

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

**KATEDRA VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ A ENVIRONMENTÁLNÍHO
MODELOVÁNÍ**

**Problematika hospodaření s dešťovou vodou ve městě
Lovosice**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Petra Sychová, Ph.D.

Diplomant: Bc. Pavla Kovalovská

Březen 2020

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Pavla Kovalovská

Krajinné inženýrství

Regionální environmentální správa

Název práce

Problematika hospodaření s dešťovou vodou ve městě Lovosice

Název anglicky

Rainwater management in Lovosice

Cíle práce

Předmětem diplomové práce je rozbor problematiky hospodaření s dešťovými vodami s ohledem na principy trvale udržitelného rozvoje. Cílem práce je charakteristika systému hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaném území. Konkrétně je vyhodnocen stávající stav a potenciální možnosti hospodaření s dešťovými vodami na modelové lokalitě ve městě Lovosice.

Metodika

- literární rešerše dotčené problematiky
- výběr vhodné studijní lokality
- posouzení konkrétního návrhu HDV
- zhodnocení zjištěných informací
- obecné shrnutí

Doporučený rozsah práce

Dle metodických pokynů pro zpracování DP

Klíčová slova

dešťové vody, urbanizované povodí, hospodaření s dešťovými vodami

Doporučené zdroje informací

- Hlavínek, P., Prax, P., Sklenářová, T., Dvořáková, D., Polášková, K., Kubík, J., Hlušík, P., Beránek, J., 2007: Hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaném území. Brno: Ardec s.r.o., 164 s.
- Krejčí, V., Gujer, W., Hlavínek, P., Zeman, E., 2002: Odvodnění urbanizovaných území: koncepční přístup. Brno: NOEL 2000, 562 s.
- Novak, C.A., Giesen G.E.V., Debusk, K.M., 2014: Designing rainwater harvesting systems: integrating rainwater into building systems. Hoboken: Wiley, 294 p.

Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Petra Sychová, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 4. 3. 2020

doc. Ing. Martin Hanel, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 4. 3. 2020

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 13. 03. 2020

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: Problematika hospodaření s dešťovou vodou ve městě Lovosice vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědoma, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědoma, že odevzdáním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Litoměřicích 23. 03. 2020

Poděkování

Děkuji Ing. Petře Sychové, Ph.D. za odborné vedení práce, za vstřícnost a laskavost během celého procesu jejího vzniku. Dále děkuji všem, kteří mi byli po tuto dobu oporou.

V Litoměřicích 23. 3. 2020

Abstrakt

Tato diplomová práce řeší problematiku zadržetí srážkové vody v místě jejího dopadu v urbanizované oblasti města Lovosice. Teoretická část popisuje stávající kanalizační systém jednotné kanalizace a nakládání se srážkovou vodou. Praktická část se zabývá koncepcí moderního odvodnění v době klimatických změn. Navržená řešení odvodnění jsou v souladu s legislativou a limity zájmového území. Cílem práce je zachycení srážkové vody a zajistit opatření blízké přírodě, které navrátí vodu do přirozeného koloběhu. Výběrem vhodné technologie pro hospodaření s dešťovou vodou dojde k odlehčení kanalizačního systému a čistírny odpadních vod v době srážkových událostí.

Klíčová slova: hospodaření s dešťovými vodami, odvodnění, srážková voda, vsakování, retence.

Abstract

This diploma thesis deals with the issue of rainfall water detention at the point of its landing in the urbanized area of Lovosice. The theoretical part describes the existing sewerage system of unified sewerage and rainfall water management. The practical part deals with the modern drainage concept in the times of climate change. The drainage solutions proposed comply with the legislation and the limits of the area of interest. The goal of this work is to capture rainfall water and to provide measures close to nature, which will return water to the natural cycle. By selecting a suitable technology for rainfall water management, the sewerage system and water purification plant will be relieved at the time of precipitation events.

Key words: rainfall water management, drainage, rainfall water, infiltration, retention.

Úvod

Koloběh vody je v přírodě dán určitými zákonitostmi a tento cyklus je velmi citlivý na jakoukoliv změnu, která v krajině proběhne. Obydlená území vnikala poblíž vody, na březích či soutocích řek. Česká republika a střední Evropa má jediný zdroj pouze srážky a přes hranice tří úmoří se veškerá voda dostává pryč. Roční úhrny srážek se za posledních padesát let sice nemění, ale co se začíná lišit, je rozložení srážek v roce a jejich intenzita. Období sucha se prodlužuje a následuje výraznější období srážek, což je problém. Rychlost odtoku je dána přírodními poměry, ale také antropogenními poměry a hlavně existence zpevněných ploch. Veškerými zdroji vody jsou tedy atmosférické srážky a prameny. Ovšem vydatnost pramenů také závisí na množství srážek. A proto si dlouhodobá změna vyžaduje zvýšenou pozornost.

Voda totiž ovlivňuje teplotu, vlhkost, prašnost, klima a ovzduší. To vše zlepšuje celkové mikroklima města. Vnímáme ji nejenom smysly, ale také podprahově, aniž bychom si to nějak více uvědomovali. Její přítomnost má nemalý vliv na celkovou pohodu člověka a na jeho život a zdraví. S tím je spojeno upravování veřejných prostranství, vysazování stromů ve městech, přibývají kašny a fontány. Rozšiřování zpevněných ploch ve městech může i za špatné hospodaření s dešťovou vodou (HDV). Obě tato umělá prostředí jsou nepropustná, takže dešťová voda pouze steče po jejich povrchu a vchází do kanalizační sítě. Města nehospodaří s dešťovou vodou rozumně a v nejrychlejší době ji odvádí kanalizace. Tím se vyhnou lokálním povodním, jde o krátkodobé a nikoliv rozumné řešení. U městského odvodnění ale neexistuje jednoduché řešení. Buď se můžou dál utrácet velké částky na udržování a rozšiřování stávajícího systému, nebo postupně zavádět decentralizovaná řešení (např. prvky hospodaření s dešťovou vodou – HDV). Došlo k velkému posunu ve vnímání dešťové vody. Dříve se mluvilo o její likvidaci, poté o nakládání a dnes už se vyjadřujeme o hospodaření. Zvyšuje se povědomí veřejnosti, architektů, a dokonce i studentů. Některé profese jsou však stále rigidní a k vodě přistupují jako k odpadu. Stavitelé a odborníci pečující o městskou zeleň nechtějí opustit zažitě způsoby a trvají třeba na stavbě obrubníků, které dešťovou vodu pouze blokují. V dnešní době máme unikátní možnost zvyšovat udržitelnost systému decentralizovanými prvky. O to víc je důležité čerpat inspiraci v zahraničí, kde už podobné systémy s úspěchem fungují a umožňují získat optimistický výhled do budoucna.

Obsah

Úvod	1
1 Klima	3
2 Vývoj srážek v ČR	5
3 ČOV při srážkové události	6
4 Hospodaření s dešťovou vodou v ČR	7
4.1 Konvenční přístup HDV	7
4.2 Moderní přístup HDV	8
5 Opatření proti vstupu dešťových vod do jednotné kanalizace	9
6 Technická řešení uplatňující HDV	10
6.1 HDV v zahraničí	11
7 Infiltrace	13
8 Metodika vsakování	15
8.1 Geologické a hydrogeologické podmínky pro zasakování	15
8.2 Kvalita vody pro vsak	19
9 Legislativa a dotace pro HDV	20
9.1 Zákony a vyhlášky	20
9.2 Vyhlášky	21
9.3 Dotace „Velká dešťovka“	23
10 Technické předpisy a zásady dimenzování objektů HDV	24
11 Dokumentace území	26
11.1 Politika územního rozvoje ČR	26
11.2 Strategický plán rozvoje města Lovosice 2014-2020	27
11.3 Územní plán města Lovosice	28
12 Zájmové území pro studii	30
12.1 Vodohospodářská infrastruktura města Lovosice	30
12.2 Horninové prostředí a geologie Lovosicka	31
12.3 Množství srážek	33
12.4 Odvodněné plochy	34
12.5 Varianty řešení v zájmovém území	35
12.6 Charakteristika vsakovacího systému	35
12.7 Lokální podmínky a prostorové uspořádání	39
13 Výsledky	40
14 Diskuze	40

15	Závěr	41
16	Přehled literatury a použité zdroje.....	43
17	Seznam tabulek.....	48
18	Přílohy	48

1 Klima

Dopad na hydrologický cyklus má zrychlení procesu globálních klimatických změn. Pro Českou republiku je největším zdrojem vody voda podzemní. Jelikož se náš stát nachází na takzvané „střeše Evropy“, jsme závislí na srážkové vodě. Zásoby podzemních vod ČR nejsou v porovnání s dalšími státy Evropy nijak velké. V ČR sice ani v budoucnu nečekáme výrazné výkyvy v ročním úhrnu srážek, jejich rozložení a intenzita však bude nabývat změn. Lze očekávat intenzivnější srážky a delší suchá období (Daňhela et al, 2016). Stav podzemních vod však nemusí být ovlivněn jen ročním cyklem srážek. Vrty, které jsou mělké, ovlivňovány budou. S vyšší teplotou během zimních měsíců totiž bude zanikat zásoba vody ze sněhu a poroste výpar. Tím dojde ke zhoršení podmínek pro doplňování podzemních vod (Daňhela et al, 2016). V urbanizovaných územích se s problémy spojenými s odvodňováním dešťové vody setkáváme relativně často. Jsou jimi především povodně, které se objeví bez možnosti včasného informování obyvatel zvláště při přívalových deštích. Jsou způsobeny buď překročením kapacity stokové sítě, nepostačující kapacitou uličních vpustí do odvodňovacího systému či absencí zpětných klapek kanalizačních přípojek. V ohrožení je zdraví obyvatel a dochází ke škodám na majetku (zatopené sklepy, domy, stanice metra, ohrožení na pozemních komunikacích, škody na samotných stokových sítích atd. (Stránský, 2012).

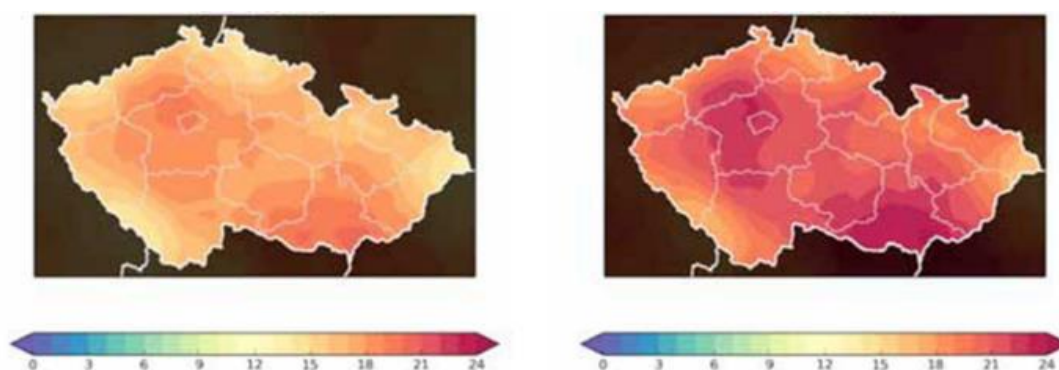
V ekologii často zmiňovaný teplotně extrémní rok 2003 (Rebetez et al, 2006) nebyl jako celek výjimečně teplý (s průměrem 7,6 °C), ale v rámci tohoto roku byl extrémně teplý počátek léta - květen a červen (15,1 °C respektive 15,5 °C). Jednalo se o prvý rok s takto teplým letním obdobím, ještě vyšší průměrné letní teploty byly zaznamenány v posledním roce 2018. Z klimatických modelů vyplývá, že do budoucna budou teploty vzduchu narůstat a přibude období beze srážek. Obr. 1 zobrazuje simulaci na období roku 2015 – 2039 a 2040 – 2060. Suchem je zde označována doba, kdy denní srážky po minimálně 5 dní budou menší než 1 mm (MŽP, 2015).

Vodu vnímáme nejen smyslově, ale i podprahově cítíme teplotu, klima, obsah prachu a kvalitu ovzduší. Uvědomujeme si její přítomnost a vliv na celkovou pohodu člověka. Ke zlepšení celkového mikroklima měst, přispívá úprava veřejných prostranství, vysazování zeleně se zapojením vodních prvků. Ke snížení dopadu sucha využíváme decentrální systém odvodnění a navracíme vodu zpět do intravilánu. Voda se stane součástí veřejného prostoru a dotváří celkový vzhled díky architektonickým prvkům.

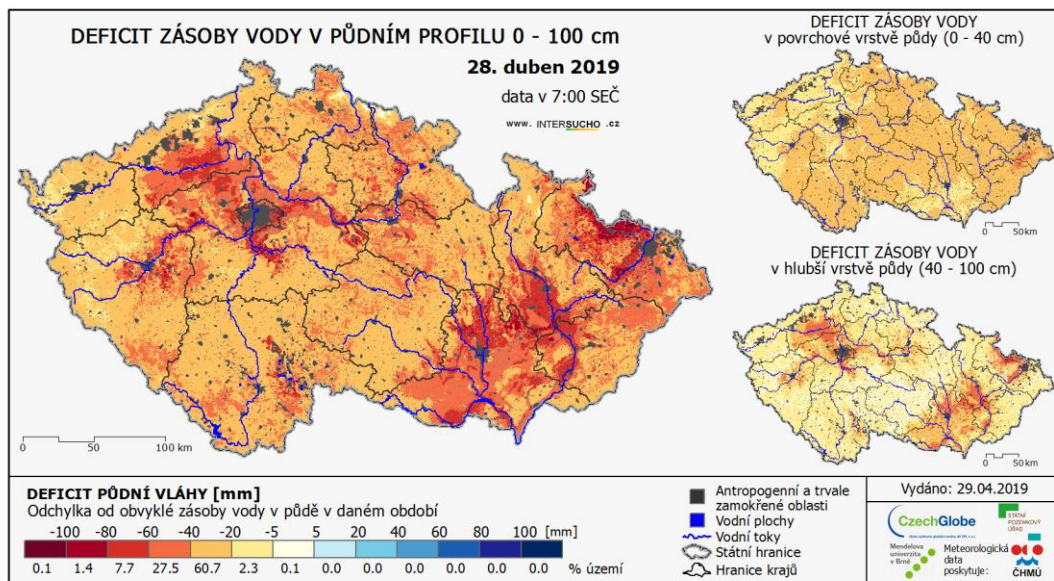
V současné době je problematika sucha a nedostatku vody částečně řešena v Plánech dílčích povodí (PDP), ani v plánech však nejsou sucho a nedostatek vody jednotně definovány. Zároveň není jednotná ani kategorizace sucha. Je možné rozlišovat sucho klimatické, půdní, zemědělské a hydrologické, meteorologické, a socio-ekonomické. Z obrázku č. 2 vidíme, že v současné době již některé regiony ČR (zejména Jižní Morava, Rakovnicko) trpí obdobími nedostatku vody, přičemž se důsledky těchto jevů nepřímo odráží také v zemědělské produkci a vzniká tak riziko sucha. Typickým prvkem vodního režimu je malá rozkolísanost stavu hladiny podzemní vody a sucho v jakékoliv podobě se na nedostatku vody pro krytí potřeb obyvatelstva obvykle neprojevuje. Z hlediska dopadů vlivu sucha na zásobování obyvatelstva vodou se proto jedná o území s nejnižší mírou zranitelnosti (Eagri, online).

