



OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Fond soudržnosti

Pro vodu,
vzduch a přírodu

Ministerstvo životního prostředí

MOŽNOSTI ŘEŠENÍ VSAKU DEŠŤOVÝCH VOD V URBANIZOVANÝCH ÚZEMÍCH V ČR



září 2015

GEOtest

SWECO



OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



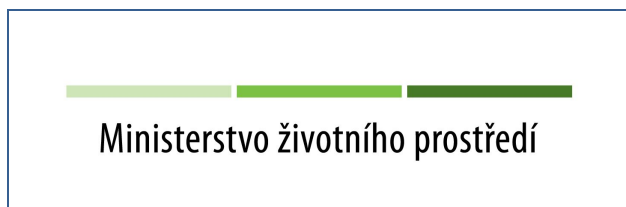
EVROPSKÁ UNIE
Fond soudržnosti

Pro vodu,
vzduch a přírodu

Ministerstvo životního prostředí

MOŽNOSTI ŘEŠENÍ VSAKU DEŠŤOVÝCH VOD V URBANIZOVANÝCH ÚZEMÍCH V ČR

Pořizovatel:



Ministerstvo životního prostředí

Vršovická 1442/65

Praha 10

100 10

Zhotovitel: Společnost GEOSWE



GEOTest, a.s.

Šmahova 1244/112

Brno

627 00



Sweco Hydroprojekt a.s.

Táborská 31

Praha 4

140 16

Řešitelé:

RNDr. Jitka Novotná

Ing. Miroslav Lubas

Dr. Ing. Ivana Kabelková

V Brně, září 2015

Obsah:

ÚVOD - HOLISTICKÝ PŘÍSTUP K HYDROLOGICKÉMU CYKLU	2
1 ANALÝZA ŘEŠENÍ PROBLEMATIKY VSAKU SRÁŽKOVÝCH VOD V URBANIZOVANÝCH ÚZEMÍCH ČESKÉ REPUBLIKY A U ZAHRANIČÍ U STÁTŮ S OBDOBNÝMI PODMÍNKAMI JAKO U ČESKÉ REPUBLIKY.....	3
1.1 OBECNÝ POPIS ŘEŠENÍ V ZAHRANIČÍ A V ČR	3
1.2 POROVNÁNÍ TECHNICKÝCH OPATŘENÍ	6
1.3 PŘÍNOSY.....	7
1.4 MOTIVACE	7
1.5 FOTODOKUMENTACE PŘÍKLADŮ DOBRÉ PRAXE PŘI VSAKOVÁNÍ SRÁŽKOVÝCH VOD V NĚMECKU A ŠVÝCARSKU	9
2. PLATNÁ LEGISLATIVA VZHLEDEM K ŘEŠENÍ VSAKU DEŠŤOVÝCH VOD V URBANIZOVANÝCH ÚZEMÍCH ČR.....	13
2.1 SPECIFIKACE MOŽNOSTÍ TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ VSAKU DEŠŤOVÝCH VOD	16
3. ZÁKLADNÍ PODMÍNKY A PRAVIDLA PŘI VOLBĚ OPATŘENÍ PRO VSAKOVÁNÍ SRÁŽKOVÝCH VOD V URBANIZOVANÝCH ÚZEMÍCH.....	19
3.1 METODICKÝ POSTUP PŘI STANOVENÍ VHODNÉHO MANAGEMENTU VSAKOVÁNÍ DEŠŤOVÝCH VOD PRO URBANIZOVANÁ ÚZEMÍ A KLÍČ PRO VÝBĚR MOŽNÉHO TYPU OPATŘENÍ PRO ZASAKOVÁNÍ SRÁŽKOVÉ VODY	25
3.2 FOTODOKUMENTACE NAVRHOVANÝCH TYPŮ OPATŘENÍ	30
4. MAPA POTENCIÁLNÍHO VSAKU	37
5. LISTY OPATŘENÍ.....	45
5.1 PRIORITIZACE JEDNOTLIVÝCH TYPŮ OPATŘENÍ	45
6. SHRNUÍ	48
7. SLOVNÍK POJMŮ.....	50
8. DOSTUPNÉ PRAMENY.....	53
8.1. PŘEHLED OBRÁZKŮ:	53
8.2 LITERATURA A ADRESY K TÉMATU VSAKOVÁNÍ DEŠŤOVÉ VODY, VYUŽITÉ V RÁMCI TÉTO METODIKY:.....	53
8.3. LEGISLATIVA:	54
9. PŘÍLOHY	54

Úvod - holistický přístup k hydrologickému cyklu

Voda tvoří tenkou nespojitou vrstvu na povrchu Země a je jednou ze základních podmínek pro život. Na pevninách je život umožněn jen díky energii Slunce, které „roztáčí“ koloběh vody. Základními prvky tohoto koloběhu jsou výpar – srážky – odtok.

Snaha české legislativy o striktní definování vody vyskytující se na zemském povrchu za různých okolností vede k roztržitému a oddělenému vnímání jednotlivých složek koloběhu vody. Holismus je filozofický směr uplatňovaný především v biologii zdůrazňující celostnost a pokládající celek za něco vyššího než souhrn částí [10]. Vzhledem k zvyšujícím se nárokům na spotřebu vody je holistický přístup ke zdrojům vody nutný. Veřejnost jen velmi neochotně akceptuje tu skutečnost, že pro objem vody v prostředí - krajině opravdu platí jednak to, že jde o koloběh vody a současně platí zákon zachování hmoty. V rámci různých lidských činností např. rozšiřování orné půdy meliorováním podmáčených ploch, protipovodňová ochrana, získávání pitné vody, zvyšování zastavěnosti území dochází postupně k „vyhánění“ vody z krajiny. Tím narůstá aridita prostředí. Tento negativní trend se dále umocňuje i snižováním množství trvalé vegetace v krajině na úkor „holé“ půdy nebo zpevněných ploch. Velká část měst jsou pouze betonové „pouště“.

Zdrojem vody v oblasti střední Evropy jsou pouze srážky. Na území České republiky se nachází hranice tři úmoří, veškerá srážková voda v závislosti na oblasti, nad kterou srážka proběhne, rychleji nebo pomaleji z území České republiky odeteče. Rychlost odtoku srážkové vody z krajiny je dána jednak přírodními poměry lokality, především charakterem horninového prostředí a morfologií terénu a dále pak antropogenně podmíněnými poměry, především způsobem nakládání s půdou (orná, louky, lesy), podílem zastavění území, existencí zpevněných ploch, meliorací. Na oběhu vody se podílí ta část srážkové vody, která se nevypaří. Podíl srážek, které tvoří odtok, je tedy významně rozdílný v teplém, vegetačním období roku a studeném, mimovegetačním období roku. Doba, po kterou se daná srážka podílí na koloběhu vody na daném území, závisí na tom, zda se srážka transformuje na povrchovou vodu nebo na vodu podzemní. U povrchové vody jde o dny až týdny, u podzemní vody o měsíce až desítky let.

Zdrojem povrchové vody jsou srážky tvořící povrchový odtok, dále srážky tvořící hypodermický odtok a v bezsrážkovém období pak podzemní voda. Přírodními vodními útvary povrchové vody jsou vodní toky a jezera, umělými vodními útvary jsou rybníky a přehradní nádrže. Významným negativním dopadem na dobu zdržení se vody v krajině – zrychlování odtoku povrchové vody – je narovnávání toků.

Podzemní voda vzniká infiltrací srážek, jde o vodu, která se pohybuje v horninovém prostředí vlivem gravitace. Podzemní voda je v dlouhodobě bezsrážkovém období zdrojem povrchové vody. Podzemní voda po delším či kratším zdržení v horninovém prostředí vystupuje na povrch terénu v oblasti erozní báze. Přírozenou drenáž podzemní vody představují prameny nebo skryté přítoky do povrchových vodních útvarů – vodních toků, jezer i rybníků a přehradních nádrží. Uměle se podzemní voda odebírá z hydrogeologických vrtů nebo studní. Vzhledem ke zvyšující se spotřebě vody dochází k přečerpávání (nadměrnému odběru podzemní vody) hydrogeologických kolektorů, což vede k poklesu hladiny podzemní vody. Velkým problémem je kontaminace podzemní vody [9].

1 Analýza řešení problematiky vsaku srážkových vod v urbanizovaných územích České republiky a u zahraničí u států s obdobnými podmínkami jako u České republiky

1.1 Obecný popis řešení v zahraničí a v ČR

Urbanizovaná území jsou specifická vysokým podílem nepropustných ploch (např. komunikace, střechy budov), který v centrech měst dosahuje 70% i více. Na nepropustných plochách srážková voda nemůže přirozeně vsakovat do půdy a do horninového prostředí a následně se transformovat na podzemní vodu a rychle odtéká po povrchu, přičemž odtok z urbanizovaných území je ještě dále urychlen stokovou sítí. Důsledkem jsou na jedné straně povodně na vodních tocích a jejich časté znečišťování spojené se znečištěním srážkového odtoku a s přepady z dešťových oddělovačů jednotné kanalizace, na druhé straně snižování objemu a hladiny podzemní vody, která hraje roli zejména v suchých obdobích roku. Rovněž výpar je v urbanizovaných povodích oproti přirozeným podmínkám nižší, což vede ke změně mikroklimatu (nižší vlhkosti vzduchu) a vzniku tzv. tepelných ostrovů.

Tyto problémy jsou v současné době stále více umocňovány ještě dvěma faktory: 1. klimatickou změnou projevující se většími přívalovými dešti na jedné straně a delšími obdobími sucha na straně druhé a za 2. rostoucí mírou urbanizace krajiny, provázenou zvyšováním podílu zastavěných nepropustných ploch, ze kterých srážková voda rychle odtéká.

Z těchto důvodů se **v zahraničí** (např. USA, Velká Británie, Německo, Švýcarsko, Nizozemí) již od 70. let 20. století prosazuje **přírodě blízké odvodnění měst**, které je založeno na principu zachovat nebo v maximální možné míře napodobit přirozené odtokové charakteristiky lokality před urbanizací. Základem této koncepce je tzv. **decentralizovaný způsob odvodnění**, který se zabývá srážkovým odtokem v místě jeho vzniku a vrací ho do přirozeného koloběhu vody. V nejužším slova smyslu jsou přírodě blízká opatření a zařízení taková, která podporují **výpar, vsakování a pomalý odtok do lokálního koloběhu vody**. V širším slova smyslu sem patří i zařízení, která alespoň určitým způsobem přispívají k zachování přirozeného koloběhu vody a k ochraně vodních toků, např. akumulací a užíváním dešťové vody nebo zadržováním (retencí) a regulovaným (opožděným) odtokem do povrchových vod či stokové sítě. Podpora vsakování srážkového odtoku je tedy podporou jedné ze složek koloběhu vody. V posledních letech se klade stále větší důraz na spojení vody a zeleně ve městech a na podporu výparu (Blue Green Infrastructure či Blue Green Cities).

Zeměmi, které České republice mohou sloužit jako vzor, jsou Německo a Švýcarsko, kde je přírodě blízké odvodnění měst již řadu let legislativně zakotveno včetně nejlepších dostupných technologií pro technická opatření.

V **Německu** došlo při novelizaci Vodního zákona (WHG) v r. 1996 k výraznému posunu pohledu na ochranu vodních toků a zesílení ochrany jejich životního prostoru oproti antropogennímu užívání. Do novely byl vložen text: „*zachovat režim odtoku a zabránit jeho zvýšení nebo zrychlení*.“ Tím je jasně odmítnuto klasické co nejrychlejší odvádění dešťových vod z urbanizovaných území.

Jednotlivé země naplňují Vodní zákon svými zemskými Vodními zákony. Vsakování dešťových vod pro nově zastavované pozemky je v zemském Vodním zákonu předepsáno např. v Severním Porýní-Vestfálsku, v Baden-Württembergu a Saarlandu a je podporováno i v dalších zemích (např. Brandenbursku).

Ochrana půdy při vsakování dešťových vod podléhá spolkovému Zákonu na ochranu půdy (BBodSchG) a zemským zákonům a nařízením. Ochranu půdy, podzemní vody i staveb při vsakování dešťových vod reguluje také řada nařízení a technických směrnic, které udávají, kdy je jaká forma vsakování přípustná.

Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR

Pokyny pro návrh, stavbu a provoz zařízení pro vsakování dešťových vod jsou dány v technické směrnici DWA-Arbeitsblatt A138 (2005), kde jsou popsány různé technické postupy jako plošné vsakování, vsakování v průlezech, příkopech, drenážích a šachtách či jejich kombinace. Kvalita dešťového odtoku se podle míry znečištění povrchu dělí do tří kategorií, pro něž je doporučen či naopak zakázán určitý způsob vsakování.

DWA-Merkblatt M153 (2007) slouží k návrhu způsobu předčištění srážkových vod v závislosti na zranitelnosti příjemce srážkových vod včetně podzemní vody, na znečištění srážkových vod vlivem ovzduší a povrchů, z nichž odtéká, a na účinnosti zařízení pro předčištění.

Vsakování regulují i spolková nařízení a technické předpisy, např. v Bavorsku nařízení NWFreiV (2000) s technickými předpisy TRENGW (2000), kde se uvádí, že bez povolení smí být vsakována dešťová voda:

- mimo pásma ochrany vod a léčivých pramenů a plochy s podezřením na staré zátěže,
- mimo průmyslové areály,
- z parkovacích ploch pro osobní automobily nebo ploch dvorů a dopravních ploch, které nejsou průmyslově využívány,
- ze střešních ploch, pokud podíl měděné, zinkové nebo olověné části celkové plochy střechy činí méně než 50 m²,
- z vedlejších ploch komunikací, které nejsou předmětem územního rozhodování a nejsou zatíženy více než asi 5000 motorovými vozidly za 24 h a nemají více než dva jízdní pruhy,
- pokud zpevněná plocha připojená na jedno vsakovací zařízení nepřekračuje 1000 m²,
- pokud zatravněná horní vrstva půdy je vhodná pro plošné vsakování,
- není-li možné plošné vsakování přes horní vrstvu půdy, lze po předčištění (například v sedimentačních šachtách) umožnit vsakování i pomocí vsakovacích drenáží nebo vsakovacích jam,
- pokud dno zařízení je min. 1 metr nad hladinou podzemní vody.

Obdobná nařízení jsou i v dalších spolkových zemích.

Ve **Švýcarsku** je vsakování neznečištěné dešťové vody explicitně vyžadováno ve Vodním zákonu (GSchG, 1991) a je první prioritou při nakládání s dešťovými vodami: „*Neznečištěná odpadní voda se má podle pokynů kantonálních úřadů nechat vsakovat. Pokud to místní poměry neumožňují, smí být s povolením kantonálních úřadů odvedena do povrchových vod. Přitom se mají udělat taková retenční opatření, aby voda při velkých objemech odtékala rovnoměrně*“. „*Znečištěnou odpadní vodu je nutno předčistit a do povrchových nebo podzemních vod smí být odváděna nebo vsakována jen s povolením kantonálních úřadů*“.

Rozlišení znečištěných a neznečištěných odpadních vod je upravováno Nařízením na ochranu vod (GSchV, 1998). Při vsakování je nutno zohlednit především, zda voda je v půdě nebo nenasyceném prostředí dostatečně čištěna a zda při akumulaci znečišťujících látek nedochází k překročení limitních hodnot Nařízení o zatížení půdy (VBBo, 1998). Srážková voda odtékající ze zastavěných nebo zpevněných ploch je zpravidla považována za neznečištěnou, pokud pochází ze střech, ze silnic, cest a prostranství, kde se nemanipuluje, nezpracovává a neskládá velké množství znečišťujících látek, a pokud bude v půdě nebo nenasyceném prostředí dostatečně čištěna, a z kolejíšť, kde se nepoužívají přípravky na ošetřování rostlin, nebo budou tyto v půdě dostatečně zadrženy a rozloženy.

Nástroji pro odvodnění obcí a plánování nakládání s dešťovými vodami jsou podle Nařízení na ochranu vod Generální plány odvodnění (GEP), jejichž vytvoření mají na starosti

Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR

kantony. GEP stanoví oblasti, z jejichž zastavěných nebo zpevněných ploch se má dešťový odtok odvádět odděleně od ostatních odpadních vod, oblasti, z nichž se mají neznečištěné odpadní vody vsakovat, oblasti, z nichž se mají neznečištěné odpadní vody odvádět do povrchových recipientů a rovněž oblasti ochrany podzemních vod, v nichž je vsakování dešťových vod zakázáno. Pro vytvoření GEP slouží směrnice VSA (1989, 1992). Součástí GEP obce je Situační zpráva Vsakování doplněná vsakovací mapou. Vsakovací mapa nenahrazuje hydrogeologický průzkum v dané lokalitě nutný pro návrh zařízení, slouží zejména pro vymezení oblastí, kde vsakování není možné.

Nejlepší dostupnou technologii předkládá „Směrnice ke vsakování, retenci a odvádění dešťové vody v urbanizovaných oblastech“ (VSA, 2002). Směrnice stanoví priority při odvádění dešťových vod a dává podklad pro volbu způsobu nakládání s dešťovými vodami při zohlednění proveditelnosti, přípustnosti a finanční přiměřenosti. Pro posouzení přípustnosti vsakování směrnice klasifikuje znečištění dešťového odtoku z různých typů ploch a v závislosti na míře znečištění, požadavcích na ochranu podzemní vody a zranitelnosti podzemní vody uvádí přípustný způsob vsakování pro střechy a pro ostatní zpevněné povrchy.

V České republice má „**hospodaření s dešťovými vodami**“ (ve zkratce HDV) v urbanizovaných oblastech zpoždění, avšak v posledních cca 10 letech patří k nejrychleji se rozvíjející se oblasti městského odvodnění.

Až do roku 2007 chyběl pro HDV právní rámec. Přesto na konci 90. let 20. století a počátku 21. století vzniklo v České republice několik ojedinělých projektů podle zahraničních vzorů. Prvním z nich byl Generel odvodnění hl. m. Prahy (GO HMP), v jehož rámci byla podle švýcarského vzoru vypracována Situační zpráva o zasakování doplněná zasakovací mapou s kategorizací vhodnosti území pro zasakování. V současnosti jsou tvořeny nové podrobnější mapy pro jednotlivé detailní generely odvodnění.

Legislativní základ pro HDV položil v roce 2007 Plán hlavních povodí ČR, který zdůraznil nutnost snižovat množství srážkových vod odváděných kanalizací a zlepšit podmínky pro jejich přímé vsakování do půdního prostředí a začal požadovat koncepci nakládání s dešťovými vodami, umožňující jejich zadržování, vsakování i přímé využívání v urbanizovaných územích.

Na požadavky Plánu hlavních povodí ČR navázala Politika územního rozvoje ČR (2008), která v kapitole Republikové priority územního plánování pro zajištění udržitelného rozvoje území, uvádí: *Vytvářet podmínky pro zvýšení přirozené retence srážkových vod v území s ohledem na strukturu osídlení a kulturní krajinu jako alternativy k umělé akumulaci vod... V zastavěných územích a zastavitelných plochách vytvářet podmínky pro zadržování, vsakování i využívání dešťových vod jako zdroje vody a s cílem zmírňování účinků povodní.*

V roce 2009 proběhla novelizace Vyhlášky o obecných požadavcích na využívání území č. 501/2006 Sb., a dostaly se do ní nově priority řešení srážkových vod, kdy *Stavební pozemek se vždy vymezuje tak, aby na něm bylo vyřešeno vsakování nebo odvádění srážkových vod ze zastavěných ploch nebo zpevněných ploch, pokud se neplánuje jejich jiné využití; přitom musí být řešeno*

1. *přednostně jejich vsakování, v případě jejich možného smísení se závadnými látkami umístění zařízení k jejich zachycení, není-li možné vsakování,*
2. *jejich zadržování a regulované odvádění oddílnou kanalizací k odvádění srážkových vod do vod povrchových, v případě jejich možného smísení se závadnými látkami umístění zařízení k jejich zachycení, nebo*
3. *není-li možné oddělené odvádění do vod povrchových, pak jejich regulované vypouštění do jednotné kanalizace.*

Velký význam pro HDV měla novela Zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů v roce 2010, kdy byla přidána definice srážkových vod a stanoveny

Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR

i podmínky obecného nakládání se srážkovými vodami. Vodní zákon požaduje aplikaci stavebního zákona a souvisejících právních předpisů nejen pro novostavby, ale též při provádění změn staveb a změn jejich užívání.

Do roku 2012 však chyběly technické normy, které by bylo možno využít pro návrh, a proto byly většinou využívány německé DWA-A 138 a DWA-A 117. V únoru 2012 byla vydána ČSN 75 9010 *Vsakovací zařízení srážkových vod* a v dubnu 2013 TNV 75 9011 *Hospodaření se srážkovými vodami*.

ČSN 75 9010 *Vsakovací zařízení srážkových vod* stanoví především způsob, rozsah a výstupy geologického průzkumu pro vsakování. Dále klasifikuje srážkové vody z hlediska přípustnosti vsakování vzhledem k jejich znečištění (vody přípustné, podmíněčně přípustné a vody z potenciálně výrazněji znečištěných ploch) a uvádí přípustné způsoby vsakování. Přípustné dešťové vody je dovoleno vsakovat přes nenasycenou oblast bez předchozích opatření (bez předčištění, event. pouze zachycení splavenin). U podmíněčně přípustných dešťových vod je nutno při návrhu vsakování aplikovat vhodný, pokud možno fyzikální způsob předčištění, a to podle druhu znečištění a typu vsakovacího zařízení. Vsakování srážkových povrchových vod z potenciálně výrazněji znečištěných ploch (např. parkoviště u opraven vozidel a ploch opraven vozidel, autobazarů a autovrakovišť, letištní plochy, na nichž je prováděna zimní údržba letadel, plochy pro uskladnění aut (ošetřených z výroby), plochy pro hospodaření s odpady a pro manipulaci s nebezpečnými a zvláště nebezpečnými látkami) není vhodné.

TNV 75 9011 *Hospodaření se srážkovými vodami* problematiku vsakování doplňuje zejména o důraz na hydraulické zatížení zařízení dané poměrem připojené redukované odvodňované plochy a vsakovací plochy vsakovacího zařízení A_{red}/A_{vsak} pro zohlednění jeho čistícího účinku (čím nižší je hydraulické zatížení zařízení, tím vyšší je jeho čistící účinek) a o bližší specifikaci podmíněčně přípustných vod a způsobů předčištění.

1. 2 Porovnání technických opatření

Vzhledem k tomu, že TNV 75 9011 *Hospodaření se srážkovými vodami* vychází z technických předpisů používaných v Německu, Rakousku, Švýcarsku a Velké Británii jsou doporučení pro technická opatření používaná pro vsakování obdobná jako v těchto zemích.

Technické řešení vsakování srážkových vod závisí na typu plochy s ohledem na její znečištění, na vsakovací schopnosti půdního a horninového prostředí a na prostorových možnostech, které mohou určovat velikost vsakovací plochy vsakovacího zařízení a velikost retenčního objemu.

Přednostním způsobem vsakování je **povrchové vsakování přes souvislou zatravněnou humusovou vrstvu**, a to nízko zatěžované plošné ($A_{red}/A_{vsak} \leq 5$), kdy odtok ze zpevněných ploch je zaústěn na zelené plochy s dobrou vsakovací schopností a není zapotřebí retenční prostor, nebo vsakování v průlehu či v průlehu doplněném rýhou ($5 < A_{red}/A_{vsak} \leq 15$), jejichž retenční objem slouží pro dočasné zadržení srážkové vody před tím, než se vsákne do podloží. Tento způsob je vhodný pro odstraňování všech typických druhů znečištění obsažených v přípustných a podmíněčně přípustných srážkových vodách.

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

Povrchové vsakování je preferováno nejen kvůli bezpečnějšímu odstranění znečištění ve srážkovém odtoku, ale také kvůli podpoře výparu, který je ve městech velmi žádoucí. Dalšího zvýšení výparu se docílí osázením vsakovacích zařízení vegetací nebo jejich kombinací s mokřadem.

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

Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR

přednost podzemnímu vsakování liniovému (vsakovací rýhy) a plošnému (podzemní prostory vyplněné štěrkem nebo bloky) před bodovým (vsakovací šachty). Podzemní vsakovací zařízení musí být chráněna předčisticím zařízením, zejména pro zachycení nerozpuštěných látek, popřípadě i jiných druhů znečištění.

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. Vhodným řešením je např. systém průlehů a rýh.

Dalším doporučeným způsobem, jak snížit odtok z území a podporovat jeho vsakování, je v co největší míře zachovat propustné povrchy nebo alespoň aplikovat **částečně propustné zpevněné plochy místo nepropustných zpevněných povrchů**. Tam, kde se vyskytují nízko zatěžované plochy, které vyžadují zpevnění, ale jejich využití je buď řídké, nebo statické (např. nízko frekventované komunikace, parkoviště, příjezdy k domům), je místo asfaltu či betonu vhodnější použít kamennou či betonovou dlažbu s pískovými spárami, zatravnovací dlažby a rošty, porézní asfalt či zatravněné štěrkové vrstvy. 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, protože ke vsakování dochází přes nesouvisle zatravněnou plochu nedostatečné tloušťky humusové vrstvy nebo přes plochu bez zatravněné humusové vrstvy, a účinnost čištění je proto velmi nízká. **Normy však nejsou závazné, a proto je v praxi často použito nejjednodušší či nejlevnější technické řešení.**

Rozhodně by se u nás mělo více podporovat povrchové vsakování, zejména plošné, a zařízení, která kombinují vsak s výparem. Technická opatření pro HDV v zahraničí jsou nedílnou součástí architektonického řešení pozemků či celých čtvrtí, což je v ČR dosud spíše výjimkou.

1. 3 Přínosy

Zadržování dešťových vod a podpora jejich vsakování v rámci přírodě blízkého HDV vede ke snížení objemu a maxim povrchového odtoku v urbanizovaných územích, což má řadu **ekonomických i ekologických přínosů**:

- snížení nutnosti nákladných rekonstrukcí kanalizace a ČOV (vč. zmenšení objemů či nutnosti výstavby dešťových nádrží),
- snížení nákladů na protipovodňová opatření,
- zvýšení ochrany povrchových vod z kvantitativního i kvalitativního hlediska,
- zvýšení obnovy zásob podzemních vod a zásobování vodních toků v době sucha,
- zvýšení výparu a zlepšení mikroklimatu v urbanizovaných oblastech,
- zkvalitnění městského prostředí, zlepšení jeho estetického vzhledu a biodiverzity (zařízení HDV jsou často součástí ploch veřejné zeleně).

1. 4 Motivace

V některých státech (v Německu a Švýcarsku) je stejně jako v ČR povinnost přednostně vsakovat dešťovou vodu (a další způsoby HDV) legislativně zakotvena pouze **pro novou zástavbu** (a při změnách staveb či jejich užívání), nikoliv pro stávající zástavbu.

Vsakování **ve stávající zástavbě** je v řadě obcí **v Německu a ve Švýcarsku** podporováno tím, že odvádění srážkových vod do kanalizace je zpoplatněno (v některých obcích již od 70. let 20. století). Poplatek se řídí velikostí a nepropustností plochy napojené na kanalizaci (typem zpevnění a součinitelem odtoku). Zpoplatnění jsou všichni producenti srážkových vod bez výjimek. Obce zároveň provádějí značnou osvětu a vydávají publikace s doporučeními, jak ušetřit za poplatky (např. přeměnou dříve nepropustných povrchů na

Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR

propustné zpevněné či odvodem srážkových vod z komunikací nebo střech na travnaté plochy).

V **České republice** však při vypouštění srážkových vod do kanalizace pro veřejnou potřebu existuje řada výjimek ze zpoplatnění, kdy podle zákona č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu jsou od povinnosti platit za odvádění srážkových vod do kanalizace osvobozeny plochy silnic, dálnic, místních komunikací a účelových komunikací veřejně přístupných, plochy drah celostátních a regionálních..., zoologické zahrady a plochy nemovitostí určených k trvalému bydlení a domácnosti. Prakticky to znamená, že velká část majitelů nemovitostí není nijak motivována k hospodaření s dešťovými vodami. Pokud nebudou zrušeny výjimky ze zpoplatnění, jsou jedinou ekonomickou motivací dotace zaměřené na změnu koncepce městského odvodnění (např. Operační program Životní prostředí 2014 – 2020 Prioritní osy 01 „Zlepšování kvality vody a snižování rizika povodní“).

Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR

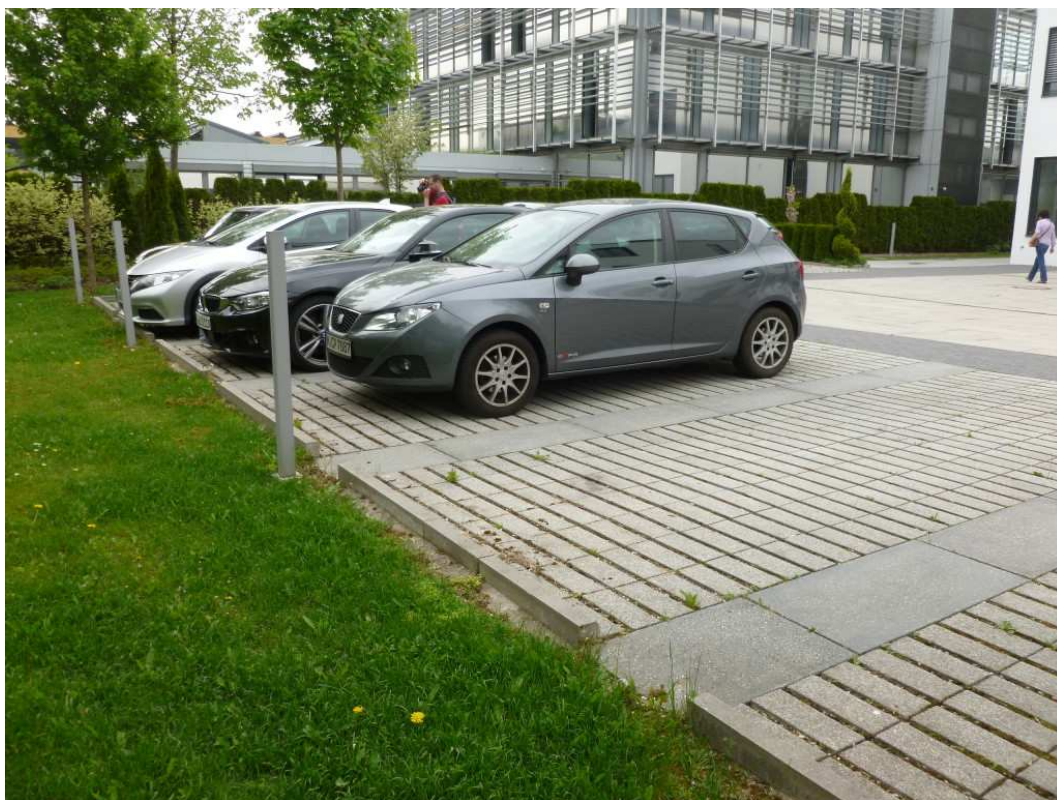
1.5 Fotodokumentace příkladů dobré praxe při vsakování srážkových vod v Německu a Švýcarsku

Obr. 1: Zaústění vod z okapu ke vsakování na trávníku (Německo, Ostfildern)



Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR

Obr. 2: Odvodnění propustně zpevněného parkoviště přerušovaným obrubníkem na trávník (Německo, Mnichov-Riem)



Obr. 3: Chodník s příčným sklonem umožňujícím odvodnění směrem do mělkých prohlubní v trávniku a ke stromům (Německo, Ostfildern)



Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR

Obr. 4: Zdařilé architektonické začlenění vsakování v průlezích ve vnitrobloku (Německo, Mnichov-Riem)



Obr. 5: Vsakovací průleh (Německo, Mnichov-Riem)



Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR

Obr. 6: Mělká vsakovací nádrž (Německo, Ostfildern)



Obr. 7: Vsakovací zařízení kombinované s biotopem (Švýcarsko, Oberegg)



2. Platná legislativa vzhledem k řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích ČR

Téma optimalizace hospodaření s dešťovou vodou v urbanizovaných územích stejně tak jako ve volné krajině se stává stále aktuálnějším a více diskutovaným, a to nejen na odborné a akademické úrovni, ale čím dál více proniká i do politické sféry a stává se významným tématem jak na lokální či státní úrovni, tak i na úrovni mezinárodní. Není tak překvapující, že se v posledním desetiletí tato problematika čím dál častěji zakotvuje v územně plánovacích a strategických dokumentech na všech úrovních a dále v národní a mezinárodní legislativě.

Jedním z nejvýznamnějších dokumentů zastřešujících proces plánování v oblasti vodního hospodářství je *Plán hlavních povodí České republiky (PHP ČR)*, který byl schválen usnesením vlády ČR v roce 2007. Ten mimo jiné ukládá, že je třeba: „*Uplatňovat v generelech odvodnění urbanizovaných území koncepci nakládání s dešťovými vodami umožňující jejich zadržování, vsakování i přímé užívání.*“ Cílem, přímo uvedeným v PHP ČR, je zejména:

- snížit množství srážkových vod odváděných kanalizací a zlepšit podmínky pro jejich přímé vsakování do půdního prostředí;
- snížit znečištění vodních toků při přímém vypouštění srážkových vod z městských a průmyslových kanalizací zavedením povinnosti oddělené likvidace srážkových a odpadních vod;
- posílit výzkum vlivu přírodně blízkých opatření na zvyšování retenční kapacity krajiny včetně kvantifikace jejich vlivu na vodní režim.

V rámci kapitoly A.3 (SWOT analýza) je jako jeden z identifikovaných slabých článků v oblasti vod jmenována nedostatečná úroveň řešení odtoku srážkových vod z intravilánu obcí.

Druhým strategickým dokumentem na celostátní úrovni je *Politika územního rozvoje ČR* schválená usnesením vlády v roce 2009. Vzhledem k řešené problematice jsou vymezeny republikové priority územního plánování pro zajištění udržitelného rozvoje území, mezi které patří:

- Vytvoření podmínek pro preventivní ochranu území a obyvatelstva před potenciálními riziky a přírodními katastrofami v území (záplavy, sesuvy půdy, eroze atd.) s cílem minimalizovat rozsah případných škod. Zejména zajistit územní ochranu ploch potřebných pro umístování staveb a opatření na ochranu před povodněmi a pro vymezení území určených k řízeným rozlivům povodní.
- Vytvářet podmínky pro zvýšení přirozené retence srážkových vod v území s ohledem na strukturu osídlení a kulturní krajinu jako alternativy k umělé akumulaci vod.
- V zastavěných územích a zastavitelných plochách vytvářet podmínky pro zadržování, vsakování i využití dešťových vod jako zdroje vody s cílem zmírňování účinků povodní.

Výše uvedené dokumenty patří mezi základní kameny vodohospodářského a územního plánování ČR a zaštiťují podrobnější dokumentace, jako jsou *Plány oblastí povodí*, zásady územního rozvoje jednotlivých krajů a na nižší úrovni i podrobné územní plány obcí. Ve všech podřízených dokumentech by se měly uplatňovat výše uvedené cíle, a nejen uplatňovat, ale i dále rozvíjet a zpřesňovat způsob jejich naplnění. Rozhodně lze konstatovat, že základ proto, aby tomu tak bylo, byl v těchto dokumentech položen.

Stejně jako strategické dokumenty z hlediska plánování v oblasti vod nebo územního plánování, i česká legislativa do sebe v čím dále větší míře zakotvuje ustanovení, týkající se řešení nakládání se srážkovými vodami, s cílem optimalizovat vodní režim v krajině, předcházet povodním a ohrožení zastavěných území povodněmi, zlepšit ekologický stav

Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR

vodních toků a čistotu povrchových i podzemních vod v souladu s evropskou legislativou a s udržitelným rozvojem. Níže je uveden základní přehled nejdůležitějších předpisů, které se k dané problematice vážou.

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a změně některých zákonů (vodní zákon).

Jedná se základní legislativní dokument vzhledem k nakládání a hospodaření s vodou a také z hlediska správy vodních toků a budování vodohospodářských staveb. Vodní zákon v § 5 ukládá každému stavebníkovi povinnost se srážkovými vodami hospodařit přímo na svém pozemku. Zákon přesně říká:

*„Při provádění staveb nebo jejich změn nebo změn jejich užívání jsou stavebníci povinni podle charakteru a účelu užívání těchto staveb je zabezpečit zásobováním vodou a odváděním, čištěním, popřípadě jiným zneškodňováním odpadních vod z nich v souladu s tímto zákonem a **zajistit vsakování nebo zadržování a odvádění povrchových vod vzniklých dopadem atmosférických srážek na tyto stavby** (dále jen „srážkové vody“) v souladu se stavebním zákonem. **Bez splnění těchto podmínek nesmí být povolena stavba, změna stavby před jejím dokončením, užívání stavby ani vydáno rozhodnutí o dodatečném povolení stavby nebo rozhodnutí o změně v užívání stavby**“.*

Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích).

Druhým významným legislativním nástrojem ve vodním hospodářství, který je více zaměřen na řešení nakládání s vodami v urbanizovaných územích, je zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích). Tento zákon ve vybraných ustanoveních definuje některé základní kroky při nakládání s dešťovými a odpadními vodami:

- § 8 stanovuje práva a povinnosti vlastníka vodovodu nebo kanalizace, v odstavci 4., je doslova uvedeno, že: *“vlastníci vodovodů nebo kanalizací, jakož i vlastníci vodovodních řadů, vodárenských objektů, kanalizačních stok a kanalizačních objektů provozně souvisejících, jsou povinni umožnit napojení vodovodu nebo kanalizace jiného vlastníka, pokud to umožňují kapacitní a technické možnosti....”*
- § 12, odst. 1 říká, že: *kanalizace musí být navrženy tak, aby negativně neovlivnily životní prostředí, ... **současně musí být zajištěno, aby bylo omezováno znečištění recipientů způsobované dešťovými přívaly.***
- § 20 dále definuje způsob zpoplatnění vypouštění vody do kanalizace včetně vody srážkové (stočné). V odstavci 6 tohoto paragrafu je uvedeno, že: *„povinnost platit za odvádění srážkových vod do kanalizace pro veřejnou potřebu se nevztahuje na plochy dálnic, silnic, místních komunikací a účelových komunikací veřejně přístupných, plochy drah celostátních a regionálních včetně pevných zařízení potřebných pro přímé zajištění bezpečnosti a plynulosti drážní dopravy s výjimkou staveb, pozemků nebo jejich částí využívaných pro služby, které nesouvisí s činností provozovatele dráhy nebo drážního dopravce, zoologické zahrady a plochy nemovitostí určených k trvalému bydlení a na domácnosti“*

Jak je z výše uvedeného výčtu patrné, provozovatel kanalizace může účtovat vypouštění srážkové vody do kanalizace, ale stavby pro bydlení, kterých je v urbanizovaném území významná část, jsou poplatku zproštěny. Je zřejmé, že v současné době z tohoto pohledu nemusí být v lokalitách s kanalizačním systémem dostatečná motivace pro stavebníky obytné zástavby řešit, respektive hledat optimální řešení nakládání se srážkovou vodou v místě jejího vzniku.

Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR

Další legislativní předpisy

Nejvýznamnějším obecným legislativním nástrojem, týkající stavebnictví a územního plánování, je **zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)**. Ten v sobě žádné upřesnění vzhledem k nakládání se srážkovými vodami ze staveb a stavebních pozemků neobsahuje. Jinak je tomu ovšem v jeho prováděcí **vyhlášce č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území, ve znění vyhlášky č. 269/2009 Sb.**, která upřesňuje požadavky na stavby, a to včetně požadavků na řešení nakládání se srážkovou vodou. V rámci § 20 odst. 5 je definováno že: „Stavební pozemek se vždy vymezuje tak, aby na něm bylo vyřešeno vsakování nebo odvádění srážkových vod ze zastavěných ploch nebo zpevněných ploch, pokud se neplánuje jejich jiné využití, **přitom musí být řešeno:**

- **přednostně jejich vsakování, v případě jejich možného smísení se závadnými látkami umístění zařízení k jejich zachycení, není li možné vsakování;**
- **jejich zadržování a regulované odvádění oddílnou kanalizací k odvádění srážkových vod do vod povrchových, v případě jejich možného smísení se závadnými látkami umístění zařízení k jejich zachycení, nebo;**
- **není li možné oddělené odvádění do vod povrchových, pak jejich regulované vypouštění do jednotné kanalizace.**

Dále tato vyhláška v § 21 upravuje řešení nakládání s dešťovou vodou u staveb pro bydlení a rodinnou rekreaci. V odst. 3 je uvedeno „*Vsakování dešťových vod na pozemcích pro bydlení je splněno (§ 20 odst. 5 písm. c), jestliže poměr výměry části pozemku schopné vsakování dešťové vody k celkové výměře pozemku činí v případě samostatně stojícího rodinného domu a stavby pro rodinnou rekreaci nejméně 0,4; v případě řadového rodinného domku a stavby pro rodinnou rekreaci nejméně 0,3.*“

Kromě legislativních nástrojů, které jsou povinným vodítkem, existují další dokumenty, které slouží jako podklad zejména pro odborníky (techniky) při návrhu, projektování a realizaci staveb pro hospodaření se srážkovými vodami. Níže jsou uvedeny dvě základní normy pro navrhování staveb pro hospodaření se srážkovými vodami a pro jejich vsakování.

ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod

Vznik české technické normy v roce 2012 byl vyvolán s ohledem na novelizace právních předpisů. Norma se zabývá vsakováním srážkových vod jako jedním ze způsobů hospodaření se srážkovými vodami. Stanovuje hlavní zásady pro navrhování, výstavbu a následný provoz povrchových a podzemních vsakovacích zařízení.

TNV 75 9011:2013 Hospodaření se srážkovými vodami

Odvětvová technická norma vodního hospodářství vznikla v roce 2013 a obdobně jako výše uvedená ČSN 75 9010 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. Norma má prioritně sloužit jako návod pro návrh a provoz odvodňovacích zařízení a staveb v urbanizovaném území a to přírodě blízkým způsobem a zároveň se má podílet na naplňování vodohospodářské politiky ČR, jejímž smyslem je zajištění trvale udržitelného rozvoje. Co je podstatné, norma v sobě obsahuje přehled v současné době používaných zařízení pro hospodaření se srážkovou vodou, včetně vsakovacích zařízení, který byl ve značné míře přebrán i do této metodiky.

Z hlediska legislativy stojí za to, v rámci této metodiky, upozornit na dvojí terminologii využívanou v rámci jednotlivých legislativních předpisů a to v případě termínů „srážkových vod“ a „dešťových vod“, které se oba v legislativě vyskytují a „zřejmě“ mají stejný význam. Do budoucna by bylo vhodné tuto základní terminologii v legislativě a odborné literatuře sjednotit. Doporučujeme používat obecně nadřazený termín „srážkové“.

2. 1 Specifikace možností technického řešení vsaku dešťových vod

Vsakování vody je pouze jednou z dílčích částí hospodaření se srážkovými vodami v urbanizovaném území, která by měla být nedílnou součástí komplexního systému řešení srážkové vody v zájmovém území (výpar, zpomalení odtoku, retence a transformace, bezpečné odvádění vody do recipientu). Podle složitosti, charakteristik a rozsahu území a také podle zvoleného technického řešení se bude navrhované vsakovací zařízení více či méně podílet na zachycení a bezpečném “zneškodnění” srážkových vod v rámci celého systému. V naší současné legislativě je vsakování srážkových vod na vlastním pozemku upřednostňováno a bude upřednostňováno a podporováno i v rámci OPŽP pro roky 2014 – 2020 (prostřednictvím specifického cíle 1.3 – Zajištění protipovodňové ochrany intravilánu).

Vsakování patří mezi nejjednodušší a přesto vysoce efektivní způsob decentralizovaného řešení srážkových vod, který, pokud je vhodně řešen, může tvořit i další funkce, a to estetické, architektonické a ekologické. Nutno podotknout, že vsakování není možné využít vždy, ale řešená lokalita musí splňovat určité podmínky, které jsou podrobněji definovány v následujících kapitolách (především hydrogeologické). Pro budování vsakovacích zařízení je důležitá pozitivní motivace pro investory, aby prvky pro vsakování vody začlenili do technického a architektonického řešení staveb a pozemků, na kterých se stavby nacházejí. Motivace pro budování vsakovacích objektů může být jednak ekonomická v podobě úspory na poplatcích za odvod srážkových vod kanalizací (jako součást vody odpadní – tzv. stočné), ale může být vedena i směrem zvýšení atraktivity území o zajímavé architektonické (zelené) plochy nebo zlepšení místních vláhových podmínek, a tím snížení potřeby zavlažování na zástavbu navazujících zelených ploch.

V současné praxi se využívají různá vsakovací zařízení od povrchových průlehu nebo vsakovacích nádrží či mokřadů (přírodě blízký způsob vsakování srážkových vod), až po ryze technické podzemní, zpravidla plastové prvky (tunely či bloky).

Vsakování lze využít jak u velkých objektů a zpevněných ploch, tak u menších objektů individuální výstavby. Vsakování může být dílčí součástí víceúčelových prvků hospodaření se srážkovou vodou, například retenčních nádrží nebo umělých mokřadů, stejně tak jako může být využito v kombinaci s dalšími prvky v rámci uceleného systému hospodaření se srážkovou vodou, nebo může tvořit jeho jediný (hlavní) prvek. Volba optimálního řešení je vždy odvislá od místních podmínek a je závislá na řadě dalších faktorů a v nemalé míře i finančních možnostech investora. Řešení nelze jednoznačně tabulkově předepsat a v této metodice lze pouze informovat o základních možnostech a typech opatření, která lze však v praxi různě modifikovat a kombinovat.

Objekty a zařízení pro vsakování srážkové vody lze rozčlenit z mnoha pohledů, např. z pohledu OPŽP na přírodě blízká (list opatření č. 1, 2, 3, 8) a technická (4, 5, 6, 7). Základní charakteristika, dle které je možné způsob vsakování srážkových vod rozdělit, je závislá na vztahu vůči povrchu terénu. Z tohoto pohledu je možné rozdělit vsakování na vsakování z povrchu terénu (plošné) a vsakování podzemní. Kromě těchto dvou prvků může být vytvořena ještě kombinace obou způsobů, kdy se podpovrchový vsakovací prvek umístí ještě prvek podzemního vsakování, čímž se zvýší objem zadržené vody a účinnost vsakování. Taktéž se tímto způsobem zajistí předčištění vody přes půdní horizont před přímým vsakem do podložních vrstev. Níže je uvedeno základní dělení dle způsobu vsakování:

Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR

Opatření pro vsakování z povrchu terénu:

- Plošné vsakování přes půdní profil – humusovou vrstvu (list opatření č. 1)
- Plošné vsakování přes technické prvky (list opatření č. 2)
- Vsakovací průleh (list opatření č. 3)
- Vsakovací nádrž (list opatření č. 3)

Opatření pro podzemní vsakování:

- Vsakovací rýha vyplněná štěrkem (list opatření č. 4)
- Vsakovací rýha vyplněná vsakovacími bloky (list opatření č. 5)
- Vsakovací šachty (list opatření č. 6)

Opatření kombinující povrchové a podzemní vsakování:

- Vsakovací průleh – rýha (list opatření č. 7)

Opatření kombinovaná s retenčním účinkem a výparem:

- Retenční nádrže (list opatření č. 8)
- Umělé mokřady (list opatření č. 8)

Opatření pro vsakování srážkových vod je dále možné dělit podle způsobu přivádění vody na opatření **s povrchovým přítokem** nebo **podpovrchovým přítokem**. V případě opatření, pro která je charakteristickým ukazatelem objem zadržené vody, je možné provést dělení na **bezodtoká** nebo **s regulovaným odtokem**. V případě, kdy vytváříme opatření s regulovaným odtokem (v podstatě s bezpečnostním přelivem), je do návrhu vodohospodářského řešení nutné zvážit, kam a v jakém množství bude přebytečná voda odváděna. V podstatě se zde jedná o vodohospodářské řešení, které má dvojí cíl, a to vsakování a transformaci (snížení kulminačního průtoku) povodňové vlny způsobené srážkou, tj. zajištění přípustného odtoku ze vsakovacího zařízení.

Kromě dělení jednotlivých druhů opatření dle jejich technických charakteristik je možné provést dělení podle toho, v jakém systému se řešené srážkové vody nacházejí, a to na vsakovací zařízení zařazené do **centrálního systém odvodnění** a vsakovací zařízení **decentrálního systému odvodnění**. Centrální způsob odvodnění je způsob odvodnění, který se zabývá komplexním řešením nakládání se srážkovými vodami společně pro více staveb, naopak decentrální způsob odvodnění řeší nakládání se srážkovými vodami v místě jejich vzniku (tj. zpravidla přímo na stavebním pozemku, z něhož jsou srážkové vody odváděny) bez napojení na další vodohospodářský systém (např. retenční nádrž, vodní tok, kanalizaci).

Pro jednotlivé typy opatření pro vsakování srážkových vod byly vytvořeny **listy opatření** se základním technickým popisem, grafickým znázorněním – vzorovým schématem, využitelností vzhledem k charakteru území s orientační analýzou ekonomické náročnosti realizace opatření. Jako vzor k schématům zařízení pro zasakování srážkové vody byla využita schémata z TNV 75 9011, která byla dále pro větší přehlednost doplněna o řezy a půdorysy.

Součástí listů opatření je také **analýza nákladů navrhovaných opatření**. V této části je uveden odhad ceny stavebních prací pro daný typ zařízení. Jedná se o cenu bez projektové přípravy a průzkumů (v Kč bez DPH).

Vzhledem k jedinečnosti každé lokality a způsobu řešení hospodaření se srážkovou vodou, tedy i vsakování, nelze stanovit jednotkovou cenu stavebních prací pro vsakovací zařízení v dostatečné přesnosti. Proto je v listech opatření uvedeno předpokládané rozmezí nákladů stavebních prací. Ceny jsou uvedeny pro stavby bez zvláštních nároků na speciální technická řešení a bez započtení opatření pro předčištění srážkových vod. Je však nutné si uvědomit, že v urbanizovaných územích jsou podmínky u každého záměru jedinečné a vyžadují individuální přístupy, které mohou realizační náklady významným způsobem měnit, a to i nad rámec rozmezí cen uvedených v listech opatření (např. demolice stávajících

Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR

konstrukcí, individuální způsob předčištění srážkových vod, úprava řešení podle geologických podmínek apod.). Obecně lze také konstatovat, že čím je zařízení menší velikosti nebo rozsahu, tím je nutné počítat s vyššími náklady na měrnou jednotku stavby a naopak.

Pozn. Vysvětlení cenových nákladů na opatření pro vsakování uvedených v listech opatření:

Odhad nákladů stavebních prací uvedených v listech opatření (cena v Kč bez DPH) byl pro jednotlivá opatření proveden na základě cen Katalogu popisů a směrných cen stavebních prací (ÚRS Praha) s přepočtením na charakteristickou jednotku daného opatření. Takto vypočtené náklady byly porovnávány s realizačními náklady již provedených staveb, pokud byly v rámci zpracování metodiky tyto údaje k dispozici (jedná se např. o informace výrobců zasakovacích boxů, údaje z obdobné analýzy nákladů obvyklých opatření financovaných z OPŽP dle veřejně dostupného ceníku AOPK ČR – pro retenční nádrže, informace o obvyklých cenách prací stavebních firem získaných z webových prezentací). V rámci uvedené ceny stavebních prací (v Kč bez DPH) nejsou zahrnuty náklady potřebné k přivedení srážkové vody do vsakovacího zařízení, náklady na zařízení pro předčištění srážkové vody, projektové, přípravné a průzkumné práce. Tyto náklady mají vysokou variabilitu a nelze je adekvátně stanovit v potřebné přesnosti. U malých staveb ve složitých podmínkách se mohou v extrémním případě náklady na projektové práce a průzkumy blížit nákladům na samotnou realizaci stavby. Pro odhad ceny projektové přípravy stavby lze postupovat dle Sazebníku pro navrhování orientačních nabídkových cen projektových prací a inženýrských činností. Cena průzkumných prací je individuální.

3. Základní podmínky a pravidla při volbě opatření pro vsakování srážkových vod v urbanizovaných územích

Zásady navrhování vsakovacích zařízení jsou podrobně řešeny v rámci technických norem *TNV 75 9011* a *ČSN 75 9010* (podrobně viz kapitola 7), jejichž dodržování musí být uplatňováno při navrhování těchto zařízení projektanty. Níže jsou uvedeny nejdůležitější technické zásady a kritéria, které je nezbytné při stanovení základní koncepce a následném podrobnějším návrhu dodržovat a rozhodují o volbě vhodného vsakovacího opatření. Dále jsou zmíněna možná rizika a omezení pro návrh zasakovacích zařízení, která je nutné v urbanizovaných územích respektovat a zvážit při rozhodování o způsobu řešení hospodaření se srážkovou vodou a vsakování do horninového prostředí.

Mezi hlavní technická kritéria při volbě způsobu zasakování patří:

- Geologické a hydrogeologické podmínky (vhodnost pro zasakování);
- Množství srážkové vody, které je třeba vsáknout (závisí na velikosti a charakteru odvodňované plochy a hydrologických podmínkách);
- Kvalita vody, která má být vsakována;
- Lokální podmínky a prostorové uspořádání staveniště i širšího okolí stavby;
- Architektonické začlenění do urbanizovaného území;
- Nároky na budoucí provoz a údržbu, dlouhodobou udržitelnost opatření;
- Ekonomické nároky na realizaci opatření.

Při rozhodování o vhodném řešení vsakování (pomineme-li komplexní řešení hospodaření se srážkovými vodami v území) je prvním důležitým kritériem horninové prostředí, do kterého se mohou srážkové vody vsakovat. Před volbou typu zasakovacího zařízení a samotným návrhem konkrétního řešení je nezbytné v příslušné lokalitě provést potřebné **geologické a hydrogeologické průzkumy**.

Geologický průzkum pro vsakování a jeho vyhodnocení by měly především posoudit **vhodnost horninového prostředí** pro zasakování, rychlost vsakování (respektive množství vody, které je schopné horninové prostředí vsáknout za určitý čas na danou měrnou jednotku), úroveň hladiny podzemní vody a stanovit případný možný vliv zasakovacího zařízení na podzemní vody. Úroveň základové spáry vsakovacího zařízení by obecně měla být alespoň 1,0 m nad maximální hladinou podzemní vody. Ve výjimečných případech lze na základě geologického průzkumu tuto vzdálenost snížit, ale pouze v případě, že jde o napjatou hladinu a fakticky nedochází ke komunikaci vsakované vody a vody podzemní. Podrobně se vhodností horninového prostředí pro vsakování dále věnuje kapitola 7. Pro předběžné posouzení vhodnosti území pro zasakování je možné využít Mapu potenciálního vsaku pro území ČR, která je podrobně prezentována v kapitole 7 této metodiky. Tato mapa podává předběžnou informaci o možnostech vsakování srážkových vod z hlediska geologického a hydrogeologického prostředí, **nenahrazuje ale regulérní hydrogeologický průzkum**.

V případě negativního výsledku průzkumu, který poukáže na nevhodnost vsakování pro danou lokalitu, je nutné hledat jiný postup hospodaření se srážkovými vodami (obecně lze konstatovat, že vsakování přírodě blízkými opatřeními je možné pro určité objemy srážky použít téměř vždy). V případě pozitivního vyhodnocení průzkumu je dále třeba vyhodnotit, které z opatření pro vsakování je pro danou lokalitu optimální, a to v závislosti na dalších parametrech a podmínkách uvedených níže.

Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR

Obr. 8, 9: Geologický průzkum a informace o horninovém prostředí by měly být hlavním vstupním podkladem před rozhodnutím o způsobu vsakování srážkové vody.



Druhým nezbytným návrhovým kritériem je **množství srážkových vod**, které je potřeba zadržet a vsáknout. Množství srážkové vody se stanovuje na základě výpočtových postupů stanovených v technických normách a je závislé především na hydrologických podmínkách území (velikosti návrhové srážky) a charakteru odvodňované plochy (velikost, tvar, sklonitost a propustnost povrchů). Vypočtená návrhová srážka je v současnosti velmi vysoká. V případě, že místní podmínky neumožňují zadržení a vsáknutí celého objemu návrhové srážky, je nutné zajistit bezpečné odvedení přebytků vody, a to začleněním opatření do centrálního systému hospodaření se srážkovou vodou (např. odvedením přebytečné vody pomocí přepadu do navazující retenční nádrže, dešťové kanalizace či vodního toku). Podstatné je v tomto případě prověření doby prázdnění retenčního prostoru zasakovacího zařízení, která by dle norem neměla přesáhnout 72 h. Doba prázdnění je přímo závislá na propustnosti horninového prostředí, do kterého je voda zasakována. Podrobným postupem dimenzování a vodohospodářským řešením jednotlivých odvodňovacích zařízení se dále tato metodika nezabývá, a to vzhledem k značnému rozsahu dané problematiky. Podrobnější informace a odkazy na postupy dimenzování lze nalézt v platných normách, odborné literatuře, případně je lze získat od výrobců technických zasakovacích systémů. Pokud budou v úvahu brány i jiné než protipovodňové efekty vsakování srážkových vod, má význam zadržování a vsakování i významně menšího objemu srážek.

Třetím hlavním kritériem pro volbu a návrh opatření pro vsakování je **jakost vody**, která má být zasakována do horninového prostředí. Není přípustné zasakovat do

Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR

horninového prostředí vody znečištěné, které mohou představovat ekologická rizika nebo mohou omezit funkčnost vsakovacího zařízení. Srážkové vody odtékající z urbanizovaného území jsou znečištěny látkami obsaženými v ovzduší a látkami pocházejícími z materiálu ploch, na které dopadají a po kterých stékají, nebo ze znečištění, které vznikne z užívání odvodňovaných ploch. Znečištění ovzduší v lokálním měřítku závisí zejména na typu a množství emisních zdrojů, na reliéfu a na meteorologických podmínkách lokality. Z hlediska nakládání se srážkovými vodami představují nejvýznamnější znečištění pocházející z atmosférické depozice jemné částice, těžké kovy a perzistentní organické sloučeniny. Nezanedbatelné mohou být také živiny (dusík a fosfor). 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. Užívání odvodňovaných ploch včetně péče o ně (doprava, průmysl apod.) způsobuje taktéž 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,...). Pokud srážková voda, která má být zasakována, může přijít do styku s plochami, u kterých hrozí riziko jejího znečištění, případně hrozí nebezpečí znečištění z jejich provozu, je vždy nezbytné provést patřičná preventivní opatření, tj. umístění zařízení pro předčištění vody před vtokem do vsakovacího zařízení.

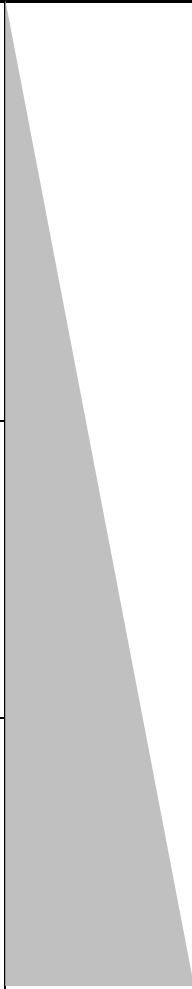
Obr. 10: V zastavěném území se nachází zpravidla velké množství různých typů urbanizovaných ploch s různým potenciálem rizika znečištění srážkových vod (střechy, parkoviště, chodníky a cyklostezky, komunikace, plochy veřejné zeleně,).



ČSN 75 9010 jasně definuje, kdy a za jakých podmínek smí být odváděny srážkové vody do vsakovacích zařízení, a to na základě míry rizika jejich potenciálního znečištění v závislosti na typu plochy, na kterou voda dopadá a ze které je následně do vsakovacího zařízení sváděna. Jako orientační vodítko, zda je nebo není nutné srážkové vody předčišťovat, může být využita následující tabulka, která popisuje možnou míru znečištění srážkových vod podle charakteru plochy, na kterou dopadají a ze které jsou dále odváděny do vsakovacích zařízení.

Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR

Tab. 1: Orientační klasifikace znečištění srážkových vod z hlediska znečištění nerozpuštěnými látkami, toxickými kovy a ropnými uhlovodíky (upraveno dle TNV 75 9011 a ČSN 759010).

