

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra zahradní a krajinné architektury**



**Fakulta agrobiologie,  
potravinových a přírodních zdrojů**

**Nové přístupy k hospodaření s vodou v rodinných zahradách**

**Bakalářská práce**

**Autor práce: Miroslav Kučera  
Zahradní a krajinářská architektura**

**Vedoucí práce: Ing. Lucie Miovská, Ph.D.**

**© 2022 ČZU v Praze**

#### Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci „Nové přístupy k hospodaření s vodou v rodinných zahradách“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uveřejněné bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne \_\_\_\_\_

#### Poděkování

Tímto bych velmi rád poděkoval své rodině, že mě po celou dobu studia podporovala a tlačila ke kompletnímu zakončení. Především svoji mamce, která měla obrovskou trpělivost a vždy mě dokázala povzbudit. Dále bych chtěl poděkovat svým kamarádům a své slečně, kteří byli v posledních měsících velmi shovívaví a trpěliví. V neposlední řadě děkuji své vedoucí práce, paní Ing. Lucii Miovské Ph.D. za její cenné rady, které mě dostaly ke zdárnému konci.

## Nové přístupy k hospodaření s vodou v rodinných zahradách

### Soubn

Tato práce pojednává o hospodaření s vodou v rodinných zahradách. Byla rozdělena do tří hlavních částí a to na část teoretickou s obsáhlou literární rešerší, část analytickou a část návrhovou.

V literární rešerši proběhlo seznámení s celkovou podstatou vody, s jejím koloběhem a vlivem na člověka. V návaznosti na to byly věcně popsány přístupy a metody hospodaření s dešťovou vodou. Pro lepší náhled a uchopení byly vysvětleny pojmy jako je biodiverzita a tepelný ostrov, což samo o sobě velice napomohlo k lepšímu pochopení celé problematiky a tedy, proč jsou tyto přístupy přínosné nejen pro životní prostředí, ale i pro samotné majitele zahrad.

V rámci analytické části bylo objasněno, kde se poznatky z literární rešerše budou aplikovat. Byly zde tedy zmíněny bližší informace o lokalitě a jejím katastrální zařazením, půdní a vegetační vlastnosti, podmínky podnebné a nety-li opomenuti ani obyvatelé pozemku spolu s jejich požadavky.

Poslední část, myšlena částí návrhová, se věnovala samotné realizaci všech výše zmíněných inovací. Zde se dalo nejlépe a hlavně názorně pozorovat, jaké přínosy s sebou tyto přístupy přináší a jak radikální změně se zahrada podrobí, přičemž bude stále zachována její přirozenost.

Majoritním cílem bylo osvětlení procesu fungování vody ve volné přírodě a jejího hospodářného zapojení do rodinných zahrad a urbanizovaného prostředí na principech její akumulace a retence. Prakticky jde tedy o integraci prvků, které napomáhají hospodaření s dešťovou vodou, spolu s vyhověním požadavků majitelů zvolené modelové zahrady.

Celkový obsah bakalářské práce byl přínosný nejen v oboru zahradní a krajinné architektury, ale měl příznivý vliv a dal možnost čerpat i v jiných oborech, jako je například ekologie, hydrologie nebo environmentalistika. Nejvyšší přínos byl však v oblasti flóry, fauny a lidské říše, která se v zahradách řešených tímto způsobem polybovala.

klíčová slova: biodiverzita, tepelný ostrov, dešťová voda, retence, koloběh vody

## New approaches in water management in family gardens

### Summary

This paper discusses water management in family gardens. It was divided into three main parts, namely a theoretical part with an extensive literature review, an analytical part and a design part.

In the literature review, the overall nature of water, its cycle and its impact on humans was introduced. This was followed by a substantive description of approaches and methods for stormwater management. For a better insight and grasp, concepts such as biodiversity and heat island were explained, which in itself greatly helped to better understand the whole issue and therefore why these approaches are beneficial not only for the environment but also for the garden owners themselves.

The analytical part clarified where the findings from the literature search would be applied. Thus, details of the site and its cadastral classification, soil and vegetation characteristics, climatic conditions and the inhabitants of the site were mentioned along with their requirements.

The last part, the design part, was devoted to the actual implementation of all the above-mentioned innovations. It was here that it was possible to see best and most importantly how the benefits of these approaches were brought about and how radically the garden would be changed while still maintaining its naturalness.

The main objective was to illuminate the process of water in the wild and its economical incorporation into family gardens and the urban environment based on the concepts. In practice, this means integrating the elements that help to manage rainwater, along with meeting the requirements of the owners of the chosen model garden.

The overall content of the bachelor thesis was not only beneficial in the field of garden and landscape architecture, but also had a positive influence and gave the opportunity to draw on other disciplines such as ecology, hydrology or environmental studies. The greatest contribution, however, was in the field of flora, fauna and the human kingdom, which was present in gardens designed in this way.

keywords: biodiversity, heat island, rainwater, retention, water cycle



## OBSAH

|                                                                |    |                                              |    |
|----------------------------------------------------------------|----|----------------------------------------------|----|
| <b>1 Úvod</b> .....                                            | 10 | <b>4 Zhodnocení podkladových údajů</b> ..... | 17 |
| <b>2 Cíl práce</b> .....                                       | 10 | 4.1 Širší vztahy .....                       | 17 |
| <b>3 Literární rešerše</b> .....                               | 11 | 4.2 Přírodní podmínky .....                  | 18 |
| 3.1 Koloběh vody .....                                         | 11 | 4.3 Současný stav .....                      | 18 |
| 3.1.1 Velký vodní cyklus .....                                 | 11 | 4.3.1 Fotodokumentace .....                  | 20 |
| 3.1.2 Malý vodní cyklus .....                                  | 11 | 4.4 Koncepční rozvaha .....                  | 21 |
| 3.1.3 Voda v urbanizovaném prostředí .....                     | 11 | 4.4.1 Rodinná zahrady .....                  | 21 |
| <b>3.2 Člověk a jeho vnímání vody</b> .....                    | 11 | 4.4.2 Myšlenka zahrady .....                 | 21 |
| 3.2.1 Voda živa, mrtvá a léčivá .....                          | 11 | 4.4.3 Výhody a nevýhody .....                | 21 |
| 3.2.2 Feng-šuej .....                                          | 12 | 4.4.4 Inspirace .....                        | 21 |
| 3.2.3 Symbol a smysl vody .....                                | 12 | <b>5 Vlastní projekt</b> .....               | 22 |
| <b>3.3 Modro-zeleňo-šedá infrastruktura</b> .....              | 12 | 5.1 Hlavní situace .....                     | 22 |
| <b>3.4 Druhy vod</b> .....                                     | 13 | 5.2 Koncepce hospodaření s vodou .....       | 23 |
| 3.4.1 Srážková voda .....                                      | 13 | 5.3 Rostlinný sortiment .....                | 24 |
| 3.4.2 Šedá voda .....                                          | 13 | 5.4 Rezipohledy .....                        | 26 |
| 3.4.3 Černá voda .....                                         | 13 | 5.4.1 Rezipohled A - A' .....                | 26 |
| <b>3.5 Způsoby zadržování vody</b> .....                       | 13 | 5.4.2 Rezipohled B - B' .....                | 27 |
| 3.5.1 Zelená střecha .....                                     | 13 | 5.4.3 Rezipohled C - C' .....                | 28 |
| 3.5.2 Dešťová zahrada .....                                    | 14 | 5.4.4 Rezipohled D - D' .....                | 29 |
| 3.5.3 Mokřady .....                                            | 14 | 5.5 Vizualizace .....                        | 30 |
| 3.5.4 Koupací jezírko a biotop .....                           | 15 | 5.6 Technické prvky .....                    | 32 |
| 3.5.5 Vsaňovací povrchové stavby .....                         | 15 | 5.7 Rámcový rozpočet .....                   | 34 |
| 3.5.6 Vsaňovací prostor vyplněný štěrkem .....                 | 15 | <b>6 Diskuze</b> .....                       | 35 |
| <b>3.6 Propustné pochůzní povrchy</b> .....                    | 15 | <b>7 Závěr</b> .....                         | 36 |
| 3.6.1 Vodopropustný beton .....                                | 15 | <b>8 Seznam literatury</b> .....             | 36 |
| 3.6.2 Zatrávňovací dlažba .....                                | 16 | 8.1 Literární zdroje .....                   | 36 |
| 3.6.3 Štěrkový trávník .....                                   | 16 | 8.2 Webové zdroje .....                      | 38 |
| <b>3.7 Efekty správného hospodaření s dešťovou vodou</b> ..... | 16 | 8.3 Grafické zdroje .....                    | 39 |
| 3.7.1 Teplý ostrov .....                                       | 16 |                                              |    |
| 3.7.2 Biodiverzita .....                                       | 17 |                                              |    |
| <b>3.8 Hospodaření s dešťovou vodou v legislativě ČR</b> ..... | 17 |                                              |    |
| 3.8.1 Zákon č. 254/2001 .....                                  | 17 |                                              |    |
| 3.8.2 Vyhláška č. 501/2006 .....                               | 17 |                                              |    |
| 3.8.3 Vyhláška č. 268/2009 .....                               | 17 |                                              |    |

# 1 ÚVOD

Voda vždy byla, je a bude nezbytnou součástí všech našich životů. Bohužel jsme se od ní v poslední době, ve stále urbanizovanějším prostředí, dosti oddálili nebo ji od nás spíše odstříhali pomocí nepropustných povrchů, kanalizací, plýtváním její pitné podoby a tedy celým narušením jejího koloběhu.

Voda se k nám stále snaží najít svou cestu, ale i my musíme zahájit naše snažení a vyjit jí naproti, proto se v této bakalářské práci ukazují způsoby a techniky, jak hospodařit nejen, ale převážně, s dešťovou vodou. Zaměříme se na její sběr, akumulaci, retenci a znovupoužití.

V této práci jsou podtrženy prvky, které napomáhají celkové biodiverzitě v zahradě, místnímu klimatu, malému koloběhu vody a celkovému hospodaření s dešťovou vodou, přičemž je každý z nás může aplikovat ve své vlastní zahradě nebo i na větších stavebních projektech různých měřítel, stylů a účelů.

Voda má dar život dávat i brát a sama o sobě je živá, je to cenná komodita, která by mohla mít v budoucnu cenu větší nežli zlato. A proto jsou zde ukázány způsoby, jak tomuto předejít a neudělat vodu ještě vzácnější než je nyní.

# 2 CÍL PRÁCE

Cílem této práce bylo pochopení samotné podstaty vody a její fungování ve volné přírodě až po urbanizované prostředí. Bylo vysvětleno, jaké magické působení má na člověka a co pro nás ve své podstatě znamená. Zaměření práce bylo hlavně na hospodaření s dešťovou vodou v rodinných a městských prostorech. Vysvětlení základních principů akumulace a retence vody, přes možnosti, jak toho docílit v daných lokalitách.

Praktická část se zaměřila na ukotvení prvků, které správně hospodaří s dešťovou vodou. Voda tak přitáhla opět život do zahrady a navrátila často opomíjenou biodiverzitu. Dále se napomohlo malému vodnímu cyklu, který byl vždy v městském prostředí utlačován kvůli nedostatečnému vsakování na dané lokalitě. Studie se kvůli tomu zaměřila na minimalizaci nepropustných povrchů, popřípadě maximální možnosti vody zůstat na stejném místě.

# 3 LITERÁRNÍ REŠERŠE

„Co vlastně přitahuje lidi k vodě? Spojení mnoha protikladů? Její nezbytnost pro život? Je to právě její proměnlivost, vědomí člověka o její nezbytnosti, vědomí její dvojakosti – života dává i ohrožuje. Člověk se jí snaží spoutat, využít ji, ale v zásadě její povahu změnit nemůže. Vodu si nelze přivlastnit. Je nám pouze zapůjčenav rámci malého i velkého koloběhu.“ „Je to krev planety země, a přesto se k ní tak nechováme. Náš vztah k vodě se často mění až s jejím přicházejícím nedostatkem nebo ve chvílích ohrožení vodou“ (Doležal 2004, str. 0).

