

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 krajinařská 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 uvedené 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 svojí 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

Sourhn

Tato práce pojednávala 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 nebyli opomenuti ani obyvatelé pozemku spolu s jejich požadavky.

Poslední část, myšlena část 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 hospodárného 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 krajinářské architektury, ale měl příznivý vliv a dal možnost čerpat i v jiných oborech, jako je například ekologie, hydrologie nebo enviromentalistika. Nejvyšší přínos byl však v oblasti flóry, fauny a lidské říše, která se v zahradách řešených tímto způsobem pohybovala.

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

1	Úvod	10	4	Zhodnocení podkladových údajů	17
2	Cíl práce	10	4.1	Širší vztahy	17
3	Literární rešerše	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	Rodina zahrady	21
3.2	Člověk a jeho vnímání vody	11	4.4.2	Myšlenka zahrady	21
3.2.1	Voda živá, 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	5	Vlastní projekt	22
3.3	Modro-zeleno-šedá infrastruktura	12	5.1	Hlavní situace	22
3.4	Druhy vod	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	Řezopohledy	26
3.4.3	Černá voda	13	5.4.1	Řezopohled A - A´	26
3.5	Způsoby zadržování vody	13	5.4.2	Řezopohled B - B´	27
3.5.1	Zelená střecha	13	5.4.3	Řezopohled C - C´	28
3.5.2	Dešťová zahrada	14	5.4.4	Řezopohled 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	Vsakovací povrchové stavby	15	5.7	Rámcový rozpočet	34
3.5.6	Vsakovací prostor vyplněný štěrkem	15	6	Diskuze	35
3.6	Propustné pochozí povrchy	15	7	Závěr	35
3.6.1	Vodopropustný beton	15	8	Seznam literatury	36
3.6.2	Zatrávňovací dlažba	16	8.1	Literární zdroje	36
3.6.3	Štěrkový trávník	16	8.2	Webové zdroje	38
3.7	Efekty správného hospodaření s dešťovou vodou	16	8.3	Grafické zdroje	39
3.7.1	Tepelný ostrov	16			
3.7.2	Biodiverzita	17			
3.8	Hospodaření s dešťovou vodou v legislativě ČR	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 odstříhli 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 vyjít 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 měřítek, 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 – život dává i ohrožuje. Člověk se ji snaží spoutat, využívá ji, ale v zásadě její povahu změnit nemůže. Vodu si nelze přivlastnit. Je nám pouze zapůjčena v 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).

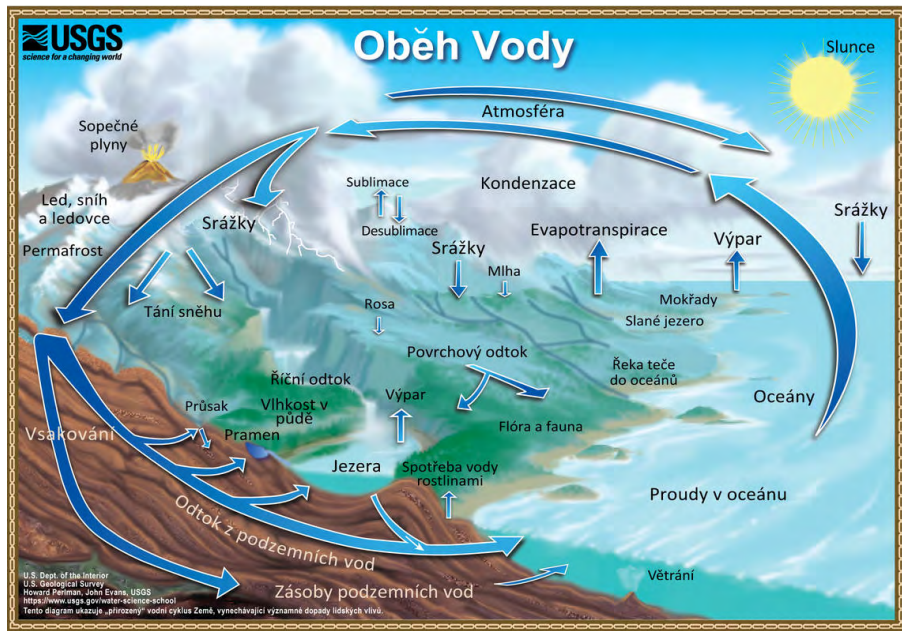
3.1 KOLOBĚH VODY

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 kostrbatý (Lehr et al. 2017).

