



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ OBCÍ

INSTITUTE OF MUNICIPAL WATER MANAGEMENT

# HOSPODAŘENÍ S DEŠŤOVOU VODOU V RÁMCI ZELENÉ INFRASTRUKTURY MĚST

STORMWATER MANAGEMENT IN FRAME OF GREEN INFRASTRUCTURES OF CITIES

## DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

## AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Michal Novotný

## VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Ing. PETR HLAVÍNEK, CSc., MBA

BRNO 2021



## VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

<b>Studijní program</b>	N3607 Stavební inženýrství
<b>Typ studijního programu</b>	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
<b>Studijní obor</b>	3607T027 Vodní hospodářství a vodní stavby
<b>Pracoviště</b>	Ústav vodního hospodářství obcí

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

<b>Student</b>	Bc. Michal Novotný
<b>Název</b>	Hospodaření s dešťovou vodou v rámci zelené infrastruktury měst.
<b>Vedoucí práce</b>	prof. Ing. Petr Hlavínek, CSc., MBA
<b>Datum zadání</b>	31. 3. 2020
<b>Datum odevzdání</b>	15. 1. 2021

V Brně dne 31. 3. 2020

---

doc. Ing. Ladislav Tuhovčák, CSc.  
Vedoucí ústavu

---

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.  
Děkan Fakulty stavební VUT

## PODKLADY A LITERATURA

- [1] Metcalf + Eddy: Wastewater Engineering, Treatment, Disposal and Reuse, McGRAW-HILL, New York 1985
- [2] Hlavínek P. a kol. Hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaném území, ARDEC, ISBN 80-86020-55-X.
- [3] Hlavínek P., Mičín J., Prax P.: Příručka stokování a čištění, ISBN 80-86020-30-4, NOEL 2000, Brno 2001.
- [4] Krejčí a kol.: Odvodnění urbanizovaných území - koncepční přístup, ISBN 80-86020-39-8, NOEL 2000, Brno 2002.
- [5] Sborníky Water Science and Technology, IWA Publishing.
- [6] Časopisy SOVAK, VODNÍ HOSPODÁŘSTVÍ.

## ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

V první části práce bude zpracována rešerše zaměřená na stávající stav problematiky hospodaření s dešťovou vodou v rámci zelené infrastruktury měst. Cílem diplomové práce je vytvořit vyhodnocení a doporučení opatření v oblasti hospodaření s vodou v rámci zelené infrastruktury měst podle příslušné velikosti, tj. na typické městské objekty, které města této velikosti spravují, na parametry sítě zásobování vodou a kanalizační síť, na parametry čistírny odpadních vod odpovídající velikostí a technologií. V praktické části diplomové práce bude zpracována případová studie pro návrh hospodaření s dešťovou vodou v rámci zelené infrastruktury vybraného města.

## STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).
2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

---

prof. Ing. Petr Hlavínek, CSc., MBA  
Vedoucí diplomové práce

## **ABSTRAKT**

Cílem diplomové práce je vytvořit vyhodnocení a doporučení opatření v oblasti hospodaření s vodou v rámci zelené infrastruktury měst. Tato opatření se vztahují na typické městské objekty, které města spravují. V první části diplomové práce je zpracována rešerše zaměřená na stávající stav problematiky hospodaření s dešťovou vodou v rámci zelené infrastruktury měst. Je taktéž nastíněno legislativní hledisko a jsou popsány opatření a technologie pro hospodaření s dešťovými vodami. V praktické části diplomové práce je zpracována případová studie pro návrh hospodaření s dešťovou vodou v rámci zelené infrastruktury města Třešť. Jsou navrženy a ekonomicky posouzeny způsoby hospodaření s dešťovými vodami pro různé objekty ve vlastnictví města Třešť.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Hospodaření s dešťovou vodou, dešťová voda, retence dešťových vod, vsakování dešťových vod, vsakovací objekty, zelená střecha

## **ABSTRACT**

The aim of the diploma thesis is to create an evaluation and recommendation of measures in the field of water management within green infrastructures of cities according to appropriate size. These measures apply to typical urban buildings managed by cities of this size. The first part of the diploma thesis deals with a research focused on the current state of stormwater management within the green infrastructure of cities. The legislative aspect is also outlined and measures and technologies for stormwater management are described. The practical part of the diploma thesis deals with a case study for the design of stormwater management within the green infrastructure of the city of Třešť. Stormwater management methods for various buildings owned by the city of Třešť are designed and economically assessed.

## **KEYWORDS**

Stormwater management, stormwater, stormwater retention, stormwater infiltration, infiltration facilities, green roof



## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

Bc. Michal Novotný *Hospodaření s dešťovou vodou v rámci zelené infrastruktury měst*.  
Brno, 2020. 133 s., 41 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta  
stavební, Ústav vodního hospodářství obcí. Vedoucí práce prof. Ing. Petr Hlavínek, CSc.,  
MBA

## **PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE**

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Hospodaření s dešťovou vodou v rámci zelené infrastruktury měst.* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 15. 1. 2021

---

Bc. Michal Novotný  
autor práce

## **PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Hospodaření s dešťovou vodou v rámci zelené infrastruktury měst.* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 15. 1. 2021

---

Bc. Michal Novotný  
autor práce

## **PODĚKOVÁNÍ**

Děkuji vedoucímu diplomové práce prof. Ing. Petrovi Hlavínkovi, CSc. za jeho odborné vedení, cenné rady a připomínky. Také bych chtěl poděkovat Technologické agentuře České republiky, a to v rámci projektu Národního centra kompetence č. TN01000056/03 s názvem „Recyklace vody a odpadů v rámci zelené infrastruktury měst“, na kterém se Vysoké učení technické v Brně spolupodílelo společně s městem Třešť, ČVUT UCEEB a Sedum Top Solution, s r.o. v roce 2019 až 2021. Autor diplomové práce byl členem řešitelského týmu projektu a podílel se na pracích spojených s projektem.

# OBSAH

<b>1</b>	<b>ÚVOD.....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>PRINCIP HOSPODAŘENÍ S DEŠŤOVOU VODOU.....</b>	<b>12</b>
2.1	Hydrologická bilance vody.....	15
2.2	Klimatologie .....	15
2.3	Vsakovací schopnost půdy.....	16
2.4	Zakrývání půdy a jeho dopad na životní prostředí.....	18
<b>3</b>	<b>LEGISLATIVNÍ RÁMEC HOSPODAŘENÍ S DEŠŤOVOU VODOU.....</b>	<b>19</b>
3.1	Platná legislativa související s HDV.....	19
3.2	Technické předpisy související s HDV .....	21
<b>4</b>	<b>KVALITA DEŠŤOVÉ VODY .....</b>	<b>23</b>
4.1	Požadavky na kvalitu dešťové vody .....	25
4.1.1	Požadavky na kvalitu dešťové vody využívané k závlaze .....	26
4.1.2	Vliv dešťové vody na kvalitu plodin a půdy.....	26
<b>5</b>	<b>MOŽNOSTI HOSPODAŘENÍ S DEŠŤOVOU VODOU .....</b>	<b>28</b>
5.1	Využívání dešťových vod .....	28
5.1.1	Potřeba vody .....	29
5.2	Předčištění dešťových vod.....	32
5.2.1	Usazovací šachta.....	33
5.2.2	Filtrační podokapový hrnec .....	33
5.2.3	Okapový filtr.....	34
5.2.4	Filtrační koš .....	34
5.2.5	Odlučovač lehkých kapalin.....	35
5.3	Retence dešťových vod .....	35
5.3.1	Suché retenční nádrže (poldry) .....	36
5.3.2	Protierozní nádrže.....	37
5.3.3	Retenční nádrže s biotopem.....	37
5.3.4	Decentralizované retenční nádrže .....	37
5.3.5	Retence na zelených střeších a střeších zadržujících vodu.....	38
5.3.6	Zásobní nádrže.....	38
5.4	Vsakování dešťových vod.....	39
5.4.1	Povrchové vsakování .....	40
5.4.2	Systémy zpevněných ploch pro HDV .....	41
5.4.3	Vsakovací průleh .....	46
5.4.4	Vsakovací nádrž.....	46
5.4.5	Vsakovací rýha .....	47
5.4.6	Vsakovací šachta .....	48
5.4.7	Vsakovací plastové bloky .....	48

<b>6</b>	<b>ZELENÉ STŘECHY .....</b>	<b>49</b>
<b>6.1</b>	<b>Rozdělení zelených střech.....</b>	<b>49</b>
<b>6.2</b>	<b>Význam a funkce zelených střech.....</b>	<b>51</b>
6.2.1	Environmentální funkce.....	51
6.2.2	Urbanistická a krajinářská funkce.....	54
6.2.3	Ekonomická a ochranná funkce.....	54
<b>6.3</b>	<b>Údržba zelených střech.....</b>	<b>54</b>
<b>7</b>	<b>ZELENÉ STĚNY .....</b>	<b>56</b>
<b>7.1</b>	<b>Zelené fasády .....</b>	<b>56</b>
<b>7.2</b>	<b>Živé stěny .....</b>	<b>57</b>
<b>8</b>	<b>VYBRANÉ PROJEKTY HOSPODAŘENÍ S DEŠŤOVOU VODOU V ČR A ZAHRANIČÍ.....</b>	<b>59</b>
<b>8.1</b>	<b>Univerzitní kampus v Bohunicích.....</b>	<b>59</b>
<b>8.2</b>	<b>Otevřená zahrada Nadace Partnerství.....</b>	<b>60</b>
<b>8.3</b>	<b>Zelená výrobní hala LIKO-Vo.....</b>	<b>61</b>
<b>8.4</b>	<b>SolarCity Linz .....</b>	<b>62</b>
<b>9</b>	<b>PROJEKT: „HOSPODAŘENÍ S DEŠŤOVOU VODOU VE MĚSTĚ TŘEŠŤ“ ...</b>	<b>63</b>
<b>9.1</b>	<b>Popis lokality .....</b>	<b>63</b>
9.1.1	Geologické poměry.....	64
9.1.2	Mapa potencionálního vsaku .....	66
<b>9.2</b>	<b>Lokality s významným výskytem dešťových vod.....</b>	<b>67</b>
9.2.1	Penzion v ulici Palackého .....	69
9.2.2	Pečovatelský dům v ulici Palackého.....	74
9.2.3	Místní komunikace za arboretem.....	77
9.2.4	Víceúčelové hřiště.....	82
9.2.5	Základní škola v ulici Josefa Hory.....	87
9.2.6	Městská sportovní hala .....	95
9.2.7	Kulturní dům.....	100
9.2.8	ZŠ a DDM v ulici Barvířská .....	103
9.2.9	Penny market v ulici Palackého.....	111
<b>10</b>	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>113</b>
	<b>BIBLIOGRAFIE .....</b>	<b>115</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ .....</b>	<b>126</b>
	<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>127</b>

---

<b>SEZNAM OBRÁZKŮ.....</b>	<b>129</b>
<b>SUMMARY.....</b>	<b>132</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>133</b>

# 1 ÚVOD

V současnosti čím dál víc setkáváme s pojmem „změna klimatu“. Změna klimatu se odráží ve formě dlouhodobě suchých a horkých období s následnými extrémními bouřkami, kolísající vodní bilancí a změnami distribuce srážek v průběhu roku. V období extrémních srážek jsou odvodňovací systémy vystaveny situacím, na které nejsou připraveny a dimenzovány. Extrémní charakter srážek bude v celé Evropě narůstat. Tyto závěry ukazují, že stokové sítě budou v budoucnu představovat výrazně vyšší rizika než dnes. Důsledkem je vznik lokálních záplav a povodní, které ohrožují městskou infrastrukturu. Adaptace na změny klimatu musí počítat zejména s opatřeními, které budou zvyšovat stabilitu vodního hospodářství. Těmi může být například budování záchytných vodních ploch ve městech a zemědělské krajině nebo zvyšování schopnosti krajiny zadržovat vodu.

Také urbanizace mění přírodní krajinu a ovlivňuje hydrologické procesy v povodí. Přirozený vodní cyklus udržuje rovnováhu mezi odpařováním, srážkami, infiltrací, absorpcí a transpirací rostlinami. S přibývajícím urbanizací se snižuje propustnost půdy a přírodní krajina je nahrazována nepropustnými povrchy, jako jsou střechy, silnice, parkovací a jiné. Z měst se vytrácí přirozená vegetace, která zachycuje, zpomaluje a vrací dešťové srážky zpět do ovzduší. V přírodě slouží biotopy jako rašeliniště, mokřady, listnaté lesy, louky, rákosová pole a další jako přírodní „houby“, které zachycují srážky a snižují znečištění. Začlenění retenčních objektů jako jsou např. bioretenci systémy, zelené střechy, mokřady, jezírka aj. může mít v městském prostředí podobný přínos jako právě tyto „houby“. Hospodařit s dešťovou vodou (HDV) lze i na prostorově velmi omezených územích a zjevný nedostatek místa by nikdy neměl být důvodem ignorovat tyto principy. Při navrhování objektů HDV je podstatné, aby prostor plnil více funkcí, to je zvláště důležité v hustě obydlených oblastech.

V České republice je problematika změn klimatu a extrémních srážek již několik let diskutována. Opatření na podporu hospodaření s dešťovou vodou jsou podrobně zpracována v dokumentu Národní akční plán adaptace na změnu klimatu (NAP AZK). Jedním z navržených opatření je zpracování a schválení koncepce hospodaření se srážkovými vodami v urbanizovaných územích [1]. Výzkumné centrum AdMaS řeší projekt Národního centra kompetence, které reaguje na potřebu malých měst a obcí komplexně řešit vodní hospodářství a zlepšovat kvalitu života v souladu se zásadami konceptu chytrých měst a zásadami oběhové ekonomiky v městech do 10 000 obyvatel. V rámci řešení se vyvíjí metodika na pozadí pilotní lokality, města Třešť, které bude aplikovatelné v podobně velkých obcích v České republice. Přínosem projektu bude lepší řízení zdrojů, energie a optimalizace vodního hospodářství, implementace znalostí v oblasti zelené infrastruktury měst a zvýšená ochrana měst před extrémními bouřkami.

Problematika hospodaření s dešťovou vodou v rámci zelené infrastruktury měst byla mimo jiné řešena v rámci projektu Technologické agentury České republiky TAČR č. TN01000056/03 s názvem „Recyklace vody a odpadů v rámci zelené infrastruktury měst“. Tento projekt byl řešen Vysokým učením technickým v Brně, Fakultou stavební, které se na projektu spolupodílelo s městem Třešť, ČVUT UCEEB a Sedum Top Solution, s r.o. v rámci programu Národního centra kompetence v letech 2019 až 2021. Diplomová práce vychází z výsledků projektu TAČR, kde byl autor diplomové práce členem řešitelského týmu a aktivně se podílel na pracích spojených s projektem.

## 2 PRINCIP HOSPODAŘENÍ S DEŠŤOVOU VODOU

Základním principem HDV je přiblížit se v maximální míře přirozenému vodnímu cyklu v přírodě. V povodích s přirozeným vegetačním krytem se infiltruje až 50 % objemu dešťové vody dopadající na povrch území, pouze 10 % reprezentuje povrchový odtok. V centrálních částech městských sídel tvoří povrchový odtok až 55 % objemu dešťové srážky, který oteče dešťovými vpusti do kanalizace. [2]



Obr. 2.1 Porovnání odtoku srážkových vod [3]

Stávajícím konvenčním způsobem používaným na většině území ČR je odvést dešťovou vodu (DV) co nejrychleji do recipientu, kterým je buď kanalizace, nebo vodní tok. Nejčastěji je dešťová voda odváděna jednotnou stokovou sítí, to znamená, že se na čistírnu odpadních vod (ČOV) odvádí jak vody splaškové, tak i vody dešťové. Při přívalových srážkách jsou tyto odpadní vody (OV) následně odděleny v odlehčovacích komorách, kdy se část mírně znečištěné vody odvádí do vodního recipientu. Tato odlehčená OV způsobí ve vodním recipientu hydraulický náraz a šok látkovým zatížením podle druhu povrchu, ze kterého je voda odváděna. Konvenční způsob odvodnění je udržitelný pouze do určité míry urbanizace území. S rostoucí urbanizací v městských aglomeracích roste i množství dešťových vod odváděných do kanalizace. Nejen urbanizace má vliv na střídající se povodně způsobené přívalovými dešti a extrémními obdobími sucha. Za posledních 20 let se změnil charakter přívalových srážek vlivem změn klimatu. Dříve se přívalové srážky vyskytovaly obvykle v tradičně nejdeštivějších měsících roku, jako jsou červen a červenec, ale už se objevují i na jaře a na podzim. Srážky přicházejí po delších obdobích sucha a jsou intenzivnější. [3] [4]

Konvenční způsoby městského odvádění způsobují problémy:

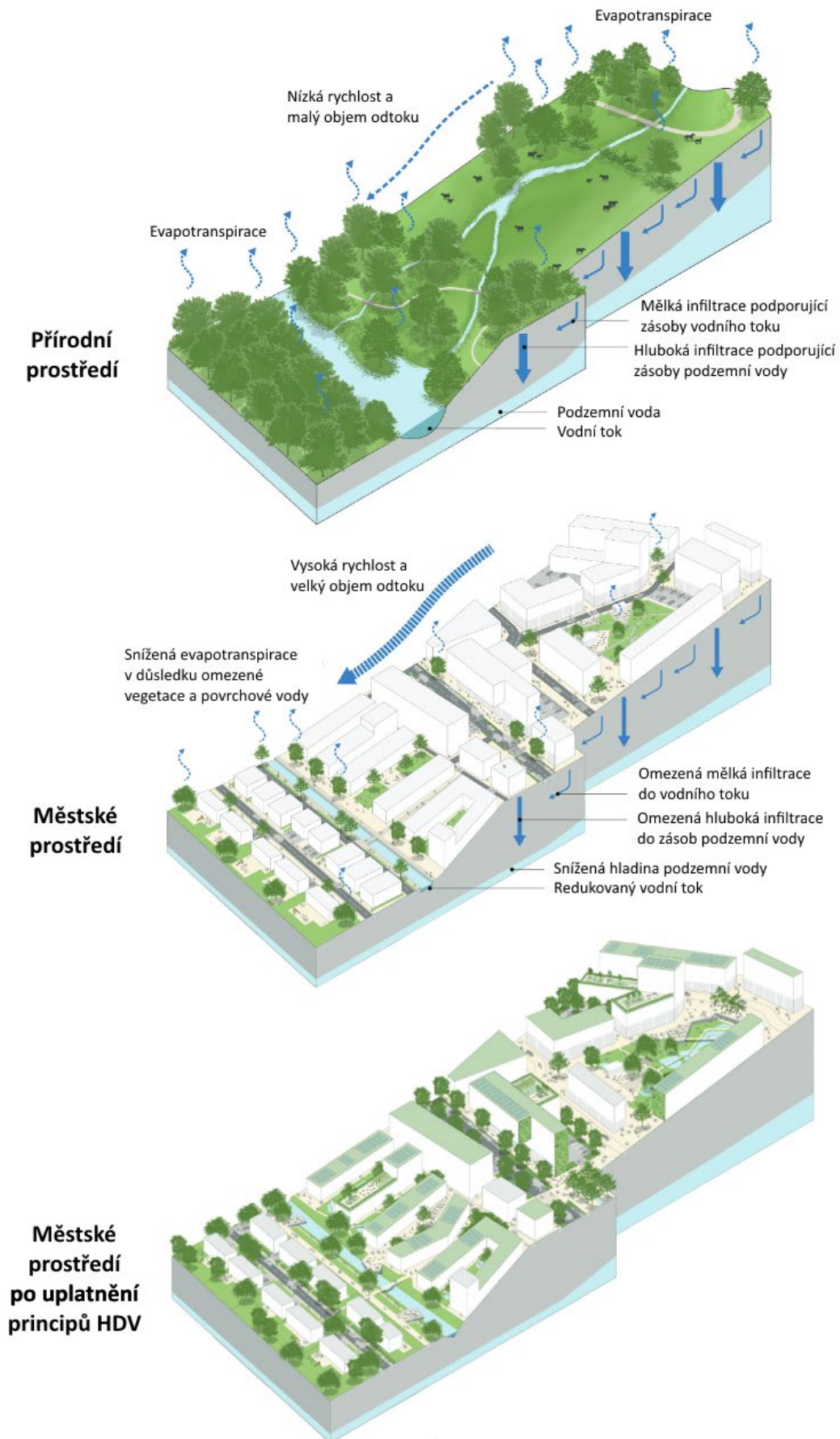
- nedostatečná obnova podzemní vody vsakováním;
- znečišťování vodních zdrojů a recipientů látkami splavenými ze zpevněných ploch, změna režimu přirozeného cyklu vody;
- překročení kapacity stokového systému, přechod do tlakového režimu proudění s vystupáním vody do úrovně sklepních prostorů, či přímo výtoků na terén prostřednictvím revizních šachet a uličních vpustí;
- estetického charakteru, neustálé zvyšování podílu zpevněných ploch v městských sídlech. [3] [5]



Novým řešením je decentralizovaný systém odvodnění. Hlavní myšlenkou je, aby se srážkovou vodou nakládalo v místě jejího vzniku a zabránilo se tomu, aby srážkové vody otekly z pozemku se stejnou intenzitou, se kterou na pozemek spadly. V případě vhodných podmínek se upřednostňuje vsakování do podzemí, což má příznivý vliv na doplňování zdrojů podzemních vod. Ne vždy je umožněno vsakování, a proto se musí přikročit k lokální retenci. Vody akumulované v retenčních objektech se regulovaným odtokem rovnoměrně vypouští do kanalizace. I tento způsob odvodnění má pro vodní hospodářství měst obrovský význam. [4]

Zadržování dešťových vod a podpora jejich vsakování vede ke snížení objemu a maxim povrchového odtoku v urbanizovaném území, což má řadu ekonomických i ekologických přínosů:

- využíváním akumulované dešťové vody jako vody užitkové se snižuje potřeba pitné vody;
- snižování celkového objemu odvedeného množství dešťové srážky vede zároveň ke snižování nákladů na investice a provoz městského odvodnění;
- zadržením vody v terénu se zvýší výpar alepší mikroklima v urbanizovaných oblastech;
- zadržováním a vsakováním dešťových vod se snižuje objem povrchového odtoku, a tím se snižuje hydraulické a látkové zatížení vodních recipientů;
- vsakováním do podzemí se obnovuje zásoba podzemních vod;
- ochrana obyvatel a majetku před povodněmi;
- podpora přirozeného režimu vodních toků;
- zlepšení místního ekosystému a biologické rozmanitosti;
- zkvalitnění městského prostředí a zlepšení jeho estetického vzhledu vegetací;
- městské prostředí se lépe vyrovnává se změnami klimatu;
- zvýšení povědomí obyvatel o přínosech HDV. [2] [6] [7] [8]



Obr. 2.2 Dopady urbanizace na povodí [6]

## 2.1 HYDROLOGICKÁ BILANCE VODY

Sestavení vodní bilance je podle zákona č. 254/2001 Sb. o vodách (vodní zákon) jednou ze základních činností v oblasti zjišťování a hodnocení stavu povrchových a podzemních vod. Hydrologická bilance porovnává vstupy (srážky, přítok, zásoby) a výstupy (výpar, odtok, úbytek zásob vody) do hydrologického systému. Sledují se povrchové a podzemní (prameny, mělké vrty, hluboké vrty) vody. Hydrologická bilance je zpracována pro 10 dílčích povodí [9].



Obr. 2.3 Rozdělení ČR do bilančních oblastí [9]

Výsledky zpracování hydrologické bilance pro těchto 10 bilančních oblastí obsahují charakteristiky ročního chodu srážek, celkového a základního odtoku, zásob vody ve sněhové pokrývce, změn zásob podzemní vody a přirozených průtoků. [9]

V souvislosti s řešením problematiky sucha a činností meziresortní komise VODA-SUCHO byl v letech 2015–2017 na platformě VÚV TGM v součinnosti s MŽP a MZe vytvořen informační webový portál [www.suchovkrajine.cz](http://www.suchovkrajine.cz). Cílem tohoto webu je především shromažďovat a představovat informace o problematice sucha široké veřejnosti. Na webu byly postupně zveřejněny kompletní analýzy, které si Ministerstvo životního prostředí nechalo zpracovat pro plnění úkolů schválených usnesením vlády č. 620/2015 v rámci dokumentu „Příprava realizace opatření pro zmírnění negativních dopadů sucha a nedostatku vody“. [10]

## 2.2 KLIMATOLOGIE

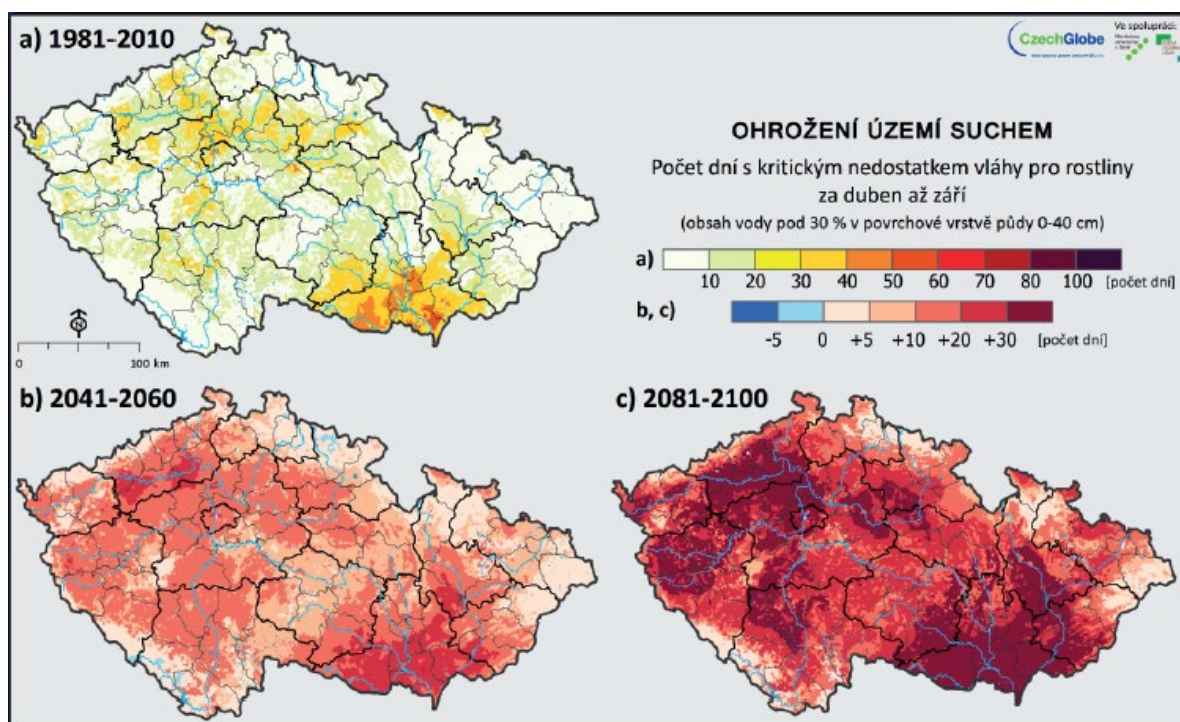
Česká republika má jednu z nejnižších zásob podzemní vody na obyvatele, v Evropě má méně již jen Litva, Belgie, Kypr, Lucembursko a Malta. Tato situace je způsobena nerovnoměrností srážek, nedostatkem sněhové pokrývky v zimních měsících a častějšími přivalovými dešti, které se nestačí vsáknout.

Změny klimatu představují jedno z klíčových témat současné světové environmentální politiky a mají neblahý vliv jak na vláhovou bilanci půdy, tak na hydrologickou bilanci. Tyto změny jsou dále doprovázeny extrémními jevy, jako např. povodně či sucha. Z toho vyplývá, že po roce 2040 bude vážný nedostatek vody, pokud se bude průměrná roční teplota dále zvyšovat, očekává se nárůst teploty o 1–1,5 °C. [11]

V kraji Vysočina přesáhl srážkový deficit 430 mm, od roku 2015 jsou na území kraje vyšší průměrné teploty oproti dlouhodobému normálu, což znamená i podstatně vyšší výpar.



Nastávají problémy se zásobováním pitnou vodou u desítek menších obcí spoléhajících se na lokální zdroje podzemních vod s proměnlivou kvalitou a kvantitou vody. Z hlediska zásob podzemní vody patří kraj mezi chudší, kvalita povrchové i podzemní vody není v některých oblastech kraje na dobré úrovni vlivem intenzivního zemědělství a nedostatečného čištění OV, avšak díky výstavbě nových ČOV a rekonstrukcí stávajících dochází ke zlepšení současné situace. [12]



Obr. 2.4 Výhled možného následku změn klimatu [11]

### 2.3 VSAKOVACÍ SCHOPNOST PŮDY

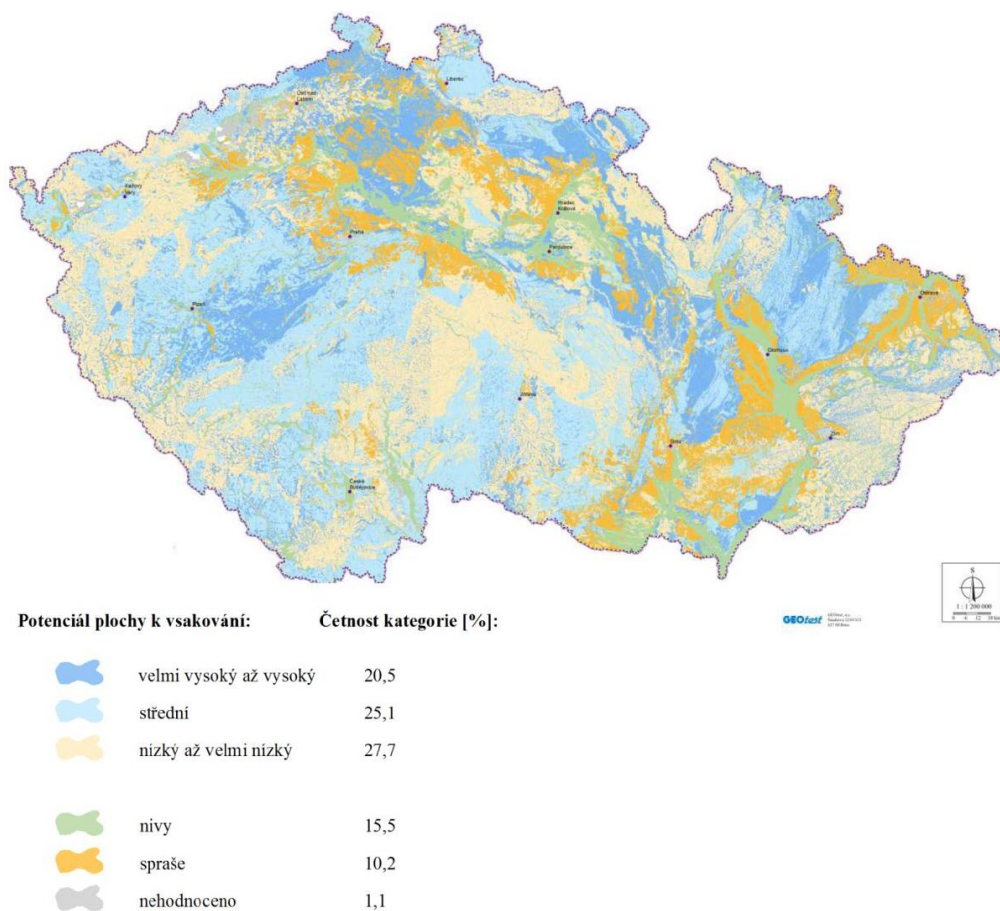
Infiltrace vody do půdy (neboli vsak) je proces, kdy se do půdy dostává voda, její část je pak v půdě zadržena (půda se chová jako houba, vodu nasaje a pak postupně uvolňuje), a zbývající voda se dále dostává níže a přes horninové prostředí např. dotuje podzemní kolektory vod a část vody ze zeminy se odpaří. [13]

Vhodnost prostředí k vsakování je určena hydrogeologickým průzkumem a je vyjádřena koeficientem vsaku  $k_v$  udávaným v  $m \cdot s^{-1}$ . Koeficient vsaku se mění v závislosti na druhu zeminy a obsahu humusu, přičemž nejvhodnější zeminy jsou písky a štěrky. U zemin s koeficientem nižším než  $1 \cdot 10^{-6} m \cdot s^{-1}$  lze zasakovat v kombinaci s akumulací a následným regulovaným odtokem, v tomto případě je nutné navrhnout bezpečnostní přepad. U každé stavby HDV musí být proveden hydrogeologický průzkum a také musí splňovat určité podmínky uvedené v ČSN 75 9010 [14], např. hladina podzemní vody musí být minimálně 1 m pod dnem vsakovacího objektu a musí být dodrženy minimální vzdálenosti od okolních budov a stromů. [14] [15] V případě prvotního návrhu lze orientačně stanovit koeficient vsaku dle Tab. 2.1.

Tab. 2.1 Koeficienty vsaku zemin [16]

Druh zeminý	Koeficient vsaku [ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ]	Relativní propustnost zeminý	Vhodnost zeminý pro vsakování
Jíly s nízkou a střední plasticitou, jíly a hlíny s vysokou až extrémně vysokou plasticitou	$< 10^{-10}$	velmi nepropustná	nevhodná
Hlíny šterkovité, jíly šterkovité a písčité, hlíny s nízkou a střední plasticitou	$10^{-8} - 10^{-10}$	nepropustná	nevhodná
Hlíny písčité, písky hlinité a jílovité, šterky hlinité a jílovité	$10^{-6} - 10^{-8}$	málo propustná	nevhodná
Písky a šterky s příměsí jemnozrné zeminý (5–10 %)	$10^{-4} - 10^{-6}$	propustná	vhodná
Písky a šterky dobře i špatně zrněné, tj. čisté písky a šterky, písčité šterky, písky a šterky s malou příměsí jemnozrných zemin (< 5 %)	$> 10^{-4}$	velmi propustná	vhodná pouze s filtrací ve vsakovacím zařízení

Pro předběžné posouzení vhodnosti území pro zasakování je možné využít Mapu potenciálního vsaku pro území ČR, viz Obr. 2.5. Tato mapa podává předběžnou informaci o možnostech vsakování srážkových vod z hlediska geologického a hydrogeologického prostředí, nenahrazuje ale regulérní hydrogeologický průzkum. Mapa potenciálního vsaku nemůže nahradit realizaci hydrogeologického průzkumu pro vsakování srážkových vod. Vhodnost zasakovacích opatření ve vztahu ke kategoriím mapy pro technická opatření je popsána v Tab. 2.2.



Obr. 2.5 Mapa potenciálního vsaku [13]

Tab. 2.2 *Vhodnost opatření ve vztahu ke kategoriím mapy pro technická opatření [17]*

Barva	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 spráše	Nevhodné	Nevhodné	Nevhodné	Nevhodné

## 2.4 ZAKRÝVÁNÍ PŮDY A JEHO DOPAD NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Půda zajišťuje mnoho základních ekologických funkcí, především sehraává klíčovou roli v produkci potravin a produkci biologických obnovitelných zdrojů (dřevo), poskytuje místo pro biologickou rozmanitost v půdě i na jejím povrchu, filtruje a zpomaluje proud vody a zároveň z ní odstraňuje znečišťující látky, pomáhá snižovat četnost a riziko záplav a sucha, pomáhá regulovat mikroklima zejména v městském prostředí. [18]

Zakrývání půdy (soil sealing) je definováno jako zakrytí půdy nepropustnými materiály (beton, asfalt), čímž půda ztrácí své přirozené vlastnosti a není nadále schopna plnit své přírodní funkce. Zakrývání půdy je negativní proces při přirozené urbanizaci a rozšiřování měst. Ignorování tohoto problému však může vést k výrazným ztrátám kvalitní zemědělské půdy, k urychlení klimatických změn, ke snížení biodiverzity v daném území. [19]

Za normálních podmínek v neurbanizované krajině je půda schopna pojmout až 3 750 tun vody na hektar, což odpovídá přibližně 400 mm srážek. Vsakování srážkových srážek může prodloužit dobu, za kterou se voda dostane do řeky, a tím snížit její maximální průtokové množství což vede ke snížení rizika povodně. Voda, která se přirozeně vsákne do půdy tak snižuje maximální množství uměle dodávané vody závlahou, tedy dojde k nepřetěžování vodních zdrojů. [18]

VÚMOP v.v.i. pod záštitou MZe vyvinul interaktivní nástroj Limity využití půdy a metodiku pro posuzování dostupnosti ploch zařazených do nižších tříd ochrany zemědělského půdního fondu (ZPF) pro obce i konkrétní investiční záměry, která je dostupná na adrese: <http://limitypudy.vumop.cz>. Aplikace si klade za cíl být nástrojem objektivního hodnocení podkladů v oblasti kvantitativní ochrany zemědělské půdy. Uživatel dostane podrobné charakteristiky území, podrobné informace o kvalitě a ochraně půdy, vody a přírody. Těžiště hodnocených informací se odvíjí od posouzení zemědělské půdy, které determinují jednak produkční a jednak její mimoprodukční funkce. Jedním z dalších cílů aplikace je snaha pomoci řešit problematiku využití zemědělských brownfieldů, které jsou v rámci aplikace také vedeny. [19]

### 3 LEGISLATIVNÍ RÁMEC HOSPODAŘENÍ S DEŠŤOVOU VODOU

Současná legislativa ČR není v mnoha ohledech na HDV jednotná. Leckdy se liší už i v elementárních právních pojmech, a proto vznikají nebezpečné stavby a stavby mimo zákon.

#### 3.1 PLATNÁ LEGISLATIVA SOUVISEJÍCÍ S HDV

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

Vodní zákon neuvádí pojem srážkové ani dešťové vody jako samostatnou kategorii. Obecná definice srážkové vody je označována jako voda, která má původ v atmosférických srážkách, která nedopadla na zemský povrch. Po dopadu na zemský povrch se tato voda označuje za povrchovou vodu.

Povrchové vody dále upravuje § 2 odstavec 1 takto: „*Povrchovými vodami jsou vody přirozeně se vyskytující na zemském povrchu; tento charakter neztrácejí, protékají-li přechodně zakrytými úseky, přirozenými dutinami pod zemským povrchem nebo v nadzemních vedeních.*“

Vodní zákon § 5 odstavec 3 nařizuje každému stavebníkovi, nejen pro nové stavby, ale též pro změny staveb a změny užití staveb, hospodařit se srážkovou vodou na svém pozemku takto:

*„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, akumulací nebo čištěním odpadních vod s následným vypouštěním do vod povrchových nebo podzemních 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.“*  
[20]

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

Tato vyhláška vymezuje zneškodňování srážkových vod a je prováděcí vyhláškou k § 43 stavebního zákon a týká se tedy územního plánování. Stanoví v § 20 odstavci 5c, že:

*„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.“*

Podle § 21 odstavce 3 je vsakování na pozemcích staveb pro bydlení splněno (§ 20 odstavec 5c), jestliže poměr výměry části pozemku schopné vsakování dešťové vody k celkové výměře pozemku činí v případě:

- „a) samostatně stojícího rodinného domu a stavby pro rodinnou rekreaci nejméně 0,4,*
- b) řadového rodinného domu a bytového domu 0,3.“* [21]

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

Podle § 6 odstavce 4 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.*“ [22]

Ačkoli by se mohlo zdát, že vyhlášky 501/2006 Sb. a 268/2009 Sb. říkají ve vztahu k HDV téměř totéž, zásadní rozdíl je v tom, pro koho jsou obě sdělení určena. Zatímco vyhláška č. 268/2009 Sb., ukládá stavebníkovi povinnost dodržovat principy HDV, první jmenovaná vyhláška ukládá obci povinnost vymezit stavební pozemek tak, aby stavebník měl možnost se podle svých povinností zachovat. Stavební pozemek vymezuje stavební úřad v rámci rozhodnutí o umístění stavby. Již v rámci územního plánování je proto obec povinna myslet i na HDV tak, aby i budoucí stavební pozemky byla schopna správně vymezit podle stavebního zákona a jeho prováděcích předpisů. [23]

## **Zákon 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích**

Podle § 8 odstavce 4 má majitel stokové sítě povinnost umožnit připojení srážkových vod na kanalizace.

„*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.*“

V § 12 odstavci 1 je uvedeno: „*Kanalizace musí být navrženy a provedeny tak, aby negativně neovlivnily životní prostředí...Současně musí být zajištěno, aby bylo omezováno znečišťování recipientů způsobované dešťovými přívaly.*“ [24]

## **Politika územního rozvoje ČR**

Politika územního rozvoje ČR stanovuje rámcové úkoly pro navazující územně plánovací činnost a pro stanovování podmínek pro předpokládané rozvojové záměry s cílem zvyšovat jejich přínosy a minimalizovat jejich negativní dopady.

Pro účely HDV je nejdůležitější odstavec 25:

„*Vytvářet podmínky pro preventivní ochranu území a obyvatelstva před potenciálními riziky a přírodními katastrofami v území (záplavy, sesuvy půdy, eroze, sucho atd.) s cílem minimalizovat rozsah případných škod. Zejména zajistit územní ochranu ploch potřebných pro umístění staveb a opatření na ochranu před povodněmi a pro vymezení území určených k řízeným rozlivům povodí. 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.*“ [25]



## ***Plán hlavních povodí ČR***

V druhém plánovacím období (2015–2021) byl Plán hlavních povodí ČR nahrazen Národními plány povodí ČR.

Obecným cílem státní politiky v oblasti vod je vytvořit podmínky pro udržitelné hospodaření s omezeným vodním bohatstvím České republiky, které umožní sladit požadavky ochrany a vodních ekosystémů, při současném zohlednění opatření ke snížení škodlivých účinků vod.

Dílčím cílem je podporovat snižování nepříznivých vlivů urbanizace území, zemědělského a lesního obhospodařování krajiny na zásoby vody, podporovat obnovu ekologické stability krajiny a integrovaný přístup k ochraně vod a hospodaření s vodou.

Zapojit ostatní sektory hospodářství včetně obcí a veřejné správy na úrovni krajů, aby byl zajištěn integrovaný přístup k řešení výhledových potřeb a požadavků na vody, zejména pro dlouhodobý výhled, kdy se předpokládá, že se budou výrazněji projevovat důsledky předpokládaných klimatických změn. [26]

## ***Směrnice 2000/60/ES***

Základním dokumentem, který ustanovuje rámec pro činnost v oblasti vodní politiky Evropského společenství je právě tato směrnice. Rámcová směrnice vodní politiky se vztahuje na veškeré vodstvo – vnitrozemské povrchové vody, podzemní vody, brakické a pobřežní vody. Celoevropsky zavádí princip integrovaného přístupu pro záležitosti spojené s kvalitou a kvantitou vody a s problematikou povrchových a podzemních vod

„Politika Společenství pro životní prostředí má přispět k prosazování cílů zachování, ochrany a zvýšení kvality životního prostředí, při uvážení a rozumném využívání přírodních zdrojů a má být založena na principu předběžné opatrnosti, na principech přijímání preventivních opatření, nápravy škod na životním prostředí prvotně u zdroje a na principu, že znečišťovatel platí.“ [27] [28]

## **3.2 TECHNICKÉ PŘEDPISY SOUVISEJÍCÍ S HDV**

V současné době jsou v platnosti dva technické předpisy, které jsou určeny hlavně vodohospodářům, a podle kterých je možné se řídit při projektování objektů HDV a při dalších činnostech, které následují.