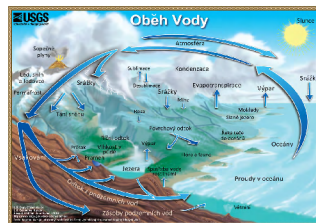
## 3.1 KOLOBĚH VODY

### 3.1.1 Velký vodní cyklus

Samotná podstata a význam podzemní vody jako důležitého přírodního zdroje, která je elementární pro zemědělství, ekosystémy a zásoby vody jako takové, je pro valnou hromadu lidí velmi známá a také velice ceněná. Přesto je obraz oběhu vody pro většinu lidí poněkud kóstrbatý (Lehr et al. 2017).

Cestu vody nemá přesně daný začátek a ani konec, ale oceány jsou místo, kde se dá velmi zřetelně s popisem začít. Slunce je hlavní katalyzátor celé cesty vody, ohřívá vodu v oceánech a ta putuje směrem nahoru ve formě vodní páry do vzduchu. Postupně vodní páru unáší výše vzdušné proudy a zde nižší teplota způsobí kondenzaci do formy oblaků. Následně vzdušné proudy přenesou oblaka nad povrch země. Částice vody se v oblacích srážejí a získávají na své velikosti a poté spadnou z oblohy jako srážky (Šercel 2017).

Oběh vody by se dalo rozdělit do 15 samostatných kapitol. Kdybychom měli každou jmenovitě napsat, tak je to: zásoby vody v mořích, výpar, voda v atmosféře, kondenzace (tvorba oblaků), srážky, zásoby vody v ledu a sněhu, odtok z tajícího sněhu do vodních toků, povrchový odtok, říční odtok, sladkovodní zásoby, vsakování, odtok z podzemních vod, prameny, odpařování vody z rostlin, zásoby podzemních vod, rozdělení vody ve světovém měřítku (Šercel 2017).



Obrázek 1: Oběh vody zdroj: www.usgs.gov

### 3.1.2 Malý vodní cyklus

Je uzavřený koloběh vody, kde vypařená voda z daného lokálního povrchu nebo vodní hladiny opět spadne na stejném místě v podobě srážek (na stejné bázi to funguje i nad mořskou hladinou). Přestože v názvu čteme malý, tak tento cyklus má na svědomí většinu srážek dopadajících na pevninu. Pokud nastane situace, že dochází k většímu odtoku vody z určitého území, tak neprobíhá na daném místě odpar a následně se nevrací voda do malého vodního cyklu. Takový případ má za následek úbytek celkových srážek na území a mění se tím teplejší a vodní režim krajiny (Počítáme s vodou 2021).

### 3.1.3 Voda v urbanizovaném prostředí

V minulosti byla většina měst sužována stále se opakujícími epidemiemi. Jedním z největších činitelů bylo nedostatečné nakládání se splaškovými vodami, které tekly po ulicích měst. Při dešti pak nastal problém, kdy tato splašková voda byla smíchána s vodou dešťovou a ta se dostala do zdrojů pitné vody. Jedná možnost, jak tomu zabránit, bylo vytvoření prvních stokových systémů, které můžeme vidat i v dnešní době (Vítek et al. 2015).

Původním účelem městského odvodnění byly tedy nejenom zajištění dostatečné hygieny, ale i ochrana intravilánu před množstvím srážkových vod. Tradičně byla snaha dostat z města jak splaškovou, tak i dešťovou vodu v jednotné stokové kanalizaci. Časem se tato metoda jednotného odvodnění vylepšila a byla vždy rozdělena jak splašková, tak i dešťová voda (Vítek et al. 2015).

Snaha odvádět veškerou vodu co nejrychleji z města má dopad pouze na zničení malého vodního cyklu. Poté nedochází k pvnídelným menším srážkám a můžeme si všimnouti většího období sucha, za kterým následuje přívalový dešť (srážky přicházejí až od oceánů, tedy velký vodní cyklus). Taková situace pak přivádě ruku v ruce erozi půdy, pokles hladiny spodní vody a celkové poškození vegetace a to má za následek destabilizaci klimatu (Počítáme s vodou 2021).

## 3.2 ČLOVĚK A JEHO VNÍMÁNÍ VODY

### 3.2.1 Voda živá, mrtvá a léčivá

Jistě každý z nás už viděl nějakou tu studánku či pramen, který patřil svaté osobě. Zpravidla se jedná o krásné upravené místo, kam už od dávných dob chodili lidé z kraje pro zázračné léčivou vodu, jež měla vyléčit lidi z různých nemocí nebo posvatit člověka ze smutného postele na nohy. Později se zjistilo, že vody pouze obsahovaly více minerálních látek (Hrkal 2018).

Skoro každá vyspělá civilizace uctívala své bohy vod, ale nezástalo vše jenom u bohů. Lidé si velmi dobře uvědomovali podstatu vody v jejich životech, a to často díky jejich víře. Některé národy vytvářely složitou hierarchii nadpřirozích postav. Ve většině případi to byh pánvé postavy ženského pohlaví například nyfny, divozenky a rusalky (Hrkal 2018).

Speciální vztah k vodě měli Kelové, kteří věřili, že vlastně každá část vody je ztělesnění boha, tedy spíše bohyně. Například taková Coventina je vodní bohyně, jež je uctívána poblíž Hadriánova valu (Hrkal 2018).

Voda byla vždy považována za jeden ze symbolů života, ale to je logicky dáno už z principu, že bez vody žádný člověk, zvíře nebo rostlina nepřežije. Ve starších civilizacích měla voda i symbol smrti. Vše by se dalo v dnešní době vysvětlit, ale tehdy pojem znečištěná voda, kterou právě zapříčinila nedostatečná hygiena měla na svědomí mnoho životů (Hrkal 2018).

Ve své knize Kožíšek (1997) zmiňuje, že ve vodě byl stvořen život, jenž vždy byl, je a bude závislý na vodě. Proto také mluvíme o „živé vodě“, ale stejně tak i o „mrtvé vodě“, která je zamořená a kvůli tomu v ní nemají žít žádné organismy nebo pomalu umírá.

Je zde i další pohled na tyto dva druhy vod, kde Emsto (2004) na vodu nahlíží úplně jiným způsobem. Na každou kapku vody se dívá jako na něco víc než jen na organismus. Kapky vody pozoruje pod mikroskopem a následně tvrdí fotodokumentaci. Vodě pozoruje jako bytost, která je schopná vnímat „duchovno“. A to má vliv na její kvalitu. Byl proveden průzkum vody v Berlíně. Zjistilo se, že voda, která protéká přes čističku odpadních vod, je chlorovaná, chemicky ošetřena a lhaná několik set metrů až do samotného koloutku, je úplně bez energie a tedy „mrtvá“. Tato voda byla pod mikroskopem bez svého charakteristického vykreslení vlnokvítého útvaru.

### 3.2.2 Feng-šuej

„Starí Číňané se snažili žít v rovnováze se zemí po tisíce let. Z jejich zkonámení přírody vzešla feng-šuej, což doslova znamená „vítř a voda“. Věřili, že pokud žijete v harmonii se žijící Zemí, váš život bude naplněný spokojeností a hojností.“(Webster 2010, str. 9).

Filozofie Dálého východu věří, že vzájemné působení pěti prvků řídí přírodní jevy kolem nás; země (myslěno jako písek), dřevo, oheň, kov a voda. Nesmíme esencially je to, že na tyto látky není pohliženo jako na něco existujícího, ale jako na abstraktní síly a symboly pro určení základních vlastností hmoty, které znázorňují (Feng-šuej: dům a zahrada, 2006).

Hlavní podstatou samotné ideologie feng-šuej je energie nazývaná čchi, která zásobuje a promlouvá ke všemu živému. Feng-šuej se pokouší tuto energii v co největším množství nashromáždit v místě, kde člověk žije, a to nejlépe do samotných zahrad. Co vlastně čchi znamená? Vě volám překladu to je „životní energie“. Je to kosmický dech, který předává přírodě a lidem život. Dalo by se říci, že je to esence, která pohání vítr, vodu tlačí v toku a rostlinám pomáhá v růstu (Reichert de Palacio 2008).

Voda v zahradě pak působí jako nejlepší zdroj energie čchi. Tekoucí voda a proudící vzduch rozšiřjí po okolí tuto sílu. Dle druhu vody v zahradě vznikají různé čchi a s tím i přichází různá energie zahrady. Klidná a tiché jezírko vytvoří rozdílnou energii v porovnání s dynamicky kaskádovým potůčkem (Reichert de Palacio 2008).

### 3.2.3 Symbol a smysl vody

Voda měla vždy něco u sebe, co nás přitahovalo nebo lépe řečeno čím nás byla schopná okouzlit. Vždyť už v dětském věku jsme šlapali do každé kačky, která nám stála v cestě (Sedlák 2005).

Pozorněji v ni symbol života a síly. Vlastně každá vodní plocha nás automaticky nutí se na ni podívat. Díky vodě jsme schopni vidět vše okolo nás a nad námi, a tak v jednom pohledu spatříme zrcadlící se oblohu, nejbližší rostliny a stromy, vítr, který si pohrává s hladinou, život ve vodě a okolo ní. Žvuky vody jsou i úžasným mediáčním nástrojem pro naše uši. Určitý relax si užíváme pokaždé, když opusíme městský hluk a zaposloucháme se do tichoho burácení tekoucí vody nebo menšího vodotrysku (Bastian 2012).

Voda v prostoru člověka je pestrý prvek, který všechny okolo láká každý den znovu a znovu ji navštívit. Máme pak pocit, že si sedáme k takové malé oáze, jež pomáhá odbourávat každodenní stres (Bastian 2012).

Dokonce i pohyb ve vodě je velmi prospěšný pro člověka. Patří k nejdřívejším lidským aktivitám. Sbírávé zatížení celého těla, vnitřické uvolňování a napínání svalstva napomáhá k velmi dobrému a rovnoměrnému rozvoji těla a to především u dětí (Lhotáková & Trnková 2011).

## 3.3 MODRO-ZELENO-ŠEDÁ INFRASTRUKTURA

Modro-zeleno-šedá infrastruktura je myšlenka, kde je za cíl spojit dohromady hospodaření s dešťovou vodou (modrá), vegetací (zelená) a zpevněné plochy (šedá). Tento princip je schopný zvládat dopravní zátěž, průtok dešťové vody, znečištění a je odolný vůči změně klimatu a stále poskytje vegetaci velký prostor pro její bujný růst (Fridell et al. 2020).

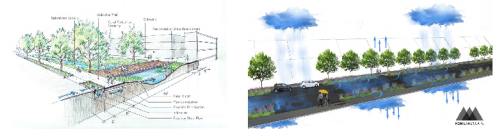
Ulice ve městech se vyvíjejí dlouhou dobu. Od vzniku prvních automobilů se značně navýšila potřeba ulic, a tedy i parkovacích míst. V urbanizovaném prostředí je tedy buď o nadzemní prostor, kde je potřeba zajistit bezpečnost provozu, nosné vlastnosti, ale i samotnou nenáročnost údržby místa. Stejný boj můžeme sledovat i pod povrchem, kde je nutný soulad mezi vodovodním a kanalizačním systémem, elektrickými kabely a optickým vedením. Z toho vyplývá, že prostoru pro vegetaci a zpracování srážek již není mnoho. Aktuální klimatická doba, kdy jsou větší období sucha a poté příválové deště, mají za přičinu, že běžné kanalizační systémy nezvládají takový nápor a hrozí větší riziko povodní. Následky jsou pak nákladné pro společnost i jednotlivce (Fridell et al. 2020).

Klíčem k vytvoření modro-zeleno-šedé infrastruktury je podkladní vrstva s vysokou porézností, která zároveň je schopná rozložit zatížení a zvládne pojmut do sebe prvky pro zadržování a vsakování dešťové vody. Na podkladovou vrstvu se nabalují další konstrukční prvky, které uspokojí městské požadavky jako je zelená, jednoduché čištění prostoru nebo dostatek parkovacích míst. Poté můžeme vidět systém, který čistí, zadržuje dešťovou vodu, podporuje růst vegetace a také zvládne pojmut dopravní zatížení. Tento systém mění smýšlení nad dešťovou vodou z problému na zdroj, který mění město na estetičtější místo a přivádá mu ekologickou hodnotu (Fridell et al. 2020).

