

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA  
V PRAZE  
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ  
KATEDRA VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ A  
ENVIROMENTÁLNÍHO MODELOVÁNÍ

VSAKOVÁNÍ DEŠŤOVÉ VODY V PRAZE 12  
DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Marcela Synáčková, CSc.

Zpracovatel: Bc. Arleta Urbanová

2023

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Arleta Urbanová

Regionální environmentální správa

Název práce

**Vsakování dešťových vod v Praze 12**

Název anglicky

**Rainwater infiltration in Prague 12**

---

### Cíle práce

Cílem práce je provést literární rešerši k problematice zadržení vody v krajině se zaměřením na vsakování. Na konkrétní lokalitě v Praze 12 navrhnout vsakovací zařízení.

### Metodika

Zásady pro zpracování:

1. Úvod
2. Cíle práce
3. Literární rešerše
4. Metodika
5. Popis lokality
6. Návrh vsakovacího zařízení
7. Orientační pořizovací náklady
8. Diskuze
9. Závěr
10. Použité zdroje
11. Přílohy

### Doporučený rozsah práce

60 stran textu + grafické přílohy

### Klíčová slova

vsakování, průlehy, permakultura, trvale udržitelný rozvoj

---

### Doporučené zdroje informací

CABLÍK, J. – JŮVA, K. *Protierozní ochrana půdy : Celost. vysokošk. učebnice : Určeno stud. vys. škol zeměd. a techn.* Praha: SZN, 1963.

HOLMGREN, D. *Permakultura : principy a cesty nad rámec trvalé udržitelnosti.* Svojanov: PermaLot, 2006. ISBN 80-239-8125-0.

JANEČEK, M. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. *Základy erodologie.* V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2008. ISBN 978-80-213-1842-7.

JANEČEK, M. – SLOVENSKO (ČESKOSLOVENSKO). MINISTERSTVO POLNOHOSPODÁRSTVA, – ČESKOSLOVENSKO. FEDERÁLNÍ MINISTERSTVO HOSPODÁŘSTVÍ. *Ochrana zemědělské půdy před erozí : Realizační výstup st. úkolu "Intenzifikace využití půdy na svazích protierozními opatřeními".* Praha: Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, 1992.

*Odvodnění : Voda v krajině.* Praha: MZe ČR, 1995.

*Protierozní ochrana. Nové technologie v ochraně půdy před vodní erozí : Voda v krajině.* Praha: MZe ČR, 1995.

*Závlahy : Voda v krajině.* Praha: MZe ČR, 1995.

---

### Předběžný termín obhajoby

2022/23 LS – FŽP

### Vedoucí práce

Ing. Marcela Synáčková, CSc.

### Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

---

Elektronicky schváleno dne 7. 2. 2022

**prof. Ing. Martin Hanel, Ph.D.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 10. 2. 2022

**prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.**

Děkan

V Praze dne 21. 03. 2023

---

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma vsakování dešťové vody v Praze 12 vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

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

Jsem si vědoma, že odevzdáním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby. Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou, a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne:

Podpis studenta:

## **Poděkování**

Veliké poděkování patří mé vedoucí práce paní Ing. Marcele Synáčkové, CSc., za odborné vedení při psaní této práce, za veškeré rady při konzultacích, za motivující přístup, také za možnost pracovat na mé diplomové práci pod jejím vedením. Dále bych ráda poděkovala své rodině a blízkým, kteří mě vždy podporovali v mém studiu a měli se mnou trpělivost.

## **Abstrakt**

Hospodaření s dešťovou vodou se v České republice stává stále více relevantním tématem, zejména v souvislosti s klimatickými změnami a snahou o udržitelné řešení vodohospodářských problémů. V České republice existuje mnoho míst, kde se s dešťovou vodou nakládá neúčinně, a to zejména v oblastech s velkou zastavěnou plochou. Dešťová voda pak způsobuje problémy v podobě lokálních záplav a znečištění povrchových vod, což má negativní dopad na životní prostředí a zdraví obyvatelstva. Současné kapacity stokových sítí a vodotečí nejsou dostatečné. Dešťová kanalizace mnohdy není zavedena, a tak je srážková voda často odváděna do jednotné kanalizační sítě a posléze do čistírny odpadních vod, aniž by byla využita k jiným účelům. Díky tomu dochází k zatížení čistíren odpadních vod velkým objemem relativně čisté vody. Opatření hospodaření s dešťovou vodou jsou klíčem k řešení tohoto problému. Pomáhají zadržovat srážkovou vodu již v místě jejího dopadu, odkud vsakem odteče do podzemních vod, což je ideální řešení jejího návratu do koloběhu vody. Případně jsou navržena retenční opatření, která nabízí možnost následného využití srážkové vody. Ať už na zalévání trávníků a zahrad, na čištění a údržbu v okolí domu, nebo napojením na užitkový vodovod na splachování či praní. Tato práce měla za cíl řešení vsaku dešťové vody v oblasti mezi bloky panelových domů v ulici Pavlíkova a Machuldova, v Praze 12 – sídliště Kamýk. V této práci jsou navrženy dvě varianty řešení. Varianta A, jakožto více reálná varianta díky jejímu důrazu na jednoduchost realizace a finanční dostupnost. A druhá – Varianta B, jakožto varianta, která si kladla za cíl navrhnout řešení, které by bylo nejlepší v souladu s přírodou. Významnější hodnotu má tedy v současnosti varianta A. V té bylo stěžejní navržení tří vsakovacích příkopů podél chodníku. Dva z nich byly spojeny propustkem (potrubím), které zamezí případnému přetížení příkopu a následnému odtoku na chodník. Tím by se vyřešil problém, který aktuálně nejvíce zasahuje do života obyvatel, a to hromadění dešťové vody na chodníku téměř při každém dešti. Dimenzování příkopů v této práci bylo provedeno dle zásad a výpočtů uvedených v normě ČSN 75 9010 a TVN 75 9011.

**Klíčová slova:** vsakování, vsakovací příkopy, permakultura, trvale udržitelný rozvoj

## **Abstract**

Rainwater management is becoming an increasingly relevant topic in the Czech Republic, especially in connection with climate change and efforts to find a sustainable solution to water management problems. In the Czech Republic, there are many places where rainwater is managed inefficiently, especially in areas with large built-up areas. Rainwater then causes problems in the form of local flooding and surface water pollution, which has a negative impact on the environment and the health of the population. The current capacities of sewer systems and watercourses are not sufficient. Rainwater drainage system is often not installed, so rainwater is often diverted to a unified sewerage system and then to a sewage treatment plant, without being used for another purposes. Thanks to this, wastewater treatment plants are overfilled with a large volume of relatively clean water. Stormwater management measures are key to solving this problem. They help retain rainwater at the point of fall, from where it drains into groundwater, which is the ideal solution for its return to the water cycle. Alternatively, retention measures are proposed, which offer the possibility of subsequent use of rainwater. Whether for watering lawns and gardens, for cleaning and maintenance around the house, or by connecting to a non-potable water supply for flushing or washing laundry. The aim of this work was to solve the infiltration of rainwater in the area between blocks of panel houses in Pavlíkova and Machuldova streets, in Prague 12 - Kamýk. In this work, two variants of the solution are proposed. Option A, as a more realistic option due to its emphasis on simplicity of implementation and financial availability. And the second – Option B, as an option that aimed to propose a solution that would be the best in harmony with nature. Therefore, option A has a more significant value at the moment. In that one, the design of three infiltration trenches along the sidewalk was pivotal. Two of them were connected by a culvert (pipe), which will prevent possible overloading of the ditch and subsequent drainage onto the sidewalk. This would solve the problem that currently affects the lives of residents the most, namely the accumulation of rainwater on the pavement almost every time it rains. Dimensioning of trenches in this work was carried out according to the principles and calculations specified in the ČSN 75 9010 and TVN 75 9011 standards.

**Keywords:** seepage, infiltration trenches, permaculture, sustainable development

## Obsah

1.	Úvod.....	1
2.	Cíle.....	2
3.	Literární rešerše.....	3
3.1	Historie městského odvodnění.....	3
3.2	Legislativní předpisy dešťových vod.....	4
3.3	Problematika zadržování vody v urbanizované krajině.....	6
3.4	Volba způsobu odvodnění.....	7
3.5	Obecná opatření pro udržitelné hospodaření s dešťovou vodou.....	9
4.	Metodika.....	21
4.1	Popis zájmového území.....	21
4.2	Distribuce srážek v zájmovém území.....	36
5.	Varianty řešení.....	37
5.1	Varianta A.....	37
5.1.1	Návrh Varianty A.....	37
5.2	Varianta B.....	45
5.2.1	Typy opatření Varianty B.....	45
5.2.3	Vizualizace opatření Varianty B.....	50
5.3	Výsledky – shrnutí návrhů.....	51
6.	Diskuse.....	52
7.	Závěr a přínos práce.....	54
8.	Přehled literatury a použitých zdrojů.....	55
9.	Přílohy.....	59



# 1. Úvod

Součástí koloběhu vody je voda, která se nevypaří do ovzduší a pokračuje dále do vodních toků a podzemních vod. Velký vliv na rychlosti odtoku vody, která dopadla na naši krajinu, má zejména členitost terénu, charakter horninového prostředí, využívání půdy v dané lokalitě či teplotní rozdíly během roku.

Odtok dešťové vody po povrchu je hlavní příčinou znečištění vody v městských oblastech. Přenáší odpadky, bakterie, těžké kovy a další znečišťující látky dešťovými kanalizacemi do místních vodních toků. Silné deště mohou způsobit záplavy, které poškodí majetek a infrastrukturu. Historicky komunity využívaly šedou infrastrukturu – systémy okapů, potrubí a tunelů – k přesunu dešťové vody pryč z místa, kde žijeme, do čističek nebo přímo do místních vodních útvarů. Šedá infrastruktura v mnoha oblastech stárne a její stávající schopnost zvládat velké objemy dešťové vody se v oblastech po celé zemi snižuje. Mnoho komunit tak instaluje opatření hospodaření s dešťovou vodou, aby posílily schopnost území zachycení a následnému využití srážkové vody, či vsaku vody do podloží a následně do podzemních vod, při snaze docílit co nejmenšího odtoku vody po povrchu. Komunity se tak stávají odolnějšími a dosahují environmentálních, sociálních a ekonomických výhod.

Definice opatření hospodaření s dešťovou vodou by mohla znít takto: *rozsah opatření, která využívají rostlinné nebo půdní systémy, propustné chodníky nebo jiné propustné povrchy nebo substráty, sběr dešťové vody a opětovné použití nebo terénní úpravy k ukládání, infiltraci, popř. evapotranspirování dešťové vody, snižování průtoků do kanalizačních systémů nebo do vod povrchových.*

Prvky opatření hospodaření s dešťovou vodou mohou být vetkány do prostředí v mnoha podobách. Příklady v městském měřítku mohou zahrnovat dešťový sud opřený o dům, řadu stromů podél hlavní městské ulice, zelené střechy či fasády. Opatření v měřítku předměstí či sídlišť by mohla zahrnovat například akry otevřeného parkového prostoru, výsadbu dešťových zahrad, vsakovacích příkopů nebo výstavbu mokřadu v blízkosti obytného komplexu. Čím více jsou prvky opatření instalovány, tím více mohou poskytnout čistší vzduch a vodu, a také významnou hodnotu pro komunitu s protipovodňovou ochranou, rozmanitým stanovištěm a krásnými zelenými plochami.

## 2. Cíle

Hlavním cílem této práce je provést revitalizaci území a naleznout vhodná vzorová řešení pro hospodaření s dešťovou vodou v sídlišti Kamýk. Zároveň tím zlepšit hydrologické vlastnosti v tomto urbanizovaném prostředí. Zájmové území bylo vymezeno na prostor mezi dvěma bloky panelových domů v ulicích Pavlíkova a Machuldova.

Dílčí cíle:

- charakteristika zájmového území,
- popis místních podmínek,
- návrh spektra opatření hospodaření s dešťovou vodou.

### 3. Literární rešerše

#### 3.1 Historie městského odvodnění

Historie městského odvodnění sahá až do starověku, konkrétně do počátků římské říše. Přibližně v roce 2500 př.n.l. byla zabudována první kanalizace. Za první poměrně dokonalou kanalizační síť považujeme římský systém Cloaca Maxima ze 7. století před naším letopočtem. K akumulaci dešťové vody se budovaly tzv. cisterny, kde nashromážděná voda posléze sloužila k dalšímu využití pro potřeby tehdejší společnosti. Do 19. století, kdy se v Benátkách zavedlo centrální zásobování pitnou vodou, disponovalo toto město přibližně 4 500 cisternami. Před zavedením centrálního systému sloužila k zásobování pitnou vodou třetina těchto cisteren.

V některých oblastech se cisterny tohoto typu používají i v současnosti. Jsou to oblasti, které se vyznačují extrémně nepravidelnými srážkami a také nízkou hustotou obyvatelstva. Používají je například Berberci v Tunisku (Hlavínek, 2007; Krejčí, 2002).

Na rozdíl od starověku, kdy byly splašky většinou vypouštěny rovnou na ulici, zahradu či na dvůr, v novověku byl postupně kladen větší důraz na hygienické zásady a zdraví člověka. V 18. a 19. století řádily po celém světě různé epidemie. Britský lékař a průkopník zavádění anestezie a hygieny John Snow zmapoval v roce 1854 původ šíření nemoci cholera. Prokázal, že nemoc se šířila v důsledku kontaminace pitné vody, což bylo zapříčiněno vyplavováním otevřených stok srážkovými vodami. Díky tomu města začala investovat do vylepšování kanalizačních systémů. Postupně se tak kvalitní městské odvodnění stalo hlavní součástí občanské vybavenosti (GreenBlue urban, 2017).

V České republice je historie městského odvodnění podobná jako ve světě. Ve 14. století se začaly zakládat prostory na ukládání a ošetřování chlévského hnoje, tzv. hnojiště. Také se začali zakládat žumpy a byl vydán zákaz vypouštění jakýchkoliv splašků na ulici. Na začátku 19. století došlo v Praze k rozmachu výstavby kanalizace. O tento rozmach se zasloužil nejvyšší purkrabí Království českého Karel Chotek. V roce 1906 byla dokončena stavba nové stokové sítě a čistírny odpadních vod v pražské

Bubenčí. Tento jedinečný projekt vypracoval pro Prahu britský inženýr William H. Lindley a zahrnoval jak historickou část Prahy, tak její předměstí (Hlavínek, 2007; Jásek, 2006; Krejčí, 2007).

### **3.2 Legislativní předpisy dešťových vod**

Nakládáním s dešťovými vodami se musí zabírat každý, kdo začíná řešit nový stavební záměr. Každý nový záměr znamená zásah do přirozeného stavu prostředí a jeden z prvních bodů při jeho návrhu je otázka co dělat s dešťovou vodou, jelikož pozemek, na kterém se voda přirozeně vsakovala zaměníme za zpevněné komunikace a střechy (Stránský et al., 2008a).

Česká republika je v porovnání s jinými evropskými zeměmi zatím méně rozvinutá v oblasti hospodaření s dešťovými vodami. Důvodem je především nedostatečná znalost a povědomí veřejnosti o této problematice a pravděpodobně také nízká cena pitné vody. Hospodaření s dešťovými vodami není tématem příliš probíraném veřejností. Příkladem zemí, kde mají hospodaření s vodou nejlépe vyřešené je například Švýcarsko, Rakousko či Německo. Tyto země mají legislativu ohledně hospodaření s dešťovými vodami velice dobře zpracovanou a pevně ukotvenou. Základním dokumentem v České republice, který upravuje plánování v oblasti vod je PHP – plán hlavních povodí. PHP je strategickým dokumentem vodohospodářské politiky a představuje dlouhodobou koncepci v oblasti vod pro období do roku 2027. Byl zpracován Ministerstvem zemědělství v roce 2007 (Stránský et al., 2008a; Heisigová et al., 2004).

Principy nakládání s dešťovými vodami v České republice jsou v současnosti ukotveny v zákoně č. 254/2001 Sb. o vodách a změně některých zákonů a v prováděcí Vyhlášky stavebního zákona č. 501/2006 Sb. o obecných požadavcích na využívání území. Dále potom Vyhláška č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby (Stránský et al., 2019).

V rámci snahy o lepší hospodaření s dešťovou vodou v České republice vznikla v roce 2019 Studie hospodaření se srážkovými vodami v urbanizovaných územích. Zpracování tohoto strategického materiálu vychází z požadavků Národního akčního plánu adaptace na změnu klimatu, který byl schválen usnesením vlády č. 34 ze dne 16. ledna 2017 a je implementačním dokumentem Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR z roku 2015. Cílem této studie bylo vytvořit rámec, který umožní zlepšení vodního režimu urbanizovaných území za účelem jejich adaptace na změnu klimatu a zvýšení kvality života v nich (Stránský et al., 2019).