### ***ČSN 75 9010 – Vsakovací zařízení srážkových vod***

Jako první vešla v únoru 2012 v platnost norma ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod, která prošla v nedávné době dvěma změnami (srpen 2017, listopad 2017). Tento technický předpis určuje pravidla návrhu, výstavby a provozu povrchových a podzemních vsakovacích zařízení. Dále popisuje rozsah a způsob realizace geologického průzkumu za účelem zjištění podmínek pro vsakování srážkových vod, postupy, příklady a výpočty retenčních objemů vsakovacích zařízení a přináší aktualizovanou tabulku návrhových úhrnů srážek v České republice.

Tato norma ovšem problematiku systémů HDV řeší jen částečně a bohužel nesystémově. Předpis je zaměřen čistě na vsak srážkových vod na jednotlivých pozemcích a zcela opomíjí fakt, že odvodnění každé stavby musí být uvažováno v kontextu s okolím a se stávajícím systémem odvodnění širší oblasti. Norma opomíjí skutečnost, že HDV je komplexní systém sestávající z mnoha způsobů, jak pozemky bezpečně odvodnit, zahrnuje množství opatření, která lze aplikovat v podstatě za všech místních podmínek. [29]

Norma obsahuje dnes již zastaralé a zcela nevyhovující podmínky pro návrh:

- max. doba k prázdnění vsakovacích objektů je 3 dny;
- pouze pro vsakování, neřeší systém HDV a odvodnění;
- vsakovací objekty řeší bezpečnostní přelivy nesystémově;
- orientační geologický průzkum. [30]

### ***TNV 75 9011 – Hospodaření se srážkovými vodami***

Tato norma z března 2013 reaguje na současné trendy a předpisy v oblasti vodního a stavebního práva a zabývá se způsoby nakládání se srážkovými vodami odtékajícími z povrchu urbanizovaného území. Jedná se o návod pro návrh a provoz odvodnění urbanizovaného území způsobem blízkým přírodě. Norma se podílí na naplňování vodohospodářské politiky ČR, jejímž smyslem je zajištění trvale udržitelného rozvoje.

Norma řeší nakládání se srážkovými vodami zejména na pozemku stavby (decentrální způsob odvodnění), ale jsou uvedena i centrální opatření, která jsou řazena za opatření decentrální tak, aby byl vytvořen funkční systém přírodě blízkého odvodnění. V této normě jsou uvedena také opatření pro snížení (případně prevenci vzniku) srážkového odtoku [29]. Tato norma obsahuje návod ke správné volbě příjemce srážkových vod a ke správnému technickému řešení. Norma zahrnuje problematiku znečištění srážkových vod, kdy je nezbytné důsledně oddělovat nakládání s mírně znečištěnými a silně znečištěnými srážkovými vodami. Norma dává do souvislosti typické druhy znečištění s typem plochy, která je odvodňována, a s typem zařízení či opatření, které je vhodné pro odstranění specifického druhu znečištění. Dále norma popisuje decentrální objekty používané k hospodaření se srážkovými vodami, stanovuje výpočetní postupy pro jejich dimenzování a předkládá základní informace k jejich údržbě a provozu. [31]

Obsahuje klíčové návrhové parametry pro dimenzování systémů i objektů HDV:

- max. specifický odtok  $3 \text{ l} \cdot (\text{s} \cdot \text{ha})^{-1}$ ;
- retenční objekty i pro podmínky, kdy není možné DV vsakovat;
- prázdnění objemu retenčních objektů nemá přesáhnout 24 h pro návrhový déšť;
- bezpečnostní přelivy. [30]

## 4 KVALITA DEŠŤOVÉ VODY

Kvalita dešťové vody závisí na využívání daného území, reliéfu a meteorologických podmínkách lokality. Nejhuře jsou na tom oblasti s frekventovanou automobilovou dopravou a průmyslové oblasti. Dešťová voda po průchodu atmosférou vykazuje pH přibližně 5,6. To je způsobeno látkami obsaženými ve vzduchu, např. CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO.

Znečištění již zachycené dešťové vody je rozděleno podle jeho původu:

- rozpuštěné a nerozpuštěné látky v atmosférických srážkách;
- znečištění, které se nahromadí na povrchu území během bezdeštného období a během dešťové události je odváděno s dešťovou vodou;
- znečištění, které vzniká při kontaktu dešťové vody s materiály na povrchu území. [7]

Stanovení velikosti znečištění v dešťovém odtoku je závislé na délce bezdeštného období, množství a intenzitě atmosférických srážek a objemu dešťového odtoku. Vyšší koncentrace znečišťujících látek jsou obsaženy na začátku odtoku, to je důsledkem toho, že na začátku deště je vyplavováno atmosférické znečištění a rovněž je mobilizována suchá depozice a vytvořené produkty koroze od posledního deště. Tento jev se nazývá efekt „prvního splachu“. Oddělení prvního splachu (1–3 mm deště) vede zpravidla k podstatnému snížení látkového zatížení v zachycené dešťové vodě. Na znečištění dešťového odtoku mají velký vliv škodlivé látky v atmosféře. Neboť látky obsažené v atmosféře mohou být přenášeny na velké vzdálenosti a ve vodě se projevují i v méně zatížených oblastech.

Kyseliny a kyselinotvorné látky (kyselina sírová, dusičná, chlorovodíková) pocházející převážně z antropogenních zdrojů znečištění převažují nad zásaditými látkami (uhličitany vápenatý a hořečnatý, amoniakální dusík) pocházejícími především z přirozeného prostředí. Zdrojem kyselin jsou obzvláště sloučeniny síry (SO<sub>2</sub> a H<sub>2</sub>S) a sloučeniny dusíku (N<sub>2</sub>O, NO, NO<sub>2</sub>) ze spalování fosilních paliv, z výfukových plynů motorových vozidel a mikrobiální denitrifikací v půdě i ve vodě. Sloučeniny chloru vznikají ze spalování umělých hmot s obsahem PVC (městské a průmyslové spalovny). Zdrojem zásaditých látek je jednak zemědělství (amonné ionty v hnojivech) a přirozené pozadí (uhličitany). K ostatním látkám patří především těžké kovy (emise z průmyslu a spaloven), organické látky (především uhlovodíky z výfukových plynů motorových vozidel) a rostlinné živiny (např. fosfor a amonné ionty). [7] Dlouhodobým sledováním znečištění srážkových vod v ČR můžeme sledovat postupné snižování koncentrací těchto znečišťujících látek, viz Tab. 4.1.

Tab. 4.1 Průměrné složení srážkových vod v ČR (kraj Vysočina, okres Pelhřimov, Salačova Lhota) [32]

Ukazatel	Jednotka	2011	2015	2016	2017	2018
pH	-	5,4	5,6	5,5	5,4	5,6
Na <sup>+</sup>	mg/l	0,26	0,25	0,14	0,16	0,14
K <sup>+</sup>	mg/l	0,38	0,59	0,26	0,12	0,30
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	0,71	1,66	0,93	0,53	0,98
Mg <sup>2+</sup>	mg/l	0,11	0,11	0,06	0,06	0,07
Ca <sup>2+</sup>	mg/l	0,49	0,47	0,34	0,29	0,28

Mn	ug/l	11,67	15,32	26,33	20,92	10,64
Zn	ug/l	39,75	12,73	8,50	12,33	8,91
Pb	ug/l	0,62	0,58	0,53	0,58	0,50
Cd	ug/l	0,06	0,10	0,03	0,03	0,02
Ni	ug/l	-	1,18	0,41	1,40	2,38
F <sup>-</sup>	ug/l	11,50	11,36	10,92	12,83	11,27
Cl <sup>-</sup>	mg/l	0,31	0,36	0,31	0,30	0,33
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	1,96	2,16	1,58	1,80	1,91
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/l	1,71	1,56	1,06	0,98	1,17

Ke znečištění srážkové vody dochází během deště vymýváním látkového znečištění ze vzduchu a stékáním vody po různých materiálech, na které dešťová voda dopadá. Kvalita vody je závislá na druhu povrchu. Opatřováním stavebních materiálů se mohou například uvolňovat (vlivem stáří a povětrnostních podmínek) částice krytiny střech, cihel, betonu, kovů, barev, skla apod. Střechy jsou znečištěny také organickými látkami, např. pyl, listí, ptačí trus, choroboplodné zárodky a další. Nežádoucí látky se též uvolňují při kontaktu se střešními žlaby a svody, jedná se především o barvy a kovy (měď, chrom, zinek). Při vyšších požadavcích na čistotu dešťového odtoku je nutné volit náhradu stávajících materiálů za inertní materiály, nebo zvolit vyšší stupeň předčištění srážkové vody. Významný vliv na kvalitu dešťového odtoku má také automobilová doprava, aplikace soli v zimním období, vegetace, odpadky a fekální znečištění. [7] [33]

Tab. 4.2 Orientační klasifikace znečištění srážkových vod z hlediska znečištění nerozpuštěnými látkami, těžkými kovy a uhlovodíky [31]

Typ plochy	Míra znečištění srážkových vod	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vegetační střechy</li> <li>- Střechy z inertních materiálů</li> <li>- Střechy s plochou neošetřených kovových částí do 50 m<sup>2</sup></li> <li>- Komunikace pro chodce a cyklisty</li> <li>- Málo frekventovaná parkoviště osobních aut</li> <li>- Málo frekventované pozemní komunikace (příjezdy k domům)</li> </ul>		nizká
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Střechy s plochou neošetřených kovových částí 50 m<sup>2</sup> až 500 m<sup>2</sup></li> <li>- Středně frekventované pozemní komunikace</li> <li>- (Vysoce) frekventovaná parkoviště (osobní auta a autobusy)</li> </ul>		střední
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Střechy s plochou neošetřených kovových částí nad 500 m<sup>2</sup></li> <li>- Vysoce frekventované pozemní komunikace</li> <li>- Plochy u skladů, manipulační plochy</li> <li>- Komunikace zemědělských areálů</li> <li>- Parkoviště nákladních aut</li> </ul>		vysoká

## 4.1 POŽADAVKY NA KVALITU DEŠŤOVÉ VODY

Kvalita vody využívané pro závlahu je definována v platné ČSN 75 7143 Jakost vody pro závlahu. Dle této normy jsou vody podmíněčně vhodné použitelné pro závlahu za předpokladu stanovení zvláštních podmínek, v závislosti na stupni a charakteru znečištění, místních podmínkách, způsobu závlahy apod. Jestliže dešťový odtok obsahuje pesticidy, nesmí být použitý pro vsakování nebo zalévání rostlin.

Užíváním dešťové vody z hlediska jejího složení nesmí dojít:

- k ohrožení zdraví uživatele;
- k ohrožení kvality pitné vody (v důsledku eventuálních chybných instalací);
- k omezení komfortu užívání vody;
- ke kontaminaci životního prostředí (především půdy a podzemní vody). [33]

Tab. 4.3 Požadavky na složení dešťové vody podle způsobu užívání [33]

Druh znečištění	Požadavky na složení dešťové vody ze střech			
	Závlahy	Úklid	WC	Praní prádla
Nerozpuštěné látky	Inertní NL jsou neškodné	Při vyšších koncentracích nevhodné	Zpravidla bez významu	Zpravidla nutná úprava (filtrace)
Organické látky	Inertní a lehce odbouratelné jsou neškodné	Zpravidla bez významu		V obvyklých koncentracích bez významu
Těžké kovy	Nebezpečí akumulace v půdní vrstvě			
Pesticidy	Ohrožení rostlin a půdních organismů			
Mikroorganismy	Zpravidla bez významného vlivu		Zpravidla bez významného vlivu	
Barva		Zpravidla bez významu	Zpravidla bez významu	Nebezpečí obarvení
Zápach				Zpravidla bez významu
Agresivita vody				Podle složení vody a typu pračky
Celkové posouzení	Dešťová voda ze střech je často mnohem vhodnější než pitná voda	Použití zpravidla bez omezení	Použití zpravidla bez omezení	V případě nadbytku dešťové vody a v kombinaci s pitnou vodou pro poslední fázi pracího procesu

#### 4.1.1 Požadavky na kvalitu dešťové vody využívané k závlaze

ČSN 75 7143 Jakost vody pro závlahu je platná norma pro hodnocení a použití vody k doplňkové závlaze. Norma nestanovuje požadavky na jakost vody s ohledem na její stálost při dopravě a na její účinky na potrubí, jakož i na podrobná zařízení lokalizovaných závlah. [34]

Voda se z hlediska doplňkové závlahy dělí na tři třídy:

- I. třída – vody vhodné k závlaze;
- II. třída – vody podmíněčně vhodné k závlaze;
- III. třída – vody nevhodné k závlaze. [34]

Voda I. třídy je použitelná k závlaze všech zemědělských a lesních kultur bez jakéhokoliv omezení. Voda II. třídy je použitelná k závlaze za předpokladu, že budou pro každou lokalitu stanovena podle stupně a charakteru znečištění vody, místních podmínek, způsobu závlahy apod. zvláštní opatření. Je třeba evidovat zejména závlahové množství a složení závlahové vody pro bilanci vstupu cizorodých látek do půdy. Voda III. třídy je použitelná k závlaze buď jen po takové úpravě, kterou získá kvalitu vody vhodné nebo podmíněně vhodné nebo je použitelná k závlaze podle podmínek pro závlahu OV. Ukazatele, které se používají ke klasifikaci vody podle její jakosti se dělí na 4 kategorie: A–fyzikální, B–chemické, C–biologické, D–ukazatele radioaktivity [34].

#### 4.1.2 Vliv dešťové vody na kvalitu plodin a půdy

Mezi prioritní znečišťující látky v odtoku městské dešťové vody patří živiny (dusík a fosfor), těžké kovy (Pb, Zn, Cu, Cd), organické látky (ropné uhlovodíky), patogeny, pesticidy, suspendované pevné látky a soli. Koncentrace znečišťujících látek v městském odtoku se mohou značně lišit podle ročního období, lokality, objemu dopravy a objemu a intenzity srážek. Pokud jsou tyto látky infiltrovány do půdy, mají potenciál degradovat kvalitu půdy anebo mohou být z půdy vyplaveny do podzemních vod, popřípadě smyty povrchovým odtokem a kontaminovat povrchové vody. Půdy s vysokou propustností (písečné a štěrkovité), nízkým obsahem organické hmoty a mělkou hladinou podzemní vody jsou při dlouhodobých dešťových srážkách a nadbytečné závlaze nejnáchylnější k zanášení cizorodých látek do podzemních vod. [35] [36]

*Tab. 4.4 Vliv využívání dešťové vody v zemědělství na fyzikálně-chemické a mikrobiologické vlastnosti půdy [37]*

	Související účinky na půdu	
Parametr	Fyzikálně-chemické vlastnosti	Mikrobiologické vlastnosti
pH	Zvyšuje dostupnost živin a kovů	Zvyšuje bohatost a rozmanitost mikrobiálního společenstva
	Mineralizace organických látek	
	Zlepšuje kapacitu výměny kationtů	
Organická hmota	Stabilizace půdní struktury	Výběr specifických populací a půdních mikrohabitátů
	Tvorba agregátů	
	Zadržování vody	
	Zvyšuje obsah živin	
	Vyrovňuje kapacitu	

	Podporuje výměnu kationtů	
	Enzymatická aktivita	
	Zvyšuje celkový organický uhlík	
	Zvyšuje dostupnost znečišťujících látek	
Živiny	Zvyšují obsah organických látek	Porucha metabolické aktivity mikrobiálních půdních společenstev
	Zadržování vody	
	Vyplavování do podzemních vod	
	Zlepšuje obsah živin	
	Riziko eutrofizace vodního prostředí	
Slanost	Salinizace nebo sodifikace půdy	Změny v mikrohabitátech půdy a změny bohatosti a rozmanitosti mikrobiálního společenstva
	Snížení stability agregátů v půdě	
	Změny půdní struktury v dlouhodobém horizontu	
	Propustnost půdy a zadržování vody	
	Zvýšení kompaktnosti půdy	
	Změny pH půdy	
	Negativní dopad na úrodnost půdy	
	Dynamika organických a anorganických sloučenin	
	Vyluhování těžkých kovů	
Znečišťující látky	Toxicita půdy a vyplavování látek	Zvýšená tolerance k mikrobiálnímu znečištění.
	Akumulace v půdě	
	Negativní dopad na úrodnost půdy	Antimikrobiální rezistence
	Potencionální kontaminace potravinového řetězce	
	Mineralizace organických látek	Redukce mikrobiální biomasy a změna její struktury
	Změny v enzymatické aktivitě	
	Rozklad spadaneho listí	
	Omezení úrodnosti půdy	

Dešťové vody mohou obsahovat mikrobiologické znečištění, které mohou způsobit vážné zdravotní potíže. Riziko se hodnotí podle mikrobiologických ukazatelů a indikátorových bakterií, např. bakterií E. Coli a koliformních bakterií. Mikrobiologická kvalita dešťových vod se posuzuje podle typu zavlažovacího zařízení, je-li plodina určena k přímé konzumaci či nikoli, nebo jestli její plod roste v půdě, tedy je v přímém kontaktu se zavlažovanou vodou. Systém kapkové závlahy minimalizuje kontakt vody s rostlinou, a tím je značně snížena možnost kontaminace cizorodými patogeny. [38] Bakteriální znečištění plodin je výrazně ovlivněno počasím. Při vydatných a dlouhodobých deštích jsou plodiny opětovně kontaminovány bakteriemi usazenými v půdě. Z hlediska možného negativního vlivu na kvalitu produkce je důležitá doba přežívání patogenních organismů v půdě a na rostlinách.

## 5 MOŽNOSTI HOSPODAŘENÍ S DEŠŤOVOU VODOU

### *Hospodaření s dešťovou vodou ve stávající zástavbě*

Je nutné vytvořit vhodné podmínky a motivaci k HDV, protože v současnosti se za odvádění srážkových vod z obytné zástavby a zpevněných ploch neplatí stočné. Tato povinnost je dána majitelům objektů sloužící k podnikatelské činnosti a objektům ve vlastnictví města. Hlavním důvodem zapojením se do HDV je snížení poplatku za odvádění dešťové vody a snížení provozních nákladů na čištění OV na ČOV. Možnost realizovat zařízení pro HDV je závislá na stávající struktuře oblasti (centrum města, městské obytné a smíšené oblasti, městské obytné oblasti, samostatně stojící rodinné domky, obchodní a průmyslové oblasti). [7] [30]

### *Hospodaření s dešťovou vodou na nových stavbách*

Naopak u novostaveb lze již dopředu uvažovat se zapojením do konceptu HDV podle platného územního plánu. Srážkový odtok z nově urbanizovaných území nesmí představovat pro stávající stokovou síť a vodoteče ohrožení v podobě náhlého zvýšení množství odváděných dešťových vod či znečištění oproti stavu před urbanizací. Výsledný návrh HDV by měl obsahovat doporučení nebo návrh koncepčních opatření, jimiž by se městská část měla řídit a podle nich postupovat. Možná protiopatření:

- snižovat podíl nepropustných ploch použitím polopropustných a propustných materiálů;
- odvádět vodu způsobem podporující její infiltraci a zajistit, aby byl snížen odtok srážkových vod na úroveň přirozeného odtoku;
- akumulovat dešťovou vodu v nádržích a následně ji používat jako vodu užitkovou;
- zasakovat srážkové vody na pozemcích rodinných domů;
- pro odvádění srážkové vody z pozemků používat průlehy, příkopy a žlaby podporující vsakování do půdy;
- před vyústěním z dešťové kanalizace nebo odlehčovacích komor instalovat usazovací nádrže na splaveniny;
- při odvádění dešťové vody z parkovišť a odstavných ploch použít separátor ropných látek. [7]

### 5.1 VYUŽÍVÁNÍ DEŠŤOVÝCH VOD

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

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

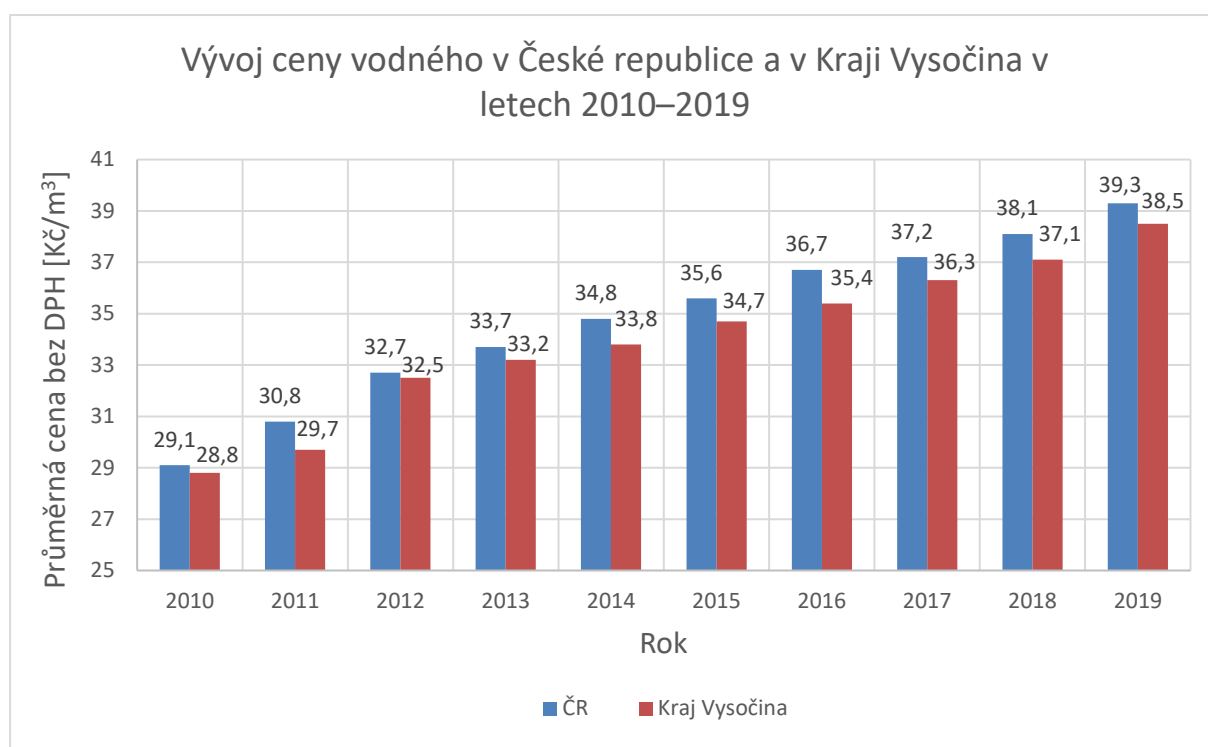
- systémy pro využívání srážkové vody pouze pro zavlažování, se sníženými nároky na jakost srážkové vody;
- systémy pro využívání srážkové vody pro další činnosti se zvýšenými nároky na jakost srážkové vody a technologické vybavení systému. [31]



### 5.1.1 Potřeba vody

S ubývajícími zásobami vody je rozumné vodou neplýtvat, a naopak ji rozumně využívat. Až 50 % spotřebované pitné vody v domácnosti může být nahrazeno vodou srážkovou. Průměrná specifická spotřeba vody v domácnostech v roce 2018 byla 89,2 l/osoba/den. V kraji Vysočina je tato hodnota podprůměrná, a to 81,2 l/osoba/den. Dále je nutné připočítat vodu potřebnou pro ostatní odběratele a vodu nefakturovanou (vlastní spotřeba, ztráty vody). Tyto hodnoty se určují individuálně pro každou obec podle její občanské vybavenosti. [12]

Přímo úměrně s nárůstem nákladů na úpravu vody roste také cena vodného, na kterou společnost reaguje hospodárnějším přístupem k využití vody a instalacemi úsporných opatření [39]. V celkovém důsledku má tedy reálná spotřeba pitné vody na obyvatele v České republice v průběhu let 1989 až 2014 klesající tendenci. [40] Celkový průběh vývoje ceny vodného je znázorněn na Obr. 5.1.



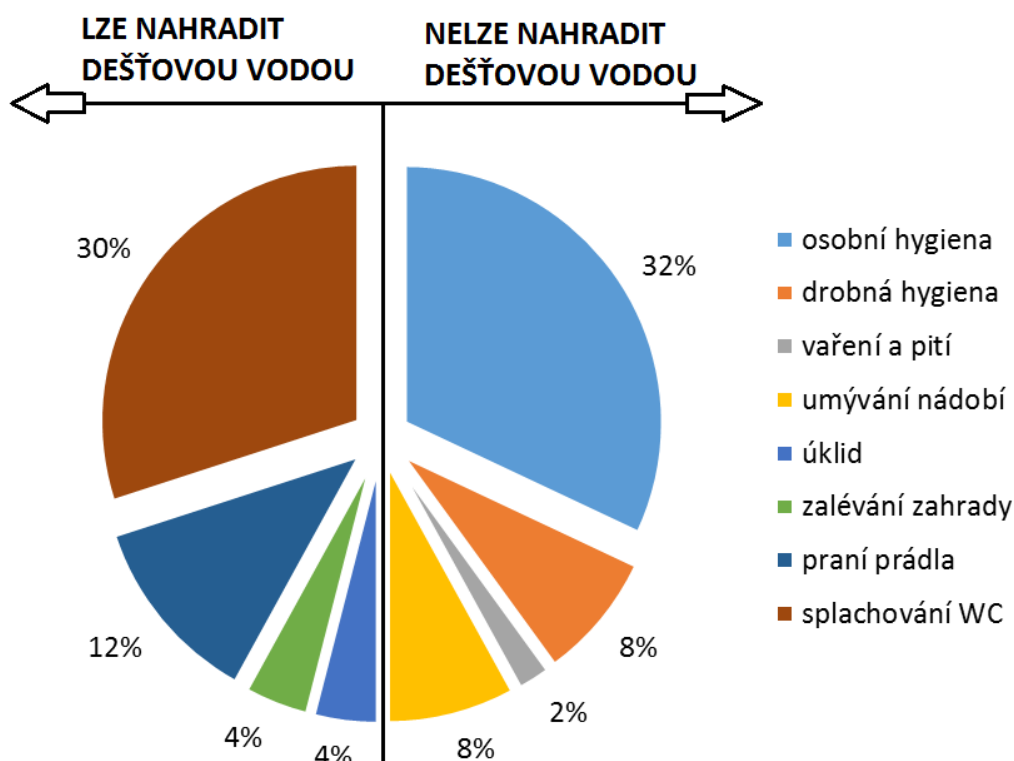
Obr. 5.1 Vývoj ceny vodného bez DPH v České republice a v Kraji Vysočina v letech 2010–2019 [41] [42] [43] [44] [45] [46] [47] [48] [49] [50]

Přestože se spotřebitelé chovají úsporněji, cena vodného je dále navyšována. [39] Důvodem jsou neklesající náklady na úpravu a údržbu systémů dodávky pitné vody, narůstající potřeba vody v zemědělství a dále pak suchem způsobený nedostatek vody.

Do popředí se tedy dostává myšlenka využití alternativního zdroje vody pro úpravu na požadovanou kvalitu, ať už pro pitné nebo užitkové účely. V přímořských státech přichází v úvahu úprava slané vody, tzv. odsolování neboli desalinace, která je provozně i ekonomicky velmi náročná, přičemž tímto způsobem upravenou vodu je nutné doplnit o potřebné ionty vápníku a hořčíku. [39] Středozevní státy se spíše soustřeďují na možnost znovuvyužití dešťové nebo OV.

V rodinných domech lze běžně uvažovat o čtyřech oblastech, kde je možné nahradit pitnou vodu za vodu srážkovou. Jedná se o úklid, zalévání zahrady, praní prádla a splachování WC. V administrativních budovách lze srážkovou vodu také používat pro ochlazování budov

v tepelných výměnících či jako zálivku pro zelené střechy a fasády. [51] I města mohou využívat srážkové vody akumulované ve veřejných budovách v jejich vlastnictví. Lze ji využívat na splachování WC ve veřejných budovách, jako zálivku pro městskou zeleň, mytí vozidel a ulic.



Obr. 5.2 Rozdělení využití pitné vody v domácnosti [7]

### ***Splachování WC***

Splachování WC nevyžaduje kvalitní vodu, a proto je vhodné ji nahradit vodou dešťovou, která je měkká a nedochází k usazování vodního kamene. [7]

Tab. 5.1 Spotřeba vody na WC [7]

Spotřebič	Spotřeba při použití [l]
Toaleta se splachovačem	6–9
Toaleta s úsporným tlačítkem	min. 3
Toaleta s tlakovým splachovačem	6

### ***Praní prádla***

Dešťová voda je k praní prádla velmi vhodná, je dostupná i tam, kde je jiná voda (podzemní, upravená) nedostupná nebo je příliš tvrdá. Dešťová voda je měkká a podstatně lépe se v ní rozpouští prací prášky, čímž se sníží jejich spotřeba. V pračce se netvoří vodní kámen, a to prodlužuje její životnost. Moderní pračky umožňují napojení jak vody pitné, tak i vody dešťové. Poslední máchání probíhá v pitné vodě čímž se prádlo zbaví případného zápachu. Pračka je soběstačná a sama řídí proces praní a střídání dešťové a pitné vody. [7] Tvrdost vody je dána obsahem rozpuštěných sloučenin vápníku a hořčíku. Doporučená hodnota je stanovena na 2–3,5 mmol·l<sup>-1</sup> dle Vyhlášky 252/2004 Sb. [7]

Tab. 5.2 Tvrdost vody [52]

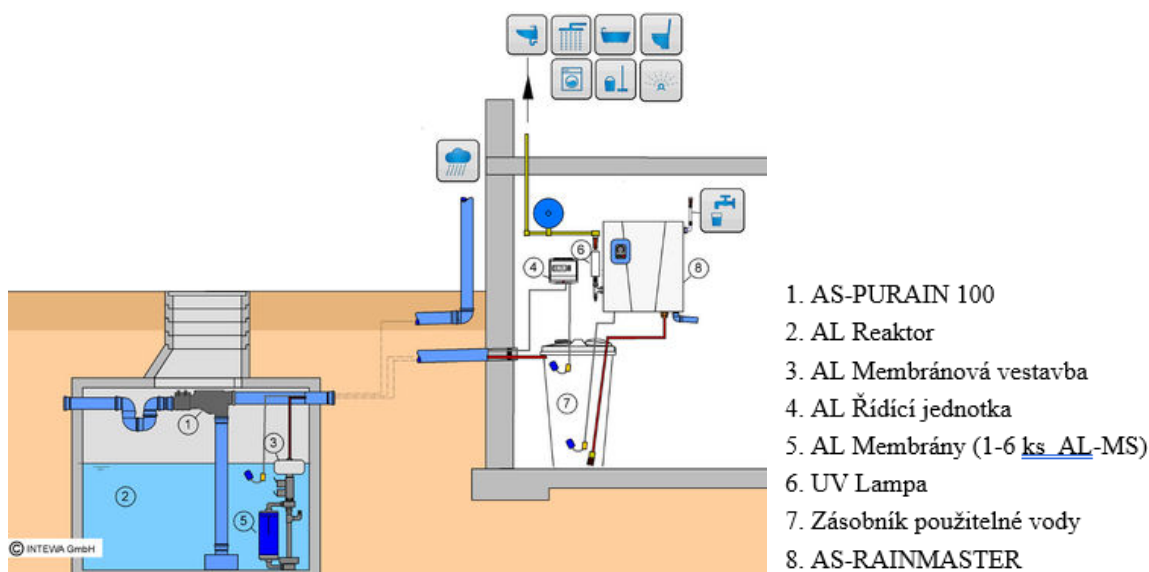
Voda	Jednotka [ $\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ ]	Jednotka [ $^{\circ}\text{dH}$ německá stupnice]
velmi měkká	< 0,5	< 2,8
měkká	0,5 – 1,25	2,8 – 7,0
středně tvrdá	1,26 – 2,5	7,1 – 14,0
tvrdá	2,51 – 3,75	14,1 – 21,0
velmi tvrdá	> 3,76	> 21,1

### Osobní hygiena

Dešťová voda využívaná pro osobní hygienu, jako je sprchování a umývání rukou musí svojí kvalitou odpovídat vodě pitné. Německá společnost INTEWA GmbH ve spolupráci s českou společností ASIO, spol. s r. o. vytvořila koncept využití dešťové a šedé vody pro rodinné domy. Dešťová voda je svedena přes filtr AS-PURAIN do akumulční nádrže, kde je voda filtrována a zároveň sterilizována membránovou stanicí s mikrofiltrací. Na výtoku ze zásobní nádrže je umístěna UV lampa. Kvalita vyčištěné vody je kontrolována v pravidelných intervalech. Použitím tohoto systému lze redukovat potřebu pitné vody až o 80 %. [53]



Obr. 5.3 Celá technologie na úpravu šedé a dešťové vody včetně zásobníku teplé užitkové vody (vlevo) a Filtr dešťové vody AS-PURAIN (vpravo) [53]



Obr. 5.4 Schéma systému na úpravu dešťové vody [53]

## 5.2 PŘEDČIŠTĚNÍ DEŠŤOVÝCH VOD

Při čištění srážkových vod se používají dva procesy, a to filtrace a sedimentace. Volba typu čisticí technologie závisí na druhu znečištění a účelu použití. V případě využívání dešťové vody k závlaze rostlin či mytí auta postačí pouze jednoduché mechanické způsoby čištění. Voda určená na praní vyžaduje kvalitnější filtraci.

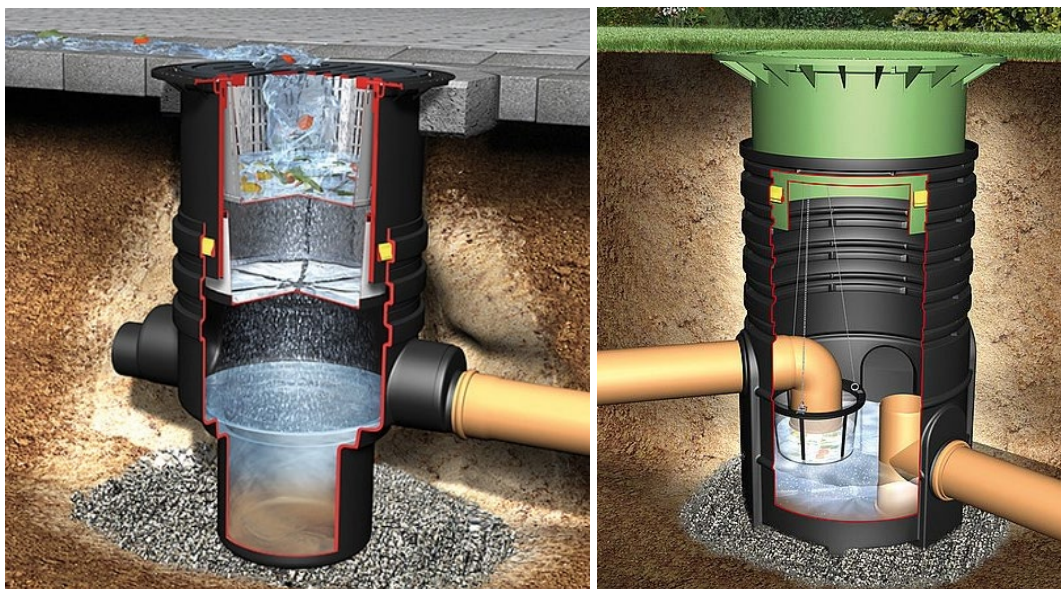
Sedimentace probíhá buď v retenční nádrži na dešťovou vodu, nebo v usazovací nádrži předřazené před akumulací nádrží. Filtrace se rozlišuje na interní a externí. Interní filtry jsou umístěny přímo uvnitř nádrže a obsahují jeden přítok a odtok vyčištěné vody a možnost napojení přepadového sifonu na odtok přebytečné vody. Zatímco externí filtry se napojují mezi okapový svod a jímku, kde se voda vyčistí a dále odtéká akumulací jímky. [54]

Tab. 5.3 Doporučená opatření pro předčištění srážkových vod z různých typů ploch [31]

Typ plochy	Opatření
Vegetační střechy	není nutné
Střechy z inertních materiálů	
Střechy s plochou neošetřených kovových částí do 500 m <sup>2</sup>	
Komunikace pro chodce a cyklisty	
Málo frekventovaná parkoviště osobních aut	
Málo frekventované pozemní komunikace (příjezdy k domům)	
Středně frekventované pozemní komunikace	jednoduché mechanické předčištění – kalová jímka s nornou stěnou pro zadržení lehkých kapalin; pokud možno doplnit o filtrace
Vysoce frekventovaná parkoviště (osobní auta a autobusy)	filtrace přes zatravněnou humusovou vrstvu nebo filtrace přes adsorbenty těžkých kovů
Střechy s plochou neošetřených kovových částí nad 500 m <sup>2</sup>	náročnější mechanické předčištění – odlučovač lehkých kapalin, usazovací nádrž s nornou stěnou; pokud možno doplnit o filtrace, případně filtrace přes adsorpční materiály
Vysoce frekventované pozemní komunikace	
Plochy u skladišť, manipulační plochy	
Komunikace zemědělských areálů	
Parkoviště nákladních aut	

## 5.2.1 Usazovací šachta

Usazovací šachta se používá při malých přívalech vody s vysokým podílem usaditelných látek. Osazení šachet není prostorově náročné. Plovoucí a lehké látky jsou zachyceny na norné stěně. Nevýhodou mohou být vznikající víry na nátok, kterým se však dá zabránit osazením zářezové desky. Usazené látky se vybírají ruční mechanizací. Šachty mohou být betonované na místě, z betonových prefabrikovaných skruží nebo z plastu. [7]



Obr. 5.5 Usazovací šachta s filtračním košem [55] [56]

## 5.2.2 Filtrační podokapový hrnec

Je určen pro filtraci vody z jednoho okapového svodu. Ukládá se do země na vrstvu betonu nebo štěrku. Materiál filtru je ze silnostěnného polypropylenu. Filtrace je zajišťována průtokem vody přes plastové síto, na kterém je umístěna 50 mm vrstva filtračního materiálu (kamenivo). Mezi kamenivem a filtračním sítkem je umístěna filtrační vložka z netkané textilie. Přefiltrovaná voda je vhodná na zavlažování, na doplňování rybníčků nebo na vsakování. [33]



Obr. 5.6 Filtrační podokapový hrnec [33]



### 5.2.3 Okapový filtr

Je součástí okapového svodu. Filtrace probíhá přes nerezové sítko. V letním období protéká voda skrz sítko do akumulární nádrže a v zimním období se filtr uzavře a veškerá voda odtéká do kanalizace. Filtry jsou samočisticí a nevyžadují pravidelnou údržbu. [33]



Obr. 5.7 Okapový filtr [33] [57]

### 5.2.4 Filtrační koš

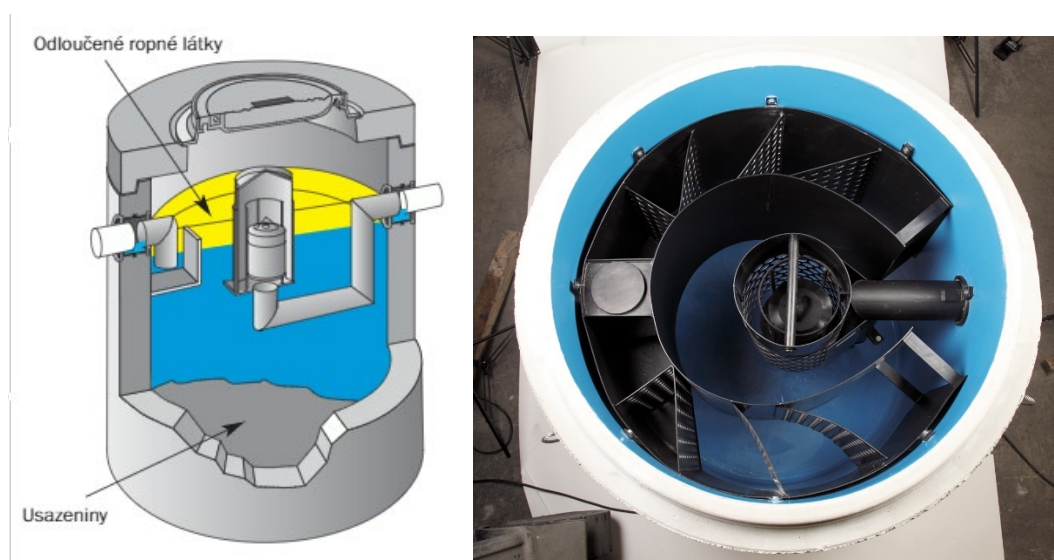
Košičková filtrace zajistí 100% výtěžnost přefiltrované vody, neboť na rozdíl od samočisticích filtrů proteče veškerá voda skrz filtr do nádrže. Filtrační jednotka je tvořena plastovým sítkem o velikosti otvorů 0,35 mm. Zemní filtry mají 3 předpřipravené otvory, dva nad úrovní síta a jeden při dně. Otvory nad sítem lze použít jako nátok a přepad do kanalizace nebo jako dva nátoky ze dvou okapových svodů. Nevýhodou je nutná údržba filtru. [33]



Obr. 5.8 Filtrační koš v tělese filtru [57] [58]

## 5.2.5 Odlučovač lehkých kapalin

Lehké kapaliny jsou nerozpustné a nezmýdelnitelné látky s hustotou do  $0,95 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ , např. motorový benzín, motorová nafta, topný olej a jiné oleje minerálního původu. Odlučovače lehkých kapalin se navrhují při odvádění srážkových vod z frekventovaných komunikací, parkovišť a průmyslových ploch. Odlučovače lehkých kapalin obsahují kalový prostor, odlučovací prostor a v některých případech i adsorpční prostor. V odlučovacím prostoru dochází k odloučení lehké kapaliny od srážkové vody gravitací a koalescencí (splývání disperzních částic ve větší celky) a k jejímu skladování. [59]



Obr. 5.9 Odlučovač ropných látek [60] [61]

## 5.3 RETENCE DEŠŤOVÝCH VOD

Okamžitý a neřízený odtok dešťové vody způsobuje problémy ve stokové síti, na ČOV a v recipientu. Může docházet i k zaplavování zasakovacích objektů, pokud množství přitékající dešťové vody převyšuje vsakovací schopnost. V případech, kdy nelze zasakovat dešťovou vodu z důvodu nevhodných hydrogeologických podmínek či umístění lokality v ochranném pásmu se přistupuje k retenci a následném vypouštění vody do kanalizace nebo recipientu. Vypouštění probíhá prostřednictvím škrtících ventilů, kde je regulována velikost odtoku. Retenci dešťových vod lze řešit pomocí ochranných retenčních nádrží, nebo se řeší decentralizovaně na jednotlivých nemovitostech. [7] [62]

Retenční nádrže nahrazují přirozené retenční vlastnosti krajiny a podporují evaporaci, která má pozitivní vliv na mikroklima v okolí nádrže. Je kladen důraz na životní prostředí a napodobování přirozených přírodních útvarů v krajině. Nádrže plní též funkci estetickou a zachycují smyv. Retenční nádrže mohou být povrchové nebo podzemní, suché nebo mokré. Každá nádrž musí být vybavena bezpečnostním přelivem, který bez problému převede vyšší průtok, než je návrhová srážka. [7]

Retenční dešťové nádrže nemusí být vždy přírodního charakteru. V řadě velkých měst jsou vytvořeny tzv. „vodní náměstí“ formováním zpevněných ploch. Jedná se o nádrž vytvořenou v centru města sloužící jako např. hřiště, shromažďovací prostor nebo místo setkávání. Dešťová voda je voda sváděna systémem žlabů do této nádrže, kde je zadržena a po skončení srážkové události řízeně odtéká do kanalizace.