Typ plochy	Míra rizika znečištění srážkových vod a přípustnost vsakování	
- zatravněné plochy, louky a kulturní krajina s možným odtokem srážkových vod do odvodňovacích systémů; - střechy o redukované odvodňované (redukované) ploše < 200 m2 (výpočet redukované plochy viz ČSN 75 9010); - terasy v obytných částech a jim podobné plochy; - komunikace pro pěší a cyklisty; - vjezdy do individuálních garáží a příjezdy k rodinným domům a stavbám pro individuální rekreaci.		Přípustné vsakování
- střechy o redukované odvodňované redukované ploše ≥ 200 m2 (výpočet redukované plochy viz ČSN 75 9010); - pozemní komunikace pro motorová vozidla; - parkoviště motorových vozidel do 3,5 t a autobusů; - letištní plochy pro startování a přistávání letadel; - komunikace průmyslových a zemědělských areálů.		Podmínečně přípustné vsakování
- parkoviště u opraven vozidel a ploch opraven vozidel, autobazarů a autovrakovišť; - letištní plochy, na nichž je prováděna zimní údržba letadel (rozmrazování povrchu pomocí chemických prostředků); - plochy pro uskladnění aut (ošetřených z výroby); - plochy pro hospodaření s odpady a pro manipulaci s nebezpečnými a zvláště nebezpečnými látkami; - další plochy dle individuálního zvážení možných rizik.		Nevhodné vsakování ^{*)}
*) Vsakování srážkových povrchových vod z potencionálně výrazněji znečištěných ploch není vhodné a může být ve výjimečných případech povoleno pouze v případě účinného předčištění těchto srážkových vod a pouze se souhlasem vodoprávního úřadu. Srážkové vody z těchto ploch je vhodnější po mechanickém odvádět do povrchových vod, pokud je není možné odvádět do vhodné kanalizační sítě.		

V případě ploch s přípustným vsakováním, není zpravidla potřeba provádět žádná zvláštní opatření, vyjma mechanického předčištění vody ve formě zachycení nerozpuštěných látek (splavenin). Pro srážkovou vodu z ploch podmínečně přípustných, nebo pokud je očekáváno nějaké specifické znečištění srážkových vod (např. zemědělské nebo průmyslové areály, účelové komunikace apod.), je nezbytné před vsakovací zařízení zařadit prvek, který minimalizuje případná rizika a sníží znečištění vody na požadovanou úroveň.

Pro stanovení způsobu řešení předčištění se v přiměřeném a zjednodušeném rozsahu dají použít doporučená opatření pro předčištění srážkových vod z různých typů ploch při zaústění do povrchových vod dle TNV 75 9011, viz následující tabulka.

Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR

Tab. 2: Doporučená opatření pro předčištění srážkových vod z různých typů ploch při zaústění do povrchových vod (dle TNV 75 9011).

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 (vyjma mechanického zadržení splavenin u některých typů vsakovacích zařízení)
Středně frekventované pozemní komunikace (Vysoce) frekventovaná parkoviště (osobní auta a autobusy)	minimální požadavek: jednoduché mechanické předčištění – kalová jímka s nornou stěnou pro zadržení lehkých kapalin, pokud možno, doplnit o filtraci.
Střechy s plochou neošetřených kovových částí nad 500 m ²	filtrace přes zatravněnou humusovou vrstvu nebo filtrace přes adsorbenty těžkých kovů.
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; pokud možno, doplnit o filtraci, příp. filtrace přes adsorpční materiály.
^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

Dalším neméně významným kritériem, které je pro výběr typu zasakovacího opatření nutné zvážit, jsou **prostorové možnosti a lokální podmínky na stavebním pozemku a v jeho okolí**. Ty jsou dané zejména tvarem, morfologií a velikostí stavebního pozemku a také jeho zastavěností, respektive umístěním vůči stavbám v okolí. Pokud opatření pro zasakování vody navrhujeme v již zastavěném území, je nutné zvážit také další aspekty s ohledem na zajištění ochrany a stability již existující zástavby. Vsakovací zařízení nesmí způsobit škody jak na odvodňované stavbě, tak na sousedních budovách či pozemcích, komunikacích a jiných zařízeních, na studnách pro zásobování pitnou vodou. Odstupová vzdálenost vsakovacího zařízení od budovy musí zajistit takovou maximální hladinu podzemní vody, která neohrozí podzemní prostory sousední budovy. Při návrhu vsakovacího zařízení je nutné počítat s možnými vlivy způsobenými vsakováním srážkových vod (např. s krátkodobým zvýšením hladiny podzemní vody nebo s vlivy na statiku okolních staveb). Vzdálenost vsakovacího zařízení pro vsakování srážkových vod od studny pro zásobování pitnou vodou musí být určena na základě výstupů hydrogeologického průzkumu a podrobného posouzení hydrogeologem, stejně tak je nutné posoudit stabilitu svahů, pokud je to pro dané území adekvátní (např. existence sesuvných území v okolí řešené lokality nebo existence hornin měnících vlastnosti při kontaktu s podzemní vodou).

Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR

V urbanizovaných územích je také zpravidla požadavek na vhodné **architektonické začleněné opatření** pro vsakování srážkových vod do daného prostředí ať již do zastavěných ploch, nebo ploch veřejné zeleně.

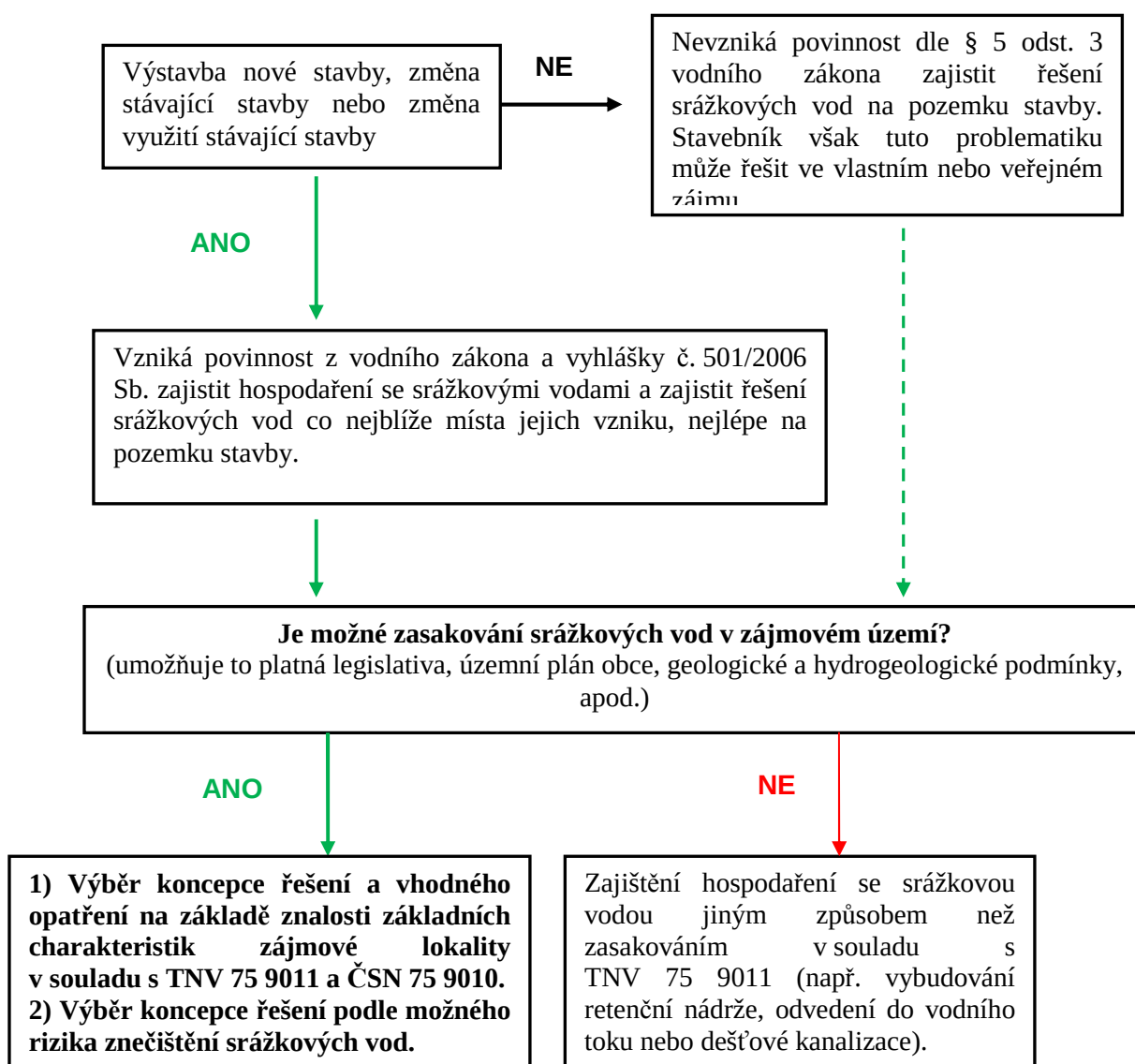
Stejně tak je předem potřeba zvážit nároky opatření na jeho budoucí **údržbu a provoz** s ohledem na dlouhodobé zajištění jeho plnohodnotné funkčnosti a možností stavebníka tuto údržbu zajistit. U každého v této metodice uvedeného způsobu vsakování platí, že pro stavebníka starost nekončí samotnou realizací opatření, ale pro jeho plnohodnotnou funkci a bezpečnost je nezbytné **zajištění jeho následné údržby**.

Pro investora vsakovacích zařízení bude samozřejmě důležitá rozvaha o finanční náročnosti na pořízení vsakovacího zařízení a způsob zajištění finančních prostředků, ať již z vlastních zdrojů, nebo využitím veřejné podpory ve formě finanční dotace například z Operačního programu Životní prostředí.

3.1 Metodický postup při stanovení vhodného managementu vsakování dešťových vod pro urbanizovaná území a klíč pro výběr možného typu opatření pro zasakování srážkové vody

Na základě výše uvedených základních vstupních podmínek (kritérií) a legislativních předpisů (viz kapitola B) lze pro stanovení předběžné koncepce řešení srážkových vod a zasakování vody využít následující schéma. Je však nutné podotknout, že optimální řešení není možné určit na základě povrchních informací o území, ale až na základě konkrétního vyhodnocení dané lokality. Metodikou navrhovaná vsakovací opatření jsou pouze ukázky základních možností řešení. V praxi je každá situace a lokalita jedinečná a stejně tak je nutné hledat jedinečné řešení vhodné pro danou lokalitu. Jednotlivé typy opatření je nezbytné přizpůsobovat místním podmínkám a je možné je také různě modifikovat, kombinovat a začleňovat do komplexního (centrálního) systému hospodaření se srážkovými vodami.

Krok č. 1 - Základní rozhodnutí o koncepci řešení (managementu) hospodaření se srážkovou vodou v souladu s legislativou a platnými normami v urbanizovaném území:



Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR

Krok č. 2.1 Výběr koncepce řešení a vhodného opatření na základě znalosti základních charakteristik zájmové lokality

Způsob vsakování vzhledem k umístění vůči povrchu terénu:	Povrchové					Povrchové a podzemní	Podzemní			Povrchové-kombinované s dalšími účinky
Zatřídění opatření pro vsakování vůči převažujícímu nároku na zábor plochy:	plošné	plošné		liniové	plošné	liniové	liniové / plošné	liniové / plošné	bodové	plošné
Název opatření:	Přes půdní profil (humusovou vrstvu)	Přes technické prvky ⁷⁾		Vsakovací průleh	Vsakovací nádřž	Vsakovací průleh - rýha	Rýha vyplněná štěrkem	Rýha vyplněná bloky	Vsakovací šachty	Retenční nádrže nebo mokřady
		Sypké materiály	Zatrávňovací bloky							
Vstupní podmínka	Vhodnost opatření vůči vstupní podmínce									
Vhodnost opatření na základě geologických a hydrogeologických podmínek – je řešeno v rámci kapitoly G a na základě mapy potenciálního vsaku na území ČR, která je součástí této metodiky.										
Vhodnost opatření vzhledem k urbanistickému řešení zájmového území a plošným limitům pro umístění opatření pro zasakování (nově navrhované stavby a urbanistické celky nebo doplnění opatření pro vsakování do stávající zástavby).										
Opatření nesmí odvodňovat svrchní vrstvy horninového prostředí (není žádoucí odvodňování území).	++	++	++	++	++	-	-	-	-	+
V zájmovém území je možné realizovat souvislé plochy nebo liniové prvky sídelní zeleně, případně zpevněné plochy s nižším požadavkem na stabilitu.	++	++	++	++	++	+ ³⁾	+ ³⁾	+ ³⁾	+ ³⁾	++
V rámci území je možné realizovat pouze menší roztroušené plochy zeleně nebo lokální liniové prvky zeleně.	+	++	++	++	++	+ ³⁾	+ ³⁾	+ ³⁾	+ ³⁾	++ ⁴⁾
V rámci území převládají zpevněné plochy – parkoviště.	-	++ ⁵⁾	++ ⁵⁾	-	-	-	++	++	++	-

Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR

Způsob vsakování vzhledem k umístění vůči povrchu terénu:	Povrchové				Povrchové a podzemní	Podzemní			Povrchové-kombinované s dalšími účinky	
Zatřídění opatření pro vsakování vůči převažujícímu nároku na zábor plochy:	plošné	plošné		liniové	plošné	liniové	liniové / plošné	liniové / plošné	bodové	plošné
Název opatření:	Přes půdní profil (humusovou vrstvu)	Přes technické prvky ⁷⁾		Vsakovací průleh	Vsakovací nádrž	Vsakovací průleh - rýha	Rýha vyplněná štěrkem	Rýha vyplněná bloky	Vsakovací šachty	Retenční nádrže nebo mokřady
		Sypké materiály	Zatrávňovací bloky							
Vstupní podmínka	Vhodnost opatření vůči vstupní podmínce									
komunikace, chodníky, budování zelených ploch není z důvodu nedostatku místa a charakteru zástavby možné.										
V zájmovém území převažují již zastavěné plochy s minimálními rozestupy a volnými prostory mezi objekty nebo se zde nachází prvky technické infrastruktury.	-	+	+	-	-	-	+ ⁶⁾	+ ⁶⁾	+ ⁶⁾	-
Vhodnost opatření vzhledem k možným požadavkům na začlenění opatření pro vsakování do urbanizovaného prostředí a požadavkům na z lepšího životního prostředí v urbanizovaných územích (týká se zejména již zastavěných území).										
Opatření se má stát viditelnou součástí urbanizovaného území – předpokládá se zlepšení životního prostředí v zastavěném území.	++	++	++	++	++	++	-	-	-	++
Opatření může být viditelné, nemá však být v zájmovém území dominantním objektem - předpokládá se mírné zlepšení životního prostředí	+	+	+	++	+	++	+	+	++	++

Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR

Způsob vsakování vzhledem k umístění vůči povrchu terénu:	Povrchové				Povrchové a podzemní	Podzemní			Povrchové-kombinované s dalšími účinky	
Zatřídění opatření pro vsakování vůči převažujícímu nároku na zábor plochy:	plošné	plošné		liniové	plošné	liniové	liniové / plošné	liniové / plošné	bodové	plošné
Název opatření:	Přes půdní profil (humusovou vrstvu)	Přes technické prvky ⁷⁾		Vsakovací průleh	Vsakovací nádrž	Vsakovací průleh - rýha	Rýha vyplněná štěrkem	Rýha vyplněná bloky	Vsakovací šachty	Retenční nádrže nebo mokřady
		Sypké materiály	Zatrávňovací bloky							
Vstupní podmínka	Vhodnost opatření vůči vstupní podmínce									
v zastavěném území.										
Není žádoucí, aby opatření pro odvodnění bylo viditelné (změnilo stávající poměry) – nepředpokládá se pozitivní vliv na životní prostředí vyjma dotace vody do podloží.	-	+	+	-	-	-	++	++	++	-

Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR

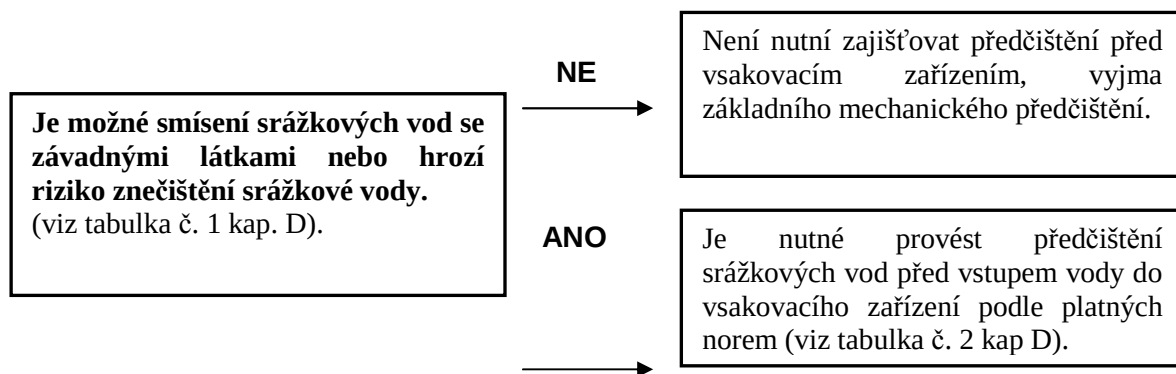
Legenda k tabulce:

++	Opatření vhodné pro dané podmínky
+	Opatření podmíněně vhodné pro dané podmínky
-	Opatření nevhodné pro dané podmínky

Poznámky:

- 1) V případě mokřadů a retenčních nádrží, kde je požadováno menší stálé zadržení vody, je nutné provést částečné opatření proti vysychání nádrže nadměrným vsakováním do jejího dna (dotěsnění do požadované úrovně hladiny).
- 2) Vsakování vody nebude probíhat dostatečně velkou rychlostí a je třeba počítat s regulovaným odtokem přebytečné vody.
- 3) Opatření je možné dobře realizovat, je však prioritou upřednostňovat opatření pro vsakování z povrchu terénu, která mají potenciál v urbanizovaném prostředí vytvářet atraktivní plochy sídelní zeleně. Technické prvky podzemního vsakování by měly být doplňovány pouze v případě, že plošné a liniové opatření pro vsakování z povrchu terénu nemají dostatečnou kapacitu.
- 4) Menší retenční nádrže se stálou vodní hladinou nebo mokřady mohou mít v urbanizovaném prostředí velmi pozitivní vliv i v malém měřítku, kdy převládou funkce estetické a ekologické nad technickými požadavky z hlediska snižování následků přívalových srážek.
- 5) Pokud to nároky na složení komunikací a chodníků umožní (z hlediska stability nebo potenciálního znečištění), měl by být preferován povrch, který je alespoň částečně propustný z povrchu terénu.
- 6) V případě vsakování v blízkosti staveb (v hustě zastavěném území) je vždy nezbytné posoudit možné negativní vlivy na okolní zástavbu.
- 7) Při plošném vsakování přes technické prvky, respektive 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.

Krok č. 2.2 Výběr koncepce řešení podle možného rizika znečištění srážkových vod, stanovení potřeby a způsobu předčištění srážkových vod.

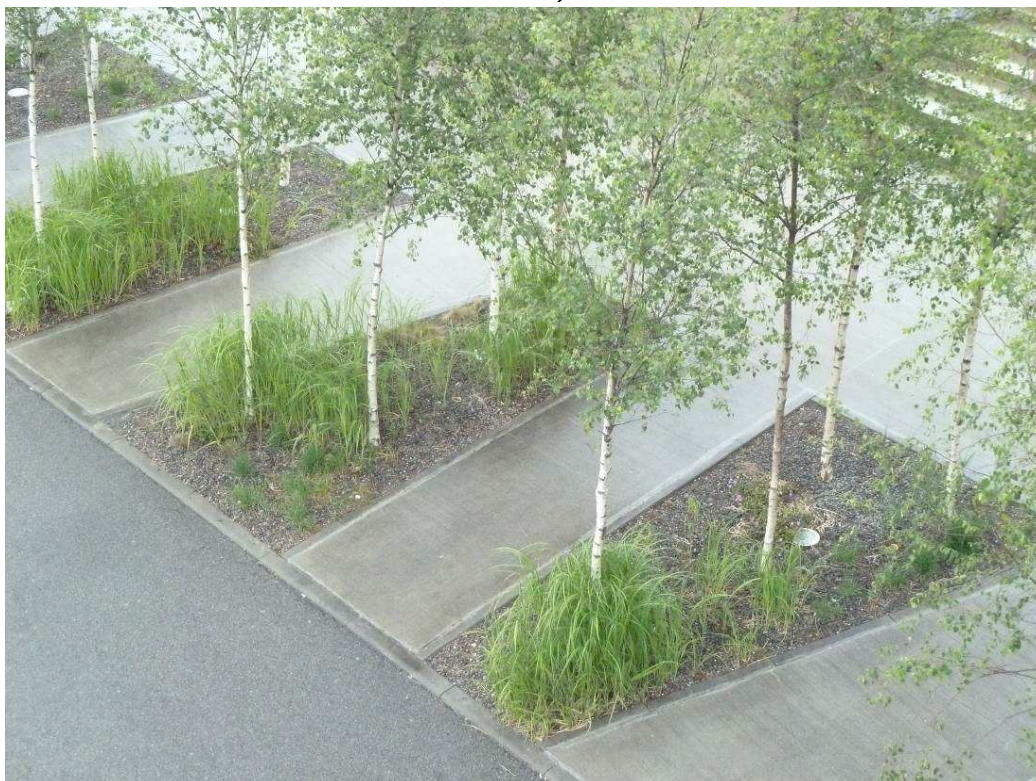


3.2 Fotodokumentace navrhovaných typů opatření

Obr. 11: Využití plošného vsakování srážkových vod přes štěrkovou vrstvu architektonicky zajímavým způsobem (kampus Masarykovy univerzity v Brně).



Obr. 12: Využití plošného vsakování srážkových vod přes půdní horizont vytvořením menších plošek, kterými je rozdělena souvislá plocha dlažby (kampus Masarykovy univerzity v Brně).



Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR

Obr. 13: Využití plošného vsakování srážkových vod vytvořením menších plošek, kterými jsou rozděleny souvislé zpevněné plochy s využitím odvodnění mezerami mezi obrubníky (kampus Masarykovy univerzity v Brně).



Obr. 14: Vsakovací průleh v kombinaci s řešením odvodnění zpevněné plochy pomocí mezer mezi obrubníky (kampus Masarykovy univerzity v Brně).



Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR

Obr. 15: Vsakovací průleh, který navazuje na retenční nádrž a který je vhodně zapojen do parkové úpravy v okolí průmyslových objektů (průmyslová zóna Praha - Čestlice).



Obr. 16: Rozsáhlá vsakovací nádrž a vsakování přes polovegetační tvárnice (dálnice D1, exit 370).



Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR

Obr. 17: Vsakovací průleh – rýha, do kterého stékají dešťové srážky z rozsáhlé střechy a který zároveň vytváří zajímavý záhon s okrasnými rostlinami (kampus Masarykovy univerzity v Brně).



Obr. 18: Vsakovací průleh – rýha, využití zelené plochy mezi silničními pruhy městské dopravní sítě (Brno, ulice Netroufalky).



Obr. 19: Vsakovací průleh – rýha v centrální části města, opatření vhodně zapojené do navazující parkové úpravy (Městský kulturní dům v Karviné).



Obr. 20: Retenční nádrž, která částečně slouží pro zadržení vody s možností vsakován do břehů, příklad vhodného a citlivého řešení do parkové úpravy v okolí obchodních a průmyslových areálů (průmyslová zóna Praha - Čestlice).



Obr. 21: Odvodnění pomocí systému vsakovacích bloků – pokládka na urovnaný terén a podkladní lože.



Obr. 22: Odvodnění pomocí systému vsakovacích bloků – pokládka těžkou technikou.

Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR



4. Mapa potenciálního vsaku

Mapa potenciálního vsaku byla vytvořena jako aplikace Syntetické mapy zranitelnosti podzemních vod autorského kolektivu Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půd, v.v.i. (dále jen VÚMOP, v.v.i.) a společnosti GEOtest, a.s., vytvořené v rámci řešení projektu NAZV QH 82096 v letech 2008 – 2012. Využívá tedy mapy zranitelnosti podzemních vod při řešení vhodnosti prostředí pro vsakování vody obdobou jevu pronikání kontaminace přes nesaturovanou zónu horninového prostředí [11,12].

Pojem zranitelnost kolektoru podzemních vod zavedl Margat [13], kdy v rámci map ochrany podzemních vod vymezil území, kde kontaminace z povrchu snadno pronikne do podzemní vody. Jsou konstruovány mapy ochrany podzemních vod a tak vymezována území s přirozenou ochranou kolektoru a území bez nebo s nízkou ochranou, kde je podzemní voda velmi zranitelná. Přirozenou ochranu kolektorů podzemních vod tvoří nadložní geologické vrstvy hornin a zemin, nazývané krycí ochranné vrstvy. Podle charakteru těchto krycích vrstev z hlediska propustnosti, fyzikálně - chemické a mikrobiologické aktivity vedoucí k degradaci vnášené kontaminace lze hodnotit podložní kolektor nasycený podzemní vodou buď jako zranitelný, pokud kontaminující látka rychle a bez degradace pronikne do podzemní vody nebo jako nízko zranitelný, pokud kontaminující látka proniká pomalu a dochází k její přirozené degradaci. Při hodnocení zranitelnosti se tedy oceňuje ochranná a čistící vlastnost krycích vrstev, která se vyjadřuje v mapách. Zranitelnost není chápána jako absolutní vlastnost, ale jen relativní indikace, kde se kontaminace může pravděpodobněji vyskytnout.

Z těchto principů vyšel autorský kolektiv VÚMOP, v.v.i. a GEOtest, a.s. při zpracování Syntetické mapy zranitelnosti podzemních vod v měřítku 1:50 000 pro celou ČR v rámci projektu NAZV QH 82096, 2008 – 2012. Vychází ze syntézy tří parametrů – zranitelnosti horninového prostředí, (skládající se z dílčí syntézy tří map – zranitelnosti horninového prostředí, transmisivity a oběhu podzemní vody), zranitelnosti půdy a vláhové bilance, přičemž byly zvoleny váhy 50:40:10. Mapa byla zpracována pomocí nástrojů ArcGIS a byla použita pětistupňová kategorizace rizika zranitelnosti, přičemž kategorie 1 vyjadřuje nejvyšší riziko.

Pro teoretické aspekty zranitelnosti se nejčastěji citují dvě shrnující publikace: „*Ground Water Vulnerability Assessment - Contamination Potential Under Conditions of Uncertainty*“ (Stanovení zranitelnosti podzemních vod - potenciální kontaminace v podmínkách neurčitosti), která byla sestavena vědeckým týmem US National Research Council 1993 a „*Guidebook on Mapping Groundwater Vulnerability*“ (Rukověť pro mapování zranitelnosti podzemních vod)“ sestavený komisí pro ochranu podzemních vod Mezinárodní asociace hydrogeologů IAHR [14].

Za hlavní atributy považují: půdu, nesaturovanou zónu, saturovaný kolektor a dotaci kolektoru. Vedlejším atributem je topografie, podloží kolektoru a interakce podzemní a povrchové vody.

Široce používanou metodou pro stanovení relativní zranitelnosti mapovaného území je využití modelu *DRASTIC*, kterou vyvinul Aller et al. [15] pro US EPA. Sedm hodnocených parametrů zranitelnosti (viz tab. 3) je klasifikováno v kategoriích od 1 do 10, kdy 10 znamená nejvyšší zranitelnost. Každý parametr má navíc svoji váhu v hodnotách od 1 do 5. Výsledná zranitelnost je kalkulována podle sumárního vzorce:

$$DI = Db \cdot Dv + Rb \cdot Rv + Ab \cdot Av + Sb \cdot Sv + Tb \cdot Tv + Ib \cdot Iv + Cb \cdot Cv$$

kde DI je sumární index zranitelnosti, Db je bodová klasifikace parametru D a Dv jeho váha, obdobně další parametry.

Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR

Tab. 3. Parametry DRASTIC

D	Depth to water – hloubka k hladině podzemní vody, tedy mocnost nesaturované zóny. Čím větší mocnost nesaturované zóny, tím větší pravděpodobnost atenuace (degradace) kontaminantu a naopak.
R	Recharge – velikost dotace podzemní vody infiltrovaným podílem atmosférických srážek. Pomocí infiltrované vody prosakuje kontaminant do saturované zóny kolektoru a tak platí čím větší dotace, tím větší zranitelnost.
A	Aquifer media – litologická charakteristika zvodněného kolektoru, jeho zpevnění, typ propustnosti, homogenita apod. Málo pórovitý kolektor (jílovce) má nízkou klasifikaci (1-3), vysoce pórovitý kolektor (krasové vápence, štěrkopísky) má vysokou klasifikaci (8 - 10).
S	Soil media - charakter půdy, jílovité půdy zdržující vodu mají nízkou zranitelnost (1-3), písčité a kamenité půdy mají zranitelnost vysokou (9-10).
T	Topography - sklon terénu v procentech, plochý terén vysoká zranitelnost, sklonitý (>18%) nízká zranitelnost klasifikaci 1. Vsak kontaminantu na svahu je nízký.
I	Impact of vadose zone - litologická charakteristika nesaturované zóny, je obdobná charakteristice kolektoru, může zde litologicky dominovat pokryvné útvary.
C	Hydraulic conductivity - propustnost kolektoru indikuje rychlost šíření kontaminace, která pronikla do zvodněného kolektoru, čím větší propustnost, tím větší zranitelnost.

Ve světě se používá mnoho modifikací tohoto modelu. Nastavení faktorů modelu DRASTIC bývá různé a váhy jednotlivých parametrů se mění z hlediska jejich významnosti. Nastavení parametrů modelu DRASTIC vychází jednak z hydrogeologické a pedologické heterogenity daného území a kvality dostupných dat. Zpravidla jsou využívána měřítko 1 : 50 000 a menší a převážně se jedná o gridové zpracování a vyjádření zranitelnosti podzemních vod.

Jak již bylo uvedeno, syntetická mapa zranitelnosti podzemních vod (SMZPV) byla pro Českou republiku konstruována v prostředí ArcGIS na základě tří dílčích informačních vrstev: relativní zranitelnosti horninového prostředí, relativní zranitelnosti půdy a vláhové bilance (dotace podzemních vod srážkami). Oproti jiným státům má Česko výhodu v relativní podrobnosti vstupních dat.

Horninové prostředí

Vrstva zranitelnosti horninového prostředí byla sestavena propojením tří dílčích vrstev:

- charakter horninového prostředí s koeficientem významnosti 50%
- charakter oběhu podzemních vod s koeficientem významnosti 20%
- transmisivita (průtočnost) kolektoru s koeficientem významnosti 30%.