V rámci této studie bylo identifikováno šest hlavních strategických cílů (Stránský et al., 2019):

- 1) dosažení přirozené vodní bilance;
- 2) ochrana urbanizovaného území před zaplavením v důsledku přívalových srážek;
- 3) ochrana povrchových a podzemních vod;
- 4) snížení spotřeby pitné vody užíváním srážkové vody;
- 5) zlepšení mikroklimatu ve městech;
- 6) podpora využití vody pro zajištění estetických, rekreačních a dalších služeb v urbanizovaných územích.

Norma, která v České republice řeší problematiku hospodaření se srážkovými vodami komplexně, je TNV 75 9011. Tato norma navazuje a doplňuje ČSN 75 9010 – „Vsakovací zařízení srážkových vod“. Zatímco norma ČSN se zabývá pouze vsakováním srážkových povrchových vod jako jedním ze způsobů hospodaření se srážkovými vodami, norma TNV řeší problematiku hospodaření se srážkovými vodami v celém rozsahu. Předmětná norma TNV obsahuje návod ke správné volbě příjemce srážkových vod a ke správnému technickému řešení. Také obsahuje problematiku znečištění dešťových vod, kdy je nezbytné důsledně oddělovat nakládání s mírně znečištěnými a silně znečištěnými dešťovými 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. Norma také

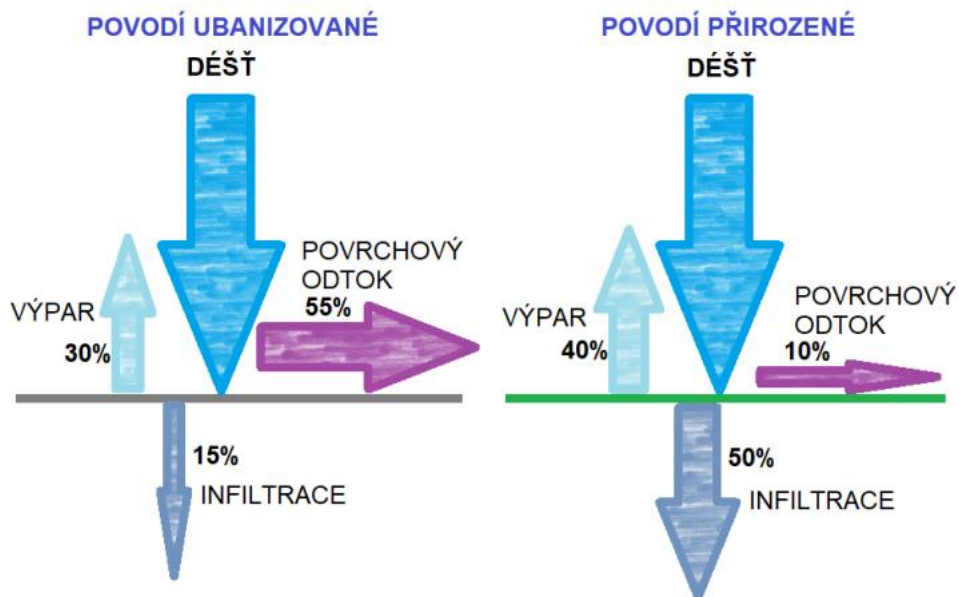
popisuje decentrální objekty používané k hospodaření se srážkovými vodami, stanovuje výpočetní postupy pro jejich dimenzování a předkládá základní informace k jejich údržbě a provozu.

V této normě jsou uvedena také opatření pro snížení množství (případně prevenci vzniku) srážkového odtoku (TNV 75 9011).

V České republice také existuje technická norma ČSN EN 16941-1. Tato česká verze evropské normy EN 16941-1:2018 upravuje zařízení pro využití nepitné vody na místě a má účinnost od ledna 2019. Zatím je ale platná pouze její první část – Zařízení pro využití srážkových vod.

### 3.3 Problematika zadržování vody v urbanizované krajině

Roční úhrn srážek se v posledních dekáдах pohybuje víceméně na stejné úrovni. Co se ale zásadně mění, je jejich intenzita a charakter. Srážky jsou čím dál častěji příčinou extrémních hydrologických jevů, jako jsou období sucha a povodně. Je žádoucí, aby naše krajina byla schopna zadržet vodu.



Obr. 1: Porovnání odtoku dešťových srážek v urbanizovaném a přirozeném prostředí (Dufek, 2017)

V přírodním prostředí se srážky spadlé na zemský povrch většinou vsáknou do půdy a následně se dostanou do podzemních vod, pouze přibližně 10% dešťové vody odteče po povrchu. V urbanizovaném prostředí ale převažuje nepropustný povrch, tudíž většina spadlých srážek odtéká povrchovým odtokem pryč, většinou do kanalizace. Povrchový odtok je také problém v případě, že v krajině způsobuje erozi půdy (Dufek, 2017a; Dufek, 2017b).

Se stále větším počtem obyvatel ve městech, a s tím spojené rozšiřování urbanizované krajiny, je problematika odtoku v urbanizovaném území stále aktuálnější. Výstavba nepřirozeného terénního pokrytí, jako například budov, průmyslové areály, dopravní cesty či volnočasové aktivity vede k nedostatečným možnostem přirozeného vsaku dešťové vody. Lokální hydrologický cyklus je tímto vážně narušen. Výsledek je často vznik lokálních záplav a povodní kvůli nedostatečné kapacitě stokových systémů a vodotečí. Kromě negativního vlivu na vodní bilanci je nyní také často probíraná problematika znečištění vodotečí přítokem dešťových vod, které narušují jejich ekologickou kvalitu (Dufek, 2017b).

To vše má za výsledek ekologické škody, jako jsou například povodně, přívalové deště, pokles hladiny podzemní vody, lokální vysychání půdy, narušení mikroklimatu či ohrožení citlivých ekosystémů. Pro zajištění správného vsakování dešťové vody a udržení ekologické stability v urbanizovaném území je zapotřebí budovat umělou regulaci cirkulace vody a využívat dostupných inovací v této oblasti.

### **3.4 Volba způsobu odvodnění**

Při volbě způsobu odvodnění hrají roli priority, dle kterých se nejprve rozhodne o typu prostředí, do kterého jsou srážkové vody odváděny neboli příjemci srážkových vod. Příjemci srážkových vod jsou například ovzduší, horninové a půdní prostředí, kanalizace nebo povrchové vodoteče (TNV 75 9011, 2013).

Priority voleb způsobu odvodnění dle TVN 75 9011, odst. 4.1.5:

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

V rámci udržení co nejzdravějšího mikroklimatu dané urbanizované lokality by měla být snaha na stavebním pozemku podporovat výpar srážkové vody do ovzduší v místě jejího dopadu. Je žádoucí, aby nejméně 30 % z celkové zastavěné plochy bylo upraveno tak, aby se srážková voda mohla odpařit do ovzduší v místě dopadu (evaporace) nebo prostřednictvím rostlinstva (transpirace) (TNV 75 9011, 2013; Vyhláška 501/2006 Sb.).

Při volbě způsobu odvodnění na pozemcích je zapotřebí, aby byla volba volena v souladu s územním plánem dané obce. Dále je nutné, aby návrh opatření hospodaření s dešťovou vodou byl volen vhodně vzhledem k možnému omezení z hlediska prostoru. Například v místě, kde je území silně zastavěno nebude s největší pravděpodobností možné vybudovat plochu zeleně.

Dle normy TVN 75 9011 musí být u každého záměru zohledněna lokální proveditelnost a přípustnost.

Technická proveditelnost dle TVN 75 9011 je zhodnocena u:

- vsakování – geologickým průzkumem;
- odvádění do povrchových vod – terénním průzkumem podmínek pro odvádění srážkových vod do vod povrchových;



- odvádění do jednotné kanalizace – zhodnocení podmínek pro odvádění srážkových vod do jednotné kanalizace, které posoudí dostupnost jednotlivých stok.

Přípustnost dle TVN 75 9011:

- vsakování – dle ČSN 75 9010 srážkové vody klasifikovány v závislosti na typu plochy z hlediska znečištění na: *srážkové povrchové vody pro vsakování přípustné, podmíněně přípustné* a *vody z potenciálně výrazněji znečištěných ploch*, tj. srážkové vody potenciálně vysoce znečištěné;
- odvádění do povrchových vod – závisí na *míře a druhu jejich znečištění*, na *požadované míře ochrany povrchových vod* (např. citlivé oblasti, rybné vody, vodárenské účely), na *ohrožení vodních toků hydrobiologickým stresem, způsobeným nárazovým přítokem srážkových vod* (dle ČSN EN 752);
- odvádění do jednotné kanalizace – nesmí být překročeny hodnoty ukazatelů znečištění stanované v kanalizačním řádu pro odpadní vody.

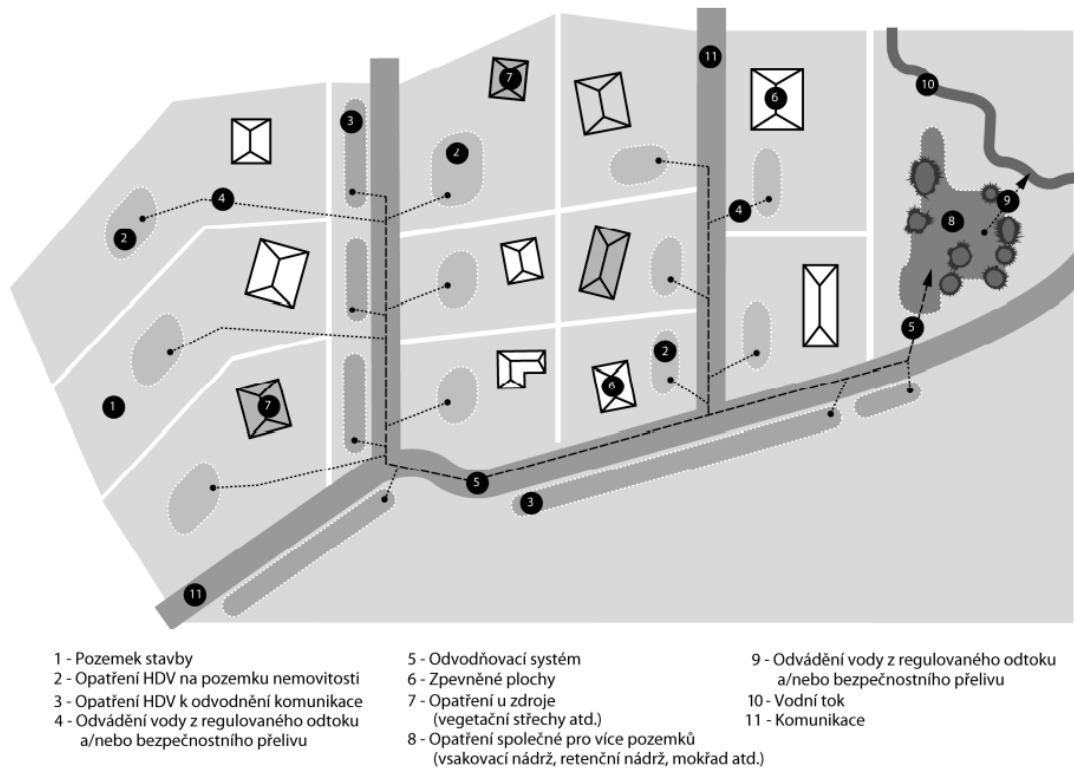
V závěru se zvolí vhodné technické řešení (TVN 75 9011, 2013).

### **3.5 Obecná opatření pro udržitelné hospodaření s dešťovou vodou**

Základním principem pro udržitelné hospodaření s dešťovou vodou v urbanizovaných oblastech je co nejvíce napodobit přirozený odtok území, který byl v místě ještě, než prošlo urbanizací. Kýžený výsledek je takový, který nakládá se srážkami v místě jejich dopadu pomocí vsakování, výparu nebo pomalým odtokem, a tím je vrací zpět do přirozeného koloběhu vody. V dnešní době se našťastí společnost touto problematikou hojně zabývá a snaží se dešťovou vodu co nejvíce zadržet, zpomalit, nebo využít v místě jejího dopadu (Sýkorová et al., 2021).

Typy opatření hospodaření s dešťovými vodami dle normy TVN 75 9011 (2013): Při regulovaném odvádění srážkových vod do povrchových vod je možné opatření hospodaření s dešťovými vodami řetězit v následujícím pořadí:

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



Obr. 2: Řetězení opatření hospodaření s dešťovými vodami dle technické normy TVN 75 9011 (2013)

### Zelené střechy

Zelená (vegetační) střecha je vrstva vegetace vysázená přes hydroizolační systém, který se instaluje na plochou nebo mírně šikmou střechu. Zelené střechy jsou také známé jako

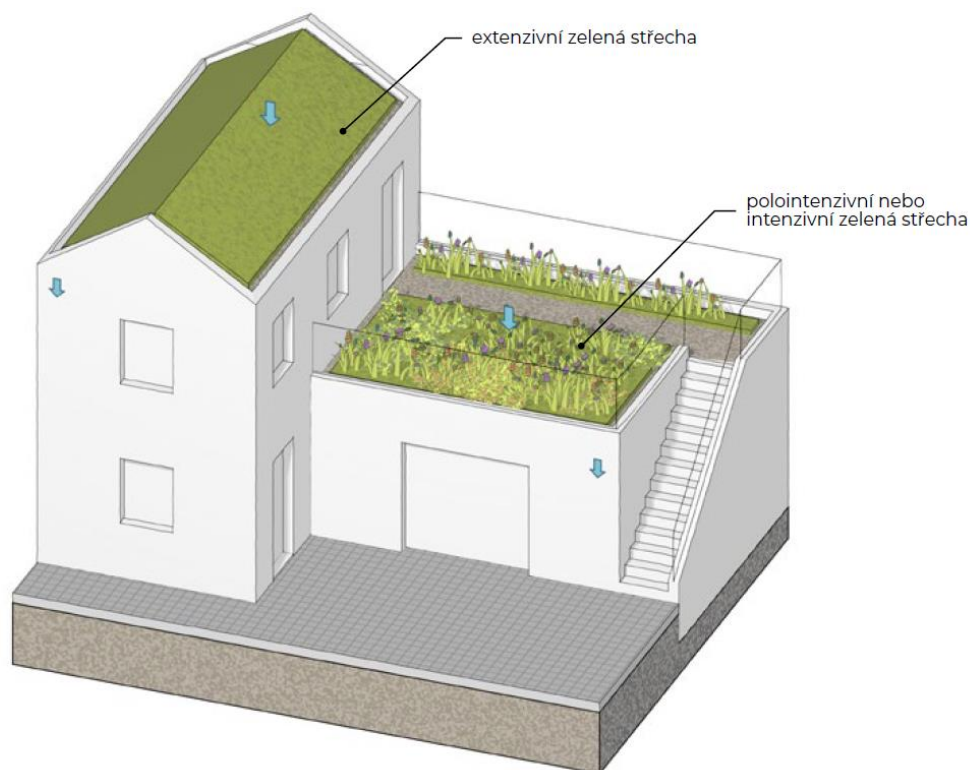
vegetativní nebo ekologické střechy. Spadají do tří hlavních kategorií – extenzivní, intenzivní a polointenzivní. Ačkoli neexistují jejich přesné definice, extenzivní zelená střecha má mělké pěstební médium – obvykle méně než 15 cm – s mírným zatížením střechy, omezenou rozmanitostí rostlin, minimálními nároky na zálivku a často není přístupná. Intenzivní zelené střechy mají více půdy a hlubší pěstební médium – někdy několik stop – které může podporovat rozmanitější výběr rostlin, včetně malých stromů. Mají tedy větší strukturální zatížení a vyžadují častější údržbu a zalévání. Obvykle jsou přístupné. Polointenzivní zelené střechy zahrnují vlastnosti obou typů. Vhodná hloubka každé zelené střechy závisí na střešní konstrukci, vybraných rostlinách, ročních srážkách a požadavcích na výkon dešťové vody.

Všechny tři typy střech vyžadují specifické vrstvy střešních materiálů, které se na běžných střechách nevyskytují. Základní anatomie zelené střechy se skládá z vegetace, pěstebního substrátu, filtrační membrány, drenážní vrstvy, hydroizolační/kořenové odpuzující vrstvy, střešní membrány pro výsadbu výše, tepelné izolace, parotěsné vrstvy a konstrukční podpory střechy. Každá z těchto vrstev plní specifickou funkci, aby udržela rostliny naživu a chránila strukturu pod nimi. Pěstební médium není stejný materiál jako pro pokojovou rostlinu nebo zahradu.

Tradiční půda je těžká a utěsněná po opakovaných deštích, což snižuje zadržování vody a provzdušňování kořenů rostlin. Pěstební médium pro zelené střechy je složeno z minerálních agregátů a pouze malého množství organického materiálu. Mělo by mít dobrou konzistentní drenáž a provzdušňování se strukturou, která mu umožňuje zadržovat vodu. Měl by být také lehký, odolný proti rozkladu a stlačení a fyzikálně a chemicky stabilní.