Obr. 5.10 Vodní náměstí ve městě Tiel v Nizozemsku [63]

Ochranné retenční nádrže lze rozdělit z hlediska funkčního využití na:

- suché retenční nádrže;
- retenční nádrže s přesně vymezeným ochranným prostorem;
- protierozní nádrže;
- dešťové nádrže;
- infiltrační výtopové zdrže;
- nárazové nádrže;
- retenční kanál. [7]

### 5.3.1 Suché retenční nádrže (poldry)

Suché nádrže slouží primárně k zachycení objemu srážky a ke snížení maximálních průtoků vzniklé povodně. Po průchodu povodňové vlny se nádrž řízeným odtokem vyprazdňuje. Suché nádrže navíc zasakují vodu do dna a břehů, avšak množství této vody je v porovnání s celkovým objemem nádrže minimální. Suché nádrže se navrhují převážně s vegetačním pokryvem. V bezdeštném období se nádrž využívá k lesnickým účelům (louky, výsadba rychle rostoucích dřevin). [7] [64]



Obr. 5.11 Suché retenční dešťová nádrž [65] [66]



### 5.3.2 Protierozní nádrže

Protierozní nádrže mají dvě hlavní funkce – transformaci povodňové vlny s následným vypouštěním do recipientu a zachycení povrchového smyvu zeminy. Nádrž částečně umožňuje vsakování do dna, a tím zlepšuje stav podzemních vod v okolí. Nádrže jsou nejčastěji navrhovány jako suché se zatravněním. [67]



Obr. 5.12 Protierozní nádrž v Hustopečích (vlevo) [67] a sedimentační nádrž (vpravo) [68]

### 5.3.3 Retenční nádrže s biotopem

Jde o kombinaci jezírka a biotopu rozděleného na více částí. Část objemu slouží k sedimentaci nečistot, mělká část s rostlinami slouží k biologickému čištění a hluboká část je určena ke koupání. Jednou z nevýhod je možné zvýšení koncentrace mikroorganismů ve vodě při vyšší teplotě vody (přes 24 °C). [69]



Obr. 5.13 Retenční nádrž ve formě koupacího jezírka s biotopem [70]

### 5.3.4 Decentralizované retenční nádrže

Slouží ke krátkodobému zachycení dešťového odtoku přímo na nemovitosti a následnému řízenému vypouštění do recipientu. Tyto objekty nejsou nákladné na výstavbu, avšak jsou náročné na plochu a údržbu. Je vhodné kombinovat retenční nádrže spolu se zasakovacími objekty. Nezbytnou součástí každé retenční nádrže je bezpečnostní přeliv, který je zaústěn do zasakovacího objektu, povrchových vod nebo jednotné kanalizace. [51] [69]

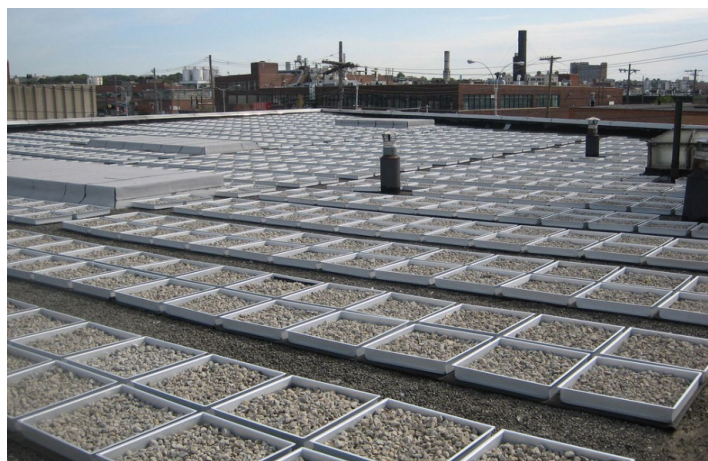
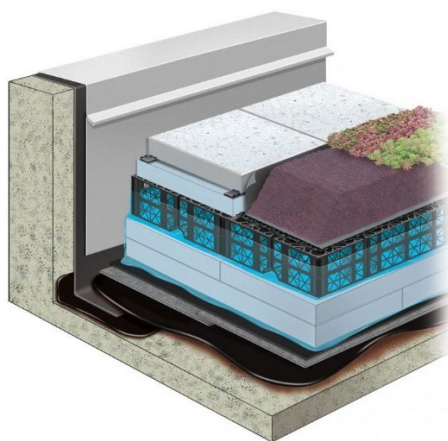


*Obr. 5.14 Retenční nádrž [6] [71]*

### 5.3.5 Retence na zelených střechách a střechách zadržujících vodu

Střechy s rostlinným pokryvem mají retenční účinek, zadržaná voda se odpařuje a přebytečná voda odtéká se zpožděním do kanalizace. Zelené střechy plní také funkci estetickou, zlepšují mikroklima, ochrannou, protipožární a také izolační (tepelná a zvuková). Také dochází k mechanickému a biologickému čištění vlivem prostupu vody vegetační a půdní vrstvou. Nevýhodou zelených střech jsou vyšší investiční a provozní náklady, intenzivní péče o rostliny v prvních letech výstavby. [72] Více o retenci na zelených střechách v kap. 6 Zelené střechy.

Modré střechy mají stejný retenční účinek jako střechy zelené, avšak výplň tvoří štěrk nebo plastové bloky. Tyto střechy v zásadě netvoří rostlinný pokryv, ale mohou být kombinovány s vegetační střechou, kdy retenční objem slouží jako závlaha pro vegetaci. V případě využívání vody jako užitkové je vhodné zvážit mechanické předčištění. [6]



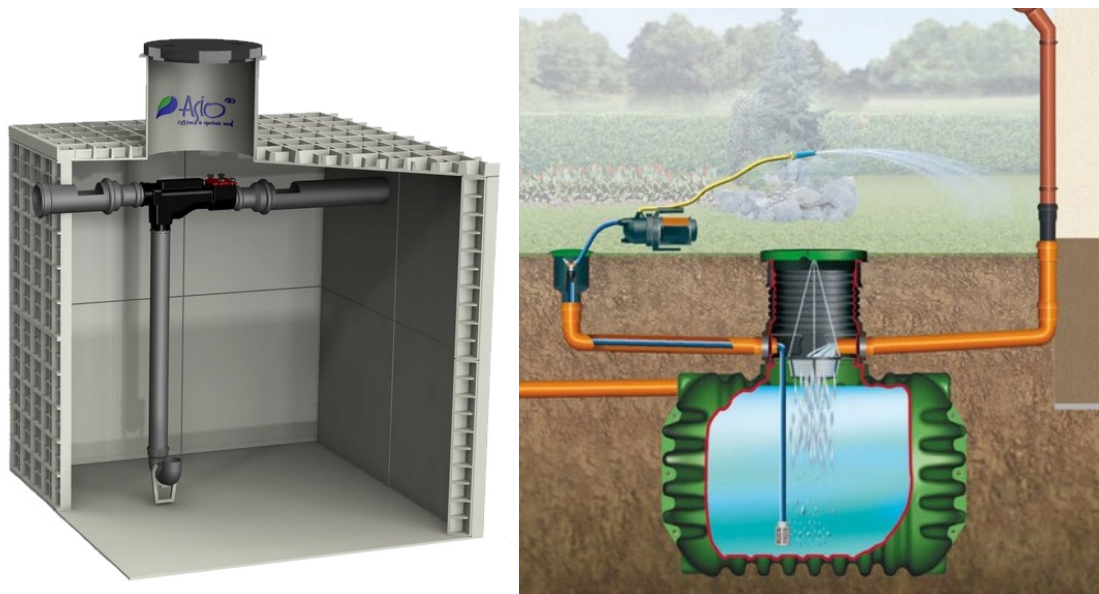
*Obr. 5.15 Modrá střecha z plastových bloků (vlevo) [73] a modrá střecha se zásobníky vyplněnými štěrkem v New Yorku [74]*

### 5.3.6 Zásobní nádrže

Optimální umístění dešťové nádrže je pod zemí v nezámrazné hloubce, kde nedochází k velkému kolísání teplot, a kde není vystavena slunečnímu záření. Velikost nádrže se volí dle velikosti odvodňované plochy a předpokládané spotřebě dešťových vod. Nádrž je vždy vybavena přítokem a bezpečnostním přepadem. Materiál nádrže se odvíjí od její velikosti a umístění, používají se nádrže plastové, betonové, sklolaminátové a ocelové. Před samotnou akumulací



dešťové vody je nutné tuto vodu mechanickým filtrem předčistit. Některé nádrže jsou vybaveny filtrem hrubých nečistot v závislosti na výrobci. V případě mimořádných požadavků na kvalitu srážkové vody je možné do systému zařadit jemný filtr nebo UV filtr. Možnosti filtrace jsou uvedeny v kap.5.2 Předčištění dešťových vod.



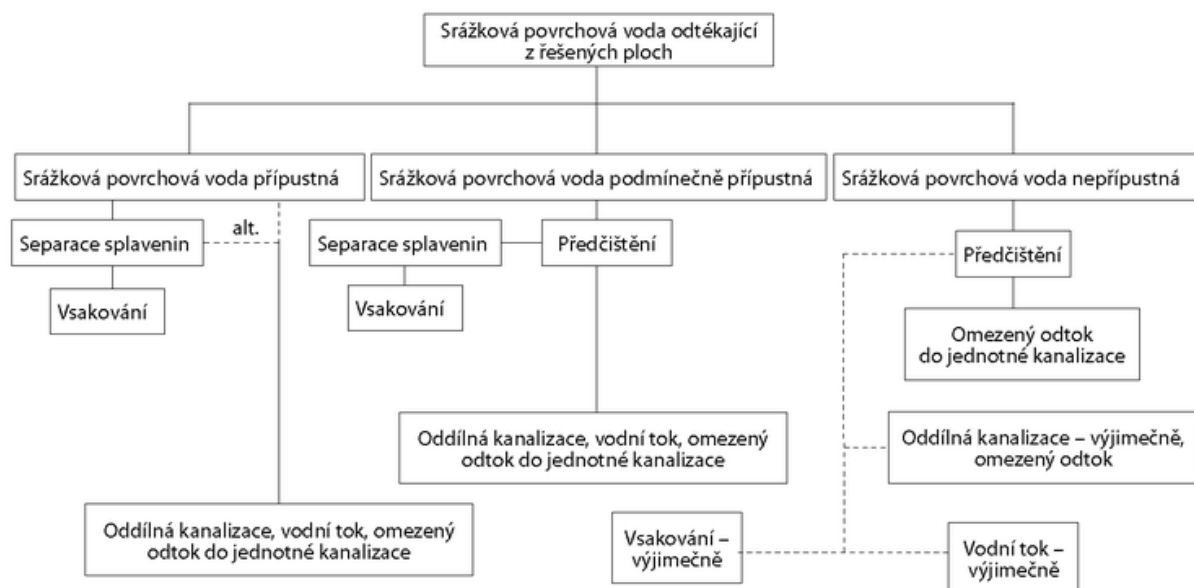
Obr. 5.16 Nádrž na dešťovou vodu AS-REWA ER ECO od firmy ASIO (vlevo) [75] a ukázka instalace nádrže pro závlivku zahrady (vpravo) [76]

## 5.4 VSAKOVÁNÍ DEŠŤOVÝCH VOD

Vsakování je nejvhodnější způsob odvádění srážkových vod a je upřednostněno před retencí s následným zpomaleným odtokem a přímým odváděním srážkových vod do kanalizace. Vsakovací objekty zadržují vodu a následně ji infiltrují do půdních vrstev, a tím se obohacují zásoby podzemní vody a částečně se obnovuje vodní bilance před urbanizací krajiny.

Zasakování dešťových vod má mnoho výhod, které se projeví na snížení nákladů na investice a provoz ČOV. Na ČOV je přiváděno větší množství znečišťujících látek, které se lépe odstraňují než z vod nařazených dešťovou vodou. Majitelé velkých průmyslových a nákupních areálů mohou využitím vsakovacích objektů ušetřit na poplatcích za odvádění dešťových vod do jednotné kanalizace. [69]

Podle koncentrace znečištění se srážkové povrchové vody ze zpevněných ploch a střech rozdělují do dvou kategorií, a to srážkové povrchové vody přípustné a srážkové povrchové vody podmíněně přípustné. Přípustné srážkové povrchové vody je dovoleno vsakovat přes vegetační vrstvu bez předchozího předčištění. U podmíněně přípustných srážkových vod je nutno navrhnout fyzikální předčištění podle druhu znečištění a typu vsakovacího objektu. [14]



Obr. 5.17 Schéma postupu při odvádění srážkových vod [77]

Zásady navrhování vsakovacích zařízení jsou řešeny v rámci technických norem TNV 75 9011 [31] a ČSN 75 9010 [14], jejichž dodržování musí být uplatněno při navrhování těchto zařízení. 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. [13]

Účinnost vsakování je závislá na znečištění povrchového odtoku, na složení a zhutnění půdy, na velikosti vsakovací plochy a maximální hladině podzemní vody. Obsah organických látek v půdě zvyšuje rychlost infiltrace a snižuje náchylnost půdy proti zhutnění. Přítomnost vegetačního krytu ovlivňuje schopnost půdního povrchu vsakovat oproti povrchovému odtoku. Povrchy bez vegetačního krytu mají poloviční rychlost infiltrace. Travní porosty s různou druhovou diverzitou se vyznačují lepší infiltrační schopností, především díky různé hloubce prokořenění. [29]

#### 5.4.1 Povrchové vsakování

Upřednostňovaným způsobem vsakování je povrchové vsakování přes zatravněnou humusovou vrstvu, kde dochází k odbourávání některých znečišťujících látek. Tyto krycí vrstvy velmi často vykazují nedostatečnou hydraulickou propustnost, což se projeví na větší zasakovací ploše. Dešťový odtok je odváděn bez jakékoliv retence. Povrchové vsakování se navrhuje u velkých ploch s výrazným dešťovým odtokem, např. parkoviště nebo liniové stavby. Plošné vsakování se realizuje přes tyto povrchy:

- zatravněné plochy;

- zatravněné štěrkové plochy;
- zatravnovací tvárnice;
- polopropustná dlažba;
- propustný beton. [7]

## 5.4.2 Systémy zpevněných ploch pro HDV

Při výběru systému zpevněné plochy se musí dbát na to, aby vybrané řešení obsahovalo vysoký podíl zeleně, tudíž se zvýšila ekologická hodnota, a aby bylo umožněno v maximální míře zasakování srážkové vody. Výběr vhodného materiálu by měl respektovat následující kritéria:

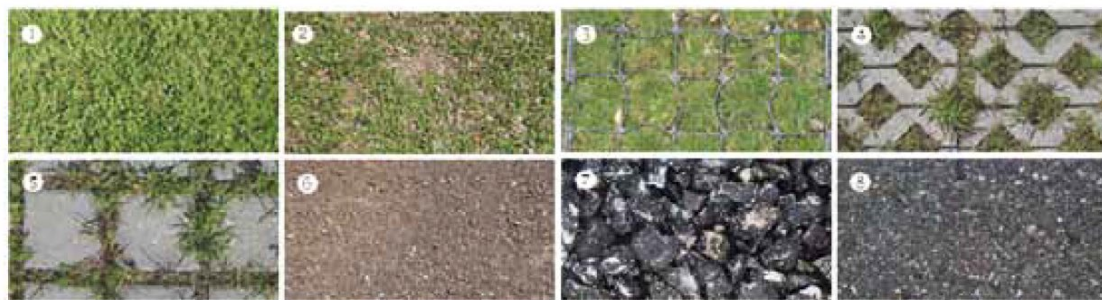
- soulad s plánovanou funkcí plochy;
- vzhled plochy;
- náklady na realizaci;
- náročnost údržby. [78]

Zpevněné propustné plochy lze rozdělit na povrchy z porézních materiálů (travní plocha, štěrkové trávníky, štěrkové povrchy, vodopropustný beton a asfalt) a na povrchy z nepropustných materiálů se širokými spárami (využití širokých spár mez dlažbou, vynecháním prvku) [6]. Při výměně nepropustných povrchů za propustné je třeba také často vyměnit materiál pod nimi, tzv. nosnou vrstvu, a to v případě, není-li tento materiál dostatečně propustný. Hrozilo by totiž nebezpečí vzduší vody. [78]

Tab. 5.4 Srovnání přínosů a omezení nejběžnějších propustných povrchů v porovnání s asfaltem [18]

	Chodci	Parkování, malá vozidla	Parkování, střední vozidla	Silniční provoz	Vizuální vzhled	Možnost vegetace	Možnost odvádění velkého množství vody	Regionální materiály	Zlepšuje mikroklima	Náročná údržba	Špatné pohodlí při chůzi	Nerůznost parkování pro zdravotně postižené osoby	Hromadění bahna	Tvorba prachu	Neuzavřený povrch	Koeficient odtoku	Náklady*: asfalt = 100%
	Oblast použití				Přínosy				Omezení								
Trávník, písčité půda					+++	+++	+++	+++	+++			+++	+++		100%	<0.1	<2%
Zatravněná štěrková plocha	Y	Y	Y		++	++	++	+++	++	+	+	+		100%	0.1-0.3	50-60%	
Zatravnovací rošty (plastové)	Y	Y			++	++	++	+	++	++	++	++	+	90%	0.3-0.5	75%	
Zatravnovací rošty (betonové)	Y	Y	Y	Y	++	++	+	+++	++	++	++	++	+	40%	0.6-0.7	75-100%	
Vodou vázané povrchy	Y	Y	Y		+		+	+++		++	+	+	++	++	50%	0.5	50%
Propustné dlaždice	Y	Y	Y		+		+	+++	+	+				20%	0.5-0.6	100-125%	
Porézní asfalt	Y	Y	Y	Y			+							0%	0.5-0.7	100-125%	
Asfalt	Y	Y	Y	Y										0%	1.0	100%	

\* Uvedeny jsou orientační ceny vzhledem k asfaltu; v roce 2010 byly průměrné ceny tradičních asfaltových vrstev přibližně 40 EUR/m<sup>2</sup> (bez DPH), včetně stavebních nákladů. U každého typu povrchu bylo přihlédnuto k cenám materiálu a práce.



Obr. 5.18 Přehled nejběžnějších povrchů seřazených podle propustnosti (1-trávník, 2-zatravněné štěrkové vrstvy, 3-plastové zatravněovací rošty, 4-betonové zatravněovací rošty, 5-propustné dlaždice, 6-propustný beton, 7-porézní asfalt, 8-nepropustný asfalt) [18]

### **Zatravněné plochy**

Zatravněné plochy mají vysokou retenční a odpařovací kapacitu s vysokou účinností biologického čištění. Výhody jsou nízké investiční náklady, snadná údržba a ovládání. Povrch je tvořen trávou nebo vyšší vegetací, která chrání povrch půdy, brání odtoku vody a tvorbě bahna [15]. Pravidelnou údržbu představuje kosení, mulčování a hnojení. Svrchní vrstva půdy je považována za součást zařízení, a proto nepodléhá speciální ochraně. Je však nutno sledovat její kontaminaci včetně postupu do hloubky a popřípadě půdu vyměnit. Účinnost sorpce je dána obsahem humusu a jílu. Minimální tloušťka krycí humusové vrstvy je 200 mm (optimálně 300 mm) a tloušťka podkladní vrstvy půdy je minimálně 300 mm (optimálně 500 mm) písčito-jílovité půdy. Obsah jílu svrchní vrstvy by měl být přibližně 10 % a obsah humusu minimálně 3 %. Podkladní vrstva obsahuje více jílu, přibližně 10–35 % a obsah humusu je nižší, méně než 1 % [31]. Stavební náklady včetně pokládky lze odhadovat na 80–120 Kč/m<sup>2</sup>. [78]

### **Zasakovací rošty**

Zasakovací rošty jsou tvořeny nosnou částí (roštem), která zajišťuje dostatečnou únosnost a mezerami zajišťujícími dobré vsakování do podloží. Zpravidla se jedná o průmyslové vyráběné stavebnicové systémy, nejčastěji plastové nebo betonové. Mezery jsou vyplněny dobře propustným materiálem, jako je písek, štěrk nebo propustnou zeminou se zatravněním. Výhodou je jednoduchost, nízké pořizovací náklady při zajištění dostatečné únosnosti a stálosti povrchu, nenáročná údržba. Stavební náklady včetně pokládky lze odhadovat na 800–1500 Kč/m<sup>2</sup>. [8]

Betonové zpevněné plochy nadměrně zahřívají města a neumožňují přirozené vsakování dešťové vody. Např. rošty AS-TTE představují komplexní řešení, jak zabezpečit dopravní funkci a zároveň zachovat i původní odtokové poměry a další ekologické aspekty. Použití roštů se zatravněním je vhodné pro průměrnou intenzitu provozu a zatížení vegetace, např. nepříliš frekventované jízdní pruhy a parkovací místa. Rošty zpevněné dlažbou jsou určeny pro vysoce intenzivní provoz a zatížení, např. komunikace s mobilní dopravou, silně frekventované jízdní pruhy a parkovací místa. [79]





Obr. 5.19 Zaskovací rošty AS-TTE [79]

Rošty jsou spojované pomocí zámkového systému, a to zaručuje optimální rozložení tlaku. Ve srovnání s obvyklou skladbou vrstev dojde k většímu rozložení zatížení na plochu, což umožní uspořit 50–100 % nákladů na podkladní vrstvy. Obvykle používané podkladní vrstvy (obsahující sorbenty) zabezpečí dostatečné předčištění nerozpuštěných látek na ochranu podzemních vod. [79]

### **Zatavněné štěrkové plochy**

Zatavněné štěrkové plochy jsou vhodné pro parkoviště, vjezdy, stezky a méně užívané cesty. Skládá se ze ztuhlé směsi štěrku (v ČR se běžně používá frakce kameniva 16/32 mm) a zeminy, která je prorostlá travinami. Takové plochy dokáží absorbovat až 100 % srážkové vody. Stavební náklady jsou v současnosti poloviční v porovnání s klasickými asfaltovými vrstvami a údržba je velmi nízká, srovnatelná s obyčejnou zatavněnou plochou. Stavební náklady včetně pokládky lze odhadovat na 110–150 Kč/m<sup>2</sup>. Klíčovými překážkami pro jejich úspěšné využívání jsou v současnosti malé zkušenosti na straně stavitelů a omezení ze strany vodohospodářských orgánů, které v mnoha případech kvůli možným problémům znečištění podzemní vody kontaminovanou vodou požadují, aby srážková voda z velkých ploch byla směřovaná do kanalizačního systému. [18] [78] Travinobylinná směs je složena například z bylin: kostřava červená dlouze výběžkatá, kostřava krátce výběžkatá, jílek vytrvalý, lipnice luční a řebříček obecný [80]

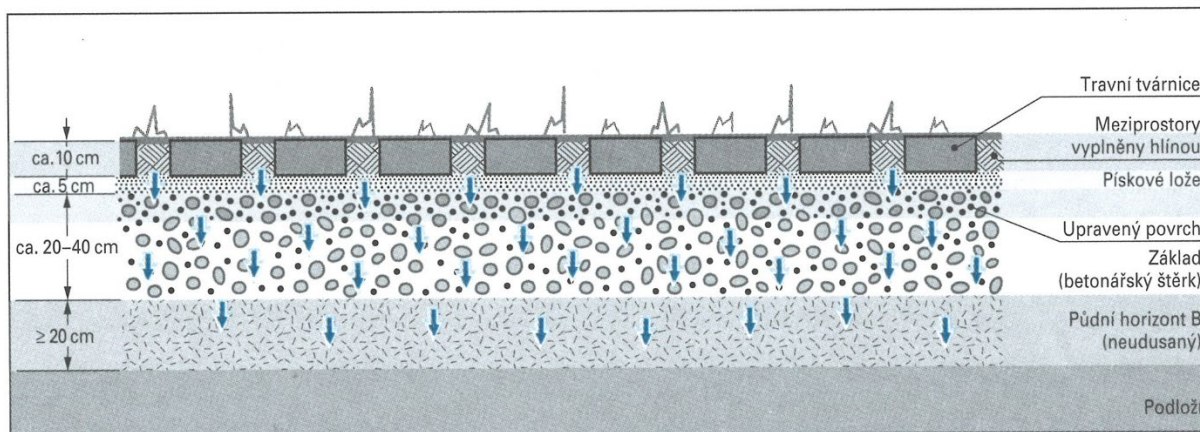


Obr. 5.20 Přechod z dlažby do štěrkového trávníku (vlevo) a štěrkový trávník v roce výsadby (vpravo) [80]



## Zatravňovací tvárnice

Zatravňovací tvárnice umožňují zpevnění ploch a zároveň jejich zatravnění, přičemž tento systém má vysoký čistící účinek. Tvárnice mohou být plastové nebo betonové. Nejčastěji se používají jako příjezdová cesta ke garáži, cesty mezi obytnými budovami nebo jako parkovací plochy. Při správné pokládce a údržbě může trávník celý zarůst tak, že zatravněvací tvárnice nepůjdou vidět. Při pokládce se odstraní přibližně 200–300 mm půdy, na upravené podloží se položí geotextilie a dosype se vrstvou štěrku, na který se pokládají tvárnice. Stavební náklady včetně pokládky lze odhadovat na 450–650 Kč/m<sup>2</sup>. [78]



Obr. 5.21 Povrchové vsakování travními tvárnici [69]

Betonová dlažba se vyrábí v různých tvarech a barvách, obyčejná šedá je však nejlevnější. Na rozdíl od plastových tvárnic je betonová dlažba těžší a obtížněji se s ní manipuluje. Betonové tvárnice nasáknou velkou část závlivky a za teplého slunného počasí se téměř ihned odpaří a mohou dokonce pohlcovat vodu z hlíny, ve které tráva roste. Beton je také méně odolný vůči klimatickým změnám a v zimě jej může poškodit mráz. [81]

Plastová dlažba je lehčí a její pokládka je méně náročná. Tato dlažba nenasává vodu, takže veškerá závlivka zůstane v půdě. Plastová dlažba je srovnatelně únosná a odolná na zatížení od dopravy. Nevýhodou je možnost prokluzu při vyjíždění autem ve svahu a ve srovnání s betonovou je dražší. [81]



Obr. 5.22 Betonové zatravněvací tvárnice zarostlé travinami (vlevo) a plastové zatravněvací tvárnice vysypané štěrkiem (vpravo) [81]



### ***Polopropustná dlažba***

Propustnou betonovou dlažbu tvoří beton vyrobený z malých stlačených pelet. Tato pevná struktura je porézní, tj. voda odtéká přímo přes povrch bloku. Propustná dlažba umožňuje infiltrovat vodu celým svým povrchem. Dlažba je schopna propustit více jak 270 l/s/ha. Instalují se bez mezer. Podklad tvoří zhutněný štěrk o tloušťce 150–300 mm podle intenzity využití a odolnosti vůči mrazu. Občasné očištění povrchu vysokotlakým vodním čističem uvolní mezery zanesené prachem, který po nějaké době sníží jejich účinnost. Dlažbu se nedoporučuje osazovat na místa, kde se předpokládá značné znečišťování ploch, např. zemědělské provozy, lomy a jiné [18] [82]. Stavební náklady včetně pokládky lze odhadovat na 500–1600 Kč/m<sup>2</sup>. [78]



*Obr. 5.23 Propustná dlažba [82] [83]*

### ***Propustný beton***

Propustný beton se vyznačuje vysokou propustností vody, až 95 % z celkového objemu srážky může být infiltrováno, a tudíž vráceno zpět podloží. Použití propustného betonu je podmíněno dostatečně propustným podloží, v případě nepropustného podloží je nutné odvézt vodu drenážním potrubím. Vzhledem k malému smrštění betonu lze provádět dilatace až po 10 m [84]. Použití propustného betonu je všestranné, nejčastěji jako cesty, chodníky, pěší zóny, parkovací plochy, zahradní cesty, cyklotrasy a okolí bazénu. Obarvení betonu probíhá při výrobě přidáním minerálního pigmentu, probarvení celého objemu zajišťuje barevnou stálost i v případě jeho mechanického poškození. Průměrná cena 1 m<sup>3</sup> propustného betonu je cca 2 000 Kč. [85]



*Obr. 5.24 Ukázka propustnosti betonu (vlevo) a vrstva propustného betonu (vpravo) [85]*

### 5.4.3 Vsakovací průleh

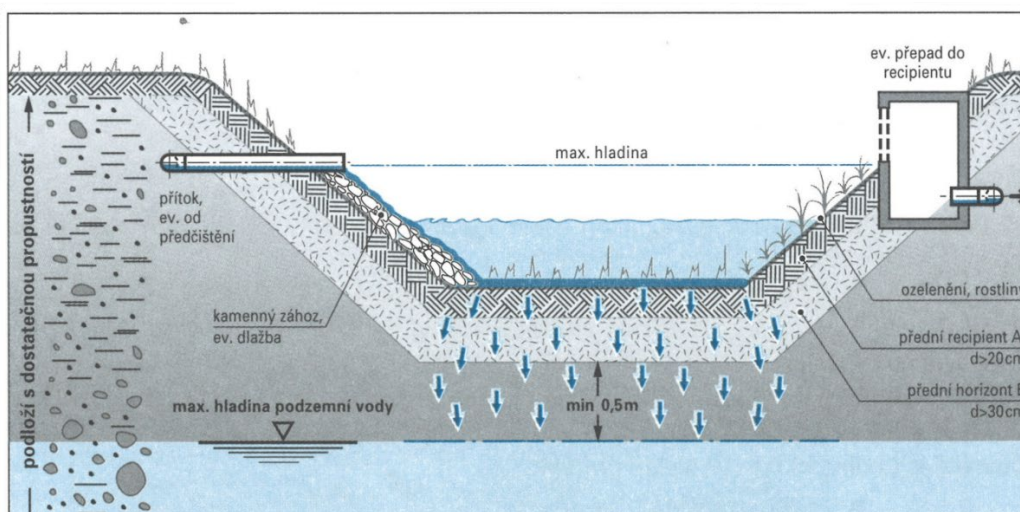
Průlehy jsou mělké zasakovací objekty se zatravněnou humusovou vrstvou. Průleh je možné osázet rozmanitými druhy travin, a tím vytvořit esteticky působící krajinu. Maximální výška hladiny by neměla přesáhnout 300 mm. Velmi dlouhé a sklonité průlehy se doporučuje rozdělit na více částí pomocí zemních hrázek. Přívod vody je vhodné vést plošně po celé délce průlehu, v případech, kdy to není možné, je potřeba místo vtoku soustředěného povrchového přítoku opevnit proti erozi. Vsakovací průleh je možné kombinovat se vsakovací rýhou. [7] [59]



Obr. 5.25 Vsakovací průlehy v kombinaci s řešením odvodnění zpevněné plochy pomocí mezer mezi obrubníky v areálu Ceitec v Brně (vlevo) [vlastní] a v kampusu MU v Brně (vpravo) [8]

### 5.4.4 Vsakovací nádrž

Vsakovací nádrž je objekt s výraznou retencí, se vsakováním je možné uvažovat, pokud je poměr mezi redukovanou plochou a plochou pro vsakování alespoň 1:15. Koeficient vsaku podloží by měl být nejméně  $1 \cdot 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , při nižší hodnotě vzrůstá doba zatopení. Hloubka vody v nádrži se pohybuje v rozmezí 0,3–2,0 m. Zanášení dna nádrže lze předejít předřazením usazovacího zařízení. Vzhledem k bezpečnosti se v intravilánu navrhuje oplocení nádrže. [31]

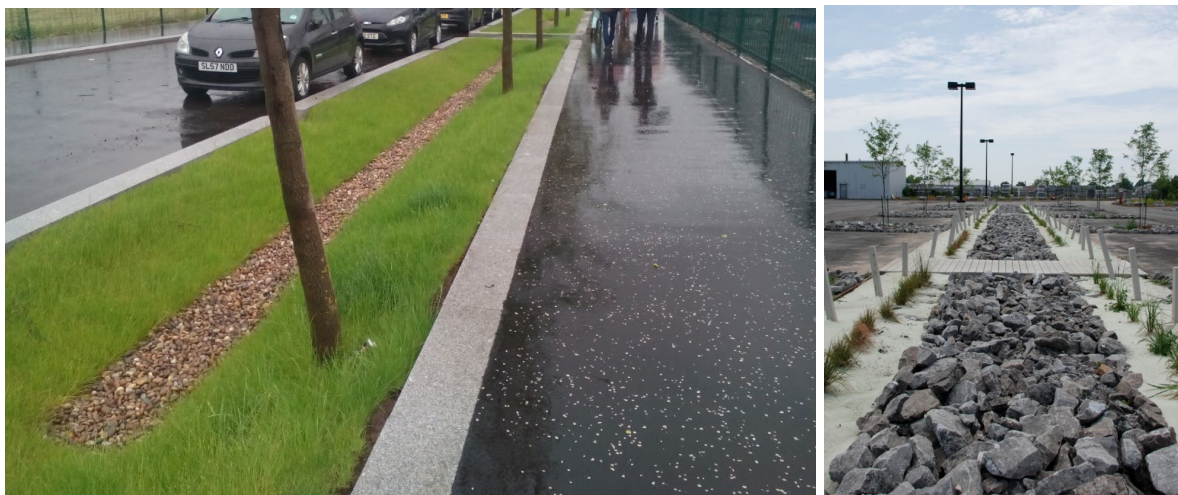


Obr. 5.26 Vsakovací nádrž [69]

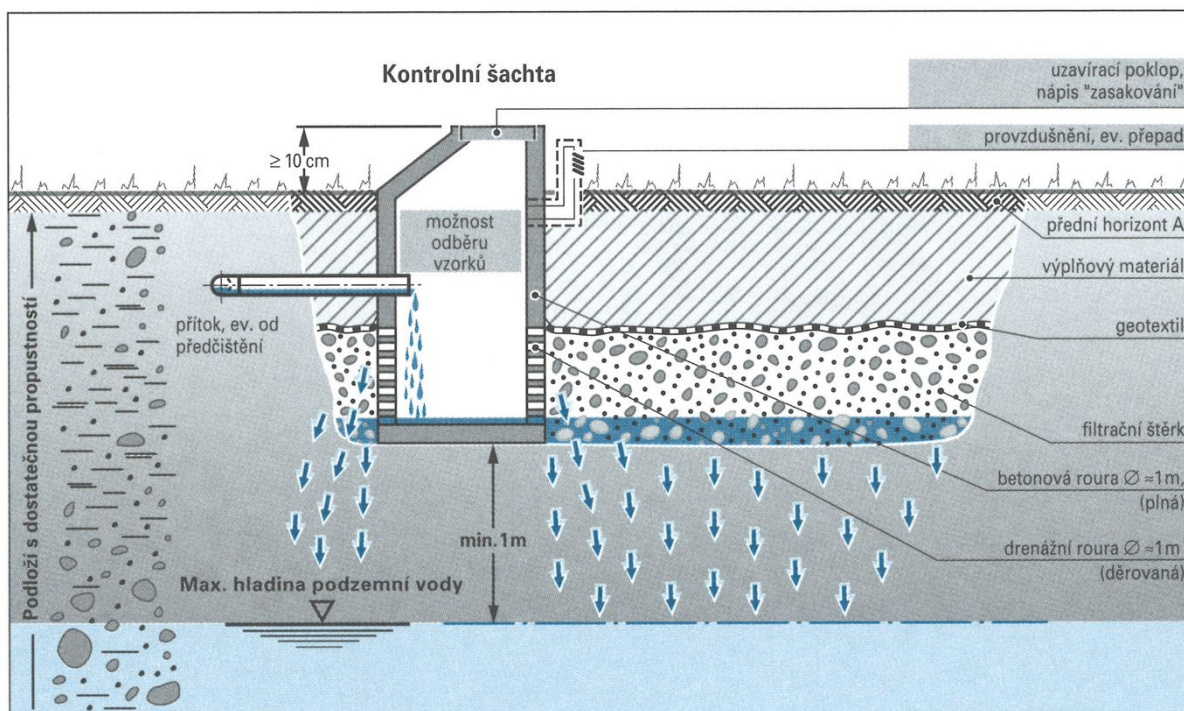


## 5.4.5 Vsakovací rýha

Vsakovací rýha je liniový objekt vyplněný štěrkovým materiálem zrnitosti 16/32 mm obalený v geotextilii, která zamezuje vnosu nežádoucích částic do štěrkového tělesa. Přítok je řešen buď po povrchu, nebo pod povrchem. Povrchový přítok je vhodné kombinovat se zatravněným průlehem, a tím dosáhnout kvalitního předčištění. U podpovrchového přítoku je nutné předřadit filtrační zařízení. Podpovrchový přítok vody lze také řešit pomocí perforovaného potrubí uloženého ve štěrku. Výhodou trubního rozvodu vody je rychlé rozdělení bodových vtoků. Z hlediska správného plnění podzemního tělesa je nutné zajistit odzdušnění rýhy. [7] [31]



Obr. 5.27 Kombinace zatravněného průlehu se vsakovací rýhou (vlevo) [86] a vsakovací rýha z hrubého kameniva (vpravo) [87]



Obr. 5.28 Vsakovací rýha s podzemním příívodem [69]





## 6 ZELENÉ STŘECHY

Ve městech žijí necelé tři čtvrtiny obyvatel České republiky a předpokládá se další růst v blízké budoucnosti. [89] S přibývajícím urbanizací a se změnami klimatu jsou realizovány projekty na revitalizaci měst. Jedním ze způsobů, jak řešit tento problém je navrhování zelených střech. Vegetace na střechách má pozitivní vliv na mnoho aspektů života ve městě. Zlepšuje městské mikroklima – pohlcováním tepla ochlazuje město, zachycuje vodu a přispívá k evapotranspiraci, pohlcuje škodlivé látky, a tím čistí vzduch a v neposlední řadě má také estetický přínos.

Budování zelených střech také podporuje dotační program *Nová zelená úsporám* vypsany Státním fondem životního prostředí, kde celková výše dotace je 500 Kč/m<sup>2</sup>. [90] Také samotná města mají zájem o zlepšení stávající situace. Brno jako první město v Česku vypsalo dotační program *Zeleň střechám* na výstavbu zelených střech s celkovou výší dotace 900–1400 Kč/m<sup>2</sup> a příspěvkem až ve výši 10 000 Kč na odborný posudek spojený s realizací. [91]



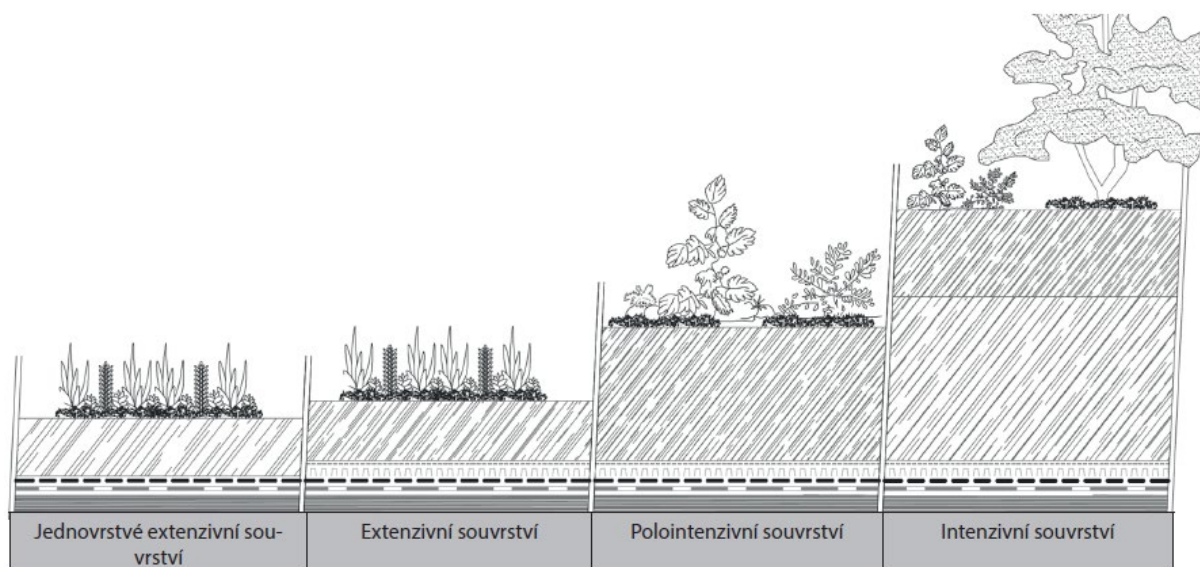
Obr. 6.1 Zelená střecha na bytovém domě [92] [93]

### 6.1 ROZDĚLENÍ ZELENÝCH STŘECH

V následující kapitole velmi stručně rozeberu základní rozdělení zelených střech podle různých kritérií. Podrobnější informace vzhledem k rozdělení lze dohledat ve volně dostupné publikaci *Vegetační souvrství zelených střech – Standardy pro navrhování, provádění a údržbu* [94]

#### Rozdělení podle druhu vegetace:

- extenzivní – minimální údržba bez pravidelné závlahy, mocnost souvrství 60–150 mm, typy porostů nejčastěji mechy, rozchodníky, trávy, byliny;
- polointenzivní – nutnost závlahy v sušších obdobích roku, mocnost souvrství 150–350 mm, lze využít i další rostlinné druhy jako trávy, trvalky a dřeviny;
- intenzivní – pravidelná údržba (závlaha, hnojení, kultivace, sečení), mocnost souvrství je vyšší než 300 mm, porosty doplňují vyšší keře a stromy. [94]



Obr. 6.2 Rozdělení zelených střech podle druhu vegetace skladby souvrství [94]

#### Rozdělení podle přístupnosti:

- nepochozí – není určena primárně k pobytu osob, vstup pouze za účelem údržby;
- pochozí – přístupná vyhrazenému okruhu poučených osob v omezeném rozsahu;
- pobytové – běžně přístupné pro pohyb a pobyt osob. [94]

#### Rozdělení podle převažující funkce:

- retenční – určené k zadržování maximálního množství srážkové vody a zpomalení odtoku do kanalizace;
- podporující biodiverzitu – střechy navrhované s důrazem na velkou rozmanitost rostlinných a živočišných druhů;
- kombinované s fotovoltaikou – střechy kombinované s fotovoltaickými panely;
- pěstební – střechy využité k rostlinné, zahradnické nebo zemědělské výrobě. [94]

#### Rozdělení podle skladby vegetačního souvrství:

- jednovrstvé – substrát plní vegetační, drenážní i hydroakumulační vrstvu, uplatňuje se především u jednoduchých extenzivních a u šikmých střech;
- vícevrstvé – vegetační souvrství se skládá z několika samostatných funkčních vrstev, uplatňuje se u intenzivních a většiny plochých extenzivních střech. [94]

#### Rozdělení podle sklonu:

- ploché – střecha se sklonem vnějšího povrchu  $<5^\circ$ ;
- šikmé – s mírným sklonem  $5\text{--}20^\circ$ ;
- šikmé – s velkým sklonem  $20\text{--}45^\circ$ ;
- strmé – střecha se sklonem vnějšího povrchu  $45\text{--}90^\circ$ . [94]

### **Rozdělení podle polohy a prostorové vazby na okolní rostlý terén:**

- v úrovni s partnerem – uživatel zpravidla netuší, že se pohybuje na stropní konstrukci podzemního objektu;
- v dotyku s partnerem – umožňuje začlenění budovy nebo její části do okolního prostředí;
- bez dotyku s partnerem – nejčastějším typem jsou střešní zahrady. [94]

## **6.2 VÝZNAM A FUNKCE ZELENÝCH STŘECH**

Zelené střechy poskytují řadu užitečných funkcí a výhod na rozdíl od klasických střešních krytin, u kterých převažuje jediná funkce, a to chránit prostor pod sebou před povětrnostními vlivy.