Období 2015 – 2039

Období 2040 - 2060



Obr. 1: Simulované epizody sucha, $R < 1$ mm déle než 5 dní (MŽP, 2015)



Obr. 2 : Deficit ke dni 29.4.2019 (Intersucho.cz, online 2019)

2 Vývoj srážek v ČR

Kombinace průměrné roční srážky v Česku za období 1961–1970 a 2011–2018 ukazuje, že novější období je mírně sušší, ale rozdíl není nijak výrazný. Potvrzuje se očekávání klimatologů, že se ve střední Evropě celkové úhrny srážek významně nemění. Rozdíly jsou patrné i regionálně. Ve spojení s vyšší teplotou však i tyto malé změny v úhrnech znamenají chybějící vodu v krajině, protože se postupně zvyšuje výpar (Tolasz, 2019).

Za celé sledované období byl průměrný roční úhrn srážek 672 mm.

Průměrný roční vzestup úhrnů srážek počítaný za celé období 1961-2018 byl pouze 0,262 mm/rok, což je díky posledním suchým letům výrazně nižší hodnota oproti výsledku předchozího zpracování pro období do roku 2012 (Matějka, 2013). Roční úhrny srážek se za období od roku 1961 měnily jen málo, jejich nárůst byl statisticky nevýznamný. Dosud posledním extrémně srážkově nadprůměrným rokem byl rok 2010.

Zimní vzestup úhrnů srážek byl pozorován v lednu. V únoru a březnu pozorujeme pouze malé změny srážek. Březnové srážky před rokem 1980 byly velmi vyrovnané. V dubnu je zřetelný pokles srážek. Takový pokles i v květnu a v červnu. Naopak v

červenci je vidět vzestup úhrnů. Srpnové úhrny srážek se prakticky nemění. Naopak vlhčí je podzimní období (září až říjen). Z hlediska statistického nebyla změna srážkových úhrnů signifikantní v jakémkoli měsíci. Potřebné je všimnout si extrémně vysokých úhrnů srážek. Zimní extrémy byly zaznamenány v letech 1974, 1976. Jarní období nemívá vyšší úhrny srážek - extrémy byly v březnu v roce 1965 a 2000. Následovaly extrémní úhrny během vegetační sezóny: v květnu v letech 1965, 1997, 2010, 2013. Celkově tedy zimní extrémy (prosinec až únor) se vyskytly v 70. letech minulého století. Jarně-letní (březen až srpen) extrémně vysoké srážkové úhrny byly pozorovány od roku 1997. 80. léta až polovina 90. let 20. století se vyznačovaly vyrovnanými či nižšími srážkovými úhrny. S výskytem extrémních srážek by měl souviset i výskyt povodní. Je zajímavé, že frekvence povodní na Vltavě a na Labi byla minimální v 60. letech 20. století (Kyselý et al, 2008) a současně v tomto období není výše zmiňován výskyt extrémně vysokých letních srážkových úhrnů. Současně se však povodňová aktivita zvyšovala od 70. let s maximem na přelomu 70. a 80. let. Další útlum zřejmě souvisí též s funkcí vybudované přehradní kaskády.

Obdobně jako vysoké srážkové úhrny je pro analýzu podstatný též výskyt suchých period, které byly popsány v práci (Tremli, 2011) za období od roku 1875. Úhrn srážek v roce 2019 byl dosud vyšší oproti výše popsaným trendům v lednu (64 mm) a v květnu (91 mm). Únor (31 mm), březen (48 mm) a duben (25 mm) z popsaného trendu nevybočovaly nebo byly s mírně nižšími úhrny.

3 ČOV při srážkové události

V jednotném kanalizačním systému je většina ČOV navrhována na čištění jen části odpadních vod přitékajících při dešťových událostech (většinou dvojnásobku až čtyřnásobku bezdeštného průtoku). Volná kapacita čistírny je tedy poměrně malá, avšak maximální hydraulické zatížení může být dosaženo i při méně vydatných deštích nebo tání sněhových srážek. V průběhu deště se několikanásobně násobně zvyšuje množství shrabků a písku. Jeho nedostatečné odstraňování může ucpávat potrubí, poškodit čerpací techniku nebo se usazovat v aeračních nádržích. Při vysokém zatížení biologického stupně se může vypláchnout biomasa z aktivační do dosazovací nádrže, což může vést k úplnému odplavení suspendovaných látek do recipientu. Růst biomasy může být zpomalen poklesem teploty odpadní vody a dochází ke snížení usazování vloček kalu.

Rychlost proudění způsobuje zkratové proudy mezi přítokem do nádrže a odtahem vratného kalu. V dosazovací nádrži také dochází ke zpomalení tvorby vločkového mraku. Několikahodinový únik kalu z dosazovací nádrže na menších čistírnách může mít za následek několikadenní nárůst koncentrace rozpuštěných látek na odtoku z ČOV (Krejčí, 2002).

4 Hospodaření s dešťovou vodou v ČR

Dešťová voda, jež spadne na zem (v tomto stavu již můžeme mluvit o vodě povrchové) je v konvenčním odvodnění chápána jako problém. Tento problém se řeší tak, že se dešťová voda co nejrychlejší způsobem odvede kanalizační sítí pryč z urbanizovaného území. Starší a nejčastěji používanou kanalizační soustavou je jednotná stoková síť. Odpadní vody i vody dešťové jsou odváděny na čistírny odpadních vod jedním potrubím. Při tomto způsobu odvodnění jsou zvýšené prostorové nároky na profily kanalizačních stok. Tento systém ale není z dřívějšíka většinou dimenzován na intenzitu přívalových srážek, a proto může docházet k zahlcení systému a následně k lokálním záplavám. Přívalové srážky mají v současné době velkou intenzitu i častější periodicitu opakování. Další nevýhodou jednotné kanalizace je přílišné zatížení čistíren odpadních vod, pokud dojde k přívalovým srážkám. Aby nedocházelo k přetížení čistíren odpadních vod jsou přepady z čistíren odpadních vod zaústěny rovnou do vodních toků a ty jsou následně odpadní vodou z čistíren znečištěny. Proto se na stokových sítích budují odlehčovací komory. Odlehčovací komory však na vodních tocích vyvolávají hydraulické zatížení. Na odlehčovacích stokách se snížení zatížení řeší pomocí retenčních nádrží, které přepadům do toku bezpečně zabraňují. Jejich nevýhodou je velmi nákladná výstavba (Vacková, 2017; Vítek, 2008).

4.1 Konvenční přístup HDV

Dnes již opouštěný systém, spočíval v oddílné kanalizaci pro splaškovou a dešťovou odpadní vodu, kdy dešťová voda byla odváděna nejkratší cestou rovnou do vodního toku. Tento systém již přestává vyhovovat a jeho další používání by se stalo lidem nebezpečným z těchto důvodů:

- Rozvoj zástavby pokračuje rychleji a nestačí kapacita dešťové kanalizace a proto dochází k pravidelnému vyplavování sídel. Zvyšování kapacity kanalizační stoky je velmi nákladné.

- Posilování vodních zásob - jako jeden ze strategických cílů urbanismu - je nutné k zachování kvality životního prostředí. Voda v krajině působí jako stabilizátor. Na teplých místech se vypařuje a na chladných kondenzuje. Takto voda vyrovnává teploty v prostoru a čase. Zároveň předchází výskytu extrémních jevů, které vznikají kvůli rozdílům teplot v prostředí.
- Zkanalizovaná voda se nemůže dále účastnit malého vodního cyklu. To způsobuje úbytek vody v krajině a destabilizaci počasí. Místo pravidelných menších srážek pak můžeme pozorovat dlouhá období sucha a následné přívalové deště.

Zejména ekonomicky motivovaný důvod nedostatečných kanalizačních kapacit má zásluhu na proniknutí trendu hospodaření s dešťovou vodou do legislativy. Druhé dva důvody však můžeme považovat za závažnější. Lokality s porušeným malým vodním cyklem a bez vodních zásob (např. velká města) jsou v letních měsících velice náchylné k přehřívání právě z důvodu chybějící vody (Nehasil, online).

4.2 Moderní přístup HDV

Hospodaření s dešťovou vodou (HDV) způsobuje, že čisté a málo znečištěné vody nebudou odváděny do čistíren odpadních vod. Tím se zmírní zatížení čistíren a zvýší se jejich efektivita. Navíc bude umožněno používání stok s menším průřezem (Stránský, 2012). Hospodaření s dešťovou vodou je úzce spjato s městskou zelení, proto mnoho přínosů HDV je spojeno s posílením zelené infrastruktury ve městech.

Hospodaření s dešťovou vodou koexistuje se zelení. Větší výsadba stromů ve městech je sice spojena s jejich udržováním a kořeny stromů mohou negativně zasahovat do technické infrastruktury, avšak při jejich využití na stínění asfaltových povrchů alespoň z 20 % se prodlužuje životnost komunikací až o 10 %. Stromy také brzdí rychlost větru, což zabraňuje v chladných měsících vysokým tepelným ztrátám v budovách, které snižuje o 20 – 50 % (USDA Forest Service, 2009).

5 Opatření proti vstupu dešťových vod do jednotné kanalizace

Proti vniku dešťových vod do kanalizace se využívají opatření proveditelná přímo u zdroje. Na jednotné stokové síti jsou před ČOV vystavěny dešťové nádrže, které zachytávají odpadní vodu a po dešťovém odtoku je čerpána voda z této nádrže

na ČOV. Mají tedy funkci retenční a slouží ke zpomalení odtoku dešťové nebo směsné vody. Někde jsou zbudovány jen odlehčovací komory (OK) se stavebním opatřením za účelem zachycení určité části látkového znečištění. Dále je žádoucí minimalizovat dešťové vody v kanalizaci stejně jako balastní (Krejčí, 2002). V posledních letech je užívání dešťové vody, její retence, evapotranspirace a infiltrace mnohem významnějším faktorem v městském odvodnění (MO) než v minulosti. Vlivem nárůstu spotřeby pitné vody i výstavby zastavěných ploch v urbanizovaných povodích, tedy i zvětšení objemu a špičky dešťového odtoku, je dnes řešení soustředěno do užívání dešťové vody bez nároku na kvalitu pitné vody. Ta podporuje úsporu právě pitné vody a přispívá k ochraně vodních zdrojů. Jako účinné a ekonomicky výhodné řešení je přechod od centrálního odvádění dešťových vod k decentralizovanému systému. Při rozhodování o volbě možných opatření je nezbytné přihlídnout k ochraně vodních toků, podzemní vody a půdy před znečištěním. Musí být známy hydrogeologické podmínky pro infiltraci dešťové vody. Dalším faktorem je látkové znečištění dešťového odtoku a zájmy obyvatelstva (komfort odvodnění a zdravotní riziko) (Krejčí, 2002). V mnoha vyspělých zemích byl zahájen celospolečenský transformační proces s cílem změnit přístup k dešťové vodě. Po celém světě je instalována celá řada objektů pro retenci a infiltraci dešťové vody. Velká část z nich ale bohužel nesplňuje požadavky na funkčnost, estetičnost a snadné udržování a provozování. Tyto chyby jsou způsobeny zejména tím, že koncepce udržitelného hospodaření s dešťovými vodami vyžaduje komplexní mezioborový přístup (Vítek et al, 2015). Při návrhu optimálních řešení je nutná spolupráce investora, architekta nebo projektanta od tradičních řešení. Pokud se tak nestane, může být řešení HDV pro okolí i nebezpečné. V některých případech striktní dodržení požadavku v § 20 vyhlášky č. 501/2006 Sb. tj. vymezení stavebního pozemku tak, aby bylo vyřešeno přednostně vsakování, může ve výsledku znamenat nevhodné řešení HDV a následné problémy (Kuk, Vítek, 2017).

Příkladem prvků modro-zelené infrastruktury jsou zelené střechy nebo zelené stěny, které zvyšují energetickou efektivnost staveb, slouží jako přírodní chlazení a podporují zadržování vody. Mimo budovy, např. ve veřejných prostorech, na ulicích jsou to prvky jako prosakovací dlažba, zatravnovací tvárnice, travnaté pásy, průlehy, stromořadí nebo dešťové zahrady. Modrozelenou infrastrukturu (MZI) je možné použít vzhledem k přirozené retenční a absorpční schopnosti půdy a krajiny například pro snížení množství odtékající dešťové vody, která se dostává do kanalizační sítě a následně do jezer, řek a potoků. Zelené plochy také propůjčují charakter místům v kulturní a historické krajině a spoluutvářejí vzhled městských a příměstských oblastí, kde lidé žijí a pracují. Výzkum ukazuje, že řešení založená na zelené infrastruktuře jsou méně nákladná než šedá infrastruktura a poskytují širokou škálu vedlejších přínosů a širší životní prostředí. MZI může být uplatňována od úrovně jednotlivých pozemků až k úrovni celého urbanizovaného celku, ve stávající zástavbě i na rozvojových plochách. Územní plány s ní ovšem nepočítají. Tato skutečnost také komplikuje vymahatelnost aplikace MZI, neboť současná platná legislativa stanovuje obecně formulované požadavky na vymezení a využívání staveb, respektive jejich odvodnění, ale nestanovuje konkrétní parametry a kritéria, bez nichž je velmi složité na úrovni města vymáhat důsledné aplikování MZI. Pokud budou do územních plánů zanesena kritéria aplikace MZI, bude možné těžit z celospolečenského potenciálu, kterým MZI disponuje (viz tab. 1).