Cesta vody nemá přesně daný začátek a ani konec, ale oceány jsou místo, kde se dá velmi zdařile 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 zapříčiní kondenzaci do formy oblaků. Následně vzdušné proudy přenášejí oblaka nad povrch země. Částice vody se v oblacích srážejí a získávají na své velikosti a poté spadnou z oblohy jako srážky (Šercl 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 (Šercl 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 tepelný 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. Jediná možnost, jak tomu zabránit, bylo vytvoření prvních stokových systémů, které můžeme občas vidat i v dnešní době (Vítek et al. 2015).

Původním účelem městského odvodnění bylo 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 pravidelným menším srážkám a můžeme si všimnout většího období sucha, za kterým následuje přivalový déšť (srážky přicházejí až od oceánu, tedy velký vodní cyklus). Taková situace pak přivede 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 krásně upravené místo, kam už od dávných dob chodili lidé z kraje pro zázračně léčivou vodu, jež měla vyléčit lidi z různých nemocí nebo postavit člověka ze smrtelné postele na nohy. Později se zjistilo, že vody pouze obsahovaly více minerálních látek (Hrkal 2018).

Skoro každá vyspělá civilizace uctívala své bohy vod, ale nezůstalo 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 nadpřirozených postav. Ve většině případů to byly právě postavy ženského pohlaví například nymfy, divoženky a rusalky (Hrkal 2018).

Speciální vztah k vodě měli Keltové, 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 nedostatečné hygiena měla na svědomí mnoho životů (Hrkal 2018).

Ve své knize Kožišek (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 nemůže žít žádný organismus nebo pomalu umírá.

Je zde i další pohled na tyto dva druhy vod, kde Emoto (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 tvoří fotodokumentaci. Vodu 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 proteče přes čističku odpadních vod, je chlorovaná, chemicky ošetřená a hnaná několik set metrů až do samotného kohoutku, je úplně bez energie a tedy „mrtvá“. Tato voda byla pod mikroskopem bez svého charakteristického vykreslení vločkovitého útvaru.

3.2.2 Feng-šuej

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

Filozofie Dálného východu věří, že vzájemně působení pěti prvků řídí přírodní jevy kolem nás: země (myšleno jako půda), dřevo, oheň, kov a voda. Nesmírně esenciální je to, že na tyto látky není pohlíženo 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 nashromáždít v místě, kde člověk žije, a to nejlépe do samotných zahrad. Co vlastně čchi znamená? Ve volném 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 roznáší po okolí tuto sílu. Dle druhu vody v zahradě vznikají různé čchi a s tím i přichází různá energie zahrady. Klidné 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 v sobě, co nás přitahovalo nebo lépe řečeno čím nás byla schopná okouzlit. Vždyť už v dětském věku jsme šlápli do každé kaluže, která nám stála v cestě (Sedlák 2005).

Pozorujeme v ní 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 zrcadlicí se oblohu, nejbližší rostliny a stromy, vítr, který si pohrává s hladinou, život ve vodě a okolo ní. Zvuky vody jsou i úžasným meditačním nástrojem pro naše uši. Určitý relax si užíváme pokaždé, když opustíme městský hluk a zaposloucháme se do tichého 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 nejzdravějším lidským aktivitám. Střídavé zatížení celého těla, rytmické 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), vegetaci (zelená) a zpevněné plochy (šedá). Tento princip je schopný zvládat dopravní zátěž, průtok dešťové vody, znečištění a je odolný vůči změně klimatu a stále poskytuje vegetaci velký prostor pro její bujný růst (Fridell et al. 2020).