### **6.2.1 Environmentální funkce**

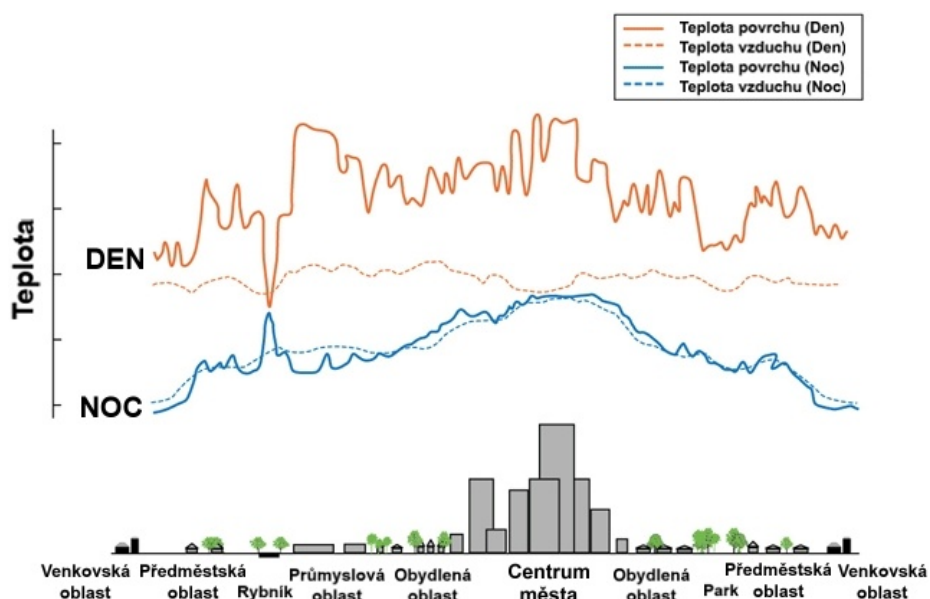
#### ***Ovzduší***

Na rozdíl od lesního ekosystému je ve městech je 10× vyšší koncentrace SO<sub>2</sub>, 20× vyšší koncentrace CO<sub>2</sub> a 30× vyšší koncentrace CO a prachu. Rostliny spotřebovávají CO<sub>2</sub> a produkují čistý kyslík. Množství vyprodukovaného kyslíku je závislé na listové ploše, nikoliv na samotné ploše zelené střechy. Udává se, že 25 m<sup>2</sup> listové plochy vyprodukuje za den tolik kyslíku, kolik ho člověk za stejný čas spotřebuje. [95] Na zelených střeších se prach odstraňuje při dešti, kdy se zachycuje ve vegetační vrstvě a stává se součástí substrátu. U klasické ploché střechy, která se vlivem slunečního záření zahřeje až na 60 °C mohou vznikat termické vertikální pohyby vzduchu, které vynesou částice prachu a nečistot usazených na ulici do vzduchu, a tím vytváří nad obytnými oblastmi příkrov nečistot a oparu. [96]

#### ***Městský tepelný ostrov „Urban heat island“***

Tento jev se výrazněji projevuje ve velkých městech s počtem obyvatel v řádech statisíců nebo ve městech s velkým počtem průmyslových areálů. Teplotní rozdíly mezi centrálními městskými oblastmi a venkovskou zástavbou jsou zapříčiněny nahrazováním propustných povrchů a městské vegetace za budovy, silnice a další infrastrukturu. Tepelné ostrovy se vyskytují na povrchu a v atmosféře. V horkých letních měsících mohou mít střechy a asfaltové či betonové povrchy vyšší teplotu o 27–50 °C, než je teplota vzduchu. Zatímco u přírodních, vlhkých a zastíněných povrchů (častěji ve venkovském prostředí) se teplota moc neliší od teploty vzduchu. [97]

Způsobů, jakými se lze bránit proti negativnímu působení městského tepelného ostrova je mnoho. Patří mezi ně zvyšování počtu městské zeleně, jak už na budovách (zelené střechy a zelené fasády), tak i v parcích a na ulicích města. Použitím chladičových materiálů (s vysokou odrazivostí) lze snížit celkovou akumulaci tepla ve městě. Výstavbou vodních prvků a užitím vodopropustných materiálů se zvýší celkový výpar, a tím se obnoví přirozený vodní cyklus. [98] Na Obr. 6.4 můžeme vidět, že zelená střecha je téměř o 40 °C chladnější než sousední typická plochá střecha. Atmosférické tepelné ostrovy jsou slabší v ranních hodinách (1–3 °C) a postupným uvolňováním tepla z městských povrchů dosahují ve večerních hodinách maximálních teplotních rozdílů (až 12 °C). [97]



Obr. 6.3 Průběh teplot v závislosti na typu zástavby [97]

Pilotní projekt „Satelitní monitoring města Plzeň v roce 2018“ přinesl mnoho poznatků o změnách teploty a stavu vegetace v městském prostředí z období únor až září 2018. Shrnutí hlavních poznatků z monitoringu:

- průmyslové areály jsou hlavními tepelnými ostrovy města;
- 30 % objemu zeleně ubylo během letní vlny vedra;
- městské zelené plochy jsou 2–4× vlhčí než zastavěné území;
- přírodní prvky jsou při vlně veder o 10–20 °C chladnější než okolí. [99]



Obr. 6.4 Rozdíl teplot mezi zelenou a klasickou střechou [97]

### Vytápění a chlazení

Zelená střecha může snížit spotřebu energie v budovách s různým stupněm izolace. Experiment prováděný na dvou budovách v Aténách s podobnými izolačními vlastnostmi odhalil, že v budově, jejíž střecha byla bez vegetace, vnitřní teplota překročila 30 °C v 68 % doby. V případě budovy se zelenou střechou došlo k překročení 30 °C pouze v 15 % doby. Výsledky jsou uvedeny v Tab. 6.1. [100]



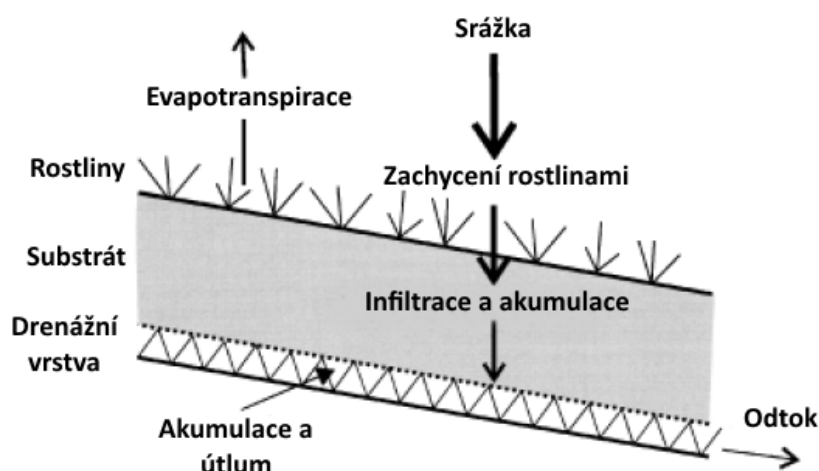
Tab. 6.1 Potenciální roční úspory energie při instalaci zelené střechy [100]

Sřešní konstrukce	Součinitel prostupu tepla konstrukce U [ $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ ] bez zelené střechy	Součinitel prostupu tepla konstrukce U [ $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ ] zelené střechy	Roční úspory energie za topení [%]	Roční úspory energie za chlazení [%]	Potenciální roční úspory energie při instalaci zelené střechy [%]
Dobře izolovaná	0,26–0,4	0,24–0,34	8–9	0	2
Středně izolovaná	0,74–0,80	0,55–0,59	13	0–4	3–7
Bez izolace	7,76–18,18	1,73–1,99	45–46	22–45	31–44

Zelené střechy mají potenciál ke zlepšení tepelného výkonu sřešního systému za pomoci stínění, izolace a evapotranspirace, a tím dosahují snížení energetické poptávky dané budovy. Lee a kol. ve své studii, kde se zaměřili na hodnocení tepelně izolačních vlastností vegetativních střech, aby poukázali na to, že zelené střechy fungují jako izolační vrstva pro budovy. Z jejich studie vyplývá, že zelené střechy mohou ušetřit od 1,8–6,8 kWh·m<sup>-2</sup> v případě chlazení a 6,44 kWh·m<sup>-2</sup> ve vytápění. Studie byla provedena v Portland State University (USA) v obdobných klimatických podmínkách, jako se nachází Česká republika. V současné době, v roce 2015, cena 1 kWh je v průměru 4,75 Kč na území České republiky. V případě 100 m<sup>2</sup> zastavěné plochy se zelenou střechou mohou roční úspory na chlazení činit 855 Kč a úspory na vytápění 3 059 Kč. Úspory energie se mohou lišit mezi jednotlivými typy zelených střech a v závislosti na klimatických podmínkách. [100]

### Retence vody

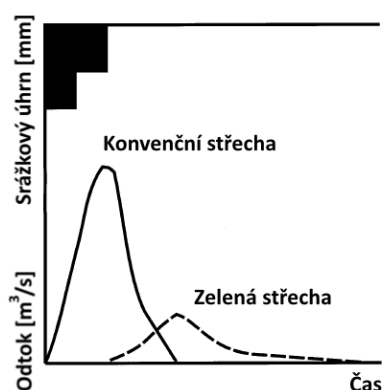
Snížení množství a zlepšení kvality odtoku dešťové vody lze docílit i méně rozšířenými způsoby jako například retencí na zelených střechách. Vhodně navržené zelené střechy mají velký potenciál chránit kvalitu povodí a snížit riziko povodní. [98] Maximální množství vody, jež může zelená střecha pojmout je závislé na složení a vrstvě substrátu, typu zeleně, skladbě střechy (přítomnost akumuláční drenážní vrstvy, sklonu střechy) a ročním období. Odtok vody nastává po maximálním nasycení vegetační vrstvy. Následně srážky odtékají se zpožděním do kanalizace nebo recipientu. [96] Proces vsakování a odtoku srážky je znázorněn na Obr. 6.5.



Obr. 6.5 Hydrologické procesy zelené střechy [101]

V souvislosti hydrologického výzkumu zelených střech bylo provedeno několik studií na Michiganské státní univerzitě. Výsledek těchto studií ukazuje, že pomocí zelených střech lze dosáhnout snížení ročního srážkového odtoku o 45–70 % (Kolb, 2004). Další studie uvádí, že zelená střecha je schopna akumulovat až 60 % srážky a redukovat maximální průtok o 85 % (Moran et al. 2004). [101] Rozdíly v retenci srážek jsou ovlivněny také počasím. V teplém počasí může substrát zadržet o 11 až 20 % více vody než v chladném počasí. [98] Sledování zelených střech (tloušťka substrátu 50 a 120 mm) v Německu naznačuje, že v důsledku velkého výparu, lze snížit celkový odtok až o 60–80 % (Kohler a kol.). Z předchozích výzkumů lze prokázat vazbu také na stáří vegetace. Starší zelené střechy jsou schopny zadržet více srážkové vody. V průběhu pěti let se zdvojnásobil obsah organických látek a také pórů v substrátu, což zvýšilo retenční kapacitu zelené střechy. [102]

Z mnoha celosvětových výzkumů (USA, Itálie, Kanada, Německo, Belgie...) vyplývá, že zelené střechy dokáží zadržet 50–80 % z celkového ročního množství srážkové vody. [102]



Obr. 6.6 Rozdíl odtoku srážkových vod mezi konvenční a zelenou střechou [101]

## 6.2.2 Urbanistická a krajinářská funkce

Zeleň ve městech má pozitivní účinek na vzhled měst, životní prostředí a také na psychické zdraví člověka. Pohled na ozeleněnou střechu dodává příjemný pocit a kladně působí na náladu člověka. Střešní zahrady jsou místem určeným k odpočinku, relaxaci a slouží jako spojení s rostlinami, živočichy, sluncem, zemí, vzduchem či vodou. Zelené střechy vytváří náhradní plochy pro flóru a faunu a podporují tak biodiverzitu v urbanizovaných oblastech. [96] [103]

## 6.2.3 Ekonomická a ochranná funkce

Zelené střechy způsobují menší kolísání teplot, což vede k menší roztažnosti konstrukce a materiálu střechy, a tím se zvyšuje životnost. Substrát zelených střech chrání hydroizolaci (musí být certifikovaná proti prorůstání kořenů) proti UV záření, které způsobuje degradaci materiálů, ale také proti mechanickému poškození způsobené vlivem povětrnosti či člověka. Vegetace spolu se substrátem zajišťuje zvukovou a tepelnou izolaci. V létě příjemně chladí a snižuje náklady spojené s klimatizací budovy a v zimě snižuje náklady na vytápění. Vegetační střechy rovněž zvyšují protipožární odolnost střechy. A v neposlední řadě zvyšují účinnost fotovoltaických panelů umístěných na zelené střeše vlivem snížení extrémních teplot okolního prostředí. [103] [104]

## 6.3 ÚDRŽBA ZELENÝCH STŘECH

Údržba zelených střech obnáší zavlažování, hnojení, pravidelné doplňování substrátu, kontrola rostlin a odvodňovacích prvků, odstraňování nežádoucí vegetace a další. Údržba se liší podle

druhu vegetace. Péče o vegetaci na rostlém terénu je definována v ČSN 83 9051 Technologie vegetačních úprav v krajině, ustanovení této normy lze odpovídajícím způsobem přenést i na intenzivní zelené střechy. Pro extenzivní zelené střechy se údržba stanovuje individuálně pro konkrétní zelenou střechu. [94]

### ***Extenzivní zelené střechy***

Extenzivní střechy jsou nenáročné na údržbu. V počáteční fázi po výsadbě (v průběhu prvních 2–3 týdnů) vyžadují pravidelné zavlažování (1–2× týdně), aby se kořenový systém rychleji rozrostl, a tím zabránil nechtěnému rozšiřování náletových rostlin. Častější údržba probíhá do dosažení 90% pokrytí plochy rostlinami, toto období může trvat až 2 roky. Následné ošetřování extenzivních střech probíhá obvykle 2–4× ročně [94].



*Obr. 6.7 Extenzivní zelená střecha v areálu wellness resortu Infinit Maximus (vlevo) a extenzivní zelená střecha s luční výsadbou (vpravo) [105] [106]*

### ***Intenzivní zelené střechy***

Intenzivní střechy se více podobají běžným zahradám, proto vyžadují pravidelnou údržbu, bez které by střecha začala chřadnout a vegetace odumírat. Hnojení se provádí 2–3× ročně (optimálně na jaře a v červnu). Závlaha by měla být pravidelná a prováděna automatizovaným systémem [92]. Četnost provádění údržby se uvažuje 4–12× do roka. Údržba představuje stejné úkony jako u střechy extenzivní, navíc je však doplněna o sečení, mulčování, vertikutaci, provzdušnění a pískování [94].

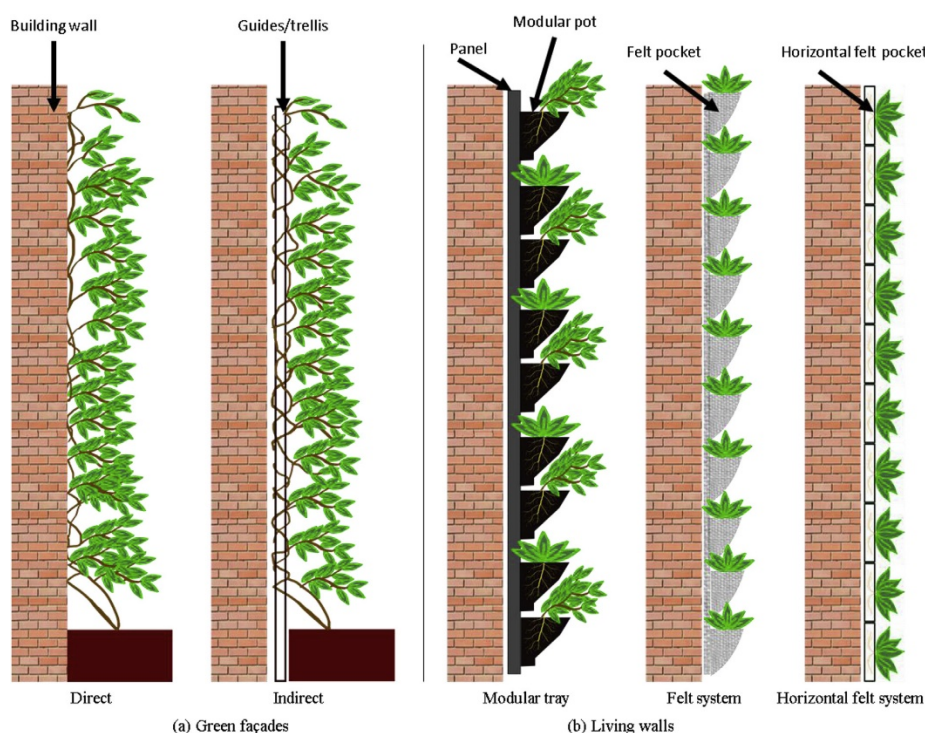


*Obr. 6.8 Intenzivní zelená střecha bytového domu [105] [107]*

## 7 ZELENÉ STĚNY

Zelené stěny a fasády jsou další možností, jak uplatnit zezeň v městském prostředí, nejsou-li vhodné podmínky pro výsadbu ve volné půdě, v nádobách nebo i tam, kde není možné vybudovat zelené střechy. Pozitivní účinek na klima a městské prostředí těchto technických opatření je obdobný jako u již zmíněných zelených střech.

Systémů vertikální zeleně je mnoho druhů a povětšinou se liší nosnou konstrukcí. Mezi domácí a zahraniční literaturou panují rozdíly v užívané terminologii. Mezi používané termíny se řadí zelená stěna, zelená fasáda, vertikální zahrada nebo živá stěna. V zahraničí termín „zelené stěny“ ve skutečnosti označuje veškeré systémy, které využívají ozelenění na vertikálním povrchu. „Zelené stěny“ se dále dělí na dva konstrukčně odlišné systémy, a to na „zelené fasády“ a „živé stěny“ (nebo také „vertikální zahrady“). V ČR neexistuje jednoznačné pojmenování, a proto se můžeme setkat rozdílnými názvy u různých konstrukčně odlišných systémů. [108] [109]



Obr. 7.1 Schéma konstrukčních systémů vertikální zeleně [109]

### 7.1 ZELENÉ FASÁDY

Tento konstrukční systém využívá popínavých nebo závěsných rostlin podél zdi. Rostliny jsou zakořeněny přímo v půdě nebo v květináčích. Jsou-li umístěny v úrovni země, jedná se o popínavé rostliny a rostou směrem vzhůru. V případě umístění v květináčích na střechách domů nebo balkonech jsou použity závěsné rostliny. Zelené fasády lze klasifikovat na přímé a nepřímé. U přímých zelených fasád se rostliny pnou přímo po povrchu stěny, zatímco nepřímé zelené fasády využívají podpůrné konstrukce, kterou mohou tvořit dřevěné či plastové konstrukce nebo konstrukce z ocelových lan. [108] [110] Na růst rostlin mají zásadní vliv klimatické podmínky, hloubka půdního podloží, orientace vzhledem ke slunci, zavlažovací režim a dávkování hnojiva.



Nevýhodou zelených fasád může být dlouhá doba, než rostliny dorostou do požadované výšky a ozelení celý povrch, u přímých fasád mohou rostliny poškodit vlastní fasádu a také znemožňují údržbu fasády pod vegetací. [110]



Obr. 7.2 Přímá zelená fasáda (vlevo) [110] a nepřímá zelená fasáda (vpravo) [108]

Ne vždy jsou všechny rostliny vhodné pro daný typ konstrukce, proto je důležité konzultovat výběr rostlin s odborníkem. Pro zelené fasády bez podpůrné konstrukce jsou vysazovány rostliny se vzdušnými kořeny a úponkaté s adhezivními terčíky. Nejčastěji břečťan popínavý a přísavník trojcípý. Rostliny vhodné pro fasády s podpůrnou konstrukcí jsou šlahounovité rostliny či náročnější úponkaté rostliny jako jsou pnoucí růže, vinná réva nebo přísavník pětilistý. [110]

## 7.2 ŽIVÉ STĚNY

Živé stěny, nebo také vertikální zahrady se v posledních letech staly trendem moderních budov. Umožňují integraci zeleně do městského prostředí, rychlé pokrytí velkých ploch a rovnoměrný růst rostlin. Jejich použití je vhodné například u vysokých obytných budov nebo průmyslových hal. Systémy živých stěn mohou být se substrátem (někdy se jim též říká modulární) nebo bez substrátu. [108]

Rostliny pěstované hydroponicky, tedy bez zeminy potřebují jen vodu a hnojivo. Obvykle se hnojivo přidává do vody a vznikne tak „živný roztok“. Zavlažovací režim je u hydroponicky pěstovaných rostlin zásadní. Optimální doba trvání a frekvence zavlažování je závislá na mnoha faktorech jako např. na celkovém návrhu systému, teplotě a vlhkosti, slunečním záření, druhu pěstovaných rostlin a typu substrátu. Jako vhodný zavlažovací režim je zavlažování s nižšími průtoky a kratší dobou zavlažování, protože rovnoměrné rozložení vody je nejlepší, zatímco substrát je stále vlhký. Zavlažování také určuje finanční náklady na provoz živých stěn. Náklady na provoz lze snížit:

- optimálním řízením zavlažování, aby nedocházelo k nadměrnému zavlažování;
- použitím kapkového zavlažovacího systému;
- vysazením rostlin odolným vůči suchu;
- využitím dešťových vod. [109]



Systémy vertikálních zahrad se substrátem využívají různých nádob, květináčů nebo geotextilních pytlů, které se naplní směsí organického a anorganického substrátu. Substrát obvykle tvoří lehký granulovaný materiál (např. keramzit, rašelina, kokosová vlákna, minerální vlna, recyklovaná tkanina), takový substrát musí vykazovat vysokou retenční schopnost. Rostliny jsou v těchto nádobách osazeny jednotlivě. Tyto nádoby jsou vyneseny na roštích nebo přímo uchyceny na zdi.



*Obr. 7.3 Vertikální zahrada s rostlinami umístěnými v květináčích [111]*

Vertikální zahrady bez substrátu se osazují na rošt kotvený k fasádě domu, který zároveň vytváří volný prostor mezi živou stěnou a fasádou objektu. Na tento rošt se kotví nepropustný panel nebo hydroizolační fólie, která chrání fasádu před vlhkostí. Rostliny se sází mezi dvě vrstvy nasáklivé zahradnické plsti, která napodobuje mech a slouží jako podpora kořenům rostlin. Hustota osazení rostlinami je cca 30 rostlin na 1 m<sup>2</sup>. Zavlažovací systém pracuje jako uzavřený okruh, tzn. že přebytečná voda je zachycena vespodu konstrukce v odtokovém kanálu, odkud je vedena zpět do oběhu. [112]



*Obr. 7.4 Vertikální zahrady s rostlinami osazenými v plstěné rohoži [113] [114]*



## 8 VYBRANÉ PROJEKTY HOSPODAŘENÍ S DEŠŤOVOU VODOU V ČR A ZAHRANIČÍ

### 8.1 UNIVERZITNÍ KAMPUS V BOHUNICÍCH

Univerzitní kampus Masarykovy univerzity v Brně v Bohunicích je jedinečnou stavbou, co se týče hospodaření s dešťovou vodou na velké ploše. Areál kampusu má rozlohu cca 35 ha a jsou zde uplatněny principy HDV. Srážková voda se zachycuje na zelených střechách a voda odtékající z nepropustných zpevněných ploch je zaústěna do zasakovacích průlehmů s retenčními rýhami. Jsou zde využity štěrkové retenční rýhy a také plastové vsakovací bloky. [115]

Stavbu dokončila v roce 2006 firma JV PROJEKT VH, s.r.o. Celý projekt byl rozdělen do několika etap [115]. Odtok srážkových vod z plochy 1,77 ha činí po uplatnění HDV pouze  $10,6 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ , zatímco při konvenčním řešení by bylo odváděné množství srážkových vod  $171,5 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ . Při odvádění dešťových vod z parkovišť je množství odvedené vody  $10\times$  menší než při konvenčním řešení. [116]



*Obr. 8.1 Odvodnění parkoviště vsakovacím průlehem s retenční rýhou [117]*



*Obr. 8.2 Průlehm s retenční rýhou mezi pavilony [71]*

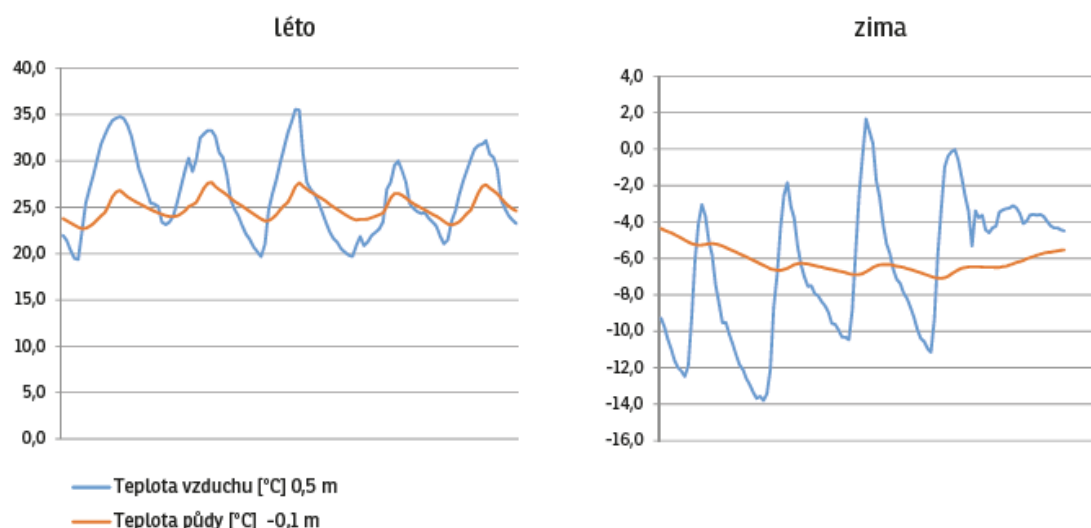
## 8.2 OTEVŘENÁ ZAHRADA NADACE PARTNERSTVÍ

Areál Otevřené zahrady v centru Brna je komplex, který je tvořen pasivními budovami se zelenými střechami a výukovými či přírodními zahradami. Vizí při plánování Otevřené zahrady bylo dosáhnout uhlíkově neutrální energetické bilance celého provozu. [118]



Obr. 8.3 Pochozí zelená střecha na budově C [103]

V roce 2013 byla dokončena pasivní budova s pochozí zelenou střechou s výukovými prvky. Celková plocha zelené střechy je 463 m<sup>2</sup>. Zemina na střechách slouží jako izolant, a především v letním období zabráňují přehřívání budov a okolí. Mocnost půdy je 200–400 mm. Středový pás střechy je tvořen trávnikem a trvalkami. Trávnik je namíchan z suchomilných trav, převážně kostřav. Je pochozí a využíván návštěvníky zahrady. Krajní pásy jsou osázeny trvalkami a speciálně namíchanou bylino-travní směsí a nejsou pochozí. [103] Monitorováním průběhu teplot jsme ověřili pozitivní vliv zelené střechy na teplotní stabilizaci budovy v létě i v zimě. Teplota 100 mm pod povrchem může být v létě až o 8 °C nižší a v zimě až o 7 °C vyšší než teplota okolního vzduchu. [119]



Obr. 8.4 Teplotní vliv zelené střechy na budovu C [119]

V celém areálu se shromažďuje dešťová voda, která je následně akumulována ve třech podzemních nádržích. Dešťová voda se používá na zalévání zahrad a na splachování toalet.



Díky těmto opatřením se v areálu ušetří až 60 % pitné vody. Veškeré kohoutky a toalety jsou vybaveny šetřiči vody, které ji properlují a zároveň regulují její proud. Roční úspora vody představuje téměř 30 % a investice do šetřičů se vrátila do jednoho roku. [119]

### 8.3 ZELENÁ VÝROBNÍ HALA LIKO-VO

Průmyslové haly v ČR denně znehodnotí 10 ha úrodné půdy, a navíc tvoří ohromné množství tepla. Teplota nad běžnou halou může dosahovat až 80 °C. Unikátní projekt „živé haly“ je ukázkou šetrného přístupu k přírodě, kdy stavba chladí nejen sama sebe, ale i své okolí. „Živá hala“ snižuje radiaci tepla a ochlazuje své okolí až o 10 °C. První taková stavba vznikla v roce 2019 ve Slavkově u Brna. [120]



*Obr. 8.5 Hala LIKO-Vo ve Slavkově u Brna [120]*

Živé stěny spolu se zelenou střechou zadržují vodu a také plní estetickou a tepelněizolační funkci. Živé stěny navíc slouží jako kořenová ČOV. Odpadní voda z celé budovy je přirozeně čištěna a dále využita k závlaze vegetačních ploch. Relaxační prostory zajišťuje vsakovací zahrada spolu s retenčním jezírkem. Celkem bylo přibližně 70 rostlinných druhů vysázeno na živých stěnách a zelené střeše. Předpokládaná letní teplota povrchu živé haly LIKO-Vo je u fasády 28 °C a střechy 31 °C. Letní teplota povrchu standardní haly je u fasády 55 °C a střechy 77 °C. [120]

## 8.4 SOLARCITY LINZ

Urbanizace města Linz v Rakousku vedla k přijetí inovativního přístupu k HDV. Zvláštní pozornost byla věnována energetické účinnosti a udržitelnosti a také integraci nakládání s dešťovými vodami. Návrh byl inspirován zelenými zahradními městy s plynulými přechody mezi zahradami, parky a krajinou. Základní podmínkou bylo zachovat původní bilanci vody v území a neohrozit jakost a množství podzemních vod a přírodních mokřadů. [71] [121]



*Obr. 8.6 Vsakovací průleh (vlevo) a vsakovací nádrž (vpravo) v SolarCity Linz [71]*

S dešťovou vodou se nakládá v místě jejího vzniku. Odvodnění dešťové vody se provádí především pomocí okapů, retenčních žlabů a průlehů. Jsou použity převážně povrchové decentralizované systémy, např. zatravněné vsakovací příkopy či průlehy a vsakovací nádrže. Při odvádění dešťových vod z komunikací je kladen důraz na jejich předčištění a na bezpečnost systému (bez keřů a stromů). Vsakovací zatravněné průlehy jsou dimenzovány na 5letý déšť a zadržují vodu do hloubky 300 mm. V průlehu probíhá vsakování dešťové vody a přebytečná voda se drenáží odvádí do vsakovací nádrže, jež je dimenzována na 10letý déšť (doba akumulace nepřekračuje 16 hodin). [121]

Zelené střechy se uplatnily asi u třetiny soukromých budov. Voda ze střech je odváděna do přílehlých průlehů u domů. Parkovací stání jsou vybudována z propustných materiálů, nejčastěji ze zatravněvacích tvárnic. V případě nevhodného složení půdy pro vsakování jsou navíc dešťové vody z těchto ploch svedeny do průlehů. [71]



*Obr. 8.7 Parkovací stání ze zatravněvacích tvárnic (vlevo) a zaústění dešťového svodu (vpravo) v SolarCity Linz [71]*

## 9 PROJEKT: „HOSPODAŘENÍ S DEŠŤOVOU VODOU VE MĚSTĚ TŘEŠŤ“

Předmětem odborného posouzení je návrh opatření ve městě Třešť, kdy se uplatní některé z výše uvedených principů HDV. Cílem je vytvořit vyhodnocení a doporučení opatření v oblasti hospodaření s vodou v rámci zelené infrastruktury měst podle příslušné velikosti, tj. na typické městské objekty, které města této velikosti spravují. V následující části bude zpracována případová studie pro návrh hospodaření s dešťovou vodou v rámci zelené infrastruktury vybraného města. Součástí této studie je popis vybraných lokalit vhodných k vybudování objektů sloužících k hospodaření s dešťovou vodou, technický návrh těchto objektů a ekonomické zhodnocení jednotlivých opatření s návratností investice.

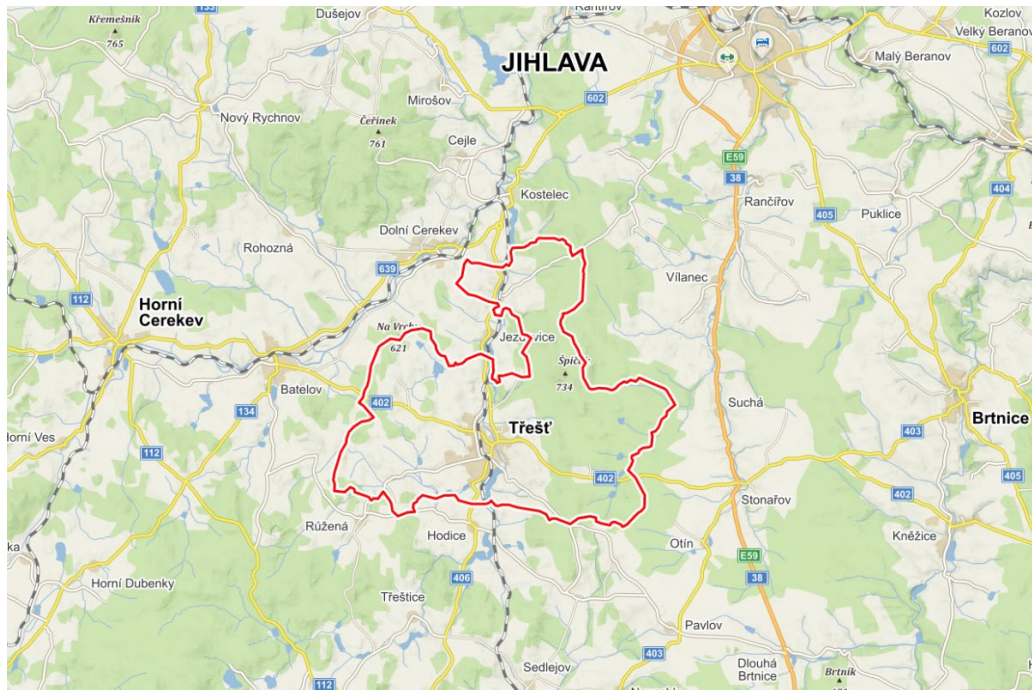
### 9.1 POPIS LOKALITY

Třešť se nachází na západě Moravy, ve střední části kraje Vysočina. Leží 13,6 km jihozápadně od krajského města Jihlava a 11,5 km severoseverovýchodně od města Telč. Zástavbu města tvoří převážně rodinné domy, ale i sídliště a průmyslové oblasti. Městem protéká Třešťský potok, do kterého je zaústěn odtok z městské ČOV.

Základní údaje o městě:

• Oficiální název:	Třešť
• Kraj:	Vysočina
• Okres:	Jihlava
• ORP:	Jihlava
• ID města:	17076
• ZUJ města:	588032
• Katastrální výměra:	4 699 ha
• Počet trvale žijících obyvatel:	5 766
• Nadmořská výška:	540–600 m n. m.
• Mateřská/základní škola:	ano/ano
• Kanalizace/ČOV:	ano/ano
• Plynofikace:	ano
• Vodovod:	ano
• Zdravotnické zařízení:	ano

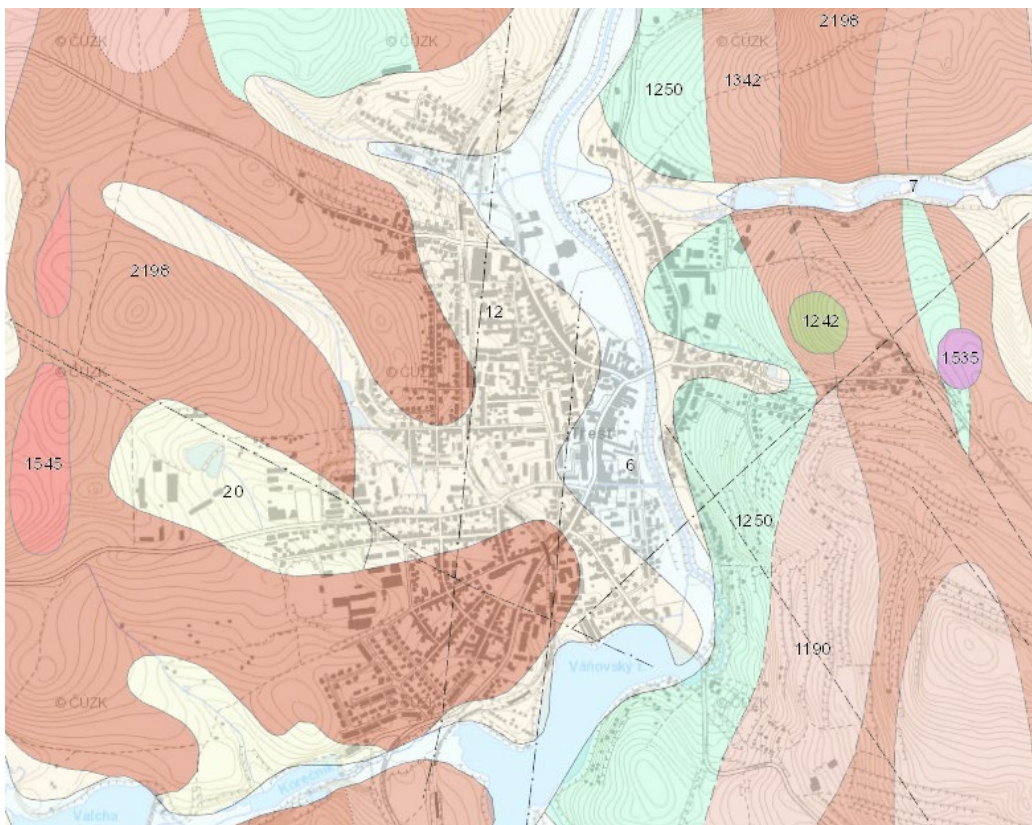




Obr. 9.1 Mapa zájmového území [122]

### 9.1.1 Geologické poměry

Zájmová lokalita se nachází na Česko-moravské subprovincii, konkrétně na Křižanovské vrchovině, v podcelku Brtnická vrchovina, okrsku Otínská pahorkatina. Kvartérní pokryv je tvořen převážně písčito-hlinitými až hlinito-písčitými sedimenty.



Obr. 9.2 Mapa geologických poměrů [123]

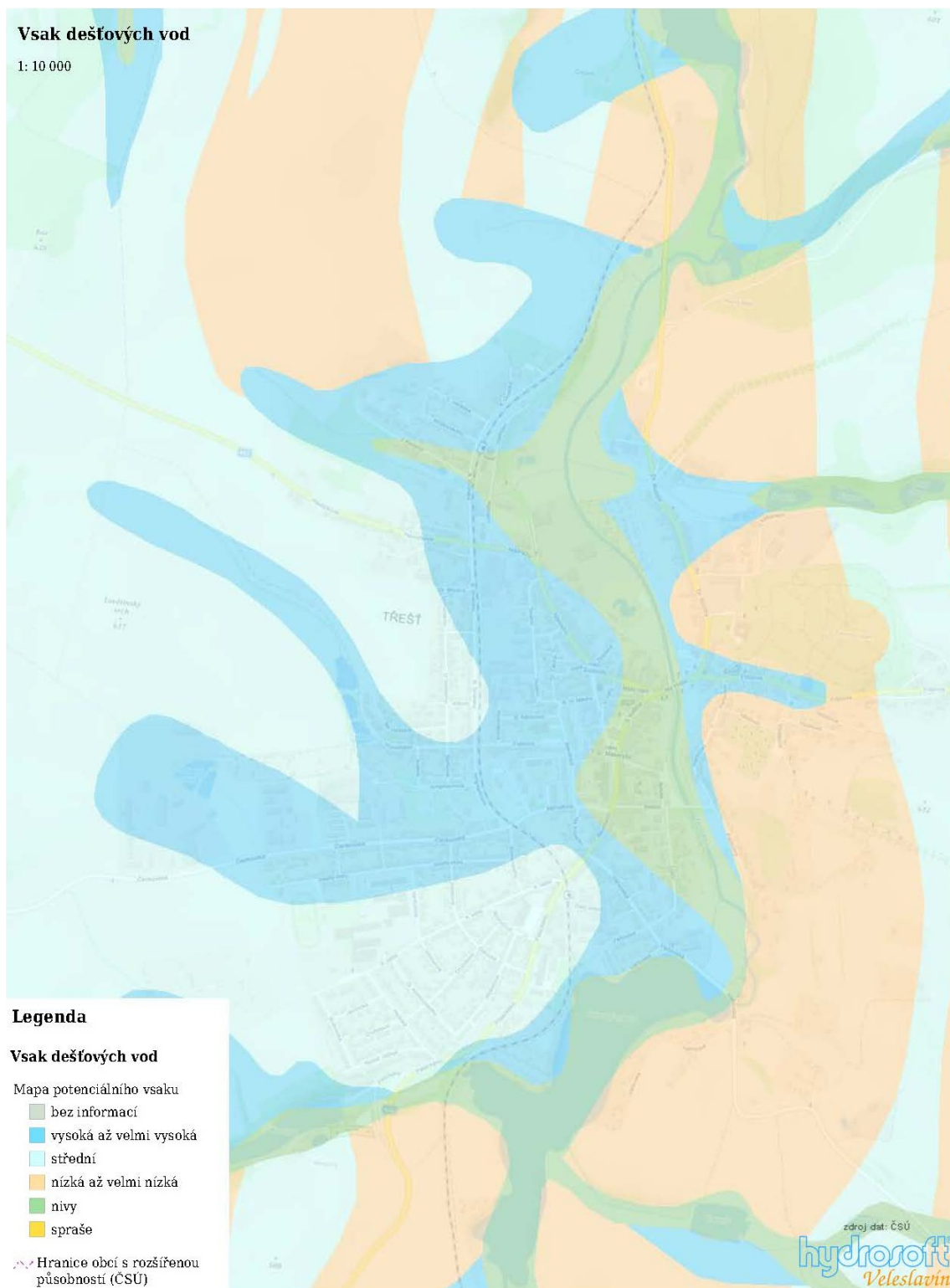
## Legenda:

-  **nivní sediment [ID: 6]**  
Eratém: kenozoikum, Útvar: kvartér, Oddělení: holocén, Horniny: hlína, písek, štěrk, Typ hornin: sediment nezpevněný, Zrnitost: hlína, písek, štěrk, Poznámka: inundovaný za vyšších vodních stavů, Soustava: Český masiv - pokryvné útvary a postvariské magmatity, Oblast: kvartér
-  **smíšený sediment [ID: 7]**  
Eratém: kenozoikum, Útvar: kvartér, Oddělení: holocén, Horniny: sediment smíšený, Typ hornin: sediment nezpevněný, Zrnitost: jemnozrná převážně, Poznámka: včetně výplavových kuželů, Soustava: Český masiv - pokryvné útvary a postvariské magmatity, Oblast: kvartér
-  **píščito-hlinitý až hlinito-píščitý sediment [ID: 12]**  
Eratém: kenozoikum, Útvar: kvartér, Horniny: píščito-hlinitý až hlinito-píščitý sediment, Typ hornin: sediment nezpevněný, Mineralogické složení: pestré, Zrnitost: píščito-hlinitá až hlinito-píščitá, Barva: různá, Poznámka: často polygenetické, Soustava: Český masiv - pokryvné útvary a postvariské magmatity, Oblast: kvartér
-  **sediment deluvioolický [ID: 20]**  
Eratém: kenozoikum, Útvar: kvartér, Oddělení: pleistocén, Suboddělení: pleistocén svrchní, Horniny: hlína, písek, Typ hornin: sediment nezpevněný, Mineralogické složení: křemen + příměsi + CaCO<sub>3</sub>, Zrnitost: jemnozrná až hrubozrná, Barva: okrově hnědá, Poznámka: místy hrubší klasty, Soustava: Český masiv - pokryvné útvary a postvariské magmatity, Oblast: kvartér
-  **lamprofyry [ID: 1535]**  
Eratém: paleozoikum, Útvar: karbon, Horniny: lamprofyr, Typ hornin: magmatit žilný, Soustava: Český masiv - krystalinikum a prevariské paleozoikum, Oblast: moldanubická oblast (moldanubikum), Region: magmatity v moldanubiku, Jednotka: moldanubický pluton
-  **granit [ID: 1545]**  
Eratém: paleozoikum, Útvar: karbon, Horniny: granit, Typ hornin: magmatit hlubinný, Mineralogické složení: biotit obvykle více než muskovit, Zrnitost: drobnozrná až středně zrnitá, Poznámka: typ Číměř, v oblasti Javořické vrchoviny typ Mrákotín, v oblasti Melechova typ Kouty, (granit Eisgarn s.l.), Soustava: Český masiv - krystalinikum a prevariské paleozoikum, Oblast: moldanubická oblast (moldanubikum), Region: magmatity v moldanubiku, Jednotka: moldanubický pluton
-  **serpentin [ID: 1242]**  
Eratém: paleozoikum až proterozoikum, Poznámka: paleozoikum - proterozoikum, archaikum, Horniny: serpentin, Typ hornin: metamorfit, Mineralogické složení: křemen + příměsi + CaCO<sub>3</sub>, Zrnitost: jemnozrná až hrubozrná, Barva: okrově hnědá, Poznámka: místy hrubší klasty, Soustava: Český masiv - krystalinikum a prevariské paleozoikum, Oblast: moldanubická oblast (moldanubikum), Region: metamorfní jednotky v moldanubiku, Poznámka: moldanubikum Českého lesa, šumavské, české, strážecké, moravské
-  **amfibolit [ID: 1250]**  
Eratém: paleozoikum až proterozoikum, Poznámka: paleozoikum - proterozoikum, archaikum, Horniny: amfibolit, Typ hornin: metamorfit, Mineralogické složení: granát, Soustava: Český masiv - krystalinikum a prevariské paleozoikum, Oblast: moldanubická oblast (moldanubikum), Region: metamorfní jednotky v moldanubiku, Poznámka: moldanubikum Českého lesa, šumavské, české, strážecké, moravské
-  **migmatit [ID: 2198]**  
Eratém: paleozoikum až proterozoikum, Poznámka: paleozoikum - proterozoikum, archaikum, Horniny: migmatit, Typ hornin: metamorfit, Mineralogické složení: cordierit biotit, Soustava: Český masiv - krystalinikum a prevariské paleozoikum, Oblast: moldanubická oblast (moldanubikum), Region: metamorfní jednotky v moldanubiku, Poznámka: moldanubikum Českého lesa, šumavské, české, strážecké, moravské
-  **pararula [ID: 1342]**  
Eratém: paleozoikum až proterozoikum, Poznámka: paleozoikum - proterozoikum, archaikum, Horniny: pararula, Typ hornin: metamorfit, Mineralogické složení: biotit, sillimanit biotit, + cordierit, muskovit, granát, Poznámka: místy slabě migmatitizovaná, Soustava: Český masiv - krystalinikum a prevariské paleozoikum, Oblast: moldanubická oblast (moldanubikum), Region: metamorfní jednotky v moldanubiku, Poznámka: moldanubikum Českého lesa, šumavské, české, strážecké, moravské
-  **pararula až migmatit [ID: 1190]**  
Eratém: paleozoikum až proterozoikum, Skupina: gföhlská skupina, Horniny: pararula, migmatit, Typ hornin: metamorfit, Poznámka: silně migmatitizovaná, stromatitického typu, Soustava: Český masiv - krystalinikum a prevariské paleozoikum, Oblast: moldanubická oblast (moldanubikum), Region: metamorfní jednotky v moldanubiku, Subjednotka: gföhlská skupina, Poznámka: moldanubikum Českého lesa, šumavské, české, strážecké, moravské



## 9.1.2 Mapa potencionálního vsaku

Posuzované lokality pro vybudování objektů HDV se podle mapy potencionálního vsaku nacházejí v oblastech hodnocené mírou vsakování jako střední a vysoká až velmi vysoká. Mapa je uvedena na Obr. 9.3. Tato mapa slouží pouze jako informativní pomůcka pro hodnocení vsakování z hlediska geologického a hydrogeologického prostředí. Mapa potencionálního vsaku nemůže nahradit realizaci hydrogeologického průzkumu pro vsakování srážkových vod.