6 Technická řešení uplatňující HDV

Hospodaření s dešťovou vodou zahrnuje řadu prvků, které napomáhají k podpoře přírodně blízkého hydrologického cyklu. Hlavními principy jsou:

- infiltrace (vsakování srážkové vody do podloží),
- retence dešťové vody a regulované vypouštění do povrchových vod nebo, pokud je to nutné, do stokového systému,
- retence dešťové vody a její využití v místě vzniku.

Nejčastěji je použita kombinace různých prvků HDV v lokalitě. Důležitým opatřením je, aby bylo s dešťovou vodou nakládáno v místě vzniku a zároveň se snížila míra jejího znečištění (užití propustných a polopropustných povrchů, využití vody v budovách či na závlahu, vsakovací rýhy, šachty). Následným krokem jsou systémy společné pro více parcel – zaústění do retenčních nádrží a umělých mokřadů, regulované odvody vod do recipientu či do stokových sítí (Vasilevska, 2016).

VODA	HLAVNÍ PŘÍNOSY
<ul style="list-style-type: none"> • Podpora přirozeného vodního cyklu a vodních režimů • Zvýšení půdní vlhkosti a dotace podzemních vod 	<ul style="list-style-type: none"> • Ochrana kvality povrchových a podzemních vod proti znečištění z povrchového odtoku
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ	
<ul style="list-style-type: none"> • Zatraktivnění městského prostoru propojením vody a vegetace se zastavěnými plochami • Propojení stanovišť a ekosystémů • Posílení biodiverzity 	<ul style="list-style-type: none"> • Podpora přirozených stanovišť místních druhů rostlinstva a živočišstva • Ochrana obyvatel a majetku před lokálními povodněmi
OBYVATELSTVO	
<ul style="list-style-type: none"> • Posílení povědomí obyvatel o přínosech • HDV a pochopení srážkové vody jako cenného zdroje, ne jako hrozby 	<ul style="list-style-type: none"> • Posílení měst na změnu klimatu Zpříjemnění klimatu městského prostoru

Tabulka 1: Přehled přínosů MZI (www.susdrain.org , online)

6.1 HDV v zahraničí

V zahraničí se decentrální způsob odvodňování urbanizovaného území uplatňuje od 70. let 20. století. V různých státech světa se systémy liší svým označením. V Severní Americe můžeme najít označení Best Management Practices (BMPs), Low Impact Development (LID) nebo Stormwater Control Measures (SCMs). Pod názvem Sustainable Urban Drainage System (SuDS) jsou systémy odvodnění označovány ve Velké Británii, ve Francii pak Alternative Techniques (ATs). Nature Regenwasserbewirtschaftung nebo dezentrale Regenwasserbewirtschaftung jsou termíny pro přírodě blízké decentrální odvodnění v německy hovořících státech. V České republice se setkáváme s pojmem Hospodaření s dešťovou vodou (HDV) (Vítek a kol., 2015).

Hospodaření s dešťovou vodou se netýká pouze České republiky, ale i okolních států. Například ve Velké Británii, Německu, Švýcarsku či Nizozemí se koncepce hospodaření s dešťovými vodami uplatňuje stále více. Hospodaření s dešťovými vodami je ve Švýcarsku a v Německu již řadu let právně zakotveno. V mnoha výzkumných projektech a pracích byla dokázána použitelnost hospodaření s dešťovými vodami v praxi, a to i s mnoha ekonomickými a vodohospodářskými výhodami. Rakousko je také jednou ze zemí, kde se uplatňují velice dobře principy hospodaření s dešťovou vodou. Dobrým příkladem je hotel, který byl jako vůbec první přebudován na energeticky nulový dům ve Vídni, viz. obr. 3. Hotel využívá zelených střech. Na střeše přístavby, v části dvorku se nachází 145 m² intenzivní střešní zeleně a 140 m² extenzivní zeleně. Povrchy střech jsou využívány k zachycování dešťové vody a slouží zároveň k ochlazování vnějšího povrchu hotelu. Fasáda je pokryta zelení ukotvenou v zemi i ve zdi. Voda tak transpiruje hustým, plochým porostem rostlin a na vzduch okolního prostředí má citelný chladivý účinek. Hotel se skládá z několika budov a každá budova má nádrž na dešťovou vodu s kapacitou 10 000 l. Tato voda je pak užívána na zavlažování a pro toalety (www.pocitamesvodou.cz, 2017).

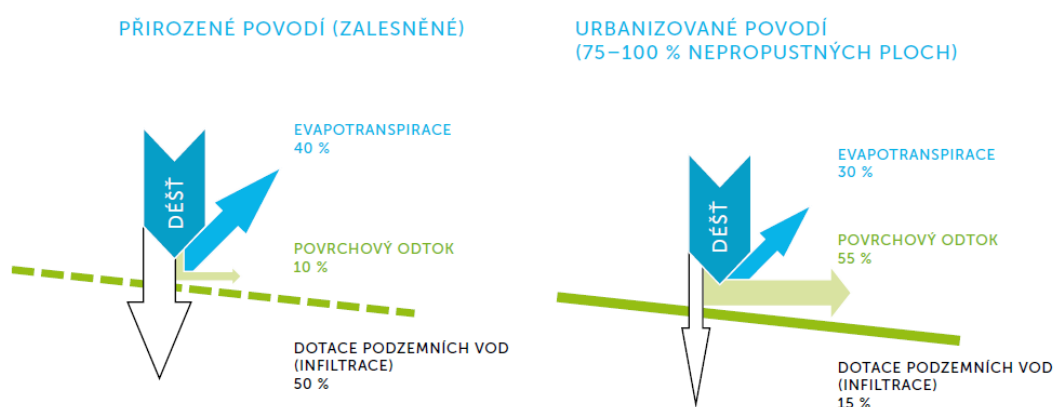


Obr. 3: Pohled z hotelu ve Vídni na zelený dvůr (www.pocitamesvodou.cz, 2017)

7 Infiltrace

Infiltrace znamená vsakování vody do zemin a propustných hornin. Spolu s kondenzací vodních par v zeminách se podílí na vzniku podzemní vody. Dělí se na přirozenou (voda z dešťových srážek a povrchových vod) a umělou (vsakování vyvolané umělým zaplavením území). K infiltraci dochází na propustných i nepropustných plochách, markantnější je však na nezpevněných plochách v extravilánu, kde tvoří podstatnou složku dešťového odtoku. Na nepropustných urbanizovaných plochách není většinou nejdůležitější složkou dešťového odtoku (Krejčí et al, 2002).

Infiltrace je součástí koloběhu vody, jedná se o vsakování vody do půdy a propustných hornin, viz. Obr. 4. Infiltrace se dělí na přirozenou a umělou. V povodích s přirozeným vegetačním krytem infiltruje až 50 % objemu srážkové vody dopadající na povrch území (z toho přibližně polovina dotuje kolektory podzemních vod), pouze 10 % reprezentuje povrchový odtok. V centrálních částech městských aglomerací tvoří povrchový odtok až 55 % objemu srážky (Paul, Mayer, 2001).



Obr. 4 Porovnání odtoku srážkových vod (Koniklec, 2015)

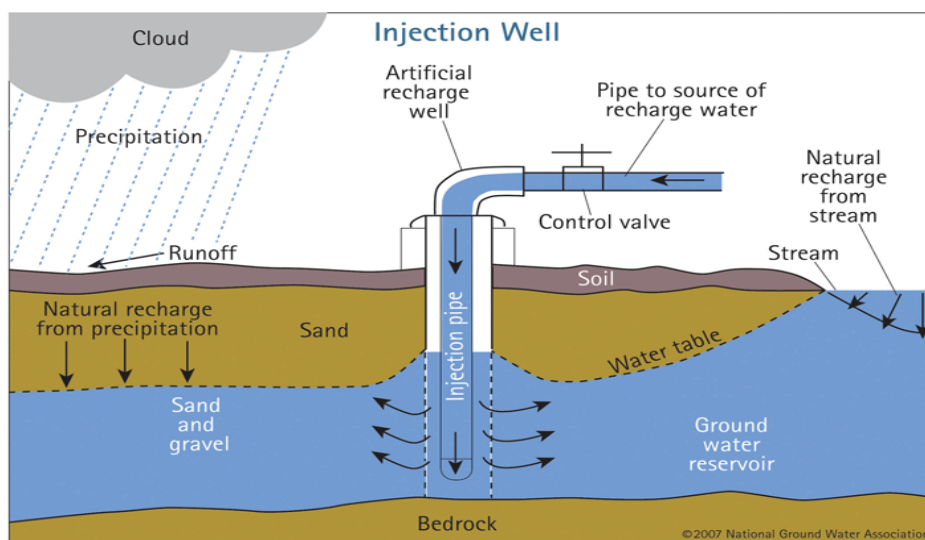
Přirozená infiltrace

Při přirozené infiltraci se vsakuje voda ze srážek, z povrchových vod nebo z roztátého sněhu. V případě vsakování z řek, rybníků či moří se jedná o infiltraci břehovou. Za umělou infiltraci se pak považuje vsakování vyvolané umělým zaplavením povrchu země.

Umělá infiltrace se využívá při získávání pitné vody, v České republice například v Káraném. Infiltrovaná voda se započítává mezi ztráty na povodí. Skutečnou míru infiltrace za určitý čas udává intenzita infiltrace. Potenciální intenzita infiltrace závisí na vlastnostech půdy. Pokud intenzita vstupu vody na povrch převyšuje potenciální infiltraci, je intenzita infiltrace rovna potenciální, v opačném případě se veškerá vstupující voda infiltruje. Celkové množství infiltrované vody se označuje jako kumulativní infiltrace.

Umělá infiltrace

Výběr vhodného místa je nezbytný a je značně podmíněn okolím a horninovým prostředím. Oblast musí mít dobrou akumulaci schopnost, horninové prostředí musí být dostatečně propustné. Místo umělé infiltrace musí být relativně čisté, nesmí se v okolí nacházet znečištění těžkými kovy ani ropnými látkami, protože umělá infiltrace je jeden ze způsobů čištění vody (Mihaljevič, Moldan, 2000). Např. pomocí vstřikovacího potrubí viz. obr. 5.



Obr. č. 5: Umělá infiltrace (National Ground Water Association, 2007)

8 Metodika vsakování

Volba odvodnění je rozhodnutí o příjemci dešťových vod na základě priorit. Příjemcem může být ovzduší, půdní a horninové prostředí, povrchová voda nebo jednotná kanalizace. Na stavebním pozemku v urbanizované oblasti by měl být podporován výpar z důvodu zachování příznivého mikroklimatu. Proveditelnost a přípustnost v oblasti, z nichž vyplyne technické řešení a případně čištění. Prioritou je vsakovat v místě spadnutí srážky, při nepropustnosti podloží kombinovat s retenčními objekty a regulovaným odtokem. Pokud není možná retence, je nutné srážkové vody odvádět regulovaně do jednotné kanalizace. Jednotlivé způsoby se kombinují i z důvodu případného zaústění bezpečnostních přelivů (ČSN 75 9011).

Základní podmínky a pravidla při volbě pro zasakování srážkových vod v urbanizovaných územích udává ČSN 75 9010 a ČSN 75 9011, jejichž dodržování musí být uplatňováno při navrhování těchto zařízení projektanty. Níže jsou uvedeny důležité technické zásady a kritéria, které je nezbytné při stanovení základní koncepce a rozhodují o výběru vhodného vsakovacího opatření, 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.

8.1 Geologické a hydrogeologické podmínky pro zasakování

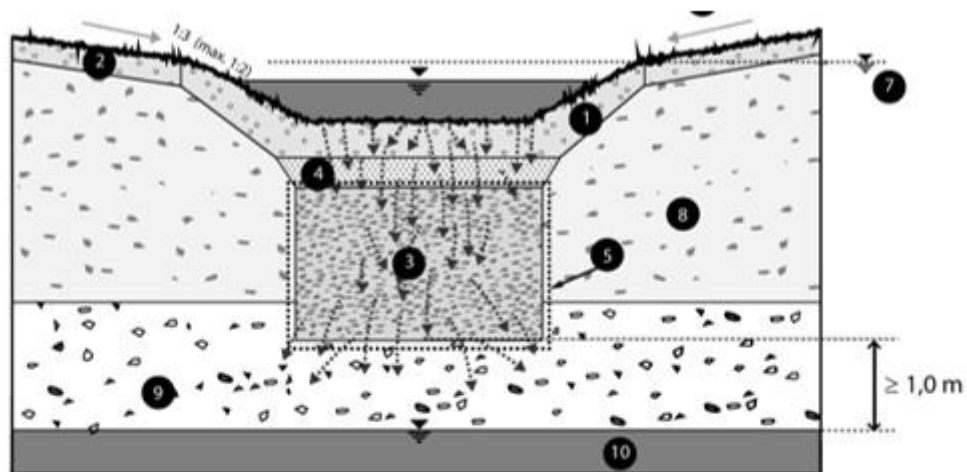
Při rozhodování o vhodném řešení vsakování (pomineme-li komplexní řešení hospodaření se srážkovými vodami v území) je prvním důležitým kritériem horninové prostředí, do kterého se mohou srážkové vody vsakovat. Před volbou typu vsakovacího zařízení a samotným návrhem konkrétního řešení je nezbytné

v příslušné lokalitě provést potřebné geologické a hydrogeologické průzkumy. Geologický, resp. hydrogeologický 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. Pro předběžné posouzení vhodnosti území pro zasakování je možné využít Mapu potenciálního vsaku pro území ČR. Tato mapa podává předběžnou informaci o možnostech vsakování srážkových vod z hlediska geologického a hydrogeologického prostředí, nenahrazuje ale regulérní hydrogeologický průzkum (MMR, 2019). Mapa byla zpracována jako nová aplikace dílčí vrstvy Syntetické mapy zranitelnosti podzemních vod. Nově kategorizována a reinterpretována byla vrstva horninového prostředí. Nová interpretace vycházela z principu, že horninové prostředí, které má nejvyšší riziko zranitelnosti podzemních vod je současně nejvhodnější pro vsakování. Naopak ty horniny, které mají nejnižší zranitelnost minimalizují možnost vsaku. Současné právní předpisy, zejména vyhláška č. 268/2009 Sb. a vyhláška č. 269/2009 Sb., upřednostňují řešit odvádění srážkových vod vsakováním. Pokud není vsakování možné, řeší se odvádění srážkových vod:

- do povrchových vod s regulovaným odtokem, a pokud to není možné,
- do jednotné kanalizace s regulovaným odtokem.