Ulice ve městech se vyvíjely dlouhou dobu. Od vzniku prvních automobilů se značně navýšila potřeba ulic, a tedy i parkovacích míst. V urbanizovaném prostředí je tedy boj 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 přívalové deště, mají za příčinu, že běžné kanalizační systémy nevládají 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 pojmout do sebe prvky pro zadržování a vsakování dešťové vody. Na podkladovou vrstvu se nabalují další konstrukční prvky, které uspokojí městské požadavky jako je zeleň, jednoduché čištění prostoru nebo dostatek parkovacích míst. Poté můžeme vidět systém, který čistí, zadržuje dešťovou vodu, podporuje růst vegetace a také zvládne pojmout dopravní zatížení. Tento systém mění smýšlení nad dešťovou vodou z problému na zdroj, který mění město na estetičtější místo a přidává mu ekologickou hodnotu (Fridell et al. 2020).

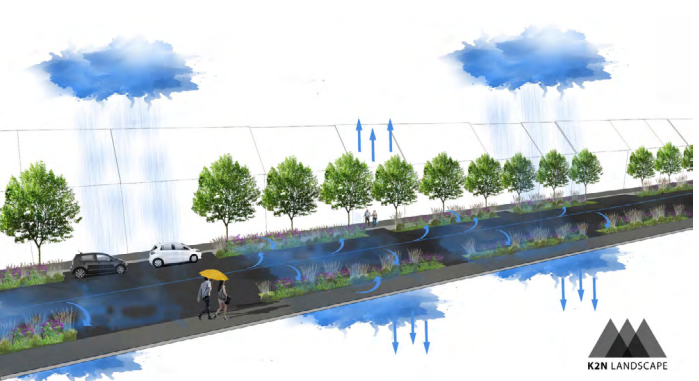
Jak již bylo zmíněno, podkladová vrstva v systému modro zeleno šedé infrastruktury je sestavena z kameniva, z něhož byly odstraněny menší frakce, a tedy vznikly dutiny, které jsou schopné vést prostorem vodu a rozptýlit vzduch. Tyto prostory dáví materiálu pórovitost v rozmezí 30-40 % a ta umožní zadržet i 400 litrů vody na metr krychlový v této otevřené podkladové vrstvě. Pro vylepšení otevřené podkladové vrstvy a bioretencií oblasti (jako čistícího zařízení) se může do směsi přidat biochar, perlita 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 zálivku apod.), zpomalení odtoku, transport, čištění, vsak (infiltrace), výpar (evaporace / evapotranspirace) (Cmíralová 2020).

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



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



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

3.4 DRUHY VOD

3.4.1 Srážková voda

Definice je taková, že srážkovou vodu 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 přívalových srážek nedošlo k zatopení. Zacházet s dešťovou vodou je nutné podle platných legislativ a to hlavně v oblasti akumulace, vsaku nebo řízeného 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, akumulační nádrže nebo i čistící 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 – Austrálie 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, sprch a umyvadel) (Oron et al. 2014).

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

Uvádí se, že velká většina odpadních vod domácnosti 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 využitím šedé vody lze snížit spotřebu v městském prostředí při splachování toalet okolo 30 % vody v budovách. Jsou tu ale i rizika s využitím surové šedé vody. První riziko je třeba zdravotní, a to hlavně kvůli přítomnosti patogenních mikroorganismů. Druhé riziko je environmentální, kde se vyskytují znečišťující látky jako sodík, nevhodné pH, povrchově aktivní látky a mikropolutanty. 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 zavedená 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 m² (Oron et al. 2014).

3.4.3 Černá voda

Černá voda se dá rozdělit na dvě složky, na hnědou a žlutou vodu. Žlutá voda označuje močovinu, ta je složena z vodného roztoku metabolických odpadů, tedy nutrientů a rozpuštěných solí. Složka nutrientů obsahuje v sobě fosfor, dusík, draslík a další prvky. Hnědá složka je považována jako fekální, obsahuje v sobě vápník, uhlík, 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 (Velíkováská 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 retencí nebo bioretencí. Tato střecha může snížit roční odtok srážek o 50–60 %. Dále zvládají zachytit až 85 % škodlivých látek ve vodě. Zelená plocha se podílí na filtraci ovzduší a pomáhá odstraňovat oxid uhličitý (Brears 2018).