Některé zelené střechy jsou instalovány v jedné velké integrované sekci, zatímco modulární zelené střechy využívají malé přenosné výsadbové záhony umístěné společně k vytvoření větší zelené střechy. Modulární jednotky jsou často plastové nebo kovové misky naplněné pěstebním médiem. Modulární zelené střechy lze instalovat postupně a lze je snadno demontovat za účelem údržby a kontroly střešních vrstev pod nimi.

Modulární sekce lze navíc často pěstovat ve skleníku a být „připravené k výsadbě“ na zelené střeše. Vzhledem k tomu, že rostliny jsou již založeny, existuje méně problémů s náhradními rostlinami, které nezakořeňují nebo neprospívají. Jednou nevýhodou však je, že vlhkost nemůže proudit mezi jednotkami, což zvyšuje dopady mokrých a suchých období na rostliny (Green roof organization, 2008; Sýkorová 2021; Thompson a Sorvig, 2000).



Obr. 3: Schématické zobrazení extenzivní, polointenzivní a intenzivní zelené střechy (Sýkorová et al., 2021)



Obr. 4: Intenzivní zelená střecha, polyfunkční dům DRN, Praha (Sýkorová et al., 2021)

### Zelené zdi

Zelená zeď s jiným názvem vertikální zahrada je termín používaný pro označení všech forem vegetačních povrchů stěn. Zelené stěny jsou nejen okázale krásné, ale také pomáhají oživit atmosféru. Zelené stěny dokážou absorbovat ohřátý plyn ve vzduchu, snížit vnitřní i venkovní teplotu, zajistit zdravější kvalitu vnitřního vzduchu a také krásnější prostor (Yeh, 2012; Green roof organization, 2008). Zadržují nebo zpomalují dešťovou vodu a poskytují potravu a úkryt pro divokou zvěř (Thompson a Sorvig, 2000).

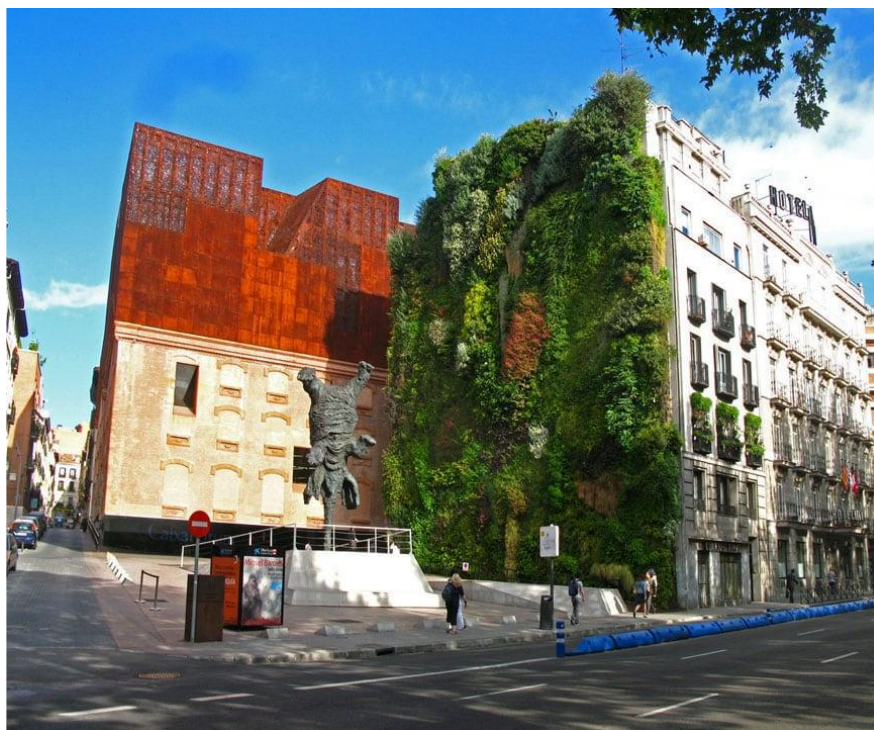
Některé rostliny jsou schopny růst na stěnách tak, že se zakoření v samotné hmotě stěny. Typické jsou pro ně drobné bylinné druhy, jako je například zvěšinec zední a rostliny jako mechy, lišejníky a trávy. Jiné druhy jsou přirozeně přizpůsobeny k lezení nahoru i přes překážky, jako jsou skalní stěny, stromy a keře. Aby mohly úspěšně růst na zdech a budovách, je obvykle nezbytný určitý druh podpůrné konstrukce jako například treláž či pergola (Johnson a Newton, 2004).

Zelené stěny se mohou rozlišit mezi dvě hlavní kategorie: zelené fasády a živé stěny. Zelená fasáda je tvořena popínavými rostlinami a její rostoucí médium se nalézá na zemi. Rostliny tak rostou vertikálně směrem nahoru. Je to nejstarší forma systému vertikálního ozelenění a zároveň také nejlevnější. Zelená fasáda není náročná na údržbu, neboť popínavé rostliny jsou na rychlý růst směrem vzhůru za pomoci opory uzpůsobeny. Díky tomu jsou poměrně rozšířené, protože je zvládne vypěstovat i laik. Nicméně tato forma s sebou přináší i negativa, a to například v podobě zamezení přímého přístupu ke zdi. Tím znemožňuje jakékoli stavební práce na povrchu budovy.

Další nevýhodou je, že pokud jedna rostlina uhynie, nebo je poničena, musí se celý systém obnovit. Jak již bylo zmíněno, systém výhonků u pnoucích rostlin prorůstá po stěně budovy, zatímco je zakořeněn v zemi. To je hlavní rozdíl mezi zelenými fasádami a živými stěnami. Živé stěny totiž nepotřebují kontakt s půdou v zemi, tudíž je více možností, kde je realizovat. V tom tkví jejich hlavní výhoda, protože mohou být

aplikovány i v silně urbanizovaných územích, kde není dostatek místa na jiná opatření – např. historická centra, kde není dostatek místa na vysázení stromů. Poskytují stín a přispívají k regulaci teploty budovy prostřednictvím jejich schopností evapotranspirace.

Mohou být tvořeny například modulárními panely, které se skládají z polypropylenových plastových nádob, geotextilií, zavlažovacích systémů, pěstebního média a vegetace (Safikhani et al., 2014; Virtudes & Manso, 2016; Green roof organization 2008; Sharp R. 2007).



*Obr. 5: Živá stěna s polopropustnou geotextilií na stěně muzea umění Caixa Forum v Madridu (Sýkorová et al., 2021)*

### *Propustné a polopropustné povrchy*

Městská prostředí jsou většinou pokryta zpevněnými povrchy, jako je asfalt, beton či dlážděné plochy. Z těchto ploch pak dešťová voda odtéká do kanalizačních sítí. Kapacita těchto sítí je při přívalových deštích často nedostatečná a nadbytečná voda pak nemá kam odtéct, takže se shlukuje na komunikacích, parkovištích. Tato voda je také

často velice znečištěná například okolním vzduchovým znečištěním, bakteriemi z odpadků, odpadky samotné, listy atd. Aplikace propustných nebo polopropustných povrchů se ukázala jako funkční, částečné řešení tohoto problému. Aplikují se tedy povrchy, které jsou charakteristické vysokou pórovitostí a propustností. Běžně se používají zámkové betonové dlaždice, propustný beton a propustný asfalt. Často se také používají prefabrikované dlaždice mezi jejichž spáry potom voda prosakuje. Pokládá se na propustný povrch, například na hutněný štěrk. Tato klasická prefabrikovaná dlažba má však menší možnosti vsakování než nepravidelné kamenné kostky. Pomoci může například rozšířit spáry mezi jednotlivými dlaždicemi a vyplnit je štěrkem nebo zatravnit (Khandare et al., 2020; Özyavuz, 2017; Sýkorová 2021).

Existuje poměrně hodně nových moderních materiálů, které se dají tímto způsobem využít. Příkladem může být třeba vodopropustný beton nebo dlaždice z vodopropustného betonu, kudy voda může protéct skrz spáry, ale také přes celou dlaždici. Propustnost tohoto materiálu je až 95 %. Dalšími alternativami mohou být lité povrchy. Používají se často na dětských či hracích hřištích a velice často se jedná o recyklované materiály, například recyklovaná guma nebo materiál EPDM. Například výrobek Filterpave je vyroben z recyklovaného skla. V případě výrobku Terraway se používá štěrk a písek, vzhledově připomíná mlat (Sýkorová, 2021).

### Dešťové záhony

Poprvé se pojmy dešťový záhon, dešťová zahrada či bioklimatická zahrada objevil ve Spojených státech amerických (v originále *rainbed*, *rain garden*, *bioclimatic garden*) a dále se tato novinka dostala do Evropy a do světa. Kombinuje estetické vlastnosti okrasných rostlin a vsakování srážkové vody. Jsou jednou z mnoha praktik navržených ke zvýšení zpětného vstřebávání dešťového odtoku půdou. Mohou být také použity k úpravě znečištěného odtoku dešťové vody. Dešťové zahrady jsou navrženy jako krajinná místa, která snižují průtok, celkové množství a zátěž znečišťujících látek stékajících z nepropustných městských oblastí, jako jsou střechy, příjezdové cesty, chodníky, parkoviště a zhutněné trávnickové plochy. V zahraničí existuje mnoho manuálů, podle kterých si mohou lidé realizovat dešťové zahrady na svých pozemcích.

Někdy jej lze chápat jako vsakovací průleh nebo rýhu, většinou s okrasnými rostlinami (Bannerman & Considine, 2003; Sýkorová et al., 2021).



Obr. 6: Projekt Grey to Green, čerstvě založené záhony, Sheffield, Velká Británie (Sýkorová et al., 2021)

### Vsakovací příkopy

Vsakovací příkopy, nebo také průlehy, rýhy či „svejly“ (z anglického *swale*) jsou široké lineární vegetační kanály, realizované podél vrstevnice, které zachytávají a odvádějí dešťovou vodu a snižují tak rychlost a objem odtoku a zlepšují její kvalitu. V souvislosti s kontrolami dešťové vody jsou účelným opatřením hospodaření s dešťovou vodou. Jak dešťová voda proudí podél těchto kanálů, vegetace ji zpomaluje, což umožňuje sedimentaci, filtraci půdy a/nebo infiltraci do podložních půd. Rozdělení vsakovacích příkopů se v různých zdrojích a odborných publikacích liší. Můžeme je rozdělit například takto: *zatravněný příkop*, *suchý příkop*, *biopříkop* a *mokrý příkop* (Office of water, 2021).

**Zatravněné příkopy** se realizují obecně v menších odvodňovacích oblastech. Hodí se obvykle pro plošší svahy a nevyžadují předchozí úpravu. Ze všech druhů jsou zatravněné kanály nejlevnějším opatřením, dále vyžadují nejméně inženýrské práce, ale



také poskytují nejméně spolehlivé odstranění znečišťujících látek. Návrháři efektivně využívají zatravněné kanály jako předúpravu pro jiné strukturální postupy dešťové vody.

**Suché příkopy** bývají větší než zatravněné kanály a jsou designově podobné bioretenčním opatřením jako například dešťovým zahradám. Pokud přirozená půda nemá dostatečně vysokou míru infiltrace, použije se umělé půdní lůžko. Při použití umělého půdního lůžka nahradí původní půdu například písek nebo zeminy splňující minimální požadavky na propustnost. Požadavky na rychlost odvodnění se regionálně liší, avšak požadovaná doba odvodnění bývá 24 až 48 hodin. Někdy se pod půdním ložem realizuje systém spodního odvodnění, který se skládá z perforované trubky obklopené šterkovou vrstvou. Poté, co půdní vrstvou projde dešťová voda, odteče do systému spodního odvodnění a poté skrz perforovanou trubku projde dále do dešťové kanalizace nebo do vodotečí.

**Biopříkopy** jsou variantou suchých kanálů, vhodných pro menší odvodňovací oblasti. Jsou obvykle realizovány v urbanizovaných oblastech. Nepotřebují předběžnou úpravu a jsou, stejně jako suché kanály, podobné dešťovým zahradám – obsahují vyšší míru vegetace. Infiltrují a odvádějí dešťovou vodu, zatímco působí esteticky příjemně.

**Mokrý/vlhký příkop** protínají podzemní vodu, tudíž konstrukčně zahrnují mělkou stojací vodu, která se v místě vyskytuje trvale a mokřadní vegetaci k zajištění čištění spadlé dešťové vody. Mokrý kanály nejsou běžné v obytných nebo komerčních prostředích, protože okolo stojaté vody se vyskytuje vyšší množství komárů (Office of water, 2021).

#### Vsakovací, retenční a akumulární objekty

Za vsakovací retenční nádrž se dá považovat objekt, který je objemný (má velkou kapacitu), a do kterého je možno svést dešťovou vodu z více objektů, jejich střech, nebo například z celé ulice. Tato opatření hospodaření s dešťovou vodou jsou především technického charakteru, ale bývají navrženy co nejvíce přírodě blízké (nádrže

přirozených tvarů, pozvolných sklonů břehů, koryta otevřená, mělká, morfologicky členěná). Díky uplatnění přírodních procesů prospívá toto opatření více dané lokalitě, pomáhá růstu mokřadních a vodních rostlin a vodních živočichů a celkově podporuje biodiverzitu a zlepšuje mikroklima. Další výhodou je například podpora evapotranspirace rostlin a zadržení spadlé dešťové vody přímo v místě dopadu. Často jsou také tato opatření vyráběna z recyklovaného materiálu, většinou z plastu. Na dnešním stavebním a developerském trhu je momentálně v nabídce mnoho druhů těchto objektů. Mohou být rozděleny na ty, které dešťovou vodu akumulují a umožňují tak obyvatelům její pozdější použití a ty, které slouží pouze pro vsakování dešťové vody do zemního prostředí, jako jsou například vsakovací bloky.

Bloky je potřeba obsypat šterkem (nejlépe frakce 8/16 mm). Nad blok a pod něj stačí 10 cm tlustá vrstva šterku. Po obvodu je potřeba alespoň 20 cm. Vsakovací objekty se většinou obalují do geotextilie (včetně dna) a bývají vyrobeny z plastu. Čím propustnější podloží, tím více vrstev bloků se na sebe můžeme nainstalovat.

Co se týče retenčních akumulčních nádrží ty mohou být nadzemní i podzemní, avšak častěji jsou instalovány do podzemí. Jsou určeny k akumulaci dešťové vody pro její pozdější použití. Zachycená dešťová voda může být použita například pro zálivku, kropení nebo na mytí a splachování místo pitné vody.

Tyto objekty jsou samozřejmě vodotěsné, odolné a nepodléhají korozi. Retenční objekty by se měli instalovat tak, aby jejich plocha byla menší než 10% rozlohy odvodňované plochy. Jejich hloubka se obvykle pohybuje od 0,3 m do 2 m. Aby se zamezilo vodní korozi, měl by být přítok nejlépe rovnoměrný po celé délce okraje nádrže. Díky dotaci Dešťovka (součást programu Nová zelená úsporám) od Evropské unie, je možné získat 50% ceny dešťové nádrže, a to do 105 000 Kč. Levnější alternativou retenční dešťové nádrže může být například barel umístěný pod okap. Barel o objemu 300 l stojí kolem 1000 Kč. Dobře navržený systém na využívání dešťové vody může ušetřit až polovinu spotřeby v domácnosti (Sýkorová, 2021; Hydroplast, 2020).



Obr. 7: Příklad dešťové retenční nádrže (Hydroplast, 2020)

### Hügelkultur – vyvýšený záhon

Hugelkultur (z německého *hugel* - kopec; *kultur* - kultura) se v rámci permakulturní metody liší. Jedná se o metodu budování zahradních a krajinných záhonů pomocí dřevěného materiálu, zahradního odpadu a zeminy uspořádané do dlouhých tunelovitých kopců. Systém přijímá krátkodobou trvalkovou produkci s využitím tlejícího dřeva, které se časem rozloží (Chalker-Scott, 2017; Laffoon, 2016; Spirko, 2015).

Všeobecně se má za to, že tato permakulturní technika, kterou dnes permakultuřistí velmi často propagují, byla původně tradicí z východní Evropy, avšak za otce kultury Hugelkulture / mohylové kultury je považován rakouský permakultuřista Sepp Holzer. Tato tradice byla v Evropě běžná po mnoha let, ale pro mnoho jiných zemí je novým objevem (Clore, 2015; Palmer, 2013).

Holzer popsal tuto praxi jako vyvýšené záhony vytvořené tak, aby napodobovaly koloběh živin v přírodě prostřednictvím rozkladu dřeva a vysoké kapacity zadržování vody (WHC), organických materiálů, doprovázené zlepšenou strukturou, odvodněním a prostorovou efektivitou. Jednoduše řečeno využívá rozklad hromady dřevité suti nebo jiné drti pod vrstvou půdy. V této metodě jsou vyvýšené záhony konstruovány

z biologicky odbouratelných materiálů, takže napodobují přirozený proces. Rozložitelné materiály se používají k dodávání živin zpět do půdy prostřednictvím procesu přirozeného rozkladu (Shebitz et al., 2017). Tento proces podporuje přirozený a udržitelný příjem živin (uvolňovaných během rozkladu) rostlinami. Vhodnými dřevinami pro hügelkultur jsou především olše, jabloně, topol, vrba či bříza. Naopak nevhodný je akát, třešeň, sekvoj nebo ořešák. Akát velmi pomalu hnije, ořešák černý a třešeň mohou být toxické pro zvířata a kompost ze sekvoje může zabránit klíčení (Adams et al., 2013; Laffoon, 2016).