Objekty a zařízení pro vsakování srážkové vody lze rozčlenit např. podle způsobu vsakování:

- Vsakování z povrchu terénu např. rýhy - viz obr. 6
- Opatření pro podzemní vsakování – viz obr. 7
- Opatření kombinovaná s retenčním účinkem a výparem

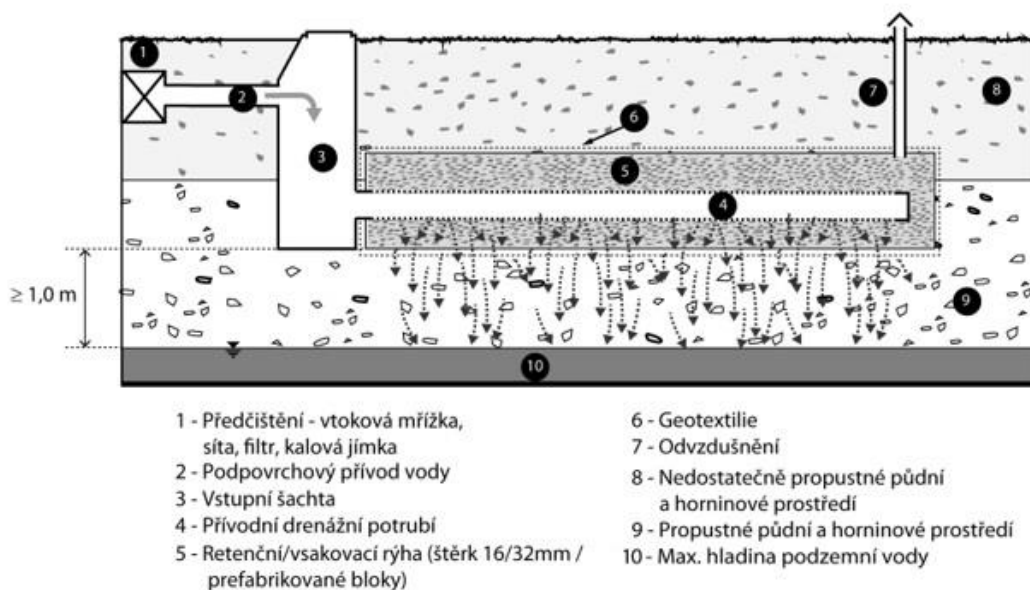


- | | |
|--|--|
| 1 - Zatravněná humusová vrstva průlehu; tl. $\geq 0,3$ m, $K \geq 1 \cdot 10^{-5}$ m/s | 5 - Geotextilie |
| 2 - Ohumusování, osetí; tl. $\approx 0,1$ m | 6 - Plošný povrchový přítok |
| 3 - Retenční/vsakovací rýha (štěrk 16/32mm / prefabrikované bloky) | 7 - Max. retenční hladina;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

Obr. 6 Průleh, rýha (Stránský et al, 2015)

Vsakování

Vsakování je proces infiltrace, kterým se pomocí vsakovacích zařízení dostává srážková voda do půdního profilu. U každé stavby musí být proveden hydrogeologický průzkum, který zhodnotí proveditelnost zařízení. Rychlost vody, která se vsákne za jednotku času [mm/s] ovlivňuje mnoho faktorů. Tyto faktory jsou například fyzikální charakteristiky půdy, vegetace, vlhkost půdy a intenzita srážky (ČSN 75 9011).



Obr. 7 Suchá retenční nádrž bez stálé hladiny nadržení (Stránský et al, 2015)

Hydrogeologický průzkum

Ke zjištění potřebných hydrogeologických, inženýrskogeologických a geotechnických dat je zapotřebí provést geologický průzkum. Pro takový průzkum je nutné mít dostatečné mapové podklady a základní údaje o stavbě. Náročnost a detailnost průzkumu se odvíjí od složitosti stavby a přírodních poměrů v dané oblasti. Základním nástrojem jsou vrty nebo kopané sondy, které mohou být ručně nebo strojně hloubené. Z těchto vrtů je možné odebrat vzorky pro zkoušky laboratorní. V oblasti vsakovacího zařízení jsou prováděny také terénní zkoušky (ČSN 75 9010).

Použití a výběr objektu závisí na podmínkách v dané lokalitě, jako je infiltrační schopnost půdy, poloha hladiny podzemní vody, znečištění dešťové vody či půdního horizontu, prostorové podmínky.

Při řešení zasakování dešťových vod existuje vždy případné riziko negativních vlivů na okolní stavby a zařízení, popř. změny stability svahů - toho důvodu je vždy vyžadováno provedení geologického průzkumu. Retence dešťové vody a regulované vypouštění do povrchových vod pokud je to nutné, do stokového systému.

8.2 Kvalita vody pro vsak

Srážkový odtok z různých typů ploch se liší v závislosti na jejich charakteru a užívání. Jakost vody odtékající ze střech ovlivňuje kromě lokálních suchých a mokrých depozic také typ střechy (ploché či šikmé) a její materiál včetně materiálu střešních instalací (inertní či reaktivní). Na plochých střechách s vrstvou šterku dochází díky filtraci, adsorpci a biologickému rozkladu k vyššímu zadržení znečištění ze suchých a mokrých depozic než na střechách šikmých. Průsak šterkem s obsahem vápníku (vápencovým, mramorovým či dolomitickým šterkem) vede také ke zvýšení hodnoty pH vody a její kyselinové neutralizační kapacity KNK4,5 (celkové alkality), což ještě více podporuje zadržení látek. Nejúčinněji zadržují znečištění intenzivní vegetační střechy, ale odtok z nich může být zbarven huminovými látkami (a může mít tudíž vyšší koncentrace DOC). Pro ošetřování intenzivních vegetačních střech musejí být pečlivě dávkována hnojiva a nesmějí být používány postřiky, aby odtok neobsahoval živiny či persistentní organické látky (VSA, 2002).

Za inertní materiály jsou považovány střechy ze skla, plexiskla, plasty potažené kovové střechy a střechy s taškami z pálené hlíny. Odtok z nich obsahuje především atmosférické depozice (Dierkes et al, 2005).

Betonové střechy vykazují vzhledem k drsnějšímu povrchu jednak vyšší atmosférické depozice, jednak jsou z nich uvolňovány částičky betonu. Je tedy nutno počítat se zvýšeným obsahem jemných nerozpuštěných látek v odtoku (Dierkes et al, 2005).

Při použití neošetřených kovových plechů z mědi, zinku či olova se do odtékající vody dostává značné množství příslušného těžkého kovu. Průměrné koncentrace kovů jsou zvýšené, již jsou-li z kovu zhotoveny jen okapy a svody. V případě celokovových střech a fasád jsou koncentrace kovů velmi vysoké, a to zejména na počátku srážkového odtoku (tzv. první splach) (obr. 10). Vysoký podíl kovů se nachází v rozpuštěné formě (70-80 % měď a zinek, cca 25 % olovo) (VSA, 2002; Steiner, 2010).

9 Legislativa a dotace pro HDV

V této legislativní části této práce jsou uvedeny některé důležité informace ze zákonů, vyhlášek a norem řešící problematiku dešťových vod. Zákon č. 254/2001 Sb. (vodní zákon) a zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích používají termín „srážková voda“, zatímco zákon č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu užívá pojem „dešťová voda“. Vodní zákon považuje za srážkové vody pouze povrchové vody vzniklé dopadem atmosférických srážek na stavby. Z kontextu, kde se používá pojem „dešťová voda“ vyplývá, že se jedná o odvádění vody povrchové vzniklé ze srážkových vod. Není tedy vymezen obecný pojem pro vodu, která dopadla z atmosféry na zemský povrch a následně je nějakým způsobem likvidována.

Problémem české legislativy z hlediska aplikace odvodnění urbanizovaných území podle principů udržitelného rozvoje je to, že právní předpisy, které definují pravidla pro nový způsob odvodnění, jsou do zákonů zaneseny nesystémově a nekoordinovaně. Důvodem je fakt, že zde byly vneseny bez hlubší znalosti problematiky. Právní předpisy tak vůbec neodpovídají tomu, o jak významnou změnu ve stavebnictví se jedná. Tato nepřipravenost je přinejmenším nezodpovědná a jejím nepřímým důsledkem je značná nedůvěra dotčených orgánů (Vítek et al, 2015).

9.1 Zákony a vyhlášky

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

Vodní zákon je základním legislativním předpisem, který vznáší požadavky na uplatňování jednoho ze základních principů HDV každému ze stavebníků a to prostřednictvím § 5, odstavce 3, ve kterém udává, že je povinností hospodařit se srážkovými vodami přímo na pozemku, na kterém se nachází stavba. Nepožaduje aplikaci HDV podle stavebního zákona pouze u novostaveb, ale také u stávající zástavby, pokud je prováděna její změna a změna jejího užívání.

Při provádění staveb nebo jejich změn nebo změn jejich užívání jsou stavebníci povinni zabezpečit zásobování vody, odvést, čistit, popřípadě jiným způsobem zneškodnit odpadní vody. Jsou povinni zajistit vsakování nebo zadržování a odvádění povrchových vod vzniklých dopadem srážek na tyto stavby. Při nesplnění podmínek nesmí být povolena stavba, změna stavby před dokončením,

užívání stavby ani vydáno rozhodnutí o dodatečném povolení stavby nebo rozhodnutí o změně užívání stavby. Mimo pozemek může být tedy vypouštěna pouze dešťová voda z bezpečnostních přelivů nebo z regulovaných odtoků.

Dle zákona o vodách se HDV prvek nepovažuje za vodní dílo, není tedy potřeba povolení nebo souhlas vodoprávního úřadu vzhledem k tomu, že od povolení a souhlasu jsou osvobozeny stavby sloužící k zachytávání povrchových vod používající jednoduchá zařízení na jednotlivých pozemcích. Pro zařízení na HDV není dle zákona potřeba povolení k nakládání s vodami, ale je nutné vyjádření odborně způsobilé osoby (Vítek et al, 2015)

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

Ze zákona vyplývá, že vlastník kanalizace je povinen umožnit připojení na kanalizaci, ale neřeší napojení dešťových vod na oddílnou kanalizaci. Dále je zde mj. řešeno zpoplatnění za odvádění odpadních vod a ekonomická motivace k přestavbě na decentrální způsob odvodnění. Zákon řeší zpoplatnění za odvádění dešťových vod do jednotné kanalizace.

Dalším poznatkem ze zákona o vodovodech a kanalizacích je to, že vlastník vodovodní přípojky je povinen zajistit, aby byla vodovodní přípojka provedena tak, aby nebylo možné znečistit vodu ve vodovodu. To se týká hlavně dopouštění akumulčních nádrží pitnou vodou pro potřebu využití v domácnosti. Při osazení podzemních akumulčních nádrží se musí pamatovat na nezámrnou hloubku.

9.2 Vyhlášky

Vyhláška č. 428/2001 Sb. kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích)

Tato prováděcí vyhláška předepisuje návrh stokových sítí podle ČSN EN 752 Odvodňovací systémy vně budov. Norma byla přijata ještě dříve, než byly zavedeny principy HDV do legislativy České republiky, konkrétně v říjnu 2008. V důsledku toho jsou stokové sítě navrhovány takovým způsobem, jenž nezná pojem regulovaného množství návrhové srážky, tudíž je stoka předimenzována a není dosaženo snížení nákladů na výstavbu kanalizační sítě.

Vyhláška č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území

Vyhláška řeší konkrétní priority z hlediska způsobu hospodaření s dešťovými vodami na pozemku. Uvádí, že před vsakováním by měla být dešťová voda využita jiným způsobem, tj. použít ji jako vodu užitkovou pro závlahu nebo pro splachování WC. Pokud není možné vsakování nebo užití vody, je nezbytné vodu zadržovat a následně regulovaně odvádět oddílnou kanalizací do povrchových vod. Jestliže není možné ani odvádění dešťových vod oddílnou kanalizací, vypouští se odpadní vody do jednotné kanalizace. Nedostatkem ve vyhlášce je fakt, že každý majitel nemovitosti musí řešit HDV samostatně, nelze tedy mísit jeho dešťovou vodu s dešťovou vodou od jiných majitelů nemovitostí.

Dle vyhlášky je vsakování dešťových vod splněno, pokud je poměr výměry části pozemku schopné vsakování k celkové výměře pozemku v případě samostatně stojícího rodinného domu a stavby pro rodinnou rekreaci nejméně 0,4, v případě řadového domku a bytového domu 0,3.

Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby

Tato vyhláška by měla poskytnout právní ochranu proti tzv. bezodtokovým územím, které vznikají v případě, že nedochází k napojení bezpečnostních přelivů či regulovaných odtoků na recipient nebo kanalizaci. Stanovuje, že všechny stavby musejí mít zajištěno odvedení veškeré srážkové vody, kterou nelze vsáknout do podzemí. Dle této vyhlášky jsou stavební pozemky či stavby bez přípojek do uličních stok nezákonnými stavbami, v rozporu s prováděcím předpisem stavebního zákona. § 6, odstavec 4 této vyhlášky říká: „Stavby, z nichž odtékají povrchové vody, vzniklé dopadem atmosférických srážek (dále jen „srážkové vody“), musí mít zajištěno jejich odvádění, pokud nejsou srážkové vody zadržovány pro další využití. Znečištění těchto vod závadnými látkami nebo jejich nadměrné množství se řeší vhodnými technickými opatřeními. Odvádění srážkových vod se zajišťuje přednostně zasakováním. Není-li možné zasakování, zajišťuje se jejich odvádění do povrchových vod; pokud nelze srážkové vody odvádět samostatně, odvádí se jednotnou kanalizací.“

9.3 Dotace „Velká dešťovka“

Dotační výzva č. 119 Operačního programu Životní prostředí 2014 - 2020“, tzv. „Velká dešťovka“, se zaměřuje na správné hospodaření s dešťovou vodou v obcích a městech.