Jak již bylo zmíněno, podkladová vrstva v systému modro zeleno šedé infrastruktury je sestavena z kamenná, z něhož byly odstraněny menší frakce, a tedy vznikly dutiny, které jsou schopné vstř prostorem vodu a rozptýlit vzduch. Tyto prostory dají materiálu poróvitost v rozmezí 30-40 % a ta umožní zadržet i 400 litrů vody na metr krychlový v této otevřené podkladové vrstvě. Pro vylepšení otevřené podkladové vrstvy a bioetenční oblasti (jako čisticího zařízení) se může do směsi přidat biochar, penza a kompost. Porézní struktura těchto materiálů, i jejich větší povrch a chemické vlastnosti jsou velmi příhodné pro vegetaci i mikroorganismy, jelikož mají schopnost zadržet vodu i živiny (Fridell et al. 2020).

Pokud bychom měli zmínit základní principy, na kterých funguje celá modro-zeleno-šedá infrastruktura, tak zde najdeme zadržování vody (retence), akumulace (uskladnění pro závlaku apod.), zpomalení odtoku, transport, čištění, vsak (infiltrace), výpar (evaporace / evapotranspirace) (Cmiralová 2020).

Mezi nejznámější opatření, která podporují tento systém patří: zelené střechy, dešťové záhony, „svejlý“, nejrizičnější jezírka, mokřady nebo vodní kanálky (Cmiralová 2020).



Obr. 2: greenluestreets (zdroj: www.churchilltechpark.org)

Obr. 3: Schéma MZI (zdroj: www.k2w-landscape.com)

## 3.4 DRUHYP VOD

### 3.4.1 Srážková voda

Definice je taková, že srážková voda se podle příslušné legislativy rozumí voda, která se ještě nedotkla zemského povrchu. Měl by se tedy používat spíše termín „povrchové vody vzniklé z vod srážkových“ nebo „srážkové vody podle § 1 odst. 3 zákona č.274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích“. Při odvodu srážkových vod je naprosto nezbytné zabezpečit domy tak, aby v případě příválových srážek, nedošlo k zatopení. Zacházet s dešťovou vodou je nutné podle platných legislativ a to hlavně v oblasti akumulace, vsaku nebo řízného odvodu. Vše záleží na podmínkách dané lokality (Šálek 2012).

Sběr srážkové vody nám napomáhá se vypořádat s aktuálními tématy jako zachování udržitelnosti či boje s hydrologickou výzvou, která nám přináší městská prostředí. Voda se sbírá z velkých ploch, které v urbanizovaném prostředí nejčastěji představují střechy budov. Voda se pak akumuluje do podzemních, ale i nadzemních nádrží. Poté záleží na kvalitě vody, kterou ovlivní sběrná místa, akumulční nádrže nebo i čističí systém a takovou vodu lze poté využívat na domácí účely (WC, závlaha, praní, úklid, někdy i k pití (Šálek 2012).

V Německu se podařilo zjistit, že potenciální úspora pitné vody v domě se může pohybovat mezi 30 % až 60 %, ale v Newcastlu – Austrálii by díky sběru vody mohli ušetřit až 60 % pitné vody (Nachshon et al. 2016).

### 3.4.2 Šedá voda

Využívání šedé vody je jedna z dalších metod, jak bojovat proti aktuálnímu suchu hlavně v oblastech, kde je cena za vodu velmi vysoká. Šedá voda je jedna z částí odpadních vod, které produkují města a domácnosti (používání praček, sušiček, van, sprchy a umyvadel) (Oron et al. 2014).

Šedá voda nesmí nikdy přijít do kontaktu s kuchyňským, toaletním odpadem a nebo s vodou z prání dětských plenek, taková voda má označení černá (Ghaihtak & Yadav 2013).

Uvádí se, že velká většina odpadních vod domácností má právě na sobě nálepku šedá voda a množství se pohybuje mezi hodnotami 50 % až 70 %. Tento druh vody při správném vyčištění a zacházení (vzniká bílá voda) může být znovu využit třeba na splachování toalet a nebo zalévání zahrad (od stromů až po samotný trávník) (Oron et al. 2014).

Odhaduje se, že opakovaným v využitím šedé vody lze snížit spotřebu v městském prostředí při splachování toalet okolo 30 % vody v budovách. Jsou tu ale i rizika s využitím samové šedé vody. První riziko je třeba zdrženlivost, a to hlavně kvůli přítomnosti patogenních mikroorganismů. Druhé riziko je environmentální, kde se vyskytují znečišťující látky jako soďak, nevhodné pH, povrchové aktivní látky a mikroplasty, je mnoho zdrojů, které prokázaly, že takto neupravená šedá voda nesplňuje skoro většinu norem vyspělého světa pro neomezenou recyklaci (Maimon & Gross 2018).

Jedno z prvních použití šedivé vody bylo právě v Izraeli v roce 1994, kde se znovu využila voda ze sprch na veřejných sportovištích. Od té doby prošla forma čištění šedé vody velmi dramatickým vývojem. V mnoha státech je zavedena dotace na hospodaření s šedivou vodou (USA, Korea, Čína, Kypr a mnoho dalších). V japonském Tokiu je dokonce povinné instalovat systém na správu šedé vody u budov s plochou nad 30 000 m<sup>2</sup> (Oron et al. 2014).

### 3.4.3 Černá voda

Černá voda se dá rozdělit na dvě složky, na hmotou a žlutou vodu. Žlutá voda označuje močovinou, ta je složena z vodného roztoku metabolických odpadů, tedy nutřením a rozpustných soli. Složka nutření obsahuje v sobě fosfor, dusík, draslík a další prvky. Hnědá složka je považována jako fekální, obsahuje ve sobě vápník, uhliček, také zde nalezneme fosfor, draslík, hořčík a železo (Beránková 2016).

Černá voda nemá žádné další využití jako samostatný zdroj vody. Důvod je jednoduchý, její obrovské mikrobiologické znečištění by mělo velký vliv na hygienická rizika. Tento zdroj vody při řádném rozdělení na dvě samostatné složky žlutá a hnědá napomůže k získání cenných živin, které v sobě obsahují. Následně je zde možnost výroba přírodních hnojiv, které se dají využít na lepší produkci v zemědělském průmyslu (Veliková 2019).

## 3.5 ZPŮSOBY ZADRŽOVÁNÍ VODY

### 3.5.1 Zelená střecha

Budovy v městské zástavbě mají často ploché střechy, a proto se dají využít na výstavbu zelených střech. Tento typ střech velmi dobře zvládá zadržovat dešťovou vodu, a to za pomoci retenci nebo bioretenci. Tato střecha může snížit noční odtok srážek o 50-60 %. Dále zvládají zachytit až 85 % škodlivých látek ve vodě. Zelená plocha se podílí na filtraci ovzdušná a pomáhá odstraňovat oxid uhličitý (Brears 2018).

Zelená střecha napomáhá k lepší biodiverzitě celého okolí, snižuje energetické a tepelné náklady budovy. Takové vylepšení značně zvyší hodnotu nemovitosti pro další prodej (Wilkinson et al. 2016).

Živá stěcha, známá jako zelená stěcha snižuje efekt tepelného ostrova a díky tomu je schopná snížit okolní teplotu prostoru o 5 °C (Brears 2018).

Zelená stěcha má svoji určitou skladbu prvků, aby dokázala fungovat tak jak má. Skládá se z konstrukční pevné stěchy, hydroizolace, kořenové bariéry, drenážní vrstvy, propustné tkaniny, péšebního média a samotné vegetace (Brears 2018).

Existují dva hlavní typy zelených stěch: extenzivní stěchy, které jsou pokryty lehkou vrstvou substrátu a tomu odpovídá i samotná vegetace a intenzivní, kde je mnohem větší půdní profil. Tyto stěchy jsou pak těžší a dokáží nést stromy i keře (Sanamounis 2014). Živě stěchy nejsou žádnou novinkou. Byly zaznamenány mnohokrát v historii. Jako jeden z nejstarších případů, které dokážeme dohledat jsou právě například visuté zahrady v Babylonu z roku 500 př. n. l., zikariraty v Mezopotámii a máná římská architektura. Zelené stěchy se také používaly v raných vikingských obydlích. Ve srovnání s historií je například taková Velká Británie relativně novým inovátorem, kde používali technologii zelených stěch jako maskování letištních budov za druhé světové války (Wilkinson et al. 2016).

### 3.5.2 Dešťová zahrada

Různé systémy se snaží zmenšit riziko městských záplav a uchovávají vodu pro opětovné využití jako například filtrační pásy, strouhy, zelené stěchy, asfaltové dlažby, terénní úpravy a infiltrační systémy. Dešťová zahrada patří mezi nejužívanější technologie, která se zakládá na principu mělkého příkopu, osázeného vhodnou vegetací v propustné půdě a to celé pokryté vrstvou mulče. Tento systém zvládá velmi obstojně zadržet, akumulovat a díky rostlinám přecistit dešťovou vodu (Sharma & Malaviya 2021).

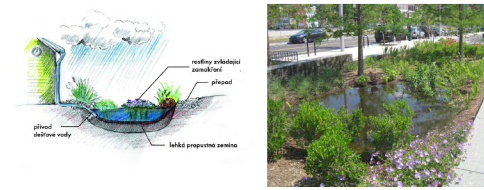
Jihv itá půda je všeobecně velmi špatná volba pro dešťové zahrady, jelikož zde neprobíhá tak dobře vsakování a takové místo bude vždy potřebovat prostor pro odvodnění (Śiwiec Ewelina et al. 2018).

Dešťové zahrady vyřezávají do sebe odtékající vodu a dávají prostor vodě přilíživě stékat po povrchu země přes půdní médium. Přidané vodoodporné vrstvy zlepšují kvalitu ekosystému, protože zvládnou z dešťové vody odstraní patogeny, různé kovy a další organické látky. Tohle všechno má na starost hlavně využití určitých mechanismů jako je evapotranspirace, exfiltrace, infiltrace, adsorpce a kationtová výměnná kapacita (Sharma & Malaviya 2021).

Dešťové zahrady jsou vhodným ekonomickým řešením pro snížení odtokových vod, jsou velmi přizpůsobivé měnícím se odtokovým podmínkám, přirozeně čistí a zlepšují kvalitu vody. Vyžadují malou stavební plochu, málo údržby a zlepšují celkový dojem krajiny, jelikož je velmi jednoduché stavět je na předzahrádkách, dvorcích a komerčních plochách. Největší negativum pro tento systém je právě dlouhou stagnující voda, protože poskytuje živnou půdu pro mnoho škůdců, láká hlodavce, mývaly, vačiče, hmyz a mnoho dalších a to vede k občasným útomám (Sharma & Malaviya 2021).

Píše se datum 1990, kdy Dick Brinker při stavbě nových bytových jednotek v okrese Prince George's (Maryland) měl myšlenku vystavět zcela jiný styl dešťových zahrad než doposud. Chlěl totiž nahradit přírodní retenční jezírko za bioretenční strukturu. Tuto myšlenku probral s ekologickým inženýrem Larrym Coffmanem a to vysvětlilo k výstavbě dešťových zahrad ve velkém měřítku v Somersetu, kde měl každý na pozemku u svého domu vybudovanou dešťovou zahradu o velikosti 30-40 m<sup>2</sup>. Sledování ukázalo, že

výstavba dešťových zahrad pomohla k poklesu odtoku vody při běžném dešti o 70-80 %. Teprve poté byly vyvinuty efektivnější dešťové zahrady pro obytné účely (Sharma & Malaviya 2021).



Obrázek 4: Jak na dešťový záhon (zdroj: www.jakimakovrhovzahradu.cz)

Obrázek 5: Rain garden (zdroj: www.prirodnizahradu.cz)

### 3.5.3 Mokřady

Klasické přirozené mokřady měly v minulosti často jednoznačný úkol a to byla likvidace odpadních vod. Z velké části to spíše fungovalo jako nekontrolovatelné vypouštění odpadních vod, které vedlo ke zcela devastujícímu a nevratnému zničení velkého množství mokřadů po celém světě (Výmazal 2008).