Charakter horninového prostředí

Zranitelnost horninového prostředí, respektive podzemních vod vyplývá z typu zvodnění, které je podmíněno charakterem zastoupených hornin a jejich tektonické predispozice, charakterem zvětralinového pláště a kvartérního pokryvu.

Rozhodujícím limitujícím prvkem pro posouzení možnosti postupu znečištění z povrchu do zvodnělého horninového prostředí (kolektoru) je především charakter svrchní části nenasycené zóny, tj. zrnitostní složení kvartérního pokryvu a litologický charakter nezpevněných sedimentů. V územích s výskytem zpevněných sedimentů a hornin

Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR

krystalinika bez kvartérního pokryvu je pro posouzení rizika znečištění podzemních vod prioritní charakter zvětralinového pláště a tektonická predispozice pásma podpovrchového rozpojení hornin.

Stěžejním výchozím podkladem pro sestavení vrstvy charakteru horninového prostředí byl soubor geologických map České republiky, autorsky sestavený v letech 1985 – 1998 řešitelským týmem pracovníků Ústředního ústavu geologického (do roku 1990) a jeho právního nástupce Českého geologického ústavu. Geologické mapy 1:50 000 jsou mapy přikryté, tzn., že je na nich zobrazen vedle předkvartérních hornin plošně významný a místy relativně mocný pokryv kvartérních sedimentů.

Charakter oběhu podzemních vod

Základním předpokladem hodnocení zranitelnosti podzemní vody podle zastižené fáze oběhu a pozice v proudovém poli podzemní vody je princip vertikálního rozložení proudnic, které se nemísí a směřují od místa dotace infiltrací do místa drenáže. Na vertikálním řezu pak proudnice tvoří svazek čar, které se nekříží. Vrchní nejkratší proudnice představují přípovrchový rychlý oběh podzemní vody v řádu dní a týdnů, hluboké proudnice pánevních struktur představují dlouhý a pomalý oběh podzemních vod v trvání stovek až tisíců let. Ve střední části řezu jsou proudnice střední délky a doby zdržení v měsících a letech.

Na základě tohoto principu je nejzranitelnější oblast vzniku podzemní vody – oblast dotace, v případě kontaminace je kontaminován celý oběh. V prostoru drenáže jsou v případě kontaminace kontaminovány jen koncové části proudnic a povrchový recipient.

Pro kategorizaci zranitelnosti proudového systému je nutné provést plošné vymezení jednotlivých fází oběhu.

Je zřejmé, že topografický reliéf určuje množství energie dostupné pro pohyb podzemní vody v každém bodě proudového systému. Relativní výška terénu určuje rozložení prostorů dotace a míst drenáže. Proudění podzemní vody je obecně sestupné pod pozitivními morfologickými tvary a vzestupné v topografických depresích. Hloubka hladiny podzemní vody v oblastech dotace je větší a kolísání hladiny vyšší, než v oblastech drenáže, kde hladina může vystoupit až nad terén, je fixována vývěrem a téměř nekolísá.

Tato skutečnost jasně prokazuje vhodnost hodnocení zranitelnosti podle fáze oběhu podzemní vody a kontraproduktivní hodnocení podle mocnosti nenasycené zóny.

Tab. 4. Výsledná kategorizace zranitelnosti v oběhu podzemních vod

kategorie	riziko zranitelnosti	hydrogeologická pozice	morfologie terénu	identifikace
1	velmi vysoké	oblast dotace	vyvýšenina: rovina, mírná svažitost	sklonitost v rozmezí 0 – 7°
2	vysoké	oblast dotace	široké údolní terasy významných toků	rajonizace 2005, (Olmer et al. 2006)
3	střední	oblast proudění	střední až výrazná svažitost	sklonitost v rozmezí 7 – 17°
4	nízké	oblast proudění	příkrá svažitost	sklonitost >17°
5	velmi nízké	oblast drenáže	sníženina: údolí méně významných toků	GEO ČR, ID 111 agregace

Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR

K sestavení finální vrstvy oběhu podzemních vod byly využity následující podklady:

- **ZABAGED výškopis grid 10x10 m**

K vyčlenění jednotlivých geomorfologických jednotek byl použit jako základ digitální model terénu od Českého úřadu zeměměřického a katastrálního (ČÚZK) v rastrové podobě s velikostí gridu 10 m. Z této mapy byly nástroji ArcGIS spočítány sklonitosti a rozčleněny do uvedených kategorií v kombinaci s mapami hydrologických rozvodnic (VÚV T.G.M.: *DIBAVOD*), tato rastrová vrstva byla převedena do vektorového formátu *.shp a vyhlazena.

- **Hydrogeologická rajonizace 2005**

Pro vymezení kategorie 2 rizika zranitelnosti byla využita digitální verze hydrogeologické rajonizace 2005 [16].

- **GeoČR50**

Digitální verze geologické mapy GEO ČR v měřítku 1:50 000, sestavená kolektivem autorů České geologické služby, respektive její agregovaná verze, zpracovaná řešitelským týmem GEOTestu, a.s. v rámci zpracování vrstvy charakteru horninového prostředí řešeného projektu v roce 2009, byla též stěžejním výchozím podkladem pro vymezení oblasti drenáže - kategorie 5 rizika zranitelnosti podzemních vod.

Transmisivita (průtočnost) kolektoru

Hodnocení transmisivity, tedy průtočnosti kolektorů, vyjadřuje rychlost, jak se podzemní voda pohybuje v kolektoru, tedy jak snadno a rychle se případný kontaminant může šířit od zdroje znečištění. Čím vyšší transmisivita, tím vyšší zranitelnost kolektoru. Současně platí, že kolektor s vyšší transmisivitou umožňuje vyšší vodárenské využití – větší soustředěné odběry, než kolektor s nízkou transmisivitou.

Zdánlivě jednoduchý úkol hodnocení transmisivity, jako striktně hydraulicky definovaného parametru, je naopak velmi komplikovaný. Všechny kolektory jsou výrazně heterogenní a transmisivita se mění v prostoru - jak v ploše, tak i ve vertikálním směru. Základním způsobem hodnocení transmisivity je statistická analýza zjištěných hodnot v litologicky homogenním bloku kolektoru. Byly vyhodnoceny všechny možné zdroje informací jak soubory bodových dat z vrtů, tak i plošná hodnocení v mapách.

Stěžejním mapovým podkladem pro stanovení velikosti transmisivity horninového prostředí byly jednotlivé listy edice *Hydrogeologické mapy ČR (ČSR) 1:50 000 ze Souboru geologických a ekologických účelových map přírodních zdrojů* (dále jen „hydrogeologická mapa 1:50 000“), které v období let 1986 až 1998 vydával Ústřední ústav geologický (do roku 1990) a jeho právní nástupce Český geologický ústav, s postupným vývojem metodiky zpracování.

Byla zde aplikována adekvátní pětistupňová klasifikace tříd transmisivity kolektoru – viz. tabulka 5, která vychází z upravené klasifikace hornin podle transmisivity [17].

Na základě hodnoty pole INDEXVDHV v atributové tabulce odpovídalo přiřazení jednotlivých polygonů příslušné hodnotě rizika v pětistupňové škále klasifikace.

Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR

Tab. 5. Klasifikace hornin podle transmisivity (upraveno podle [17])

Třída transmisivity (kategorie zranitelnosti)	Koeficient Transmisivity T		Odpovídající srovnávací regionální parametry		Označení transmisivity horninového prostředí
	m ² /s	m ² /d	specifická vydatnost q (l/s.m)	index transmisivity Y=log(10 ⁶ q)	
I	6,10 ⁻³	500	---- 5,0-----	----- 6,7--	velmi vysoká
II					vysoká
III	1,10 ⁻³	100	---- 1,0-----	----- 6,0--	střední
IV					nízká
V	1,10 ⁻⁴	10	---- 0,1-----	----- 5,0--	velmi nízká
	1,10 ⁻⁵	1	---- 0,01----	----- 4,0--	

Výsledná vrstva horninového prostředí vznikla propojením 3 vrstev – charakteru horninového prostředí s koeficientem významnosti 50%, charakteru oběhu podzemních vod s koeficientem významnosti 20% a transmisivity (průtočnosti) kolektoru s koeficientem významnosti 30%.

Mapa potenciálního vsaku jako aplikace Syntetické mapy zranitelnosti podzemních vod vychází z výsledné mapy horninového prostředí.

Povrchové vsakování přes půdní profil představuje snahu podpořit vsak vody přes půdní vrstvy do nesaturevané zóny horninového prostředí, tedy do nezvodněných vrstev nad hladinu podzemní vody. Pro vsakování prostřednictvím budování přírodě blízkých vsakovacích prvků je půdní vrstva eliminována a vlastní vsak se děje hlouběji do horninového prostředí.

Ze sady dílčích map Syntetické mapy zranitelnosti podzemních vod se pro nejlepší vystižení tohoto vsaku jeví jako nejlepší využití mapa charakteru horninového prostředí.

Mapa potenciálního vsaku je provedena jako aplikace Syntetické mapy zranitelnosti podzemních vod.

Vychází tedy z vrstvy zranitelnosti horninového prostředí, sestavené propojením 3 dílčích vrstev - charakteru horninového prostředí s koeficientem významnosti 50%, charakteru oběhu podzemních vod s koeficientem významnosti 20% a transmisivity (průtočnosti) kolektoru s koeficientem významnosti 30%.

Využívá opačného principu zranitelnosti – kdy místa s nejvyšším rizikem zranitelnosti jsou považována za preferenční místa potenciální možnosti vsakování a naopak. Pětibodovou škálu mapy rizika horninového prostředí převádí na třibodovou sloučením velmi vysoké s vysokou kategorií a nízké s velmi nízkou. Nejrozšířenější střední byla ponechána. Samostatnou kategorií představují sedimenty niv, kde bývá vyvinuta krycí vrstva fluvialních (povodňových) hlín. Další samostatnou vrstvou jsou spraše a eolické sedimenty, které jsou specifické možnosti prosedání, tj. po zvýšení vlhkosti může dojít ke zborcení jejich struktury. Ke kategorii 0 - bez informací jsou řazeny oblasti výsypek, deponií, hald, rašelinišť, mokřadů, slepých ramen a dalších zejména antropogenních území, které nejsou popsány v geologické mapě (GeoČR50) a vyžadují samostatný průzkum. Jejich vlastnosti z hlediska potenciálního

Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR

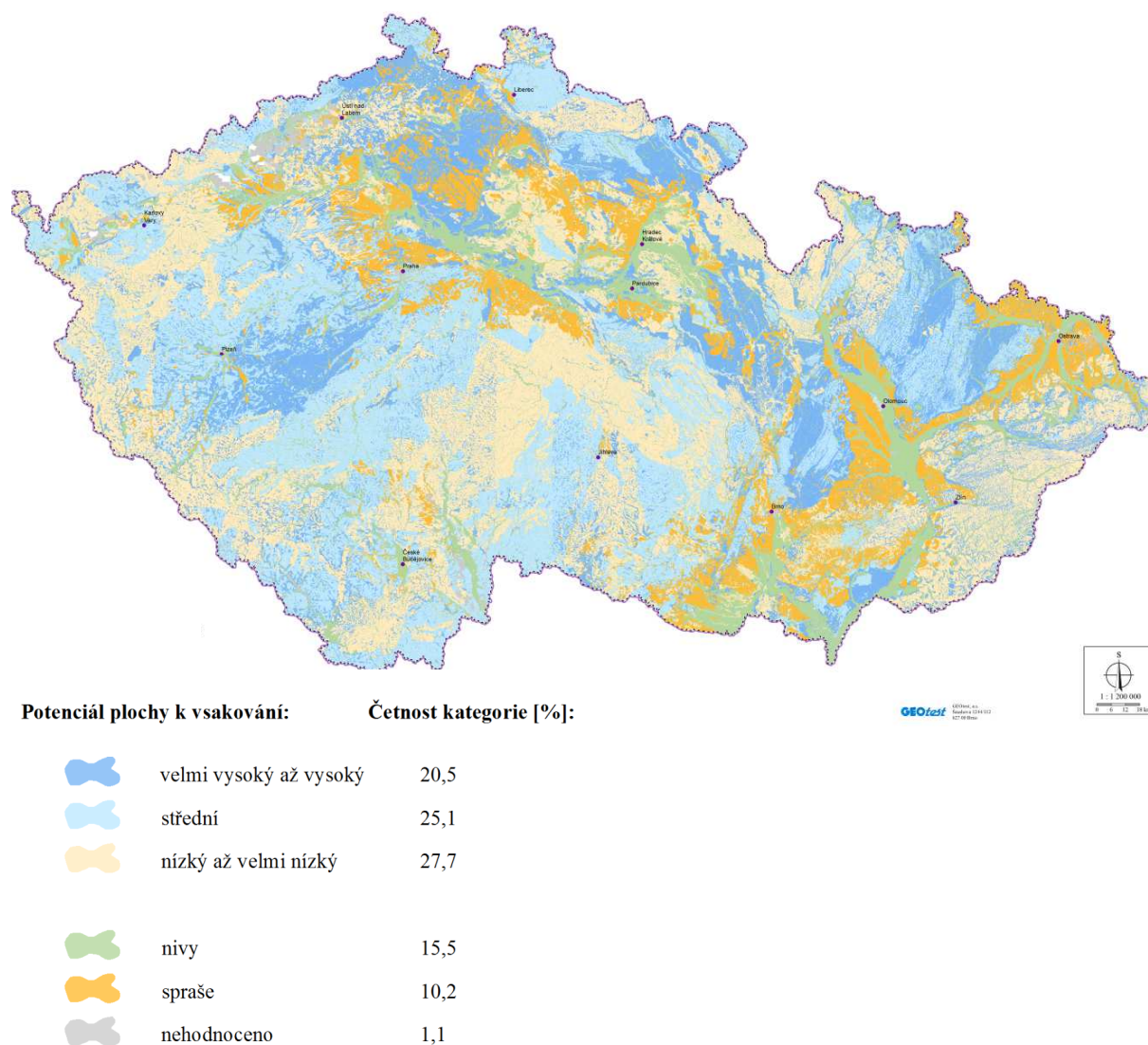
vsaku nelze definovat. V případě antropogenních sedimentů je nutné zvýšenou pozornost věnovat možné kontaminaci uložených materiálů.

Takto upravená mapa potenciálního vsaku, provedená jako aplikace syntetické mapy zranitelnosti podzemních vod, byla testována na velké škále lokalit s velmi pozitivním výsledkem. Mapa je uvedena Na obr. 23 a v příloze č. 9.2.

Tab. 6. Legenda mapy potenciálního vsaku

Barevné vyjádření	Kód vsaku	Charakteristika potenciálního vsaku
	0	bez informací
	1	vysoká až velmi vysoká
	2	střední
	3	nízká až velmi nízká
	4	sedimenty nivy
	5	spraše

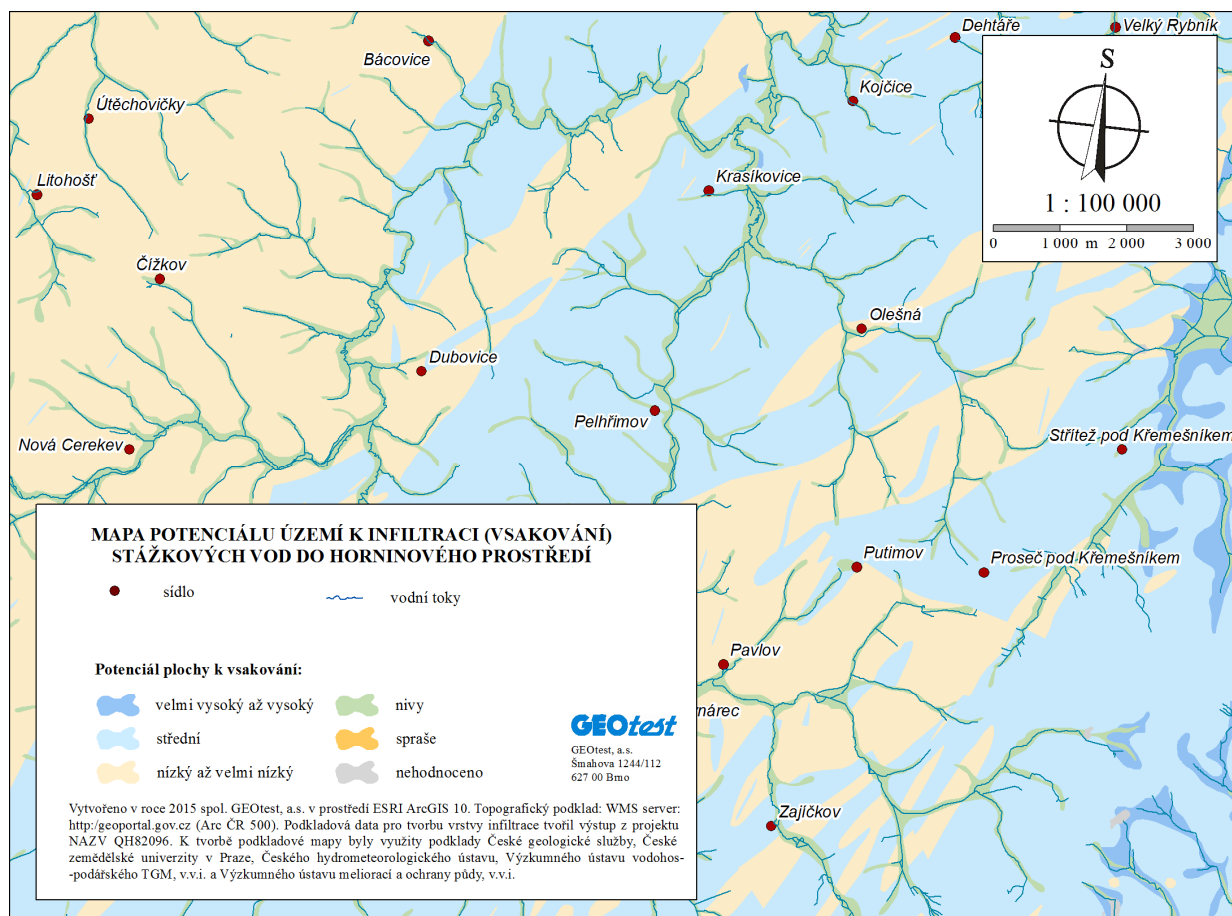
Obr. 23: Mapa potenciálního vsaku srážkových vod do horninového prostředí



Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR

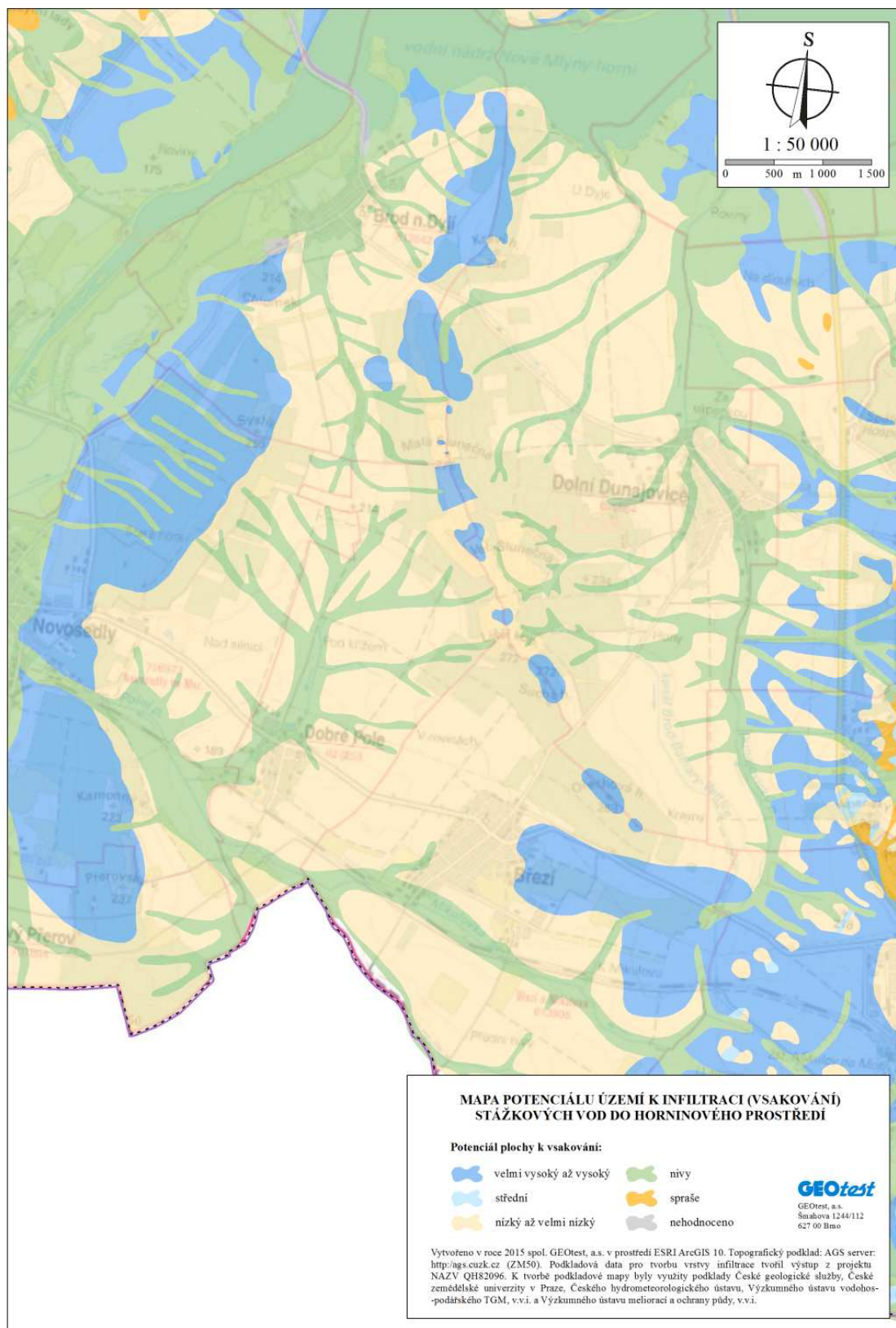
V detailnějším měřítku je výřez mapy uveden na obr. 24 a obr. 25.

Obr. 24: Mapa potenciálního vsaku, výřez



Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR

Obr. 25: Mapa potenciálního vsaku, výřez v měřítku 1 : 50 000



5. Listy opatření

V rámci metodiky byly zpracovány Listy opatření, které lze rozdělit do dvou základních skupin:

- Opatření přírodě blízká.
- Opatření „technická“ – řešení vsakování je realizováno přes ryze umělý prvek, zasahující do horninového prostředí.

V každém Listu opatření jsou uvedeny:

- Základní popis.
- Finanční náročnost.
- Vztah k mapě potenciálního vsaku, tj. vhodnost jednotlivých opatření pro definované geologické prostředí.

Celkem bylo zpracováno osm listů opatření, které jsou zařazeny v příloze 9.1 metodiky.

5.1 Prioritizace jednotlivých typů opatření

Ve vztahu k Mapě potenciálního vsaku byla provedena kategorizace jednotlivých opatření tak, aby byla zřejmá vhodnost jednotlivých opatření (jejich prioritizace) pro definovaný potenciál vsaku. Opatření byla rozdělena pro přírodě blízká opatření a technická opatření. Kategorizace opatření je přehledně uvedena v tabulkách 7 a 8. Shodná kategorizace je uvedena i na jednotlivých listech opatření.

Z kategorizace jednotlivých opatření ve vztahu k Mapě potenciálního vsaku, tedy z hlediska míry možné infiltrace – litologie hornin, hloubky hladiny podzemní vody – údolní nivy a změn základových poměrů - spráše, je zřejmé, že vsakování přírodě blízkými opatřeními je možné uplatnit prakticky v každém prostředí. Technická opatření jsou významně limitována v těch oblastech, které jsou tvořeny horninami s charakterem hydrogeologického izolátoru, s vysokou hladinou podzemní vody nebo jsou tvořeny sprašemi.

Limitem je samozřejmě kvality srážkové vody a případná kontaminace nenasaturované zóny nebo podzemní vody. Vsakováním srážkových vod nesmí dojít ke kontaminaci podzemní vody. Vsakováním také nesmí dojít k případné mobilizaci kontaminace vázané na nenasaturovanou zónu nebo na saturevanou zónu a podzemní vodu.

Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR

Tab. 7: Kategorizace potenciálního vsaku přírodě blízkých opatření

Barevné vyjádření	Kód vsaku	Plošné přes půdní profil	Plošné přes technické prvky	Vsakovací průleh, nádrž	Retenční nádrže
	0 bez informací	není možné posoudit	není možné posoudit	není možné posoudit	není možné posoudit
	1 vysoká až velmi vysoká	vhodné	vhodné	vhodné	vhodné
	2 střední	vhodné	vhodné	vhodné	vhodné
	3 nízká až velmi nízká	vhodné	vhodné	vhodné	vhodné
	4 sedimenty nivy	vhodné	vhodné	vhodné	vhodné
	5 spráše	vhodné	vhodné	vhodné	vhodné

Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR

Tab. 8: Kategorizace potenciálního vsaku technických opatření

Barevné vyjádření	Kód vsaku	Vsakovací rýha vyplněná štěrkem	Vsakovací rýha vyplněná vsakovacími bloky	Vsakovací šachty	Vsakovací průleh - rýha (rýha tvořená štěrkem nebo zasakovacími bloky)
	0 bez informací	není možné posoudit	není možné posoudit	není možné posoudit	není možné posoudit
	1 vysoká až velmi vysoká	vhodné	vhodné	vhodné	vhodné
	2 střední	vhodné	vhodné	vhodné	vhodné
	3 nízká až velmi nízká	podmíněně vhodné	podmíněně vhodné	podmíněně vhodné	podmíněně vhodné
	4 sedimenty nivy	nevhodné	nevhodné	nevhodné	nevhodné
	5 spraše	nevhodné	nevhodné	nevhodné	nevhodné

6. Shrnutí

Srážky jsou na území České republiky jediným zdrojem vody. Z těch v rámci hydrologického cyklu vzniká povrchová voda, podzemní voda a voda vypařující se. V intravilánech je voda jednotnou nebo dešťovou kanalizací urychleně odváděna do recipientů. Srážková voda (z pohledu vodního zákona) je považována za odpadní vodu a po průtoku jednotnou kanalizací se z hlediska kvality odpadní vodou stává.

Jaké jsou důsledky tohoto přístupu ke srážkovým vodám? Dochází k zásadní změně časového rozložení hydrologického cyklu – k jeho zrychlení, které vede k aridizaci území. Po dopadu srážky je výrazně podpořen povrchový odtok (kanalizací) na úkor ostatních složek hydrologického cyklu. Z krátkodobého hlediska pak je důsledkem podpoření povrchového odtoku narůstající riziko povodní.

Zrychlení odtoku srážky tedy z hlediska časové posloupnosti:

- Zvyšuje riziko povodní.
- Vytváří krátkodobé deficity dostupnosti půdní vláhy a snížení možnosti evapotranspirace.
- V dlouhodobém čase způsobuje aridizaci prostředí hydrogeologických masívů.
- Vede k deficitu podzemní vody v hydrogeologických pánvích.
- Vede k snižování základního odtoku v tocích (odtoku podzemní vody).

Je srážková voda znečištěna po dopadu na různé povrchy? Kvalita srážkové vody je ve srovnání s jinými typy odpadních vod vodou „čistou“, tím např. narušuje čisticí procesy na čistírnách odpadních vod. I při omytí většiny povrchů, s výjimkou velmi frekventovaných komunikací (tehdy jde o vodu splachovou - v české legislativě nejde o odpadní vodu!) nebo s vodou dopadající na extrémně znečištěné povrchy jako jsou např. plochy vrakovišť, jde pořád o vodu relativně čistou.

Léto roku 2015 bylo velmi suché a velmi horké, v krajině i v intravilánech byl zřetelný nedostatek vody pro vegetaci i pro výpar. Vedlo to k výraznému poškození vegetace ve městech a výrazné „nepohodě“ v důsledku nedostatku vody k evapotranspiraci, kdy by výpar vody „spotřebovával“ významnou část tepla.

Pro řešení sucha i rizika povodní je tedy nutné transformovat srážky jinak, než na povrchový odtok, tedy nemohou odtéct kanalizací. Jaké jsou možnosti? Jak jinak je možné k srážkám přistupovat? V zemích s obdobným klimatem a podobnou mírou urbanizace území se uplatňuje koncept hospodaření se srážkovými vodami. Ten spočívá v rozložení srážky na ty části hydrologického cyklu, které zpomalují ztrátu vody z krajiny – **výpar, infiltrace (vsakování) srážkové vody**. Jaká jsou tedy možná opatření? Primární problémem v intravilánech je odtok z pevných (zpevněných, nepropustných) ploch, takže prvním opatřením je změna pevné plochy na nepevněnou nebo propustnou. Jde o opatření typu vegetační střechy, zatravnovací dlaždice, rozvolněná zámková dlažba. Vhodné je uvažovat i zadržení srážkové vody v místě vzniku a její případné využití – jde o opatření, jako jsou zadržení vody u jednotlivých nemovitostí nebo zadržení vody v nádržích. Dalšími opatřeními jsou opatření vedoucí k převedení srážkové vody z nepropustné plochy na propustnou, kde se srážková voda je schopna infiltrovat do půdy a horninového prostředí. Jde o opatření typu nátok vody na zatravněnou plochu, průleh, vsakovací nádrž, „dešťové“ zahrady, podzemní vsakovací objekty.

Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR

Předkládaný materiál řeší pouze problematiku vsakování srážkových vod, které je v české legislativě (vodní zákon) uvažováno jako jediný vztah srážkové vody a dalších složek hydrogeologického cyklu. Pokud nejde vsakovat, má být voda zadržena a pak vypouštěna do kanalizace. Opatření na vsakování lze rozdělit na dvě základní skupiny opatření – *přírodě blízká a technická opatření*. *Přírodě blízká opatření* lze využít i v oblastech s nízkým infiltračním potenciálem – potenciálem vsaku, významně se u nich uplatňuje i evapotranspirace a jde o opatření, která mají estetický význam. *Technická opatření* jsou výrazně limitována právě infiltračním potenciálem – potenciálem vsaku.