Popis podporovaných aktivit:

- Zprůtočnění nebo zvýšení retenčního potenciálu koryt vodních toků a přilehlých niv, zlepšení přirozených rozlivů
- Hospodaření se srážkovými vodami v intravilánu
- Obnova, výstavba a rekonstrukce, případně modernizace vodních děl sloužící povodňové ochraně (ASIO, online 2019)

Velká dešťovka podporuje nejen projekty instalace podzemních nádrží na dešťovou vodu, ale také projekty, které řeší vsakování srážkové vody a výměnu nepropustných povrchů za propustné. Podporuje také projekty, v rámci kterých dochází k vybudování nových propustných ploch.

Je nutné ocenit snahu motivovat především města a obce ke změně v nakládání se srážkovými vodami formou dotací. Např. v Národním programu Životní prostředí (OPŽP, online) lze získat dotace na zlepšení funkčního stavu zeleně ve městech a obcích a nově i na vytváření nových vodních prvků jako další ochrany před suchem a prostředků pro adaptaci na změnu klimatu. Obce do 500 obyvatel mohou získat až dvoumilionovou dotaci na projekt, obce nad 500 obyvatel 250 tisíc korun (na větší projekty mohou totiž získat dotaci z Operačního programu Životní prostředí). Dotaci dostanou i projekty, které ze zpevněných či betonových ploch vytvoří nezpevněné plochy, jež umožní zasakování srážkových vod, např. založením trávníků na místě původně zpevněné plochy nebo vytvořením vodních a mokřadních biotopů: tůní/jezírek, mokřadů, průlehů a jiných terénních sníženin, částí vodních toků anebo drobných retenčních nádrží na srážkovou vodu.

Velké projekty mohou získat dotace v OPŽP (2014–2020) v rámci podporované oblasti zaměřené na zlepšení kvality prostředí v sídlech, kde jsou mezi podporovanými opatřeními (mimo jiné) „realizace přírodě blízkých opatření ke zpomalení odtoku a retenci srážkové vody jako součást zakládání a obnovy ploch a prvků zeleně, obnova a zakládání doprovodných vodních prvků a ploch přírodě

blízkého charakteru (tůň/jezírek, mokřadů, průlehu a jiných terénních sníženin, částí vodních toků, drobných retenčních nádrží na srážkovou vodu apod.) spočívající ve vytvoření vodních a mokřadních biotopů prostorově začleněných a funkčně provázaných s realizovanými plochami zeleně, které zároveň zvyšují retenční potenciál sídelního prostředí“.

Další možností jsou dotace z oblasti zajištění povodňové ochrany intravilánu, a to konkrétně v aktivitě „Hospodaření se srážkovými vodami v intravilánu a jejich další využití namísto jejich urychleného odvádění kanalizací do toků“, kde lze s dotací budovat například plošná povrchová vsakovací a retenční zařízení doplněná zelení (průleh, nádrž), podzemní vsakovací a retenční prostory vyplněné štěrkem nebo prefabrikáty, vsakovací šachty, podzemní retenční nádrže s regulací odtoku do povrchových vod nebo kanalizace.

10 Technické předpisy a zásady dimenzování objektů HDV

Vsakovací a retenční objekty na jednotlivých nemovitostech spadají podle velikosti odvodňované plochy zpravidla do skupiny objektů, kterým přísluší malá odvodňovaná plocha. Přesné vymezení limitů, kdy je možné objekty HDV navrhovat jednoduchou metodou, kdy jednotlivá vsakovací zařízení s retenčním prostorem nebo retenční objekty nejsou řazeny sériově nebo je odvodňovaná plocha zaústěná do jednotlivého vsakovacího zařízení s retenčním prostorem menší než 3 ha (ČSN 75 9010). Dále u samostatných retenčních objektů pro odvodňovací systémy s plochou povodí menší než 200 ha a s dobou dotoku v povodí a ve stokové síti do 15 min (podle ČSN EN 752).

ČSN 75 9010 - Vsakovací zařízení srážkových vod

Tato norma vyšla v reakci na právní předpisy v únoru roku 2012. Zabývá se vsakem povrchových srážkových vod jakožto jedním ze způsobů hospodaření s těmito vodami. Jsou zde stanovena pravidla pro návrh, výstavbu a posléze i provoz jak povrchových tak i podpovrchových (podzemních) objektů určených k vsakování. Dále je předmětem normy rozsah a také způsob, jak bude prováděn geologický průzkum pro vsak povrchových srážkových vod. Také jsou zde přesně určeny podmínky pro vsakování srážkových vod, základní přehled vsakovacích zařízení a výpočty retenčních objemů jednotlivých zařízení. V normě jsou obsaženy návrhové úhrny srážek České republiky.

Řešení problematiky HDV v této normě je však pouze částečné a nesystémové. Zabývá se totiž jenom vsakováním srážek z jednotlivých staveb na daném pozemku, ale již nebere ohled na celkový odvodňovací systém města či oblasti, v níž se stavba nachází a tím je zcela opomíjen fakt, že odvodnění každé jednotlivé stavby musí být v kontextu se stávajícím systémem širšího okolí.

Hlavní nedostatky z hlediska praktického jsou:

- Výše zmíněná nesystémovost normy - nejsou zde obsažena systémová opatření.
- Omezení čistě na problematiku vsakování dešťové vody, to značně limituje aplikovatelnost normy, protože v řadě případů je vsakování nemožné (ať už kvůli nevhodnému podloží, či kvůli velké zastavěnosti území nepropustnými povrchy).
- Příliš riskantní maximální doba prázdnění retenčního objemu vsakovacího zařízení. Ta je stanovena na 3 dny. Z hlediska možné četnosti přívalových srážek, kdy rozmezí mezi jednotlivými přívalovými deště může být menší než 3 dny, hrozí nebezpečí nedostatečného vyprázdnění retenčního objektu a tudíž nepojmutí další srážky.
- Je zde podceněno riziko vyplavení odvodňované stavby či okolních pozemků. V normě totiž nejsou systémově řešeny bezpečnostní přelivy vsakovacích objektů.
- V normě zcela chybí definování kategorie nepřípustné srážkové vody. Těmito vodami jsou ty, které odtékají ze silně znečištěných povrchů. Silně kontaminované srážkové vody nelze bezpečně čistit přírodě blízkými opatřeními HDV (Vítek, online).

ČSN 75 9011 - Hospodaření se srážkovými vodami

Oborová norma, která navazuje na normu ČSN 75 9010, byla vydána v březnu roku 2013. Tuto normu vhodně doplňuje, avšak problematiku HDV řeší komplexněji a reflektuje většinu výše uvedených připomínek a vypořádává se s nimi.

Předmět normy:

- Norma přesně popisuje míru a druh znečištění, kdy dává do souvislostí druh znečištění (zda se jedná o mírně znečištěnou dešťovou vodu či silně znečištěnou dešťovou vodu) a plocha, ze které dešťová voda pochází se zařízení, které je schopné se s danou kontaminací vypořádat a odstranit ji.
- Z předchozí odrážky také vyplývá, že je zavedena nová kategorie

nepřípustných vod - vody potenciálně vysoce znečištěné. Tato kategorie v ČSN 75 9010 není specifikována. Norma také upozorňuje, že tyto vody jsou velkým environmentálním rizikem a je nepřípustné, aby byly vsakovány bez předchozího předčištění.

- Norma dále poskytuje přehledný popis jednotlivých objektů k HDV s přesným popisem zásad k realizaci a užívání objektů HDV, včetně jejich kontroly a údržby, doporučuje nejvhodnější řešení a nabízí názorné příklady HDV.

V normě jsou také obsaženy klíčové návrhové parametry, jako jsou:

- Prázdňení objemu retenčních objektů do 24 hodin (tím je upraven požadavek ČSN 75 9010, kde je stanoveno prázdňení do 3 dnů)
- Požadavek, že retenční kapacita smí být překročena jednou za 5 let

TNV 75 9011 je tedy normou, která je z praktického pohledu lépe využitelná a podle níž lze navrhnout, schválit, povolit, vystavět, zkolaudovat, převzít do provozu a poté provozovat a spravovat decentrální systémy odvodnění.

11 Dokumentace území

11.1 Politika územního rozvoje ČR

Politika územního rozvoje navazovala na požadavky Plánu hlavních povodí (nahradil jej Národní plán povodí). S ním tvoří základní rámec pro aplikaci HDV v ČR. Byla schválena v červenci roku 2009 a je nástrojem územního plánování. V dubnu 2015 pak byla schválena Aktualizace č. 1 Politiky územního rozvoje a touto aktualizací vešly v platnost některé změny.

Politika územního rozvoje slouží jako nástroj územního plánování, jenž určuje požadavky a rámce ke konkretizaci jednotlivých úkolů územního plánování, které jsou ve stavebním zákoně obecně uváděny, s ohledem na udržitelný rozvoj území.

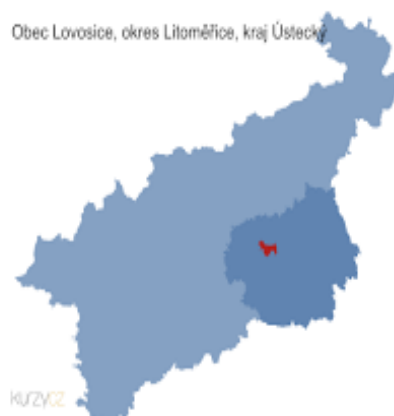
V části 2, kapitole 2.2 konkrétně v odstavci 25 je stanoven požadavek na vytváření podmínek pro preventivní ochranu území a obyvatelstva před možnými riziky a přírodními katastrofami jako jsou povodně, eroze, sesuvy půdy, sucho. Cílem je zejména minimalizování případných škod. Zvláště je důležité zajištění územní ochrany pro plochy, které jsou potřebné k umístování staveb a opatření na ochranu před povodněmi a pro vymezení území určených k řízeným rozlivům po-vodní. Také je zde uvedeno, že je důležité vytváření podmínek ke zvyšování přirozené retence

srážkových vod v území s ohledem na strukturu osídlení jako alternativu k umělé akumulaci. V neposlední řadě je zde uvedeno, že je nutné v zastavěných územích a na zastavitelných plochách vytvářet podmínky k zadržování, vsakování a také k využívání dešťových vod jako zdroje vody a s cílem zmírnění účinků povodní (Ministerstvo pro místní rozvoj, 2015).

11.2 Strategický plán rozvoje města Lovosice 2014-2020

Strategický plán rozvoje města Lovosice (obr. 8) je výchozím komplexním střednědobým koncepčním dokumentem města na období let 2014 – 2020. Tento strategický dokument města Lovosice je také jedním ze základních dokumentů města při sestavování a předkládání projektů za účelem získání finančních prostředků z národních a evropských fondů.

Mezi technickou infrastrukturu zahrnujeme především napojení regionu na rozvod elektrického proudu, stav vodovodních sítí a kanalizace, plynofikaci a rozvody tepla. Téměř všechny domácnosti města Lovosice jsou vybaveny rozvodem plynu nebo napojeny na centrální zdroj tepla, pitné vody a jsou napojeny na kanalizační síť města. V Lovosicích je vybudována jednotná kanalizační síť, zaústěná na ČOV Litoměřice. Jak uvádí strategický plán v analytické části bude nutno starší úseky kanalizace postupně zrekonstruovat. Vzhledem k plochému terénu jsou stoky v minimálních spádech a je nutno je proplachovat. V současnosti jsou odpadní vody likvidovány v ČOV Litoměřice. Chemicky a mechanicky se čistí odpadní vody z průmyslu. Jako reakce na přívalové srážky v r. 1977 a následné smyvy ornice z Lovoše byl v r. 1978 vybudován meliorační svod PEO Lovoš a svah byl zatravněn.



Obr. 8 Obec Lovosice
(Kurzy, online)

11.3 Územní plán města Lovosice

Dle opatření obecné povahy odůvodnění územního plánu (ÚP) města Lovosice požaduje pokyn z vodoprávního hlediska řešit likvidaci dešťových vod řešit přednostně v povodí, ve kterém vznikají, a nedocházelo k zatěžování jednotné kanalizace města Lovosice balastními vodami.

Koncept územního plánu je zpracován v souladu s generelem odkanalizování města, v němž byly vymezeny plochy, které budou odkanalizovány oddílnou dešťovou kanalizací, aby nebyl zatěžován stávající jednotný kanalizační systém dešťovými vodami. V rozvojových plochách nacházejících se mimo stávající zastavené území je proto navržena nová oddílná dešťová kanalizační síť. Kromě toho budou v území navrhována opatření přispívající ke snižování a zpomalování odtoku srážkových vod. Konkrétní podoba těchto opatření bude upřesněna v podrobnějších projektových dokumentacích.

- **Kanalizace**

V Lovosicích je vybudována jednotná kanalizační síť s čerpáním prakticky veškerých splaškových vod přes Labe na ČOV Litoměřice, viz příloha č.1. Celková délka stokové sítě je 26,896 km.

- **Stávající stav**

Území Lovosic je ploché s malými spády, odkanalizovaná plocha je cca 176 ha. Páteř kanalizace tvoří stoka od cukrovaru a kmenová stoka procházející městem podél reky. kanalizační stoky jsou zaústěny do čerpací stanice odpadních vod umístěné na břehu Labe poblíž čerpací stanice pohonných hmot. Provozování lovosické stokové sítě je náročné vzhledem k malým spádům, které způsobují zanášení stok a nutnost jejich častého proplachování a čištění. Kritický je zejména úsek pod železničním přejezdem na silnici I/30, kde přechází profil stávající stoky z DN 600 na DN 400. Z čerpací stanice Lovosice je splašková voda čerpána (2 × 23 l/s + 2 × 53 l/s) na ČOV Litoměřice výtlačným řadem, který se skládá z několika úseku. První úsek je zdvojené potrubí z ČS ke shybce přes Labe 2 × DN 250, druhý úsek tvoří trojnásobná shybka přes Labe 3 × DN 250, další úseky se již nacházejí mimo řešené území. U čerpací stanice je umístěna dešťová zdrž užitečného objemu 540 m³ pro zachycení dešťových přívalů. Kanalizace je v majetku SVS a.s. (z části města Lovosice) a provozují ji Severočeské vodovody a kanalizace, a.s. Bez veřejné

kanalizace je pouze území s chatovou zástavbou, kde jsou splaškové vody zachycovány v bezodtokových jímkách (55 %), odkud se vyváží na ČOV Litoměřice, nebo v septicích (45 %) se zaústěním přepadu do vsakování. Samostatnou čistírnou odpadních vod mají závody Lovochemie+Glanzstoff (150 m³ za den). Dešťové vody jsou odváděny převážně jednotnou kanalizační sítí, u větších areálů byly realizovány dešťové zdrže k akumulaci srážkových vod.