Při realizaci těchto vyvýšených záhonů je nutné dbát na několik aspektů, které ovlivňují umístění či druh hügelkultur. Například situování záhonu směr sever-jih má lepší podmínky pro výsadbu zeleniny, jelikož sluneční svit tak působí na záhon rovnoměrně po celý den. Je zapotřebí si také zjistit hydrologické podmínky oblasti – kudy voda protéká, kde se kumuluje, vsákne, kudy odtéká do kanalizace. Pokud je umístění záhonu strategické, je schopný přebytečnou vodu zadržet, případně změnit její tok, pokud je to potřeba. Výhodné je také prokládat dřevo zeminou, aby se zabránilo vniknutí hlodavců. Hügelkultur je samoúdržbový systém, který je vhodnou metodou pro likvidaci dřevité drti, zvláště když je spalování trosek zakázáno kvůli ohrožení životního prostředí. Tato technika je alternativou k flatland kultuře, která má mít mnohonásobné výhody. Tím pádem je hügelkultur pomůcka při redukci zahradních ořezů podporovaná pobídkou ke zlepšení půdy v zahradách. Hügelkultur je jednou z několika metod výroby kompostu způsobem šetrným k životnímu prostředí, který minimalizuje tvorbu tuhého odpadu, zabraňuje jeho uložení na skládkách, snižuje emise skleníkových plynů, snižuje erozi půdy a zvyšuje ukládání uhlíku v půdě. Může být i ztvárněn esteticky příjemně a být tak využit jako designový prvek na zahradě (Adams et al., 2013; Chalker-Scott, 2017; Kaushalya et al., 2016).

## **4. Metodika**

Tato diplomová práce vznikla na základě dlouhotrvajících problémů v tomto území a iniciativy Městské části Prahy 12 na zlepšení situace.

Před zahájením zpracování návrhu opatření hospodaření s dešťovou vodou v území bylo zapotřebí se důkladně s územím seznámit. Za tímto účelem jsme podnikli několik terénních šetření v území. První terénní průzkum byl za přítomnosti místostarostky Prahy 12 Ing. Evy Tylové a vedoucí práce mého spolužáka, který má velmi podobné zadání, paní Ing. Jana Soukupová Ph.D. Po terénním šetření jsme se domluvili, že budu zpracovávat revitalizaci sídlištního prostoru mezi ulicemi Machuldova a Pavlíkova (Obrázky č. 8 a 9). V rámci terénního šetření byla sledována především přítomnost místních opatření pro hospodaření s dešťovou vodou, hodnocení limitů dané oblasti a vytipování nejproblematičtějších míst.

Většina map byla vytvořena skrz program Arcmap 10.8.1. v souřadnicové síti S-JTSK, pouze mapu majetkoprávního uspořádání jsem převzala z projektu Prahy 12 (Praha 12, 2021). Příčný řez jsem vytvořila pomocí programu AutoCAD. Dále potom vizualizace některých opatření jsem vytvořila skrz program Photoshop 2020.

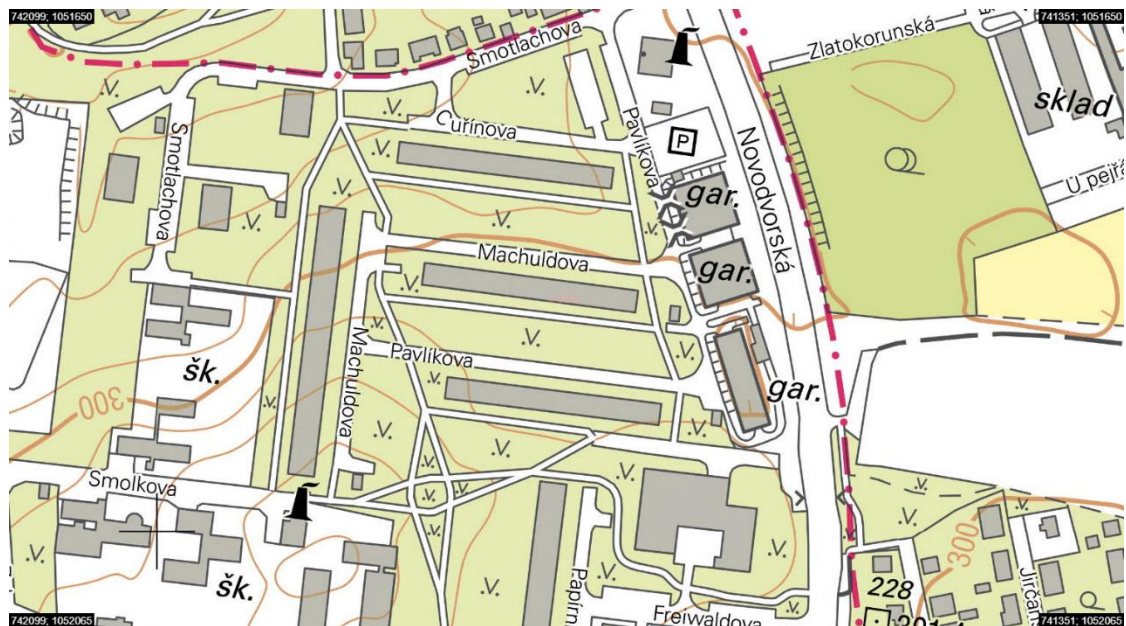
### **4.1 Popis zájmového území**

Ve své diplomové práci se zabírám primárně revitalizací mezi ulicemi Machuldova a Pavlíkova. Příložené fotografie (Obrázky č. 10–19) jsou seřazeny dle místa pořízení – od východu k západu. Prostor se nachází mezi dvěma bloky panelových domů po osmi vchodech a má rozlohu přibližně 6455 m<sup>2</sup> (přibližně 0,65 ha; vypočteno programem Arcmap 10.8.1.). Je to klasický sídlištní prostor, tudíž je často využíván k rekreaci, především místními dětmi, maminky s kočárky či místními seniory. V mém zájmovém území se nalézá hřiště (Obr. 10) o rozloze 17 x 9 m (153 m<sup>2</sup>); (Praha 12, 2021). Toto hřiště je v dobrém stavu, tudíž s ním není potřeba dělat nějaké změny. Podstatnou část prostoru mezi ulicemi Machuldova a Pavlíkova zabírá parkoviště na jihu této oblasti. Toto parkoviště ve své práci neřeším, jelikož není ve stavu, kdy by potřebovalo

revitalizovat, také se v jeho místě nalézají celkem šest vstupů, které jsou schopny pojmout veškerou spadanou vodu, a to i v případě přívalových dešťů.

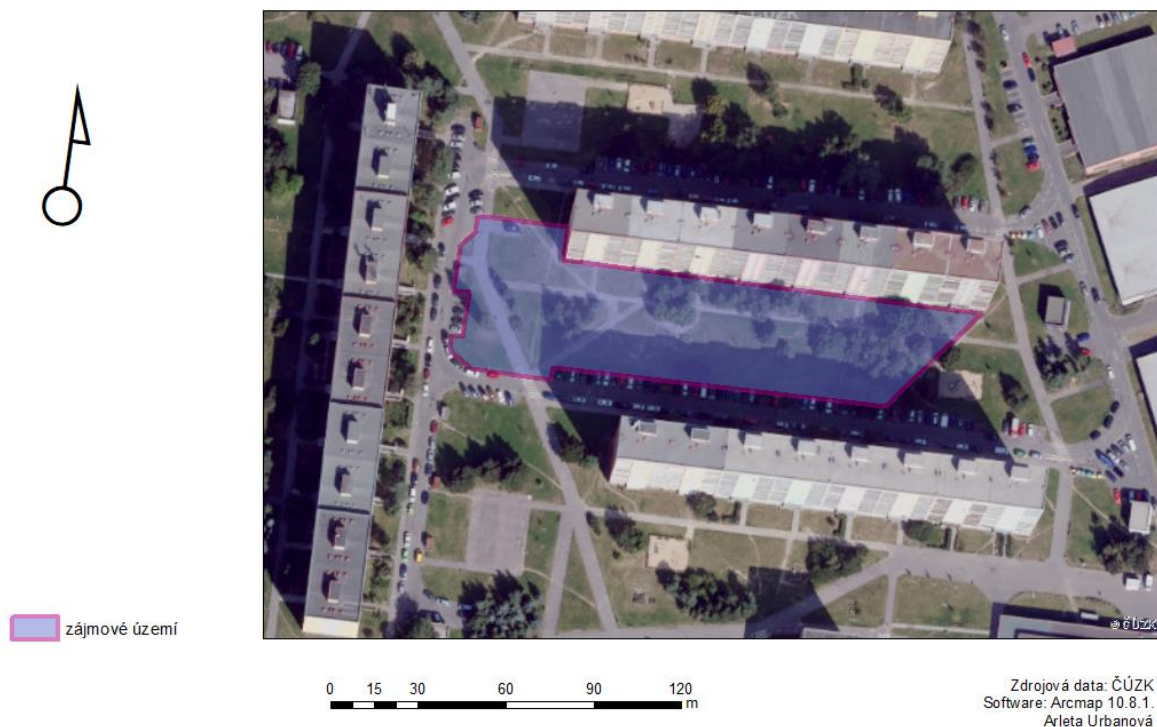
V přízemí v bloku panelových domů je kadeřnictví, zámečnictví, večerka (Obr. 18). Oba bloky panelových domů ulic Machuldova i Pavlíkova mají přístup (vchody) z jižní i severní strany bloků. U každého vchodu je stříška s plochou 7 m<sup>2</sup>. Oba bloky mají celkem šestnáct vchodů – osm na jižní i severní straně.

Zájmové území se vyskytuje v nadmořské výšce přibližně 300–310 m n.m., se sklonem povrchu 1 % až 5 %.



Obr. 8: Základní mapa zájmového území, měřítko 1: 1880 (geoportál ČÚZK)

## Vymezení zájmového území mezi ulicemi Machuldova a Pavlíkova v Praze 12



Obr. 9: Ortofoto snímek – fialově je vymezeno zájmové území



Obr. 10: Fotografie zájmového území – hřiště mezi ulicemi Machuldova a Pavlíkova (vlastní fotografie)



*Obr. 11: Fotografie zájmového území – problematická místa (vlastní fotografie)*



*Obr. 12: Fotografie zájmového území – problematická místa (vlastní fotografie)*





Obr. 13: Fotografie zájmového území – problematická místa (vlastní fotografie)



Obr. 14: Fotografie zájmového území – problematická místa (vlastní fotografie)



*Obr. 15: Fotografie zájmového území – problematická místa (vlastní fotografie)*



*Obr. 16: Fotografie zájmového území – problematická místa (vlastní fotografie)*



Obr. 17: Fotografie zájmového území – problematická místa (vlastní fotografie)



Obr. 18: Fotografie zájmového území – problematická místa (vlastní fotografie)



Obr. 19: Fotografie zájmového území (vlastní fotografie)

Na obrázku číslo 12 lze vidět, že oblast příliš neprosperuje a je zapotřebí provést určité změny v prostředí. Půda je suchá, chybí rostliny a celkově rozmanitost biosféry. Spadá dešťová voda tudíž z tohoto místa odtéká do dešťové kanalizace nebo na chodníky, kde se drží i několik dní, v závislosti na délce a hustotě dešťů. Při návštěvách mého zájmového území jsem se ptala místních na názory a zkušenosti v této oblasti. Téměř vždy se výpovědi shodovaly. Oblast je prý charakteristická svými větrnými podmínkami, suchá a problematická v oblasti zadržování vody a hospodaření s dešťovou vodou.

Na obrázku číslo 13 lze vidět snahu místních o lepší kvalitnější prostředí. Zasadili zde množství nových malých stromků. Při mých pokusech zjistit od místních původ nebo nějaké podrobnosti ohledně tohoto počínání jsem bohužel nebyla úspěšná.

Na obrázcích číslo 13 a 14 lze vidět objekt bývalého pískoviště, který teď slouží jako prostor pro komunitní zahradničení. Mohla by z toho být dešťová zahrada, pokud by se tam svedl odtok dešťové vody.

Na obrázcích je také vidět místní „chodník“. Je poněkud v žalostném stavu, a tudíž je s ním také zapotřebí provést určité změny. Přilehlé parkoviště (Obrázek č. 19) je specifickým veřejným prostranstvím. Je přístupné každému bez omezení, slouží obecnému užívání, bez ohledu na majetkoprávní vztahy. Tato plocha je řešena jako zpevněná s asfaltovým povrchem, tudíž bývá problematická, co se týče hospodaření s dešťovou vodou. Rozsáhlé asfaltové plochy jsou zdrojem vysokých teplot. Běžně v letních měsících tyto povrchy dosahují teplot kolem 55 °C. Nicméně se v jeho místě nalézají celkem šest vpustí, které jsou schopny pojmout veškerou spadanou vodu i v případě přívalových dešťů, tudíž jsem ho nezahrnula do řešeného území.

Panelové bytové domy jsou v rámci možností v dobrém stavu. Jsou zateplené a udržované.

#### Hydrologická skupina půd

Celou plochu území pokrývá půda hydrologické skupiny B – půdy se střední rychlostí infiltrace (0,10 – 0,20 mm/min) při úplném nasycení – Obrázek 20.

Charakteristiky jednotlivých kategorií podle hydrologických vlastností dle VÚMOP jsou:

A – půdy s vysokou rychlostí infiltrace ( $> 0,20$  mm/min) při úplném nasycení. Patří sem převážně dobře až nadměrně odvodněné štěrky a písky

B – půdy se střední rychlostí infiltrace (0,10 – 0,20 mm/min) při úplném nasycení. Patří sem převážně půdy středně hluboké až hluboké, středně dobře až dobře odvodněné, hlinitopísčité až jílovitohlinité

C – půdy s nízkou rychlostí infiltrace (0,05 – 0,10 mm/min) při úplném nasycení. Patří sem převážně půdy s málo propustnou vrstvou v půdním profilu a půdy jílovitohlinité až jílovité.

D - půdy s velmi nízkou rychlostí infiltrace (< 0,05 mm/min) při úplném nasycení. Patří sem převážně jíly s vysokou bobtnavostí, půdy s trvale vysokou hladinou podzemních vod, půdy s vrstvou jílu na povrchu anebo těsně pod povrchem a mělké půdy nad téměř nepropustným podložím.

## Hydrologické skupiny půd



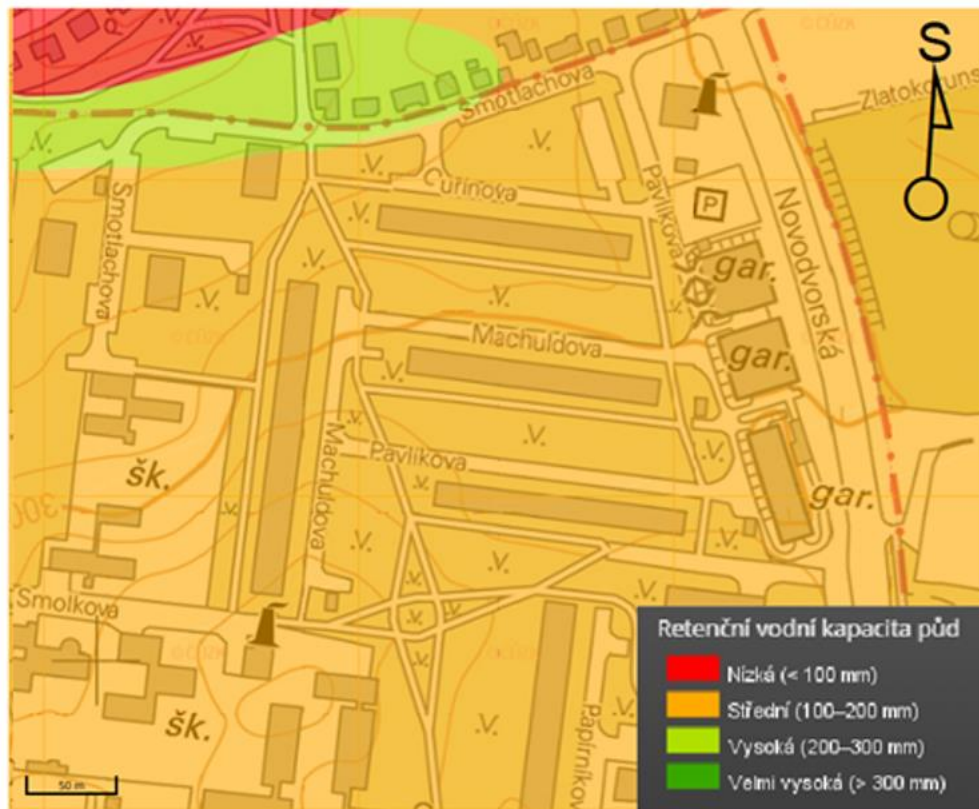
Zdrojová data: ČÚZK  
Software: Arcmap 10.8.1.  
Arleta Urbanová

Obr. 20: Hydrologické skupiny půd na zájmovém území a v jeho přilehlém okolí

## Retenční vodní kapacita půd

Na další mapě (Obrázek 21) je patrné, že většinu sídliště pokrývají půdy se střední retenční vodní kapacitou (100–200 mm). Tu lze charakterizovat jako množství vody, které je půda schopna zadržet a postupně ji uvolňovat pro potřebu rostlin. Hodnoty retenční vodní kapacity zohledňují průměrnou hloubku profilu a obsah vody. Určují tak skutečné množství vody, které je půda při srážkách schopna zadržet.