Pro celé území České republiky je zpracována mapa potenciálního vsaku, která vychází z vrstvy potenciální zranitelnosti horninového prostředí, která je jednou z dílčích vrstev syntetické mapy zranitelnosti podzemních vod (viz kapitola 7). Pro kategorizaci území z hlediska možnosti infiltrace srážek (vsaku) byla hodnocena litologie a zjednodušeně je zahrnuta výška hladiny podzemní vody. Vzniklo pět kategorií potenciálního vsaku a určitá území zůstala bez informace (jde např. o území s antropogenními navážkami). Mapa slouží pro základní orientaci v problematice možnosti vsakování srážkových vod, nenahrazuje hydrogeologický a případně inženýrskogeologický průzkum lokality. Ten je v případě vsakování většího objemu srážkových vod nutný.

Byly zpracovány „Listy opatření“ pro jednotlivá možná řešení vsakování srážkových vod. V listech opatření je uvedeno vzorové řešení a každé opatření je posouzeno z hlediska potenciální infiltrace a je na nich uvedeno doporučení využití pro jednotlivé kategorie potenciální infiltrace.

Ze zhodnocení jednotlivých opatření – řešení vsaku – z hlediska potenciální infiltrace i v souladu s konceptem hospodaření se srážkovými vodami vyplynulo, že **vhodnější jsou přírodě blízká opatření**, která je možné uplatnit i v oblastech, které jsou tvořeny hydrogeologickými izolátory, tedy horninami s nízkým potenciálem vsaku.

7. Slovník pojmů

Bezpečnostní přeliv

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

Centrální způsob odvodnění

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

Decentrální způsob odvodnění

způsob odvodnění, který se zabývá nakládáním se srážkovými vodami v místě jejich vzniku (tj. zpravidla přímo na pozemku stavby, z něhož jsou srážkové vody odváděny. 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 (opožděným) odtokem.

Dešťová kanalizace

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

Hospodaření s dešťovými vodami (HDV)

způsob nakládání se srážkovými vodami (převážně dešťovými), který klade důraz na zachování přirozené bilance vody v území po jeho urbanizaci; základním přístupem HDV je decentrální způsob odvodnění

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

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.

Hydrogeologický kolektor

Horninové těleso, jehož propustnost je v porovnání s okolním geologickým prostředím vyšší.

Hydrogeologický izolátor

Horninové těleso, jehož propustnost je v porovnání s okolním geologickým prostředím nižší.

Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR

Hypodermický odtok

Infiltrovaná voda, která protéká pod povrchem terénu, aniž by dosáhla hladiny podzemní vody. Mělký podpovrchový odtok.

Koeficient vsaku

koeficient charakterizující rychlost vsakování vody do horninového prostředí ve vsakovacím zařízení za atmosférického tlaku při hydraulickém sklonu $I = 1$. Koeficient vsaku se stanoví způsobem, popsáním v ČSN 75 9010, a nelze ho nahradit koeficientem hydraulické vodivosti ani součinitelem infiltrace.

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. Nezvodněné horninové prostředí.

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 patogenních organismů; může probíhat v přírodě blízkých nebo v technických zařízeních

Příjemce srážkových vod

typ prostředí, do kterého jsou srážkové vody odváděny. Může jím být ovzduší, půdní a horninové prostředí, povrchová voda (prostřednictvím svodnic nebo dešťové kanalizace), nebo jednotná kanalizace.

Přípustný odtok

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

Redukovaná odvodňovaná plocha (A_{red})

odvodňovaná plocha povodí násobená součinitelem odtoku dle TNV 759011.

Regulovaný odtok

průtok protékající přes regulační zařízení, nepřekračující přípustný odtok.

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.

Specifický odtok

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

Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR

Srážkový odtok; dešťový odtok

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

Svodnice

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

Transmisivita

Schopnost horninového prostředí propouštět vodu daná součinem mocnosti zvodněného (nasyceného) prostředí a koeficientu hydraulické vodivosti.

Zatravněná humusová vrstva

půdní prostředí se zvýšeným obsahem humusu, s udržovaným travním pokryvem a se specifickými vlastnostmi.

8. Dostupné prameny

8.1. Přehled obrázků:

Obr. č. 1-7 Dr. Ing. Ivana Kabelková

Obr. č. 8 - 20 Sweco Hydroprojekt a.s.

Obr. č. 21 RONN Water Managemet s.r.o.

Obr. č. 22 Fränkische Rohrwerke Gebr. Kirchner GmbH & Co. KG

Obr. č. 23-25 GEOTest, a.s.

8.2 Literatura a adresy k tématu vsakování dešťové vody, využité v rámci této metodiky:

[1] Vítek, J., Stránský D., Kabelková, I., Bareš, V., Vítek, R., *Hospodaření s dešťovou vodou v ČR*. Praha: ZO ČSOP Koniklec 2015.

[2] Hlavínek, P. a kolektiv, *Hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaném území*. Brno: ARDEC s.r.o. 2007.

[3] Göttle, A., *Přírodě blízké odvodnění dopravních ploch v sídlech*. Mnichov: Bavorský zemský vodohospodářský úřad 2005.

[4] Krejčí, V. a kolektiv, *Odvodnění urbanizovaných území – koncepční přístup*. Brno: Noel 2000 s.r.o. 2002.

[5] *Úplné znění Stavebního zákona a vyhlášky od 1.4.2015*. Ostrava: Sagit, a.s. 2015.

[6] Česká komora autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě, *Srážkové vody a urbanizace krajiny*. Praha: Informační centrum ČKAIT 2012.

[7] *Počítáme s vodou*, Sborník Exkurze do Švýcarska, 2014

[8] Fränkische Rohrwerke Gebr. Kirchner GmbH & Co. KG, *Příručka k hospodaření s dešťovou vodou*, vydání 6.1., 2013.

[9] Novotná, J. (2011) Holistický přístup k povrchovým a podzemním vodám. In BRTNICKÝ, M. -- BRTNICKÁ, H. -- FOUKALOVÁ, J. -- KYNICKÝ, J. -- MICKOVÁ, Ž. Regenerace, rekultivace, revitalizace krajiny. Brno: MENDEL, ISBN 978-80-7375-522-5.

[10] Kraus, J. et al. (2009): Nový akademický slovník cizích slov A – Ž. ACADEMIA PRAHA.

[11] Hartlová, L., Kučera, J., Kvítek, T., Libichová, H., Michlíček, E., Novák, P., Nováková, E., Oprchal, J., Slavík, J., Žížala, D. (2012) : Vytvoření konceptuálního modelu tvorby syntetických map zranitelnosti podzemních vod a srovnání s modelem DRASTIC, Závěrečná zpráva projektu

[12] QH82096, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i. , GEOTest Brno, a.s.

[13] Margat, J. (1968): Vulnérabilité des nappes d'eau souterraine a la pollution (Groundwater vulnerability to contamination). Bases de la cartographie, (Doc.) BRGM, SGL 19 HYD, Orléans, France.

[14] Aller, L. et al. (1985): DRASTIC: A standardized system for evaluating groundwater pollution potential using hydrogeological settings. Environmental research laboratory, US Environmental agency. Ada Oklahoma, EPA/600/2-85/018.

[15] Vrba, J., Zaporozec, A. (eds). (1994): Guidebook on mapping groundwater vulnerability. - International Contributions to Hydrogeology, vol. 16, 131s. Heise, Hannover 1994.

[16] Olmer, M., Herrmann, Z., Kadlecová, R., Prchalová, H. et al. (2006): Hydrogeologická rajonizace České republiky. Sborník geologických věd, hydrogeologie, inženýrská geologie, 23. Česká geologická služba, Praha.

[17] Krásný J. (1986): Klasifikace transmisivity a její použití. Geol. Průzk., 6, Praha.

[18] <http://www.tzb-info.cz/>, portál zabývající se publikací informací a článků nejen z oboru technických zařízení budov.

[19] <http://www.mzp.cz/>, portál Ministerstva životního prostředí.

8.3. Legislativa:

- Plán hlavních povodí České republiky (PHP ČR)
- Politika územního rozvoje ČR 2008, z 20. 7. 2009
- ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod
- 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
- Vyhláška č. 501/2006 Sb. o obecných požadavcích na využívání území, ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů

9. Přílohy

1. Listy opatření
2. Mapa potenciálního vsaku



PŘÍLOHA č.1

LISTY OPATŘENÍ

Seznam listů opatření:

List opatření č.1	Plošné vsakování přes půdní profil
List opatření č.2	Plošné vsakování přes technické prvky
List opatření č.3	Vsakovací průleh, nádrž
List opatření č.4	Vsakovací rýha vyplněná štěrkem
List opatření č.5	Vsakovací rýha vyplněná vsakovacími bloky
List opatření č.6	Vsakovací šachty
List opatření č.7	Vsakovací průleh – rýha
List opatření č.8	Retenční nádrže, umělé mokřady



LIST OPATŘENÍ Č. 1

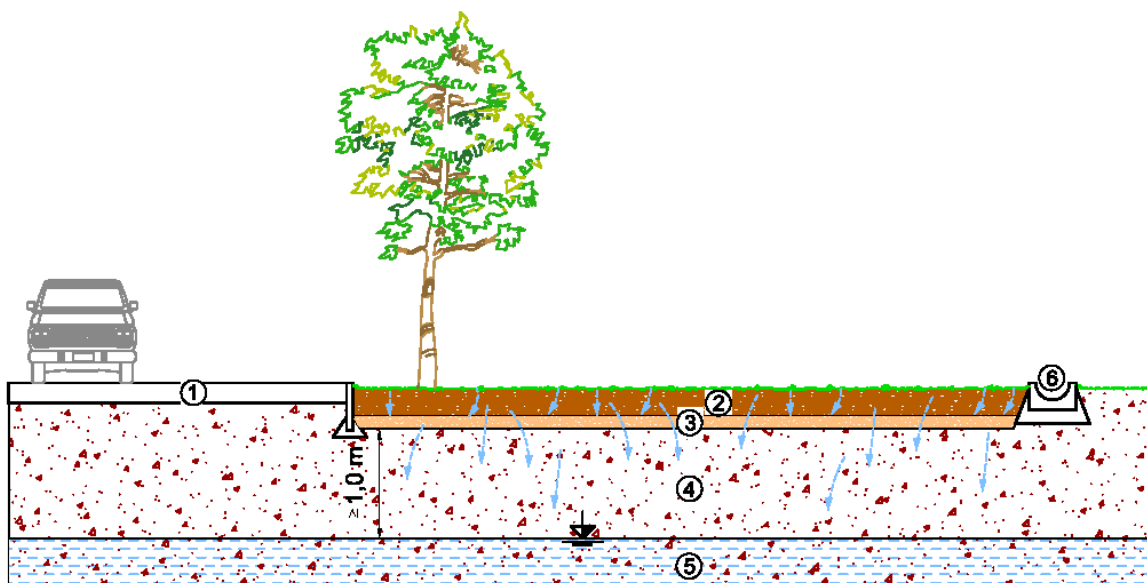
Název:	Plošné vsakování přes půdní profil
Základní charakteristika a zařazení: Povrchové vsakování, přírodě blízké opatření	
Popis opatření: Vsakování přes půdní profil je nejjednodušším a nejpřirozenějším způsobem zasakování, který se přirozeně uplatňuje v urbanizovaných územích jak v místě dopadu srážky, tak v místech, kam je voda sváděna z nepropustných ploch. Tento způsob uplatňuje plošné vsakování bez vytváření retenčního prostoru, proto je nutné počítat s větší návrhovou plochou potřebnou pro zasakování. Vhodné a efektivní řešení je, pokud se přítok srážkové vody rozprostře do plochy v co možná nejmenší vrstvě (např. dostatečně dlouhou přelivnou hranou). Povrchové vsakování přes půdní profil může také sloužit jako předřazený prvek před dalšími objekty centrálního systému hospodaření se srážkovou vodou, který sníží přitékající množství vody a napomůže předčištění přitékající srážkové vody. Pro zvýšení účinnosti vsakování a v závislosti na podložním horninovém prostředí můžeme zvýšit účinnost opatření například přimícháním písku do horní humusové vrstvy nebo vytvořením podkladního dobře propustného polštáře pod půdní profil (např. hlinitého písku, písku nebo šterkopísku). Výhodou tohoto typu opatření je jeho jednoduchost, nízké investiční náklady, nenáročnost na údržbu, jednoduché začlenění do městského prostředí a sídelní zeleně. Nevýhodou opatření je nižší jednorázový objem vody, který je možné přes toto opatření zasáknout a zadržet (není vytvořen akumulační prostor). Pro správnou funkčnost je nutné, aby půdní profil i podloží bylo dostatečně propustné.	
Vhodnost využití v urbanizovaných územích: Opatření typu plošného vsakování je jedním z nejčastěji využívaných opatření v zastavěných územích a je také opatřením nejjednodušším z hlediska realizace a jeho začlenění do sídelní zeleně. Vhodné je využití v návaznosti na plochy, ze kterých není průtok soustředěn, ale je rozprostřen v dostatečně dlouhé linii. Jedná se zejména o plochy parkovišť, chodníky, cyklostezky a komunikace nižších tříd, které bývají často vyspádované k navazující zatravněné ploše. Pokud to prostorové možnosti uliční sítě umožňují, je vhodné jednotlivé dopravní koridory přerušit zatravněnými plochami uzpůsobenými pro vsakování (např. vytvořit zatravněný pás mezi chodníkem a komunikací nebo cyklostezkou) s případným doplněním o výsadbu keřů a stromů.	
Nároky na údržbu: - Pravidelná údržba spočívající zejména v péči o travní porost – kosení travního porostu (při dosažení výšky 100-150 mm), včetně nezbytného odstranění pokosené trávy, hnojení, závlahy, provzdušnění vertikutátorem, odstraňování odumřelé trávy, odstraňování plevelů. - Odstraňování spadlého listí, naplavených sedimentů a dalších nečistot z plochy zasakování.	
Analýza nákladů stavebních prací (v Kč bez DPH):	Charakteristická jednotka – m ² půdní plochy Jednotková cena 25 - 40 Kč/m ² při vhodném podloží (podloží se ponechá bez úprav a provede se pouze urovnání a zatravnění povrchu) až 350 Kč/m ² při nevhodném podloží, které se odstraní a nahradí „polštářem“ z vhodného materiálu (cena je závislá na tloušťce nahrazované vrstvy a může být vyšší než udávané rozmezí).



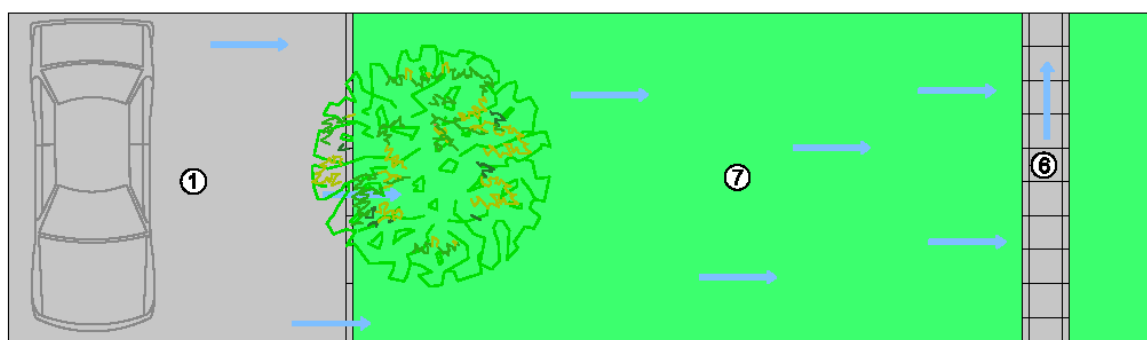
LIST OPATŘENÍ Č. 1

Grafická část - vsakování přes půdní profil

CHARAKTERISTICKÝ ŘEZ:



PŮDORYS:



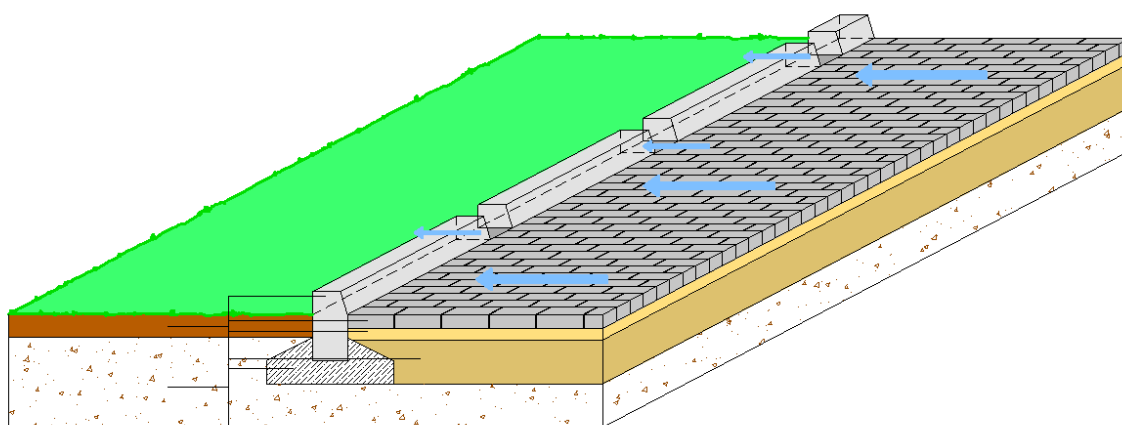
LEGENDA:

- 1 - Komunikace se zapuštěným obrubníkem
- 2 - Zatrávněná humusová vrstva; $t_l \geq 0,3 \text{ m}$, $K \geq 1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$
- 3 - Písčito-hlinitá zemina, $t_l \geq 0,1 \text{ m}$, $K \geq 1 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$
- 4 - Propustné půdní a huminové prostředí
- 5 - Max. hladina podzemní vody
- 6 - Event. odtok do dalšího objektu HDV
- 7 - Plocha pro vsakování



LIST OPATŘENÍ Č. 1

Grafická část – příklad možného řešení nátoku na zasakovací plochu přes otvory v obručníku



- Betonový obručník
- Dlažba tl. 60 mm
- Zatrávněná humusová vrstva
- Kladečí vrstva 4 - 8 mm (tl. cca 50 mm)
- Drcené kamenivo 8 - 16 mm (tl. cca 200 mm)
- Betonové lože
- Zhutněná pláň



LIST OPATŘENÍ Č. 1

Vhodnost opatření ve vztahu k mapě potenciálního vsaku

Mapa potenciálního vsaku byla vytvořena jako varianta pro infiltraci srážkových vod nesaturovanou zónou horninového prostředí (nad hladinou podzemní vody), odvozená z mapy zranitelnosti podzemních vod - momentu horninového prostředí (vzniklé za podpory projektu NAZV QH 82096 a VZ MZE 0002704902). Horninové prostředí bylo kategorizováno z pohledu propustnosti horninového prostředí (kód infiltrace 1,2,3), výšky hladiny podzemní vody (kód infiltrace 4) a nebezpečí prosedání (kód infiltrace 5).

Opatření typu plošné vsakování je vhodné použít prakticky ve všech definovaných a charakterizovaných plochách.

Vhodnost podle kategorií mapy

Určení charakteristiky potenciálního vsaku na základě upravené mapy zranitelnosti horninového prostředí

Barevné vyjádření	Kód vsaku	Charakteristika potenciálního vsaku	Vhodnost opatření
	0	bez informací	není možné posoudit
	1	vysoká až velmi vysoká	vhodné
	2	střední	vhodné
	3	nízká až velmi nízká	vhodné
	4	sedimenty nivy	vhodné
	5	spraše	vhodné



LIST OPATŘENÍ Č. 2

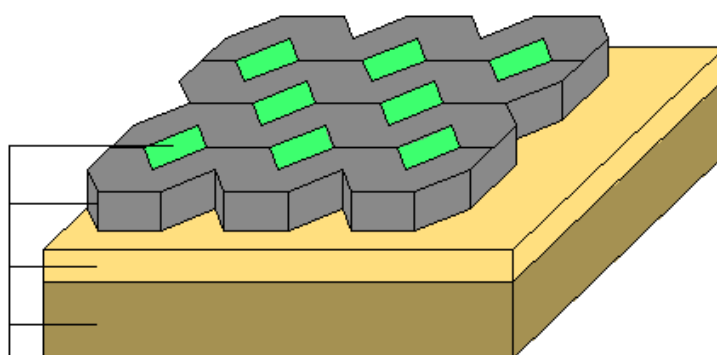
Název:	Plošné vsakování přes technické prvky
Základní charakteristika a zatřídění: Povrchové vsakování přes technické prvky, technické opatření pro zpevněné plochy	
Popis opatření: Vedle vsakování přes zatravněný půdní profil je možné využít také vsakování přes jiné prostředí nebo technický částečně propustný prvek. Tento princip se uplatňuje tam, kde je vyšší požadavek na únosnost a mechanickou odolnost povrchu nebo zvláštní požadavky na estetický vzhled. Respektive se zpravidla jedná o zpevněné plochy s požadavkem na částečnou schopnost zasakovat srážkové vody. Jako technický prvek při nižších požadavcích na únosnost se mohou uplatnit sypké materiály jako je písek, štěrkopísek, štěrk, kamenná drť, při zvláštním požadavku na vzhled i říční valouny – kačírek nebo drcená kůra (chodník v zahradách a parcích), případně jiné porézní materiály. Při požadavku na zajištění větší stability a stálosti zpevněného povrchu jsou využívány technické prefabrikované prvky tvořené dvěma částmi, a to nosnou konstrukcí zajišťující požadovanou pevnost (roštem) a mezerami zajišťujícími dobré vsakování vody do podloží. V tomto případě se zpravidla jedná o průmyslově vyráběné stavebnicové systémy, nejčastěji betonové nebo plastové. Mezery jsou zpravidla vyplněny dobře propustným materiálem, jako je písek, štěrk nebo propustnou zeminou se zatravněním. Základním předpokladem funkčnosti systému je dostatečná propustnost podložních vrstev a horninového prostředí pod svrchní konstrukcí. Výhodou tohoto typu opatření je jeho jednoduchost, poměrně nízké pořizovací náklady při zajištění dostatečné pevnosti a stálosti povrchu, nízká náročnost na údržbu, při vhodném architektonickém návrhu dobré začlenění do architektury obce nebo areálu. Nevýhodou je zejména nižší množství srážkové vody, které je možné přes toto opatření zasáknout.	
Vhodnost využití v urbanizovaných územích: Opatření typu plošného vsakování za pomoci technických prvků patří mezi jednoduché způsoby zasakování srážkové vody v místě jejího dopadu. Využitelné je zejména pro stezky, chodníky, cyklostezky, zpevněné parkovací plochy, komunikace s malým dopravním významem (zejména příjezdy ke stavbám, obratiště, méně vytížená parkoviště). Je to jednoduchý a při citlivém návrhu esteticky přijatelný prvek do zastavěných území. Při plošném vsakování přes nesouvisle zatravněnou plochu nedostatečné tloušťky humusové vrstvy (např. zatravněovací 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 dle TNV 759011 považovány za vsakovací zařízení, do nichž by měla být odváděna voda z jiných zpevněných povrchů.	
Nároky na údržbu: - Pravidelná údržba spočívající v kontrole technického stavu prvků, včetně nezbytného odstranění plevelů (např. postřikem), posekání travního porostu, doplnění prosedlých míst u sypkých materiálů, výměna jednotlivých prefabrikovaných prvků v případě jejich porušení. - Odstraňování spadlého listí, naplavených sedimentů a dalších nečistot z plochy zasakování.	
Analýza nákladů stavebních prací (v Kč bez DPH):	Charakteristická jednotka – m ² plochy povrchu Jednotková cena 800 – 1 500 Kč/m ² (pro opevnění tvárnici podle hodnoty návrhového zatížení povrchu – plochy pro pěší/pro vozidla, dle typu a nosnosti tvárnice).



LIST OPATŘENÍ Č. 2

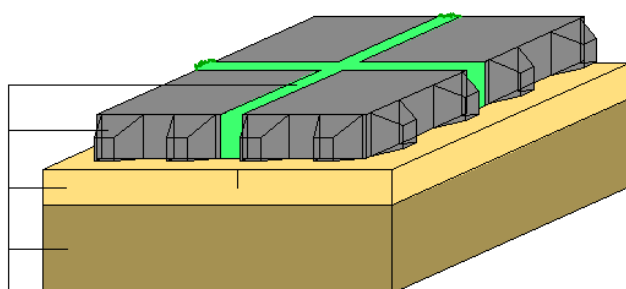
Grafická část – technické prvky pro vsakování z povrchu terénu

Zatravnňovací tvárnice



- Zatravnění
- Zatravnňovací tvárnice
- Jemná ložní vrstva drtě 2 - 5 mm (tl. cca 50 mm)
- Spodní podkladová vrstva drtě 8 - 16 mm (tl. min. 100 mm)

Dlažba se zatravněnými a propustnými spárami



- Zatravnění
- Dlažba s distančními nálisky vymezující spáry
- Jemná ložní vrstva drtě 2 - 5 mm (tl. cca 50 mm)
- Spodní podkladová vrstva drtě 8 - 16 mm (tl. min. 100 mm)



LIST OPATŘENÍ Č. 2

Vhodnost opatření ve vztahu k mapě potenciálního vsaku

Mapa potenciálního vsaku byla vytvořena jako varianta pro infiltraci srážkových vod nesaturovanou zónou horninového prostředí (nad hladinou podzemní vody), odvozená z mapy zranitelnosti podzemních vod - momentu horninového prostředí (vzniklé za podpory projektu NAZV QH 82096 a VZ MZE 0002704902). Horninové prostředí bylo kategorizováno z pohledu propustnosti horninového prostředí (kód infiltrace 1,2,3), výšky hladiny podzemní vody (kód infiltrace 4) a nebezpečí prosedání (kód infiltrace 5).

Opatření typu plošné vsakování je vhodné použít prakticky ve všech definovaných a charakterizovaných plochách. Omezení není ani v případech, kde je nutné zohlednit výšku hladiny podzemní vody (4) nebo hloubku aktivní zóny přirozeného vsaku (3). Vždy je třeba řešit otázku, kam vsakovaná voda bude odtékat.

Vhodnost podle kategorií mapy

Určení charakteristiky potenciálního vsaku na základě upravené mapy zranitelnosti horninového prostředí

Barevné vyjádření	Kód vsaku	Charakteristika potenciálního vsaku	Vhodnost opatření
	0	bez informací	není možné posoudit
	1	vysoká až velmi vysoká	vhodné
	2	střední	vhodné
	3	nízká až velmi nízká	vhodné
	4	sedimenty nivy	vhodné
	5	spraše	vhodné



LIST OPATŘENÍ Č. 3

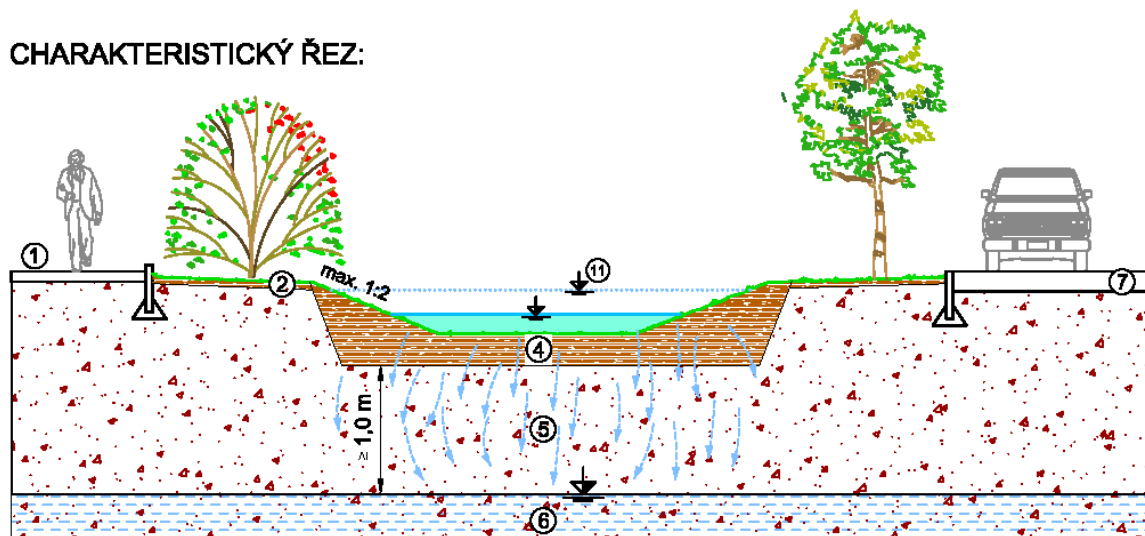
Název:	Vsakovací průleh, nádrž
Základní charakteristika a zatřídění: Povrchové vsakování přes půdní profil, přírodě blízké opatření.	
Popis opatření: Jedná se o snížení terénu (suchou nádrž), do kterého je odváděna srážková voda ze zpevněných ploch, zpravidla pomocí potrubí nebo svodnými žlaby. Možný je také plošný přívod nebo přívod skrz mezery mezi obrubníky. Oproti vsakovacím nádržím převažuje u vsakovacích průlehů délkový rozměr nad šířkou. Průleh i vsakovací nádrž se zpravidla provádí jako zatravněná, může být ale využito i jiného vegetačního doprovodu, například okrasných nebo vlhkomilných rostlin. Snížení terénu v průlehu (hloubka), pokud jsou na pozemku k dispozici dostatečně velké travnaté plochy, lze doporučit maximálně do 300 mm. Průleh ani nádrž nemá mít příliš velké sklony svahů z důvodu jejich dostatečné stability a snadné údržby (v závislosti na využívané mechanizaci). V případě zhoršených geologických poměrů je povrchové vsakování možné optimalizovat úpravou skladby podloží. Pod přibližně 100 mm vysokou vrstvu ornice je možné uložit geotextilii a pod geotextilii alespoň 100 mm vysokou vrstvu šterkopísku. Přítoky mají být vedeny přímo ze zpevněných ploch do nádrží, aby nedošlo k soustředěnému toku vody, který by mohl vyvolat erozi svahů. Pokud je přítok vody do nádrží nebo průlehů veden potrubím nebo žlábkem dlažby, musí se upravit i nejbližší okolí vtoku až na dno zařízení tak, aby nemohlo dojít k erozi povrchu v jeho okolí. Vsakovací průlehy mají být, zejména při svažitém terénu (v podélném směru), oddělovány zemními hrázkami. V případě, že průleh nebo nádrž tvoří součást systému hospodaření s dešťovou vodou a umožňují-li to místní poměry, je vhodné objekty vybavit bezpečnostním přelivem, který zajistí při dosažení návrhové kapacity bezpečné odvedení vody mimo zastavěné území, například do recipientu, dešťové kanalizace nebo navazující retenční nádrže. Výhodou tohoto typu opatření je, že neodvodňuje okolní území, ale naopak pomáhá zadržet vodu ve svrchních vrstvách horninového prostředí. Nevýhodou tohoto typu opatření je nezbytná větší souvislá plocha. Oba typy zasakování se velmi dobře dají začlenit do veřejné zeleně a parkových úprav v urbanizovaném území.	
Vhodnost využití v urbanizovaných územích: Opatření typu průleh je vhodné zejména pro decentrální způsob odvodnění zpevněných ploch, může být ale zařazeno i jako dílčí prvek centrálního způsobu odvodnění. Tento typ opatření je velmi vhodný pro pozemky, kde je dostatečný prostor pro jejich umístění, např. podél komunikací a chodníků, podél okrajů souvislých zpevněných ploch. Průleh nebo nádrž je možné dobře začlenit do systému městské zeleně, může být zatravněný, osázený rostlinami a keři, nebo vysypaný dobře propustným sypkým materiálem (kačírek, šterk).	
Nároky na údržbu: • Pravidelná kontrola nátoku a případně i výtoku (bezpečnostního přelivu), stejně tak jako kontrola dalších objektů pro přívod a odvádění vody. • Pravidelné kosení travního porostu (při dosažení výšky 100-150mm), včetně nezbytného odstranění pokosené trávy a případné další péče o travní porost (hnojení, závlaha). • Odstraňování spadaneho listí, naplavených sedimentů a dalších nečistot z průlehu nebo nádrže.	
Analýza nákladů stavebních prací (v Kč bez DPH):	Charakteristická jednotka – m ³ retenčního prostoru, m ² plochy opat. Jednotková cena 1 100 - 1850 Kč/m ³ retenčního prostoru. Jednotková cena 340 - 550 Kč/m ² plošného rozsahu opatření.