Tato lidská aktivita má přesněji za následek vymazání okolo 85 % veškerých světových mokřadů (Česká televize 2022).

V teplejších dobách byl zájem o mokřady velmi malý, ale v období 50. let 20. století zájem o mokřady a procesy v nich se dějící začal stoupat. Začal se i zvyšovat zájem o umělé mokřady kde jednou z nejvíceš příkopnic byla Dr. Käthe Seidelová z ústavu Maxe Plancka v Pfámu. Doktorka Seidelová začala prezentovat metodu využívání mokřadních rostlin pro zlepšení kvality povrchových vod, kterých bylo velmi často znečištěný nadměrným n hnojením a splaškovými odpadními vodami (Výmazal 2008).

Za posledních čtyřicet let dostaly umělé mokřady velké pozornosti a aktuálně je možné tímto systémem vyčistit téměř veškeré odpadní vody. Umělé mokřady, dnes již často známé jako kořenové čistítky, se staly velmi oblíbenými nejen pro čištění městských odpadních vod, ale právě i pro soukromé čištění vod domácností (Výmazal 2008).

Mokřadní ekosystémy se nejčastěji budují s cílem co nejlépe napodobit mokřadní procesy, jako je například zadržování vody, zadržování povodní a samozřejmě zlepšení kvality vody ku prospěchu člověka. Mezi vedlejší přínosy mokřadů můžeme pozorovat třeba zajištění biodiverzity stanoviště, podpora rekreačních aktivit v okolí jako jsou procházky, pozorování flory a fauny a v neposlední řadě jeho estetická hodnota pro městské prostředí (Ghermandi et al. 2010).

### 3.5.4 Koupací jezírko a biobazén

Vodní hladina, přesněji koupací jezírko či biobazén, je v zahradě velmi vítaný prvek, který přináší mnohem více než primární účel jako je koupání. Tento druh vod se začal původně stavět v Německu, Rakousku a v mnoho dalších zemí západní Evropy, a to v období okolo osmdesátých let 20. století. Celkový vzhled vodní hladiny napomáhá k napojení zbytku zahrady a vytváří tak harmonické spojení celé kompozice (Lhotáková & Trnková 2011).

Nejprve je vhodné jasně vymezit rozdíly mezi koupacím jezírkem a biobazénem, jelikož rozdíly je velký a samotná údržba je také velmi rozdílná. Koupací jezírko bychom mohli přirovnat v přírodě k takové stojaté vodě. Rozděljuje se na dvě hlavní části: regenerační a koupací. V regenerační zóně probíhá cyklus čištění vody za pomoci planktonu a sedimentace. Kdyby v takovém případě byla použita filtrační technika čerpadel anebo filtrů, tak by tento princip čištění vody byl narušen. V koupacím jezírku můžeme najít mnohem větší zastoupení vegetačních prvků. Vegetační část je velmi bohatě osázená vodními rostlinami, fytoplanktonem, zooplanktonem. Je zapotřebí 1x až 2x do roka odebrat živiny formou odsátím sedimentu. V takové vodě probíhá tzv. roční cyklus, takže v průběhu celého roku se průhlednost vodního sloupce mění. Na jaře a na podzim můžeme zaznamenat ménější zakalení (Vránek 2015).

Zatímco na druhé straně biobazény se dají přirovnat k proudící vodě. Tento druh bazénů nemá tak velkou regenerační část, kde by probíhalo čištění za pomoci sedimentace a zooplanktonu. Čištění vody probíhá na bázi tzv. biofilmového filtru, který nemusí být v blízkosti bazénu, popřípadě na první pohled viditelný. Tento typ bazénu se neobejde bez stále zapnutého čerpadla. Voda je zde až prázdně čistá, ale kvůli nízkému obsahu živin v chudé oligotrofní vodě zde žijí jen velmi málo rostlin (Vránek 2015).

### 3.5.5 Vsaokovací povrchové stavby

Tato technika funguje na principu plošného vsakování s variantou bez i s vytvořením limitovaného retenčního prostoru (přílek, povrchová nádrž, vsakovací příkop). Velmi hojně se využívá v urbanizovaném prostředí přímo v místě dopadu srážky nebo v nejbližším možném prostoru, kde je voda svážená z nepropustných ploch. Pro navýšení efektivity této techniky je vhodné přidat do horní humusové vrstvy písek nebo vytvořit velmi propustný podstřep pod půdním profilem (tj. z písku, štěrkopisku nebo litního písku). Tento systém získal svou popularitu na základě jednoduchosti, nízkým investičním nákladům, lehké výstavbě, nenáročné údržbě a rychlého začlenění do prostředí. Nevhodí spočívá v jednorozových nižším objemu vody, který je schopen zadržet a vsáknout (není zde vytvořený akumulací prostor). Je velmi nevhodné pro správnou funkci, aby daný půdní profil i podloží bylo schopné propouštět vodu (Ministerstvo pro místní rozvoj 2019).



Obrázek 6: Swale (zdroj: www.raukovotvorova.cz)

Obrázek 7: Zasakovací přílek (zdroj: www.obec-tesetice.cz)

### 3.5.6 Vsaokovací prostor vyplněný štěrkem

Tento způsob vsakování vody do podloží je velmi známý a také jednoduchý. Hojně se používá právě u menších staveb jako jsou například rodinné domy a chaty. Tato metoda se zdáříle využívá právě na místech, kde není tolik prostoru na velké vsakovací plochy, ale i na lokacích, které nemají nejlepší vsakovací borinové podloží a je potřeba počítat s delší časovou prodlevou pro vsak. Akumulační prostor pro zachycení dešťové vody funguje na bázi porovitosti vyplňovacího materiálu (nejčastěji se používá štěrk), kde voda pokračuje dále do půdního profilu. Voda je dobývána do takového systému formou potrubí. Celý prostor je obložený od bočních stěn po horní stěnu obšpu geotextilií, aby nedocházelo ke smíchání štěrku a půdy (Ministerstvo pro místní rozvoj 2019).

Při situaci, kdy vsakovací ryha je značně širší, myšleno i několik metrů, se doporučuje rozvádět vodu rovnoměrně po celé ploše. Nejlepší je použít tedy podlahové perforované potrubí. Nenáročnost na prostor, nízká investovaná částka a jednoduchost výstavby jsou důvody, kvůli kterým je tato technika hojně využívána v domácnostech. Cíle řešení není na povrchu vidět a dá se velmi šikovně umístit i pod zpevněné plochy (parkoviště, chodník, komunikace). Je potřeba si dát pozor na zatínání a kolmataci (snížení nebo zmenšení propustnosti) půvotického prostoru. Jelikož tato situace má za následek značné snížení objemu zadržované vody a vede ke snížení infiltrace do podloží (Ministerstvo pro místní rozvoj 2019).

## 3.6 PROPUSTNÉ POCHOZÍ POVRCHY

### 3.6.1 Vodopropustný beton

Aktuální doba nutí civilizaci stavět další a další stavby. Většinou obrovského rázu, od obyčejného bydlení, přes developerké projekty až po obchodní centra, kde k těmto místům vznikají rozsáhlá parkovací místa. Bohužel situace je taková, že výstavba parkovacích míst zabere mnoho prostoru a jsou převážně pokryté asfaltem, či betonovou dlažbou, která je nepropustná pro vodu (Škrivánek 2017).

Je tedy jasné, že možnosti vodopropustného betonu by mohlo mnoho problémů vyřešit. Tento povrch se neskládá pouze z jedné vrstvy, je to souvrství či skladba, skrz které voda má možnost procházet. Hlavním



prvkem je smíchání různorodých frakcí kameniva, a tak vytvoření vhodné křivky zmitosti, který je schopen propustit kapalinu, ale zároveň není tak pórovitý, aby docházelo ke ztrátě pevnosti. Nejvhodnější pórovitost pro vytvoření vodopropustného betonu se pohybuje mezi 15 % - 30 % mezery jsou tedy často ve velikosti od 1 až 8 mm (Škřivánek 2017).

Vodopropustný beton má přínosy pro automobily a chodce. Na tomto povrchu nebude „stát“ voda a snižuje se pravděpodobnost smyku vozidel. V zimním období nebude v zánkat ledovka a chodci nebudou klouzat po povrchu, protože je předpokládá, že povrch zůstane stále „suchý“ (Škřivánek 2017).

Je zde i řada nevýhod, které vzniknou, nahrazením běžného asfaltu za vodopropustný beton. Situace jedna je zanášení mezer povrchu prachem nebo spykými látkami malých frakcí, které zapříčiní snížení průtoku vody do podhno profilu. Druhá situace spočívá v nárůtu cizorodých látek rostlinného původu, které se velmi dobře dokáží usadit v mezerách betonu a do budoucna narůstají strukturu povrchu betonu svými kořeny. Třetí situace je při kolizi automobilů, kde larozí vypuštění nechtěných látek do hominového podkladu (Škřivánek 2017).

### 3.6.2 Zatravnovací dlažba

Zatravnovací dlažba má největší potenciál na místě, které není vysoce exponované a spíše slouží na občasně popojždění či stání. Mezi nejvíce známý způsob využívání zatravnovacích dlažeb jsou právě parkovací místa, např. u hřbitova, účelová komunikace a zásobovací plochy (Šykorová et al. 2021).

Tento systém primárně nestouží k zdržení a vsakování srážkové vody, ale spíše ke zlepšení okolního mikroklimatu a prevenci odtoku srážkové vody (Šykorová et al. 2021).

Dlažba se dá využívat jak po celé ploše, tak i na místech stop kol vozidla. Na dobře zhuťnouvé zemi pláň se položí zablňené nosné a ložní vrstvy, poté se na vrch položí vegetační dlažba, která je vyplněna hlinitopísčivým substrátem společně s travním osivem. Nejčastěji se využívá zatravnovací dlažba, jež je vytvořena z betonu nebo z plastových materiálů (roštin). Využívá se i klasických kamenných dlažeb, které se pokládají se širokou spárou (Šykorová et al. 2021).

### 3.6.3 Štěrkový trávník

Štěrkový trávník má tu schopnost, že je plně pojízdný. Je založen na bázi smíchání štěrkové vrstvy, která je vyplněna zemínou a zakoreněnými travinami. Nosná konstrukce, která je velmi často tvořena právě štěrkem, ale i recyklovanou stavební suťí, představuje v tomto systému okolo 80 % a zbylých 20 % tvoří právě přídavný materiál jako je kompost a zemina (Štraková & Jongepietová 2018).

Tento systém má mnoho podobných využití jako výše zmíněná zatravnovací dlažba. Velmi zdárně se využívá od samotných hřbitovních míst přes pěšiny, zkratky, ale dobré uplatnění má i v lokalitách, kde probíhají občasně hromadné akce jako jsou například festivaly (Šykorová et al. 2021).

Jedním takovým velmi dobrým příkladem je areál v Dolních Vítkovicích, kde právě pro takovéto akce jako festivaly (např. Colours of Ostrava) jsou vytvořeny obrovské plochy za pomoci štěrkového trávníku. Tento

povrch snižuje počet zpevněných a nepropustných ploch a tím napomáhá ke snížení efektu tepelného ostrova (Šykorová et al. 2021).

## 3.7 EFEKTY SPRÁVNÉHO HOSPODAŘENÍ S DEŠŤOVOU VODOU

### 3.7.1 Tepelný ostrov

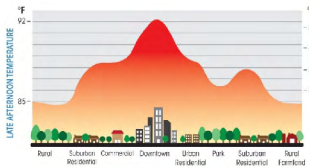
Městská zástavba zabírá na zemském povrchu 2 %. Toto číslo roste nahoru a je zapříčiněno tím, že lidé opouštějí od venkovského žítí a stěhují se s oblíbou do měst. Život v urbanizovaném prostředí je velmi nákladný na energii a tak města spotřebovávají více než 75 % všech energetických zdrojů. Část této energie je odváděna ve formě tepla a k tomu hojně napomáhá samotné sluneční záření. Za určité situace se veškeré teplo postupně akumuluje do městské infrastruktury a v nočních hodinách se pomalu roztupí luje do okolí. Vzniká velmi známý efekt tepelného ostrova (Gago et al. 2013).