Pro území města byl zpracován generel odkanalizování, který se zabýval optimalizací stávající kanalizační sítě. V rámci generelu bylo zpracováno několik variant řešení kritického místa kanalizační sítě Lovosic pod železničním podjezdem v Pražské ulici. Vybrána byla varianta realizace nové samostatné dešťové kanalizace v Pražské ulici, která bude napojena do úseku stoky DN 1000 směřující do Labe, který je v současné době mimo provoz, protože byla tato stoka podchycena a svedena na čerpací stanici odpadních vod (ČSOV). Rozsah území stanovený v generelu odkanalizování města pro realizaci oddílné kanalizační soustavy, je v územním plánu respektován. Hranice tohoto území byly v územním plánu upraveny dle hranic rozvojových ploch stanovených územním plánem, což v praxi znamená, že rozsah ploch vymezených k realizaci oddílného kanalizačního systému byl v územním plánu oproti generelu rozšířen. V generelu odkanalizování je mezi území s oddílnou kanalizací zahrnuta i průmyslová zóna na jihozápadě města, kde sice je v jednotlivých plochách realizována oddílná dešťová kanalizace, ale vzhledem k absenci recipientu jsou dešťové vody po vyrovnání přívalu v dešťové zdrži vypouštěny do stávající jednotné kanalizace. Opatření ke snížení a zpomalování odtoku srážkových vod budou dle místních možností realizována v rámci celého zastavěného a zastavitelného území města. Na tato opatření by měly pamatovat podrobnější projektové dokumentace na úpravy komunikací, veřejných prostranství, zelených pásů a vlastních stavebních objektů a jejich bezprostředního okolí. Jak uvádí kanalizační řád provozovatele SČVK a.s. pro jednotný kanalizační systém města Lovosice zakončený čistírnou odpadních vod v Litoměřicích. Zařízení na vyrovnání odtoku srážkových vod (dešťové zdrže) by měly být realizovány u všech větších průmyslových areálů, zdrže a přírady by měly umožňovat alespoň částečné vsakování dešťových vod.

12 Zájmové území pro studii

Jedním z prvních kroků předcházejících projekčním pracím je obchůzka lokality a provedení místního šetření. Z topografie terénu lze vyčíst množství důležitých informací. Předně lze vysledovat přirozené trasy povrchového odtoku, které by nám měly být vodítkem při návrhu odvodnění lokality. Pokud je terén hodně svažité, musíme počítat s aplikací opatření, která lze takovým podmínkám přizpůsobit dle části B. Městské standardy opatření (MZI) anebo alespoň s částečným vyrovnáním terénu. Stěžejní je identifikace nejnižších míst v řešeném povodí, kde se přirozeně hromadí voda. Tato místa jsou přirozeně předurčena pro umístění objektů odvodnění.

12.1 Vodohospodářská infrastruktura města Lovosice

Lovosice v současné době mají zavedenu vodovodní síť a jsou povětšinou zcela pokryty. Vodovodní síť pokrývá celé území města Lovosice. Voda z úpravny Vlastislav přitéká do Lovosic přes systém vodojemů Třebenice, Čížkovice, Sulejovice a mísí se v síti na základě aktuálních odběrů a tlakových poměrů s vodou z úpravny Velké Žernoseky.

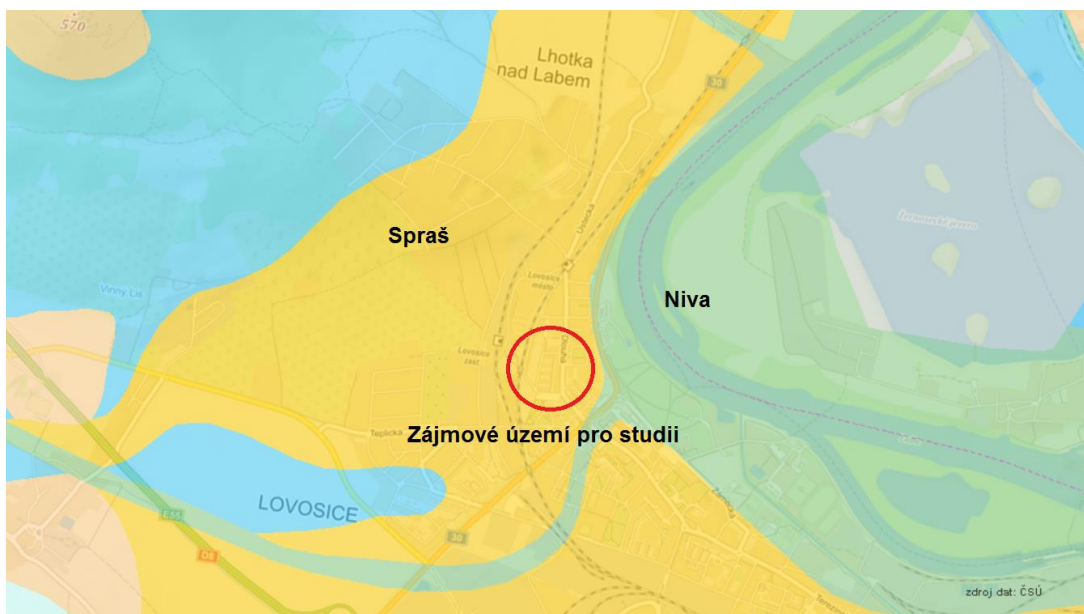
Systém jednotné kanalizace odvádí veškeré odpadní vody do čerpací stanice odpadních vod na levém břehu řeky Labe. Páteřními stokami jsou cukrovarská stoka od cukrovaru k Labi a kmenová stoka, procházející městem podél řeky. Z mapy v příloze 1 je zobrazen systém další dopravy splašků na ČOV Litoměřice potrubím DN 250. Celková délka stokové sítě je 27 km. Vlastní stoková síť byla do tohoto systému napojována dle postupu výstavby. Nejvíce srážkových vod odtéká do jednotné kanalizace – nejméně vhodného recipientu – ze stávajících staveb. Dešťové vody jsou odváděny převážně jednotnou kanalizační sítí, u větších areálů byly realizovány dešťové zdrže k akumulaci srážkových vod. Majitelé těchto staveb jsou soukromníci nebo obec, město, kraj, stát. S ohledem na současnou legislativu nelze v rámci regulativů územního plánu majitelům stávajících staveb nic nařizovat. Pokud se však bude stávající zástavba přestavovat, budou pro ni platit stejná pravidla jako pro novostavby (Město Lovosice, online).

12.2 Horninové prostředí a geologie Lovosicka

Z geomorfologického hlediska náleží území k Hercynskému systému, provincii Česká vysočina, subprovincii Česká tabule, oblasti Středočeská tabule, celku Dolnooharská tabule, podcelku Terezínská kotlina, okrsku Lovosická kotlina. Z geologického hlediska náleží zájmové území k západnímu okraji České křídové tabule, v tomto prostoru tvořené sedimenty středního turonu, tj. pracovitými pískovci a vápnitými jílovcí. Kvartér v nadloží křídových hornin je tvořen písčitymi štěrky řeky Labe o mocnosti 8 – 12 m. V nadloží štěrků se vyskytuje proměnlivá vrstva eolicko-fluviálních uloženin, tvořená sprašovými hlínami s příměsí štěrků nebo písků o mocnosti cca 3 - 6 m. S geologickým podložím souvisí faktory ovlivňující možnost rozvoje obcí. Mapa potencionálního vsaku spraší s příměsí štěrku je zobrazena žlutou barvou k dispozici na obr. 9. Spraše jsou velmi propustné a srážky se na nich z velké části vsakují do hloubky, stejně snadno se však díky kapilární vzlinavosti může voda vracet k povrchu a vyživovat rostliny. Dle tabulky 2 hodnotíme propustnost.

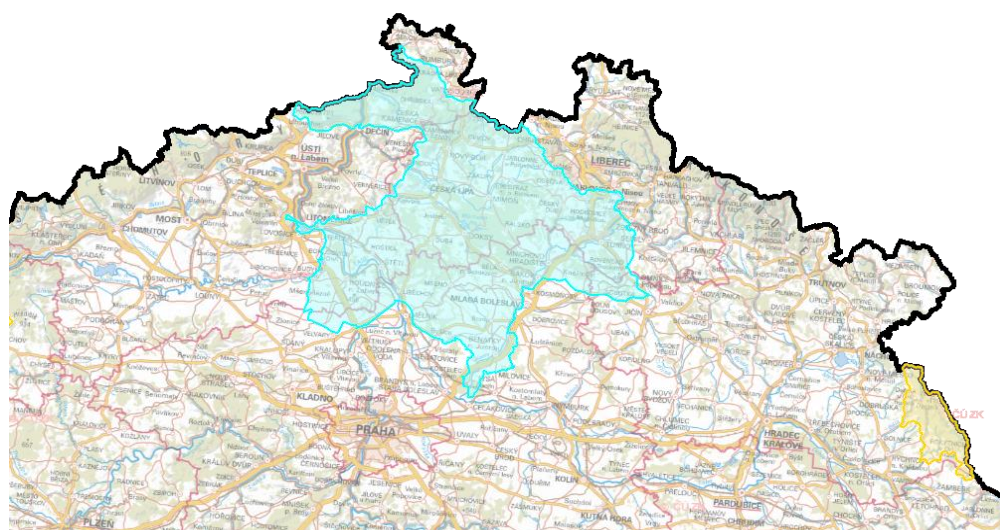
Druh zeminy	Relativní propustnost zeminy podle ČSN 73 6850	Přibližné rozmezí filtračního součinitele k ($m \cdot s^{-1}$)	Třída zeminy podle ČSN 73 1001
jíly jílovité hlíny	velmi nepropustná	$< 10^{-10}$	F 6 F 7 F 8
hlíny jílovité hlíny písčité písčité jíly	nepropustná	10^{-8} až 10^{-10}	F 2 F 4 F 5
hlinité písky a štěrky jílovité písky a štěrky písčité a štěrkovité hlíny	málo propustná	10^{-6} až 10^{-8}	S 4 F 1 S 5 F 3 G 4 G 5
písky a štěrky s příměsí jemnozrnné zeminy (5 až 15 %)	propustná	10^{-4} až 10^{-6}	S 3 G 3
čisté písky a štěrky, písčité štěrky, písky a štěrky s velmi malou příměsí jemnozrnných zemín (< 5%)	velmi propustná	$> 10^{-4}$	S 1 G 1 S 2 G 2

Tab. 2: Orientační hodnoty propustnosti vybraných druhů hornin (VŠB, online)



Obr. 9 Potenciál vsaku dešťových vod (Hydrosoft, online)

ORP Lovosice spadá k vodnímu útvaru Rosovka po ústí do toku Ohře, Modla po ústí do toku Labe, Labe po soutok s tokem Bílina. Ačkoliv vodní toky, protékající územím nepatří k významným, vzhledem k extenzivnímu způsobu hospodaření a nevhodným zásahům do území, dochází opakovaně k záplavám včetně zastavěných částí území, což znamená limity pro využití řady lokalit. Malá část OPR Lovosice zasahuje chráněná oblast přirozené akumulace vod (CHOPAV) Severočeská křída, viz obr. 10 (Město Lovosice, 2020).



Obr. 10 CHOPAV ID 215 – Severočeská křída (HEIS, online)

12.3 Množství srážek

Množství srážkové vody, které je potřeba vsáknout závisí na velikosti a charakteru odvodňované plochy a hydrologických podmínkách. K vybranému území se vztahuje stanice dle ČSN 759010 – Petrovice 398 m n.m. Součinitel odtoku pro střechy s nepropustnou horní vrstvou 3 x 490 m², celkem 1 470 m². Předpoklad výpočtu úhrnu vychází z 15 minutového deště, viz. tabulka 3.

Souhrnné parametry uvažovaného území

Celková odvodňovaná plocha: 1470 m²

Průměrný součinitel odtoku: 1

Celková redukováná odvodňovaná plocha: 1470 m²

Návrhové srážkoměrné parametry

Srážkoměrná stanice dle ČSN 75 9010: Petrovice

Zvolená periodičita srážky: 0,1

t _c	5	10	15	20	30	40	60
h _d	13	19,9	22,8	25	27,7	30	32,7

Tab. 3: Úhrn srážek v čase (Wavin, online)

t_c ... doba trvání srážky [min] Periodičita deště 0,2/rok⁻¹ při 15 min. trvání deště

h_d ... návrhové úhrny srážek [mm]

Koeficient vsaku 1.10⁻⁵

Vliv vsakování na okolní stavby

V případě vsakování musí být brán ohled na stávající zástavbu, aby nedošlo k poškození, musí být vypracován podrobný geologický průzkum. Tam, kde se vyskytují nepropustné horniny nebo špatně propustné horniny, se musí při vsakování postupovat velmi opatrně. Rekonstrukce kmenových stok je investičně nákladná, proto vzniká tlak na vsak přímo v místě spadu srážky, což je správná úvaha. Preferuje se mělké vsakování pomocí štěrkové vrstvy, tunelových útvarů

nebo bloků. Mělký způsob vsakování podstatně ovlivňuje hladinu podzemní vody, je však velmi příznivý z hlediska ekologie v okolí stavby. Zvýšená hladina podzemní vody má za následek vliv na stávající zástavbu, ale i třeba na štěrkové zásypy s inženýrskými sítěmi, kterými prosakuje. Působení se musí správně vyhodnotit, aby se mohl vytvořit funkční návrh vsakovacího zařízení. Působení vody v návaznosti na okolní zástavbu se musí vždy správně vyhodnotit, aby se mohl vytvořit funkční návrh vsakovacího zařízení (TZB, online). Na obr. 11 je mezi objekty A, B, C dostatečný prostor na umístění vsakovacího zařízení v bezpečné vzdálenosti objektů.