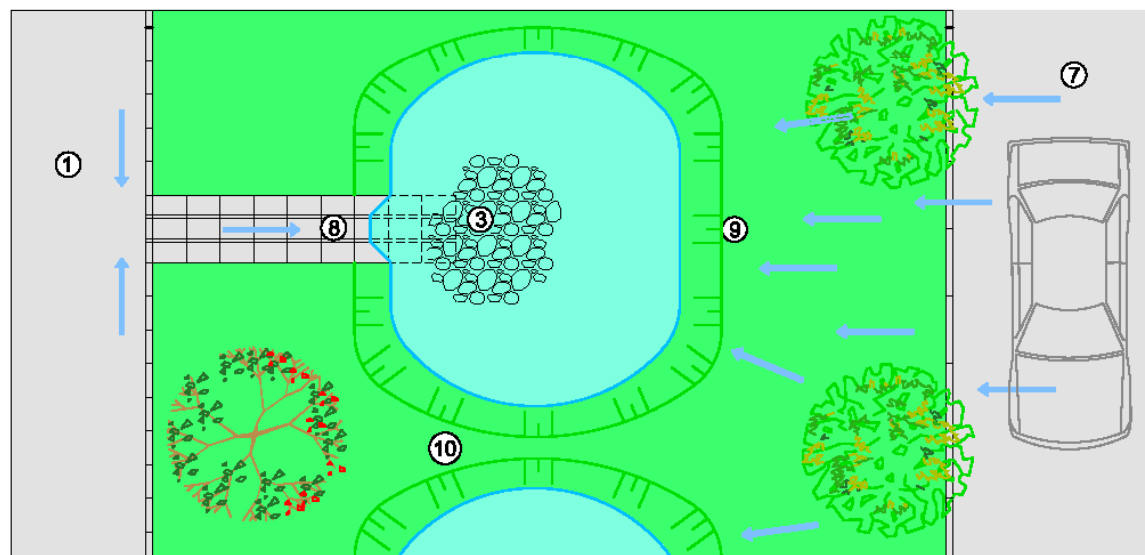
LIST OPATŘENÍ Č. 3

Grafická část – vsakovací nádrž

CHARAKTERISTICKÝ ŘEZ:



PŮDORYS:



LEGENDA:

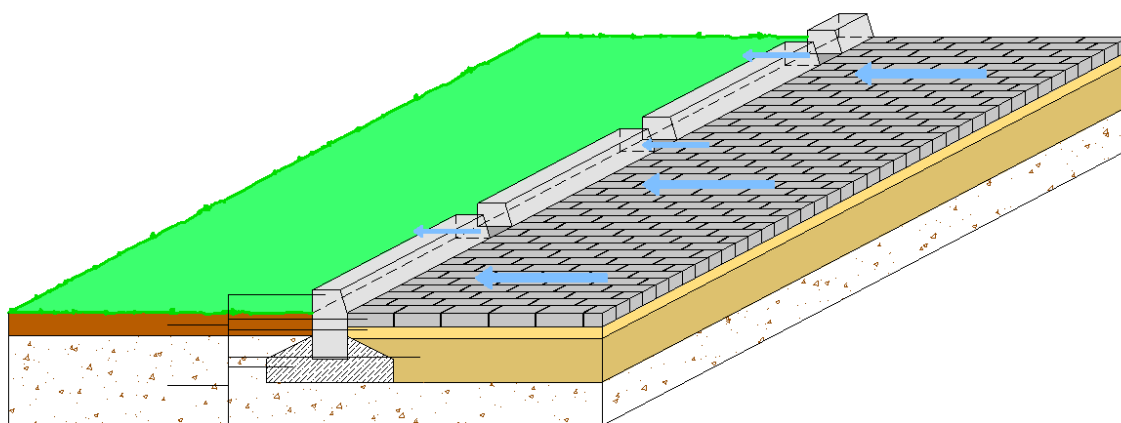
- 1 - Komunikace s obručnickem
- 2 - Ohumusování, osetí; tl. $\approx 0,1$ m
- 3 - Kamenný zához, $\varnothing$ 100 - 400 mm
- 4 - Zatrávněná humusová vrstva průlehu; tl. $\geq 0,3$ m, $K \geq 1 \cdot 10^{-5}$ m/s
- 5 - Propustné půdní a hominové prostředí
- 6 - Max. hladina podzemní vody

- 7 - Komunikace se zapuštěným obručnickem
- 8 - Sousřaděný přítok zpevněný žlábkem
- 9 - Plošný přítok po zatrávněném terénu
- 10 - Zemní hrázka mezi průlehy
- 11 - Max. retenční hladina; $h \leq 0,3$ m



LIST OPATŘENÍ Č. 3

Grafická část – příklad možného řešení nátoku do průlehu nebo zasakovací nádrže přes mezery v obrubníku



- Betonový obrubník
- Dlažba tl. 60 mm
- Zatravněná humusová vrstva
- Kladecí vrstva 4 - 8 mm (tl. cca 50 mm)
- Drcené kamenivo 8 - 16 mm (tl. cca 200 mm)
- Betonové lože
- Zhutněná pláň



LIST OPATŘENÍ Č. 3

Vhodnost opatření ve vztahu k mapě potenciálního vsaku

Mapa potenciálního vsaku byla vytvořena jako varianta pro infiltraci srážkových vod nesaturovanou zónou horninového prostředí (nad hladinou podzemní vody), odvozená z mapy zranitelnosti podzemních vod - momentu horninového prostředí (vzniklé za podpory projektu NAZV QH 82096 a VZ MZE 0002704902). Horninové prostředí bylo kategorizováno z pohledu propustnosti horninového prostředí (kód infiltrace 1,2,3), výšky hladiny podzemní vody (kód infiltrace 4) a nebezpečí prosedání (kód infiltrace 5).

Opatření typu průleh je vhodné použít prakticky ve všech definovaných a charakterizovaných plochách. Určující je hloubka průlehu, ať již z hlediska výšky hladiny podzemní vody (4) nebo hloubky aktivní zóny přirozeného vsaku (3). Vždy je třeba řešit otázku, kam vsakovaná voda bude odváděna.

Vhodnost podle kategorií mapy

Určení charakteristiky potenciálního vsaku na základě upravené mapy zranitelnosti horninového prostředí

Barevné vyjádření	Kód vsaku	Charakteristika potenciálního vsaku	Vhodnost opatření
	0	bez informací	není možné posoudit
	1	vysoká až velmi vysoká	vhodné
	2	střední	vhodné
	3	nízká až velmi nízká	vhodné
	4	sedimenty nivy	Vhodné – vsakování musí probíhat 1 m nad hladinou podzemní vody
	5	spraše	Vhodné – vsakování může zasahovat maximálně do zóny aktivní (přirozené) infiltrace srážkových vod



LIST OPATŘENÍ Č. 4

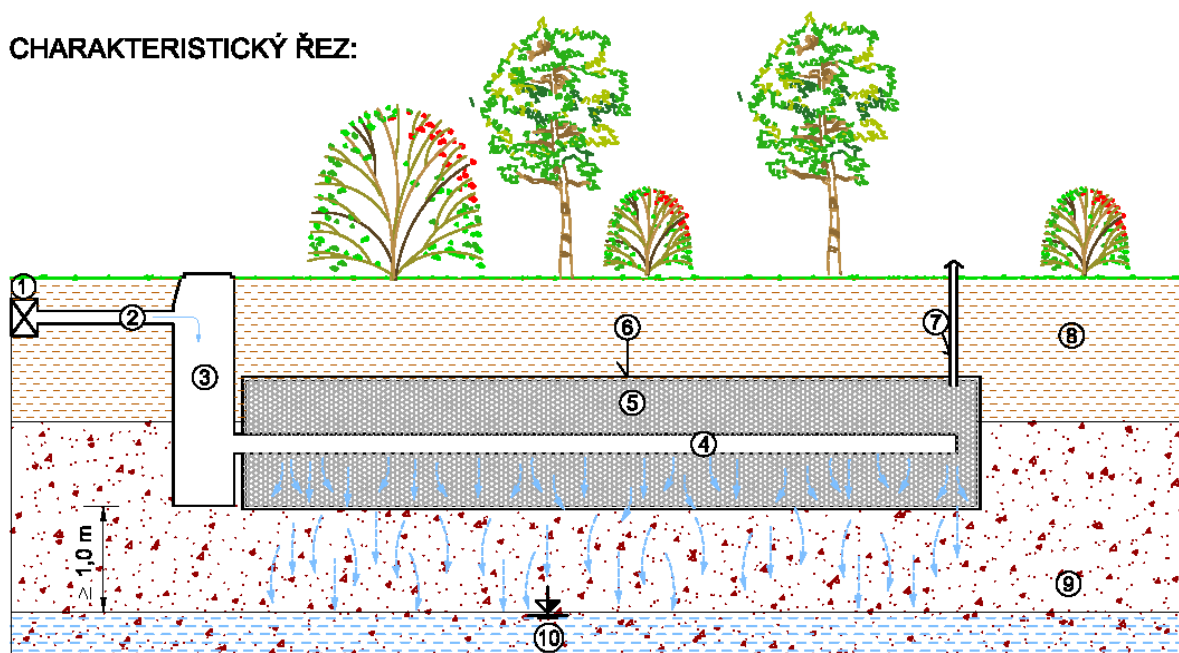
Název:	Vsakovací rýha vyplněná štěrkem
Základní charakteristika a zatřídění: Opatření pro podzemní vsakování, technické opatření	
Popis opatření: Jedná se o tradiční jednoduchý způsob vsakování srážkové vody do podloží, který je běžně využíván zejména u menších staveb, jako jsou rodinné domy a chaty. Jeho využití je vhodné v případech, kdy není k dispozici dostatečně velká plocha pro povrchové zasakování vody, nebo při malé propustnosti horninového podloží, kdy je třeba počítat s delší dobou zdržení vody a větším akumulačním objemem. Akumulační (retenční) prostor pro zachycení vody ze srážky je vytvořen pórovitostí výplňového materiálu (zpravidla se jedná o štěrk), odkud se dále vsakuje do podloží. Voda se do akumulačního prostoru přivádí potrubím přes usazovací a rozdělovací šachtu. Předčištění a zadržení splavenin před vtokem do retenčního prostoru je u tohoto opatření naprosto nezbytné. Stavební řešení u delších vsakovacích rýh musí být provedeno tak, aby byla voda pokud možno rovnoměrně rozvedena po celé délce rýhy. Za tímto účelem je možné vodu rozvádět pomocí podélně umístěného perforovaného potrubí, doplněného o revizní šachty pro případnou možnost revize a čištění. Proti vnikání částic z okolního horninového prostředí do pórů výplňového materiálu je vhodné odstupňovat velikost zrn a vytvořit přechodový filtr mezi štěrkem a okolní horninou. Druhou, méně vhodnou variantou je vytvoření přechodu pomocí filtrační geotextilie. V případě, že prvek tvoří součást systému hospodaření s dešťovou vodou a umožňují-li to místní poměry, je vhodné objekty vybavit bezpečnostním přelivem (regulací odtoku), který zajistí při dosažení návrhové kapacity bezpečné odvedení vody mimo zastavěné území, například do recipientu, dešťové kanalizace nebo navazující retenční nádrže. Výhodou tohoto typu opatření je menší náročnost na plošný zábor oproti prvkům povrchového vsakování, přijatelné pořizovací náklady a malá náročnost výstavby. Opatření není na povrchu prakticky viditelné a lze ho umístit i pod zpevněné plochy (komunikace, parkoviště, chodníky). Nevýhodou tohoto opatření je náchylnost na zanášení a kolmataci pórovitého materiálu, čímž se snižuje zadržený objem vody a zpravidla výrazně klesne i rychlost infiltrace do podloží. Prakticky nemožné je v tomto případě vyčištění a údržba, vyjma rozvodných potrubí. Po realizaci prvku hrozí riziko vysoušení nadloží okolního území (voda je přes vsakovací zařízení převáděna přímo do spodnějších vrstev horninového profilu).	
Vhodnost využití v urbanizovaných územích: Opatření typu vsakovací rýha nebo jáma vyplněná porézním materiálem (štěrkem) je vhodné prakticky do všech typů ploch v zastavěném území, kde je vhodné horninové podloží pro zasakování srážkové vody. Jedná se o podzemní prvek, který může být umístěn pod jakýkoliv povrch. Zvláště esteticky a technicky vhodná je kombinace s využitím povrchového zasakování typu mělkého vsakovacího průlehu – viz list opatření č. 7.	
Nároky na údržbu: Pravidelná kontrola nátoků a případně i výtoku, stejně tak jako kontrola dalších objektů pro přívod vody, zejména pravidelné čištění usazovacích objektů.	
Analýza investičních nákladů na realizaci opatření	Charakteristická jednotka – m ³ obestavěného prostoru a m ³ objemu retenčního prostoru (dáno pórovitostí materiálu). Jednotková cena za m ³ obestavěného prostoru 2 500-4 100 Kč/m ³ Jednotková cena 7100 – 11 500 Kč/ m ³ objemu retenčního prostoru (při uvažované pórovitosti 35 %).



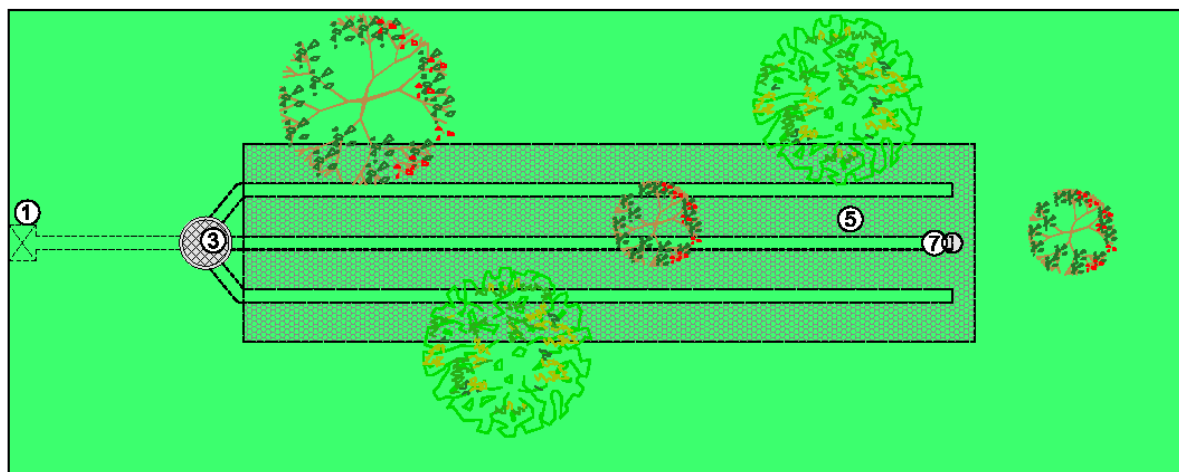
LIST OPATŘENÍ Č. 4

Grafická část - vsakovací rýha vyplněná štěrkem s podpovrchovým přítokem

CHARAKTERISTICKÝ ŘEZ:



PŮDORYS:



LEGENDA:

- 1 - Předčištění - vtoková mřížka, síta, filtr, kalová jámka
- 2 - Podpovrchový přívod vody
- 3 - Vstupní šachta
- 4 - Přívodní drenážní potrubí
- 5 - Retenční/vsakovací rýha (štěrk 16/32 mm)
- 6 - Geotextilie

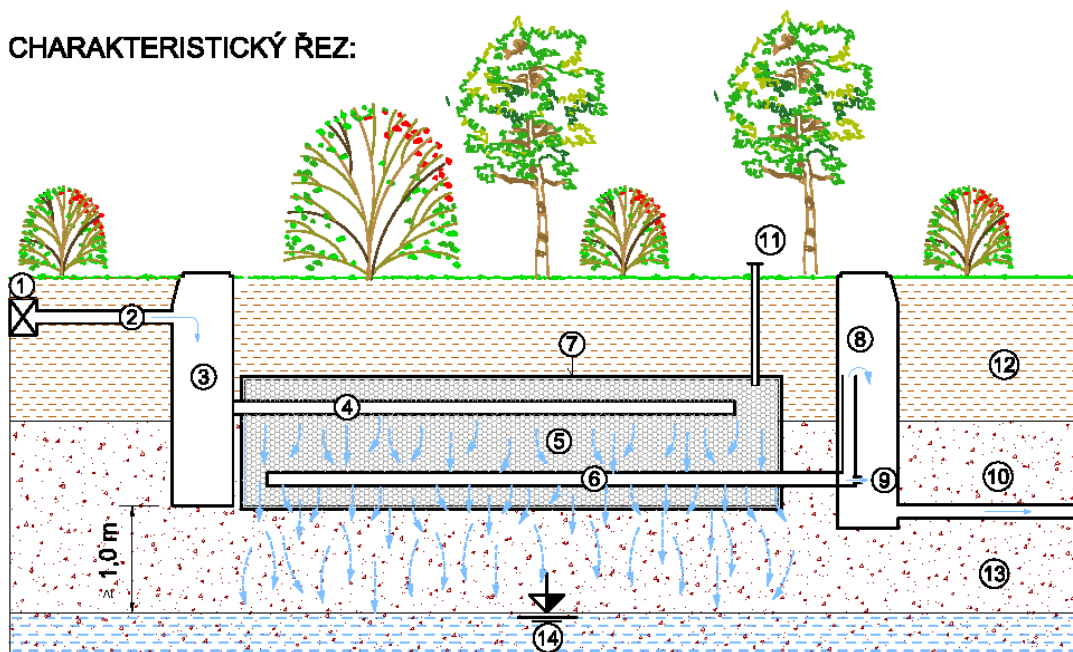
- 7 - Odvzdušnění
- 8 - Nedostatečně propustné půdní a horninové prostředí
- 9 - Propustné půdní a horninové prostředí
- 10 - Max. hladina podzemní vody



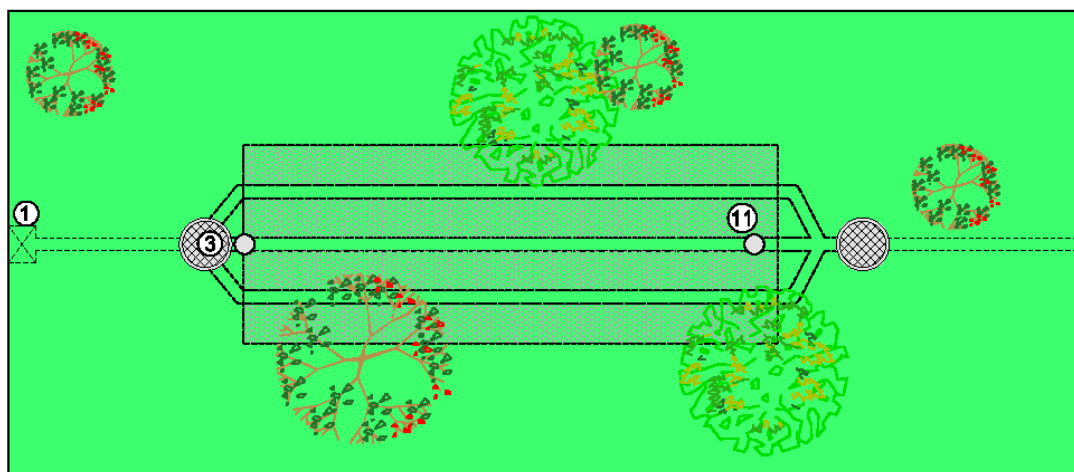
LIST OPATŘENÍ Č. 4

Grafická část - vsakovací rýha vyplněná štěrkem s podpovrchovým přítokem a regulovaným odtokem

CHARAKTERISTICKÝ ŘEZ:



PŮDORYS:



LEGENDA:

- 1 - Předčištění - vtoková mřížka, síta, filtr, kalová jímka
- 2 - Podpovrchový přívod vody
- 3 - Vstupní šachta
- 4 - Přívodní drenážní potrubí
- 5 - Retenční/vsakovací rýha (štěrk 16/32 mm)
- 6 - Odtokové drenážní potrubí
- 7 - Geotextilie

- 8 - Bezpečnostní přeliv
- 9 - Regulátor průtoku
- 10 - Odtok
- 11 - Odvzdušnění
- 12 - Nedostatečně propustné půdní a huminové prostředí
- 13 - Propustné půdní a huminové prostředí
- 14 - Max. hladina podzemní vody



LIST OPATŘENÍ Č. 4

Vhodnost opatření ve vztahu k mapě potenciálního vsaku

Mapa potenciálního vsaku byla vytvořena jako varianta pro infiltraci srážkových vod nesaturovanou zónou horninového prostředí (nad hladinou podzemní vody), odvozená z mapy zranitelnosti podzemních vod - momentu horninového prostředí (vzniklé za podpory projektu NAZV QH 82096 a VZ MZE 0002704902). Horninové prostředí bylo kategorizováno z pohledu propustnosti horninového prostředí (kód infiltrace 1,2,3), výšky hladiny podzemní vody (kód infiltrace 4) a nebezpečí prosedání (kód infiltrace 5).

Opatření typu vsakovací rýha je vhodné použít v územích kategorizovaných 1 a 2, v plochách kategorizovaných jako plochy s nízkým až velmi nízkým potenciálem vsaku jde o podmíněně vhodné opatření vzhledem k nízkému koeficientu vsaku. Pro kategorie 4 a 5 je určující je hloubka rýhy ať již z hlediska výšky hladiny podzemní vody (4) nebo hloubky aktivní zóny přirozeného vsaku (3). Vždy je třeba řešit otázku, kam vsakovaná voda bude odtékat.

Opatření může zhoršovat hydrologické podmínky lokality z důvodu vysoušení okolí prvku v důsledku drenážního efektu pro nesaturovanou zónu – rýha má násobně vyšší propustnost než její okolí!

Vhodnost podle kategorií mapy

Určení charakteristiky potenciálního vsaku na základě upravené mapy zranitelnosti horninového prostředí

Barevné vyjádření	Kód vsaku	Charakteristika potenciálního vsaku	Vhodnost opatření
	0	bez informací	není možné posoudit
	1	vysoká až velmi vysoká	vhodné
	2	střední	vhodné
	3	nízká až velmi nízká	podmíněně vhodné
	4	sedimenty nivy	nevhodné při větší hloubce plochy vsaku – je nutné zachovat minimálně 1 m nesaturované zóny
	5	spraše	nevhodné – při hlubším založení rýhy hrozí prosednutí spraší



LIST OPATŘENÍ Č. 5

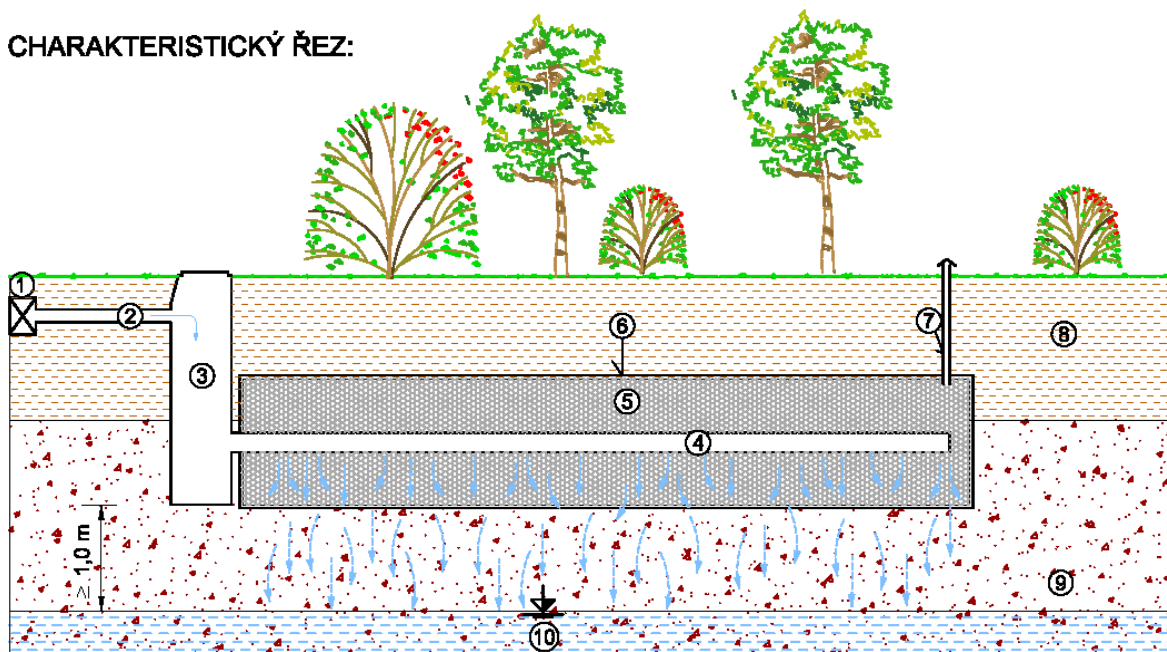
Název:	Vsakovací rýha vyplněná vsakovacími bloky
Základní charakteristika a zatřídění: Opatření pro podzemní vsakování, technické opatření	
Popis opatření: Jedná se o alternativní způsob vsakování srážkové vody k tradiční rýze vyplněné štěrkem. Retenční prostor pro zachycení vody ze srážky je v tomto případě vytvořen plastovými bloky s perforovanými stěnami. Využití je vhodné zejména tam, kde není dispozici dostatečně velká plocha pro povrchové zasakování vody, nebo při nižší propustnosti horninového podloží, kdy je třeba počítat s delší dobou zdržení vody a větším akumulacním objemem. Voda je do akumulacího prostoru přiváděna podpovrchově potrubím, přes usazovací a rozdělovací šachtu. Předčištění a zadržení splavenin před vtokem do retenčního prostoru je u tohoto opatření naprosto nezbytné (vyšší investice do předčištění srážkových vod a zachycení kalů může zásadně zvýšit životnost systému). V případě, že prvek tvoří součást systému hospodaření s dešťovou vodou a umožňují-li to místní poměry, je vhodné objekty vybavit bezpečnostním přelivem (regulací odtoku), který zajistí při dosažení návrhové kapacity bezpečné odvedení vody mimo zastavěné území, například do recipientu, dešťové kanalizace nebo navazující retenční nádrže. Montáž vsakovacích bloků je technologicky velmi jednoduchá, bloky se obalí filtrační geotextilií a uloží se do výkopu na připravený štěrkový podklad. Poté se obsypou štěrkem. Štěrk je v případě potřeby možné od horninového prostředí také oddělit pomocí filtrační geotextilie. Zasakovací bloky dodává na trh velké množství výrobců. Zpravidla jsou dodávány jako kompletní stavebnicový systém, který lze dimenzovat prakticky pro jakýkoliv objem vody. Některé typy bloků garantují díky své popracované konstrukci vysokou únosnost a jsou vhodné i pod plochy pojižděné těžkou technikou. Výhodou tohoto typu opatření je malá náročnost na plošný zábor oproti prvkům povrchového vsakování, malá náročnost a rychlost výstavby (jedná se o stavebnice skládané na sucho do větších bloků). Opatření není na povrchu prakticky viditelné a lze ho umístit i pod zpevněné plochy (komunikace, parkoviště, chodníky). Na rozdíl od klasické technologie štěrkových drenáží s absorpční schopností 30-35 % dosahují vsakovací bloky absorpční schopnost až 3x větší (cca 95 %). Nevýhodou tohoto opatření je hrozící zanášení akumulacího prostoru a kolmatace okolního prostředí, což může vést ke snížení zadrženého objemu vody nebo rychlosti infiltrace vody do podloží. Moderní vsakovací systémy však s tímto rizikem počítají a je možné je vybavit zařízením pro revizi a čištění retenčního prostoru. Další nevýhodou může být vyšší pořizovací cena a dále riziko vysoušení nadloží v okolí zasakovacího objektu.	
Vhodnost využití v urbanizovaných územích: Opatření typu vsakovací rýha vyplněná vsakovacími bloky je vhodné prakticky do všech typů ploch v zastavěném území, kde je dostatečně propustné horninové podloží pro zasakování srážkové vody a hladina vody zasahuje min. 1 m pod úroveň systému. Jedná se o podzemní prvek, který může být umístěn pod jakýkoliv povrch, včetně povrchů pojižděných těžkou mechanizací (při volbě vhodného systému).	
Nároky na údržbu: • Pravidelná kontrola nátoků a případně i výtoku, stejně tak jako kontrola dalších objektů pro přívod vody, zejména pravidelné čištění usazovacích objektů. • Čištění a revize podzemních prvků, pokud to zvolený systém umožňuje.	
Analýza nákladů stavebních prací (v Kč bez DPH):	Charakteristická jednotka – m ³ obestavěného prostoru a m ³ objemu retenčního prostoru. Jednotková cena 5 100 – 15 000 Kč/m ³ obestavěného prostoru. Jednotková cena 5 500 – 15 800 Kč/m ³ objemu retenčního prostoru.