## Retenční vodní kapacita půd



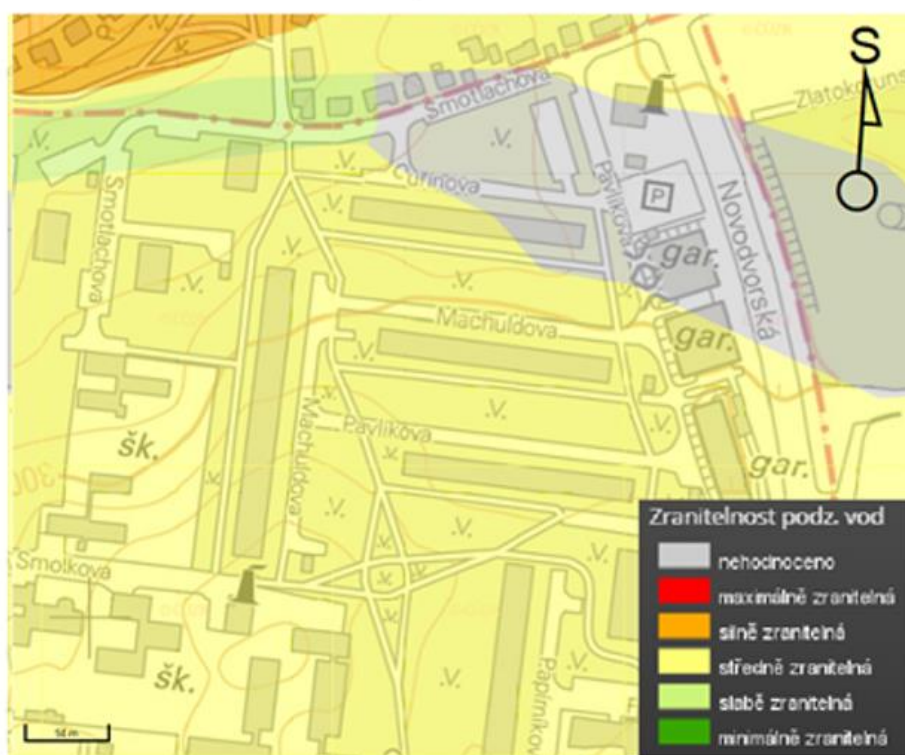
Zdrojová data: ČÚZK  
Software: Arcmap 10.8.1.  
Arleta Urbanová

Obr. 21: Retenční vodní kapacita půd v zájmovém území a v jeho přilehlém okolí

## Zranitelnost podzemních vod

Na mapě znázorňující zranitelnost podzemních vod (Obrázek 22) je vidět, že většinu sídliště pokrývá oblast středně zranitelných podzemních vod. Oblast mého zájmového území – prostor mezi bloky panelových obytných domů v ulicích Machuldova a Pavlíkova je celá středně zranitelná.

## Zranitelnost podzemních vod



Zdrojová data: ČÚZK  
Software: Arcmap 10.8.1.  
Arleta Urbanová

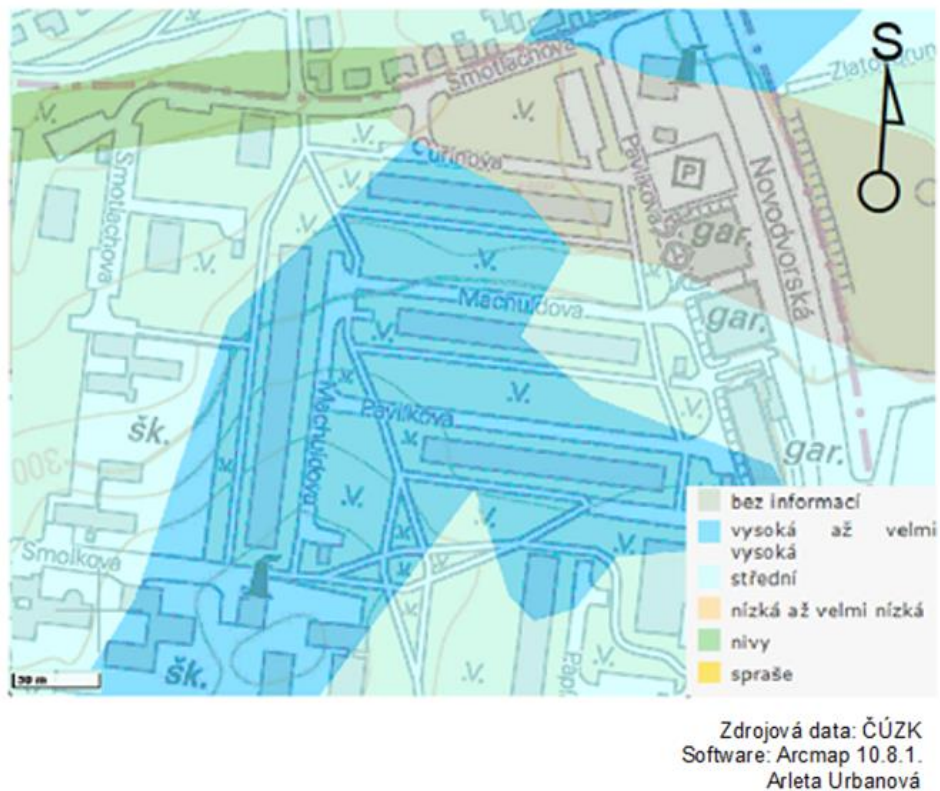
Obr. 22: Mapa zranitelnosti podzemních vod v zájmovém území a jeho přilehlém okolí



## Potenciální vsak

Na mapě potenciálního vsaku (Obrázek č. 23) lze vidět, že přibližně 80 % území vysoké až velmi vysoké podmínky pro vsak vody. Přibližně na 20 % území jsou podmínky se středním potenciálem vsaku.

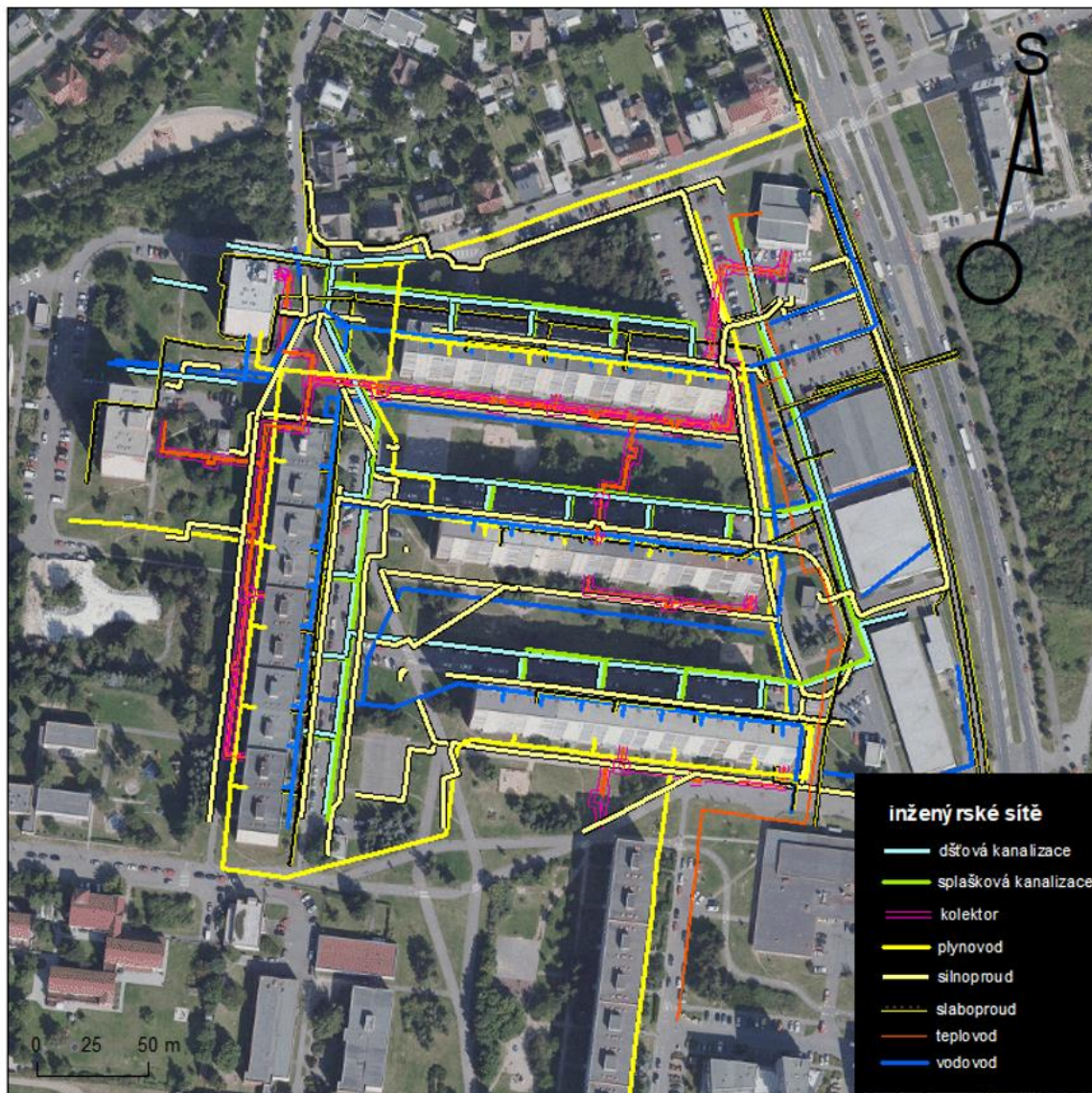
### Mapa potenciálního vsaku



Obr. 23: Mapa potenciálního vsaku v zájmovém území a jeho přilehlém okolí

Výše uvedené podmínky jsou společně s technickou infrastrukturou (Obrázek č. 24) limity území pro potenciální vsakování srážkových vod. Nicméně technická infrastruktura je v území dostatečně hluboko a dostatečně izolována, takže mohou být opatření umístěna i v těchto místech. Zřetel na technickou infrastrukturu je ale třeba dbát při osázení stromy.

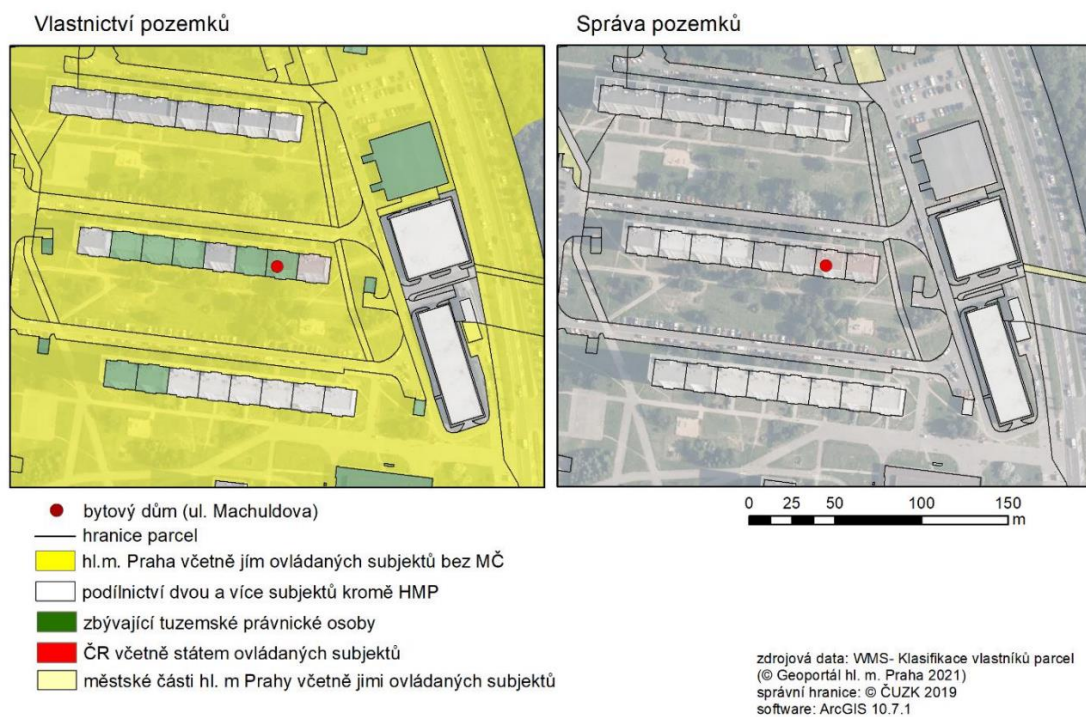
# Technická infrastruktura



Zdrojová data: ČÚZK  
Software: Arcmap 10.8.1.  
Arleta Urbanová

Obr. 24: Mapa technické infrastruktury v zájmovém území a jeho přilehlém okolí

## Mapa majetkoprávního uspořádání v zájmovém území



Obr. 25: Majetkoprávní uspořádání zájmového území (Praha 12, 2021)

## 4.2 Distribuce srážek v zájmovém území

Prostřednictvím následující tabulky (Tabulka 1) je znázorněna sezónní distribuce srážek v Praze, v letech 1991–2020 - srážkové úhrny [mm] za jednotlivé měsíce. Data byla získána z historických dat Českého hydrometeorologického úřadu.

Srážky dle měsíců [mm]														
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	Roční (suma)
Srážky dle let [mm]	1991	12	14	30	31	38	89	66	64	21	13	65	53	496
	1992	26	27	65	27	15	94	76	53	25	53	38	34	533
	1993	32	32	15	17	62	94	104	48	59	52	53	61	629
	1994	29	15	65	46	61	32	56	94	55	23	29	59	564
	1995	49	30	44	51	99	108	61	100	82	10	38	36	708
	1996	10	19	26	24	108	90	106	83	45	40	29	26	606
	1997	17	29	43	43	38	74	134	52	19	35	30	45	559
	1998	16	10	40	17	29	112	80	33	90	92	36	17	572
	1999	35	49	29	24	43	67	75	40	46	24	26	36	494
	2000	38	35	109	13	55	55	90	35	33	52	28	15	558
	2001	31	26	64	63	67	76	93	98	92	26	47	51	734
	2002	19	56	32	26	57	91	90	167	59	69	79	49	794
	2003	38	9	8	21	73	38	73	30	25	36	12	37	400
	2004	64	31	38	24	51	93	54	54	45	25	60	15	554
	2005	49	54	18	24	69	54	134	71	43	11	17	46	590
	2006	22	33	61	61	90	84	32	109	13	35	26	24	590
	2007	55	33	31	3	65	71	77	73	86	20	63	21	598
	2008	30	19	41	49	56	56	73	65	22	51	35	33	530
	2009	18	42	53	20	87	83	95	44	16	51	30	58	597
	2010	59	16	27	33	96	57	98	153	86	8	60	61	754
2011	37	8	28	25	52	82	154	72	43	42	1	42	586	
2012	60	23	12	39	41	61	113	81	42	45	42	56	615	
2013	34	30	40	34	63	70	82	75	47	34	40	38	587	
2014	51	44	21	27	114	164	46	106	52	48	30	10	713	
2015	34	5	40	26	41	60	28	70	20	54	64	17	459	
2016	30	45	25	26	58	77	95	32	39	57	29	24	537	
2017	26	19	40	72	36	83	82	76	37	76	37	29	613	
2018	29	8	34	19	54	69	27	33	49	31	12	58	423	
2019	44	28	37	25	72	47	52	72	46	36	40	18	517	
2020	12	64	45	21	64	120	40	99	64	67	16	17	629	
<b>průměr</b>		34	28	39	31	62	78	80	73	47	41	37	36	<b>585</b>

Tabulka 1: Srážkové úhrny na území Prahy v jednotlivých měsících v letech 1991–2020 [mm] dle Historických dat Českého hydrometeorologického úřadu

## 5. Varianty řešení

Ve své práci jsem navrhla dvě varianty možností vsaku a využití dešťové vody v území. Variantu A, jakožto aktuálně nejvhodnější, díky své menší finanční náročnosti, zároveň malé náročnosti na následnou údržbu. Dále potom variantu B, jakožto variantu „ideální“, v případě řešení prostoru v co největším souladu s přírodou.