Obr. 9.3 Mapa potencionálního vsaku města Třešť [124]

## 9.2 LOKALITY S VÝZNAMNÝM VÝSKYTEM DEŠŤOVÝCH VOD

Základem HDV ve městě Třešť je posouzení stávajícího konvenčního odvodnění města. Před posouzením výhledového stavu byl učiněn návrh decentralizovaného odvodnění tam, kde je to možné. Primárně se jedná o pozemky a objekty ve vlastnictví města Třešť nebo v provozování společnosti Technické služby Třešť, spol. s r.o.

V rámci projektu bylo lokalizováno několik lokalit s významným výskytem dešťových vod. Tyto lokality budou posouzeny a následně navrženy opatření ke snížení odtoku dešťových vod do jednotné stokové sítě. Výsledkem je studie, která umožňuje majiteli stokové sítě a ČOV, tedy městu Třešť, volit způsoby, jak řešit nedostatky na stávajícím odvodnění města.

### *Popis stávajícího odkanalizování města*

V zájmovém území je rozsáhlá jednotná stoková síť. Jednotný systém odvádí splaškové a dešťové OV na městskou ČOV. Významným problémem je nízká kapacita stokové sítě, zejména v ulicích Josefa Hory, K Valše, Čenkovská a Palackého. Z důvodu nízké kapacity stokové sítě a velkého množství balastních vod vyplývá také vyšší počet přepadů v odlehčovacích komorách a s tím související znečišťování vodních recipientů.

Tab. 9.1 Soupis profilů stokové sítě v roce 2015 [125]

Profil stok	Délka [km]
do DN 300 mm	14,21
DN 301–500 mm	7,17
DN 501–800 mm	3,51
nad DN 800 mm	1,97
<b>Celkem</b>	<b>26,86</b>

Tab. 9.2 Soupis materiálů stokové sítě v roce 2015 [125]

Materiál	Délka [km]
kamenina	0,30
beton	18,35
plast	8,21

Balastní vody jsou podzemní a povrchové vody, které vnikají do kanalizace netěsnostmi a trhlinami ve stoce, přepadem z vodárenských objektů a únikem z vodovodních řadů. Z celkového množství přitékajících OV na ČOV Třešť v roce 2015 činilo množství balastních vod v průměru cca 55 %, z toho je zpoplatněno množství zhruba 30 % (v průměru 79 tis. m<sup>3</sup>·rok<sup>-1</sup>) [125]. Z dosavadních měsíčních měření je množství balastních vod v roce 2020 klesající oproti předchozímu roku 2019.

Tab. 9.3 Množství balastních vod

Rok	2016	2017	2018	2019
Balastní vody [m <sup>3</sup> /rok]	168 216	153 353	82 178	160 037
Procento balastních vod [%]	45,2	42,8	28,9	43,8

Čistírna odpadních vod je situována na pravém břehu Třešťského potoka (severně od města). ČOV je navržena jako mechanicko-biologická o kapacitě 6 700 EO. K čištění odpadních vod na ČOV Třešť je využita technologie dlouhodobé směšovací aktivace se simultánní denitrifikací a aerobní stabilizací kalu. Aktivační nádrže jsou technologicky uzpůsobeny pro



více variant technologie nitrifikace a denitrifikace. Základní variantou je trvalý paralelní průtok všemi nádržemi s přerušovanou aerací s vytvářením oxických a anoxických podmínek v časovém sledu. [126]

### ***Vyhodnocení stávajícího stavu ve vztahu k územnímu plánu***

Město Třešť má vybudovanou jednotnou stokovou síť, kterou postupně rekonstruuje na oddílnou s cílem snížit zatížení ČOV balastními a srážkovými vodami. V nové zástavbě bude dodržována vyhláška č. 501/2006 Sb. § 20,21 v pozdějším znění snižující přívalové odtoky srážkových vod. Je to především požadavek na vsakování srážkových vod dle hydrogeologických posudků na vlastním pozemku nebo alespoň jejich zdržení, u komunikací a veřejných ploch pak využití průleहů a povrchů umožňující vsakování. Ve stávající zástavbě je třeba postupnou rekonstrukcí kanalizace snížit odtoky balastních vod odlehčovaných do potoků a zvýšit ochranu kanalizace před splachy z extravišanu zejména v západní části města. V období od roku 2002 do roku 2013 byla realizována rekonstrukce stávající jednotné kanalizace v celkové délce 4843 m a realizována výstavba nové kanalizace v celkové délce cca 1875 m. [127]

### ***Dotační program „Velká dešťovka“***

Ministerstvo životního prostředí vyhláší ke dni 3. 2. 2020 prostřednictvím Státního fondu životního prostředí ČR (dále jen SFŽP ČR) 144. výzvu pro podávání žádostí o poskytnutí podpory v rámci Operačního programu Životní prostředí (dále jen OPŽP) 2014–2020. Žádost o podporu bude možné podat od 3.2.2020 do 11.1.2021. Cílem je omezit riziko nepříznivých účinků spojených s povodněmi, zejména na lidské zdraví a na život, životní prostředí, kulturní dědictví, hospodářskou činnost a infrastrukturu. Mezi podporované projekty patří např. povrchová vsakovací a retenční zařízení doplněná zelení, dešťové zahrady, podzemní vsakovací zařízení s retenčním prostorem vyplněným štěrkem nebo prefabrikáty, povrchové či podzemní retenční prostory s regulací odtoku do povrchových vod nebo kanalizace, výměna nepropustných zpevněných povrchů za propustné zpevněné povrchy a další. Výše podpory je 85 % z celkových způsobilých výdajů. [128]

## 9.2.1 Penzion v ulici Palackého

Tab. 9.4 Charakteristika penzionu v ulici Palackého

Označení lokality v situaci	A
Místo pořízené fotodokumentace	Penzion v areálu polikliniky v ulici Palackého
Odkanalizování nemovitosti do stoky	A
Popis stávajícího stavu odkanalizování nemovitostí	Penzion č. p. 1352 v areálu polikliniky je odkanalizován do kmenové jednotné stoky A. Nemovitost má obloukovou střechu a dešťové vody jsou vedeny vně domu do jednotné stoky. Dešťové vody ze silnic a parkovišť jsou svedeny dešťovými vpusti do jednotné stoky. Poliklinika má vlastní decentralizovanou ČOV, předpokládá se její nevyhovující technický stav.
Popis stávajících ploch pro umístění objektu HDV	Za nemovitostí se nachází rozsáhlé zelené plochy. Při vhodném rozmístění objektů HDV nedojde ke kácení vzrostlé zeleně, v případě nutnosti budou stromy vykáceny. V blízkosti navrhovaných objektů HDV vede trasa podzemního vedení nízkého napětí, dojde ke křížení této sítě NN.
Popis návrhu technického řešení odkanalizování nemovitostí přes objekty HDV	<p>Za budovou penzionu jsou navrženy dva podzemní vsakovací objekty VS1 a VS2. Oba vsakovací objekty jsou navrženy z voštinových bloků (např. AS-NIDAFLOW EP 400 firmy Asio, s r.o.).</p> <p>Do vsakovacího objektu VS1 jsou svedeny dešťové vody z okolních zpevněných ploch. Je vybudována nová dešťová stoka "b" DN 200, do které je napojena stávající uliční vpust' UV1 a přes rozdělovací šachtu DN 1000 je dešťová voda svedena do vsakovacího objektu. V odtokové šachtě DN 1000 je umístěn bezpečnostní přepad, který je veden novou dešťovou stokou "b-1" do stávající jednotné stoky. Potrubí bezpečnostního přepadu je vybaveno zpětnou klapkou. Vsakovací objekt VS1 o rozměrech 7,2×6,0 m, výšky 0,52 m je obalen geotextilií. Dvě drenážní potrubí DN 200 jsou umístěna mezi bloky a obsypána kamenivem frakce 16/32 mm. Nad bloky je umístěna dvojice odvodušňovacích potrubí, které jsou zaústěny do jedné z šachet.</p> <p>Do vsakovacího objektu VS2 jsou svedeny dešťové vody z okolních zpevněných ploch a ze střechy nemovitosti č. p. 1352. Je vybudována nová dešťová stoka "a" DN 200, do které jsou napojeny stávající uliční vpusti a dešťové svody nemovitosti. Přes rozdělovací šachtu DN 1000 je dešťová voda svedena do vsakovacího objektu. V odtokové šachtě DN 1000 je umístěn bezpečnostní přepad, který je veden novou dešťovou stokou "a-6" do stávající jednotné stoky. Potrubí bezpečnostního přepadu je vybaveno zpětnou</p>

	<p>klapkou. Vsakovací objekt VS2 o rozměrech 7,2×8,4 m, výšky 0,52 m je obalen geotextilií. Dvě drenážní potrubí DN 200 jsou umístěna mezi bloky a obsypána kamenivem frakce 16/32 mm. Nad bloky je umístěna dvojice odvětvovacích potrubí, které jsou zaústěny do jedné z šachet.</p>
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

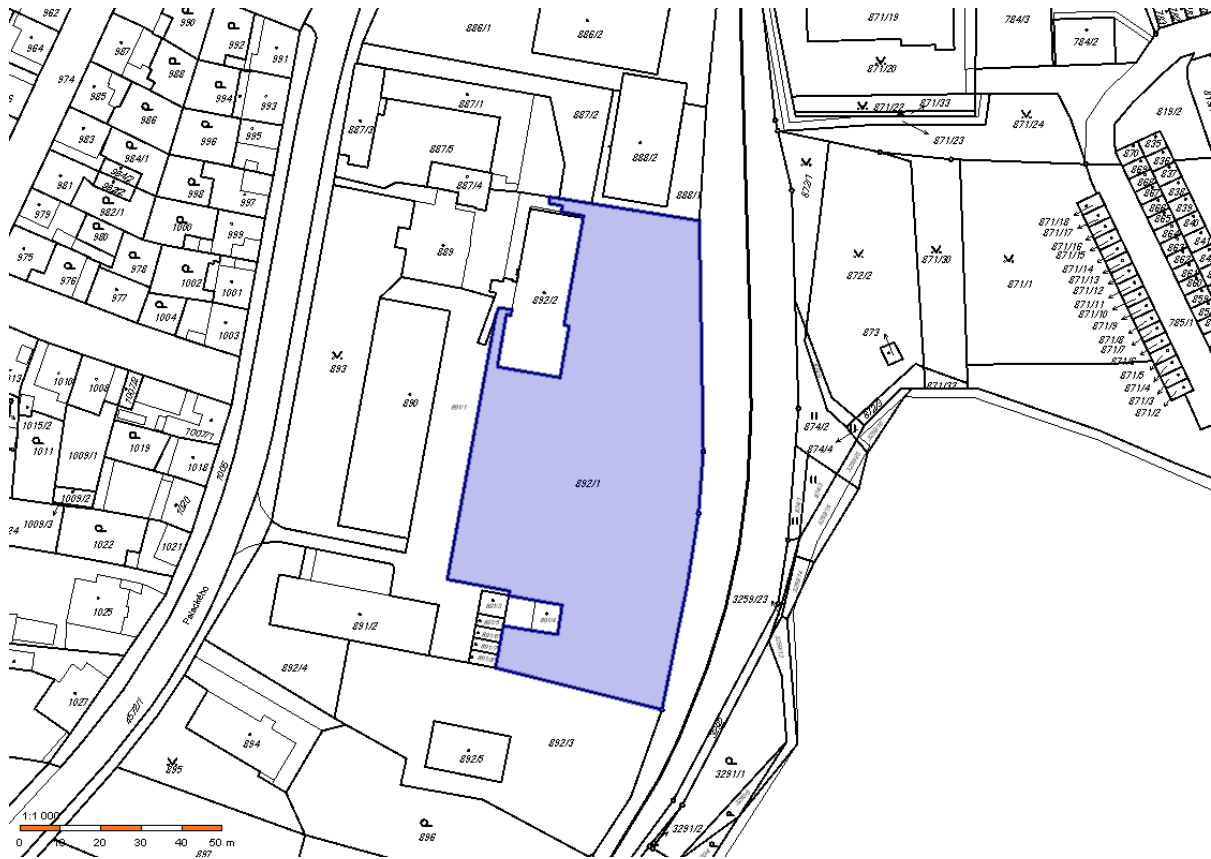
### ***Lokalizace navrhovaných objektů***

Navržené objekty se nachází na parcele katastru nemovitostí č. 892/1 v katastrálním území Třešť (770761) ve vlastnictví Město Třešť, číslo LV 10001.



*Obr. 9.4 Situace lokality A [122]*





Obr. 9.5 Výřez z katastrální mapy, pozemek parcelní č. 892/1 [129]



Obr. 9.6 Vhodné místo pro umístění podzemního vsakovacího objektu VS2 [122]





*Obr. 9.7 Pohled na stávající ČOV polikliniky a vhodné místo pro umístění podzemního vsakovacího objektu VSI [vlastní]*

### ***Výpočet vsakovacího objektu VSI***

Do výpočtu byla zadána data z příslušné srážkoměrné stanice podle ČSN 75 9010 v Telči. Základní návrhové parametry objektu HDV jsou převzaty z výpočtového programu ASIO NEW RN V3.3. Ve výpočtu je stanoven koeficient vsaku odhadem, přesný koeficient vsaku určí geologický průzkum (v rámci zpracování projektové dokumentace), který je u každé stavby povinný. Cena stočného ve městě Třešť platná od 1.7.2020 je 33,00 Kč/m<sup>3</sup> bez DPH.

*Tab. 9.5 Stanovení redukované odvodňované plochy S1*

Druh odvodňované plochy	Označení	Součinitel odtoku $\Psi$	Odvodňovaná plocha S [m <sup>2</sup> ]	Redukovaná plocha [m <sup>2</sup> ]
Zpevněné plochy, cesty / asfalt, beton	S1	0,9	570,0	513,0
Celková redukováná plocha A <sub>red</sub>				513,0

#### Návrhové a vypočítané parametry:

koeficient vsaku	$k_v =$	5,0E-06 m/s
součinitel bezpečnosti	$f =$	2
vsakovaný odtok	$Q_{vsak} =$	0,113 l/s
periodicita srážek	$p =$	0,2 rok <sup>-1</sup>
např. výrobek AS-NIDAFLOW		
délka vsakovacího zařízení	$L =$	7,20 m
šířka vsakovacího zařízení	$B =$	6,00 m
výška vsakovacího zařízení	$V =$	0,52 m
počet bloků		15 ks

využití objemu		99,3 %
<b>skutečná plocha vsakovacího zařízení</b>	$A_{vsak,sk} =$	<b>45,1 m<sup>2</sup></b>
<b>skutečný retenční objem vsakovacího zařízení</b>	$V_{Vz,sk} =$	<b>21,6 m<sup>3</sup></b>
<b>doba prázdnění vsakovacího zařízení</b>	$T_{pr} =$	<b>53 &lt; 72 hod</b>

**VYHOVUJE**

průměrný roční srážkový úhrn	$P =$	670 mm/rok
<b>celkové množství zasáknuté vody za rok</b>	$Q =$	<b>343,7 m<sup>3</sup>/rok</b>
<b>finanční úspora na stočném</b>		<b>11 342,0 Kč/rok</b>

Je navržen podzemní vsakovací objekt VS1 z jednotlivých bloků voštinového typu (např. AS-NIDAFLOW) o rozměrech 7,2×6,0×0,52 m, plochy 45,1 m<sup>2</sup> a objemu 21,6 m<sup>3</sup>. Vsakovací objekt zachytí cca 344 m<sup>3</sup> srážek za rok. Což představuje finanční úsporu na stočném ve výši cca 11 342 Kč bez DPH. Celkové investiční náklady na podzemní vsakovací systém jsou 282 415 Kč bez DPH. Při výši dotace 85 % bude podzemní vsakovací systém stát 42 362 Kč bez DPH.

### ***Výpočet vsakovacího objektu VS2***

Do výpočtu byla zadána data z příslušné srážkoměrné stanice podle ČSN 75 9010 v Telči. Základní návrhové parametry objektu HDV jsou převzaty z výpočtového programu ASIO NEW RN V3.3. Ve výpočtu je stanoven koeficient vsaku odhadem, přesný koeficient vsaku určí geologický průzkum (v rámci zpracování projektové dokumentace), který je u každé stavby povinný. Cena stočného ve městě Třešť platná od 1.7.2020 je 33,00 Kč/m<sup>3</sup> bez DPH.

*Tab. 9.6 Stanovení redukované odvodňované plochy S2 a S3*

Druh odvodňované plochy	Označení	Součinitel odtoku $\Psi$	Odvodňovaná plocha S [m <sup>2</sup> ]	Redukovaná plocha [m <sup>2</sup> ]
Zpevněné plochy, cesty / asfalt, beton	S3	0,9	374,0	336,6
Plochá střecha / kov	S2	1,0	287,0	287,0
Celková redukováná plocha $A_{red}$				623,6

#### Návrhové a vypočítané parametry:

koeficient vsaku	$k_v =$	5,0E-06 m/s
součinitel bezpečnosti	$f =$	2
vsakovaný odtok	$Q_{vsak} =$	0,156 l/s
periodicita srážek	$p =$	0,2 rok <sup>-1</sup>
např. výrobek AS-NIDAFLOW		
délka vsakovacího zařízení	$L =$	7,20 m
šířka vsakovacího zařízení	$B =$	8,40 m
výška vsakovacího zařízení	$V =$	0,52 m
počet bloků		21 ks
využití objemu		86,6 %
<b>skutečná plocha vsakovacího zařízení</b>	$A_{vsak,sk} =$	<b>62,4 m<sup>2</sup></b>

<b>skutečný retenční objem vsakovacího zařízení</b>	$V_{Vz,sk} =$	<b>26,2 m<sup>3</sup></b>
<b>doba prázdnění vsakovacího zařízení</b>	$T_{pr} =$	<b>47 &lt; 72 hod</b>
<b>VYHOVUJE</b>		
průměrný roční srážkový úhrn	$P =$	670 mm/rok
<b>celkové množství zasáknuté vody za rok</b>	$Q =$	<b>417,8 m<sup>3</sup>/rok</b>
<b>finanční úspora na stočném</b>		<b>13 787,0 Kč/rok</b>

Je navržen podzemní vsakovací objekt VS2 z jednotlivých bloků voštinového typu (např. AS-NIDAFLOW) o rozměrech 7,2×8,4×0,52 m, plochy 62,4 m<sup>2</sup> a objemu 26,2 m<sup>3</sup>. Vsakovací objekt zachytí cca 418 m<sup>3</sup> srážek za rok. Což představuje finanční úsporu na stočném ve výši cca 13 787 Kč bez DPH. Celkové investiční náklady na podzemní vsakovací systém jsou 613 239 Kč bez DPH. Při výši dotace 85 % bude podzemní vsakovací systém stát 91 986 Kč bez DPH.

## 9.2.2 Pečovatelský dům v ulici Palackého

Tab. 9.7 Charakteristika území pečovatelského domu

Označení lokality v situaci	B
Místo pořízené fotodokumentace	pečovatelský dům v ulici Palackého
Odkanalizování nemovitosti do stoky	A
Popis stávajícího stavu odkanalizování nemovitostí	Pečovatelský dům č. p. 943 je odkanalizován do kmenové jednotné stoky A. Nemovitost má valbovou střechu, dešťové svody jsou vedeny vně domu do jednotné stoky. Okolí nemovitosti je zatravněno, tudíž není zapotřebí odvádět povrchové dešťové vody.
Popis stávajících ploch pro umístění objektu HDV	Okolo nemovitostí se nachází rozsáhlé zelené plochy. Při výstavbě objektu HDV nedojde ke kácení vzrostlé zeleně. V tomto prostoru se nevyskytují inženýrských sítí.
Popis návrhu technického řešení odkanalizování nemovitostí přes objekty HDV	Je navržen podzemní vsakovací objekt VS3. Vsakovací objekt je navržen z voštinových bloků (např. AS-NIDAFLOW EP 400 firmy Asio, s r.o.).  Do vsakovacího objektu VS3 jsou svedeny dešťové vody ze střechy nemovitosti č. p. 943. Je vybudována nová dešťová stoka "c" DN 200, do které jsou napojeny stávající dešťové svody a přes rozdělovací šachtu DN 1000 je dešťová voda svedena do vsakovacího objektu. V odtokové šachtě DN 1000 je umístěn bezpečnostní přepad, který je veden novou dešťovou stokou "c-1" do stávající jednotné stoky. Potrubí bezpečnostního přepadu je vybaveno zpětnou klapkou. Vsakovací objekt VS3 o rozměrech 9,6×3,6 m, výšky 0,52 m je obalen geotextilií. Jedno drenážní potrubí DN 200 je umístěno mezi bloky a obsypáno kamenivem frakce 16/32 mm. Nad bloky je umístěno odvzdušňovací potrubí, které je zaústěno do jedné z šachet.

### ***Lokalizace navrhovaného objektu***

Odvodňovaný objekt se nachází na parcele katastru nemovitostí č. 894 a navržený objekt VS3 se nachází na parcele katastru nemovitostí č. 895 v katastrálním území Třešť (770761) ve vlastnictví Město Třešť, číslo LV 10001.



*Obr. 9.8 Situace lokality B [122]*



*Obr. 9.9 Výřez z katastrální mapy, pozemek parcelní č. 895 [129]*





Obr. 9.10 Vhodné místo pro umístění podzemního vsakovacího objektu VS3 [122]

### Výpočet vsakovacího objektu VS3

Do výpočtu byla zadána data z příslušné srážkoměrné stanice podle ČSN 75 9010 v Telči. Základní návrhové parametry objektu HDV jsou převzaty z výpočtového programu ASIO NEW RN V3.3. Ve výpočtu je stanoven koeficient vsaku odhadem, přesný koeficient vsaku určí geologický průzkum (v rámci zpracování projektové dokumentace), který je u každé stavby povinný. Cena stočného ve městě Třešť platná od 1.7.2020 je 33,00 Kč/m<sup>3</sup> bez DPH.

Tab. 9.8 Stanovení redukované odvodňované plochy S4

Druh odvodňované plochy	Označení	Součinitel odtoku $\Psi$	Odvodňovaná plocha S [m <sup>2</sup> ]	Redukovaná plocha [m <sup>2</sup> ]
Šikmá střecha / tašky	S4	1,0	407,1	407,1
Celková redukovaná plocha A <sub>red</sub>				407,1

#### Návrhové a vypočítané parametry:

koeficient vsaku	$k_v =$	5,0E-06 m/s
součinitel bezpečnosti	$f =$	2
vsakovaný odtok	$Q_{vsak} =$	0,093 l/s
periodicita srážek	$p =$	0,2 rok <sup>-1</sup>
např. výrobek AS-NIDAFLOW		
délka vsakovacího zařízení	$L =$	9,60 m
šířka vsakovacího zařízení	$B =$	3,60 m
výška vsakovacího zařízení	$V =$	0,52 m

počet bloků		12 ks
využití objemu		99,2 %
<b>skutečná plocha vsakovacího zařízení</b>	$A_{vsak,sk} =$	<b>37,1 m<sup>2</sup></b>
<b>skutečný retenční objem vsakovacího zařízení</b>	$V_{Vz,sk} =$	<b>17,1 m<sup>3</sup></b>
<b>doba prázdnění vsakovacího zařízení</b>	$T_{pr} =$	<b>51 &lt; 72 hod</b>
<b>VYHOVUJE</b>		
průměrný roční srážkový úhrn	$P =$	670 mm/rok
<b>celkové množství zasáknuté vody za rok</b>	$Q =$	<b>272,8 m<sup>3</sup>/rok</b>
<b>finanční úspora na stočném</b>		<b>9 002,0 Kč/rok</b>

Je navržen podzemní vsakovací objekt VS3 z jednotlivých bloků voštinového typu (např. AS-NIDAFLOW) o rozměrech 9,6×3,6×0,52 m, plochy 37,1 m<sup>2</sup> a objemu 17,1 m<sup>3</sup>. Vsakovací objekt zachytí cca 273 m<sup>3</sup> srážek za rok. Což představuje finanční úsporu na stočném ve výši cca 9 002 Kč bez DPH. Celkové investiční náklady na podzemní vsakovací systém jsou 626 858 Kč bez DPH. Při výši dotace 85 % bude podzemní vsakovací systém stát 94 029 Kč bez DPH.

### 9.2.3 Místní komunikace za arboretem

Tab. 9.9 Charakteristika území místní komunikace za arboretem

Označení lokality v situaci	C
Místo pořízené fotodokumentace	místní komunikace za arboretem
Odkanalizování nemovitosti do stoky	-
Popis stávajícího stavu odkanalizování nemovitostí	Povrchový odtok z místní komunikace transportuje splaveniny do nové občanské výstavby v ulici Roštýnská. V současnosti je zde svépomocí vybudována retenční rýha, která je zanesena hlínou a neplní svůj účel.
Popis stávajících ploch pro umístění objektu HDV	Po obou stranách místní komunikace se nachází rozsáhlé zelené plochy. Při vhodném umístění objektu HDV nedojde ke kácení vzrostlé zeleně. V tomto prostoru se nenachází inženýrské sítě.

Popis návrhu technického řešení odkanalizování nemovitostí přes objekty HDV

Na daném území je navržena povrchová vsakovací nádrž VS4 a povrchový vsakovací průleh VS5.

Napříč místní komunikace dojde k osazení betonového žlabu s litinovou mříží délky 6 m, odkud bude dešťová voda svedena přes zatravněný průleh (3,6×0,5×0,3 m) do zatravněné povrchové vsakovací nádrže VS4 o průměru 12 m a hloubky 0,5 m.

Zatravněný vsakovací průleh VS5 bude řešen obdobným způsobem. Z betonového žlabu délky 6 m bude dešťová voda svedena přes zatravněný průleh (3,6×0,5×0,3 m) do vsakovacího zatravněného průlehu VS5 o rozměrech 15,5×3,5×0,3 m.

### ***Lokalizace navrhovaného objektu***

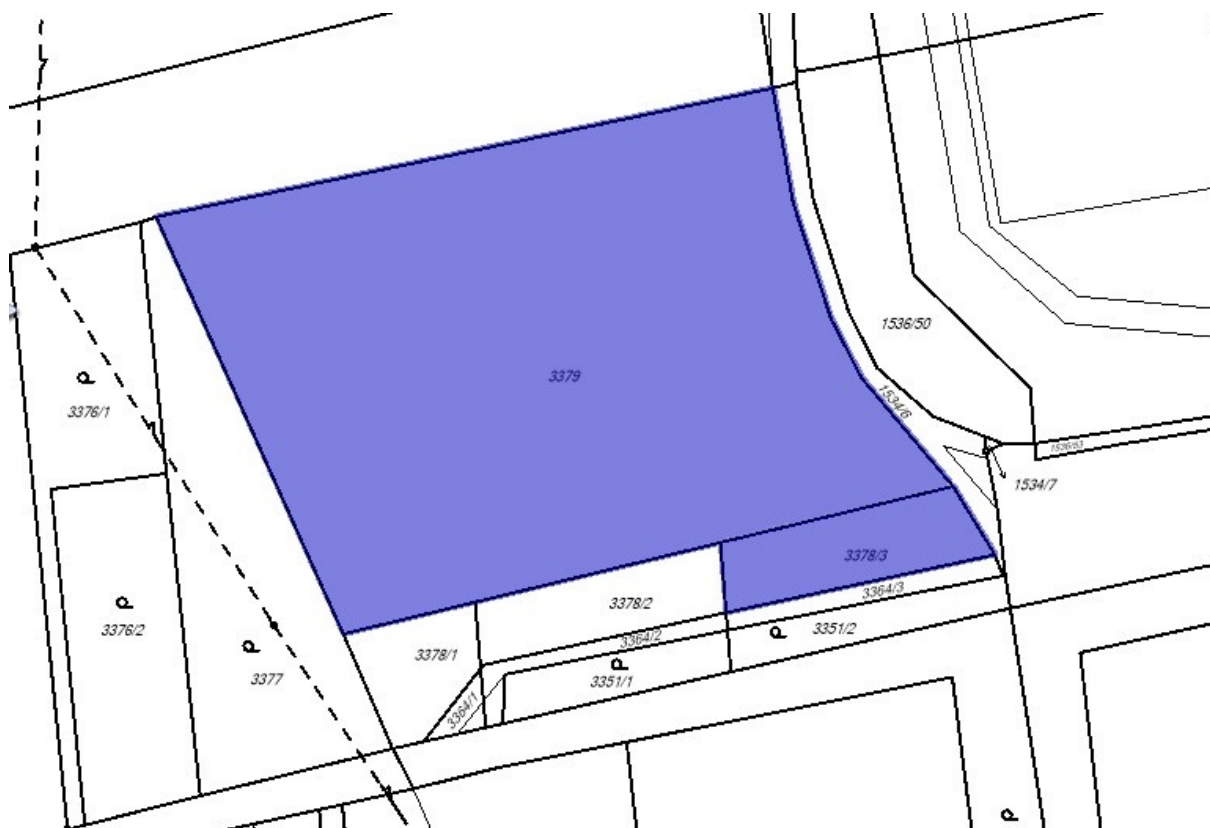
Navržený objekt VS4 se nachází na parcelách katastru nemovitostí č. 3379 a 3378/3 v katastrálním území Třešť (770761) ve vlastnictví Město Třešť, číslo LV 10001.

Objekt VS5 se nachází na parcele katastru nemovitostí č. 3349 v katastrálním území Třešť (770761) v podílovém vlastnictví 36 osob, číslo LV 2158.



*Obr. 9.11 Situace lokality D [122]*





Obr. 9.12 Výřez z katastrální mapy, pozemek parcelní č. 3379 a 3378/3 [129]



Obr. 9.13 Stávající povrchový vsakovací objekt a místo pro umístění vsakovacího objektu VS4 [vlastní]





Obr. 9.14 Vhodné místo pro umístění povrchového vsakovacího objektu VS5 [vlastní]

### Výpočet vsakovacího objektu VS4

Do výpočtu byla zadána data z příslušné srážkoměrné stanice podle ČSN 75 9010 v Telči. Základní návrhové parametry objektu HDV jsou převzaty z ČSN 75 9010. Ve výpočtu je stanoven koeficient vsaku odhadem, přesný koeficient vsaku určí geologický průzkum (v rámci zpracování projektové dokumentace), který je u každé stavby povinný. Cena stočného ve městě Třešť platná od 1.7.2020 je 33,00 Kč/m<sup>3</sup> bez DPH. Pro zjednodušení výpočtu předpokládám, že vsakovací plocha  $A_{vsak}$  se rovná ploše propustného dna vsakovacího zařízení.

Tab. 9.10 Stanovení redukované odvodňované plochy S5, S7 a S8

Druh odvodňované plochy	Označení	Součinitel odtoku $\Psi$	Odvodňovaná plocha S [m <sup>2</sup> ]	Redukovaná plocha [m <sup>2</sup> ]
Pole	S5	0,1	4857,0	485,7
Zatrávněné plochy	S7	0,15	2071,0	310,7
Upravené šterkové plochy	S8	0,4	495,0	198,0
Celková redukovaná plocha $A_{red}$				994,4

#### Návrhové a vypočítané parametry:

koeficient vsaku	$k_v =$	5,0E-06 m/s
součinitel bezpečnosti	$f =$	2
vsakovaný odtok	$Q_{vsak} =$	0,00028 m <sup>3</sup> /s
periodicita srážek	$p =$	0,2 rok <sup>-1</sup>
orientační poměr	$A_{red}/A_{vsak} =$	8,8
odhadnutá plocha vsakovacího objektu	$A_{vsak} =$	99,4 m <sup>2</sup>
výška propustných stěn vsakovacího objektu	$h_{vz} =$	0,5 m

poloměr vsakovacího objektu	$r =$	6 m
průměr vsakovacího objektu	$d =$	12 m
sklon svahů		1:2
největší vypočtený retenční objem vsak. objektu	$V_{vz} =$	41,6 m <sup>3</sup>
<b>plocha dna vsakovacího objektu</b>	$A_{vsak,sk} =$	<b>113,1 m<sup>2</sup></b>
<b>plocha hladiny vsakovacího objektu</b>	$A_{vz,sk} =$	<b>113,1 m<sup>2</sup></b>
<b>skutečný retenční objem vsakovacího objektu</b>	$V_{Vz,sk} =$	<b>47,6 m<sup>3</sup></b>
<b>doba prázdňení vsakovacího objektu</b>	$T_{pr} =$	<b>47 &lt; 72 hod</b>

**VYHOVUJE**

průměrný roční srážkový úhrn	$P =$	670 mm/rok
<b>celkové množství zasáknuté vody za rok</b>	$Q =$	<b>666,2 m<sup>3</sup>/rok</b>
<b>finanční úspora na stočném</b>		<b>21 985,0 Kč/rok</b>

Je navržena povrchová vsakovací nádrž VS4 průměru 12 m, hloubky 0,5 m a sklonu svahů 1:2. Celková plocha je 113,1 m<sup>2</sup> a objem 47,6 m<sup>3</sup>. Vsakovací objekt zachytí cca 666 m<sup>3</sup> srážek za rok. Což představuje finanční úsporu na stočném ve výši cca 21 985 Kč bez DPH. Celkové investiční náklady na podzemní vsakovací systém jsou 65 121 Kč bez DPH. Při výši dotace 85 % bude povrchový vsakovací systém stát 9 768 Kč bez DPH.

### ***Výpočet vsakovacího objektu VS5***

Do výpočtu byla zadána data z příslušné srážkoměrné stanice podle ČSN 75 9010 v Telči. Základní návrhové parametry objektu HDV jsou převzaty z ČSN 75 9010. Ve výpočtu je stanoven koeficient vsaku odhadem, přesný koeficient vsaku určí geologický průzkum (v rámci zpracování projektové dokumentace), který je u každé stavby povinný. Cena stočného ve městě Třešť platná od 1.7.2020 je 33,00 Kč/m<sup>3</sup> bez DPH. Pro zjednodušení výpočtu předpokládám, že vsakovací plocha  $A_{vsak}$  se rovná ploše propustného dna vsakovacího zařízení.

Tab. 9.11 Stanovení redukované odvodňované plochy S6 a S9

Druh odvodňované plochy	Označení	Součinitel odtoku $\Psi$	Odvodňovaná plocha S [m <sup>2</sup> ]	Redukovaná plocha [m <sup>2</sup> ]
Upravené štěrkové plochy	S6	0,4	671,3	268,5
Zatavněné plochy	S9	0,1	640,6	64,1
Celková redukovaná plocha $A_{red}$				332,6

#### Návrhové a vypočítané parametry:

koeficient vsaku	$k_v =$	5,0E-06 m/s
součinitel bezpečnosti	$f =$	2
vsakovaný odtok	$Q_{vsak} =$	0,00014 m <sup>3</sup> /s
periodicita srážek	$p =$	0,2 rok <sup>-1</sup>
orientační poměr	$A_{red}/A_{vsak} =$	6,1
odhadnutá plocha vsakovacího objektu	$A_{vsak} =$	33,3 m <sup>2</sup>
výška propustných stěn vsakovacího objektu	$h_{vz} =$	0,3 m

délka vsakovacího objektu	$L =$	15,5 m
šířka vsakovacího objektu	$B =$	3,5 m
sklon svahů		1:3
největší vypočtený retenční objem vsak. objektu	$V_{vz} =$	13,7 m <sup>3</sup>
<b>plocha dna vsakovacího objektu</b>	$A_{vsak,sk} =$	<b>54,3 m<sup>2</sup></b>
<b>plocha hladiny vsakovacího objektu</b>	$A_{vz,sk} =$	<b>54,3 m<sup>2</sup></b>
<b>skutečný retenční objem vsakovacího objektu</b>	$V_{Vz,sk} =$	<b>13,8 m<sup>3</sup></b>
<b>doba prázdnění vsakovacího objektu</b>	$T_{pr} =$	<b>28 &lt; 72 hod</b>

**VYHOVUJE**

průměrný roční srážkový úhrn	$P =$	670 mm/rok
<b>celkové množství zasáknuté vody za rok</b>	$Q =$	<b>222,8 m<sup>3</sup>/rok</b>
<b>finanční úspora na stočném</b>		<b>7 352,0 Kč/rok</b>

Je navržen povrchový vsakovací průleh VS5 o rozměrech 15,5×3,5 m, hloubky 0,5 m a sklonu svahů 1:3. Celková plocha je 54,3 m<sup>2</sup> a objem 13,8 m<sup>3</sup>. Vsakovací objekt zachytí cca 223 m<sup>3</sup> srážek za rok. Což představuje finanční úsporu na stočném ve výši cca 7 352 Kč bez DPH. Celkové investiční náklady na podzemní vsakovací systém jsou 30 926 Kč bez DPH. Při výši dotace 85 % bude povrchový vsakovací systém stát 4 639 Kč bez DPH.

## 9.2.4 Víceúčelové hřiště

Tab. 9.12 Charakteristika území víceúčelového hřiště

Označení lokality v situaci	D
Místo pořízené fotodokumentace	víceúčelové hřiště a umělé fotbalové hřiště
Odkanalizování nemovitosti do stoky	AVIII-12-2
Popis stávajícího stavu odkanalizování nemovitostí	Dešťové vody z víceúčelového hřiště a haly na parcele č. 1536/36 jsou zaústěny do jednotné stoky a v případě přívalových dešťů jsou zahlceny revizní kanalizační šachty. Dešťové vody z umělého fotbalového hřiště jsou zaústěny do dvou vsakovacích jímek o rozměrech 4×3×2,5 m. Plocha vsaku a retenční objem těchto jímek je nedostačující, a proto budou navrženy nové vsakovací objekty.
Popis stávajících ploch pro umístění objektu HDV	Pod víceúčelovým hřištěm směrem k ZŠ se nachází vhodná zelená plocha pro umístění objektu VS11. Objekt VS12 bude umístěn na ploše stávající vsakovací jímky. Při vhodném umístění objektu HDV nedojde ke kácení vzrostlých stromů, ale dojde k prořezání vzrostlých keřů. V tomto prostoru se nevyskytují inženýrské sítě.
Popis návrhu technického řešení odkanalizování nemovitostí přes objekty HDV	Jsou navrženy dva podzemní vsakovací objekty VS11 a VS12. Vsakovací objekty jsou navrženy z voštinových bloků (např. AS-NIDAFLOW EP 400 firmy Asio, s r.o.).  Do vsakovacího objektu VS11 jsou svedeny dešťové vody ze střechy nemovitosti č. p. 1536/36 a z poloviny umělého

fotbalového hřiště. Původní vsakovací jímka J1 bude odpojována a ponechána ve stávajícím stavu. Je vybudována nová dešťová stoka "j" DN 150, do které je napojen stávající dešťový svod. Do nové dešťové stoky "j-1" DN 150 je napojeno stávající drenážní odvodnění hřiště a přes rozdělovací šachtu DN 1000 je dešťová voda svedena do vsakovacího objektu. Vsakovací objekt VS11 o rozměrech 36,0×7,2 m, výšky 0,52 m je obalen geotextilií. Dvě drenážní potrubí DN 200 jsou umístěna mezi bloky a obsypána kamenivem frakce 16/32 mm. Nad bloky je umístěno odvzdušňovací potrubí, které jsou zaústěno do rozdělovací šachty.

Do vsakovacího objektu VS12 jsou svedeny dešťové vody z poloviny umělého fotbalového hřiště. Původní vsakovací jímka J2 bude zrušena a na jejím místě bude zřízen nový vsakovací objekt. Do nové dešťové stoky "j-2" DN 150 je napojeno stávající drenážní odvodnění hřiště a přes rozdělovací šachtu DN 1000 je dešťová voda svedena do vsakovacího objektu. Vsakovací objekt VS12 o rozměrech 24,0×9,6 m, výšky 0,52 m je obalen geotextilií. Dvě drenážní potrubí DN 200 jsou umístěna mezi bloky a obsypána kamenivem frakce 16/32 mm. Nad bloky je umístěno odvzdušňovací potrubí, které jsou zaústěno do rozdělovací šachty.