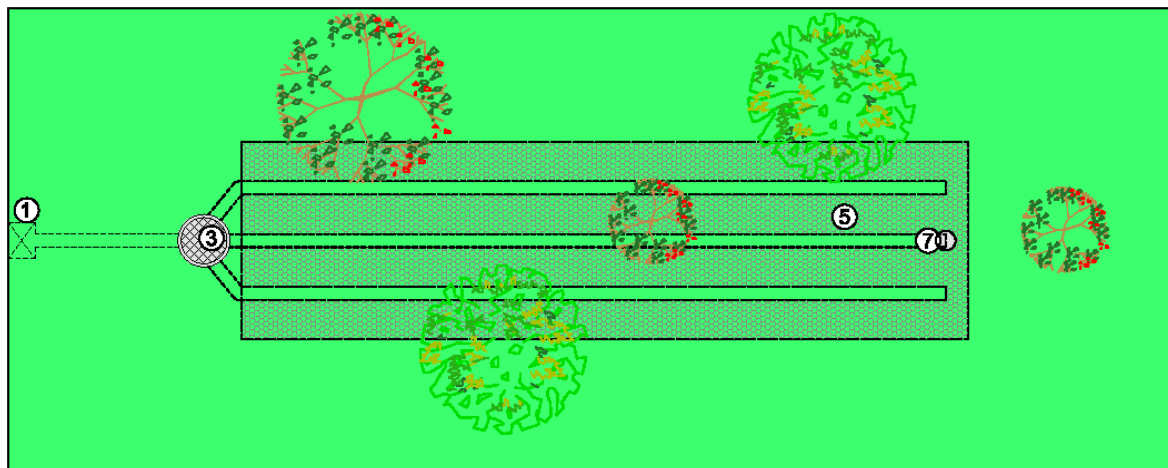
LIST OPATŘENÍ Č. 5

Grafická část - vsakovací rýha s bloky a podpovrchovým přítokem

CHARAKTERISTICKÝ ŘEZ:



PŮDORYS:



LEGENDA:

- 1 - Předčištění - vtoková mřížka, síta, filtr, kalová jámka
- 2 - Podpovrchový přívod vody
- 3 - Vstupní šachta
- 4 - Přívodní drenážní potrubí
- 5 - Retenční/vsakovací rýha (prefabrikované bloky)
- 6 - Geotextilie

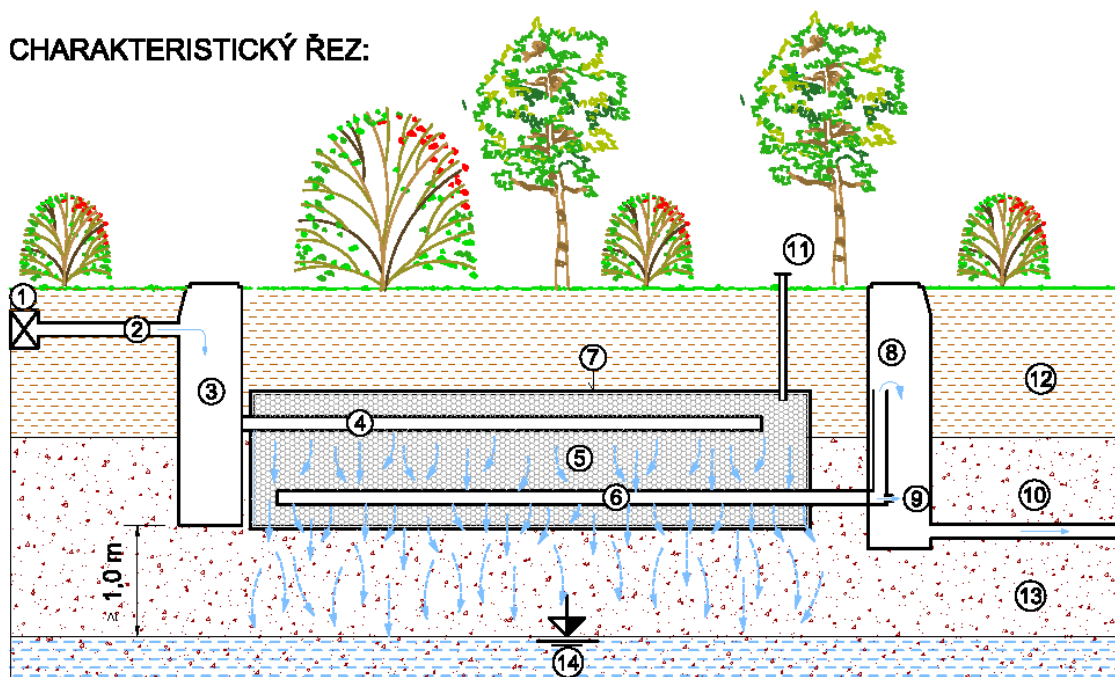
- 7 - Odvzdušnění
- 8 - Nedostatečně propustné půdní a huminové prostředí
- 9 - Propustné půdní a huminové prostředí
- 10 - Max. hladina podzemní vody



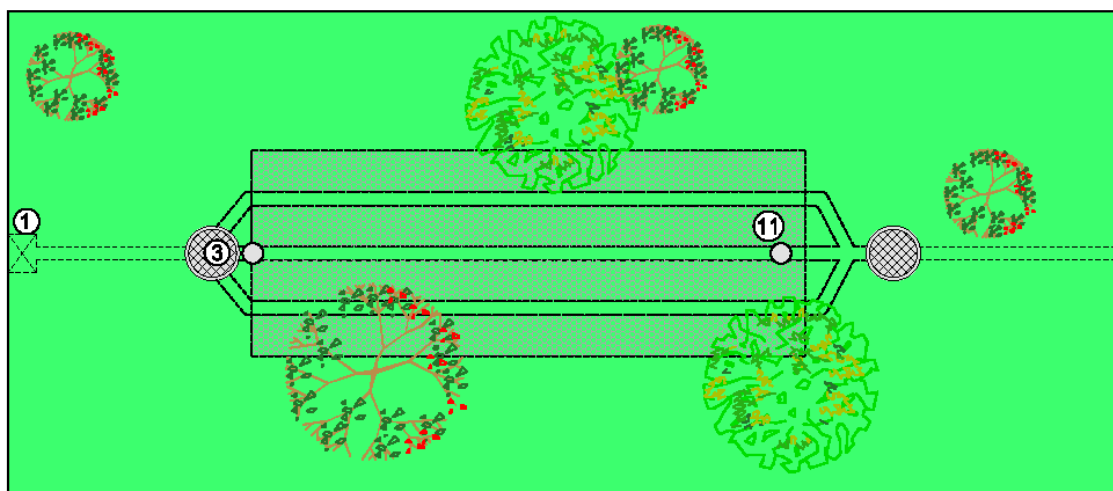
LIST OPATŘENÍ Č. 5

Grafická část - vsakovací rýha s bloky a regulovaným odtokem

CHARAKTERISTICKÝ ŘEZ:



PŮDORYS:



LEGENDA:

- 1 - Předčištění - vtoková mřížka, síta, filtr, kalová jámka
- 2 - Podpovrchový přívod vody
- 3 - Vstupní šachta
- 4 - Přívodní drenážní potrubí
- 5 - Retenční/vsakovací rýha (prefabrikované bloky)
- 6 - Odtokové drenážní potrubí
- 7 - Geotextilie

- 8 - Bezpečnostní přeliv
- 9 - Regulátor průtoku
- 10 - Odtok
- 11 - Odvzdušnění
- 12 - Nedostatečně propustné půdní a horninové prostředí
- 13 - Propustné půdní a horninové prostředí
- 14 - Max. hladina podzemní vody



LIST OPATŘENÍ Č. 5

Vhodnost opatření ve vztahu k mapě potenciálního vsaku

Mapa potenciálního vsaku byla vytvořena jako varianta pro infiltraci srážkových vod nesaturovanou zónou horninového prostředí (nad hladinou podzemní vody), odvozená z mapy zranitelnosti podzemních vod - momentu horninového prostředí (vzniklé za podpory projektu NAZV QH 82096 a VZ MZE 0002704902). Horninové prostředí bylo kategorizováno z pohledu propustnosti horninového prostředí (kód infiltrace 1,2,3), výšky hladiny podzemní vody (kód infiltrace 4) a nebezpečí prosedání (kód infiltrace 5).

Opatření typu vsakovací rýha je vhodné použít v územích kategorizovaných 1 a 2, v plochách kategorizovaných jako plochy s nízkým až velmi nízkým potenciálem vsaku jde o podmíněně vhodné opatření vzhledem k nízkému koeficientu vsaku. Pro kategorie 4 a 5 je určující hloubka rýhy ať již z hlediska výšky hladiny podzemní vody (4) nebo hloubky aktivní zóny přirozeného vsaku (3). Vždy je třeba řešit otázku, kam vsakovaná voda bude odtékat.

Opatření může zhoršovat hydrologické podmínky lokality z důvodu vysoušení okolí prvku v důsledku drenážního efektu pro nesaturovanou zónu – rýha má násobně vyšší propustnost než její okolí!

Vhodnost podle kategorií mapy

Určení charakteristiky potenciálního vsaku na základě upravené mapy zranitelnosti horninového prostředí

Barevné vyjádření	Kód vsaku	Charakteristika potenciálního vsaku	Vhodnost opatření
	0	bez informací	není možné posoudit
	1	vysoká až velmi vysoká	vhodné
	2	střední	vhodné
	3	nízká až velmi nízká	podmíněně vhodné
	4	sedimenty nivy	nevhodné při větší hloubce plochy vsaku – je nutné zachovat minimálně 1 m nesaturované zóny
	5	spraše	nevhodné – při hlubším založení rýhy hrozí prosednutí spraší



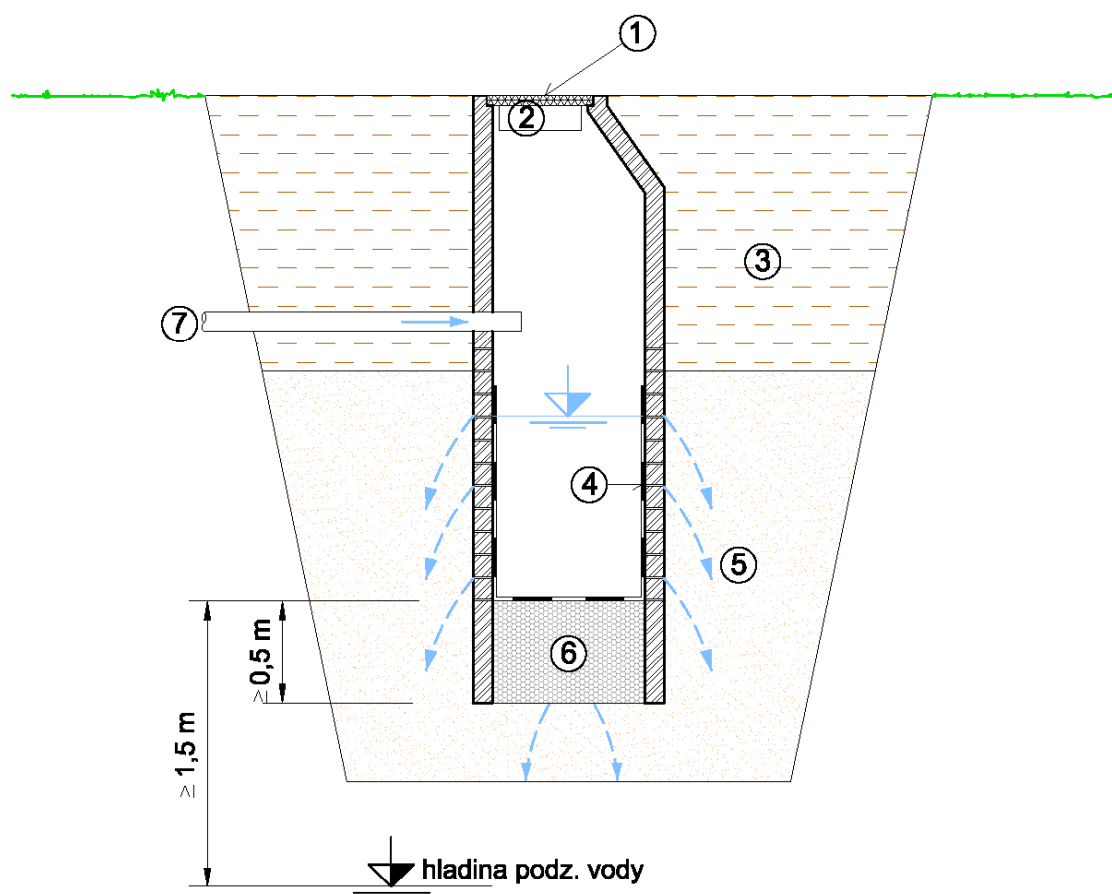
LIST OPATŘENÍ Č. 6

Název:	Vsakovací šachty
Základní charakteristika a zatřídění: Opatření pro podzemní vsakování, technické opatření	
Popis opatření: Využití šachet (kanalizačních) k zachycení vody a vsakování vody do podloží patří mezi tradiční metody. Retenční prostor je tvořen vnitřním prostorem mezi skružemi šachty a jeho objem je závislý na vnitřním průměru skruží a hloubce šachty. Zasakování do horninového prostředí může probíhat ve dvou směrech, vertikálně přes perforovanou stěnou skruže a horizontálně přes propustné dno. Aby se zamezilo zanášení šachty nečistotami, je nutné před šachtu umístit prvky pro předčištění a zachycení splavenin. Dále se provádějí opatření před zanášením zasakovacích otvorů i v samotné šachtě. První možností je do šachty umístit filtrační vak, který chrání okolní propustné prostředí před zanesením nečistotami (zakolmatováním), ale je dobře propustný. Ve vaku se zadržují usaditelné části a je možné ho dle potřeby vyjmout a vyčistit. Druhou možností je zasakování přes filtrační vrstvu na dně šachty. V tomto případě probíhá vsakování pouze dnem, a to přes filtrační lože (např. písčité substrát). Usaditelné a odfiltrovatelné látky jsou zachyceny v horní vrstvě lože nebo na jeho povrchu. V případě zanesení je potřeba sejmout filtrační vrstvu a nahradit ji novou vrstvou. Třetí možností je zasakování pouze bočními perforovanými stěnami, kdy se ve dně šachty vymezí usazovací prostor, který se dle potřeby průběžně čistí. Výhodou tohoto systému je malá náročnost na zábor pozemku, který tento prvek vyžaduje, a to vzhledem k tomu, že pro vsakování a akumulaci se uplatňuje zejména výškový rozměr prvku. Výhodou je také poměrně snadná čistitelnost a údržba akumulačního prostoru v případě jeho zanesení. Nevýhodou je vyšší pracnost při realizaci opatření (práce v hloubkách, náročné výkopové práce) a poměrně vysoká cena betonových prvků. Nutnou podmínkou je, že v území musí být hladina podzemní vody zaklesnuta až pode dnem vsakovací šachty, což není v mnoha případech splnitelné a výrazně to ovlivňuje dosažitelný akumulační objem (objem je taktéž limitován běžně vyráběným průměrem studničních skruží, který je zpravidla do 1–1,5 m). Šachta taktéž může zájmové území částečně vysušet.	
Vhodnost využití v urbanizovaných územích: Opatření typu vsakovací šachty je tradičně uplatňovaný prvek v intravilánech obcí. Převažující část konstrukce se nachází pod zemí a z tohoto pohledu nejsou na výstavbu kladeny zvláštní estetické nároky, vyjma zakrytí šachty adekvátním poklopem. Je třeba počítat s tím, že dosažitelný objem tímto zařízením je poměrně limitovaný, a proto je využitelný pouze při malém požadovaném akumulačním objemu (např. běžný rodinný dům).	
Nároky na údržbu: • Pravidelná kontrola nátoky a případně i výtoku, stejně tak jako kontrola dalších objektů pro přívod vody, zejména pravidelné čištění usazovacích objektů. • Pravidelná kontrola technického stavu skruží. • Kontrola usazovacího prostoru, dle potřeby čištění akumulačního prostoru.	
Analýza nákladů stavebních prací (v Kč bez DPH):	Charakteristická jednotka – m ³ retenčního prostoru šachty. Jednotková cena 7000 – 35 000 Kč/m ³ retenčního objemu šachty (dle typu šachty a způsobu provádění).



LIST OPATŘENÍ Č. 6

Grafická část – vsakovací šachta s bočními prostupy nad filtrační vrstvou nade dnem a filtračním vakem

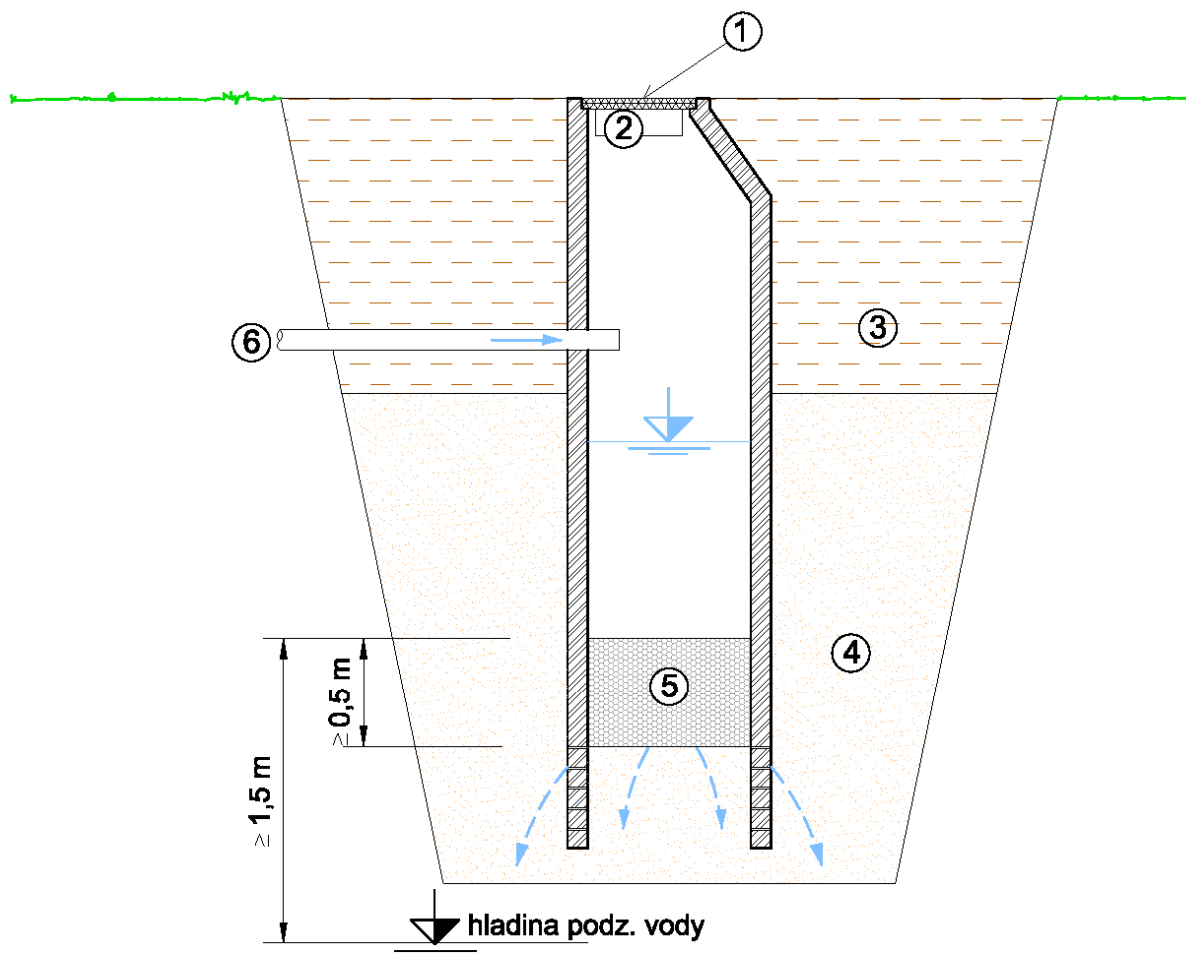


- 1 - Šachtový poklop s větracími otvory
- 2 - Koš na zachycení nečistot
- 3 - Plnivo
- 4 - Filtrační vak
- 5 - Písek / jemný štěrk
- 6 - Filtrační vrstva
- 7 - Přítok



LIST OPATŘENÍ Č. 6

Grafická část – vsakovací šachta s filtrační vrstvou na dně šachty

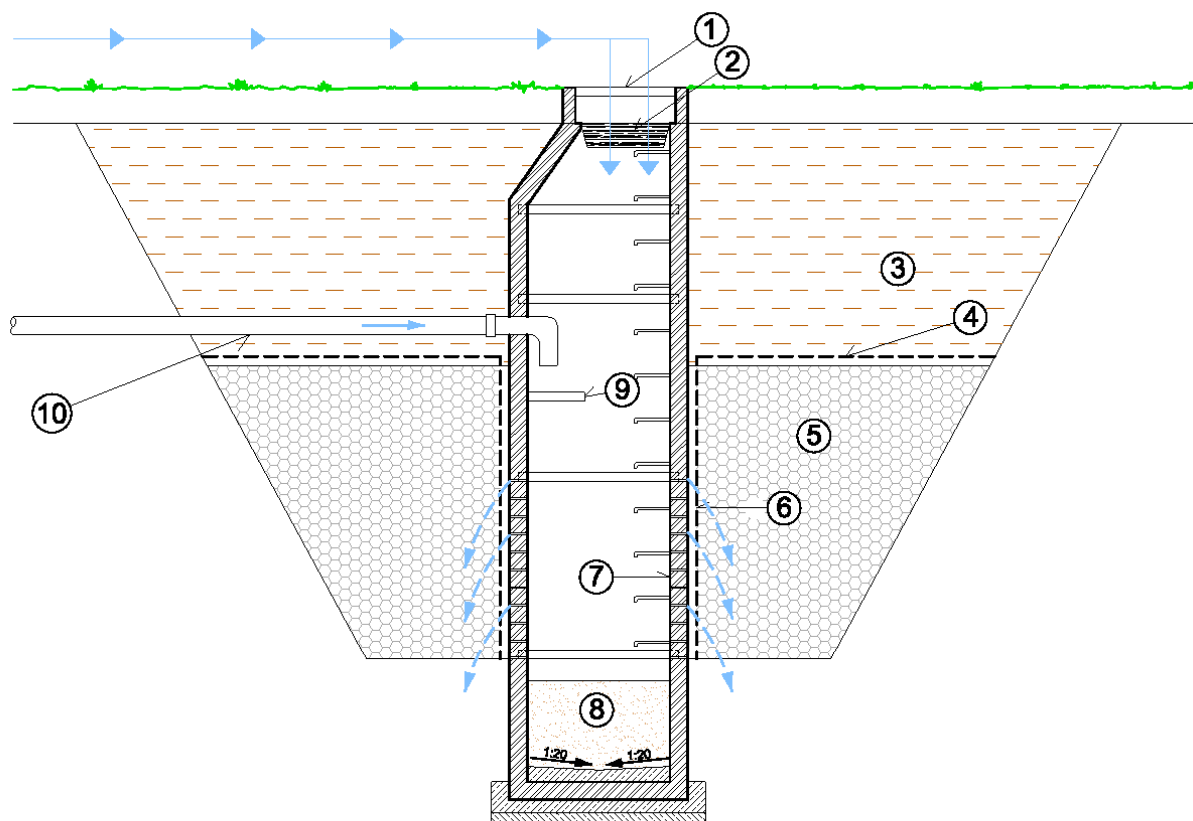


- 1 - Šachtový poklop s větracími otvory
- 2 - Koš na zachycení nečistot
- 3 - Plnivo
- 4 - Písek / jemný štěrk
- 5 - Filtrační vrstva
- 6 - Přítok



LIST OPATŘENÍ Č. 6

Grafická část- vsakovací šachta se zachycením splavenin na hluboko položeném šachtovém dně



- 1 - Šachtový poklop s otvory pro přítok
- 2 - Koš na zachycení nečistot
- 3 - Zpětný zásyp
- 4 - Rohož z geotextilie
- 5 - Filtrační štěrk 8/32 mm
- 6 - Geotextilie
- 7 - Skruže $\varnothing = 1000$ mm
- 8 - Usazovací prostor
- 9 - Zarážecí panel
- 10 - Podzemní přítok potrubím DN 100 v případě, že není možný povrchový přítok



LIST OPATŘENÍ Č. 6

Vhodnost opatření ve vztahu k mapě potenciálního vsaku

Mapa potenciálního vsaku byla vytvořena jako varianta pro infiltraci srážkových vod nesaturovanou zónou horninového prostředí (nad hladinou podzemní vody), odvozená z mapy zranitelnosti podzemních vod - momentu horninového prostředí (vzniklé za podpory projektu NAZV QH 82096 a VZ MZE 0002704902). Horninové prostředí bylo kategorizováno z pohledu propustnosti horninového prostředí (kód infiltrace 1,2,3), výšky hladiny podzemní vody (kód infiltrace 4) a nebezpečí prosedání (kód infiltrace 5).

Opatření typu vsakovací šachta je vhodné použít v územích kategorizovaných 1 a 2, v plochách kategorizovaných jako plochy s nízkým až velmi nízkým potenciálem vsaku (3) jde o podmíněně vhodné opatření vzhledem k nízkému koeficientu vsaku. Pro kategorie 4 a 5 je opatření nevhodné, z hlediska výšky hladiny podzemní vody (4) nebo z hlediska porušení stability území, která může být ohrožena prosedáním spraší (5).

Vždy je třeba řešit otázku, kam vsakovaná voda bude odtékat.

Opatření může zhoršovat hydrologické podmínky lokality z důvodu vysoušení okolí prvku v důsledku drenážního efektu pro nesaturovanou zónu – šachta má násobně vyšší propustnost než její okolí!

Vhodnost podle kategorií mapy

Určení charakteristiky potenciálního vsaku na základě upravené mapy zranitelnosti horninového prostředí

Barevné vyjádření	Kód vsaku	Charakteristika potenciálního vsaku	Vhodnost opatření
	0	bez informací	není možné posoudit
	1	vysoká až velmi vysoká	vhodné
	2	střední	vhodné
	3	nízká až velmi nízká	podmíněně vhodné
	4	sedimenty nivy	nevhodné – vysoká hladina podzemní vody, nebude zachován 1 m nesaturované zóny
	5	spraše	nevhodné – reálně hrozí prosedání spraší



LIST OPATŘENÍ Č. 7

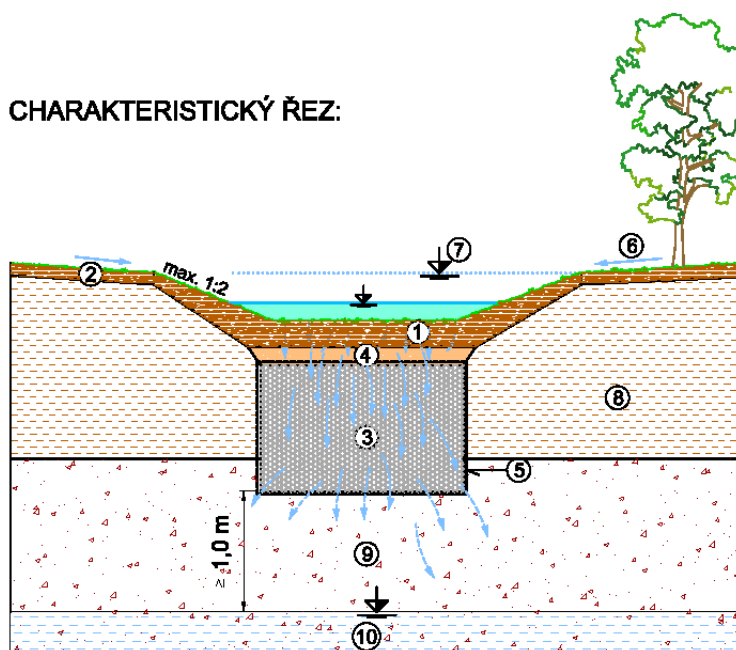
Název:	Vsakovací průleh – rýha (rýha tvořená štěrkem nebo zasakovacími bloky)
Základní charakteristika a zatřídění: Opatření pro podzemní vsakování, kombinace technického a přírodě blízkého opatření	
Popis opatření: Jedná se o kombinaci opatření povrchového zasakování v průlehu (list opatření č. 3) a podzemního zasakování přes štěrkové lože nebo zasakovací bloky (list opatření č. 4 a 5). Srážková voda je v tomto případě zachycena v zasakovacím průlehu a přes půdní profil je zasáknuta do podzemního kolektoru tvořeného technickým opatřením typu zasakovacího bloku nebo výplní pórovitým materiálem (štěrkem). Tímto způsobem je zajištěno dostatečné předčištění vody před vstupem do podzemní části, navíc se zde uplatňují přírodě blízké prvky na povrchu terénu, které je možné doplnit i o výsadbu okrasných rostlin, keřů nebo stromů a snáze tím opatření začlenit do sídelní zeleně. V případě, že prvek tvoří součást systému hospodaření s dešťovou vodou a umožní-li to místní poměry, je vhodné objekty vybavit bezpečnostním přelivem (regulací odtoku), který zajistí při dosažení návrhové kapacity bezpečné odvedení vody mimo zastavěné území – například do recipientu, dešťové kanalizace nebo navazující retenční nádrže. Využití je vhodné v případech, kdy je k dispozici dostatečně velká plocha pro povrchové zasakování vody, ale zároveň je při povrchu menší propustnost horninového podloží a je třeba počítat s delší dobou zdržení vody a potřebou většího akumulacího objemu. Výhodou tohoto typu opatření je zvýšený retenční objem, tvořený jak povrchovou částí, tak i podzemní částí. Zároveň je při tomto způsobu zasakování zajištěna vhodná forma předčištění před vstupem do podzemního prvku. Nevýhodou jsou vyšší investiční náklady, větší zábor pozemků pro realizaci opatření a zhoršená možnost čištění podzemního prvku, taktéž hrozí vysoušení nadloží v blízkosti vsakovacího zařízení.	
Vhodnost využití v urbanizovaných územích: Opatření typu průleh – rýha je vhodné pro decentrální způsob odvodnění zpevněných ploch, může být ale zařazeno i jako dílčí prvek centrálního způsobu odvodnění. Tento typ opatření je použitelný zejména pro pozemky, kde je dostatečný prostor pro jeho umístění, např. plochy sídelní zeleně, parky. Průleh může být zatravněný, osázený rostlinami a keři, nebo vysypaný dobře propustným sypkým materiálem.	
Nároky na údržbu: • Pravidelná kontrola objektů pro přívod vody a odvod vody. • pravidelné kosení travního porostu (při dosažení výšky 100-150mm), včetně nezbytného odstranění pokosené trávy a spadaných nečistot nebo splavenin, případně jiná údržba nebo péče o povrch dle jeho charakteru. • Případné čištění a revize podzemních prvků, pokud to zvolený systém umožňuje.	
Analýza nákladů stavebních prací (v Kč bez DPH):	Charakteristická jednotka – m ³ celkového retenčního objemu. Jednotková cena 4 400–12 400 Kč/m ³ celkového retenčního objemu (dle použitého typu podzemního prvku).



