu, např. použitím geotextilií;
- e) Kontrolovat vhodné přivedení vody do povrchových zařízení a objektů a případné známky eroze zeminy;
- f) Provést vsakovací test vsakovacích zařízení ve vhodné fázi výstavby (před konečným zasypáním horní strany podzemního objektu); vsakovací test se provádí naplněním retenčního prostoru vsakovacího zařízení čistou vodou a změněním času, za kterou se voda z objektu vsákne do podzemí;
- g) Provést zatravnění (osetí, odrnování) ve vhodné sezóně a s dostatečným předstihem, aby před předáním díla bylo možné provést alespoň jedno (lépe dvě) kosení; kontrolovat jakost zatravnění, popřípadě provedené výsadby;
- h) Provést finální kontrolu před předáním objednateli.

Kontrola výstavby musí klást důraz na:

- a) Správnou pokládku potrubí a souvisejících prvků systému HDV (šachty, regulovaný odtok, bezpečnostní přeliv, odvětrání atd.);
- b) Správné napojení zpevněných povrchů z hlediska jejich spádovosti a velikosti k příslušným zařízením a objektům HDV;
- c) Kvalitu použité zeminy, jejího rozprostření, zatravnění, popřípadě osázení keři a stromy.

I.2 Dokumentace stavby

Zhotovitel musí v průběhu stavby pořizovat takovou dokumentaci, kterou v rámci dokumentace skutečného provedení stavby (DSPS) bude schopen prokázat parametry a kvalitu hotového díla a jeho způsobilost ke spolehlivému a dlouhodobému provozu. Součástí DSPS musí být doklady (certifikáty) o použitých materiálech (včetně zeminy a osiva) a o způsobu jejich uložení nebo ošetření ke dni předání do užívání (fotodokumentace). Je nutno doložit zejména:

- a) rozměry podzemního objektu;

- b) informace o zemině použité do zatravněné humusové vrstvy (především křivka zrnitosti, pH zeminy, podíl humózních příměsí); z údajů musí být zřejmé, že zemina není kontaminovaná před uvedením do provozu (kontaminace může zkreslit vyhodnocení kontrolních odběrů zeminy);
- c) složení zasetého osiva;
- d) čistotu náplně;
- e) dodržení technologických postupů ve všech fázích výstavby (ukládání zeminy, hutnění atd.) prostřednictvím fotodokumentace;
- f) vsakovací schopnost vsakovacího zařízení vsakovacím testem a jeho vyhodnocením (doba vyprázdnění retenčního prostoru během vsakovacího testu může být nejvýše o 10 % delší oproti době uvedené v projektové dokumentaci);
- g) výsledek testu vodotěsnosti (viz ČSN 75 0905);
- h) technické parametry regulačního zařízení deklarací výrobce u typových výrobků nebo hydraulickým výpočtem maximální průtočnosti u atypických výrobků;

POZNÁMKA U vsakovacích zařízení se jedná o stěžejní informace pro budoucí majitele, protože dodatečná kontrola hotového díla je velice omezená.

I.3 Předání/převzetí stavby do užívání (kolaudace)

Zařízení a objekty HDV musí mít v době předání/převzetí do užívání požadovanou kvalitu a schopnost plnohodnotného provozu. Při předání/převzetí je nutné zkontrolovat:

- a) zda byly zatravněné části alespoň jednou (lépe dvakrát) pokoseny;
- b) správné osazení, provedení a funkci bezpečnostních přelivů;
- c) správné osazení, provedení a funkci prvků regulace odtoku;
- d) dostatečnost ochrany zařízení proti zpětnému vzdutí, zejména u napojení do jednotné kanalizace;
- e) úplnost informací z DSPTS týkajících se zařízení a objektů HDV.

Bibliografie

- [1] Arbeitsblatt DWA – A 138 „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser – DWA Hennef 2005. ISBN 3-937758-66-6
- [2] CIRIA (2007). The SUDS manual. CIRIA C967, London, UK.
- [3] DIERKES, C., GÖBEL, P. A COLDEWEY, W.G. (2005). Entwicklung und Optimierung eines kombinierten unterirdischen Reinigungs- und Versickerungssystems für Regenwasser. Abschlussbericht Projekt der Deutschen Bundesstiftung Umwelt Az 18622. HydroCon GmbH.
- [4] DWA-Merkblatt M153 (2007): Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser.
- [5] KREJČÍ at al. (2002). Odvodnění urbanizovaných území – koncepční přístup. NOEL2000, Brno.
- [6] ÖNORM B 2506 – 1 „Regenwasser – Sickeranlagen für Abläufe von Dachflächen und befestigten Flächen. Teil 1: Anwendung, hydraulische Bemessung, Bau und Betrieb“.
- [7] ÖNORM B 2506 – 2 „Regenwasser – Sickeranlagen für Abläufe von Dachflächen und befestigten Flächen. Teil 2: Qualitative Anforderungen an das zu versickernde Regenwasser, Bemessung, Bau und Betrieb von Reinigungsanlagen“.
- [8] ÖWAV-Regelblatt 35 (2003). Behandlung von Niederschlagswässern.
- [9] STEINER M. (2010). Strassenabwasserbehandlungsverfahren – Stand der Technik. Dokumentation ASTRA 88002, Bern, 130 S.
- [10] VSA (2002): Regenwasserentsorgung – Richtlinie zur Versickerung, Retention und Ableitung von Niederschlagswasser aus Siedlungsgebieten, Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute, Zürich.
- [11] KABELKOVÁ, I., HAVLÍK, V., KUBA, P. A SÝKORA, P. (2010): Metodická příručka Posuzování dešťových oddělovačů jednotných stokových systémů v urbanizovaných územích, ČVTVHS.