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

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

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

Existují dva hlavní typy zelených střech: extenzivní střechy, které jsou pokryty lehkou vrstvou substrátu a tomu odpovídá i samotná vegetace a intenzivní, kde je mnohem větší půdní profil. Tyto střechy jsou pak těžší a dokáží nést stromy i keře (Santamouris 2014).

Živé střechy 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., zikkuraty v Mezopotámii a raná římská architektura. Zelené střechy se také používaly v raných vikingských obydlích. Ve srovnání s historií je například taková Velká Británie relativně novým inovátorem, kde používali technologii zelených střech 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 střechy, asfaltové dlažby, terénní úpravy a infiltrační systémy. Dešťová zahrada patří mezi nejvyužívanější 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 přefiltrit dešťovou vodu (Sharma & Malaviya 2021).

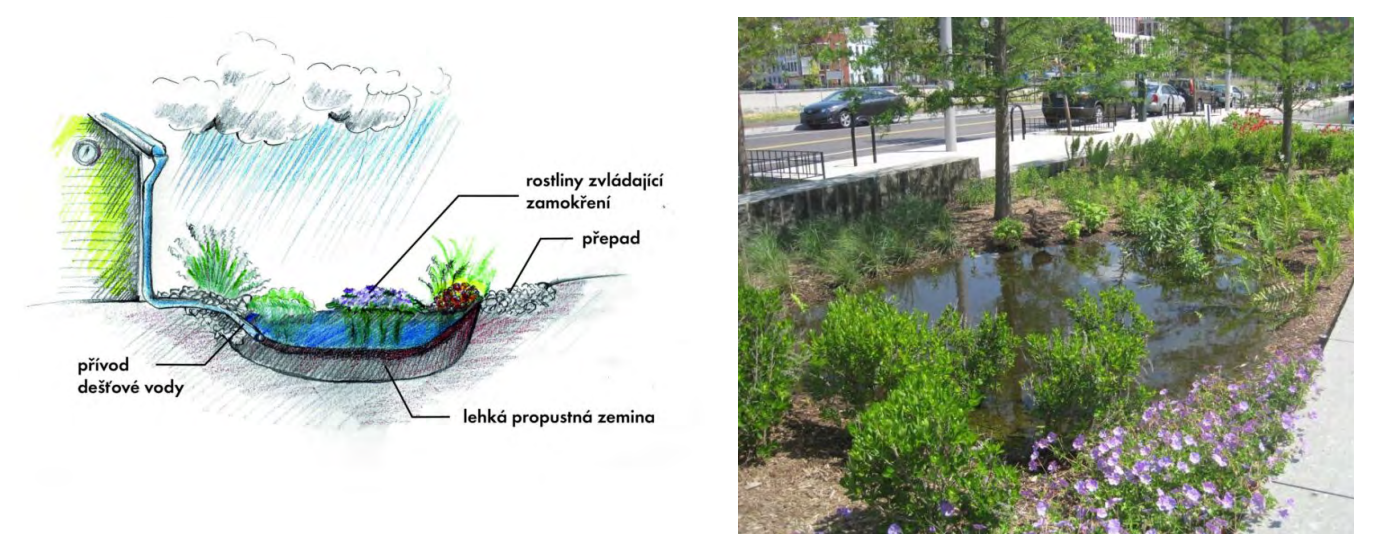
Jílovitá půda je všeobecně velmi špatná volba pro dešťové zahrady, jelikož zde neprobíhá tak dobré vsakování a takové místo bude vždy potřebovat prostor pro odvodnění (Siwiec Ewelina et al. 2018).