### ***Lokalizace navrhovaných objektů***

Odvodňovaný objekt se nachází na parcele katastru nemovitostí č. 1536/36 v katastrálním území Třešť (770761) ve vlastnictví p. Aleše Urbánka, číslo LV 938 a navržený objekt VS11 se nachází na parcele katastru nemovitostí č. 1545/1 v katastrálním území Třešť (770761) ve vlastnictví Město Třešť, číslo LV 10001.

Navržený objekt VS12 se nachází na parcele katastru nemovitostí č. 1546/1 v katastrálním území Třešť (770761) ve vlastnictví Město Třešť, číslo LV 10001.





Obr. 9.15 Situace lokality F [122]



Obr. 9.16 Výřez z katastrální mapy, pozemek parcelní č. 1545/1 a 1546/1 [129]





*Obr. 9.17 Vhodné místo pro umístění podzemního vsakovacího objektu VS11 [vlastní]*



*Obr. 9.18 Vhodné místo pro umístění podzemního vsakovacího objektu VS12 [vlastní]*

### ***Výpočet vsakovacího objektu VS11***

Do výpočtu byla zadána data z příslušné srážkoměrné stanice podle ČSN 75 9010 v Telči. Základní návrhové parametry objektu HDV jsou převzaty z výpočtového programu ASIO NEW RN V3.3. Ve výpočtu je stanoven koeficient vsaku odhadem, přesný koeficient vsaku určí geologický průzkum (v rámci zpracování projektové dokumentace), který je u každé stavby povinný. Cena stočného ve městě Třešť platná od 1.7.2020 je 33,00 Kč/m<sup>3</sup> bez DPH.

Tab. 9.13 Stanovení redukované odvodňované plochy S16 a S19

Druh odvodňované plochy	Označení	Součinitel odtoku $\Psi$	Odvodňovaná plocha S [m <sup>2</sup> ]	Redukovaná plocha [m <sup>2</sup> ]
Šikmá střecha / kov	S16	1,0	203,3	203,3
Umělá tráva	S19	0,9	3 014,0	2 712,6
Celková redukovaná plocha A <sub>red</sub>				2 915,9

Návrhové a vypočítané parametry:

koeficient vsaku	$k_v =$	5,0E-06 m/s
součinitel bezpečnosti	$f =$	2
vsakovaný odtok	$Q_{vsak} =$	0,671 l/s
periodicita srážek	$p =$	0,2 rok <sup>-1</sup>
např. výrobek AS-NIDAFLOW		
délka vsakovacího zařízení	$L =$	36,00 m
šířka vsakovacího zařízení	$B =$	7,20 m
výška vsakovacího zařízení	$V =$	0,52 m
počet bloků		90 ks
využití objemu		94,7 %
<b>skutečná plocha vsakovacího zařízení</b>	$A_{vsak,sk} =$	<b>268,6 m<sup>2</sup></b>
<b>skutečný retenční objem vsakovacího zařízení</b>	$V_{Vz,sk} =$	<b>122,7 m<sup>3</sup></b>
<b>doba prázdnění vsakovacího zařízení</b>	$T_{pr} =$	<b>51 &lt; 72 hod</b>
		<b>VYHOVUJE</b>
průměrný roční srážkový úhrn	$P =$	670 mm/rok
<b>celkové množství zasáknuté vody za rok</b>	$Q =$	<b>1 953,7 m<sup>3</sup>/rok</b>
<b>finanční úspora na stočném</b>		<b>64 472,0 Kč/rok</b>

Je navržen podzemní vsakovací objekt VS11 z jednotlivých bloků voštinového typu (např. AS-NIDAFLOW) o rozměrech 36,0×7,2×0,52 m, plochy 268,6 m<sup>2</sup> a objemu 122,7 m<sup>3</sup>. Vsakovací objekt zachytí cca 1 954 m<sup>3</sup> srážek za rok. Což představuje finanční úsporu na stočném ve výši cca 64 472 Kč bez DPH. Celkové investiční náklady na podzemní vsakovací systém jsou 1 406 474 Kč bez DPH. Při výši dotace 85 % bude podzemní vsakovací systém stát 210 971 Kč bez DPH.

### **Výpočet vsakovacího objektu VS12**

Do výpočtu byla zadána data z příslušné srážkoměrné stanice podle ČSN 75 9010 v Telči. Základní návrhové parametry objektu HDV jsou převzaty z výpočtového programu ASIO NEW RN V3.3. Ve výpočtu je stanoven koeficient vsaku odhadem, přesný koeficient vsaku určí geologický průzkum (v rámci zpracování projektové dokumentace), který je u každé stavby povinný. Cena stočného ve městě Třešť platná od 1.7.2020 je 33,00 Kč/m<sup>3</sup> bez DPH.

Tab. 9.14 Stanovení redukované odvodňované plochy S20

Druh odvodňované plochy	Označení	Součinitel odtoku $\Psi$	Odvodňovaná plocha S [m <sup>2</sup> ]	Redukovaná plocha [m <sup>2</sup> ]
Umělá tráva	S20	0,9	3 004,0	2 703,6
Celková redukovaná plocha A <sub>red</sub>				2 703,6

Návrhové a vypočítané parametry:

koeficient vsaku	$k_v =$	5,0E-06 m/s
součinitel bezpečnosti	$f =$	2
vsakovaný odtok	$Q_{vsak} =$	0,592 l/s
periodicita srážek	$p =$	0,2 rok <sup>-1</sup>
např. výrobek AS-NIDAFLOW		
délka vsakovacího zařízení	$L =$	24,00 m
šířka vsakovacího zařízení	$B =$	9,60 m
výška vsakovacího zařízení	$V =$	0,52 m
počet bloků		80 ks
využití objemu		98,9 %
<b>skutečná plocha vsakovacího zařízení</b>	$A_{vsak,sk} =$	<b>236,6 m<sup>2</sup></b>
<b>skutečný retenční objem vsakovacího zařízení</b>	$V_{Vz,sk} =$	<b>113,9 m<sup>3</sup></b>
<b>doba prázdnění vsakovacího zařízení</b>	$T_{pr} =$	<b>54 &lt; 72 hod</b>
		<b>VYHOVUJE</b>
průměrný roční srážkový úhrn	$P =$	670 mm/rok
<b>celkové množství zasáknuté vody za rok</b>	$Q =$	<b>1 811,4 m<sup>3</sup>/rok</b>
<b>finanční úspora na stočném</b>		<b>59 763,0 Kč/rok</b>

Je navržen podzemní vsakovací objekt VS12 z jednotlivých bloků voštinového typu (např. AS-NIDAFLOW) o rozměrech 24,0×9,6×0,52 m, plochy 236,6 m<sup>2</sup> a objemu 113,9 m<sup>3</sup>. Vsakovací objekt zachytí cca 1 811 m<sup>3</sup> srážek za rok. Což představuje finanční úsporu na stočném ve výši cca 59 763 Kč bez DPH. Celkové investiční náklady na podzemní vsakovací systém jsou 828 735 Kč bez DPH. Při výši dotace 85 % bude podzemní vsakovací systém stát 124 310 Kč bez DPH.

## 9.2.5 Základní škola v ulici Josefa Hory

Tab. 9.15 Charakteristika území ZŠ v ulici Josefa Hory

Označení lokality v situaci	E
Místo pořízené fotodokumentace	základní škola v ulici Josefa Hory
Odkanalizování nemovitosti do stoky	AVIII-12-2 a AVIII-12-2-2



<p>Popis stávajícího stavu odkanalizování nemovitostí</p>	<p>Nemovitosti v areálu ZŠ jsou odkanalizovány do stok AVIII-12-2 a AVIII-12-2-2, tyto stoky přísluší povodí kmenové jednotné stoky A. Nemovitosti mají plochou střechu, dešťové svody jsou vedeny vně objektů do jednotné stoky.</p>
<p>Popis stávajících ploch pro umístění objektu HDV</p>	<p>V okolí ZŠ se nachází rozsáhlé zelené plochy. Při vhodném umístění objektů HDV nedojde ke kácení vzrostlé zeleně. V tomto prostoru se vyskytuje podzemního vedení nízkého napětí a při výstavbě dojde ke křížení této sítě nízkého napětí a stávající jednotné stoky.</p>
<p>Popis návrhu technického řešení odkanalizování nemovitostí přes objekty HDV</p>	<p>Na území areálu ZŠ jsou navrženy tři podzemní vsakovací objekty VS6, VS7 a VS8. Všechny vsakovací objekty jsou navrženy z voštinových bloků (např. AS-NIDAFLOW EP 400 firmy Asio, s r.o.).</p> <p>Do vsakovacího objektu VS6 jsou svedeny dešťové vody z okolních zpevněných ploch a ze střechy nemovitosti č. p. 1540. Je vybudována nová dešťová stoka "e", do které jsou napojeny stávající uliční vpusti a dešťové svody nemovitosti. Přes rozdělovací šachtu DN 1000 je dešťová voda svedena do vsakovacího objektu. V odtokové šachtě DN 1000 je umístěn bezpečnostní přepad, který je veden novou dešťovou stokou "e-4" do stávající jednotné stoky. Potrubí bezpečnostního přepadu je vybaveno zpětnou klapkou. Vsakovací objekt VS6 o rozměrech 12,0×8,4 m, výšky 0,52 m je obalen geotextilií. Dvě drenážní potrubí DN 200 jsou umístěna mezi bloky a obsypána kamenivem frakce 16/32 mm. Nad bloky je umístěna dvojice odvěšňovacích potrubí, které jsou zaústěny do jedné z šachet.</p> <p>Do vsakovacího objektu VS7 jsou svedeny dešťové vody ze střechy nemovitosti č. p. 1540. Je vybudována nová dešťová stoka "f", do které jsou napojeny stávající dešťové svody nemovitosti. Přes rozdělovací šachtu DN 1000 je dešťová voda svedena do vsakovacího objektu. V odtokové šachtě DN 1000 je umístěn bezpečnostní přepad, který je veden novou dešťovou stokou "f-3" do stávající jednotné stoky. Potrubí bezpečnostního přepadu je vybaveno zpětnou klapkou. Vsakovací objekt VS7 o rozměrech 9,6×4,8 m, výšky 0,52 m je obalen geotextilií. Drenážní potrubí DN 200 je umístěno mezi bloky a obsypáno kamenivem frakce 16/32 mm. Nad bloky je umístěno odvěšňovací potrubí, které je zaústěno do jedné z šachet.</p> <p>Do vsakovacího objektu VS8 jsou svedeny dešťové vody ze střechy tělocvičny č. p. 1540. Je vybudována nová dešťová stoka "g", do které jsou napojeny stávající dešťové svody nemovitosti. Přes rozdělovací šachtu DN 1000 je dešťová voda svedena do vsakovacího objektu. V odtokové šachtě</p>

DN 1000 je umístěn bezpečnostní přepad, který je veden novou dešťovou stokou "g-2" do stávající jednotné stoky. Potrubí bezpečnostního přepadu je vybaveno zpětnou klapkou. Vsakovací objekt VS7 o rozměrech 9,6×6,0 m, výšky 0,52 m je obalen geotextilií. Dvě drenážní potrubí DN 200 jsou umístěna mezi bloky a obsypána kamenivem frakce 16/32 mm. Nad bloky je umístěna dvojice odvětvovacích potrubí, které jsou zaústěny do jedné z šachet.

### ***Lokalizace navrhovaných objektů***

Navržené objekty se nachází na parcelách katastru nemovitostí č. 1545/1 a 1545/4 v katastrálním území Třešť (770761) ve vlastnictví Město Třešť, číslo LV 10001.



*Obr. 9.19 Situace lokality G [122]*





Obr. 9.20 Výřez z katastrální mapy, pozemky parcelní č. 1545/1 a 1545/4 [129]



Obr. 9.21 Místo pro umístění podzemního vsakovacího objektu VS6 [vlastní]





*Obr. 9.22 Místo pro umístění betonového žlabu napojeného na vsakovací objekt VS6 [vlastní]*



*Obr. 9.23 Vhodné místo pro umístění podzemního vsakovacího objektu VS7 [vlastní]*





Obr. 9.24 Vhodné místo pro umístění podzemního vsakovacího objektu VS8 [vlastní]

### Výpočet vsakovacího objektu VS6

Do výpočtu byla zadána data z příslušné srážkoměrné stanice podle ČSN 75 9010 v Telči. Základní návrhové parametry objektu HDV jsou převzaty z výpočtového programu ASIO NEW RN V3.3. Ve výpočtu je stanoven koeficient vsaku odhadem, přesný koeficient vsaku určí geologický průzkum (v rámci zpracování projektové dokumentace), který je u každé stavby povinný. Cena stočného ve městě Třešť platná od 1.7.2020 je 33,00 Kč/m<sup>3</sup> bez DPH.

Tab. 9.16 Stanovení redukované odvodňované plochy S10 a S13

Druh odvodňované plochy	Označení	Součinitel odtoku $\Psi$	Odvodňovaná plocha S [m <sup>2</sup> ]	Redukovaná plocha [m <sup>2</sup> ]
Zpevněné plochy, cesty / asfalt, beton	S13	0,9	439,0	395,1
Plochá střecha / kov	S10	1,0	786,0	786,0
Celková redukovaná plocha A <sub>red</sub>				1181,1

#### Návrhové a vypočítané parametry:

koeficient vsaku	$k_v =$	5,0E-06 m/s
součinitel bezpečnosti	$f =$	2
vsakovaný odtok	$Q_{vsak} =$	0,260 l/s
periodicita srážek	$p =$	0,2 rok <sup>-1</sup>
např. výrobek AS-NIDAFLOW		
délka vsakovacího zařízení	$L =$	12,00 m
šířka vsakovacího zařízení	$B =$	8,40 m
výška vsakovacího zařízení	$V =$	0,52 m
počet bloků		35 ks

využití objemu		98,8 %
<b>skutečná plocha vsakovacího zařízení</b>	$A_{vsak,sk} =$	<b>103,9 m<sup>2</sup></b>
<b>skutečný retenční objem vsakovacího zařízení</b>	$V_{Vz,sk} =$	<b>49,8 m<sup>3</sup></b>
<b>doba prázdnění vsakovacího zařízení</b>	$T_{pr} =$	<b>53 &lt; 72 hod</b>

**VYHOVUJE**

průměrný roční srážkový úhrn	$P =$	670 mm/rok
<b>celkové množství zasáknuté vody za rok</b>	$Q =$	<b>791,3 m<sup>3</sup>/rok</b>
<b>finanční úspora na stočném</b>		<b>26 113,0 Kč/rok</b>

Je navržen podzemní vsakovací objekt VS6 z jednotlivých bloků voštinového typu (např. AS-NIDAFLOW) o rozměrech 12,0×8,4×0,52 m, plochy 103,9 m<sup>2</sup> a objemu 49,8 m<sup>3</sup>. Vsakovací objekt zachytí cca 791 m<sup>3</sup> srážek za rok. Což představuje finanční úsporu na stočném ve výši cca 26 113 Kč bez DPH. Celkové investiční náklady na podzemní vsakovací systém jsou 770 640 Kč bez DPH. Při výši dotace 85 % bude podzemní vsakovací systém stát 115 596 Kč bez DPH.

### ***Výpočet vsakovacího objektu VS7***

Do výpočtu byla zadána data z příslušné srážkoměrné stanice podle ČSN 75 9010 v Telči. Základní návrhové parametry objektu HDV jsou převzaty z výpočtového programu ASIO NEW RN V3.3. Ve výpočtu je stanoven koeficient vsaku odhadem, přesný koeficient vsaku určí geologický průzkum (v rámci zpracování projektové dokumentace), který je u každé stavby povinný. Cena stočného ve městě Třešť platná od 1.7.2020 je 33,00 Kč/m<sup>3</sup> bez DPH.

*Tab. 9.17 Stanovení redukované odvodňované plochy S11*

Druh odvodňované plochy	Označení	Součinitel odtoku $\Psi$	Odvodňovaná plocha S [m <sup>2</sup> ]	Redukovaná plocha [m <sup>2</sup> ]
Plochá střecha / kov	S11	1,0	532,0	532,0
Celková redukovaná plocha $A_{red}$				532,0

### Návrhové a vypočítané parametry:

koeficient vsaku	$k_v =$	5,0E-06 m/s
součinitel bezpečnosti	$f =$	2
vsakovaný odtok	$Q_{vsak} =$	0,121 l/s
periodicita srážek	$p =$	0,2 rok <sup>-1</sup>
např. výrobek AS-NIDAFLOW		
délka vsakovacího zařízení	$L =$	9,60 m
šířka vsakovacího zařízení	$B =$	4,80 m
výška vsakovacího zařízení	$V =$	0,52 m
počet bloků		16 ks
využití objemu		97,2 %
<b>skutečná plocha vsakovacího zařízení</b>	$A_{vsak,sk} =$	<b>48,6 m<sup>2</sup></b>

<b>skutečný retenční objem vsakovacího zařízení</b>	$V_{Vz,sk} =$	<b>22,4 m<sup>3</sup></b>
<b>doba prázdnění vsakovacího zařízení</b>	$T_{pr} =$	<b>51 &lt; 72 hod</b>

**VYHOVUJE**

průměrný roční srážkový úhrn	$P =$	670 mm/rok
<b>celkové množství zasáknuté vody za rok</b>	$Q =$	<b>356,4 m<sup>3</sup>/rok</b>
<b>finanční úspora na stočném</b>		<b>11 761,0 Kč/rok</b>

Je navržen podzemní vsakovací objekt VS7 z jednotlivých bloků voštinového typu (např. AS-NIDAFLOW) o rozměrech 9,6×4,8×0,52 m, plochy 48,6 m<sup>2</sup> a objemu 22,4 m<sup>3</sup>. Vsakovací objekt zachytí cca 356 m<sup>3</sup> srážek za rok. Což představuje finanční úsporu na stočném ve výši cca 11 761 Kč bez DPH. Celkové investiční náklady na podzemní vsakovací systém jsou 602 802 Kč bez DPH. Při výši dotace 85 % bude podzemní vsakovací systém stát 90 420 Kč bez DPH.

### **Výpočet vsakovacího objektu VS8**

Do výpočtu byla zadána data z příslušné srážkoměrné stanice podle ČSN 75 9010 v Telči. Základní návrhové parametry objektu HDV jsou převzaty z výpočtového programu ASIO NEW RN V3.3. Ve výpočtu je stanoven koeficient vsaku odhadem, přesný koeficient vsaku určí geologický průzkum (v rámci zpracování projektové dokumentace), který je u každé stavby povinný. Cena stočného ve městě Třešť platná od 1.7.2020 je 33,00 Kč/m<sup>3</sup> bez DPH.

Tab. 9.18 Stanovení redukované odvodňované plochy S12

Druh odvodňované plochy	Označení	Součinitel odtoku $\Psi$	Odvodňovaná plocha S [m <sup>2</sup> ]	Redukovaná plocha [m <sup>2</sup> ]
Plochá střecha / kov	S12	1,0	575,0	575,0
Celková redukováná plocha $A_{red}$				575,0

#### Návrhové a vypočítané parametry:

koeficient vsaku	$k_v =$	5,0E-06 m/s
součinitel bezpečnosti	$f =$	2
vsakovaný odtok	$Q_{vsak} =$	0,150 l/s
periodicita srážek	$p =$	0,2 rok <sup>-1</sup>
např. výrobek AS-NIDAFLOW		
délka vsakovacího zařízení	$L =$	9,60 m
šířka vsakovacího zařízení	$B =$	6,00 m
výška vsakovacího zařízení	$V =$	0,52 m
počet bloků		20 ks
využití objemu		83,8 %
<b>skutečná plocha vsakovacího zařízení</b>	$A_{vsak,sk} =$	<b>60,1 m<sup>2</sup></b>
<b>skutečný retenční objem vsakovacího zařízení</b>	$V_{Vz,sk} =$	<b>24,1 m<sup>3</sup></b>
<b>doba prázdnění vsakovacího zařízení</b>	$T_{pr} =$	<b>43 &lt; 72 hod</b>

**VYHOVUJE**

průměrný roční srážkový úhrn	P =	670 mm/rok
<b>celkové množství zasáknuté vody za rok</b>	<b>Q =</b>	<b>385,3 m<sup>3</sup>/rok</b>
<b>finanční úspora na stočném</b>		<b>12 715,0 Kč/rok</b>

Je navržen podzemní vsakovací objekt VS8 z jednotlivých bloků voštinového typu (např. AS-NIDAFLOW) o rozměrech 9,6×6,0×0,52 m, plochy 60,1 m<sup>2</sup> a objemu 24,1 m<sup>3</sup>. Vsakovací objekt zachytí cca 385 m<sup>3</sup> srážek za rok. Což představuje finanční úsporu na stočném ve výši cca 12 715 Kč bez DPH. Celkové investiční náklady na podzemní vsakovací systém jsou 554 976 Kč bez DPH. Při výši dotace 85 % bude podzemní vsakovací systém stát 83 246 Kč bez DPH.

## 9.2.6 Městská sportovní hala

Tab. 9.19 Charakteristika území městské sportovní haly

Označení lokality v situaci	F
Místo pořízené fotodokumentace	městská sportovní hala v ulici Vančurova
Odkanalizování nemovitosti do stoky	AVIII-12-2-2
Popis stávajícího stavu odkanalizování nemovitostí	Objekt je odkanalizován do stoky AVIII-12-2-2, tato stoka přísluší povodí kmenové stoky A. Nemovitost má sedlovou střechu, dešťové svody jsou vedeny vně objektu do jednotné stoky.
Popis stávajících ploch pro umístění objektu HDV	V okolí objektu se nachází rozsáhlé zelené plochy. Při umístění objektu VS10 dojde ke kácení nebo přesazení vzrostlé zeleně. V blízkosti navrhovaných objektů HDV vede trasa podzemního sdělovacího vedení, dojde ke křížení této sítě.
Popis návrhu technického řešení odkanalizování nemovitostí přes objekty HDV	Na území areálu polikliniky jsou navrženy dva podzemní vsakovací objekty VS9 a VS10. Oba vsakovací objekty jsou navrženy z voštinových bloků (např. AS-NIDAFLOW EP 400 firmy Asio, s r.o.).  Do vsakovacího objektu VS9 jsou svedeny dešťové vody z poloviny střechy nemovitosti č. p. 1546/3. Je vybudována nová dešťová stoka "h" DN 150, do které je napojena stávající uliční vpust' UV5 a stávající dešťový svod SV20 a přes rozdělovací šachtu DN 1000 je dešťová voda svedena do vsakovacího objektu. V odtokové šachtě DN 1000 je umístěn bezpečnostní přepad, který je veden novou dešťovou stokou "h-2" do stávající jednotné stoky. Potrubí bezpečnostního přepadu je vybaveno zpětnou klapkou. Vsakovací objekt VS9 o rozměrech 16,8×4,8 m, výšky 0,52 m je obalen geotextilií. Drenážní potrubí DN 200 je umístěno mezi bloky a obsypáno kamenivem frakce 16/32 mm. Nad bloky je umístěno odvěšovací potrubí, které je zaústěno do jedné z šachet.



	<p>Do vsakovacího objektu VS10 jsou svedeny dešťové vody z poloviny střechy nemovitosti č. p. 1546/3. Je vybudována nová dešťová stoka "i" DN 150, do které je napojena stávající uliční vpust' UV5 a přes rozdělovací šachtu DN 1000 je dešťová voda svedena do vsakovacího objektu. V odtokové šachtě DN 1000 je umístěn bezpečnostní přepad, který je veden novou dešťovou stokou "i-1" do stávající jednotné stoky. Potrubí bezpečnostního přepadu je vybaveno zpětnou klapkou. Vsakovací objekt VS9 o rozměrech 12,0×6,0 m, výšky 0,52 m je obalen geotextilií. Dvě drenážní potrubí DN 200 jsou umístěna mezi bloky a obsypána kamenivem frakce 16/32 mm. Nad bloky je umístěna dvojice odvětvovacích potrubí, které jsou zaústěny do jedné z šachet.</p>
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

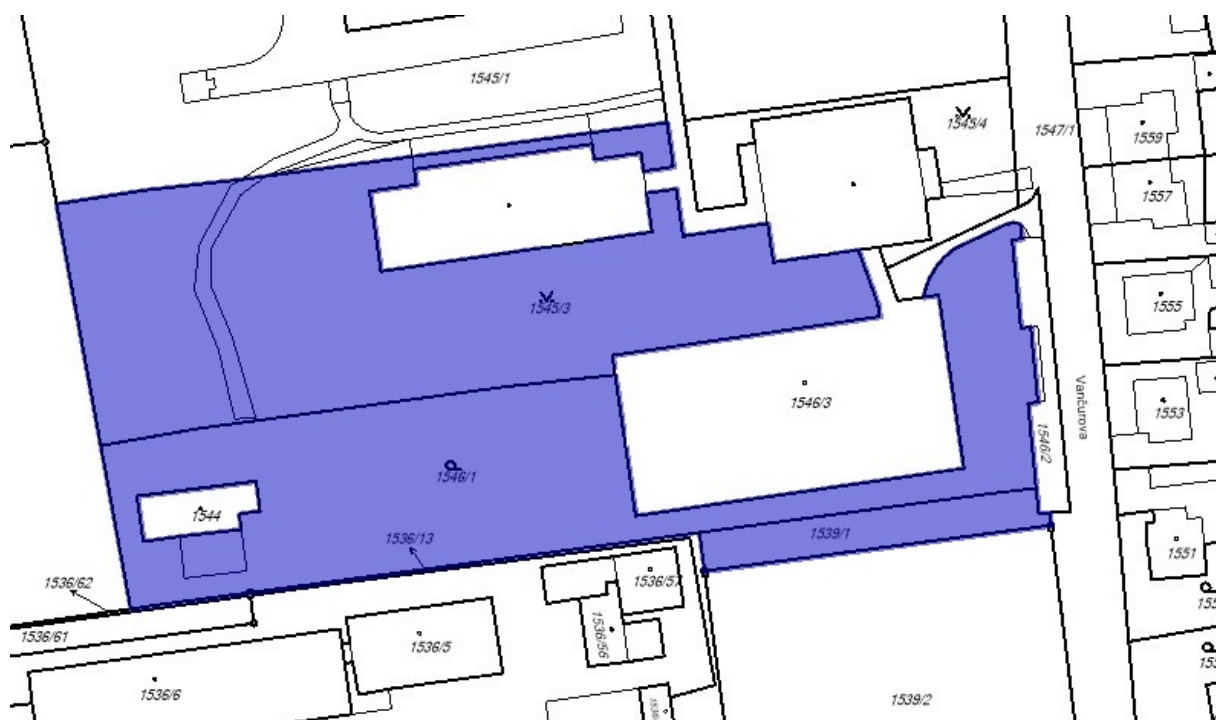
### ***Lokalizace navrhovaných objektů***

Navržený objekt VS9 se nachází na parcele katastru nemovitostí č. 1545/3 v katastrálním území Třešť (770761) ve vlastnictví Město Třešť, číslo LV 10001.

Navržený objekt VS10 se nachází na parcelách katastru nemovitostí č. 1546/1 a 1539/1 v katastrálním území Třešť (770761) ve vlastnictví Město Třešť, číslo LV 10001.



*Obr. 9.25 Situace lokality H [122]*



Obr. 9.26 Výřez z katastrální mapy, pozemky parcelní č. 1545/3, 1546/1 a 1539/1 [129]



Obr. 9.27 Vhodné místo pro umístění podzemního vsakovacího objektu VS9 [vlastní]





Obr. 9.28 Vhodné místo pro umístění podzemního vsakovacího objektu VS10 [vlastní]

### Výpočet vsakovacího objektu VS9

Do výpočtu byla zadána data z příslušné srážkoměrné stanice podle ČSN 75 9010 v Telči. Základní návrhové parametry objektu HDV jsou převzaty z výpočtového programu ASIO NEW RN V3.3. Ve výpočtu je stanoven koeficient vsaku odhadem, přesný koeficient vsaku určí geologický průzkum (v rámci zpracování projektové dokumentace), který je u každé stavby povinný. Cena stočného ve městě Třešť platná od 1.7.2020 je 33,00 Kč/m<sup>3</sup> bez DPH.

Tab. 9.20 Stanovení redukované odvodňované plochy S14

Druh odvodňované plochy	Označení	Součinitel odtoku $\Psi$	Odvodňovaná plocha S [m <sup>2</sup> ]	Redukovaná plocha [m <sup>2</sup> ]
Šikmá střecha / kov	S14	1,0	830,5	830,5
Celková redukovaná plocha $A_{red}$				830,5

#### Návrhové a vypočítané parametry:

koeficient vsaku	$k_v =$	5,0E-06 m/s
součinitel bezpečnosti	$f =$	2
vsakovaný odtok	$Q_{vsak} =$	0,213 l/s
periodicita srážek	$p =$	0,2 rok <sup>-1</sup>
např. výrobek AS-NIDAFLOW		
délka vsakovacího zařízení	$L =$	16,80 m
šířka vsakovacího zařízení	$B =$	4,80 m
výška vsakovacího zařízení	$V =$	0,52 m
počet bloků		28 ks
využití objemu		86,5 %

<b>skutečná plocha vsakovacího zařízení</b>	$A_{vsak,sk} =$	<b>85,0 m<sup>2</sup></b>
<b>skutečný retenční objem vsakovacího zařízení</b>	$V_{Vz,sk} =$	<b>34,9 m<sup>3</sup></b>
<b>doba prázdnění vsakovacího zařízení</b>	$T_{pr} =$	<b>46 &lt; 72 hod</b>

**VYHOVUJE**

průměrný roční srážkový úhrn	$P =$	670 mm/rok
<b>celkové množství zasáknuté vody za rok</b>	$Q =$	<b>556,4 m<sup>3</sup>/rok</b>
<b>finanční úspora na stočném</b>		<b>18 361,0 Kč/rok</b>

Je navržen podzemní vsakovací objekt VS9 z jednotlivých bloků voštinového typu (např. AS-NIDAFLOW) o rozměrech 16,8×4,8×0,52 m, plochy 85,0 m<sup>2</sup> a objemu 34,9 m<sup>3</sup>. Vsakovací objekt zachytí cca 556 m<sup>3</sup> srážek za rok. Což představuje finanční úsporu na stočném ve výši cca 18 361 Kč bez DPH. Celkové investiční náklady na podzemní vsakovací systém jsou 381 977 Kč bez DPH. Při výši dotace 85 % bude podzemní vsakovací systém stát 57 297 Kč bez DPH.

### ***Výpočet vsakovacího objektu VS10***

Do výpočtu byla zadána data z příslušné srážkoměrné stanice podle ČSN 75 9010 v Telči. Základní návrhové parametry objektu HDV jsou převzaty z výpočtového programu ASIO NEW RN V3.3. Ve výpočtu je stanoven koeficient vsaku odhadem, přesný koeficient vsaku určí geologický průzkum (v rámci zpracování projektové dokumentace), který je u každé stavby povinný. Cena stočného ve městě Třešť platná od 1.7.2020 je 33,00 Kč/m<sup>3</sup> bez DPH.

*Tab. 9.21 Stanovení redukované odvodňované plochy S15*

Druh odvodňované plochy	Označení	Součinitel odtoku $\Psi$	Odvodňovaná plocha S [m <sup>2</sup> ]	Redukovaná plocha [m <sup>2</sup> ]
Šikmá střecha / kov	S15	1,0	800,0	800,0
Celková redukovaná plocha $A_{red}$				800,0

#### Návrhové a vypočítané parametry:

koeficient vsaku	$k_v =$	5,0E-06 m/s
součinitel bezpečnosti	$f =$	2
vsakovaný odtok	$Q_{vsak} =$	0,188 l/s
periodicita srážek	$p =$	0,2 rok <sup>-1</sup>
např. výrobek AS-NIDAFLOW		
délka vsakovacího zařízení	$L =$	12,00 m
šířka vsakovacího zařízení	$B =$	6,00 m
výška vsakovacího zařízení	$V =$	0,52 m
počet bloků		25 ks
využití objemu		93,5 %
<b>skutečná plocha vsakovacího zařízení</b>	$A_{vsak,sk} =$	<b>75,1 m<sup>2</sup></b>
<b>skutečný retenční objem vsakovacího zařízení</b>	$V_{Vz,sk} =$	<b>33,7 m<sup>3</sup></b>



<b>doba prázdnění vsakovacího zařízení</b>	$T_{pr} =$	<b>50 &lt; 72 hod</b>
		<b>VYHOVUJE</b>
průměrný roční srážkový úhrn	$P =$	670 mm/rok
<b>celkové množství zasáknuté vody za rok</b>	$Q =$	<b>536,0 m<sup>3</sup>/rok</b>
<b>finanční úspora na stočném</b>		<b>17 688,0 Kč/rok</b>

Je navržen podzemní vsakovací objekt VS10 z jednotlivých bloků voštinového typu (např. AS-NIDAFLOW) o rozměrech 12,0×6,0×0,52 m, plochy 75,1 m<sup>2</sup> a objemu 33,75m<sup>3</sup>. Vsakovací objekt zachytí cca 536 m<sup>3</sup> srážek za rok. Což představuje finanční úsporu na stočném ve výši cca 17 688 Kč bez DPH. Celkové investiční náklady na podzemní vsakovací systém jsou 375 605 Kč bez DPH. Při výši dotace 85 % bude podzemní vsakovací systém stát 56 341 Kč bez DPH.

## 9.2.7 Kulturní dům

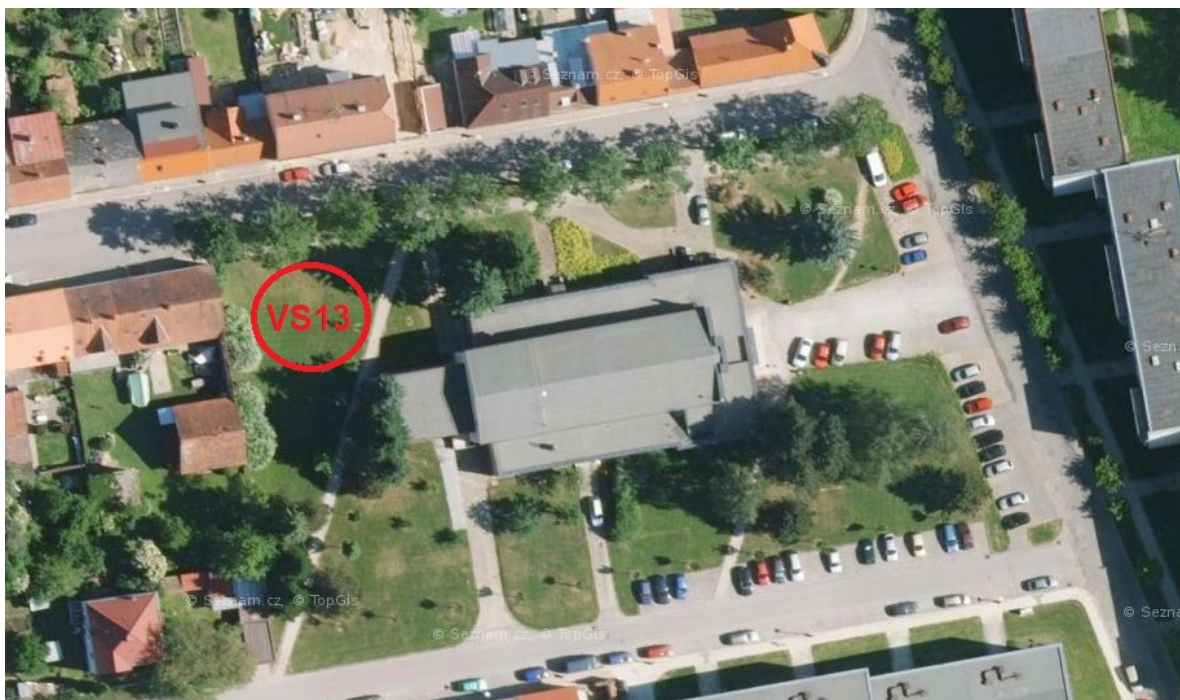
Tab. 9.22 Charakteristika území kulturního domu

Označení lokality v situaci	G
Místo pořízené fotodokumentace	kulturní dům
Odkanalizování nemovitosti do stoky	AIII-4
Popis stávajícího stavu odkanalizování nemovitostí	Objekt je odkanalizován do stoky AIII-4, tato stoka přísluší povodí kmenové stoky A. Nemovitost má sedlovou střechu navazující na plochou střechu, dešťové svody jsou vedeny uvnitř domu do jeho suterénu, kde jsou dále vedeny dešťovou stokou a mimo objekt jsou napojeny na jednotnou stokovou síť. Zakreslení stávající jednotné a dešťové přípojky nemovitosti pochází z roku 1994, proto je nutné v rámci návrhu zjistit skutečný stav provedení.
Popis stávajících ploch pro umístění objektu HDV	V okolí objektu se nachází rozsáhlé zelené plochy. Při vhodném umístění objektu HDV nedojde ke kácení zeleně. V blízkosti navrhovaných objektů HDV vede trasa podzemního sdělovacího vedení a při výstavbě dojde ke křížení této sítě.
Popis návrhu technického řešení odkanalizování nemovitostí přes objekty HDV	Za budovou kulturního domu je navržen podzemní vsakovací objekty VS13. Vsakovací objekt je navržen z voštinových bloků (např. AS-NIDAFLOW EP 400 firmy Asio, s r.o.). V rámci návrhu dojde k vyšetření stávající dešťové stoky. V případě, že trasa dešťové stoky vede stejnou trasou jako je zakreslena ve výkresové dokumentaci, bude stávající dešťová stoka demontována a nová stoka "k" bude uložena v trase původní dešťové stoky.  Do vsakovacího objektu VS13 jsou svedeny dešťové vody ze střechy kulturního domu. Je vybudována nová dešťová stoka "k" DN200, do které jsou napojeny stávající dešťové

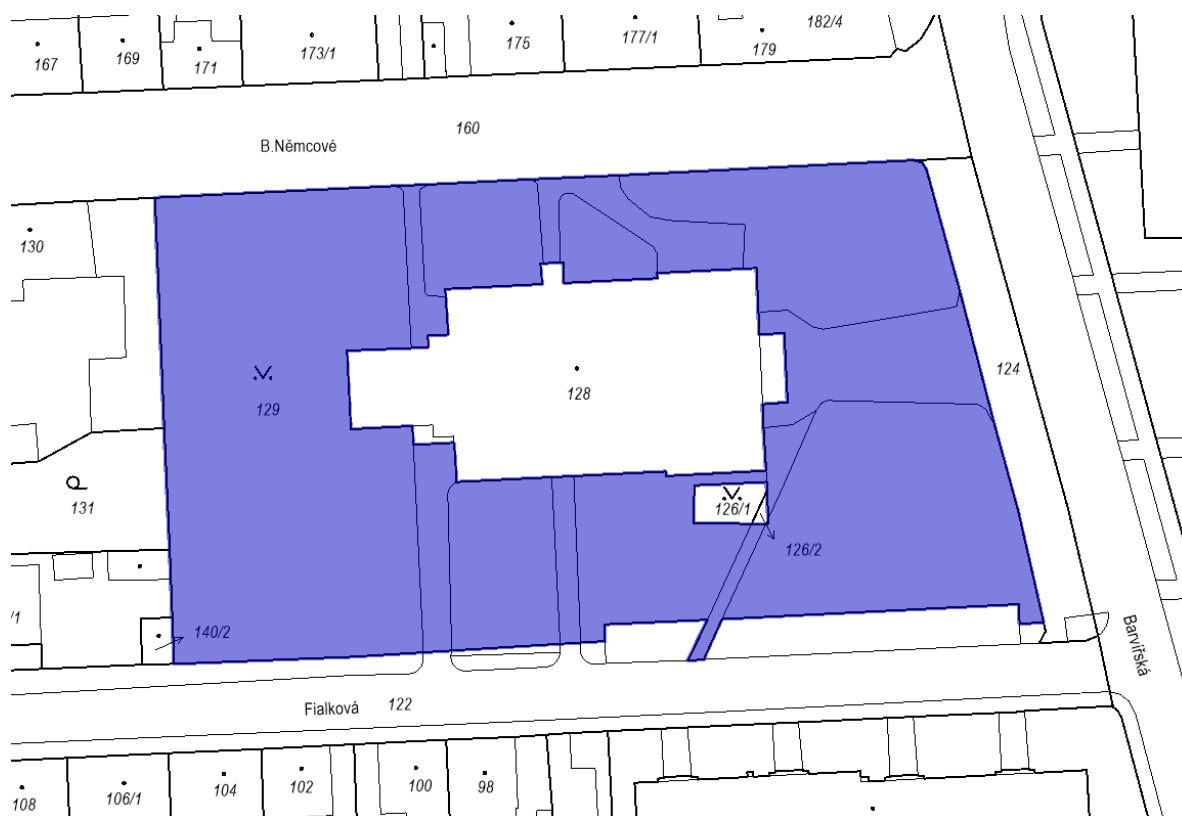
svody SV21 a SV22 a přes rozdělovací šachtu DN 1000 je dešťová voda svedena do vsakovacího objektu. V odtokové šachtě DN 1000 je umístěn bezpečnostní přepad, který je veden novou dešťovou stokou "k-6" do stávající šachty splaškové přípojky. Potrubí bezpečnostního přepadu je vybaveno zpětnou klapkou. Vsakovací objekt VS13 o rozměrech 12,0×8,4 m, výšky 0,52 m je obalen geotextilií. Dvě drenážní potrubí DN 200 jsou umístěna mezi bloky a obsypána kamenivem frakce 16/32 mm. Nad bloky je umístěna dvojice odvodušňovacích potrubí, které jsou zaústěny do jedné z šachet.

### ***Lokalizace navrhovaného objektu***

Odvodňovaný objekt se nachází na parcele katastru nemovitostí č. 128 a navržený objekt VS13 se nachází na parcele katastru nemovitostí č. 129 v katastrálním území Třešť (770761) ve vlastnictví Město Třešť, číslo LV 10001.



*Obr. 9.29 Situace lokality J [122]*



Obr. 9.30 Výřez z katastrální mapy, pozemek parcelní č. 129 [129]



Obr. 9.31 Vhodné místo pro umístění podzemního vsakovacího objektu [122]

### **Výpočet vsakovacího objektu VS13**

Do výpočtu byla zadána data z příslušné srážkoměrné stanice podle ČSN 75 9010 v Telči. Základní návrhové parametry objektu HDV jsou převzaty z výpočtového programu ASIO NEW RN V3.3. Ve výpočtu je stanoven koeficient vsaku odhadem, přesný koeficient vsaku určí geologický průzkum (v rámci zpracování projektové dokumentace), který je u každé stavby povinný. Cena stočného ve městě Třešť platná od 1.7.2020 je 33,00 Kč/m<sup>3</sup> bez DPH.