### 5.1 Varianta A

Tato varianta se v momentální situaci jeví jako nejrealizovatelnější, a to díky své jednoduchosti a malé náročnosti na následnou údržbu. Je zde snaha o minimalizaci nákladů pro realizační fázi a navazující údržbovou fázi. Vzhledem k omezeným finančním možnostem městské části Praha 12 jsem tedy v této variantě navrhla především opatření, která nejsou příliš ekonomicky náročná; zároveň ale, aby byla co nejefektivnější.

Primárním prvkem v této variantě jsou vsakovací příkopy, které jsem vytvořila celkem tři. Zásady dimenzování vsakovacích zařízení se věnuje norma ČSN 75 9010 v kombinaci TNV 75 9011. Příkop 2 a Příkop 3 jsou propojeny propustkem (potrubím) v místě pod chodníkem. Toto propojení příkopů je zde pro případ přetížení, aby byl v takovém případě zajištěn odtok do druhého příkopu. Dále jsou potom navrženy zatravňovací tvárnice v západní části území v místě, kde jsou momentálně popelnice a malá betonová plocha, určená k parkování aut. Zatravňovací tvárnice pojmu většinu srážkové vody, v případě dlouhých přívalových dešťů voda odteče do nedaleké vpusti, která je na silnici, dále potom do dešťové kanalizace. Součástí návrhu je také místo pro grilování, jehož povrch je řešen jako dlažby s pískovými spárami.

Příloha č. 5 zobrazuje mapu návrhu opatření této varianty vytvořenou pomocí programu Arcmap 10.8.1.

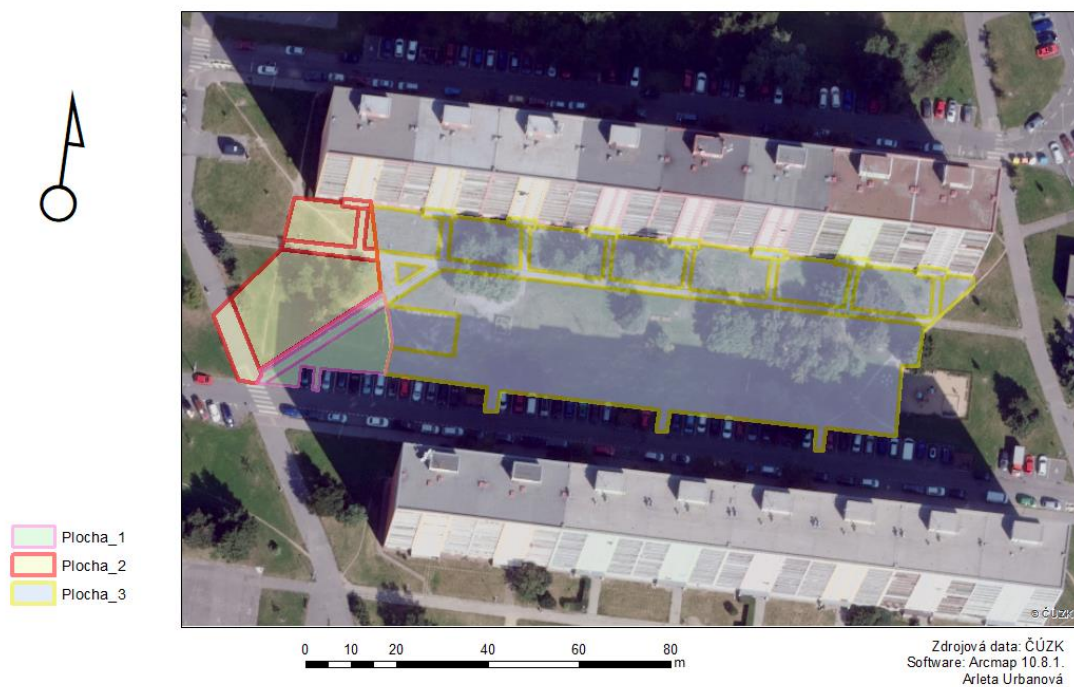
#### 5.1.1 Návrh Varianty A

Při navrhování opatření pro vsak dešťové vody je důležité je dimenzovat tak, aby se zamezilo riziku přetékání srážkových vod ze vsakovacího zařízení po povrchu terénu.

Tudíž je nezbytné stanovit **retenční objem** a **dobu prázdnění** daného vsakovacího zařízení. Aby bylo možné navrhnout vsakovací opatření, musí být doba prázdnění **menší než 72 hodin**.

Plochu zájmového území jsem si nejprve rozdělila do tří dílčích ploch, dle toho, do jakého ze tří příkopů srážková voda oteče. Rozdělení na tři plochy je znázorněné na Obrázku 26. Při rozdělování území jsem zohlednila sklon svahu a informace zjištěné při terénních šetřeních. Dále jsem pomocí výpočtů v Arcmap 10.8.1. zjistila obsahy ploch dle typu terénu – Tabulka č. 2.

### Rozdělení odvodňované plochy na tři dílčí části



Obr. 26: Rozdělení odvodňované plochy na tři dílčí části dle toho, do jakého ze tří příkopů voda oteče

PLOCHA 1 [m <sup>2</sup> ]	
zatravněné plochy	218
dlažby s pískovými spárami	77
celková plocha	295
PLOCHA 2 [m <sup>2</sup> ]	
zatravněné plochy	614
dlažby s pískovými spárami	68
asfaltové a betonové plochy	54
střechy s nepropustnou horní vrstvou	7
celková plocha	743
PLOCHA 3 [m <sup>2</sup> ]	
zatravněné plochy	3834
dlažby s pískovými spárami	519
střechy s nepropustnou horní vrstvou	49
celková plocha	4402

Tabulka č. 2: Dílčí plochy rozděleny dle typu terénu a jejich obsahy v m<sup>2</sup>

Při dimenzování vsakovacích zařízení by se dle normy ČSN 75 9010 měla v rámci geologického průzkumu provést vsakovací zkouška, kterou se zjistí vsakovací poměry lokality a propustnost horninového prostředí, přičemž se stanoví **koeficient vsaku**. Ten charakterizuje, za jakou rychlost se srážková voda infiltruje do horninového prostředí podloží. Vsakovací zkouška nicméně vyžaduje vysokou odbornost a také průzkumné objekty, jako například vrty a sondy. Pro návrh do této diplomové práce jsem tedy využila parametry získané od Městské části Prahy 12 a z ČÚZK.

$$k_v = 5 \times 10^{-6} = 0,000005$$

Dalším parametrem pro výpočet retenčního objemu je **redukováný půdorysný průmět odvodňované plochy**  $A_{red}$ . Ten se stanoví dle vztahu:

$$A_{red} = \sum_{i=1}^n A_i \cdot \psi_i$$

kde je:

$n$	počet odvodňovaných ploch určitého druhu
$A_i$	půdorysný průmět odvodňované plochy určitého druhu [m <sup>2</sup> ]
$\psi_i$	součinitel odtoku srážkových povrchových vod pro odvodňovanou plochu určitého druhu

**Retenční objem ( $v_{vz}$ ) vsakovacího zařízení** se stanoví podle vztahu:

$$V_{vz} = \frac{h_d}{1000} \cdot (A_{red} + A_{vz}) - \frac{1}{f} \cdot k_v \cdot A_{vsak} \cdot t_c \cdot 60$$

kde je:

$h_d$	návrhový úhrn srážek pro Prahu - Hostivař [mm]
$A_{red}$	redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy [m <sup>2</sup> ]
$f$	součinitel bezpečnosti vsaku (doporučuje se $f \geq 2$ )
$k_v$	koeficient vsaku [m.s <sup>-1</sup> ]
$A_{vsak}$	vsakovací plocha vsakovacího zařízení [m <sup>2</sup> ]
$A_{vz}$	plocha hladiny vsakovacího zařízení [m <sup>2</sup> ]
$t_c$	doba trvání srážky [min] stanovené návrhové periodicity

**Doba prázdnění vsakovacího zařízení ( $T_{pr}$ )** se stanoví dle vztahu:

$$T_{pr} = \frac{V_{vz}}{Q_{vsak}}$$

kde je:



$V_{vz}$  největší vypočtený retenční objem (návrhový objem) vsakovacího zařízení [ $m^3$ ]

$Q_{vsak}$  vsakovaný odtok [ $m^3 \cdot s^{-1}$ ]

Doba prázdnění vsakovacího zařízení nesmí překročit 72 h.

### Příkop 1 – návrhové a vypočítané údaje

$A = 218 \text{ m}^2$	Zatrávněné plochy	sklon 1% až 5%	$\Psi = 0.10$	$A_{red} = 21.8 \text{ m}^2$
$A = 77 \text{ m}^2$	Dlažby s pískovými spárami	sklon 1% až 5%	$\Psi = 0.60$	$A_{red} = 46.2 \text{ m}^2$

$A_{red} = 68 \text{ m}^2$	redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy
$p = 0.2 \text{ rok-1}$	periodicita srážek
$k_v = 0.000005 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	koeficient vsaku
$f = 2$	součinitel bezpečnosti vsaku
$Q_o = 0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	regulovaný odtok
<b><math>A_{vsak} = 7.8 \text{ m}^2</math></b>	<b>velikost vsakovací plochy</b>
$h_d = 42.5 \text{ mm}$	návrhový úhrn srážek
$t_c = 360 \text{ min}$	doba trvání srážky
$Q_{vsak} = 0.0000194 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	vsakovaný odtok
<b><math>V_{vz} = 2.5 \text{ m}^3</math></b>	<b>největší vypočtený retenční objem vsakovacího zařízení (návrhový objem)</b>
<b><math>T_{pr} = 35.4 \text{ hod}</math></b>	<b>doba prázdnění vsakovacího zařízení - VYHOVUJE</b>

### Příkop 2 – návrhové a vypočítané údaje

$A = 614 \text{ m}^2$	Zatrávněné plochy	sklon 1% až 5%	$\Psi = 0.10$	$A_{red} = 61.4 \text{ m}^2$
$A = 68 \text{ m}^2$	Dlažby s pískovými spárami	sklon 1% až 5%	$\Psi = 0.60$	$A_{red} = 40.8 \text{ m}^2$
$A = 61 \text{ m}^2$	Asfaltové a betonové plochy,	sklon 1% až 5%	$\Psi = 0.80$	$A_{red} = 48.8 \text{ m}^2$

	dlažby se zálivkou spár	
$A_{red}$	151 m <sup>2</sup>	redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy
$\rho$	0.2 rok <sup>-1</sup>	periodicita srážek
$k_v$	0.000005 m.s <sup>-1</sup>	koeficient vsaku
$f$	2	součinitel bezpečnosti vsaku
$Q_o$	0 m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup>	regulovaný odtok
$A_{vsak}$	<b>17.2 m<sup>2</sup></b>	<b>velikost vsakovací plochy</b>
$h_d$	42.5 mm	návrhový úhrn srážek
$t_c$	360 min	doba trvání srážky
$Q_{vsak}$	0.0000431 m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup>	vsakovaný odtok
$V_{vz}$	<b>5.5 m<sup>3</sup></b>	<b>největší vypočtený retenční objem vsakovacího zařízení (návrhový objem)</b>
$T_{pr}$	<b>35.4 hod</b>	<b>doba prázdnění vsakovacího zařízení - VYHOVUJE</b>

### Příkop 3 – návrhové a vypočítané údaje

$A = 3834$ m <sup>2</sup>	Zatrávněné plochy	sklon 1% až 5%	$\Psi =$ 0.10	$A_{red} = 383.4$ m <sup>2</sup>
$A = 519$ m <sup>2</sup>	Dlažby s pískovými spárami	sklon 1% až 5%	$\Psi =$ 0.60	$A_{red} = 311.4$ m <sup>2</sup>
$A = 49$ m <sup>2</sup>	Střechy s nepropustnou horní vrstvou	sklon 1% až 5%	$\Psi =$ 1.00	$A_{red} = 49$ m <sup>2</sup>

$A_{red}$  743.8 m<sup>2</sup> redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy

$\rho$	0.2 rok <sup>-1</sup>	periodicita srážek
$k_v$	0.000005 m.s <sup>-1</sup>	koeficient vsaku
$f$	2	součinitel bezpečnosti vsaku
$Q_o$	0 m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup>	regulovaný odtok
$A_{vsak}$	<b>84.9 m<sup>2</sup></b>	<b>velikost vsakovací plochy</b>
$h_d$	42.5 mm	návrhový úhrn srážek
$t_c$	360 min	doba trvání srážky
$Q_{vsak}$	0.0002121 m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup>	vsakovaný odtok

$V_{vz}$	27 m <sup>3</sup>	největší vypočtený retenční objem vsakovacího zařízení (návrhový objem)
$T_{pr}$	35.4 hod	doba prázdnění vsakovacího zařízení - <b>VYHOVUJE</b>

Dle velikosti vsakovací plochy a délky místa, kde se má příkop nalézat, jsem jednoduchým výpočtem zjistila **šířky příkopů** (Tabulka č. 3).

$$S = a \times b$$

kde je:

$S$  vsakovací plocha [m<sup>2</sup>]

$a$  délka příkopu [m]

$b$  šířka příkopu [m]

	$A_{vsak}$ (m <sup>2</sup> )	délka (m)	šířka (m)	šířka (cm)
<b>Příkop 1</b>	7,8	31,9	0.25	<b>25</b>
<b>Příkop 2</b>	17,2	21	0.82	<b>82</b>
<b>Příkop 3</b>	84,9	107	0.8	<b>80</b>

Tabulka č. 3: Šířky příkopů 1-3

**Příloha č. 1** znázorňuje příčný řez vsakovacího příkopu č. 3. Ostatní příčné řezy by vypadaly stejně, pouze s rozdílem šířky vsakovací plochy příkopů.

### Návrh propustku (potrubí) mezi Příkopem 2 a 3

Na návrh propustku jsem nejprve vypočetla **maximální odtok dešťových vod** z Plochy 2 ( $Q_{dešť}$ ), neboli dílčí dešťový průtok. Proveďte se ze vztahu:

$$Q_{dešť} = \psi \times A \times i$$

kde je:

$\psi$	součinitel odtoku
$A$	plocha dílčího povodí [ $\text{m}^2$ ]
$i$	intenzita směrodatného deště pro Prahu [ $\text{l (s/ha)}$ ]

$$Q_{\text{dešť}} = 2,4 \text{ l/s} = 0,024 \text{ m}^3/\text{s}$$

Dále jsem vypočetla **vnitřní průměr otvoru v potrubí**. Ten se stanoví ze vztahu:

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}}$$

**Průměr propustku:**  **$d = 17 \text{ cm}$  navrženo potrubí DN 200**

**Délka propustku:**  **$l = 13 \text{ m}$**

Toto potrubí slouží jako jistota při případném přetížení příkopu. Zabrání tomu, aby se srážková voda držela na chodníku. Sklon 1–5 %.

## 5.2 Varianta B

Jak již bylo zmíněno, varianta B je variantou „ideální“ v případě řešení prostoru v co největším souladu s přírodou. Vznikl by tak prostor pro rozmanitou biosféru.

Tato varianta by však nejenže vyžadovala vysoké finanční prostředky, ale také náročnou údržbu do budoucna. Právě kvůli těmto handicapům není tato varianta momentálně realizovatelná.

Příloha č. 6 zobrazuje mapu návrhu opatření této varianty vytvořenou pomocí programu Arcmap 10.8.1.

### 5.2.1 Typy opatření Varianty B

#### Dešťová zahrada

Dešťovou zahradu jsem se rozhodla navrhnout v místě, kde se momentálně nachází ztvrdlá půda a na ní trávy / písek. Také se zde nachází objekt bývalého pískoviště, které jsou v mém zájmovém území dva. Jeden jsem se rozhodla ponechat (Obrázek č. 14), protože místní ho využívají jako komunitní zahradu. Druhý jsem se rozhodla odstranit a nahradit ho dešťovou zahradou, která má v tomto místě strategické podmínky. Výsadba rostlin v záhonu by měla odpovídat jeho podmínkám – volíme rostliny, které jsou odolné jak dočasnému přemokření, tak vyschnutí. Srážková voda se totiž může držet v záhonu i několik dní; naopak v dlouhých suchých dnech by měly zvolené rostliny odolat nedostatku závlahy. Vhodné jsou trvalky, například *rudbeckia*. Kořeny vysázených rostlin v dešťové zahradě fungují jako filtr. Díky dešťové zahradě by na tomto místě bylo absorbováno zhruba o 30–40 % více kontaminantů než u běžných trávníků. V místě realizace zahrady se zachytí větší množství vody, která se bude postupně vypařovat. Zlepší se retenční schopnosti půdy, lokální mikroklimatické podmínky, a v neposlední řadě pomáhá zamezit lokálním povodním v sídlištním prostoru.

V bezprostřední blízkosti navržené dešťové zahrady se nalézá dešťová kanalizace.