Kdy teplota městského vzduchu je vyšší než teplota mimo městské prostředí. Efekt tepelného ostrova v městech způsobuje více příčin jako je začlenění krátkovlnného slunečního záření v materiálech, které mají nízký odraz, znečištěné ovzduší pohlcuje a opět emituje dlouhovlnné záření do městského prostoru. Antropogenní teplo uvolněné spalovacími procesy (doprava, průmysl, vytápění). Zvýšená akumulace tepla ve stavebních materiálech, snížené odpařování, které je zapříčiněné nepropustnými materiály a menší množství vegetace (Kleerekooper et al. 2012).

Vegetace je velmi silný nástroj, který je schopen ochlazovat městské prostředí vypařováním a transpirací, zároveň pasivně vytváří stín, který zabnuje materiálu pohlcovat více krátkovlnného záření (Kleerekooper et al. 2012).

Máme zde čtyři různé způsoby vegetace, které bojují proti efektu tepelného ostrova: městské lesy (parky), pouliční stromy, soukromá zeleň v zahradách a zelené střechy, či fasády. Vegetace má schopnost ochladit prostor o 1–4 °C na vzdálenost 100–1000 m do okolí. Vše závisí pouze na množství vody, jež má rostlina nebo strom k dispozici (Kleerekooper et al. 2012).

Velký vliv na teplotu mají i samotné pouliční stromy, které dolhromady nevytváří větší vegetační prostor než třeba park, ale vzhledem k tomu, že jejich součet dohromady je velký, tak už velmi dobře napomáhá v boji proti tepelnému ostrovu. Za slunečného dne ochladí pomocí transpirace vzdušný strom okoli výkonem rovnající se 20–30 kW, což se dá přirovnat například k síle více než 10 klimatizačních jednotek (Kleerekooper et al. 2012).



Obrázek 8: Urban heat island effect (zdroj: www.skyspacegreenroof.com)

### 3.7.2 Biodiverzita

Asi polovina zemského povrchu by la zredukována kácením nebo jinak ovládnuta lidskou činností. Tato lidská aktivita značně urychlila celosvětovou krizi biologické rozmanitosti, kde rychlost vymírání druhů značně převyšuje veškeré očekávání. Člověk půdu využívá k rozmanitým činnostem. Například zemědělství se považuje za prostorově nejvíce využívaný způsob půdy. Naproti tomu urbanizace je ekologicky nejkřivdivější varianta využívání půdy a bohužel i nejrychleji rozšiřující se (Sushinsky et al. 2013).

Stále postupující urbanizace napomáhá ke snížení biologické rozmanitosti a tím pomalu odtrhává lidstvo od přírody. Člověk postupně ztrácí jakýkoliv divod chránit samotnou přírodu. Celkové odtržení od městské flory a fauny může mít dopady na lidské zdraví a pohodu. Velký vliv na biodiverzitu v městském prostředí mají právě rodné zahrady, které umožňují lidem znovu napojení na přírodu, tedy jejich přímou interakci s volně žijícími druhy. Mnohé tedy závisí na vlastnicích městských zahrad, protože jejich počínání má podstatný vliv na zajištění městské biodiverzity (Goddard et al. 2013).

## 3.8 HOSPODAŘENÍ S DEŠŤOVOU VODOU V LEGISLATIVĚ ČR

### 3.8.1 Zákon č. 254/2001

V zákoně č. 254/2001, označovaném také jako vodní zákon se můžeme dočíst, že při budování staveb anebo jejich změn, či změn využívání budovy jsou stavebníci povinni na základě charakteru a smyslu stavby zabezpečit zásobování vodou a odvádění, čištění, popřípadě jiným způsobem zneškodněním odpadních vod v souladu s výše zmíněným zákonem a tím i umožnit vsakování, zadržování a odvádění povrchových vod, které vznikly dopadem atmosférických srážek na dané budovy dle platného stavebního zákona. Nesplnění podmínek není možné povolit stavbu, změnu stavby před jejím samotným dokončením, užívání stavby, ale ani vydané rozhodnutí o dodatečném povolení stavby, či rozhodnutí o změně v užívání stavby (Vítek et al. 2015).

### 3.8.2 Vyhláška č. 501/2006

Vyhláška č. 501/2006 Sb., § 21 pozemky staveb pro bydlení a pro rodinnou rekreaci, uvádí že vsakování dešťových vod na pozemcích staveb pro bydlení je splněno [§ 20 odst. 5 písm. c)], jestliže poměr výměry části pozemku schopné vsakování dešťové vody k celkové výměře pozemku činí v případě

- samostatné stojící stavby pro rodinnou rekreaci a také rodinného domu nejméně 0,4
- rodinného řadového bytu a domu 0,3

Tato norma říká, že na rovinatém území u valně většiny samostatně stojících rodinných domů a jejich příslušných rekreačních stavebích se počítá, že vsakovací plocha bude odpovídat blízko 10–20 % redukované plochy celého odvodňovaného stavebního pozemku, tedy stavby. Stejně hodnoty platí i mnoho řadových bytových a rodinných domů (Vítek et al. 2015).

### 3.8.3 Vyhláška č. 268/2009

Tato vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby v § 6 a odstavci 4 říká, že 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 zavadnými 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.

Je důležité zmínit, že podle dalšího § 8 zákona č 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích má vlastník stokové sítě přímo povinnost nechat připojení srážkových vod na kanalizaci (Vítek et al. 2015).

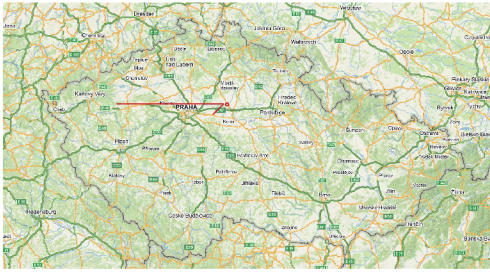
## 4 ZHODNOCENÍ PODKLADOVÝCH ÚDAJŮ

### 4.1 ŠIRŠÍ VZTAHY

Zpracovávaný projekt rodné zahrady se nachází v malém městě Nymburk. Toto město leží na řece Labe ve Středočeském kraji, přibližně 45 km východně od hlavního města České republiky a zhruba 30 km jihovýchodně od Mladé Boleslavi.

Samotná zahrada se nachází v husté zástavbě okolních městských zahrad. Ve velmi blízké návaznosti na zpracovávané území jsou výšší budovy např.: Poliklinika, Nemocnice, kancelářské prostory a bytové domy.

Řešené území se nachází na dvou parcelách. První parcela s číslem 947 s výměrou 279 m<sup>2</sup> je z velké části zastavěná domem, garáží a pochozí plochou. Druhá parcela s číslem 1050/1 má rozlohu 238 m<sup>2</sup> a tato plocha je využívána jako zahrada. Je zde i postavená budova se zámeřem dílny, která ještě neprošla kolaudací a není tedy zaznamenaná v katastru nemovitostí (ČÚZK 2022).



Obrázek 9: Mapa ČR (zdroj: www.mapy.cz)



Obrázek 10: Blízká mapa ČR (zdroj: www.mapy.cz)



Obrázek 11: Mapa Nymburka (zdroj: www.mapy.cz)

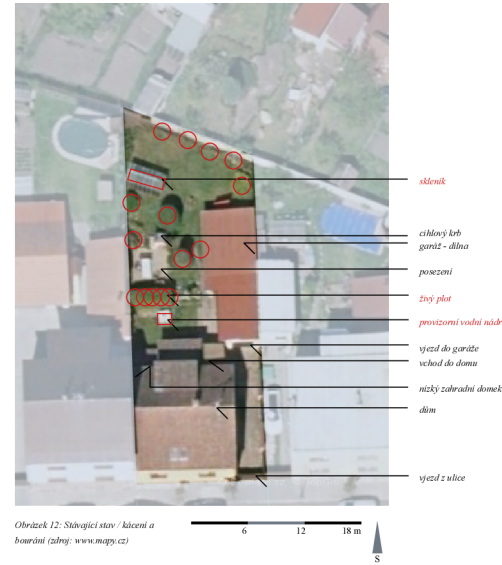
## 4.2 PŘÍRODNÍ PODMÍNKY

Rodinná zahrada se nachází na půdním typu fluvizemě. Terén je rovinatý, pouze na předělu mezi parcelami je výškový rozdíl v řádu 30 cm. Klimatický region je zde s označením T2 tedy teplý, mírně suchý. Průměrná roční teplota se pohybuje mezi 8–9 °C. Průměrný úhm srážek je okolo 500–600 mm (VÚMOP, v.v.i. 2019).

## 4.3 SOUČASNÝ STAV

Pozemek lze členit na dvě na sebe navazující části. První část je obytná, kde je zpevněná příchozí cesta k domu a garáž formou vytlčených betonových desek. Tyto desky navazují na druhou část pozemku a ta je využívána jako zahrada. Na původní garáž je zde napojena další budova, která dlouhou dobu sloužila jako truhlářská dílna. Nyní spíše jako isochovna nářadí a rostlin v zimním období. Na začátku druhé části pozemku je větší zpevněná plocha, která se využívá ke společnému posezení rodiny. Najdeme zde cihlový gril, posezení a uložité dřeva. Tento prostor má zpevněnou plochu z kamenného koberec a z jedné části zastíněn přibližně tři metrovým živým plotem tvořen z *Thuja occidentalis* 'Brabant' kvůli nežádoucím pohledům sousedů. Celá plocha není nijak chráněna před sluncem a v horkých letních dnech je zde možno pobývat pouze mimo odpolední hodiny.

V zadní části zahrady rostou dožívající nevhodné dřeviny s fyziologickými problémy, které nemají ve svém průměru kmeně více jak 80 cm při měření ve výšce 120 cm nad zemským povrchem. Tato vegetace je předurčena ke kácení a jmenovitě to jsou *Pinus nigra*, *Picea glauca*, *Thuja occidentalis* 'Smaragd', *Paeonia suffruticosa*, *Enonymus japonicus*, *Juniperus horizontalis* a čtyři *Malus* sp u posezení živý plot tvořený z pěti *Thuja occidentalis* 'Brabant'.



Obrázek 12: Stávající stav / kácení a bourání (zdroj: www.mapy.cz)

- stávající dřeviny k odstranění
- stáhy k odstranění



Obrázek 13: Schéma propustnosti ploch (zdroj: www.mapy.cz)

- zpevněné plochy
- výhledy z oken
- propustné plochy



### 4.3.1 Fotodokumentace



Obrázek 14 - 22: Fotodokumentace stávajícího stavu (zdroj: autor práce)

### 4.4 KONCEPČNÍ ROZVAHA

#### 4.4.1 Rodina zahrady

V rodině žijí tři členové matka a její dvě děti, dospívající syn a dcera studující vysokou školu. Celá rodina zbožňuje pobyt v přírodě a tak si chtějí přitáhnout i kus přírody na svoji aktuálně vypahlou zahradu.

Matka zbožňuje výlety na kole podél vody či lesa. Ráda se stará o rostliny na zahradě nebo jenom poslouchá zvuky přírody a pozorně žít na zahradě. Za krásných slunných dnů se velmi ráda opaluje.

Syn si rád hledá malá útočiště, kde se může schovat a mít tam svůj vlastní prostor. Jeho oblibou je přespávat v letních dnech na zahradě a to přímo u ohně a nebo v zadní části zahrady. Vyhledává každou možnost pobytu u stojaté nebo tekoucí vody.

Dcera potřebuje hodně možnosti, kde se může učit, protože jí velmi rychle přestává bavit učení na stejném místě. Pokud možno tak nejlépe se učí na chladnějším místě.

Celá rodina by chtěla od jarních do pozdních podzimních dnů strávit co nejvíce času na zahradě. Hledají zahradu, kde se mohou schovat před sluncem, ale zároveň chytat všechny sluneční paprsky. Nejvíce společných zážitků zažívají na venkovním posezení. Zde mají možnost grilovat maso a zeleninu na nejtraznější způsob v chlazeném grilu. Záleží jim na přírodě a proto hledají možnosti jak přitáhnout flóru a faunu co nejlépe k nim. Voda je téma, které je pro ně velmi blízké a do budoucna by rádi chtěli co nejlépe umět hospodářit s touto komoditou.