Tab. 9.23 Stanovení redukované odvodňované plochy S21 a S22

Druh odvodňované plochy	Označení	Součinitel odtoku $\Psi$	Odvodňovaná plocha S [m <sup>2</sup> ]	Redukovaná plocha [m <sup>2</sup> ]
Šikmá střecha / kov	S21	1,0	458,0	458,0
Plochá střecha / kov	S22	1,0	643,0	643,0
Celková redukovaná plocha $A_{red}$				1101,0

Návrhové a vypočítané parametry:

koeficient vsaku	$k_v =$	5,0E-06 m/s
součinitel bezpečnosti	$f =$	2
vsakovaný odtok	$Q_{vsak} =$	0,260 l/s
periodicita srážek	$p =$	0,2 rok <sup>-1</sup>
např. výrobek AS-NIDAFLOW		
délka vsakovacího zařízení	$L =$	12,00 m
šířka vsakovacího zařízení	$B =$	8,40 m
výška vsakovacího zařízení	$V =$	0,52 m
počet bloků		35 ks
využití objemu		91,9 %
<b>skutečná plocha vsakovacího zařízení</b>	$A_{vsak,sk} =$	<b>103,9 m<sup>2</sup></b>
<b>skutečný retenční objem vsakovacího zařízení</b>	$V_{Vz,sk} =$	<b>46,3 m<sup>3</sup></b>
<b>doba prázdnění vsakovacího zařízení</b>	$T_{pr} =$	<b>50 &lt; 72 hod</b>
		<b>VYHOVUJE</b>
průměrný roční srážkový úhrn	$P =$	670 mm/rok
<b>celkové množství zasáknuté vody za rok</b>	$Q =$	<b>737,7 m<sup>3</sup>/rok</b>
<b>finanční úspora na stočném</b>		<b>24 434,0 Kč/rok</b>

Je navržen podzemní vsakovací objekt VS13 z jednotlivých bloků voštinového typu (např. AS-NIDAFLOW) o rozměrech 12,0×8,4×0,52 m, plochy 103,9 m<sup>2</sup> a objemu 46,3 m<sup>3</sup>. Vsakovací objekt zachytí cca 738 m<sup>3</sup> srážek za rok. Což představuje finanční úsporu na stočném ve výši cca 24 434 Kč bez DPH. Celkové investiční náklady na podzemní vsakovací systém jsou 999 322 Kč bez DPH. Při výši dotace 85 % bude podzemní vsakovací systém stát 149 898 Kč bez DPH.

## 9.2.8 ZŠ a DDM v ulici Barvířská

Tab. 9.24 Charakteristika území ZŠ a DDM v ulici Barvířská

Označení lokality v situaci	H
Místo pořízené fotodokumentace	ZŠ a DDM v ulici Barvířská
Odkanalizování nemovitosti do stoky	AVIII-5



<p>Popis stávajícího stavu odkanalizování nemovitostí</p>	<p>Objekty základní školy a DDM jsou odkanalizovány do stoky AVIII-5, tato stoka přísluší povodí kmenové stoky A. Základní škola má valbovou střechu, DDM má plochou střechu. Dešťové svody ZŠ jsou vedeny uvnitř domu do jejich suterénů, kde jsou dále napojeny na vnitřní kanalizaci a svody DDM jsou vedeny vně objektu do jednotné kanalizace.</p>
<p>Popis stávajících ploch pro umístění objektu HDV</p>	<p>V okolí objektu se nachází rozsáhlé zelené plochy. V tomto prostoru se dá předpokládat výskyt inženýrských sítí. Při nevhodném uspořádání inženýrských sítí je možné uvažovat s jejich přeložkami. Plochá střecha ZŠ se zdá být vhodná pro vybudování zelené střechy, ale je nutné nejdříve posoudit stávající stav konstrukce.</p>
<p>Popis návrhu technického řešení odkanalizování nemovitostí přes objektu HDV</p>	<p><b>Varianta A:</b> Na území areálu ZŠ a DDM je navržen podzemní vsakovací objekt VS14. Vsakovací objekt je navržen z voštinových bloků (např. AS-NIDAFLOW EP 400 firmy Asio, s r.o.).</p> <p>Do vsakovacího objektu VS14 jsou svedeny dešťové vody z velké části střechy nemovitosti č. p. 92/1. Místo napojení vnitřních rozvodů dešťové vody na novou dešťovou stoku "1" je odhadnuto a bude dodatečně upřesněno v rámci stavebního průzkumu. Je vybudována nová dešťová stoka "1" DN 150, do které je napojen stávající dešťový svod SV24 a nově vybudovaný dešťový svod SV25, svod SV23 bude zrušen. DV jsou vedeny přes rozdělovací šachtu DN 1000 do vsakovacího objektu. V odtokové šachtě DN 1000 je umístěn bezpečnostní přepad, který je veden novou dešťovou stokou "1-3" do stávající jednotné stoky. Potrubí bezpečnostního přepadu je vybaveno zpětnou klapkou. Vsakovací objekt VS14 o rozměrech 9,6×7,2 m, výšky 0,52 m je obalen geotextilií. Drenážní potrubí DN 200 je umístěno mezi bloky a obsypáno kamenivem frakce 16/32 mm. Nad bloky je umístěno odvědušňovací potrubí, které je zaústěno do jedné z šachet.</p> <p><b>Varianta B:</b> Na ploché střeše ZŠ je navržen extenzivní zelená střecha VS16, která zadrží a využije cca 60 % srážek dopadených na střechu. Zbývajících 40 % srážek odteče do navrženého vsakovacího objektu VS15. Vsakovací objekt je navržen z voštinových bloků (např. AS-NIDAFLOW EP 400 firmy Asio, s r.o.). Zelená střecha je navržená dle popsaného koncepčního návrhu. Souvrství zelené střechy je navrženo jako extenzivní (např. souvrství firmy Envilope).</p> <p>Do vsakovacího objektu VS15 jsou svedeny přebývající dešťové vody z ploché střechy nemovitosti č. p. 92/1.</p>

	<p>Místo napojení vnitřních rozvodů dešťové vody na novou dešťovou stoku "m" je odhadnuto a bude dodatečně upřesněno v rámci stavebního průzkumu. DV jsou vedeny přes rozdělovací šachtu DN 1000 do vsakovacího objektu. V odtokové šachtě DN 1000 je umístěn bezpečnostní přepad, který je veden novou dešťovou stokou "m-1" do stávající jednotné stoky. Potrubí bezpečnostního přepadu je vybaveno zpětnou klapkou. Vsakovací objekt VS15 o rozměrech 4,8×4,8 m, výšky 0,52 m je obalen geotextilií. Drenážní potrubí DN 200 je umístěno mezi bloky a obsypáno kamenivem frakce 16/32 mm. Nad bloky je umístěno odvzdušňovací potrubí, které je zaústěno do jedné z šachet.</p>
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### ***Lokalizace navrhovaného objektu***

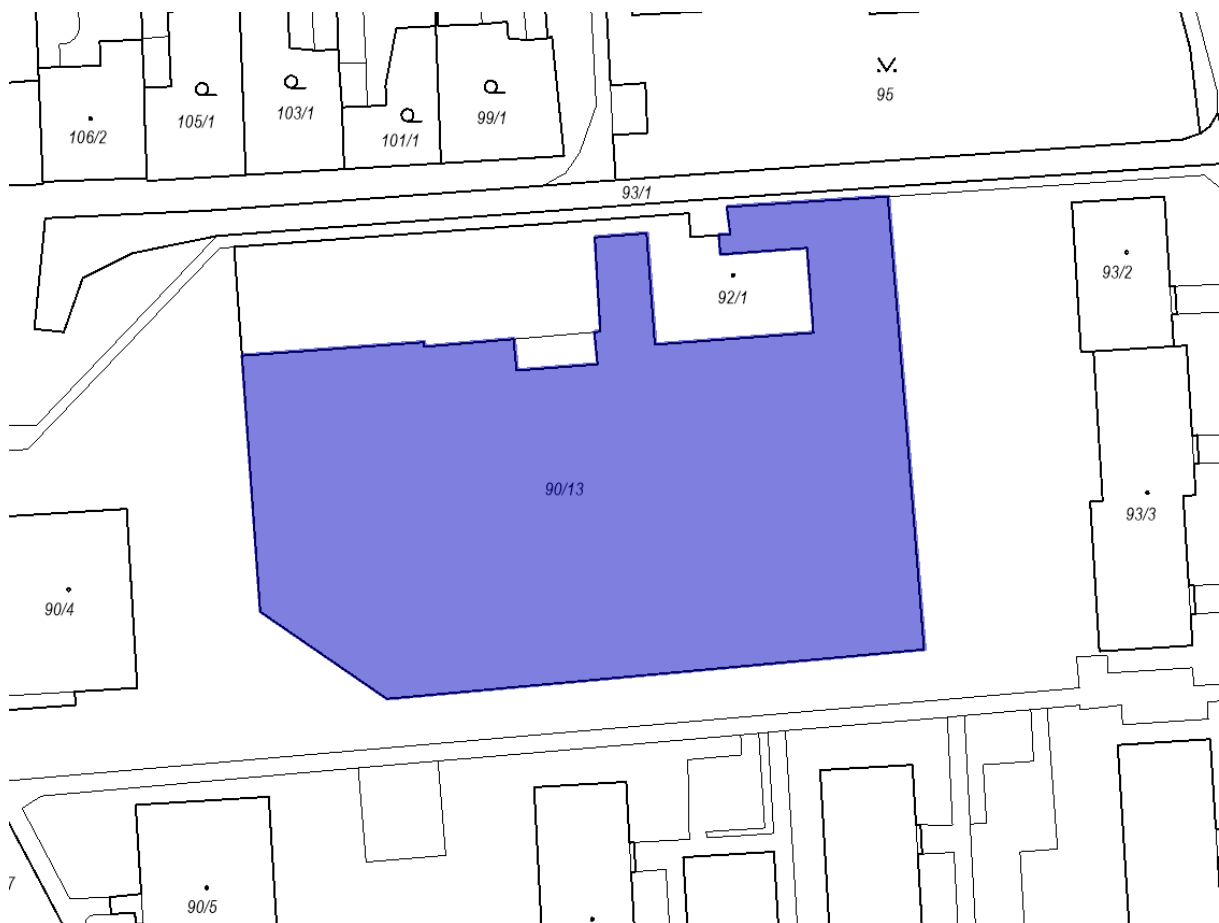
Odvodňovaný objekt se nachází na parcele katastru nemovitostí č. 92/1 a navržený objekt VS14 se nachází na parcele katastru nemovitostí č. 90/13 v katastrálním území Třešť (770761) ve vlastnictví Město Třešť, číslo LV 10001.



*Obr. 9.32 Situace lokality I varianta A [122]*



Obr. 9.33 Situace lokality I varianta B [122]



Obr. 9.34 Výřez z katastrální mapy, pozemek parcelní č. 90/13 [129]





*Obr. 9.35 Pohled na DDM [vlastní]*



*Obr. 9.36 Pohled na ZŠ a přilehlé vhodné místo pro umístění podzemního vsakovacího objektu [vlastní]*



## Varianta A

### Výpočet vsakovacího objektu VS14

Do výpočtu byla zadána data z příslušné srážkoměrné stanice podle ČSN 75 9010 v Telči. Základní návrhové parametry objektu HDV jsou převzaty z výpočtového programu ASIO NEW RN V3.3. Ve výpočtu je stanoven koeficient vsaku odhadem, přesný koeficient vsaku určí geologický průzkum (v rámci zpracování projektové dokumentace), který je u každé stavby povinný. Cena stočného ve městě Třešť platná od 1.7.2020 je 33,00 Kč/m<sup>3</sup> bez DPH.

Tab. 9.25 Stanovení redukované odvodňované plochy S23 a S24

Druh odvodňované plochy	Označení	Součinitel odtoku $\Psi$	Odvodňovaná plocha S [m <sup>2</sup> ]	Redukovaná plocha [m <sup>2</sup> ]
Plochá střecha / kov	S23	1,0	587,0	587,0
Šikmá střecha / keramická taška	S24	1,0	194,0	194,0
Celková redukovaná plocha $A_{red}$				781,0

#### Návrhové a vypočítané parametry:

koeficient vsaku	$k_v =$	5,0E-06 m/s
součinitel bezpečnosti	$f =$	2
vsakovaný odtok	$Q_{vsak} =$	0,179 l/s
periodicita srážek	$p =$	0,2 rok <sup>-1</sup>
např. výrobek AS-NIDAFLOW		
délka vsakovacího zařízení	$L =$	9,60 m
šířka vsakovacího zařízení	$B =$	7,20 m
výška vsakovacího zařízení	$V =$	0,52 m
počet bloků		24 ks
využití objemu		95,1 %
<b>skutečná plocha vsakovacího zařízení</b>	$A_{vsak,sk} =$	<b>71,6 m<sup>2</sup></b>
<b>skutečný retenční objem vsakovacího zařízení</b>	$V_{Vz,sk} =$	<b>32,9 m<sup>3</sup></b>
<b>doba prázdnění vsakovacího zařízení</b>	$T_{pr} =$	<b>51 &lt; 72 hod</b>

**VYHOVUJE**

průměrný roční srážkový úhrn	$P =$	670 mm/rok
<b>celkové množství zasáknuté vody za rok</b>	$Q =$	<b>523,3 m<sup>3</sup>/rok</b>
<b>finanční úspora na stočném</b>		<b>17 628,0 Kč/rok</b>

Je navržen podzemní vsakovací objekt VS14 z jednotlivých bloků voštinového typu (např. AS-NIDAFLOW) o rozměrech 9,6×7,2×0,52 m, plochy 71,6 m<sup>2</sup> a objemu 32,9 m<sup>3</sup>. Vsakovací objekt zachytí cca 523 m<sup>3</sup> srážek za rok. Což představuje finanční úsporu na stočném ve výši cca 17 628 Kč bez DPH. Celkové investiční náklady na podzemní vsakovací systém jsou 595 516 Kč bez DPH. Při výši dotace 85 % bude podzemní vsakovací systém stát 89 327 Kč bez DPH.

## Varianta B

### *Koncepční návrh zelené střechy VS16*

V rámci navazujícího projekčního návrhu bude ověřena únosnost střechy a odolnost stávající hydroizolační vrstvy. Únosnost střechy bude provedena stavebně-technickým průzkumem (STP) s provedením min. 2 sondy (strop a stěna), která ověří, zda je skladba střechy suchá, v odpovídající stavebně-technické kondici a odpovídá původní projektové dokumentaci. Následně po provedení STP bude zpracována projektová dokumentace pro provádění stavby (DPS) na extenzivní ozelenění střechy. Součástí DPS bude mimo jiné statické posouzení únosnosti střechy opatřené příslušným autorizačním razítkem, dále pak kontrolní položkový rozpočet a soupis stavebních prací, dodávek a služeb pro následný výběr dodavatele.

Vlastnosti konstrukce:

- Sklon střechy 2–5 °
- Hmotnost skladby v plně nasyceném stavu 114 kg·m<sup>-2</sup>
- Vodní kapacita (nejméně) 20 l·m<sup>-2</sup>
- Retenční schopnost (max.) 74 %
- Odtokový součinitel 0,4

Skladba konstrukce:

- Rozchodníková rohož 30 mm
- Extenzivní substrát 60 mm
- Hybridní deska 20 mm
- Separální a ochranná vrstva 5 mm
- Celkem 115 mm

Tloušťka skladby bude 115 mm a tloušťka samotné vegetační vrstvy (rozchodníková rohož+substrát) bude 90 mm. Rostliny jsou dlouhodobě schopné snášet extrémní podmínky na střeše a postačí jim poměrně malá vrstva substrátu. Mezi doporučené rostliny se řadí například pažitka (*Allium schoenoprasum*), ostřice nízká (*Carex humilis*), kostřava (*Festuca amethystyna*), rozchodníky (*Sedum* ...) apod. Zavlažovací systém není nutné realizovat. V tomto případě je uvažováno s rozchodníkovými koberci pěstovanými na kokosových nosičích, kde 1 m<sup>2</sup> bude porostlý min. 5 zástupci vhodného rostlinného rodu. Minimální pokrytí jednotlivými rostlinami koberce je 80 %. V tomto případě se nedoporučujeme osazení sazenicemi, kdy však v případě suchého počasí bude docházet k větrné erozi a vyfoukávání substrátu mimo střechu. V případě použití koberce je zajištěna okamžitá funkce bez navazující údržby.

V případě zjištění nedostatečné odolnosti stávající izolace proti prorůstání kořenů, bude navržena nová izolace splňující tento požadavek. Na hydroizolační vrstvě bude položena separální a ochranná vrstva, např. geotextilie s plošnou hmotností min. 300 g·m<sup>-2</sup>. Drenážní a hydroakumulační vrstvu bude zajišťovat hybridní deska. Vegetační vrstva bude z koberců. Po obvodu budovy vegetační střechy (podél atik a nadstřešního zdiva) bude proveden minimálně 500 mm široký obsyp kačírku z oblázků zrnitosti 16/32 mm. Před zahájením stavby bude potřeba demontovat hromosvod, který se po dobu realizace zelené střechy uskladní a po provedení zelené střechy se vrátí zpět.

## Výpočet vsakovacího objektu VS15

Do výpočtu byla zadána data z příslušné srážkoměrné stanice podle ČSN 75 9010 v Telči. Základní návrhové parametry objektu HDV jsou převzaty z výpočtového programu ASIO NEW RN V3.3. Ve výpočtu je stanoven koeficient vsaku odhadem, přesný koeficient vsaku určí geologický průzkum (v rámci zpracování projektové dokumentace), který je u každé stavby povinný. Cena stočného ve městě Třešť platná od 1.7.2020 je 33,00 Kč/m<sup>3</sup> bez DPH.

Tab. 9.26 Stanovení redukované odvodňované plochy S23

Druh odvodňované plochy	Označení	Součinitel odtoku $\Psi$	Odvodňovaná plocha S [m <sup>2</sup> ]	Redukovaná plocha [m <sup>2</sup> ]
Zelená střecha	S23	0,4	587,0	235,0
Celková redukováná plocha $A_{red}$				235,0

### Návrhové a vypočítané parametry:

koeficient vsaku	$k_v =$	5,0E-06 m/s
součinitel bezpečnosti	$f =$	2
vsakovaný odtok	$Q_{vsak} =$	0,061 l/s
periodicita srážek	$p =$	0,2 rok <sup>-1</sup>
např. výrobek AS-NIDAFLOW		
délka vsakovacího zařízení	$L =$	4,80 m
šířka vsakovacího zařízení	$B =$	4,80 m
výška vsakovacího zařízení	$V =$	0,52 m
počet bloků		8 ks
využití objemu		85,5 %
<b>skutečná plocha vsakovacího zařízení</b>	$A_{vsak,sk} =$	<b>24,3 m<sup>2</sup></b>
<b>skutečný retenční objem vsakovacího zařízení</b>	$V_{Vz,sk} =$	<b>9,9 m<sup>3</sup></b>
<b>doba prázdnění vsakovacího zařízení</b>	$T_{pr} =$	<b>45 &lt; 72 hod</b>
<b>VYHOVUJE</b>		
průměrný roční srážkový úhrn	$P =$	670 mm/rok
<b>celkové množství zasáknuté vody za rok</b>	$Q =$	<b>393,3 m<sup>3</sup>/rok</b>
<b>finanční úspora na stočném</b>		<b>12 979,0 Kč/rok</b>

Je navržen podzemní vsakovací objekt VS15 z jednotlivých bloků voštinového typu (např. AS-NIDAFLOW) o rozměrech 4,8×4,8×0,52 m, plochy 24,3 m<sup>2</sup> a objemu 9,9 m<sup>3</sup>. Vsakovací objekt zachytí cca 157,5 m<sup>3</sup> srážek za rok a zelená střecha zachytí cca 235,8 m<sup>3</sup> srážek za rok. Což celkem představuje finanční úsporu na stočném ve výši cca 12 979 Kč bez DPH. Celkové investiční náklady na podzemní vsakovací systém jsou 1 229 994 Kč bez DPH. Při výši dotace 85 % bude podzemní vsakovací systém stát 184 499 Kč bez DPH.

## 9.2.9 Penny market v ulici Palackého

Tab. 9.27 Charakteristika obchodního domu Penny Market

Označení lokality v situaci	I
Místo pořízené fotodokumentace	Penny Market v ulici Palackého
Odkanalizování nemovitosti do stoky	AXII-3 a AXII-2
Popis stávajícího stavu odkanalizování nemovitostí	Obchodní dům Penny Market a přilehlé parkoviště jsou odkanalizovány do stoky AXII-2 a AXII-3, tyto stoky přísluší povodí jednotné kmenové stoky A. Objekt má sedlovou střechu, dešťové svody jsou vedeny vně objektu do jednotné kanalizace. Objekt není majetkem města Třešť.
Popis stávajících ploch pro umístění objektu HDV	V okolí objektu se nenachází dostatek zelených ploch pro povrchové vsakování dešťových vod.
Popis návrhu technického řešení odkanalizování nemovitostí přes objekty HDV	Oslovit majitele a uskutečnit jednání na téma HDV. Objasnit závažnou situaci s natékáním DV na ČOV a s tím spojená rizika a najít společné východisko, které sníží odváděné DV. Jedním z možných řešení je vytvořit podzemní vsakovací objekty pod přilehlým parkovištěm.

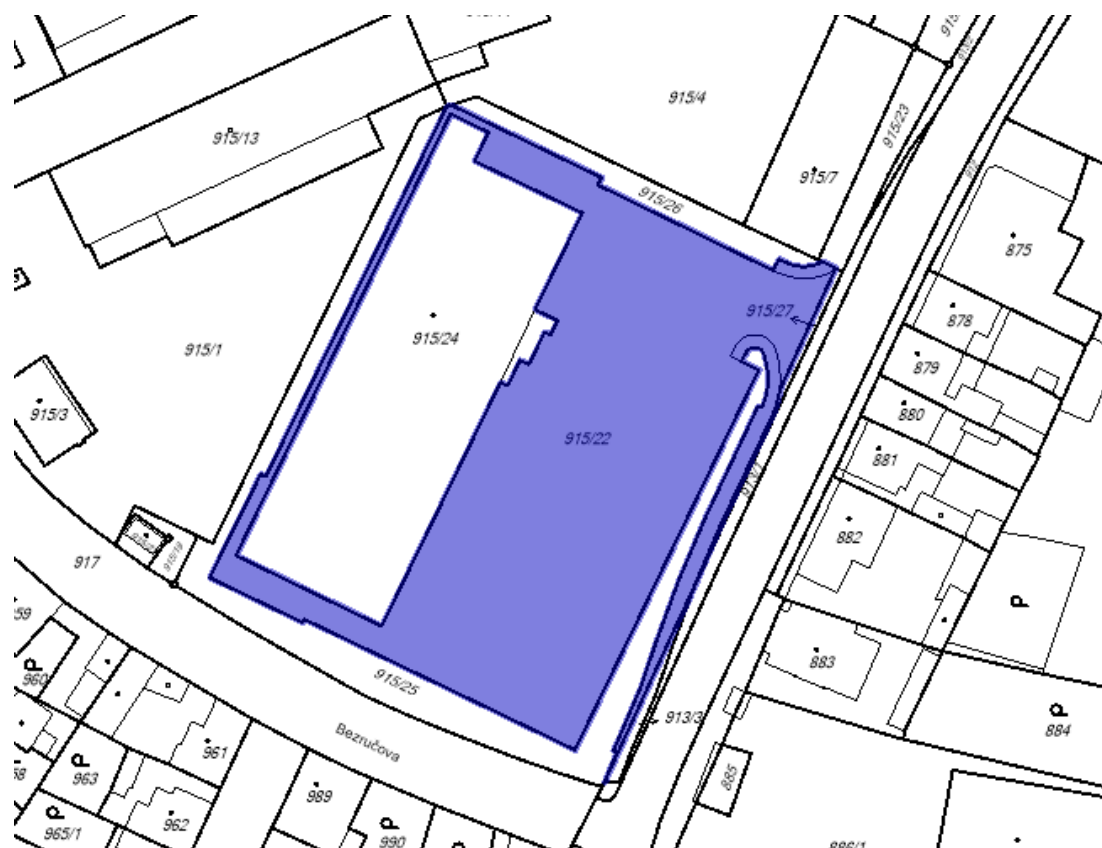
### *Lokalizace navrhovaných objektů*

Nemovitost Penny Market se nachází na parcele katastru nemovitostí č. 915/24 a přilehlé parkoviště na parcele č. 915/22 v katastrálním území Třešť (770761) ve vlastnictví Trei Real Estate Czech Republic s.r.o., číslo LV 3592.



Obr. 9.37 Pohled na Penny market a přilehlé parkoviště [122]





Obr. 9.38 Výřez z katastrální mapy, pozemek parcelní č. 915/22 [129]

### Návrh HDV

Byla zadána data z příslušné srážkoměrné stanice podle ČSN 75 9010 v Telči. Cena stočného ve městě Třešť platná od 1.1.2020 je 33,00 Kč/m<sup>3</sup> bez DPH.

Tab. 9.28 Stanovení redukované odvodňované plochy S17 a S18

Druh odvodňované plochy	Označení	Součinitel odtoku $\Psi$	Odvodňovaná plocha S [m <sup>2</sup> ]	Redukovaná plocha [m <sup>2</sup> ]
Šikmá střecha / kov	S17	1,0	1 945,7	1 945,7
Zpevněné plochy, cesty / asfalt, beton	S18	0,7	3 245,0	2 271,5
Celková redukováná plocha A <sub>red</sub>				4 217,2

#### Odvedené množství dešťové vody ze střechy

průměrný roční srážkový úhrn

$$P = 670 \text{ mm/rok}$$

**celkové množství odvedené dešťové vody do kanalizace za rok**

$$Q = 1\,303,6 \text{ m}^3/\text{rok}$$

**zapláceno na stočném**

$$43\,019,0 \text{ Kč/rok}$$

#### Odvedené množství dešťové vody z parkoviště

průměrný roční srážkový úhrn

$$P = 670 \text{ mm/rok}$$

**celkové množství odvedené dešťové vody do kanalizace za rok**

$$Q = 1\,521,9 \text{ m}^3/\text{rok}$$

**zapláceno na stočném**

$$50\,223,0 \text{ Kč/rok}$$

## 10 ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo vypracovat studii, jak hospodařit s dešťovou vodou. Dále posoudit vybrané objekty ve městě Třešť vhodné k uplatnění metod HDV a navrhnout opatření, jak tyto principy aplikovat v daných lokalitách. Principy HDV zahrnují zadržování, vsakování a opětovné využívání dešťové vody. Snížení množství DV odváděných stokovou sítí pomůže minimalizovat hydraulické zatížení v době přívalových dešťů, nebezpečí povodní, omezit množství vypouštěných znečišťujících látek a snížit objem odpadních vod, které přitékají na ČOV. Ne vždy se musí uvažovat s přímým vsakováním dešťových vod. V mnoha případech je možné dešťové vody akumulovat v nádržích a následně s nimi v období s nedostatkem vody zavlažovat zelené plochy.

Výše uvedené varianty jsou pouhým návrhem možných opatření. Základní podmínkou pro odpojení srážkových vod od jednotné kanalizační sítě jsou vhodné hydrogeologické podmínky v daném území. Podkladem pro vyhodnocení vhodnosti vsakování byla vsakovací mapa a konzultace s hydrogeologem. Z tohoto důvodu byla ve všech zájmových lokalitách zvolena hodnota koeficientu vsaku  $5 \cdot 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , která odpovídá podmínečně vhodným podmínkám pro vsakování. V průběhu dalších fází projektové přípravy bude nutné provést podrobný hydrogeologický průzkum. Až po jeho provedení bude možné s jistotou konstatovat, jestli je v dané lokalitě možné srážkovou vodu bezpečně vsakovat a za jakých podmínek. Poté bude možné podle výsledků zpřesnit i velikost vsakovacího zařízení, a tedy i výši investičních nákladů. V návrhu se uvažuje se vsakováním 9 968 m<sup>3</sup> DV za rok, což představuje roční úsporu na stočném přibližně 336 000 Kč. Celková sumarizace všech navržených variant je uvedena v Tab. 10.1.

Byla provedena plošná analýza cen jednotlivých prvků daných opatření. Ekonomické zhodnocení je uvedeno v příloze č. 12. Analýza se snaží co nejvíce přiblížit reálným podmínkám při realizaci, ať už dohledáním cen vsakovacích objektů, vypočtením přibližných cen jednotlivých typů potrubí či odhadem výkopových prací pro rozvody a vsakovací objekty. Výdaje se objekt od objektu budou lišit, a proto i finální cena může být rozdílná a finální návratnost pak zcela jiná. Celková cena objektů HDV činí 10 889 000 Kč bez DPH. Je zde však možné získat dotaci z Operačního programu životního prostředí, která v maximální výši dosahuje 85 % způsobilých výdajů. Pokud by město dosáhlo na tuto výši, tak by celková cena dosahovala 2 931 000 Kč bez DPH a průměrná návratnost všech variant by byla přibližně do 9 let.

Dalším krokem na cestě k HDV může být osvěta. Šířit informace o HDV zaměřené na občany a ty, kteří ve městě pracují, povede k většímu zájmu o toto téma. Vztah k dešťové vodě lze usměrňovat formou programů pro školy, veřejné informační schůzky organizované zástupci města, propagační letáky pro majitele nemovitostí o tom, jak mohou ve svých domech a zahradách dešťovou vodu využívat. Je možnost také oslovit firmy jak lze např. snížit odtok dešťové vody do kanalizace a tím i výdaje za stočné.

Tab. 10.1 Srovnání navržených opatření HDV

Označení	Popis objektu				Množství zasáknuté vody za rok [m <sup>3</sup> /rok]	Finanční úspora na stočném za rok [Kč bez DPH/rok]	Cena bez dotace [Kč bez DPH]	Cena s dotací ve výši 85 % [Kč bez DPH]	Odhad návrátlosti investice s dotací ve výši 85 % [rok]
	Typ objektu	Rozměry [m] (počet bloků)	Plocha objektu [m <sup>2</sup> ]	Objem objektu [m <sup>3</sup> ]					
VS1	Podzemní vsakovací objekt z voštinových bloků	7,2×6,0×0,52 (15)	45,0	22,0	344,0	12 000	283 000	43 000	3,6
VS2	Podzemní vsakovací objekt z voštinových bloků	7,2×8,4×0,52 (21)	62,0	26,0	418,0	14 000	614 000	92 000	6,6
VS3	Podzemní vsakovací objekt z voštinových bloků	9,6×3,6×0,52 (12)	37,0	17,0	273,0	10 000	627 000	95 000	9,5
VS4	Povrchová vsakovací nádrž	Ø12×0,5	113,0	48,0	666,0	22 000	66 000	10 000	0,5
VS5	Povrchový vsakovací průleh	15,5×3,5×0,3	54,0	14,0	223,0	8 000	31 000	5 000	0,6
VS6	Podzemní vsakovací objekt z voštinových bloků	12,0×8,4×0,52 (35)	104,0	50,0	791,0	27 000	771 000	116 000	4,3
VS7	Podzemní vsakovací objekt z voštinových bloků	9,6×4,8×0,52 (16)	49,0	22,0	356,0	12 000	603 000	91 000	7,6
VS8	Podzemní vsakovací objekt z voštinových bloků	9,6×6,0×0,52 (20)	60,0	24,0	385,0	13 000	555 000	84 000	6,5
VS9	Podzemní vsakovací objekt z voštinových bloků	16,8×4,8×0,52 (28)	85,0	35,0	556,0	19 000	382 000	58 000	3,1
VS10	Podzemní vsakovací objekt z voštinových bloků	12,0×6,0×0,52 (25)	75,0	34,0	536,0	18 000	376 000	57 000	3,2
VS11	Podzemní vsakovací objekt z voštinových bloků	36,0×7,2×0,52 (90)	269,0	123,0	1954,0	65 000	1 407 000	211 000	3,2
VS12	Podzemní vsakovací objekt z voštinových bloků	24,0×9,6×0,52 (80)	237,0	114,0	1811,0	60 000	829 000	125 000	2,1
VS13	Podzemní vsakovací objekt z voštinových bloků	12,0×8,4×0,52 (35)	104,0	46,0	738,0	25 000	1 000 000	150 000	6,0
VS14*	Podzemní vsakovací objekt z voštinových bloků	9,6×7,2×0,52 (24)	72,0	33,0	523,0	18 000	596 000	90 000	5,0
VS15*	Podzemní vsakovací objekt z voštinových bloků	4,8×4,8×0,52 (8)	24,0	10,0	158,0	13 000	1 230 000	185 000	14,2
VS16*	Zelená střecha	44,5×13,5	104,0	12,0	236,0				
<b>Celkem za objekty HDV**</b>					<b>9 968,0</b>	<b>336 000</b>	<b>9 370 000</b>	<b>1 412 000</b>	<b>-</b>
OVN	Ostatní a vedlejší rozpočtové náklady (DUR, DSP, DPS apod.)						1 000 000		-
REZ	Rezerva rozpočtu 5 %						519 000		-
<b>Celkem</b>							<b>10 889 000</b>	<b>2 931 000</b>	<b>8,7</b>

\* Nelze vybudovat obě varianty zároveň – vybrat buď variantu VS14 nebo VS15+VS16.  
\*\* Uvedené hodnoty jsou uvedeny bez retenční nádrže a s oběma variantami, celkové hodnoty tedy budou nižší o nevybranou variantu.

## BIBLIOGRAFIE

- [1] *Národní akční plán adaptace na změnu klimatu* [online]. Ministerstvo životního prostředí, 2015 [cit. 2020-07-21]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/narodni\\_akcni\\_plan\\_zmena\\_klimatu](https://www.mzp.cz/cz/narodni_akcni_plan_zmena_klimatu)
- [2] STRÁNSKÝ, David, Ivana KABELKOVÁ, Jiří VÍTEK a Milan SUCHÁNEK. *Podklad pro koncepci nakládání s dešťovými vodami v urbanizovaných územích* [online]. 2007. Asociace čistírenských expertů České republiky [cit. 2019-07-10]. Dostupné z: [http://www.jvprojektvh.cz/photo/sekce/file/2007-12-01\\_JVPVH.pdf](http://www.jvprojektvh.cz/photo/sekce/file/2007-12-01_JVPVH.pdf)
- [3] VÍTEK, Jiří, David STRÁNSKÝ, Ivana KABELKOVÁ, Vojtěch BAREŠ a Radim VÍTEK. *Hospodaření s dešťovou vodou v ČR* [online]. Praha: 01/71 ZO ČSOP Koniklec, 2015 [cit. 2019-07-10]. ISBN 978-80-260-7815-9.
- [4] VÍTEK, Jiří. Odvodňování urbanizovaných území podle principů udržitelného rozvoje. *Urbanismus a územní rozvoj* [online]. 2008, (4) [cit. 2019-09-12]. Dostupné z: [http://www.jvprojektvh.cz/photo/sekce/file/2008-06-09\\_JVPVH.pdf](http://www.jvprojektvh.cz/photo/sekce/file/2008-06-09_JVPVH.pdf)
- [5] VACKOVÁ, Michaela. Hospodaření s dešťovou vodou ve městech. In: *XVIII. Vědecká konference doktorandů: sborník textů* [online]. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta architektury, 2014, s. 213-218 [cit. 2019-07-10]. ISBN 978-80-214-4994-7. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/11012/51951>
- [6] BALLARD WOODS, B., S. WILSON, H. UDALE-CLARKE, S. ILLMAN, T. SCOTT, R. ASHLEY a R. KELLAGHER. *The SuDS Manual* [online]. CIRIA, 2015 [cit. 2019-09-05]. ISBN 978-0-86017-759-3. Dostupné z: [https://www.ciria.org/Memberships/The\\_SuDs\\_Manual\\_C753\\_Chapters.aspx](https://www.ciria.org/Memberships/The_SuDs_Manual_C753_Chapters.aspx)
- [7] HLAVÍNEK, Petr, Petr PRAX a Jiří KUBÍK. *Hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaném území* [online]. Brno: ARDEC, 2007 [cit. 2019-07-10]. ISBN 80-860-2055-X.
- [8] NOVOTNÁ, Jitka, Miroslav LUBAS a Ivana KABELKOVÁ. *Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR* [online]. Brno: Ministerstvo životního prostředí, 2015 [cit. 2019-09-11]. Dostupné z: [http://www.povis.cz/mzp/132/vsak\\_destovych\\_vod.pdf](http://www.povis.cz/mzp/132/vsak_destovych_vod.pdf)
- [9] *Hydrologická ročenka České republiky: Hydrological yearbook of the Czech Republic* [online]. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 1993 [cit. 2019-07-16]. ISBN 978-80-87577-86-8.
- [10] *Sucho v krajině* [online]. 2015 [cit. 2019-07-16]. Dostupné z: <http://www.suchovkrajine.cz/>
- [11] PUNČOCHÁŘ, Pavel. O náplni a významu „Koncepce ochrany před následky sucha pro území České republiky" k zajištění vodních zdrojů. *SOVAK* [online]. 2017, 2017(10), 11-19 [cit. 2019-07-16]. Dostupné z: <https://www.sovak.cz/cs/casopis/cislo-102017-casopisu-sovak>
- [12] *Plán rozvoje vodovodů a kanalizací kraje Vysočina* [online]. Aqua Procon, Krajský úřad Kraje Vysočina ve spolupráci se společností HYDROSOFT



- Veleslavín, 2004, 2015 [cit. 2019-07-16]. Dostupné z: <http://prvk.kr-vysocina.cz/pruvodni-zprava>
- [13] *Vsakování srážkových vod: Metodická pomůcka Ministerstva pro místní rozvoj* [online]. Praha: Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2019 [cit. 2020-01-27].
- [14] *ČSN 75 9011. Vsaňovací zařízení srážkových vod*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.
- [15] RAČEK, Jakub a Petr HLAVÍNEK. *Stormwater Management in Urban Areas* [online]. Brno, 2019 [cit. 2019-09-06].
- [16] ŽABIČKA, Zdeněk a Karel VRÁNA. *Hospodaření se srážkovou vodou v nemovitostech: TP 1.20 : technická pomůcka k činnosti autorizovaných osob*. Praha: Pro Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě vydalo Informační centrum ČKAIT, 2011. Metodické pomůcky k činnosti autorizovaných osob. ISBN 978-80-87438-14-5.
- [17] HARTLOVÁ, Ludmila a Jitka NOVOTNÁ. *Mapa potenciálního vsaku (potenciální infiltrace) území* [online]. MŽP a SFŽP ČR, 2014 [cit. 2020-01-27]. Dostupné z: [https://www.vodakh.cz/wp-content/uploads/2014/10/OOV\\_Map\\_a\\_potencialniho\\_vsaku\\_20151022.pdf](https://www.vodakh.cz/wp-content/uploads/2014/10/OOV_Map_a_potencialniho_vsaku_20151022.pdf)
- [18] *Pokyny týkající se osvědčených postupů pro omezení zakrývání půdy, zmírnění jeho důsledků a jeho kompenzaci* [online]. Lucemburk: Úřad pro publikace Evropské unie, 2012 [cit. 2019-12-07]. ISBN 978-92-79-26206-7. Dostupné z: [https://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/guidelines/pub/soil\\_cs.pdf](https://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/guidelines/pub/soil_cs.pdf)
- [19] Zastavování území. *EAGRI* [online]. Ministerstvo zemědělství [cit. 2019-12-07]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/puda/ochrana-pudy-a-krajiny/degradace-pud/zastavovani-uzemi/>
- [20] ČESKO. Zákon č. 254/2001 Sb. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2019 [cit. 17. 7. 2019]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-254>
- [21] ČESKO. Vyhláška č. 501/2006 Sb. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2019 [cit. 17. 7. 2019]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-501>
- [22] ČESKO. Vyhláška č. 268/2009 Sb. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2019 [cit. 17. 7. 2019]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2009-268>
- [23] NEHASIL, Ondřej. *Hospodaření s dešťovou vodou v obcích (3)* [online]. ČSOP Koniklec [cit. 2019-07-17]. Dostupné z: <https://www.pocitamesvodou.cz/hospodareni-s-destovou-vodou-v-obcich-3/>
- [24] ČESKO. Zákon č. 274/2001 Sb. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2019 [cit. 17. 7. 2019]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-274>
- [25] *Politika územního rozvoje České republiky, ve znění Aktualizace č. 1* [online]. Praha: Ministerstvo pro místní rozvoj, 2015 [cit. 2019-07-17]. ISBN 978-80-7538-006-7.