Obr. 11: Pohled do zájmového území Dlouhá ulice v Lovosicích (foto autor)

12.4 Odvodněné plochy

Objekty bytových domů se nachází v centrální části Lovosic v Dlouhé ulici. Příjezdová komunikace a parkovací plochy se nachází na vnějším okraji obytné plochy. Prostor mezi domy je propojen zelenou plochou o šířce 30-35 m, s několika vzrostlými stromy a není zatížen dopravou. Z doby minulé zde zůstávají herní prvky, které neodpovídají současným normám. Plocha není rekultivována, viz. obr. 12 a obr. 13, jsou vybudovány zpevněné chodníky zámkovou dlažbou. Tento prostor bude učen k uložení vsakovacího systému. Příloha č. 2 zobrazuje půdorys uspořádání zájmové plochy se zákřesem kanalizační sítě, kam je střecha odvodněna do jednotné kanalizace PVC DN 300 mm.



Obr. 12: Pohled z Dlouhé ulice (foto autor) Obr. 13: Pohled do Dlouhé ulice

12.5 Varianty řešení v zájmovém území

Předmětem je vypracování návrhu způsobu nakládání s dešťovými vodami pro akci "BD Lovosice" pomocí systému vsakovacích boxů jako ucelený balíček výrobků, které svou funkcí plně pokrývají problematiku nakládání s dešťovými vodami. Navržené řešení vycházelo jednak z požadavků záměru a dále pak z technických předpisů a platných norem. Návrh je vypracován ve shodě s platnými předpisy a normami legislativně ošetřující uvedenou problematiku. Zejména se jedná o zákon 254/2001 Sb. o vodách, vyhlášku č. 501/2006 Sb. o obecných požadavcích na využívání území, vyhlášku č. 269/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby, ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod, TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami atp.

12.6 Charakteristika vsakovacího systému

Výhodou vsakovacího zařízení je zajištění redukce odtoku dešťových vod do kanalizace. Kompletní nebo částečná likvidace dešťových vod vsakováním vede k odlehčení kanalizačních stok. K vsakování dešťových vod dochází v místě spadu, čímž nedochází k narušování přirozeného koloběhu vody v přírodě. Nedochází k závažným ekologickým haváriím, jako jsou např. lokální půdní dehydratace nebo naopak záplavové stavy.

Vsakovací systém boxů umožňuje rozvádění srážkové vody všemi směry a zajišťuje vysokou intenzitu vsakování. Jeden box nahrazuje až 25 m drenážního

potrubí. Součástí systému je sortiment revizních šachet, filtrů a geotextilií. V případě potřeby je možné systém doplnit o další přídatná zařízení (odlučovače ropných látek apod.) Snadná montáž, nízká hmotnost akumulčních bloků zajišťuje variabilnost konečného řešení, viz obr. 14. Užitečný objem akumulčních boxů systémů překračuje 95% celkového objemu. Vysoká tuhost a odolnost proti vnějšímu zatížení. Umístění zasakovacího a retenčního zařízení bylo zakresleno do přílohy č. 2.



Obr. 14: Filtrace a zasakování dešťové vody (Stavebnictví3000.cz, online)

Rekapitulace odvodněných ploch

Plochy	[m ²]	Charakteristika plochy
A	490	Střechy s nepropustnou vrstvou. Sklon do 1% - VSAK
B	490	Střechy s nepropustnou vrstvou. Sklon do 1% - VSAK
C	490	Střechy s nepropustnou vrstvou. Sklon do 1% -AKUMULACE

Tab. 4 Rekapitulace odvodněných ploch (autor)

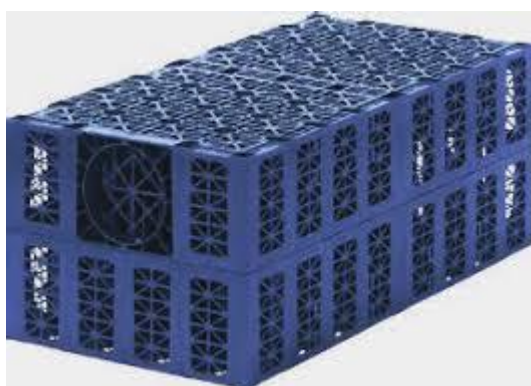
Veškeré objekty sloužící k nakládání s dešťovými vodami jsou navrženy jako podzemní sestavy stanovených rozměrů, vyskládané z plastových akumulčních bloků Wavin. Uspořádání galerie bude obsahovat příslušenství tj. šachty, filtry, regulátory průtoku apod.

Varianta 1 - Vsakovací zařízení pro objekt A, B

Technické údaje

Název		vsak
Použitý systém		Azura
Koeficient vsaku [m/s]	k_v	1×10^{-5}
Hladina podzemní vody [m]	HPV	5
Zatížení dopravou	Q	bez
Výška krytí [m]	K	0,5
Povolený odtok [l/s]		0
Redukované odvodňované plochy [m ²]	A_{red}	980
Kritická doba deště [min]	t_c	0
Kritický úhrn deště, h_d [mm]	h_d	0
Kritický výpočtový objem deště [m ³]	V _{vz}	0
Šířka objektu [m]	B	10
Délka objektu [m]	L	0
Výška objektu [m]	H	1,2

Tab. 5 Technické údaje varianta 1 (Wavin, intesio)



Materiál : Virgin Polypropylen,
recyklovatelné.

Rozměry: 400 x 500 x 1000 mm

Stavební objem: 200 l,

Retenční koeficient: > 95 %,

Hmotnost: 8,5 kg

Obr. 15: Akumulační boxy Azura (Raken.cz, online)

Varianta 2 - Retence pro objekt C

Technické údaje

Název		akumulace
Použitý systém		Azura
Hladina podzemní vody, HPV [m]	HPV	5
Zatížení dopravou	Q	bez
Výška krytí [m]	K	0,5
Povolený odtok [l/s]		0
Redukované odvodňované plochy [m ²]	A _{red}	490
Kritická doba deště [min]	t _c	0
Kritický úhrn deště [mm]	h _d	0
Kritický výpočtový objem deště [m ³]	V _{vz}	0
Šířka objektu [m]	B	10
Délka objektu [m]	L	0
Výška objektu [m]	H	1,2

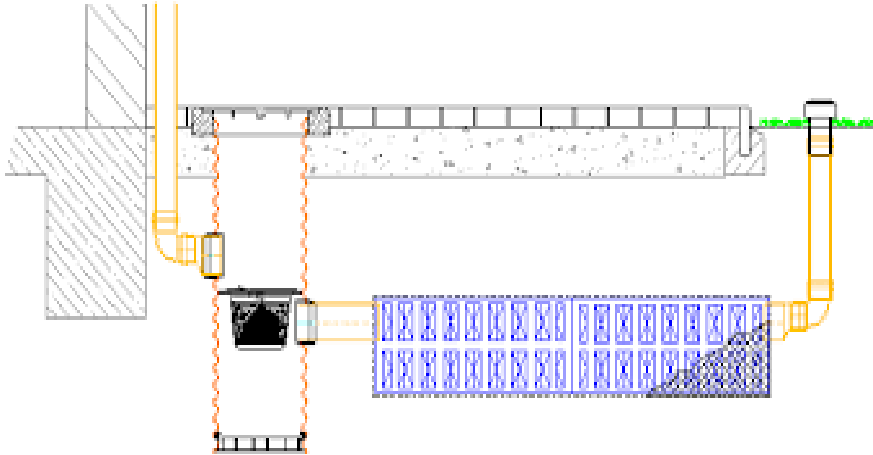
Tab. 6 Technické údaje varianta 2 (Wavin, intesio)

Akumulační boxy

Akumulační plastové boxy se sloupkovou nosnou konstrukcí. Stavební objem 0,2 m³ s možností přímého napojení do DN 160. Vysoká statická odolnost. Při montáži boxů Azura je nutné spojování dvou sousedících boxů v horizontální rovině a provádí se spojovacími elementy - spojka klip. Dva klipy na každý spoj. Spojování vrstev boxů na sobě ve vertikální rovině se provádí spojovacími elementy - spojka trubka. Dvě trubky na spojení dvou boxů.

Odvzdušnění systému

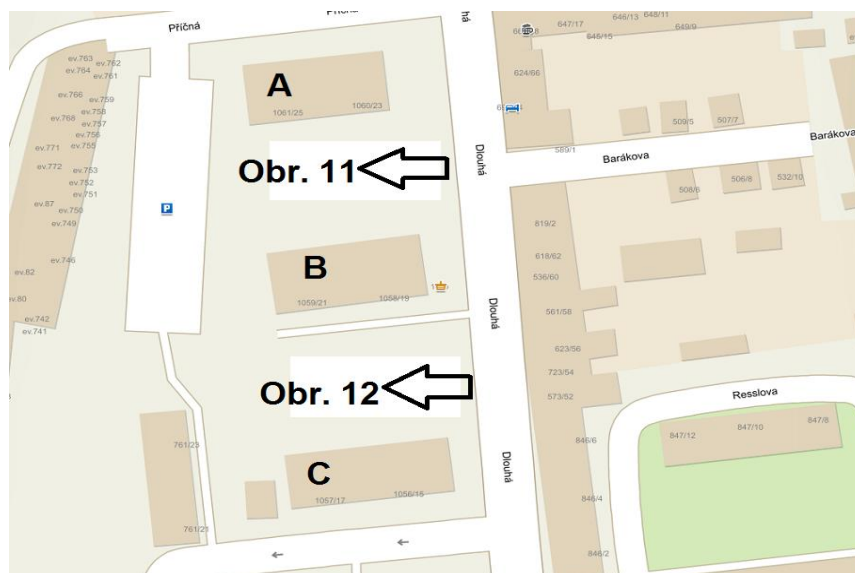
Zasakovací nebo retenční nádrže musí mít vyřešeno odvětrání systému (větrací komínek na terén, odvětrání přes nátokovou nebo revizní šachtu atp.) a bezpečnostní přepad systému pro havárii nebo extrémní klimatické podmínky- viz. obrázek 16.



Obr. 16: Zsakovací zařízení (Wavin, online)

12.7 Lokální podmínky a prostorové uspořádání

Lovosice se nachází v Ústeckém kraji. Leží na levém břehu řeky Labe na severním konci Polabské nížiny a na jižním úpatí Českého středohoří v nadmořské výšce 151 m n.m.. Pro studii v zájmovém území k.ú. Lovosice byly vybrány 3 bytové domy ul. Dlouhá o ploše jednoho objektu 490 m². V příloze č. 1 je zřejmé prostorové uspořádání, vhodné s umístěním vsakovacích objektů. Pozemek mezi jednotlivými objekty je ve vlastnictví Města Lovosice. Obr. 17 zobrazuje prostorové začlenění do urbanizovaného území (autor).



Obr. 17: Umístění vsakovacího zařízení (autor)

13 Výsledky

Dokumentace pro územní řízení (DUR) je vyhotovována za účelem prokázání způsobilosti navrhovaných staveb (objektů) plnit funkce, které jsou požadovány platnou legislativou. Prioritně se jedná o prokázání způsobilosti podloží k zasakování srážkové vody, od které se odvíjí celý návrh systému přírodně blízkého způsobu odvodnění a součástí modrozelené infrastruktury. U objektů, které slouží k odvedení srážkové vody, je nutné prokázat, že návrh poskytuje dostatečnou plochu pro jejich umístění v bezpečné vzdálenosti od odvodňovaných staveb.

Množství srážkových vod odváděných z urbanizovaného území působí negativně na kanalizační soustavu a čistírny odpadních vod v době mimořádných srážkových událostí. Provozovatel stokového systému a koncové ČOV Severočeské vodovody a kanalizace se dlouhodobě potýká s přetížením stok, spojenou s přepadem naředěných odpadních vod přes odlehčovací komory do recipientu. Diplomová práce by mohla být realizovaná postupně na vybraných plochách ve spolupráci s vlastníky nemovitostí a odvodněných ploch.

14 Diskuze

Hospodaření s dešťovou vodou se aktuálně dostává velké pozornosti odborníků i veřejnosti. Pokračující tempo souvislé zástavby zvyšuje podíl zpevněných ploch, které omezuje přirozené vsakování dešťové vody. Voda je odváděna kanalizací, zatěžuje centrální systém i čistírny odpadních vod v době vydatných srážek. Odvedená voda se rychle dostává do vodních toků a tím hrozí riziko vzniku povodní. Dlouhodobě se změnila vodní bilance a rozložení srážek. Tyto negativní jevy můžeme minimalizovat zavedením vsakovacích a retenčních zařízení. Důležitým faktorem jsou prostorové a vlastnické vztahy dané lokality. Pro zlepšení hospodaření se srážkovou vodou napomáhají prvky modrozelené infrastruktury jsou zelené střechy nebo zelené stěny, které zvyšují energetickou efektivnost staveb, slouží jako přírodní chlazení a podporují zadržování vody. Pozitivní zdravotním přínosem vegetačních střech je také eliminace pronikání elektromagnetického záření, tzv. elektrosmogu, do budov (Minke, 2007). Na veřejných prostranstvích, zatravněvací tvárnice, travnaté pásy, průlehy, stromořadí

nebo dešťové zahrady. Vegetace a zelené plochy (upravené) mají vliv na psychosociální chování jedince (Kuo, Sullivan, 2001). Stromy, keře a veškeré zelené plochy podle těchto výzkumů snižují kriminalitu a násilí v městském prostředí. Zelené prostředí podporuje rekreační aktivity obyvatel, jejich vzájemný kontakt a komunikaci, což je v důsledku důležité pro plnění funkcí občanské společnosti. Revitalizované parkovací plochy mohou být z propustných materiálů. Další možností likvidace dešťových vod v urbanizovaném území je zasakování do zelených dělících pasů. Všechna zmíněná technická opatření vyžadují zvýšené ekonomické náklady. Aplikace těchto opatření již probíhá za pomoci legislativy, metodických postupů ministerstev, vodoprávních úřadů, na které navazují dotační tituly. Motivací pro právnické subjekty jsou ekonomické nástroje, např. redukce poplatku za odvádění srážkových vod. Podpora z dotačních titulů na HDV je veřejným zájmem na trvalé udržitelnosti a zachování rovnováhy. Využívání zachycených dešťových vod je jedna z možností, jak efektivně zacházet s vodou a zároveň zodpovědně přistupovat k přírodě.