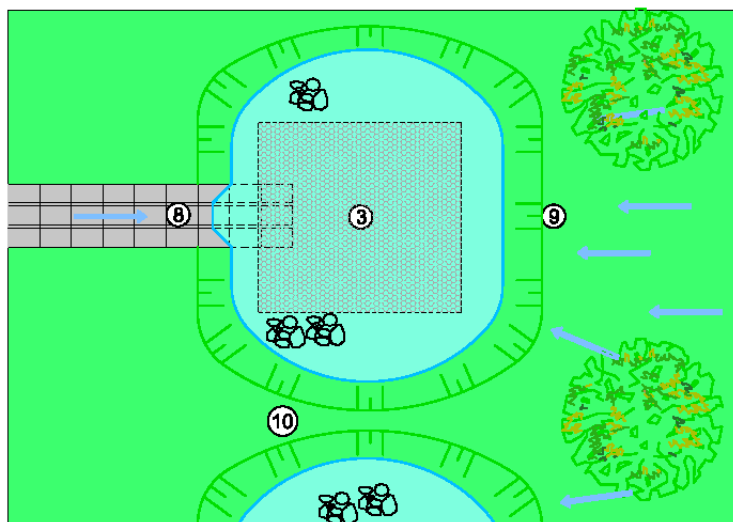
LIST OPATŘENÍ Č. 7

Grafická část – vsakovací průleh – rýha s povrchoвым vsakem

CHARAKTERISTICKÝ ŘEZ:



PŮDORYS:



LEGENDA:

- 1 - Zatravněná humusová vrstva průlehu; tl. $\geq 0,3$ m, $K \geq 1 \cdot 10^{-5}$ m/s
- 2 - Ohumusování, osetí; tl. $\approx 0,1$ m
- 3 - Retenční/vsakovací rýha (šlěrk 16/32 / prefabrikované bloky)
- 4 - Písčito-hlinitá vrstva tl. $\geq 0,1$ m, $K \geq 1 \cdot 10^{-4}$ m/s
- 5 - Geotextilie

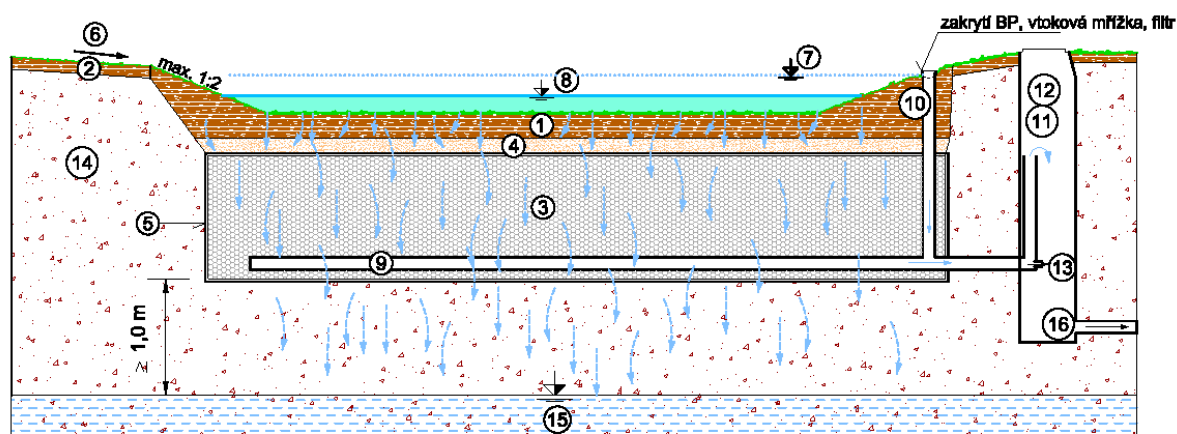
- 6 - Plošný povrchový přítok
- 7 - Max. retenční hladina; $h \leq 0,3$ m
- 8 - Nedostatečně propustné půdní a hominové prostředí
- 9 - Propustné půdní a hominové prostředí
- 10 - Max. hladina podzemní vody



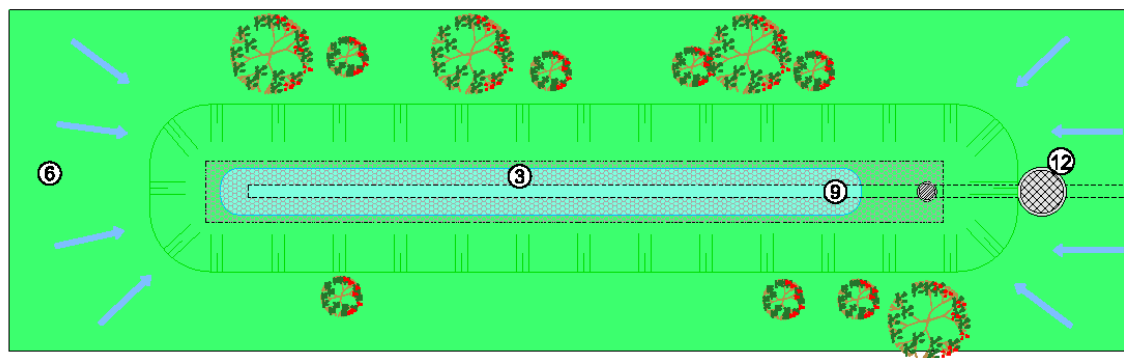
LIST OPATŘENÍ Č. 7

Grafická část – vsakovací průleh – rýha s regulovaným odtokem

CHARAKTERISTICKÝ ŘEZ:



PŮDORYS:



LEGENDA:

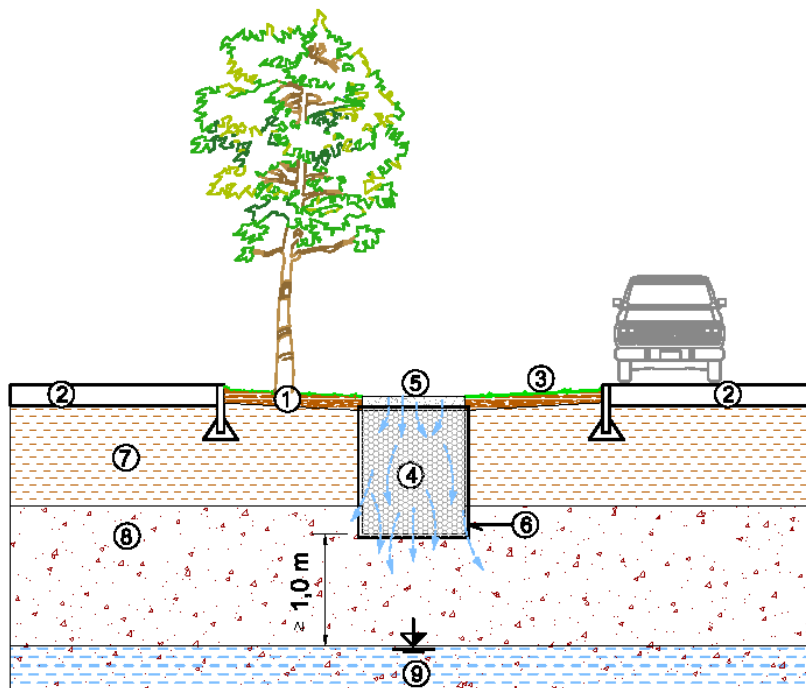
- | | |
|--|---|
| 1 - Zatravněná humusová vrstva průlehu; $t \geq 0,3$ m, $K \geq 1 \cdot 10^{-4}$ m/s | 9 - Drenážní odtokové potrubí |
| 2 - Ohumusování, osetí; $t \approx 0,1$ m | 10 - Bezpečnostní přeliv průlehu s filtrem |
| 3 - Retenční/vsakovací rýha (štěrk 16/32 mm/ prefabrikované bloky) | 11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



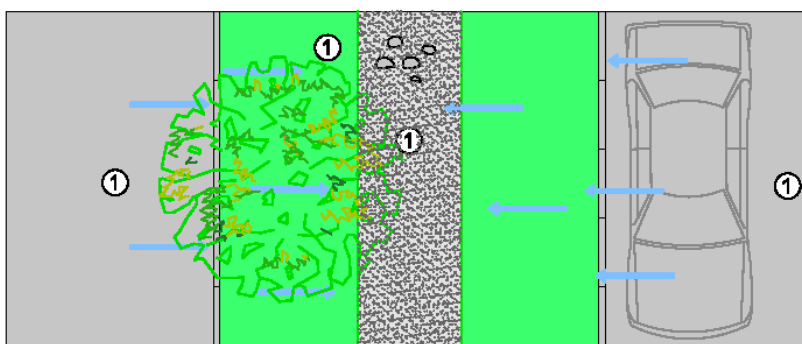
LIST OPATŘENÍ Č. 7

Grafická část- vsakovací průleh – rýha s plošným přítokem

CHARAKTERISTICKÝ ŘEZ:



PŮDORYS:



LEGENDA:

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



LIST OPATŘENÍ Č. 7

Vhodnost opatření ve vztahu k mapě potenciálního vsaku

Mapa potenciálního vsaku byla vytvořena jako varianta pro infiltraci srážkových vod nesaturovanou zónou horninového prostředí (nad hladinou podzemní vody), odvozená z mapy zranitelnosti podzemních vod - momentu horninového prostředí (vzniklé za podpory projektu NAZV QH 82096 a VZ MZE 0002704902). Horninové prostředí bylo kategorizováno z pohledu propustnosti horninového prostředí (kód infiltrace 1,2,3), výšky hladiny podzemní vody (kód infiltrace 4) a nebezpečí prosedání (kód infiltrace 5).

Opatření typu vsakovací průleh je vhodné použít v územích kategorizovaných 1 a 2, v plochách kategorizovaných jako plochy s nízkým až velmi nízkým potenciálem vsaku jde o podmíněně vhodné opatření vzhledem k nízkému koeficientu vsaku. Pro kategorie 4 a 5 je určující je hloubka průlehu, ať již z hlediska výšky hladiny podzemní vody (4) nebo hloubky aktivní zóny přirozeného vsaku (5).

Vždy je třeba řešit otázku, kam vsakovaná voda bude odtékat.

Opatření může zhoršovat hydrologické podmínky lokality z důvodu vysoušení okolí prvku v důsledku drenážního efektu pro nesaturovanou zónu – rýha má násobně vyšší propustnost než její okolí!

Vhodnost podle kategorií mapy

Určení charakteristiky potenciálního vsaku na základě upravené mapy zranitelnosti horninového prostředí

Barevné vyjádření	Kód vsaku	Charakteristika potenciálního vsaku	Vhodnost opatření
	0	bez informací	není možné posoudit
	1	vysoká až velmi vysoká	vhodné
	2	střední	vhodné
	3	nízká až velmi nízká	podmíněně vhodné
	4	sedimenty nivy	nevhodné při větší hloubce plochy vsaku – je nutné zachovat minimálně 1 m nesaturované zóny
	5	spraše	nevhodné – při hlubším založení rýhy hrozí prosednutí spraší



LIST OPATŘENÍ Č. 8

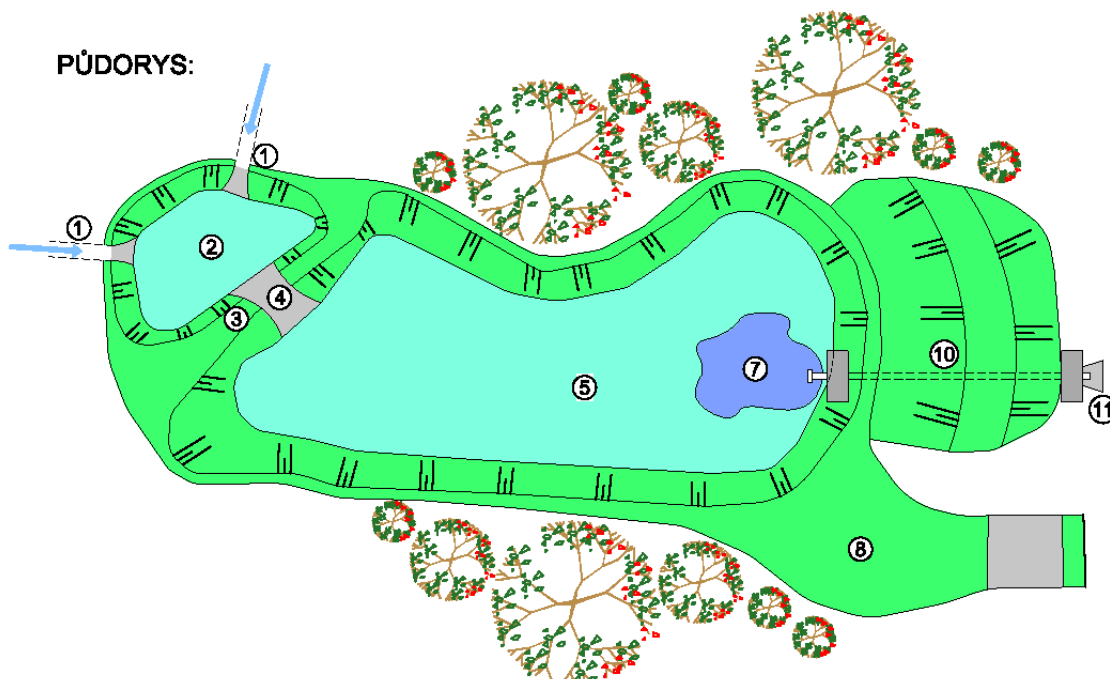
Název:	Retenční nádrže, umělé mokřady
Základní charakteristika a zatřídění: Opatření pro povrchové vsakování a retenci vody, přírodě blízké opatření	
Popis opatření: Retenční nádrže nejsou zpravidla konstruovány jako zasakovací zařízení. Jejich primární účel je především zachytit objem povodně způsobené srážkou a snížit maximální průtoky takto vzniklé povodně, a to na průtok, který dokáže níže ležící tok nebo kanalizace bezpečně převést. Vedle svého hlavního účelu mohou ovšem plnit i další funkce. V případě zcela suchých nádrží dochází po naplnění k zasakování vody do dna a břehů nádrže (pokud to umožňuje horninové prostředí a hladina spodní vody), čímž dochází k pozitivnímu ovlivnění hydrogeologických podmínek a dotaci vody do okolního horninového prostředí. Je nutné ale podotknout, že objem, který se takto vsákne, tvoří zpravidla pouze malý zlomek z celkového objemu povodňové vlny. Retenční nádrže také mohou plnit další funkce a to podle jejich konstrukčního řešení. V případě zadržení vody po povodni dochází k pozitivnímu zadržení vody v krajině a ovlivnění vláhových poměrů v blízkosti nádrže, vzniká tímto způsobem také zajímavý biotop pro některé živočichy a obojživelníky (periodicky zaplavované území). Je nutno však počítat s postupným úbytkem vody (zasakování do podloží, výpar) a to až do dalšího deště. Pokud je periodicky vzniklá vodní plocha pouze mělká a je podle místních možností doplňována stálým přítokem vody, vytváří se umělý mokřad, který opět může plnit vedlejší ekologické funkce (biotop pro obojživelníky a ptáky) a při dostatečně dlouhém zdržení vody může napomáhat čištění potenciálně znečištěných srážkových vod (princip kořenové čistírny). Navíc dochází k zvýšenému odpařování vody, čímž opět dochází k pozitivnímu ovlivňování klimatických poměrů v okolí nádrže.	
Vhodnost využití v urbanizovaných územích: Opatření typu retenční nádrže nebo mokřadu je opatření, které lze dobře využít v urbanizovaných územích, a to zejména jako dílčí prvek centrálního odvodnění. Je nutné počítat s tím, že takováto stavba potřebuje větší množství plochy pro realizaci. Často je možné se s takovými typy opatření setkat v blízkosti nově budovaných logistických hal nebo obchodních center na okrajích měst, kde je dostatek volného prostoru, případně podél páteřních komunikací. V menším měřítku jsou ale dobře využitelná i pro centrální části sídel, kde mohou být součástí sídelní zeleně a parků a mohou tvořit zajímavý prvek přírody.	
Nároky na údržbu: • Pravidelná kontrola nátoky i výtoky z nádrže, kontrola stability hráze a bezpečnostního objektu, kontrola dalších objektů nádrže (periodicky i po významných srážkových událostech). • Odstraňování zachycených plavenin a splavenin z nádrže. • Pravidelné kosení travního porostu (při dosažení výšky 100-150mm), včetně nezbytného odstranění pokosené trávy, prořezávka dřevin v okolí nádrže, případně jiná údržba nebo péče o povrch zátopy nádrže.	
Analýza nákladů stavebních prací (v Kč bez DPH):	Charakteristická jednotka – m ³ retenčního objemu vody. Jednotková cena 350–1500 Kč/m ³ retenčního objemu vody v nádrži (dle morfologie terénu – sypaná hráz/hloubená nádrž apod.). V případě velkých suchých nádrží může být cena významně nižší, jejich výstavba se však vzhledem k potřebnému prostoru v urbanizovaných územích již nepředpokládá.



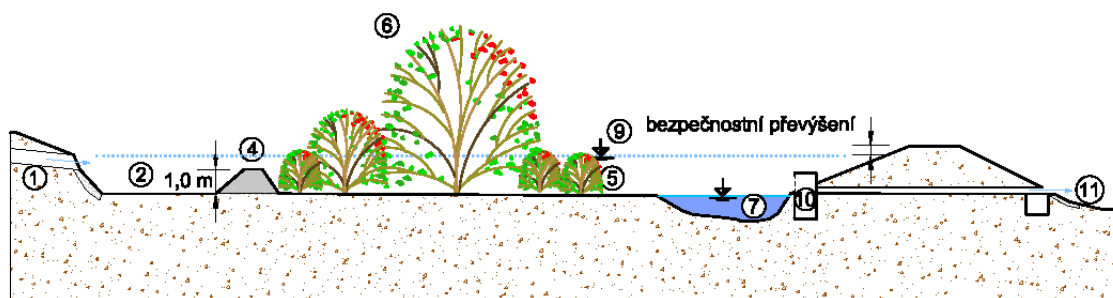
LIST OPATŘENÍ Č. 8

Grafická část – suchá retenční nádrž

PŮDORYS:



CHARAKTERISTICKÝ ŘEZ:



LEGENDA:

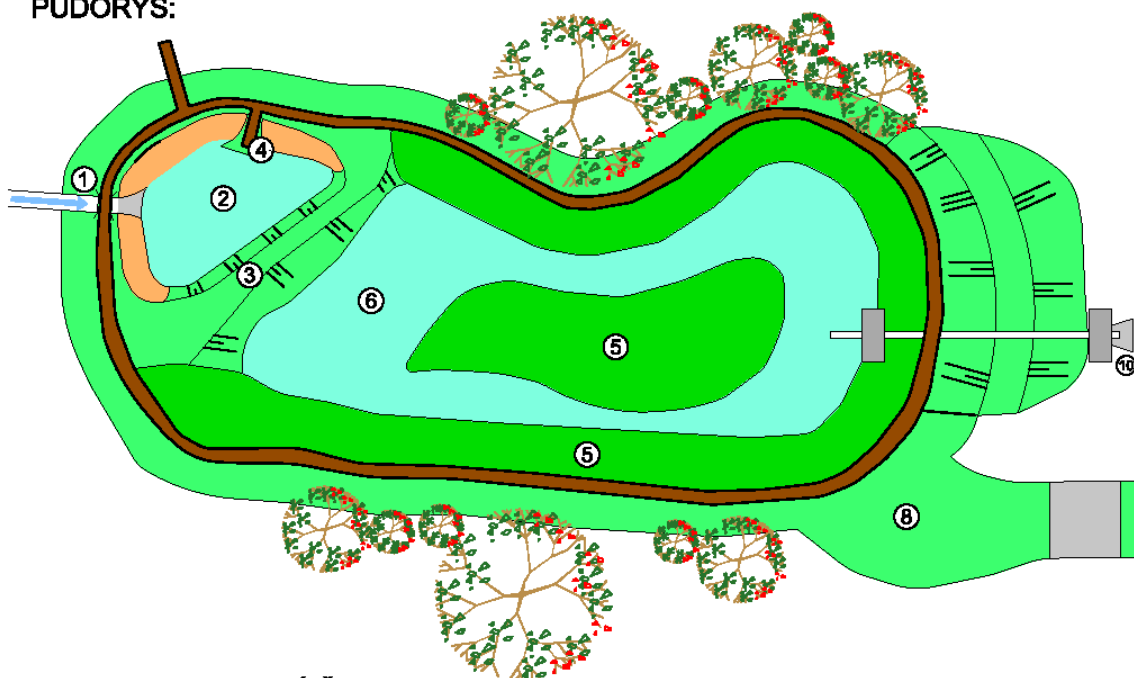
- 1 - Vtokový objekt s opevněním
- 2 - Část nádrže pro zachycení sedimentů
- 3 - Dělicí hrázka
- 4 - Přerostná dělicí hrázka
- 5 - Hlavní retenční prostor
- 6 - Ozelenění
- 7 - Prostor pro dlouhodobější zdržení vody (periodicky vysychající tůň, mokřad)
- 8 - Bezpečnostní přeliv
- 9 - Maximální retenční hladina
- 10 - Spodní regulovaná výpust'
- 11 - Výtokový objekt s opevněním



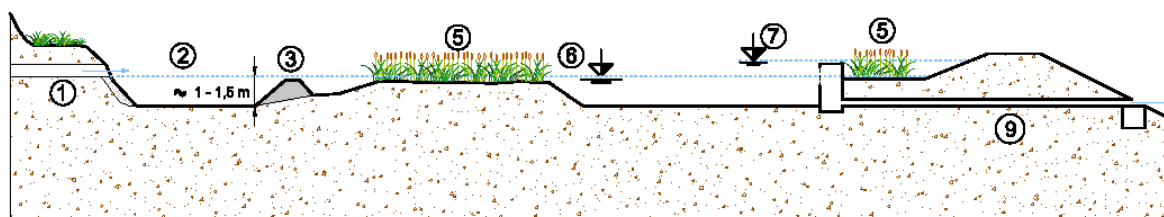
LIST OPATŘENÍ Č. 8

Grafická část – retenční nádrž s vytvořením umělého mokřadu v ploše nádrže

PŮDORYS:



CHARAKTERISTICKÝ ŘEZ:



LEGENDA:

- 1 - Vtokový objekt s opevněním
- 2 - Část nádrže pro zachycení sedimentů
- 3 - Přerostná dělící hrázka
- 4 - Vstup pro čištění nádrže
- 5 - Zóna emersní vegetace
- 6 - Hladina stálého nadržení (v případě zajištění stálého průtoku)
- 7 - Maximální retenční hladina
- 8 - Bezpečnostní přeliv
- 9 - Výpustné potrubí (regulace odtoku)
- 10 - Výtokový objekt s opevněním



LIST OPATŘENÍ Č. 8

Vhodnost opatření ve vztahu k mapě potenciálního vsaku

Mapa potenciálního vsaku byla vytvořena jako varianta pro infiltraci srážkových vod nesaturovanou zónou horninového prostředí (nad hladinou podzemní vody), odvozená z mapy zranitelnosti podzemních vod - momentu horninového prostředí (vzniklé za podpory projektu NAZV QH 82096 a VZ MZE 0002704902). Horninové prostředí bylo kategorizováno z pohledu propustnosti horninového prostředí (kód infiltrace 1,2,3), výšky hladiny podzemní vody (kód infiltrace 4) a nebezpečí prosedání (kód infiltrace 5).

Opatření typu retenční nádrže je vhodné použít prakticky ve všech definovaných a charakterizovaných plochách. Určující je hloubka nádrže, ať již z hlediska výšky hladiny podzemní vody (4) nebo hloubky aktivní zóny přirozeného vsaku (3).

Vhodnost podle kategorií mapy

Určení charakteristiky potenciálního vsaku na základě upravené mapy zranitelnosti horninového prostředí

Barevné vyjádření	Kód vsaku	Charakteristika potenciálního vsaku	Vhodnost opatření
	0	bez informací	není možné posoudit
	1	vysoká až velmi vysoká	vhodné
	2	střední	vhodné
	3	nízká až velmi nízká	vhodné
	4	sedimenty nivy	Vhodné – musí být zachován 1 m nesaturované zóny
	5	spraše	Vhodné – hloubka nádrže nesmí zasahovat pod aktivní zónu infiltrace



OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



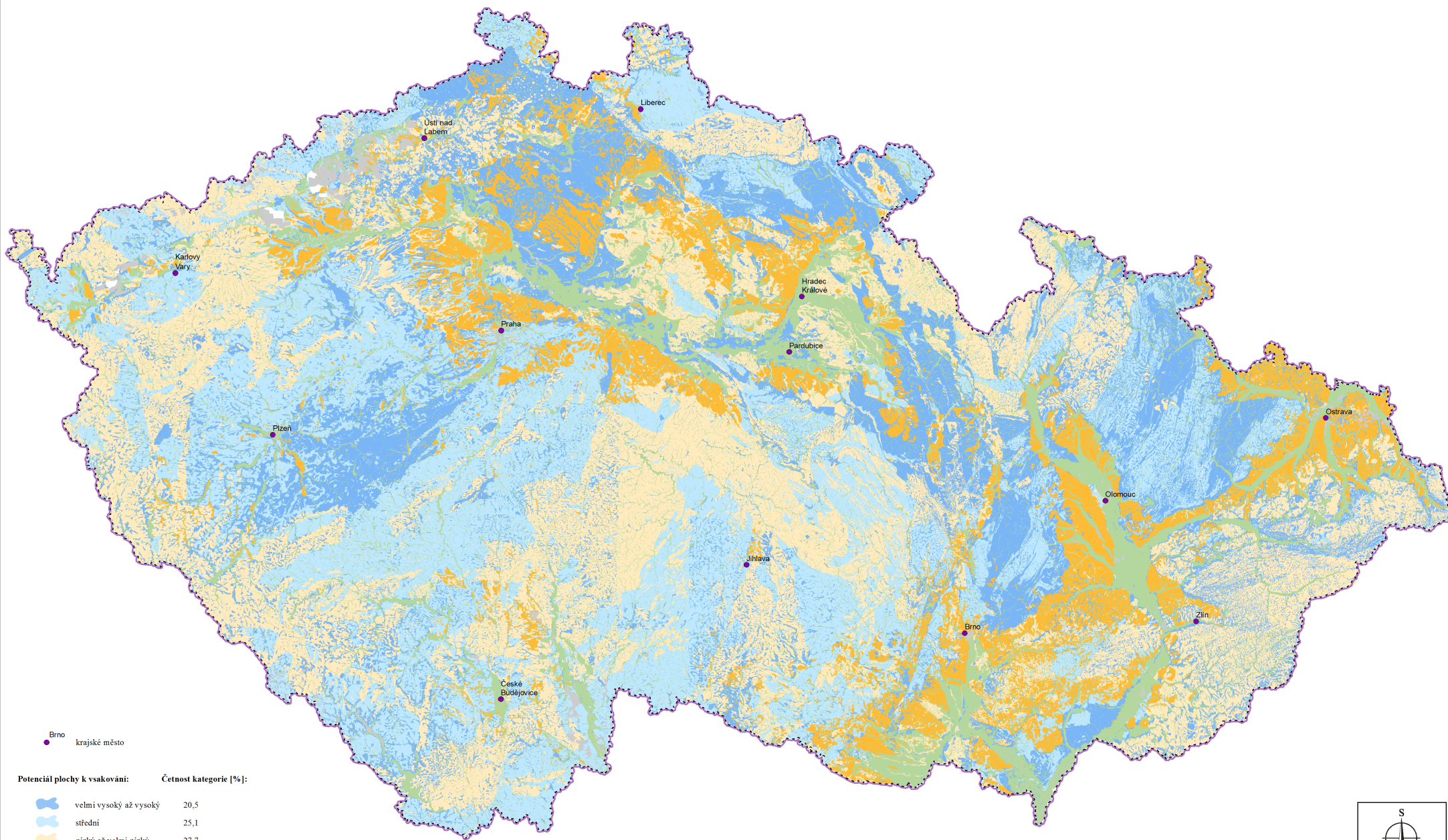
EVROPSKÁ UNIE
Fond soudržnosti

Pro vodu,
vzduch a přírodu

PŘÍLOHA č.2

Mapa potenciálu území k infiltraci (vsakování) srážkových vod do horninového prostředí

MAPA POTENCIÁLU ÚZEMÍ K INFILTRACI (VSAKOVÁNÍ) SRÁŽKOVÝCH VOD DO HORNINOVÉHO PROSTŘEDÍ



Brno
krajské město

Potenciál plochy k vsakování: Četnost kategorie [%]:

- velmi vysoký až vysoký
- střední
- nízký až velmi nízký

20,5

25,1

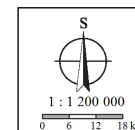
27,7

- nivy
- spráše
- nehodnoceno

15,5

10,2

1,1



GEOtest

GEOtest, a.s.
Šmahova 1244/112
627 00 Brno

Vytvořeno v roce 2015 spol. GEOtest, a.s. v prostředí ESRI ArcGIS 10. Podkladová data pro tvorbu vrstvy infiltrace tvořil výstup z projektu NAZV QH82096. K tvorbě podkladové mapy byly využity podklady České geologické služby, České zemědělské univerzity v Praze, Českého hydrometeorologického ústavu, Výzkumného ústavu vodohospodářského TGM, v.v.i. a Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy, v.v.i.



Evropská unie

Spolufinancováno z prostředků Fondu soudržnosti
v rámci Technické pomoci Operačního programu Životní
prostředí.

Ministerstvo životního prostředí

Státní fond životního prostředí České republiky

www.opzp.cz

zelená linka 800 260 500

dotazy@sfzp.cz