Rozloha dešťové zahrady: 60,7 m<sup>2</sup>

Max šířka: 7,3 m

### Vsakovací příkopy

Vsakovací příkopy jsou nesporně velice přínosnou inovací v oblasti opatření hospodaření s dešťovou vodou. Do této varianty jsem zvolila jednodušší typ příkopu – biopříkop. Realizaci jsem řešila pouze mělkým výkopem, jelikož jsou v tomto místě dostatečně vhodné vsakovací schopnosti podloží. Zásah by tudíž byl relativně malý. Další vrstvu tvoří humusová vrstva s mulčovací kůrou, osázená trvalkami. Přítok vody je rovnoměrný po celé délce příkopů.

Hloubka: 40 cm

Šířka: 60 cm

Délka příkopu 1: 14 m

Délka příkopu 2: 11 m

### Stromy a keře

Stromy a keře jsou jedním z nejdůležitějších prvků městské zeleně. Zlepšují kvalitu ovzduší a zachytávají prach a ostatní drobné nečistoty. Mohou působit jako akustická izolace, slouží jako biotop pro živočichy, také působí příznivým estetickým vlivem na psychiku místních obyvatel. Pro urbanizované prostředí je vhodné volit druhy odolné vůči teplotním výkyvům a suchu. Také záleží na typu městského prostředí. Do historických prostranství je vhodné vysadit tradiční druhy a odrůdy charakteristické pro danou lokalitu.

Jelikož stromy a keře jsou investice, které se zhodnocují i několik desítek let, je vhodné brát zřetel na správnou výsadbu. Jako příručka může pomoci například *Arboristický standard SPPK A02 001:2013 - Výsadba stromu* anebo norma *ČSN 83 9021 - Technologie vegetační úprav v krajině - Rostliny a jejich výsadba* (Sýkorová, 2021).

Nejdůležitějšími limitujícími faktory jsou dostatečně velký prostor v půdě pro růst kořenů a zajištění vláhy. V návrhu jsem tudíž na tyto limity brala zřetel a stromy jsem navrhla mimo umístění technické infrastruktury, zároveň jsou navrženy v místech, kam stéká voda.

Pod okny v severní části zájmového území jsem navrhla primárně výsadbu keřů, jelikož stromy by pravděpodobně časem dorostly do úrovně oken, a to by mohlo místní obyvatele omezovat ve výhledu. Celkově jsem ve svém návrhu počítala s dvanácti keři (muchovníky) a pěti stromy (javor babyka, bříza bělokorá).

### Nadzemní retenční nádrže

Nadzemní retenční nádrže byly zahrnuty do návrhu jakožto opatření pro sběr vody, která může být následně využita na údržbu zeleně v okolí. Využila jsem tedy stříšky nad vchodovými dveřmi obytných domů v ulici Machuldova. Každá jedna stříška má 7 m<sup>2</sup>. Celková plocha všech osmi stříšek je tedy 56 m<sup>2</sup>.

objem srážkových vod [m3]=	$\frac{\text{plocha střechy nad vchodem[m2]*0.9*\text{průměrný srážkový úhrn [mm]}}{1000}$	x 8
----------------------------	--	-----

plocha stříšek nad vchodem celkem [m<sup>2</sup>): 56

průměrný srážkový úhrn [mm]: 585

objem srážkových vod spadných na stříšky u vchodů [m<sup>3</sup>): **29.5**

### Hügelkultur

Realizace vyvýšeného záhonu byla vybrána z důvodu praktičnosti, jelikož je to skvělý způsob, jak využít odpadní materiál při údržbě místní zeleně. Také není příliš složitý na výstavbu. Jedná se především o vyvýšení terénu za použití dřevin, listů, hnoje. Také můžeme na jeho výrobu použít zeminu, která zbude jako odpad po zemních úpravách v území. Hügelkultur se nehodí realizovat v blízkosti oken, jelikož v jejich bezprostředním okolí je zvýšená biodiverzita, potenciální hmyz a zápach by mohl obtěžovat místní občany v prvních patrech.

Délka: 15 m

Šířka: 1,5 m

### Zelená střecha

Do návrhu opatření jsem zařadila také zelenou střechu na blok panelových obytných domů – ulice Pavlíkova. Navržena byla nejlevnější možná varianta, a to extenzivní zelená střecha. Tuto variantu jsem zvolila jako nejvhodnější, protože u ní dochází pouze k mírnému zatížení konstrukce, je tudíž vhodná na železobetonové stavby. Zároveň má minimální nároky na následnou údržbu, která je potřeba pouze 3x-4x ročně. Jedním z limitů pro realizaci zelených střech je sklon střechy, který je v tomto případě vodorovný, tudíž tento limit není omezující. Toto opatření je vhodné zvážit do budoucna, jelikož má vysoce pozitivní dopad na místní prostředí.

Návrh zelené střechy se skládá ze čtyř vrstev (od spodu nahoru):

1. Separáčn1 a ochrann1 vrstva – **5 mm**
2. Hybridn1 deska – **20 mm**
3. Extenzivn1 substr1t – **60 mm**
4. Rozchodn1kov1 rohoř – **30 mm**

Celkov1 plocha střechy bloku panelov1ch dom1: 2052,4 m<sup>2</sup>

objem sr1řkov1ch vod [m <sup>3</sup> ]=	$\frac{\text{plocha řešen1ch budov [m2]} * 0,9 * \text{pr1m1rn1 sr1řkov1 uhrn [mm]}}{1000}$
---	---

plocha řešen1ch budov [m<sup>2</sup>]: 2052,4

pr1m1rn1 sr1řkov1 uhrn [mm]: 585

*objem sr1řkov1ch vod spadane na celou plochu střechy panelov1ch dom1 bez zelen1 střechy [m<sup>3</sup>]: 1080,6*

Stejn1m principem jsem provedla v1počet objemu sr1řkov1ch vod v p1r1pad1, že by na střeše byla vybudov1na extenzivn1 zelen1 střecha.

plocha zelen1 střechy [m<sup>2</sup>]: 1766

součinitel odtoku extenzivn1 zelen1 střechy: 0,5

zbyl1 plocha střechy bez plochy zelen1 střechy [m<sup>2</sup>]: 286

součinitel odtoku zbyl1 plochy: 0,9



objem srážkových vod spadané na celou plochu panelových domů po vybudování  
extenzivní zelené střechy [m<sup>3</sup>]: 667

V případě realizace extenzivní zelené střechy by oteklo o **413,6 m<sup>3</sup>** srážkové vody méně do dešťové kanalizace.

Rekonstrukce chodníku

V rámci rekonstrukce chodníku byla navržena betonová dlažba se širokou štěrkovou spárou. Je to jedna z levnějších možností, zároveň má životnost desítky let (dle MMR, 2019: 40 - 60 let). Lokaci a směr chodníku jsem se rozhodla ponechat, jelikož jejich stávající umístění je logické a nemá tak smysl ho měnit.

Byla vybrána moderní venkovní dlažba BEST – AKVABELIS od firmy BEST. Výška betonových dlaždic je 8 cm. Je vyrobena z vysoce odolného betonu, který zajišťuje maximální užitné vlastnosti dlažby. Je mrazuvzdorná a odolná povětrnostním podmínkám. Díky distančním nálitkám vytváří pravidelné 3 cm široké spáry, které se zasypou štěrkem. Je možné přidat do spár zeminu smíchanou s travním semenem. Vsakovací plocha (plocha spar) činí 22,5 % z celkové plochy chodníku.

Šířka chodníku: 2 m

Celková plocha: 694 m<sup>2</sup>

### 5.2.3 Vizualizace opatření Varianty B

Pro některá navržená opatření jsem pro lepší představu vytvořila vizualizace. Vizualizace jsem vytvořila pomocí programu Photoshop 2020. Poloha a orientace fotografií pro vizualizaci jsou znázorněny na Obrázku č. 27.

Vizualizace ve formě obrázků před a po jsou uvedeny v Přílohách 2 – 4.

#### Poloha a orientace fotografií pro vizualizaci



Obr. 27: Poloha a orientace fotografií pro vizualizaci opatření u Varianty B

### **5.3 Výsledky – shrnutí návrhů**

Jak již bylo řečeno, rozhodla jsem se do své práce zpracovat dvě varianty. První varianta – Varianta A, byla navržena v souladu s omezenými finančními prostředky Městské části Prahy 12, určených na revitalizaci prostředí zahrnující mé zájmové území. Zároveň tak, aby realizace návrhu nebyla příliš složitá a nevyžadovala příliš velký zásah do terénu. Byl tedy kladen důraz na efektivitu opatření s přihlédnutím na finanční a územní zdroje. Tato varianta také nevyžaduje vysoké nároky na následnou údržbu. Druhá varianta – Varianta B byla navržena tak, aby místo prosperovalo rozmanitou biosférou; nebyl u ní brán přílišný zřetel na finanční náročnost, na náročnost výstavby, ani na náročnost na následující údržbovou fázi. Varianta A se tudíž v aktuální situaci jeví jakožto reálnější na výstavbu.

## 6. Diskuse

Při tvorbě této práce mě postupně napadaly další možnosti využití srážkové vody v území a revitalizace území. Další možnost, která by stála za prozkoumání by mohlo být opatření hospodaření s dešťovou vodou, která spadne na plochu střech celého bloku panelových domů. Momentálně je zde svod srážkové vody řešen formou svislého zaústění, které vede do podlahy pod suterénem a následně do dešťové kanalizace.

Možnosti, jak naložit se srážkovou vodou spadanou na střechy by byly následující – buďto bychom si plochu rozdělili na osm částí, jelikož blok panelových domů se skládá celkem z osmi domů, nebo bychom mohli počítat s plochou celkovou.

V případě rozdělení na osm částí bychom mohli navrhnout jednotlivé nádrže pro každý dům samostatně. V takovém případě by se mi jevilo jako zajímavé navrhnout retenční nádrže, které by byly umístěny u každého vchodu podobně jako u Varianty B s tím rozdílem, že tyto menší nadzemní nádrže by pravděpodobně nebyly schopné zachytit takové množství vody, proto bych zde navrhla retenční nádrže o větším objemu. Mohly by být i podzemní. Zde by se totiž nepočítalo pouze s plochami stříšek u vchodů, ale i s objemem srážkové vody na celé ploše střechy bloku panelových domů. Ta by se následně rozdělila na osm částí. V takovém případě by se ale musely vybudovat nové svody pro srážkovou vodu z každé jednotlivé části, které by vedly ze střech do oněch nádrží.

Pro větší využití bychom počítali s celkovou plochou střech, kdy by se srážková voda svedla dohromady do jedné velké nádrže, která by mohla být například v suterénu. V takovém případě bychom s ní mohli dále hospodařit, například na splachování nebo na zalévání. V případě využití dešťové vody na splachování by se musely vybudovat speciální rozvody do jednotlivých bytů. Tato možnost by byla velice přínosná, ale v současné době se nad ní neuvažuje z důvodu vysokých nákladů. Nicméně může být potenciálně využita v budoucnu.

Více alternativ, jak vyřešit srážkovou vodu v území nabízí různé rekonstrukce chodníku. Eventuelně by se mi jevilo jako zajímavé vyvýšení chodníků. Ty jsou momentálně řešené jako dlažby s pískovými spárami, které jsou ale v žalostném stavu a potřebují rekonstrukci. V případě, že bychom tento chodník zrekonstruovali na modernější dlažby, které by byly dostatečně vysoko a byly by odolnější, vznikla by tak

další plocha pro vsak srážkové vody v jejich spárách. Tím by se ušetřila podstatná část nákladů v realizační fázi. Dražší, ale efektivnější variantou pro rekonstrukci chodníků by byla realizace vsakovacích tvárnic. Těch je na trhu nepřeberné množství, protože tento trh zažívá celosvětový boom. Vyrábí se například vsakovací klece/bloky (tvar kvádrů) pro kompaktní vsakovací plochy. Usazují se do výkopu, překryjí se geotextilií a zasypají se štěrkem a zeminou. Před zasypáním se většinou připojí na vedení vody. Lacinější volbou jsou vsakovací tunely, jakožto opatření liniového charakteru. Na rozdíl od klecí nemají dno a čelní stěny. Usazují se v řadách na štěrkový posyp. Posléze se stejně jako klece připojí na vedení vody, zakryjí geotextilií a zasypou štěrkem a zeminou. Absorpční schopnost vsakovacích bloků i tunelů je až 95 %. Tři drenážní klece nebo tunely nahradí cca 3 m<sup>3</sup> klasické štěrkové drenáže nebo 111 m drenážního potrubí DN100. Tím je zapotřebí provést podstatně méně zemních prací a mohou být realizovány v nízké hloubce přímo pod odvodňovanou plochou – v našem případě pod chodníkem. Příklad ceny: Vsakovací blok Garantia Rainbloc Compact na 300 l vody o rozměrech 120x60x42 stojí na e-shopu [www.vsakovacky.cz](http://www.vsakovacky.cz) - 2 419 Kč.

Další alternativa jsou stále populárnější, nicméně také dražší, vodopropustné povrchy. Vodopropustné povrchy jako kamínkový systém, vodopropustný beton nebo dlaždice z vodopropustného betonu, kudy voda může protéct skrz spáry, ale také přes celou dlaždici mají propustnost až 95 %. Co se týče pěšinek v území, ty by se mohly zasypat drobnými kamínky nebo štěrkem, aby byla zvýšena jejich retenční schopnost.

Jak již bylo řečeno, bylo by vhodné do budoucna zvážit realizaci zelené střechy. V takovém případě by musely být ověřeny technické parametry daných budov. Limity použití zelených střech jsou především nosnost střešní konstrukce, její sklon a vlastnosti konstrukce stavby. Tento trend se mi jeví jako velice přínosný pro urbanizované prostředí, protože elegantně řeší problém v těchto oblastech s nedostatkem místa. Také přináší mnoho výhod – zelené střechy pomáhají snižovat teploty, čímž snižují energetickou náročnost budov. Zachycují srážkovou vodu, čímž působí jako prevence přeplněných kanalizací. Zlepšují ovzduší a přispívají k zachování biodiverzity v městských oblastech tím, že poskytují prostředí pro různé druhy hmyzu, ptáků a dalších živočichů. V neposlední řadě také působí jako akustická izolace a zlepšuje celkový estetický vzhled urbanizovaného prostředí.

## 7. Závěr a přínos práce

Tato práce byla vytvořena na popud Městské části Prahy 12, která má snahu problémy v tomto území řešit, s ohledem na omezené finanční prostředky. Cílem práce bylo navrhnout způsoby opatření hospodaření s dešťovou vodou v oblasti mezi ulicemi Machuldova a Pavlíkova v sídlišti Kamýk. Problém, který aktuálně nejvíce zasahuje do života obyvatel v zájmovém území je tvoření malých lokálních záplav v oblasti chodníku v období přivalových dešťů. Není zde zajištěn dostatečný vsak, a tak se dešťová voda hromadí na chodníku, odkud se vypařuje i mnoho dní po dešti. Obě varianty řešení v této práci byly navrhovány se zvláštním zřetelem, aby tento problém byl vyřešen.

Problematika hospodaření s dešťovou vodou se v poslední době řeší nejen na úrovni obcí a měst, ale také i u rodinných domů. Stále více si totiž společnost uvědomuje, že do budoucna má tato oblast velký potenciál a je důležité ji řešit. Domnívám se, že má práce může zvýšit povědomí o této problematice.

Zároveň díky dotacím jsou změny pro vlastníky mnohem dostupnější. Ušetří se tím peníze za energii, zároveň se díky nim šetří životní prostředí. Program Nová zelená úsporám nabízí dotaci Dešťovka, která podporuje efektivní hospodaření s dešťovou vodou a systémy na využití odpadní vody. Existuje v České republice od roku 2014 a postupně se stává dostupnější pro více obyvatel. Například od roku 2021 není omezení pouze na území Prahy, ale můžou žádat vlastníci z celé České republiky. Výše dotace může být až 50 % uznatelných výdajů. Podpora je určena i na bytové domy, nicméně u společenství vlastníků se často setkáváme s jejich neschopností se dohodnout na využití dotace. V případě majetkoprávního uspořádání v mém zájmovém území by tudíž bylo pravděpodobně komplikované dosáhnout až už zmíněné dotace, ale celkově i změn, které by zahrnovaly celý blok panelových domů. Pozemky v bezprostřední blízkosti budov totiž patří městské části, nicméně samotné budovy má ve vlastnictví dva a více subjektů a právnických osob. Proto by mohlo být problematické realizovat například zelenou střechu na celý blok panelových domů.

## 8. Přehled literatury a použitých zdrojů

Adams, A., Barak, P., and Davidson, C. L., 2013: Hügelkultur Gardening Technique Does Not Result in Plant Nutrient Deficiencies and is a Potential Source Reduction Strategy for Yard Trimmings Wastes. University of Wisconsin Madison Student Project Report.

Bannerman R., Considine E., 2003: Rain gardens : a how-to manual for homeowners. Wisconsin Dept. of Natural Resources: University of Wisconsin, Wisconsin, 31 s.