15 Závěr

Podíl zastavěné plochy a urbanizace negativně ovlivňuje hydrologický cyklus. Do budoucna lze předpokládat, že se bude situace zhoršovat, pokud společnost nezmění přístup k hospodaření s dešťovou vodou. Cílem této diplomové práce bylo popsat problematiku hospodaření se srážkovými vodami v urbanizovaných oblastech, analyzovat legislativní požadavky a navrhnout technické opatření v souladu s místními podmínkami. Konkrétně byla pozornost zaměřena na území města Lovosice. Srážkové vody zde zatěžují kanalizační soustavu a negativně působí na ČOV Litoměřice. Územní plán města navrhuje opatření přispívající ke snížení a zpomalování odtoku srážkových vod. Konkrétní podoba těchto opatření bude upřesněna v podrobnějších projektových dokumentacích. V této diplomové práci byla posuzována možnost odpojení srážkových vod odtékajících do jednotné kanalizační stokové sítě z plochy střech 3 panelových domů. Na základě místního šetření, ověření vlastnictví dotčených pozemků byly vybrány varianty technických opatření pro retenci a zasakování srážkových vod. Tato opatření sníží průtok v kanalizaci za deště, sníží hydraulické zatížení a podpoří obnovu podzemní vody.

S ohledem na ochranu životního prostředí, ale i s ohledem na technické a ekonomické souvislosti, se sníží množství odváděných dešťových vod při využití přes propustné programy vsakovacích zařízení. Zachycená voda bude využita k zálivce veřejné zeleně a zlepšení prostředí v obytném území. Návrh opatření k zasakování dešťových vod v ulici Dlouhá ukazuje, že záměr je možné uplatnit nejen v nové zástavbě, ale i v zástavbě stávající, kde to je složitější. Realizace systému HDV je především na spolupráci odborů města či obce, úředníků, projektantů a v neposlední zapojení veřejnosti při úpravách veřejného prostranství.

16 Přehled literatury a použité zdroje

Asio, ©2019: Velká Dešťovka (online) [cit.2020.02.12], dostupné z: <<https://www.asio.cz/cz/936.mate-radi-vyzvy-vyzva-c-119-vam-pomuze-lepe-hospodarit-s-vodou>>

Benefits of SuDS (online) [cit. 2018-03-08], dostupné z: <<https://www.susdrain.org/delivering-suds/using-suds/benefits-of-suds/SuDS-benefits.html>>

Daňhela J., Kubát J., Zrzavecký M., 2016: Sucho a podzemní vody. In: Provoz vodovodů a kanalizací 2016: Sborník referátů. Praha, Česko: Sdružené vodovodů a kanalizací ČR, s. 11 – 19.

Diekers C., Göbel P., Coldewey W. G., 2005: Entwicklung und Optimierung eines kombinierten unterirdischen Reinigungs-und Versickerungssystems für Regenwasser. Abschlussbericht Projekt der Deutschen Bundesstiftung Umwelt Az 18622. HydroCon GmbH

Krejčí V., 2002: Odvodnění urbanizovaných území: koncepční přístup. Vyd. 1. Brno: NOEL 2000, ISBN 80-86020-39-8.

Kuk R., Vítek J., 2017: Městské vody 2017: Příklady využití HDV v současné praxi: Od zdi ke zdi. ISBN 978-80-86020-85-3.

Kuo, F. E., Sullivan, W. C., 2001: Environment and crime in the inner city: Does vegetation reduce crime? Environment & Behavior, 33(3), s. 343-367.

Kyselý J., Kakos V., Halásová O., 2008: Dlouhodobé změny četnosti povodní na Vltavě v Praze a na Labi v Děčíně ve vztahu k atmosférické cirkulaci a významným srážkám, Meteorologické zprávy, 61: s. 5-13.

Matějka K., Leugner J., 2013: Growth of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karsten) from artificial and natural regeneration in the Krkonoše Mts. and air temperature variability. - Journal of Forest Science, 59: s.150-158.

Matějka K., ©2020: Vývoj teplot a srážek v ČR od roku 1961 (online) [cit.2020.02.12], dostupné z< <https://www.infodatasys.cz/climate/KlimaCR1961.htm>>

Město Lovosice, ©2020: Strategický plán rozvoje města Lovosice na období 2014 – 2020.

Město Lovosice, ©2020: Územní plán Lovosice, Opatření obecné povahy

Mihaljevič M., Moldan B., 2000: Otázky biogeochemie, Nakladatelství Karolinum Univerzity Karlovy v Praze, ISBN 80-246-0035-8.

Ministerstvo pro místní rozvoj ©2019: Vsakování srážkových vod, Metodická pomůcka, Odbor stavebního řádu Praha, s. 13

Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, ©2015: Politika územního rozvoje České republiky, ve znění Aktualizace č. 1. Praha

MINKE, G. 2007: Inclined green roofs - Ecological and economic advantages, passive heating and cooling effects, Proceedings of International Conference on Central Europe towards Sustainable Building in Prague (online) [cit.2020.03.01], dostupné z < https://www.tzb-info.cz/docu/clanky/0048/004874_sikme_zelene_strechy_original.pdf.

MŽP, 2015: Národní akční plán adaptace na změnu klimatu (online) [cit. 2020-01-20], dostupné z: < https://www.mzp.cz/cz/narodni_akcni_plan_zmena_klimatu>

Nehasil O., 2014: Hospodaření s dešťovou vodou: Získávají nejen občané a obce (online) [cit. 2020.02.22], dostupné z <<https://www.moderniobec.cz/hospodareni-s-destovou-vodou-ziskavaji-nejen-obcane-a-obce/>>

OPŽP, ©2020: Dotační výzvy (online) [cit.2020.03.01], dostupné z<<https://www.opzp.cz/nabidka-dotaci/detail-vyzvy/?id=160>>

PAUL M. J., MEYER J. L., 2001: Streams in the urban landscape. Annual Review of Ecology and Systematics. 32, s. 333-365.

Rebetez M., Mayer H., Dupont O., Schindler D., Gartner K., Kropp J. P., Menzel A., 2006: Heat and drought 2003 in Europe: a climate synthesis. - Annals of Forest Science, 63: s. 569-577.

Severočeské vodovody a kanalizace, a. s., ©2006: Kanalizační řád pro jednotný kanalizační systém města Lovosice a jednotný kanalizační systém Obce Sulejovice zakončený čistírnou odpadních vod v Litoměřicích (online) [cit. 2020-01-20], dostupné z: <<https://www.scvk.cz/res/seweraqe/Lovosice.pdf>>

STEINER, M., 2010: Strassenabwasserbehandlungsverfahren: Stand der Technik. Dokumentation ASTRA 88002, s. 130.

Stránský D., 2012: Srážkové vody a urbanizace krajiny: TP 1.20.1 : technická pomůcka k činnosti autorizovaných osob, Praha, Informační centrum ČKAIT, ISBN 8087438280.

Stránský D., Bareš V., Kabelková I, 2015: Hospodaření se srážkovými vodami, Právní prostředí, technické normy, stavební objekty, příklady. Ministerstvo životního prostředí ČR (online). [cit. 2019-03-30], dostupné z: <<https://www.pocitamesvodou.cz/wpcontent/uploads/2015/01/Hospodareni-se-srazkovymi-vodami-2017.pdf?x58580>>

Tolasz R., 2019: I v Česku se mění klima (online) [cit.2020.02.12], dostupné z: <<https://storymaps.arcgis.com/stories/623ff16d5dd54607a1a272539aa5dda2>>

Treml P., 2011: Největší sucha na území České republiky v období let 1875-2010. Meteorologické zprávy, 64: s. 168-176.

TZB info, 2020: Vliv vsakování povrchové dešťové vody na stavební objekty (online) [cit.2020.02.12], dostupné z: <<https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/4385-vliv-vsakovani-povrchove-destove-vody-na-stavebni-objekty>>

USDA Forest Service, Center for Watershed Protection. (2008). Using Trees To Reduce Stormwater Runoff. online) [cit.2019.12.12.] dostupné z: <<https://www.slideshare.net/watershedprotection/using-trees-to-reduce-stormwater-runoff-formatted-presentation>>

Vacková M., 2017: Urbanistická opatření pro efektivní hospodaření s povrchovou vodou v zastavěných územích. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta architektury.

Vasilevska L., 2016: Low-rise High Density Housing/Rise High Density Housing. WSUD Concept. Vídeň, Rakousko.

VÍTEK, J., ©2006: Nové trendy v odvodňování urbanizovaných území, Moderní obec (online) [cit. 2020.03.02], dostupné z: <<http://moderniobec.cz/nove-trendy-v-odvodnovani-urbanizovanych-uzemi/>>

Vítek J., 2008: Odvodňování urbanizovaných území podle principů udržitelného rozvoje. Urbanismus a územní rozvoj 4. s. 1 – 12.

Vítek J., Stránský D., Kabelková I., Bareš V., 2015: Hospodaření s dešťovou vodou v ČR. Vydání první. Praha: 01/71 ZO ČSOP Koniklec, ISBN 978-80-260-7815-9. (online) [cit.2020.02.12], dostupné z:

<http://eagri.cz/public/web/file/417669/Priloha_VODA_SUCHO_usn._vl._620.pdf>

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, ©2020: (online) [cit.2020.03.01], dostupné z

<https://heis.vuv.cz/data/webmap/isapi.dll?map=mp_heis_voda&TMPL=HVMAP_MAIN&IFRAME=0&lon=15.5603748&lat=50.0326966&scale=1935360>

Ústav výzkumu globální změny AV ČR, © 2020: (online) [cit.2020.03.01], dostupné z:<<https://www.intersucho.cz/cz/mapy/deficit-zasoby-vody-v-pude/>>

Zákony, vyhlášky, normy

ČSN 75 9010: Vsakovací zařízení dešťových vod. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2012

ČSN 75 9011: Hospodaření se srážkovými vodami, Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2012

VSA Regenwasserentsorgung - Richtlinie zur Versickerung, Retention und Ableitung von Niederschlagswasser aus Siedlungsgebieten, Verband Schweizer Abwasser - und Gewässerschutzfachleute, Zürich, 2002.

Vyhláška č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území, v platném znění

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů, v platném znění

Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu, v platném znění

Zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, v platném znění

Obrázky

Obr. 1: MŽP, Národní akční plán adaptace na změnu klimatu, 2015

Obr. 2: Deficit zásoby vody v půdním profilu (online) [cit.2020.03.01], dostupné z
<<https://www.intersucho.cz/cz/mapy/deficit-zasoby-vody-v-pude>>

Obr. 3: Pohled z hotelu ve Vídni na zelený dvůr, Materiály k příkladům hospodaření s dešťovou vodou a zelené infrastruktury uvnitř města (online) [2019.10.12], dostupné z <<https://www.asio.cz/cz/273.exkurze-za-dobrymi-priklady-hospodareni-s-destovou-vodou>>

Obr. 4: Porovnání odtoku srážkových vod, Hospodaření s dešťovou vodou v ČR (01/71 ZO ČSOP Koniklec, 2015)

Obr. 5: Umělá infiltrace (online) [cit.2020.03.01], dostupné z<
http://www.ngwa.org/Fundamentals/>hydrology/PublishingImages/injection_well.Gif

Obr. 6: Průleh, rýha (online)[cit.2020.03.01], dostupné z
<<https://www.pocitamesvodou.cz/wpcontent/uploads/2015/01/Hospodareni-se-srazkovymi-vodami-2017.pdf?x58580>>

Obr. 7: Suchá retenční nádrž bez stálé hladiny nadržení (online)[cit.2020.03.01], dostupné z
<<https://www.pocitamesvodou.cz/wpcontent/uploads/2015/01/Hospodareni-se-srazkovymi-vodami-2017.pdf?x58580>>

Obr. 8: Lovosice (online) [cit.2020.03.20], dostupné z<
<https://www.kurzy.cz/obec/lovosice/mapy/>>

Obr. 9: Potenciál vsaku (online) [cit.2020.03.20], dostupné z
<http://webmap.dppcr.cz/dpp_cr/povis.dll?MU=001&MAP=5440&lon=14.1114554&lat=50.5157412&scale=60480>

Obr. 10: Severočeská křída (online) [cit.2020.03.20], dostupné z<
https://heis.vuv.cz/data/webmap/isapi.dll?map=mp_heis_voda&TMPL=HVMAP_MAIN&IFRAME=0&lon=18.4258027&lat=51.4846005&scale=3870730>

Obr. 11: Pohled do zájmového území (autor)

Obr. 12: Foto z Dlouhé ulice (autor)

Obr. 13: Foto do Dlouhé ulice (autor)

Obr. 14: Filtrace a zasakování dešťové vody, Stavebnictví3000.cz (online) [cit.2020.03.18], dostupné z <<https://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/vyuzivani-destovych-vod-je-trend>>

Obr. 15: Zasakovací box Azura (online) [cit.2020.03.18], dostupné z <<https://www.wavin.com/cs-cz/katalog/destova-voda/zasakovani-a-retence/akumulacni-box-azura>>

Obr. 16: Zasakovací zařízení (online) [cit.2020.03.18], dostupné z <<https://www.wavin.com/cs-cz/katalog/destova-voda/zasakovani-a-retence/akumulacni-box-q-bic>>

Obr. 17: Umístění vsakovacího zařízení (autor)

17 Seznam tabulek

Tabulka 1 : Přehled přínosů MZI (online) cit. [2019-12-27], dostupné z <<https://www.susdrain.org/delivering-suds/using-suds/benefits-of-suds/SuDS-benefits.html>>

Tabulka 2 : Orientační hodnoty propustnosti vybraných druhů hornin, VŠB (online) [cit. 2019-12-27], dostupné z <http://geologie.vsb.cz/CviceniInzenyrskaGeologie/KAPITOLY/10_Vlastnosti/10%20Vlastnosti_v7ma.htm>

Tabulka 3 : Úhrn srážek v čase (Wavin, online)

Tabulka 4 : Rekapitulace odvodněných ploch (autor)

Tabulka 5: Technické údaje varianta 1 (Wavin, Intesio)

Tabulka 6: Technické údaje varianta 2 (Wavin, Intesio)

18 Přílohy

Příloha 1: Celková situace Lovosice – ČOV Litoměřice (SW GEOMeditor, autor)

Příloha 2: Zájmové území Lovosice, Dlouhá – (SW GEOMeditor, autor)