#### 4.4.2 Myšlenka zahrady

Zahradu je zapotřebí navrhnut tak, aby respektovala veškeré potřeby členů rodiny. Nejvíce je potřeba podpořit biodiverzitu, díky které bude v zahradě opět život. Ukázat rodině, jak lze zacházet se srážkovou vodou a že není zapotřebí vše odkádat do kanalizace. Vnímat vodu jako zdroj, který může být velmi užitečný. Snížení teploty v zahradě, aby byl možný pobyt i přes horký letní den. Dovést rodinu i do ostatních koutů, než byli zvyklí.

#### 4.4.3 Výhody a nevýhody

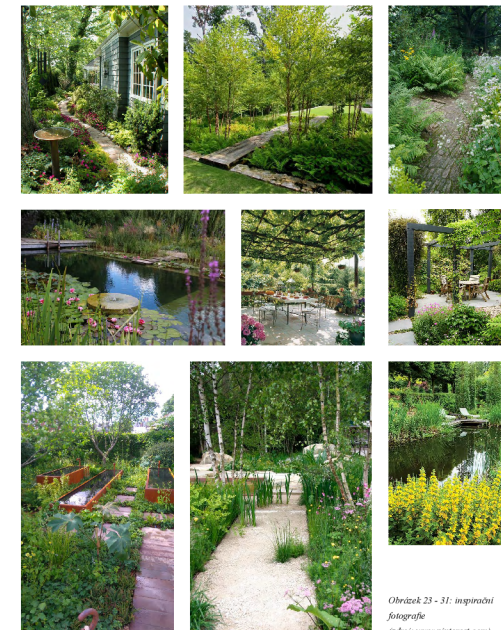
Výhody:

- Malá zahrada
- Vytvoření detailu v prostoru
- Intimita
- Jednoduchá údržba

Nevýhody:

- Bez možnosti vytvoření rozsáhlé konstrukce
- Omezení výsadba vyšších dřevin
- Vysoké budovy v okolí
- Špatné napojení na okolní zahradu

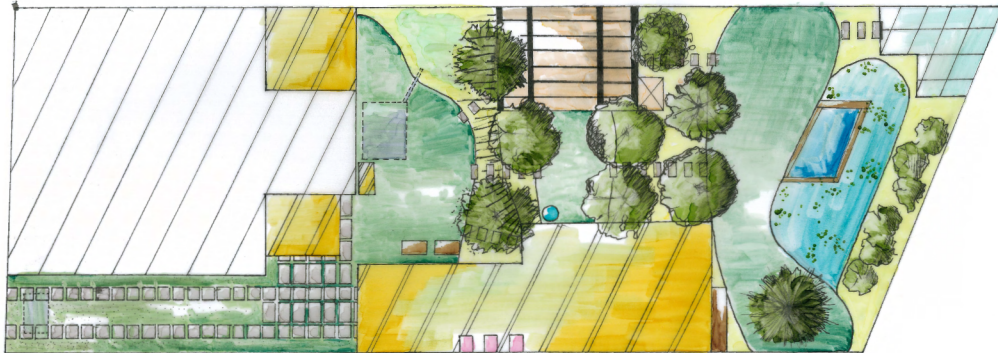
### 4.4.4 Inspirace



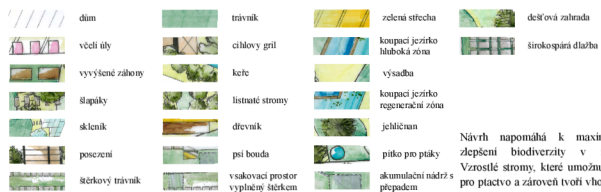
Obrázek 23 - 31: inspirční fotografie (zdroj: www.pinterest.com)

## 5 VLASTNÍ PROJEKT

### 5.1 HLAVNÍ SITUACE



Obrázek 32: Koncept návrhu (zdroj: autor práce)

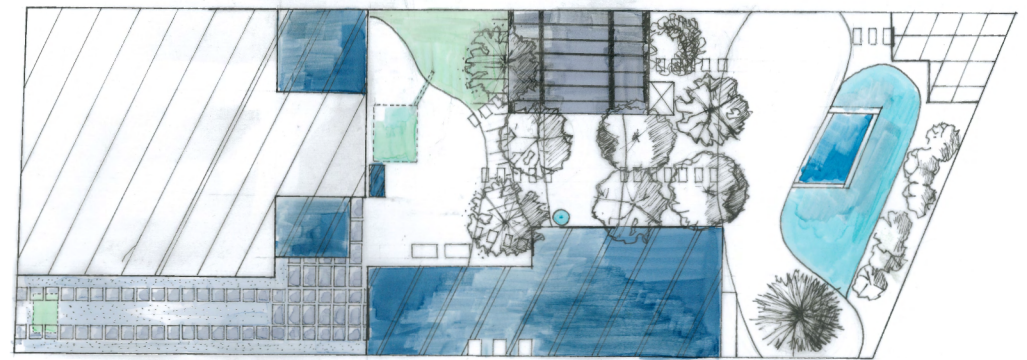


tak vysoko. Zároveň je vegetace navržena pod stromy velmi dynamicky a tak opět vytváří skryš pro živočichy ještě menšího vzrůstu, jelikož mají mnoho prostoru se schovat při hořkých letních dnech.

Posezení je navrženo tak, aby svoji konstrukcí vytvářelo příměrný stín, ale zároveň nevedl celou plochu do stínu. Konstrukci napomáhá ještě popínavá vegetace, která vytváří příjemné klima a zároveň maluje nízké obrázky stínů, díky svým listům a květům. Koupací jezírko přilahuje ke své blízkosti živočelhy všeho druhu a zahrada tak ožívá do jiných rozměrů. Člověk má pak pocit, že mu je příroda skoro na dotek.

Na zelené síťce jsou umístěny tři věci úly, jejich hlavní úkol je se starat o oplovení mstlin, keřů a stromů. Opylovači nezískávají pouze na soukromé zahradě, ale mají snahu o vylepšení biodiverzity i v dalších částech maloměsta.

### 5.2 KONCEPCE HOSPODAŘENÍ S VODOU



Obrázek 33: Koncept hospodaření s vodou (zdroj: autor práce)

Přijezdová cesta je tvořena třemi prvky. Širokou spárou dlažbou, která je nainstalována na místech dotyku automobilu s povrchem země nebo na cestách sloužících pro rychlý pohyb členů rodiny. Další prvek je šterkový trávník, jež zvládá občasné zatížení, ale zároveň zůstává velmi dobře propustný. Poslední část přijezdové cesty se skládá z menšího průlehu mezi kolejnicovou stopou širokospárá dlažby. Tato přijezdová cesta je v mírném svahu a tak veškerá voda pomalu stéče do průlehu, který je zakončený vsakovací jámou vyplněnou šterkem.

Velkou část pozemku tvoří právě zelené střechy, které dokážou při průtoku přivádět děti zmrzlím rychlost odtoku vody a tak dát potřebný čas pudě pro další vsakování, ale zároveň vegetace zvládá částečně čistit vodu z atmosférických srážek.

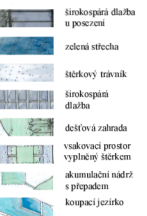
Koupací jezírko a piško pro ptáky je zde vybudovaný přepad přímo do dešťového záhonu, který Popřípadě aktivně snižují teplotu v daném okolí.

Zelené střechy a síťce samotného domu mají společný akumulační prostor pro dešťovou vodu blízko domu. Tato voda bude nadále sloužit jako zdroj vody pro zalévání zahrady, ale i pro hospodaření s vodou v domácnosti (záchod, myčka, sprcha

ad.). Při situaci, že by byla nádrž plná je zde vybudovaný přepad přímo do dešťového záhonu, který je v mírně prohlubně a voda zde má čas a prostor se pomalu vsáknout do půdního profilu. Vegetace v tomto záhonu zvládá občasné zamokření.

Druhý koncept, který hospodařil s vodou na rodinné zahradě byl členěn geometrickými liniemi. Návrh se významně neliší, stále zde bylo podobné rozložení

vodních prvků. Finální koncept byl vytvořen organickými liniemi, které více reflektovaly, jak plní uživateli, tak nároky na jednotlivé prvky hospodařící s vodou. Tento návrh byl dále konceptně rozvíjen.





## 5.3 ROSTLINNÝ SORTIMENT



Obrázek 34: Koncepce vegetace (zdroj: autor práce)

### Sektor A

Na plochu zelené střechy bude využit již připravený předpěstovaný rozhodníkový koberec. Rostlinný sortiment se bude skládat z rostlin: *Sedum album* 'Coral carpet', *Sedum sexangulare*, *Sedum hispanicum* var. *minus*, *Sedum lydium* 'Glauca', *Sedum reflexum*, *Sedum reflexum* 'Angelina', *Sedum lydium*, *Sedum kantschaticum*, *Sedum spurium* 'Fuldaght'.

### Sektor B

Vegetace vhodná na slunečné až polostinné stanoviště. *Aster turbinellus*, *Balsamita major*, *Heimerocallis lilioasphodelus*, *Sagina subulata*, *Salvia nemorosa*, *Viola sororia* 'Rubra', *Vinca minor* 'Bowles's Variety', *Campanula cochlearifolia* 'Advance Blue'.

### Sektor C

Slunné stanoviště vhodné pro vegetaci: *Achillea millefolium*, *Aster amellus* 'Sonora', *Aurinia saxatilis*, *Cerastium tomentosum*, *Coropis palmata*, *Avena sempervirens*, *Bouteloua gracilis*.

### Sektor D

Koupací jezírko: *Nymphaea alba*, *Hippuris vulgaris*, *Schoenoplectus tabernaemontani*, *Sparganium erectum*, *Butomus umbellatus*, *Calla palustris*, *Iris pseudacorus*, *Alisma parviflorum*, *Comarum palustre*.

### Sektor E

Dešťová zahrada má v sobě rostliny, které zvládají delší období v zamoknutí. *Eupatorium fistulosum*, *Geum rivale*, *Heimerocallis fulva*, *Ligularia dentata*, *Iris sibirica*, *Lobelia cardinalis*.

### Sektor F

Stinné stanoviště se skládá z rostlin: *Hosta nakaiana*, *Vinca minor* 'Flower Power', *Hedera helix*, *Aranicus aethusifolius*, *Hosta sieboldiana*.

### Stromy a keře

Většina stromů bude růst jako vícekmenn: *Betula nigra*, *Carpinus betulus*, *Amelanchier lamarckii*, *Magnolia lilyflora* 'Nigra'. Pouze *Pinus sylvestris* bude zasazen jako jednokmenný strom. Keřové patro v sobě obsahuje *Hibiscus syriacus* 'Blue Chiffon', *Physocarpus opulifolius* 'Nugget'.