- [26] *Plán hlavních povodí České republiky* [online]. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2007 [cit. 2019-07-17]. ISBN 978-80-7084-632-2. Dostupné z: [http://eagri.cz/public/web/file/18971/PlanHlavPov\\_schvaleny\\_vladou1\\_1\\_.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/18971/PlanHlavPov_schvaleny_vladou1_1_.pdf)
- [27] STRÁNSKÝ, David, Vojtěch BAREŠ a Ivana KABELKOVÁ. *Hospodaření se srážkovými vodami: právní prostředí, technické normy, motivační nástroje* [online]. [cit. 2019-07-18]. Dostupné z: <https://www.pocitamesvodou.cz/wp-content/uploads/2015/01/Hospodareni-se-srazkovymi-vodami-2017.pdf?x58580>
- [28] *Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES*. In: . 2000. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32000L0060&from=CS>
- [29] VÍTEK, Jiří. *Hospodaření se srážkovými vodami – Cesta k modrozelené infrastruktuře* [online]. JV PROJEKT VH, 2018 [cit. 2019-07-18]. Dostupné z: [http://www.adaptacesidel.cz/data/upload/2019/05/hdv\\_cesta\\_k\\_mzi.pdf](http://www.adaptacesidel.cz/data/upload/2019/05/hdv_cesta_k_mzi.pdf)
- [30] VÍTEK, Jiří. *Principy a zásady koncepce a strategie odvodnění MČ Praha 12* [online]. Praha: MŽP, 2014 [cit. 2019-07-10]. Dostupné z: [https://www.pocitamesvodou.cz/wp-content/uploads/2015/06/P12\\_Strategie-HDV\\_2015-01.pdf?x58580](https://www.pocitamesvodou.cz/wp-content/uploads/2015/06/P12_Strategie-HDV_2015-01.pdf?x58580)
- [31] *TNV 75 9011. Hospodaření se srážkovými vodami*. Praha. Dostupné z: [http://eagri.cz/public/web/file/209372/TNV\\_75\\_9011\\_\\_brezen\\_2013.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/209372/TNV_75_9011__brezen_2013.pdf); Ministerstvo zemědělství, 2013.
- [32] *Český hydrometeorologický úřad* [online]. [cit. 2019-07-23]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz>
- [33] DVOŘÁKOVÁ, Denisa. *Využívání dešťové vody (I) - kvalita a čištění. Tzb-info* [online]. 2007 [cit. 2019-07-22]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3902-vyuzivani-destove-vody-i-kvalita-a-cisteni>
- [34] *ČSN 75 7143 Jakost vody pro závlahu*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 1992.
- [35] WEISS, Peter, John GULLIVER a Gregory LEFEVRE. *Contamination of soil and groundwater due to stormwater infiltration practices: A literature review* [online]. Minnesota: University of Minnesota, 2008 [cit. 2020-01-24]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/237328557\\_Contamination\\_of\\_Soil\\_and\\_Groundwater\\_Due\\_to\\_Stormwater\\_Infiltration\\_Practices\\_A\\_Literature\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/237328557_Contamination_of_Soil_and_Groundwater_Due_to_Stormwater_Infiltration_Practices_A_Literature_Review)
- [36] ZAVADIL, Josef. *Kritéria využití městských odpadních vod k závlaze zemědělských plodin: metodika*. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2008. ISBN 978-80-904027-5-1.
- [37] *Wastewater Reuse in Agriculture: A Review about Its Limitations and Benefits. Sustainability* [online]. 2017, 9(10) [cit. 2019-12-03]. DOI: 10.3390/su9101734. ISSN 2071-1050. Dostupné z: <http://www.mdpi.com/2071-1050/9/10/1734>
- [38] *Guidelines for water reuse* [online]. U.S. Environmental Protection Agency, 2012 [cit. 2019-11-15]. Dostupné z: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2019-08/documents/2012-guidelines-water-reuse.pdf>

- [39] RAČEK, Jakub. *Metodika návrhu systémů využití šedých vod ve vybraných objektech* [online]. Brno, 2016 [cit. 2019-11-22]. Dostupné z: [https://www.vutbr.cz/www\\_base/zav\\_prace\\_soubor\\_verejne.php?file\\_id=156912](https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=156912). Dizertační práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí. Vedoucí práce Jaroslav Raclavský.
- [40] *Zpráva o stavu vodního hospodářství České republiky v roce ...: Report on state of water management in the Czech Republic : stav k ...* Praha: Ministerstvo zemědělství České republiky v nakl. Lesnická práce, 1997. ISBN 978-80-7434-463-3.
- [41] *Český statistický úřad: Vodovody, kanalizace a vodní toky – 2010* [online]. [cit. 2019-10-10]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/20543711/w200311kc.pdf/01df4c10-8234-4edd-bcfe-cf39f82e4f1c?version=1.0>
- [42] *Český statistický úřad: Vodovody, kanalizace a vodní toky – 2011* [online]. [cit. 2019-10-10]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/20543715/w200312kc.pdf/a44c7315-8c7c-41e7-9bbc-a355c0c39752?version=1.0>
- [43] *Český statistický úřad: Vodovody, kanalizace a vodní toky – 2012* [online]. [cit. 2019-10-10]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/20543719/w200313kc.pdf/c9077ba0-f9bd-43ca-a3bc-7cbaaa865088?version=1.0>
- [44] *Český statistický úřad: Vodovody, kanalizace a vodní toky – 2013* [online]. [cit. 2019-10-10]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/20543723/e28002114kcj.pdf/5bda1a51-b485-4ef6-af38-016c76644aba?version=1.0>
- [45] *Český statistický úřad: Vodovody, kanalizace a vodní toky – 2014* [online]. [cit. 2019-10-10]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/33538104/28002115kc2.pdf/dc30e093-1d24-44ef-8cad-d9d172903f3e?version=1.1>
- [46] *Český statistický úřad: Vodovody, kanalizace a vodní toky – 2015* [online]. [cit. 2019-10-10]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/32782512/28002116k-%EF%BF%BDj.pdf/6cf4bc6b-dcae-40b7-8be3-fecc2088a1de?version=1.1>
- [47] *Český statistický úřad: Vodovody, kanalizace a vodní toky – 2016* [online]. [cit. 2019-10-10]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/46324996/e28002117kcj.pdf/e68c9994-aebd-465a-9ba2-3d9c63f88a15?version=1.1>
- [48] *Český statistický úřad: Vodovody, kanalizace a vodní toky – 2017* [online]. [cit. 2019-10-10]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/61546960/28002118kc.pdf/f74c6772-8805-4787-a159-d63705724a9f?version=1.0>
- [49] *Český statistický úřad: Vodovody, kanalizace a vodní toky – 2018* [online]. [cit. 2019-10-10]. Dostupné z:

- <https://www.czso.cz/documents/10180/91605333/28002119kc.pdf/dc932339-48e6-43e5-b96b-00452f810297?version=1.1>
- [50] *Český statistický úřad: Vodovody, kanalizace a vodní toky – 2019* [online]. [cit. 2020-06-08]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/123243252/28002120kc.pdf/9ff86970-854f-4936-96f8-a74774c0711c?version=1.1>
- [51] STRÁNSKÝ, David. *Srážkové vody a urbanizace krajiny: TP 1.20.1 : technická pomůcka k činnosti autorizovaných osob*. Praha: Pro Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě vydává Informační centrum ČKAIT, 2012. Metodické a technické pomůcky k činnosti autorizovaných osob. ISBN 978-808-7438-282.
- [52] Jakost pitné vody. *Slovácké vodárny a kanalizace, a. s.* [online]. [cit. 2019-09-13]. Dostupné z: <http://www.svkuh.cz/cz/jakost-pitne-vody/>
- [53] BARTONÍK, Adam a Oliver RINGELSTEIN. Můžeme se sprchovat dešťovou vodou? Nyní už ano!. *Asio* [online]. 2015 [cit. 2019-09-13]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/385.muzeme-se-sprchovat-destovou-vodou-nyni-uz-ano>
- [54] DUFKA, Jaroslav a Zdeňka DŘEVOJÁNKOVÁ. Srážkové vody – 2. část. *Topenářství instalace* [online]. 2017(7), 66–69 [cit. 2019-07-24]. Dostupné z: <http://www.topin.cz/casopis/7-detail-2660>
- [55] GRAF Settling Filter Shaft. In: *BARR* [online]. [cit. 2019-09-27]. Dostupné z: <https://www.barrplastics.com/graf-settling-filter-shaft.html#.XY3AWS4zZaQ>
- [56] *Externí filtrační šachty* [online]. [cit. 2020-02-15]. Dostupné z: <https://zaloha.belis.cz/externi-filtracni-sachty.html>
- [57] Okapový filtr. In: *Elkoplast* [online]. [cit. 2019-07-24]. Dostupné z: <https://www.shop.elkoplast.cz/sberac-destove-vody-s-filtrem-na-rychlomontaz>
- [58] KRÁSENSKÝ, Tomáš. *Dešťová voda nad zlato* [online]. [cit. 2020-02-15]. Dostupné z: <https://www.chatar-chalupar.cz/destova-voda-nad-zlato/>
- [59] STRÁNSKÝ, David. Technická pomůcka k činnosti autorizovaných osob: Srážkové vody a urbanizace krajiny. *Profesis* [online]. ČKAIT, 2019 [cit. 2019-09-10]. Dostupné z: <https://www.profesis.cz/parser/go/4c7a692f314e323970395457314363374d68677a376863533050422f36326137375857537463764f30316c4835584f5937415643336e475a7a6a506464727358#a>
- [60] *Odlučovače ropných látek a tuků* [online]. ACO [cit. 2020-02-15]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/110889246-Odlucovace-ropnych-latek-a-tuku.html>
- [61] Odlučovač ropných látek. In: *Dubar* [online]. [cit. 2020-05-28]. Dostupné z: <https://www.dubar.cz/nas-sortiment/odlucovace-ropnych-latek-a-tuku/odlucovace-ropnych-latek>
- [62] STRÁNSKÝ, David. *Koncepce hospodaření s dešťovou vodou v ČR: Současný stav* [online]. [cit. 2019-07-25]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/228619080\\_Koncepce\\_hospodareni\\_s\\_destovou\\_vodou\\_v\\_CR\\_Soucasny\\_stav](https://www.researchgate.net/publication/228619080_Koncepce_hospodareni_s_destovou_vodou_v_CR_Soucasny_stav)



- [63] *Water Square Tiel opens* [online]. [cit. 2019-08-13]. Dostupné z: <https://worldlandscapearchitect.com/water-square-tiel-opens/#.XVJwz-MzZaQ>
- [64] DUFKA, Jaroslav a Zdeňka DŘEVOJÁNKOVÁ. Srážkové vody – 3. část. *Topenářství instalace* [online]. 2017(8), 58–60 [cit. 2019-10-11]. Dostupné z: <http://www.topin.cz/casopis/8-detail-3122>
- [65] Suchá retenční nádrž. In: *Pinterest* [online]. [cit. 2019-07-25]. Dostupné z: <https://cz.pinterest.com/pin/463800461604013541/>
- [66] A dry pond with a sand filter on the bottom. In: *Department of Environmental Protection* [online]. [cit. 2020-05-28]. Dostupné z: <https://www.montgomerycountymd.gov/water/stormwater/improvements.html>
- [67] Ochrana proti vodní erozi. *Vúmop, v.v.i.* [online]. 2019 [cit. 2019-07-25]. Dostupné z: [https://encyklopedie.vumop.cz/index.php/OCHRANA\\_PROTI\\_VODN%C3%8D\\_EROZI#Protierozn.C3.AD\\_n.C3.A1dr.C5.BEe](https://encyklopedie.vumop.cz/index.php/OCHRANA_PROTI_VODN%C3%8D_EROZI#Protierozn.C3.AD_n.C3.A1dr.C5.BEe)
- [68] *Sediment Retention Pond* [online]. In: . [cit. 2020-05-28]. Dostupné z: <https://cirtexcivil.co.nz/products/sediment-retention-ponds/>
- [69] KREJČÍ, Vladimír. *Odvodnění urbanizovaných území - koncepční přístup*. Brno: Noel 2000, 2003. ISBN 80-860-2039-8.
- [70] *Koupací jezírko* [online]. [cit. 2019-08-13]. Dostupné z: <https://www.chatar-chalupar.cz/koupaci-jezirko/>
- [71] KABELKOVÁ, Ivana. Příklady dobré praxe hospodaření s dešťovou vodou v Rakousku. *Tzb-info* [online]. [cit. 2019-08-13]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/16646-priklady-dobre-praxe-hospodareni-s-destovou-vodou-v-rakousku>
- [72] MIFKOVÁ, Tatiana. Retence dešťových vod I. *Tzb-info* [online]. 2009 [cit. 2019-09-05]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/likvidace-odpadnich-vod/6053-retence-destovych-vod-i>
- [73] *DRENALL HEXAGONIQ - Modrá střecha* [online]. [cit. 2019-09-05]. Dostupné z: <https://www.alliq.cz/hospodareni-s-vodou/drenall-hexagoniq-modra-strecha-drenazni-panel/>
- [74] *Green Infrastructure Options to Reduce Flooding* [online]. Office for Coastal Management, 2015 [cit. 2020-02-15]. Dostupné z: <https://coast.noaa.gov/data/docs/digitalcoast/gi-econ.pdf>
- [75] Nádrže na dešťovou vodu AS-REWA. *Asio* [online]. [cit. 2019-09-17]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/as-rewa>
- [76] Podzemní nádrž na dešťovou vodu Cristall 1600 l. *Dešťové nádrže* [online]. [cit. 2020-02-15]. Dostupné z: <https://www.destovenadrze.cz/eshop/podzemni-nadrz-na-destovou-vodu-cristall-1600-l-detail>

- [77] ŽABIČKA, Zdeněk. Technická řešení vsakovacích zařízení. *Tzb-info* [online]. 2011 [cit. 2019-09-11]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/8010-technicka-reseni-vsakovacich-zarizeni>
- [78] *Jak hospodařit s dešťovou vodou na soukromém pozemku: praktický rádce pro obnovu propustnosti povrchů a zasakování* [online]. Praha: Pro Středisko ekologické výchovy, Lesy hl.m. Prahy vydal Ústav pro ekopolitiku ve spolupráci s Asociací pro vodu ČR a Fakultou stavební ČVUT, 2009 [cit. 2019-12-08]. ISBN 978-80-87099-06-3. Dostupné z: [http://www.lhmp.cz/eko/wp-content/uploads/2013/01/jak\\_hospodarit\\_s\\_destovou\\_vodou.pdf](http://www.lhmp.cz/eko/wp-content/uploads/2013/01/jak_hospodarit_s_destovou_vodou.pdf)
- [79] Zsakovací rošty pro zpevněné propustné povrchy AS-TTE ROŠT. *Asio* [online]. c2011-2019 [cit. 2019-09-27]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/zsakovaci-rosty-pro-zpevnene-povrchy-as-tte-rost>
- [80] Travnobylinné směsi. *Agrostis* [online]. [cit. 2019-12-08]. Dostupné z: <http://www.agrostis.cz/hlavni-stranka/nabidka/druhove-pestre-smesi-nabidka-smesi-bylinnych-travniku-a-kvetnatych-luk/travnobylinne-smesi>
- [81] NEŠPOROVÁ, Kristina. Zatravnovací dlažba: Kde ji použít a jaké má výhody. *Dřevostavitel* [online]. [cit. 2019-12-08]. Dostupné z: <https://www.drevostavitel.cz/clanek/zatravnovaci-dlazba>
- [82] Ekologická - vodopropustná dlažba. *Stavebninyhorka* [online]. [cit. 2019-12-08]. Dostupné z: <https://www.stavebninyhorka.cz/ekologicka--vodopropustna-dlazba>
- [83] Permeable Pavements. *Pavement Interactive* [online]. [cit. 2020-02-15]. Dostupné z: <https://pavementinteractive.org/reference-desk/pavement-types-and-history/pavement-types/permeable-pavements/>
- [84] Drenážní beton pomáhá zadržovat srážky v urbanizovaném prostředí. *Tzb-info* [online]. ZAPA beton, 2018 [cit. 2019-12-09]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/beton-malty-omitky/17391-drenazni-beton-pomaha-zadrzovat-srazky-v-urbanizovanem-prostredi>
- [85] *ZAPA beton* [online]. [cit. 2019-12-09]. Dostupné z: <https://www.zapa.cz/uvod/>
- [86] Infiltrační plochy. *Opatření adaptace* [online]. [cit. 2020-02-15]. Dostupné z: <http://www.opatreni-adaptace.cz/projects/infiltracni-plochy/>
- [87] *Central Irrigation trench with crushed stone and ground glass* [online]. In: . [cit. 2020-05-28]. Dostupné z: <https://theagritect.wordpress.com/tag/infiltration-trenches/>
- [88] Vsakovací blok AS-NIDAPLAST. *Asio* [online]. c2011-2019 [cit. 2019-09-05]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/as-nidaplast>
- [89] V českých městech žijí skoro tři čtvrtiny obyvatelstva. *Statistika&My* [online]. Český statistický úřad, 2012(4), 26–27 [cit. 2019-09-18]. Dostupné z: [https://www.czso.cz/documents/10180/20555415/1804120426\\_27.pdf/d216b1ce-ec0d-48c5-bff1-7124f5a925a7?version=1.0](https://www.czso.cz/documents/10180/20555415/1804120426_27.pdf/d216b1ce-ec0d-48c5-bff1-7124f5a925a7?version=1.0)
- [90] *Nová zelená úsporám* [online]. Státní fond životního prostředí ČR [cit. 2019-09-18]. Dostupné z: <https://www.novazelenausporam.cz>

- [91] Brno nabídne dva nové dotační programy. Podpoří zelené střechy a využití dešťové vody. *BRNO* [online]. 2019 [cit. 2019-09-18]. Dostupné z: <https://www.brno.cz/brno-aktualne/co-se-deje-v-brne/a/brno-nabidne-dva-nove-dotacni-programy-podpori-zelene-strechy-a-vyuziti-destove-vody/>
- [92] Údržba vegetačních plochých střech. *Technická komise pro hydroizolační fólie* [online]. [cit. 2020-01-28]. Dostupné z: <http://www.tkhif.cz/cs/udrzba-vegetacnich-plochych-strech/>
- [93] *Green roof design* [online]. In: . [cit. 2020-05-28]. Dostupné z: <http://greengarage.ca/>
- [94] BURIAN, Samuel. *Vegetační souvrství zelených střech: standardy pro navrhování, provádění a údržbu* [online]. Brno: Odborná sekce Zelené střechy při Svazu zakládání a údržby zeleně, 2016 [cit. 2019-09-18]. Dostupné z: <https://www.zelenestrechy.info/standardy-ke-stazeni>
- [95] *Vegetační střechy: Hydrofilní i hydrofobní minerální vlna, pěnový polystyren* [online]. Praha: Saint.Gobain, 2013 [cit. 2019-09-20]. Dostupné z: <https://www.isover.cz/data/files/vegetacni-strechy-2013-1216.pdf>
- [96] Funkce zelených střech. *Krytiny-strechy.cz* [online]. [cit. 2019-10-18]. Dostupné z: [https://www.krytiny-strechy.cz/technicke\\_info-k-navrhovani-strech/zelene-strechy/9783-funkce-zelenych-strech-a.html#.XanIGOgzaU1](https://www.krytiny-strechy.cz/technicke_info-k-navrhovani-strech/zelene-strechy/9783-funkce-zelenych-strech-a.html#.XanIGOgzaU1)
- [97] *Heat Island Effect* [online]. United States Environmental Protection Agency [cit. 2019-10-18]. Dostupné z: <https://www.epa.gov/heat-islands>
- [98] BANTING, Doug. *Report on the Environmental Benefits and Costs of Green Roof Technology for the City of Toronto* [online]. Toronto, 2005 [cit. 2019-10-22]. Dostupné z: <https://web.toronto.ca/wp-content/uploads/2017/08/8f39-Report-on-the-Environmental-Benefits-and-Costs-of-Green-Roof-Technology-for-the-City-of-Toronto-Full-Report.pdf>
- [99] *Satelitní monitoring Plzeň 2018* [online]. Plzeň, 2018 [cit. 2019-10-18]. Dostupné z: [https://smartcity.plzen.eu/wp-content/uploads/2018/11/Zprava\\_PLZE%C5%87.pdf](https://smartcity.plzen.eu/wp-content/uploads/2018/11/Zprava_PLZE%C5%87.pdf)
- [100] KONASOVA, Sarka a Reis Vagner da SILVEIRA. Zelené střechy: střešní systém snižující náklady na vytápění a chlazení. *Journal B&IT* [online]. (1), 60–65 [cit. 2020-07-21]. DOI: <https://doi.org/10.14311/bit.2016.01.06>. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/321425033\\_Zelene\\_strechy\\_stresni\\_system\\_snizujici\\_naklady\\_na\\_vytapeni\\_a\\_chlazení](https://www.researchgate.net/publication/321425033_Zelene_strechy_stresni_system_snizujici_naklady_na_vytapeni_a_chlazení)
- [101] STOVIN, Virginia. The potential of green roofs to manage Urban Stormwater. In: *Water and Environment Journal* [online]. 2010, , s. 192-199 [cit. 2019-10-24]. DOI: 10.1111/j.1747-6593.2009.00174.x. ISSN 17476585. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1747-6593.2009.00174.x>
- [102] SHAFIQUE, Muhammad, Reeho KIM a Kwon KYUNG-HO. Green Roof for Stormwater Management in a Highly Urbanized Area: The Case of Seoul, Korea. *Sustainability* [online]. 2018 [cit. 2019-10-24]. Dostupné z:

- [https://www.researchgate.net/publication/323393567\\_Green\\_Roof\\_for\\_Stormwater\\_Management\\_in\\_a\\_Highly\\_Urbanized\\_Area\\_The\\_Case\\_of\\_Seoul\\_Korea](https://www.researchgate.net/publication/323393567_Green_Roof_for_Stormwater_Management_in_a_Highly_Urbanized_Area_The_Case_of_Seoul_Korea)
- [103] *Zelené střechy: Naděje pro budoucnost II.* [online]. Brno: Svaz zakládání a údržby zeleně, z.s., 2016 [cit. 2019-10-24]. Dostupné z: [https://www.zelenestrechy.info/media/\\_file/359/Publikace%20ZELENE%20STRECHY\\_DEF.pdf](https://www.zelenestrechy.info/media/_file/359/Publikace%20ZELENE%20STRECHY_DEF.pdf)
- [104] ZELENÁKOVÁ, Martina, Petr HLAVÍNEK a Abdelazim M. NEGM, ed. *Management of Water Quality and Quantity* [online]. Springer, Cham, 2019 [cit. 2019-10-22]. ISBN 978-3-030-18359-2.
- [105] *Zelené střechy: Mapa zelených střech v ČR* [online]. [cit. 2020-01-28]. Dostupné z: <https://www.zelenestrechy.info/green-roof-map/>
- [106] *Extensive green roof Brno* [online]. In: . [cit. 2020-05-28]. Dostupné z: <https://livingroofs.org/brno-incentives-czech-republic-new-funding-green-roofs/>
- [107] *Intensive green roof at Acappella Residence* [online]. In: . [cit. 2020-05-28]. Dostupné z: <https://aip.scitation.org/doi/pdf/10.1063/1.5055460>
- [108] MANSO, Maria a João CASTRO-GOMES. Green wall systems: A review of their characteristics. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2015, **41**, 863-871. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.203>. ISSN 1364-0321. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032114006637>
- [109] BUSTAMI, Rosmina, Martin BELUSKO, James WARD a Simon BEECHAM. Vertical greenery systems: A systematic review of research trends. *Building and Environment*. 2018, **146**, 226-237. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.09.045>. ISSN 0360-1323. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132318306036>
- [110] STARÁ, Jana. *Zelená fasáda – módní výstřelek nebo rozumná volba?* [online]. [cit. 2020-01-30]. Dostupné z: <https://www.drevostavitel.cz/clanek/zelena-fasada>
- [111] RAZZAGHMANESH, Mostafa. *The Role of Green Roofs and Living Walls as WSUD Approaches in a Dry Climate*. 2018. DOI: 10.1016/B978-0-12-81284.
- [112] MRÁZKOVÁ, Dita. *Zelené (živé) fasády – vertikální zahrady. Počítáme s vodou* [online]. [cit. 2020-01-30]. Dostupné z: <https://www.pocitamesvodou.cz/zelene-zive-fasady-vertikalni-zahrady/>
- [113] *Green wall* [online]. In: . [cit. 2020-01-30]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Green\\_wall](https://en.wikipedia.org/wiki/Green_wall)
- [114] *52+ Wonderful Garden Furniture Ideas Inspiration* [online]. In: . [cit. 2020-01-30]. Dostupné z: <http://decoratifo.com/52-wonderful-garden-furniture-ideas-inspiration/52-wonderful-garden-furniture-ideas-inspiration-28/#main>
- [115] *Univerzitní kampus v Brně využívá decentralizovaný systém odvodnění dešťové vody. Inovace nebo návrat k přírodě?* [online]. [cit. 2020-01-31]. Dostupné z: <http://www.gate2biotech.cz/univerzitni-kampus-v-brne-vyuziva-decentralizovany-system-odvodneni-destove-vody-inovace-nebo-navrat-k-prirode/>



- [116] VÍTEK, Jiří a Ondřej DUŠEK. *Zkušenosti se zaváděním hospodaření s dešťovými vodami v prostředí ČR* [online]. 2007 [cit. 2020-01-31]. Dostupné z: [http://www.jvprojektvh.cz/photo/sekce/file/2007-03-08\\_JVPVH.pdf](http://www.jvprojektvh.cz/photo/sekce/file/2007-03-08_JVPVH.pdf)
- [117] VÍTEK, Jiří. *Moudré hospodaření se srážkovou vodou ve městech* [online]. JV PROJEKT VH s.r.o., 2017 [cit. 2020-01-31]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/80754023-Moudre-hospodareni-se-srazkovou-vodou-ve-mestech-zmena-klimatu-urbanizace-udrzitelny-rozvoj-co-na-to-ve-svete-co-na-to-u-nas.html>
- [118] Mapa přírodě blízkých příkladů hospodaření s dešťovou vodou. *Počítáme s vodou* [online]. [cit. 2020-02-11]. Dostupné z: <https://www.pocitamesvodou.cz/mapa-prikladu/#main-content>
- [119] *Otevřená zahrada: Průvodce chytrými technologiemi* [online]. 3. Nadace partnerství, 2018 [cit. 2020-02-11]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/108677598-Otevrena-zahrada-pruvodce-chytrymi-technologie-mi-sledujeme-energie-online.html>
- [120] LIKO-S představil první živou halu na světě. *LIKO-S* [online]. [cit. 2020-02-13]. Dostupné z: <https://www.liko-s.cz/cs/liko-s-predstavil-prvni-zivou-halu-na-svete>
- [121] Drainage and Sanitation. *Linz* [online]. [cit. 2020-02-14]. Dostupné z: <https://www.linz.at/english/life/3219.php>
- [122] *Mapy.cz* [online]. [cit. 2019-07-15]. Dostupné z: <https://mapy.cz>
- [123] Geologická mapa 1:50 000. *Česká geologická služba: Mapová aplikace* [online]. [cit. 2019-08-02]. Dostupné z: [http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/show\\_map.php?mapa=g50&y=678400&x=1140800&s=1](http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/show_map.php?mapa=g50&y=678400&x=1140800&s=1)
- [124] *Mapa potencionálního vsaku* [online]. Povis [cit. 2020-02-21]. Dostupné z: [http://webmap.dppcr.cz/dpp\\_cr/povis.dll?MU=001&MAP=5440&lon=15.4589425&lat=49.7953893&scale=1935360](http://webmap.dppcr.cz/dpp_cr/povis.dll?MU=001&MAP=5440&lon=15.4589425&lat=49.7953893&scale=1935360)
- [125] *Kanalizační řád veřejné kanalizace Třešť* [online]. Třešť, 2016 [cit. 2020-04-20].
- [126] *Čistírna odpadních vod Třešť* [online]. [cit. 2020-02-21]. Dostupné z: <http://www.tstrest.cz/340-cov-kanalizace/d-1004>
- [127] *Odůvodnění územního plánu Třešť* [online]. Třešť, 2017 [cit. 2019-07-15]. Dostupné z: <https://www.trest.cz/uzemni-plan-2017/ds-1254>
- [128] 144. výzva. *Operační program Životní prostředí* [online]. [cit. 2020-05-05]. Dostupné z: <https://www.opzp.cz/nabidka-dotaci/detail-vyzvy/?id=151>
- [129] *Nahlížení do katastru nemovitostí* [online]. Praha: Český úřad zeměměřický a katastrální, c2004-2019 [cit. 2019-08-05]. Dostupné z: <https://nahliznidokn.cuzk.cz/>
- [130] *Cenové porovnání systémů – povrchů parkovišť* [online]. Asio New [cit. 2019-12-08].

- [131] Permeable Pavement. *Green building alliance* [online]. [cit. 2019-12-09]. Dostupné z: <https://www.go-gba.org/resources/green-building-methods/permeable-pavements/>
- [132] BOHUSLÁVEK, Petr, Vladimír HORSKÝ a Štěpánka JAKOUBKOVÁ. *Vegetační střechy a střešní zahrady* [online]. Vyd. 2. Praha: DEKTRADE, 2009 [cit. 2020-01-28]. Skladby a detaily. ISBN 978-80-87215-05-0.
- [133] PLOTĚNÝ, Karel a Adam BARTONÍK. *Rešerše – hospodaření s vodou* [online]. Brno: ASIO, spol. s r.o., 2015 [cit. 2019-11-22]. Dostupné z: <https://sanceprobudovy.cz/wp-content/uploads/2018/04/reserse-hospodareni-s-vodou.pdf>
- [134] KRÁLOVÁ, Helena. *Vodní hospodářství krajiny I: část II – závlahy* [online]. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2005 [cit. 2020-01-28].
- [135] SMITH, Jay. *Intensive Roof with Rainwater Harvesting and Irrigation System* [online]. In: . [cit. 2020-01-28]. Dostupné z: <https://www.flickr.com/photos/jrsmithmfgco/5941177376/>
- [136] *Vsakovací šachta* [online]. In: . [cit. 2020-02-15]. Dostupné z: <http://m.graw.cz/album/cistirny-odpadnich-vod/dscn5725-jpg/>
- [137] BOHDALOVÁ, Zuzana. *Zavlažování ve skleníku aneb Zkuste automatiku. Magazín zahrada* [online]. [cit. 2020-02-15]. Dostupné z: <https://www.magazinzahrada.cz/zavlazovani-ve-skleniku-aneb-zkuste-automatiku/>
- [138] LUNCEFORD, Neils. *Water Conservation Through Proper Irrigation Practices* [online]. In: . [cit. 2020-02-15]. Dostupné z: <https://www.neilslunceford.com/single-post/2015/06/15/Water-Conservation-Through-Proper-Irrigation-Practices>
- [139] *Limity využití půdy* [online]. 2016 [cit. 2020-05-28]. Dostupné z: <https://limitypudy.vumop.cz/?core=account>
- [140] *Drip Irrigation Watering System* [online]. In: . [cit. 2020-05-28]. Dostupné z: <https://driptips.toro.com/toro-western-growers-ag-tech-leaders/aqua-traxx-lettuce/>
- [141] *Vydatnější automatizovaný postřik* [online]. In: . [cit. 2020-05-28]. Dostupné z: <https://izahradkar.cz/zahrada/technika-stavby/voda-na-zahrade/abeceda-zelinare-zavlazovani-zeleniny-jeji-naroky-vodu/>

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

ČOV	čistírna odpadních vod
ČSN	Česká technická norma
ČVUT	České vysoké učení technické
DDM	dům dětí a mládeže
DN	jmenovitý průměr
DPS	dokumentace pro provádění stavby
DSP	dokumentace pro stavební povolení
DUR	dokumentace pro územní rozhodnutí
DV	dešťová voda
EO	ekvivalentní obyvatel
HDV	hospodaření s dešťovými vodami
ID	identifikace
$k_v$	koeficient vsaku
MŠ	mateřská škola
MZe	Ministerstvo zemědělství
MŽP	Ministerstvo životního prostředí ČR
NAP AZK	Národní akční plán adaptace na změnu klimatu
PP	polypropylen
PVC	polyvinylchlorid
SOŠ	střední odborná škola
SOU	střední odborné učiliště
STP	stavebně-technický průzkum
TAČR	Technologická agentura České republiky
TNV	technická norma vodního hospodářství
UCEEB	Univerzitní centrum energeticky efektivních budov
VÚMOP	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy
VÚV TGM	Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka
ZŠ	základní škola
ZUJ	základní územní jednotka

## SEZNAM TABULEK

Tab. 2.1 Koefficienty vsaku zemin [16] .....	17
Tab. 2.2 Vhodnost opatření ve vztahu ke kategoriím mapy pro technická opatření [17] .....	18
Tab. 4.1 Průměrné složení srážkových vod v ČR (kraj Vysočina, okres Pelhřimov, Salačova Lhota) [32].....	23
Tab. 4.2 Orientační klasifikace znečištění srážkových vod z hlediska znečištění nerozpuštěnými látkami, těžkými kovy a uhlovodíky [31] .....	24
Tab. 4.3 Požadavky na složení dešťové vody podle způsobu užívání [33].....	25
Tab. 4.4 Vliv využívání dešťové vody v zemědělství na fyzikálně-chemické a mikrobiologické vlastnosti půdy [37].....	26
Tab. 5.1 Spotřeba vody na WC [7].....	30
Tab. 5.2 Tvrdost vody [52].....	31
Tab. 5.3 Doporučená opatření pro předčištění srážkových vod z různých typů ploch [31]....	32
Tab. 5.4 Srovnání přínosů a omezení nejběžnějších propustných povrchů v porovnání s asfaltem [18] .....	41
Tab. 6.1 Potenciální roční úspory energie při instalaci zelené střechy [100].....	53
Tab. 9.1 Soupis profilů stokové sítě v roce 2015 [125] .....	67
Tab. 9.2 Soupis materiálů stokové sítě v roce 2015 [125] .....	67
Tab. 9.3 Množství balastních vod .....	67
Tab. 9.4 Charakteristika penzionu v ulici Palackého .....	69
Tab. 9.5 Stanovení redukované odvodňované plochy S1 .....	72
Tab. 9.6 Stanovení redukované odvodňované plochy S2 a S3 .....	73
Tab. 9.7 Charakteristika území pečovatelského domu.....	74
Tab. 9.8 Stanovení redukované odvodňované plochy S4 .....	76
Tab. 9.9 Charakteristika území místní komunikace za arboretem .....	77
Tab. 9.10 Stanovení redukované odvodňované plochy S5, S7 a S8 .....	80
Tab. 9.11 Stanovení redukované odvodňované plochy S6 a S9 .....	81
Tab. 9.12 Charakteristika území víceúčelového hřiště .....	82
Tab. 9.13 Stanovení redukované odvodňované plochy S16 a S19 .....	86
Tab. 9.14 Stanovení redukované odvodňované plochy S20 .....	87
Tab. 9.15 Charakteristika území ZŠ v ulici Josefa Hory .....	87
Tab. 9.16 Stanovení redukované odvodňované plochy S10 a S13 .....	92
Tab. 9.17 Stanovení redukované odvodňované plochy S11 .....	93
Tab. 9.18 Stanovení redukované odvodňované plochy S12 .....	94
Tab. 9.19 Charakteristika území městské sportovní haly.....	95
Tab. 9.20 Stanovení redukované odvodňované plochy S14 .....	98



---

Tab. 9.21 Stanovení redukované odvodňované plochy S15 .....	99
Tab. 9.22 Charakteristika území kulturního domu.....	100
Tab. 9.23 Stanovení redukované odvodňované plochy S21 a S22 .....	103
Tab. 9.24 Charakteristika území ZŠ a DDM v ulici Barvířská.....	103
Tab. 9.25 Stanovení redukované odvodňované plochy S23 a S24 .....	108
Tab. 9.26 Stanovení redukované odvodňované plochy S23 .....	110
Tab. 9.27 Charakteristika obchodního domu Penny Market.....	111
Tab. 9.28 Stanovení redukované odvodňované plochy S17 a S18 .....	112
Tab. 10.1 Srovnání navržených opatření HDV .....	114

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 2.1 Porovnání odtoku srážkových vod [3] .....	12
Obr. 2.2 Dopady urbanizace na povodí [6] .....	14
Obr. 2.3 Rozdělení ČR do bilančních oblastí [9] .....	15
Obr. 2.4 Výhled možného následku změn klimatu [11] .....	16
Obr. 2.5 Mapa potencionálního vsaku [13].....	17
Obr. 5.1 Vývoj ceny vodného bez DPH v České republice a v Kraji Vysočina v letech 2010–2019 [41] [42] [43] [44] [45] [46] [47] [48] [49] [50] .....	29
Obr. 5.2 Rozdělení využití pitné vody v domácnosti [7] .....	30
Obr. 5.3 Celá technologie na úpravu šedé a dešťové vody včetně zásobníku teplé užitkové vody (vlevo) a Filtr dešťové vody AS-PURAIN (vpravo) [53] .....	31
Obr. 5.4 Schéma systému na úpravu dešťové vody [53] .....	31
Obr. 5.5 Usazovací šachta s filtračním košem [55] [56].....	33
Obr. 5.6 Filtrační podokapový hrnec [33].....	33
Obr. 5.7 Okapový filtr [33] [57].....	34
Obr. 5.8 Filtrační koš v tělese filtru [57] [58] .....	34
Obr. 5.9 Odlučovač ropných látek [60] [61] .....	35
Obr. 5.10 Vodní náměstí ve městě Tiel v Nizozemsku [63].....	36
Obr. 5.11 Suché retenční dešťová nádrž [65] [66].....	36
Obr. 5.12 Protierozní nádrž v Hustopečích (vlevo) [67] a sedimentační nádrž (vpravo) [68].	37
Obr. 5.13 Retenční nádrž ve formě koupacího jezírka s biotopem [70] .....	37
Obr. 5.14 Retenční nádrž [6] [71] .....	38
Obr. 5.15 Modrá střecha z plastových bloků (vlevo) [73] a modrá střecha se zásobníky vyplněnými štěrkem v New Yorku [74].....	38
Obr. 5.16 Nádrž na dešťovou vodu AS-REWA ER ECO od firmy ASIO (vlevo) [75] a ukázka instalace nádrže pro zálivku zahrady (vpravo) [76] .....	39
Obr. 5.17 Schéma postupu při odvádění srážkových vod [77] .....	40
Obr. 5.18 Přehled nejběžnějších povrchů seřazených podle propustnosti (1-trávník, 2-zatravněné štěrkové vrstvy, 3-plastové zatravněovací rošty, 4-betonové zatravněovací rošty, 5-propustné dlaždice, 6-propustný beton, 7-porézní asfalt, 8-nepropustný asfalt) [18].....	42
Obr. 5.19 Zasakovací rošty AS-TTE [79] .....	43
Obr. 5.20 Přejchod z dlažby do štěrkového trávníku (vlevo) a štěrkový trávník v roce výsadby (vpravo) [80] .....	43
Obr. 5.21 Povrchové vsakování travními tvárnici [69].....	44
Obr. 5.22 Betonové zatravněovací tvárnice zarostlé travinami (vlevo) a plastové zatravněovací tvárnice vysypané štěrkem (vpravo) [81].....	44
Obr. 5.23 Propustná dlažba [82] [83].....	45

Obr. 5.24 Ukázka propustnosti betonu (vlevo) a vrstva propustného betonu (vpravo) [85]....	45
Obr. 5.25 Vsakovací průlehy v kombinaci s řešením odvodnění zpevněné plochy pomocí mezer mezi obrubníky v areálu Ceitec v Brně (vlevo) [vlastní] a v kampusu MU v Brně (vpravo) [8]	46
Obr. 5.26 Vsakovací nádrž [69]	46
Obr. 5.27 Kombinace zatravněného průlehu se vsakovací rýhou (vlevo) [86] a vsakovací rýha z hrubého kameniva (vpravo) [87]	47
Obr. 5.28 Vsakovací rýha s podzemním přívodem [69]	47
Obr. 5.29 Vsakovací šachta [69]	48
Obr. 5.30 Plastové bloky AS-NIDAPLAST [88]	48
Obr. 6.1 Zelená střecha na bytovém domě [92] [93]	49
Obr. 6.2 Rozdělení zelených střech podle druhu vegetace skladby souvrství [94]	50
Obr. 6.3 Průběh teplot v závislosti na typu zástavby [97]	52
Obr. 6.4 Rozdíl teplot mezi zelenou a klasickou střechou [97]	52
Obr. 6.5 Hydrologické procesy zelené střechy [101]	53
Obr. 6.6 Rozdíl odtoku srážkových vod mezi konvenční a zelenou střechou [101]	54
Obr. 6.7 Extenzivní zelená střecha v areálu wellness resortu Infinit Maximus (vlevo) a extenzivní zelená střecha s luční výsadbou (vpravo) [105] [106]	55
Obr. 6.8 Intenzivní zelená střecha bytového domu [105] [107]	55
Obr. 7.1 Schéma konstrukčních systémů vertikální zeleně [109]	56
Obr. 7.2 Přímá zelená fasáda (vlevo) [110] a nepřímá zelená fasáda (vpravo) [108]	57
Obr. 7.3 Vertikální zahrada s rostlinami umístěnými v květináčích [111]	58
Obr. 7.4 Vertikální zahrady s rostlinami osazenými v plstěné rohoži [113] [114]	58
Obr. 8.1 Odvodnění parkoviště vsakovacím průlehem s retenční rýhou [117]	59
Obr. 8.2 Průleh s retenční rýhou mezi pavilony [71]	59
Obr. 8.3 Pochozí zelená střecha na budově C [103]	60
Obr. 8.4 Teplotní vliv zelené střechy na budovu C [119]	60
Obr. 8.5 Hala LIKO-Vo ve Slavkově u Brna [120]	61
Obr. 8.6 Vsakovací průleh (vlevo) a vsakovací nádrž (vpravo) v SolarCity Linz [71]	62
Obr. 8.7 Parkovací stání ze zatravnovacích tvárníc (vlevo) a zaústění dešťového svodu (vpravo) v SolarCity Linz [71]	62
Obr. 9.1 Mapa zájmového území [122]	64
Obr. 9.2 Mapa geologických poměrů [123]	64
Obr. 9.3 Mapa potencionálního vsaku města Třešť [124]	66
Obr. 9.4 Situace lokality A [122]	70
Obr. 9.5 Výřez z katastrální mapy, pozemek parcelní č. 892/1 [129]	71
Obr. 9.6 Vhodné místo pro umístění podzemního vsakovacího objektu VS2 [122]	71

Obr. 9.7 Pohled na stávající ČOV polikliniky a vhodné místo pro umístění podzemního vsakovacího objektu VS1 [vlastní] .....	72
Obr. 9.8 Situace lokality B [122] .....	75
Obr. 9.9 Výřez z katastrální mapy, pozemek parcelní č. 895 [129].....	75
Obr. 9.10 Vhodné místo pro umístění podzemního vsakovacího objektu VS3 [122] .....	76
Obr. 9.11 Situace lokality D [122] .....	78
Obr. 9.12 Výřez z katastrální mapy, pozemek parcelní č. 3379 a 3378/3 [129].....	79
Obr. 9.13 Stávající povrchový vsakovací objekt a místo pro umístění vsakovacího objektu VS4 [vlastní].....	79
Obr. 9.14 Vhodné místo pro umístění povrchového vsakovacího objektu VS5 [vlastní].....	80
Obr. 9.15 Situace lokality F [122].....	84
Obr. 9.16 Výřez z katastrální mapy, pozemek parcelní č. 1545/1 a 1546/1 [129].....	84
Obr. 9.17 Vhodné místo pro umístění podzemního vsakovacího objektu VS11 [vlastní].....	85
Obr. 9.18 Vhodné místo pro umístění podzemního vsakovacího objektu VS12 [vlastní].....	85
Obr. 9.19 Situace lokality G [122] .....	89
Obr. 9.20 Výřez z katastrální mapy, pozemky parcelní č. 1545/1 a 1545/4 [129].....	90
Obr. 9.21 Místo pro umístění podzemního vsakovacího objektu VS6 [vlastní] .....	90
Obr. 9.22 Místo pro umístění betonového žlabu napojeného na vsakovací objekt VS6 [vlastní] .....	91
Obr. 9.23 Vhodné místo pro umístění podzemního vsakovacího objektu VS7 [vlastní].....	91
Obr. 9.24 Vhodné místo pro umístění podzemního vsakovacího objektu VS8 [vlastní].....	92
Obr. 9.25 Situace lokality H [122] .....	96
Obr. 9.26 Výřez z katastrální mapy, pozemky parcelní č. 1545/3, 1546/1 a 1539/1 [129] .....	97
Obr. 9.27 Vhodné místo pro umístění podzemního vsakovacího objektu VS9 [vlastní].....	97
Obr. 9.28 Vhodné místo pro umístění podzemního vsakovacího objektu VS10 [vlastní].....	98
Obr. 9.29 Situace lokality J [122] .....	101
Obr. 9.30 Výřez z katastrální mapy, pozemek parcelní č. 129 [129].....	102
Obr. 9.31 Vhodné místo pro umístění podzemního vsakovacího objektu [122].....	102
Obr. 9.32 Situace lokality I varianta A [122].....	105
Obr. 9.33 Situace lokality I varianta B [122] .....	106
Obr. 9.34 Výřez z katastrální mapy, pozemek parcelní č. 90/13 [129].....	106
Obr. 9.35 Pohled na DDM [vlastní] .....	107
Obr. 9.36 Pohled na ZŠ a přilehlé vhodné místo pro umístění podzemního vsakovacího objektu [vlastní].....	107
Obr. 9.37 Pohled na Penny market a přilehlé parkoviště [122] .....	111
Obr. 9.38 Výřez z katastrální mapy, pozemek parcelní č. 915/22 [129].....	112



## SUMMARY

The aim of the diploma thesis was to develop a study of how to manage stormwater. Furthermore, to assess selected buildings in the city of Třešť suitable for the application of stormwater management methods and to propose measures on how to apply these principles in the given localities. Stormwater management principles include stormwater retention, infiltration and reuse. Reducing the amount of stormwater discharged through the sewer network will help to minimize hydraulic loads during torrential rains, the risk of floods, to reduce the amount of pollutants and decrease the amount of stormwater that flows into the stormwater treatment plant. Direct infiltration of stormwater does not always have to be considered. In many cases, it is possible to accumulate stormwater in tanks and then irrigate green areas with it during periods of water shortage.

The above options are just a suggestion for possible measures. The basic condition for the disconnection of rainwater from the unified sewerage network are suitable hydrogeological conditions in the given area. The proposal considers the infiltration of 9,968 m<sup>3</sup> of stormwater per year, which represents an annual saving on sewerage charges of approximately CZK 336,000.

An area analysis of the prices of individual elements of the given measures was performed. The analysis tries to get as close as possible to the real conditions during implementation, either by finding the prices of infiltration facilities, calculating the approximate prices of individual types of pipes or estimating excavation work for distribution system and infiltration facilities. Expenses will vary from facility to facility, and therefore the final price may be different and the final return may be completely different. The total price of the proposed facilities is CZK 10,889,000 without VAT. However, it is possible to obtain a subsidy from the Operational Program Environment, which in the maximum amount reaches 85 % of eligible expenditure. If the city reaches this amount, the total price would reach CZK 2,931,000 without VAT and the average return on all variants would be approximately 9 years.

## SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha č. 1 – Situace širších vztahů
- Příloha č. 2 – Situace lokality A
- Příloha č. 3 – Situace lokality B
- Příloha č. 4 – Situace lokality C
- Příloha č. 5 – Situace lokality D
- Příloha č. 6 – Situace lokality E
- Příloha č. 7 – Situace lokality F
- Příloha č. 8 – Situace lokality G
- Příloha č. 9 – Situace lokality H varianta A
- Příloha č. 10 – Situace lokality H varianta B
- Příloha č. 11 – Situace lokality I
- Příloha č. 12 – Ekonomické zhodnocení