Clore, A., 2015: A Worldwide Tour of (Almost) Permaculture. Journal of Agriculture, Food Systems, and Community Development. 149-151.

Dufek J.: Srážkové vody: 2. část. Topenářství instalace [online]. Praha, 2017, str. 66-72 [cit. 2022-12-01]. Dostupné z: <<http://www.topin.cz/clanky/srazkovevody-2-cast-detail-3106>>

Dufek J.,: Srážkové vody: 3. část. Topenářství instalace [online]. Praha, 2017, (8), str. 58-68 [cit. 2018-12-03]. Dostupné z: <<http://www.topin.cz/clanky/srazkovevody-3-cast-detail-3194>>

GreenBlue urban: The History of Urban Drainage [online]. Bodiam: Northpoint, 2017 [cit. 2022-12-01]. Dostupné z: <https://www.greenblue.com/gb/history-urban-drainage/>

Green Roof Organization, 2008: Introduction to Green Walls Technology, Benefits & Design.

Heisigová M. R., Bím J., Bylinová A., et al., 2004: Hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaném území. Evropský sociální fond, Praha, 35 s.

Hejduk T., Fučík P., Marval Š., Sítková V., Poláková L., Roub R., Bureš L., Štich M. a Hosnedl M., 2021: Hospodaření se srážkovou vodou na území městské části Praha

12. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i.; Česká zemědělská univerzita v Praze; Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s. Praha. 39 s.

Hlavínek P., 2007: Hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaném území. Ardec, Brno.

Hydroplast, 2020: Dotace na retenční nádrže (online) [cit. 2022.03.01], dostupné z <<https://www.hydroplast.cz/cs/35-dotace-na-retencni-nadrze>>.

Chalker-Scott, L., 2017: Hugelkultur: What is it, and should it be used in home gardens. 1-6.

Jásek J., 2006: William Heerlein Lindley a pražská kanalizace. Scriptorium, Praha, 256 s.

Johnston, J., Newton, J., 2004: Building Green “A guide to using plants on roofs, walls and pavements“. Greater London Authority, London.

Kaushalya, M., Dissanayake, D., and Weerakkody, W., 2016: Effectiveness of Black Soldier Fly Larva (*Hermetia illucens*) In. Proceedings of Agricultural Research Symposium, 402-406.

Khandare B. P., Bandal R. V., Rothkar R. V., 2020: Replacement of Conventional Pavements By Permeable Pavements. Conference: National E-Conference On Recent Advancements in Science and Technology At: New Delhi.

Krejčí V., 2002: Odvodnění urbanizovaných území: koncepční přístup. NOEL, Brno.

Laffoon, M., 2016: A Quantitative Analysis Of Hugelkultur And Its Potential Application On Karst Rocky Desertified Areas In China. Honors College Capstone Experience/Thesis Projects. 602



Ministerstvo pro místní rozvoj, ©2019: PRŮMĚRNÉ CENY DOPRAVNÍ A TECHNICKÉ INFRASTRUKTURY OBCÍ Aktualizace 2019 (online) [cit.2022.03.02], dostupné z < <https://www.obcepro.cz/data/ceny-ti-2019-celek.pdf> >.

Office of water, 2021: Stormwater Best Management Practice – Grassed swales. Environmental protection agency, United States. 6 s.

Özyavuz M., 2017: Sustainable Landscape Planning and Design. Deutsche Nationalbibliothek, Frankfurt am Main.

Palmer, K., 2013: 'Hügelkultur' fosters a garden made of wood.

Praha 12, ©2021: Dětské hřiště Pavlíkova – Machuldova (online) [cit.2022.03.01], dostupné z < <https://www.praha12.cz/detske-hriste-pavlikova-machuldova/os-1464>>.

Safikhani T., Abdullah A. M., Ossen D. R. a Baharvand M., 2014: Thermal Impacts of Vertical Greenery Systems. Environmental and Climate Technologies: 5-11.

Shebitz D., Capozzi S. and Albaum J.P., 2017: Planting More than Just Veggies: StudentCreated Plans for a Sustainable Urban Farm. Journal of Sustainability Education. 14.

Spirko, J., 2015: Don't Try Building Hugel Swales - This is a Very and I Mean Very Bad Idea. The Permaculture Research Institute.

Stránský D., Kabelková I., Vítek J., Suchánek M., 2008: Cesta od likvidace k hospodaření se srážkovými vodami ve městech a obcích. JV PROJEKT VH s.r.o., Brno, 8 s.

Stránský D., Kabelková I., Vítek J., Suchánek M., 2008: Koncepce hospodaření s dešťovou vodou v ČR současný stav. JV PROJEKT VH s.r.o., Brno, 10 s.

Stránský D., Kabelková I., Bareš V., Bartáček J., Habr V., Hora D., Kříž K., Metelka T., Pánek P., Pelčák P., Suchánek M., Vébr L., Vítek J., Zadražilová M., 2019: Studie hospodaření se srážkovými vodami v urbanizovaných územích. Ministerstvo životního prostředí, Praha, 130 s.

Sýkorová M., Tománek P., Šušlíková L., Staňková N., Habalová M., Čtverák M., 2021: VODA VE MĚSTĚ – Metodika pro hospodaření s dešťovou vodou ve vazbě na zelenou infrastrukturu. České vysoké učení technické v Praze ve spolupráci s Univerzitou Jana Evangelisty Purkyně, Praha, 204 s.

Thompson, J.W. and Sorving, K. 2000. Sustainable Landscape Construction, A Guide to Green Building Outdoors. Island Press, Washington D.C.

TNV 75 9011. Hospodaření se srážkovými vodami. Praha: Sweco Hydroprojekt, 2013.

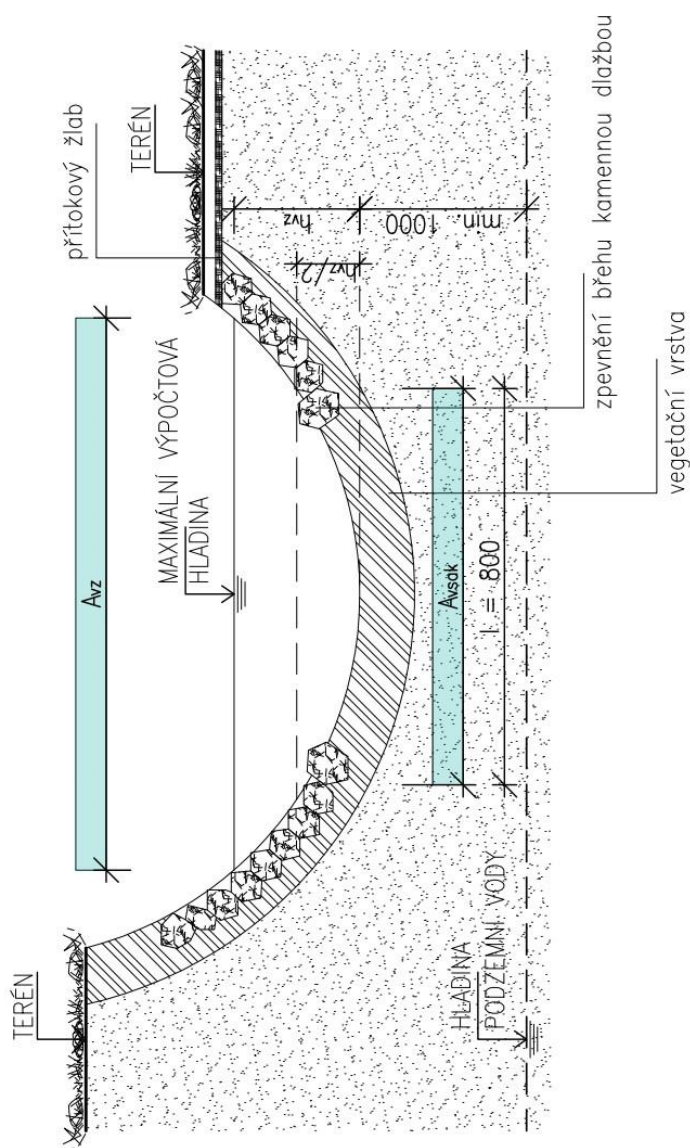
Virtudes A. & Manso M., 2016: Applications of Green Walls in Urban Design. IOP Conf. Ser.: Earth and Environmental Science: 44.

Vyhláška č. 501/2006 Sb. In: Zákony pro lidi.cz [online]. © AION CS 2010- 2018 [cit. 2022-12-03]. Dostupné z <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-501>>

Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy: Nabídka mapových a datových produktů – Hydrologické charakteristiky [online]. © VÚMOP, v.v.i. [cit. 2022-13-03]. Dostupné z <[https://www.vumop.cz/sites/default/files/20130529\\_katalogmap\\_hydrologicke\\_charakteristiky.pdf](https://www.vumop.cz/sites/default/files/20130529_katalogmap_hydrologicke_charakteristiky.pdf)>

Yeh, Y.P., 2012: Green Wall-The Creative Solution in Response to the Urban Heat Island Effect. National Chung-Hsing University.

## 9. Přílohy



Příloha č. 1 – Příčný řez vsakovacího příkopu č. 3

- $A_{vsak}$  – vsakovací plocha vsakovacího zařízení ( $m^2$ )
- $A_{vz}$  – plocha hladiny vsakovacího zařízení ( $m^2$ )
- $h_{vz}$  – výška propustných stěn břehů (mm)
- $l$  – šířka vsakovací plochy Avsak (mm)

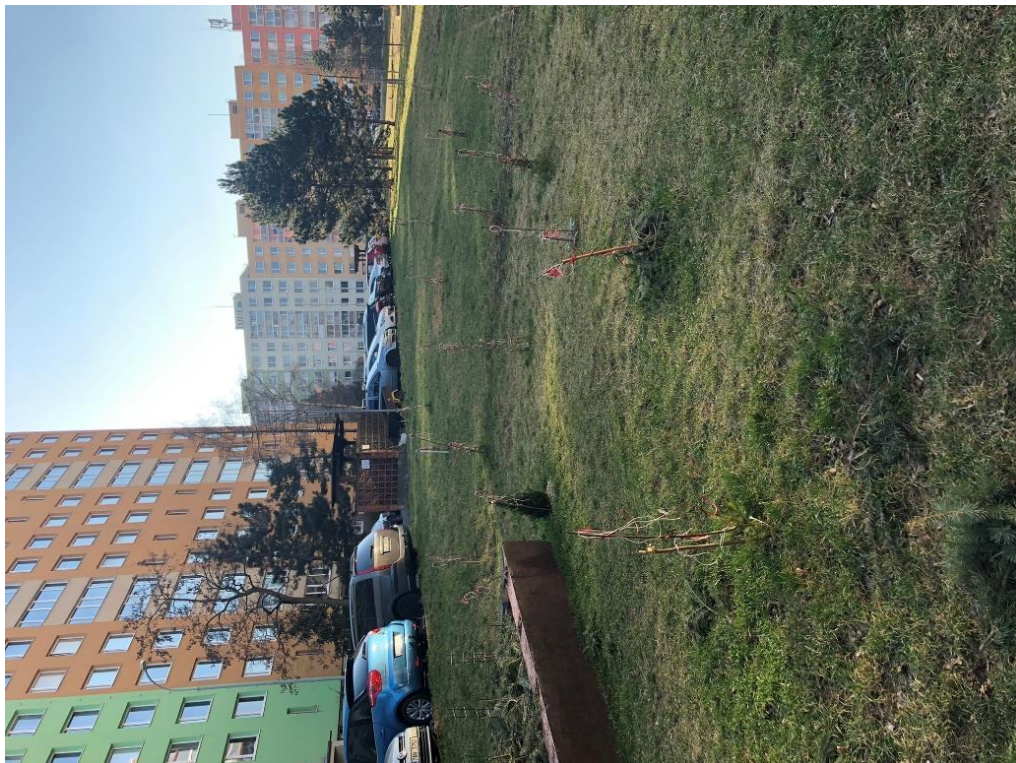
VYPRACOVAL: Bc. Arleta Urbanová	SEMESTR / ROČNÍK: letní 2023	Fakulta životního prostředí
VEDUJÍCÍ PRÁCE: Ing. Marcela Synáčková, CSc.	OBOR: RES	
PŘEDMĚT: DIPLOMOVÁ PRÁCE		
OBSAH: PŘÍČNÝ ŘEZ VSAKOVACÍHO PŘÍKOPU č.3		DATEM: březen 2023
		MĚŘÍTKO: 1:25
		FORMÁT: A4
		ČÍSLO VÝKRESU: 1



Příloha č. 2 – Vizualizace návrhu: Vsakovací příkop a revitalizace chodníku – obrázky před a po

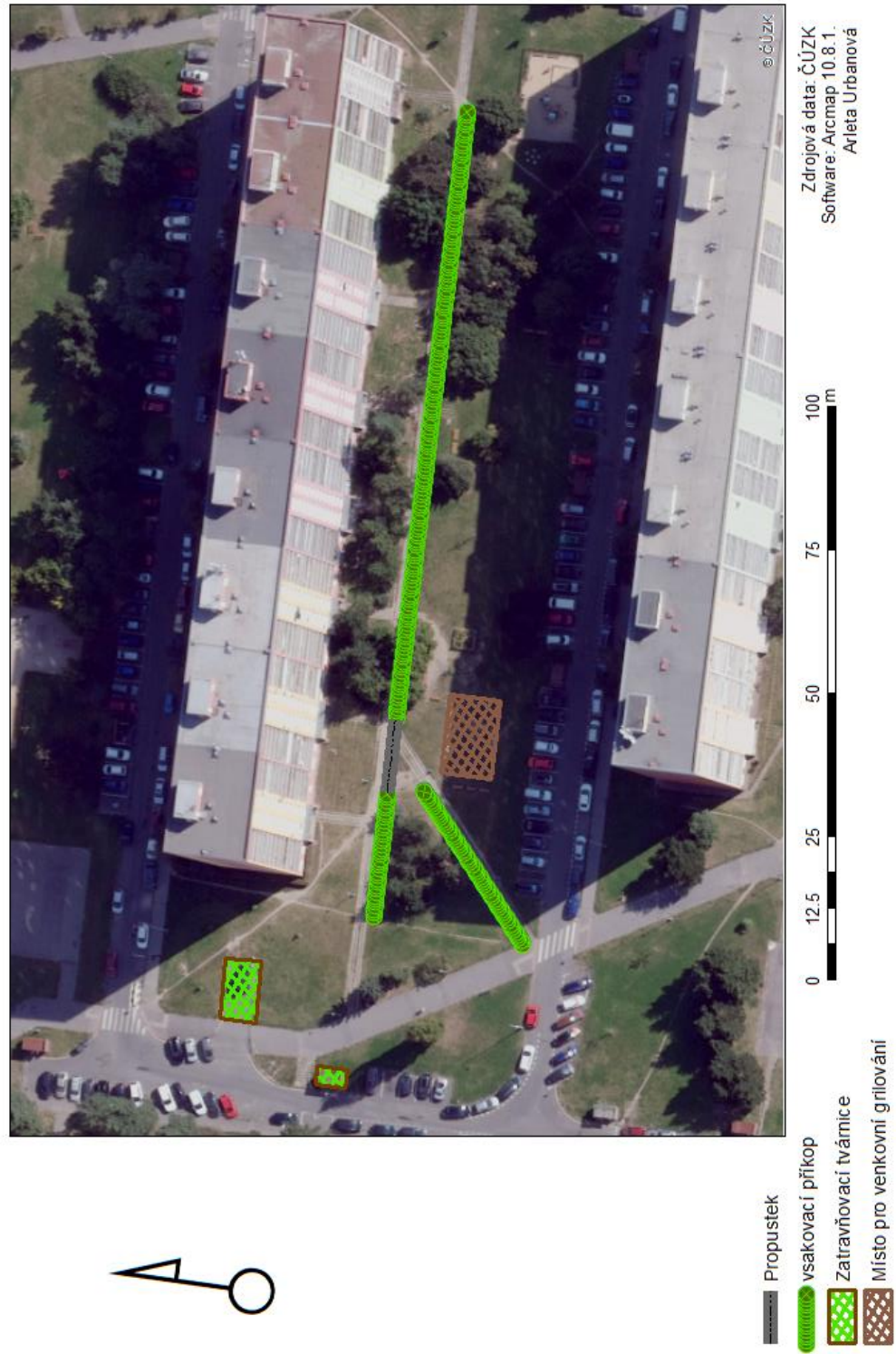


Příloha č. 3 – Vizualizace návrhu: Dešťová zahrada – obrázky před a po



Příloha č. 4 –Vizualizace návrhu: hügelkultur – obrázky před a po

# Návrh opatření Varianty A



Příloha č. 5 – Mapa návrhu opatření Varianty A

# Návrh opatření Varianty B



-  stromy
-  keře
-  hůgelkultur
-  vsakovací průlehy
-  dešťový záhon
-  zelená střecha
-  nový chodník

Zdrojová data: ČÚZK  
 Software: Arcmap 10.8.1.  
 Arleta Urbanová



Příloha č. 6 – Mapa návrhu opatření Varianty B