*Vinca minor* 'Flower Power'



*Hedera helix*



*Aruncus aethusifolius*



*Hosta sieboldiana*



*Betula nigra*



*Carpinus betulus*



*Amelanchier lamarckii*



*Magnolia bliflora* 'Nigra'



*Pinus sylvestris*



*Hibiscus syriacus* 'Blue Chiffon'

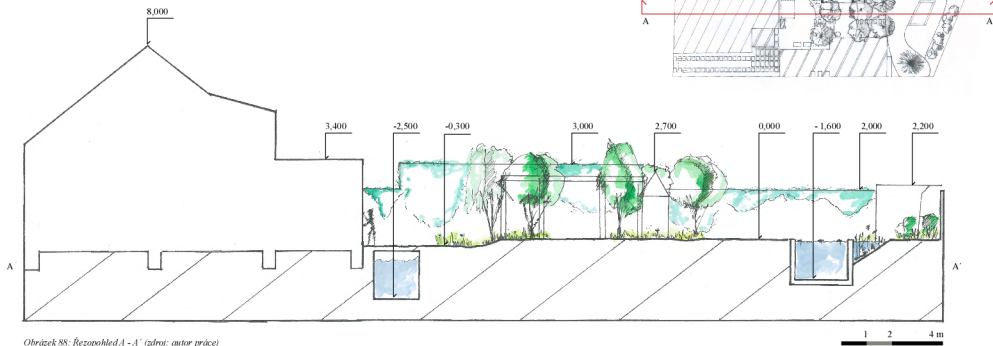


*Physocarpus opalifolius* 'Nugget'

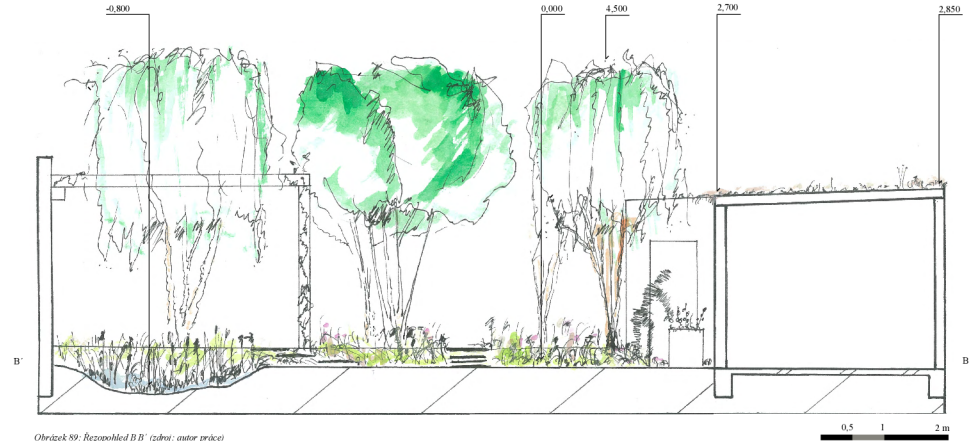
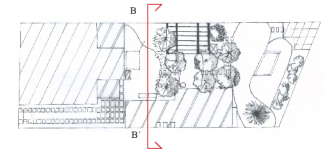
Obrázek 85 - 87: Rostlinný sortiment (zdroj: www.google.com)

## 5.4 ŘEZOPOHLEDY

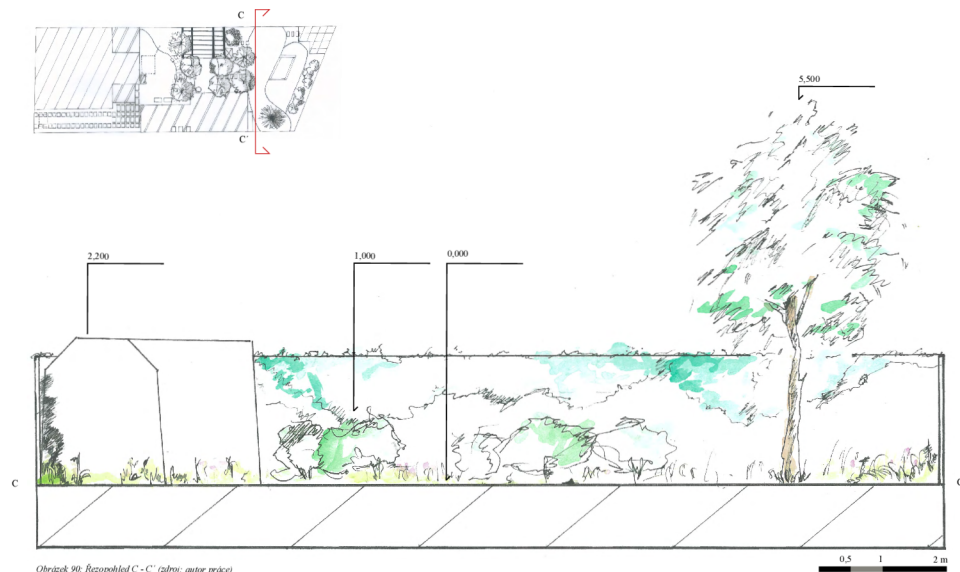
### 5.4.1 Řezopohled A - A'



### 5.4.2 Řezopohled B - B'



### 5.4.3 Řezopohled C - C'



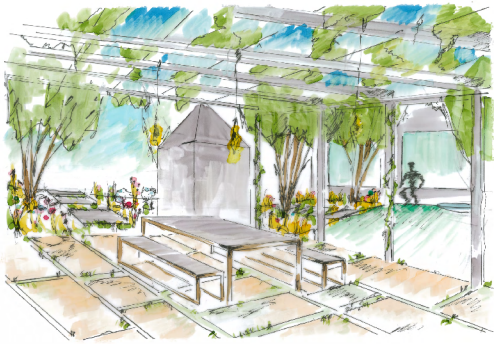
Obrázek 90: Řezopohled C - C' (autor práce)

### 5.4.4 Řezopohled D - D'



Obrázek 91: Řezopohled D - D' (autor práce)

## 5.5 VIZUALIZACE



Obrázek 92: Zastřešené posezení (zdroj: autor práce)



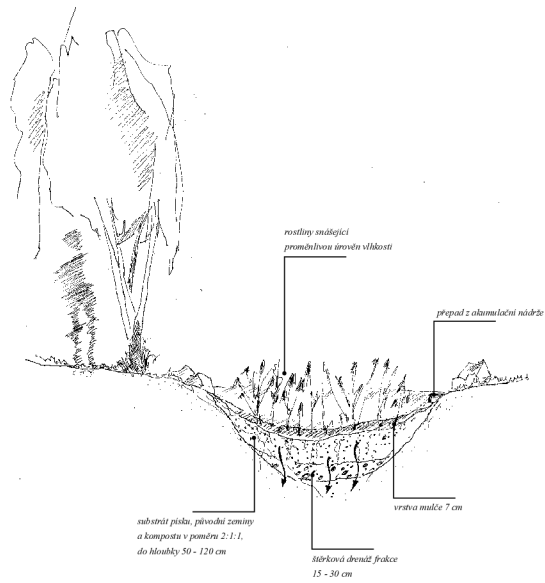
Obrázek 93: Výhled na koupací jezičko (zdroj: autor práce)



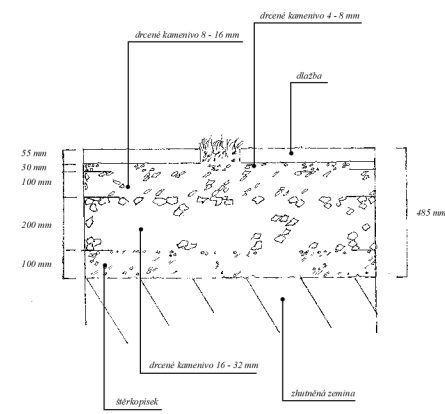
Obrázek 94: Vstup do zahrady (zdroj: autor práce)



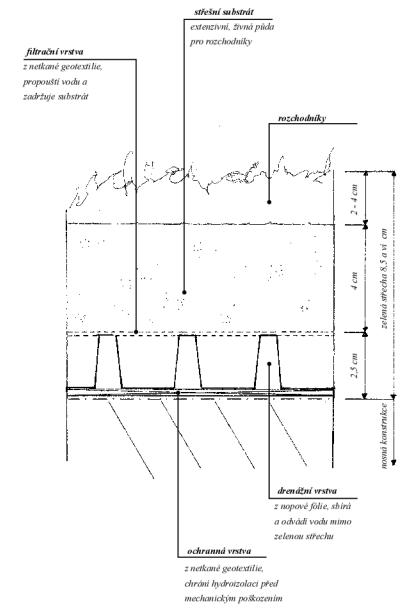
## 5.6 TECHNICKÉ PRVKY



Obrázek 95: Schéma dešťové zahrady (zdroj: autor práce)



Obrázek 96: Složba pokládky dlažby (zdroj: autor práce)



Obrázek 97: Profil zelené střechy (zdroj: autor práce)

## 5.7 RÁMCOVÝ ROZPOČET

| specifikace                                                                | mj    | počet | cena za mj    | cena            |
|----------------------------------------------------------------------------|-------|-------|---------------|-----------------|
| kácení dřevin (práce, odvoz, či zpracování materiálu)                      | ks    | 13    | 1 600,00 Kč   | 20 800,00 Kč    |
| odstranění betonové dlažby                                                 | m2    | 64    | 1 200,00 Kč   | 76 800,00 Kč    |
| zalожení zelené střechy (práce, materiál)                                  | m2    | 79    | 2 000,00 Kč   | 158 000,00 Kč   |
| vybudování koupacího jezírka (materiál, doprava)                           | m2    | 40    | 20 000,00 Kč  | 800 000,00 Kč   |
| zhotovení posezení (materiál, doprava)                                     | celek | 1     | 130 000,00 Kč | 130 000,00 Kč   |
| položení širokospárné dlažby (materiál, doprava)                           | m2    | 35    | 3 200,00 Kč   | 112 000,00 Kč   |
| zalожení šterkového trávníku (materiál, doprava)                           | m2    | 20    | 620,00 Kč     | 12 400,00 Kč    |
| vytvoření vsakovacího prostoru vyplněný šterkem (materiál, doprava)        | m3    | 2     | 1 000,00 Kč   | 2 000,00 Kč     |
| zhotovení vyvýšených záhonů(materiál, doprava)                             | kus   | 2     | 5 000,00 Kč   | 10 000,00 Kč    |
| výsadba listnatého stromu do výšky 1,8m (materiál, doprava)                | kus   | 8     | 7 500,00 Kč   | 60 000,00 Kč    |
| výsadba jehličnatého stromu do výšky 1,8m (materiál, doprava)              | kus   | 1     | 7 500,00 Kč   | 7 500,00 Kč     |
| výsadba okrasného keře do výšky 1m(materiál, doprava)                      | kus   | 6     | 750,00 Kč     | 4 500,00 Kč     |
| zalожení dešťové zahrady (materiál, práce)                                 | m2    | 7     | 1 800,00 Kč   | 12 600,00 Kč    |
| zalожení trvalkových záhonů (materiál, doprava)                            | m2    | 56    | 370,00 Kč     | 20 720,00 Kč    |
| vybudování včelína (materiál, doprava)                                     | kus   | 3     | 12 000,00 Kč  | 36 000,00 Kč    |
| vybudování skleníku (materiál, doprava)                                    | celek | 1     | 45 000,00 Kč  | 45 000,00 Kč    |
| vybudování prostoru pro akumulační nádrže včetně nádrží(materiál, doprava) | m3    | 6     | 9 000,00 Kč   | 54 000,00 Kč    |
| kumulativní položka                                                        |       |       |               |                 |
| doprava (pracovníci, zaměření, náhodné výjezdy, materiály)                 | celek | 1     | 80 000,00 Kč  | 80 000,00 Kč    |
| celková odhadovaná cena                                                    |       |       |               | 1 642 320,00 Kč |

Obrázek 98: Orientační rozpočet (zdroj: autor práce)

## 6 DISKUZE

Náplní této práce bylo náležitě poukázat na způsoby a techniky lepšího hospodaření s dešťovou vodou. Na základě důkladné zpracované literární rešerše tak celá práce nesla myšlenku ekologičtějšího přístupu k dešťové vodě a vodě obecně.

S touto vizí byl vypracován podrobný plán rodinné zahrady s využitím většiny zmíněných nápomocných vodních prvků a mechanismů, který by svou realizací splňovaly a názorně představovaly plnohodnotnou funkci vsaek, akumulace vody na dané lokalitě. Vodní prvky daly zahradě příznivý efekt na lidskou psychiku. Voda nás svou podobou přitahuje již od pradávna, lidí její zakomponování na pozemku v nás přirozeně vzbuzuje více klidu a souzření.

Díky popsaní rozdílů mezi malým a velkým koloběhem vody, včetně důrazu na vsakovací plochy v rodinných zahradách, ale i v ubytovaném prostředí, významně napomohlo k lepšímu nahlédnutí na celou problematiku věci a jejímu lepšímu uchopení.

Práce s prvky týkající se hospodaření s dešťovou vodou napomohly v této zahradě navrátit biodiverzitu, ale i významně zmenšit nepropustné plochy. Širokospárné dlažby, zelené střechy, šterkový trávník nahradil staré betonové dlažby nebo asfaltové pásy. Plocha která je nyní propustná se navýšila o 162 m<sup>2</sup>.

Tato práce byla přínosná zejména díky své velmi nenásilné možnosti integrace do běžného městského, maloměstského i venkovského prostředí. Inspirovala se přírodními úkazy, které samy o sobě dobře vypadají, fungují a množočetně prospívají nejen v aspektu dešťové vody, jelikož na základě jejich klimatu, podmínek a fungování je zde útočiště pro mnoho dalších říší jako například hmyzu, malých savců, ptáků, ryb, obojživelníků atd. Každý její detail tedy obnovuje poněkud ztracenou biodiverzitu a uvádí ji do její zpětné rovnováhy, která je klíčová pro přežití nejen všech výše zmíněných druhů, ale i druhů lidského.

Práce nesla myšlenku návratu ke kořenům a propojení s přírodou, jelikož díky všem těmto malým změnám nedojdeme do bodu, kdy z vody bude silně nedostatkové zboží.

## 7 ZÁVĚR

Hlavním cílem celé bakalářské práce bylo zpracování podrobné literární rešerše, která obsahovala především malé i velké koloběhy vody s důrazem na vodu dešťovou, druhy vod spolu s jejich legislativou a celkový vliv vody na člověka. Na základě této rešerše byl také vypracován plán realizace rodinné zahrady, kdy bylo nejpodstatnější rozvíjet biodiverzitu a vyhovět požadavkům všech členů rodiny, který m zahrada patří.

Biodiverzita byla v plánu rozvíjena na velice dobré úrovni s maximálním využitím celé rozlohy zahrady a to včetně několika zastřešených ploch.

Snala o vyhovění vlastním záhradě a vytvoření místa, která pro ně bude útočištěm skom za každého počasí a každého ročního období přinesla své ovoce. Každý z nich si mezi novými prvky najde hned několik, které by přesně odpovídaly jejich představám. Vodní plochy, které svou povahou zvou a lákají do zahrady více živočichů než kdy jindy, zajišťují přirozené zvuky přírody, které do zahrady lákají i její lidské obyvatel. Zákouti, vytvořená všude přítomnou vegetací malého i velkého vzrůstu, poskytují soukromí a prostor pro relaxaci. Centrem zahrady se nepochybně stalo posezení s grilem, kde má rodina jedinečnou možnost shromáždění.

V rámci všech těchto skutečností byly cíle bakalářské práce zcela naplněny.

## 8 SEZNAM LITERATURY

### 8.1 LITERÁRNÍ ZDROJE

- Bastian H-W. 2012. Voda v zahradě : zahradni jezírka, potůčky a vodopády : plánování, zakládání a péče. České vyd. 1. Jan Vašut, Praha.
- Benáková M. 2016. Odpadní voda - Odpad nebo poklad? Vodohospodářské technicko-ekonomické informace 58:43–45.
- Brears RC. 2018. Blue and green cities : the role of blue-green infrastructure in managing urban water resources. Palgrave Macmillan, London.
- Doležal V. 2004. Malá vodní díla ve vaší zahradě. 1. vydání. ERA, Brno.
- Emoto M. 2004. Heilkraft des Wassers. Kooha, Isen.
- Feng-šuej : dům a zahrada. 2006. Vyd. 1. Ikar, Praha.
- Fridell K, Thynell A, Bnhn F, Fors J, Sixtensson S, Vysoký M. 2020. Liveable Streets - A Handbook of bluegreengrey Systems. edge.
- Gago EI, Roldan J, Pacheco-Torres R, Ordóñez J. 2013. The city and urban heat islands: A review of strategies to mitigate adverse effects. Renewable and Sustainable Energy Reviews 25:749–758.
- Ghahitidák DM, Yadav KD. 2013. Characteristics and treatment of greywater—a review. Environmental science and pollution research international 20:2795–2809.
- Ghermandi A, van den Bergh JCM, Brander LM, de Groot HLF, Nunes PALD. 2010. Values of natural and human-made wetlands: A meta-analysis. Water resources research (W12516) DOI: 10.1029/2010WR009071.
- Goddard MA, Dougill AJ, Benton TG. 2013. Why garden for wildlife? Social and ecological drivers, motivations and barriers for biodiversity management in residential landscapes. Sustainable Urbanisation: A resilient future 86:258–273.
- Hrkal Z. 2018. Voda včera, dnes a zítra. Mladá fronta, Praha.
- Kleerekoper L, van Esch M, Salcedo TB. 2012. How to make a city climate-proof, addressing the urban heat island effect. Climate Proofing Cities 64:30–38.
- Kožíšek F. 1997. Živá voda 97 : nové poznatky o kvalitě a vlastnostech vody : sborník přednášek ze semináře uspořádaného Českou vědeckotechnickou vodohospodářskou společností a Nadací Aquasana v Praze 13.11.1997 = Living water 97 : new knowledge on water qualities : proceedings of a seminar organized by the Czech Scientific Water Management Society and the Aquasana Foundation, and held in Prague, November 13, 1997. Česká vědeckotechnická vodohospodářská společnost.
- Lehr C, Rauneker P, Fahle M, Hohenbrink TL, Böttcher S, Nakhin M, Thomas B, Dannowski R, Schwien B, Lischoid G. 2017. Communicating landscape hydrology — the water cycle in a box. Hydrological processes 31:750–752.
- Lhotáková Z, Trnková K. 2011. Bazény: Kompletní průvodce. 1. vydání. Computer Press, Brno.
- Maimon A, Gross A. 2018. Greywater: Limitations and perspective. Current opinion in environmental science & health 2:1–6.
- Ministerstvo pro místní rozvoj ČR. 2019. Vsaování srážkových vod: metodická pomůcka Ministerstva pro místní rozvoj. Odbor stavebního řádu, Praha.
- Nachshon U, Netzer L, Livshitz Y. 2016. Land cover properties and rain water harvesting in urban environments. Sustainable cities and society 27:398–406.
- Oron G, Adel M, Agmon V, Friedler E, Halperin R, Leshem E, Weinberg D. 2014. Greywater use in Israel and worldwide: Standards and prospects. Water research (Oxford) 58:92–101.
- Reichert de Palacio S. 2008. Feng Shui: Der Garten in Harmonie. Gräfe und Unzer Verlag, München.
- Šátek J. 2012. Voda v domě a na chatě: využití srážkových a odpadních vod. Grada, Praha.
- Santamouris M. 2014. Cooling the cities – A review of reflective and green roof mitigation technologies to fight heat island and improve comfort in urban environments. Solar energy 103:682–703.
- Sedláč J. 2005. Potůčky, kaskády a vodotrysky v zahradě. Grada, Praha.
- Sharma R, Malaviya P. 2021. Management of stormwater pollution using green infrastructure: The role of rain gardens. WIRES Water 8:1–21.
- Siviec E, Erlandsen AM, Vennemo H. 2018. City greening by rain gardens - costs and benefits. Environmental Protection and Natural Resources 29:1–5.
- Skřivánek M. 2017. Návrh technologie vodopropustných betonů [BSc. Thesis]. Vysoké učení technické, Brno.
- Strakova M, et al. 2018. Knižní trávníky. AOPK, Praha.
- Sushinsky JR, Rhodes JR, Possingham HP, Gill TK, Fuller RA. 2013. How should we grow cities to minimize their biodiversity impacts? Global change biology 19:401–410.
- Sýkorová M, Tománek P, Šušliková L, Staňková N, Habalová M, Čtverák M, Macháč J, Hečrl M. 2021. VODA VE MĚSTĚ: Metodika pro hospodření s dešťovou vodou ve vazbě na zelenou infrastrukturu. Typos, Praha.
- Veliková K. 2019. Technologie znovu využití odpadních vod [MSc. Thesis]. Vysoké učení technické, Brno.
- Vítek J, Stránský D, Kabelková I, Bareš V, Vítek R. 2015. Hospodření s dešťovou vodou v ČR. 01/71 ZO ČSOP Komiklec, Praha.
- Výmazal J. 2008. Umělé mokřady pro čištění odpadních vod [Habilitation Thesis]. Česká zemědělská univerzita, Praha.
- Webster R. 1999. Feng Shui in the Garden. Llewellyn Publications, Minnesota.
- Wilkinson S, Dixon TJ. 2016. Green roof retrofit: building urban resilience First publish. Wiley Blackwell, Chichester, West Sussex.

## 8.2 WEBOVÉ ZDROJE

Česká televize. 2022, March 25. Studio 6. Praha. Available from <https://www.ceskatelivize.cz/porady/1096902795-studio-6/222411010100325/>.

Cmíralová K. 2020. Jak zmírnit suchlo i povodně v jednom? Řešením je modrozelená infrastruktura. K2N LANDSCAPE. Available from <http://k2n-landscape.com/2020/04/15/vyznam-modrozeleno-infrastruktury/> (accessed February 2022)

ČÚZK. 2022. Nahližení do katastru nemovitosti. ČÚZK. Available from <https://nahlizeni.dokn.cuzk.cz> (accessed April 2022).

Počítáme s vodou. Klimatická změna a vodní režim krajiny. Počítáme s vodou. Available from <https://www.pocitamesvodou.cz/klimaticka-zmena-a-vodni-rezim-krajiny/> (accessed February 2022).

Šercl P. 2017. Oběh vody – The Water Cycle. USGS. Available from <https://www.usgs.gov/special-topics/water-science-school/science/oobeh-vody-water-cycle-czech#overview> (accessed February 2022).

Vránek M. 2015. KOUPAČÍ JEŽÍRKA BEZ TECHNIKY aneb nebojte se jedniček. Svaz zakládání a údržby zeleně. Available from <https://www.szuz.cz/cs/hlavni-meni/inspirace/jezirka-biobazeny/koupaci-jezirka-bez-techniky/> (accessed March 2022).

VÚMOP, v.v.i. 2019. eKatalog BPEJ. VÚMOP, v.v.i. Available from <https://bpej.vumop.cz/25600> (accessed April 2022).

## 8.3 GRAFICKÉ ZDROJE

Obr. 1: Oběh vody (zdroj: www.usgs.gov)

Obr. 2: greenbletstreets (zdroj: www.churchilltechpark.org)

Obr. 3: Schéma MZI (zdroj: www.k2n-landscape.com)

Obr. 4: Jak na dešťový záhon (zdroj: www.jaksinavrhnoutzahradu.cz)

Obr. 5: Rain garden (zdroj: www.prirodnizahrada.eu)

Obr. 6: Swale (zdroj: www.radkavotavova.cz)

Obr. 7: Zásakovací příleh (zdroj: www.obec-tesetice.cz)

Obr. 8: Urban heat island effect (zdroj: www.skyspacegreenroofs.com)

Obr. 9: Mapa ČR (zdroj: www.mapy.cz)

Obr. 10: Blíží mapa ČR (zdroj: www.mapy.cz)

Obr. 11: Mapa Nymburka (zdroj: www.mapy.cz)

Obr. 12: Stávající stav / kácení a bourání (zdroj: www.mapy.cz)

Obr. 13: Schéma propustnosti ploch (zdroj: www.mapy.cz)

Obr. 14 - 22: Fotodokumentace stávajícího stavu (zdroj: autor práce)

Obr. 23 - 31: Inspirační fotografie (zdroj: www.pinterest.com)

Obr. 32: Koncepce návrhu (zdroj: autor práce)

Obr. 33: Koncepce hospodaření s vodou (zdroj: autor práce)

Obr. 34 : Koncepce vegetace (zdroj: autor práce)

Obr. 35 - 87: Rostlinný sortiment (zdroj: www.google.com)

Obr. 88: Řezopohled A - A' (zdroj: autor práce)

Obr. 89: Řezopohled B - B' (zdroj: autor práce)

Obr. 90: Řezopohled C - C' (zdroj: autor práce)

Obr. 91: Řezopohled D - D' (zdroj: autor práce)

Obr. 92: Zarostlé posezení (zdroj: autor práce)

Obr. 93: Výhled na koupací jezírko (zdroj: autor práce)

Obr. 94: Vstup do zahrady (zdroj: autor práce)

Obr. 95: Schéma dešťové zahrady (zdroj: autor práce)

Obr. 96: Skladba pokládky dlažby (zdroj: autor práce)

Obr. 97: Profil zelené střechy (zdroj: autor práce)

Obr. 98: Orientační rozpočet (zdroj: autor práce)