Dešťové zahrady vstřebávají do sebe odtékající vodu a dávají prostor vodě plíživě stékat po povrchu země přes půdní médium. Přidané vodonosné vrstvy zlepšují kvalitu ekosystému, protože zvládnou z dešťové vody odstranit 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. Vyzádují 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 dlouho stagnující voda, protože poskytuje živnou půdu pro mnoho škůdců, láká hlodavce, mývaly, vačice, hmyz a mnoho dalších a to vede k občasným utonutím (Sharma & Malaviya 2021).

Píše se datum 1990, kdy Dick Brinker při stavbě nových bytových jednotek v okrese Prince George’s (Maryland) měl myšlenku vystavit zcela jiný styl dešťových zahrad než doposud. Chtěl totiž nahradit přírodní retenční jezírko za bioretencií strukturu. Tuto myšlenku probral s ekologickým inženýrem Larrym Coffmanem a to vyústilo k výstavbě dešťových zahrad ve velkém měřítku v Somersetu, kde měl každý na pozemku u svého domu vybudovanou dešťovou zahradu o velikosti 30-40 m². 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.jaksinavrhnoutzahradu.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 (Vymazal 2008).

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

V tehdejších 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 největších průkopnic byla Dr. Käthe Seidelová z ústavu Maxe Plancka v Plönu. Doktorka Seidelová začala prezentovat metodu využívání mokřadních rostlin pro zlepšení kvality povrchových vod, které byly velmi často znečištěny nadměrným hnojením a splaškovými odpadními vodami (Vymazal 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 čističky, se staly velmi oblíbenými nejen pro čištění městských odpadních vod, ale právě i pro soukromé čištění vod domácnosti (Vymazal 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 flóry a fauny a v neposlední řadě jeho estetická hodnota pro městské prostředí (Ghermandí 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 rozdíl je veliký a samotná údržba je také velmi rozdílná. Koupací jezírko bychom mohli přirovnat v přírodě k takové stojaté vodě. Rozděluje 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 filtru, 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 odebírat 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 mírnější 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 nutné blízkosti bazénu, popřípadě na první pohled viditelný. Tento typ bazénu se neobejde bez stále zapnutého čerpadla. Voda je zde až průzračně čistá, ale kvůli nízkému obsahu živin v chudé oligotrofní vodě zde žije jen velmi málo rostlin (Vránek 2015).

3.5.5 Vsakovací povrchové stavby

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



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

3.5.6 Vsakovací 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 zdařile využívá právě na místech, kde není tolik prostoru na velké vsakovací plochy, ale i na lokacích, které nemají nejlepší vsakovací horninové podloží a je potřeba počítat s delší časovou prodlevou pro vsak. Akumulační prostor pro zachycení dešťové vody funguje na bázi pórovitosti vyplňovacího materiálu (nejčastěji se používá štěrk), kde voda pokračuje dále do půdního profilu. Voda je dodávána do takového systému formou potrubí. Celý prostor je obložený od bočních stěn po horní stěnu obsypu geotextilií, aby nedocházelo ke smíchání štěrku a půdy (Ministerstvo pro místní rozvoj 2019).

Při situaci, kdy vsakovací rýha je značně širší, myšleno i několik metrů, se doporučuje rozvádět vodu rovnoměrně po celé ploše. Nejlepší je použít tedy podlouhlé perforované potrubí. Nenáročnost na prostor, nízká investovaná částka a jednoduchost výstavby jsou důvody, kvůli kterým je tato technika hojně využívána v domácím prostředí. Celé řešení není na povrchu vidět a dá se velmi šikovně umístit i pod zpevněné plochy (parkoviště, chodník, komunikace). Je potřeba si dát pozor na zanášení a kolmataci (snížení nebo zmenšení propustnosti) pórovitého 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 developerské 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 (Skrivánek 2017).

Je tedy jasné, že možnost 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 zrnitosti, který je schopen propustit kapaliny, 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 (Skřivánek 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 vznikat ledovka a chodci nebudou klouzat po povrchu, protože je předpoklad, že povrch zůstane stále „suchý“ (Skřivánek 2017).

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

3.6.2 Zatravnovací dlažba

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

Tento systém primárně neslouží k zadržení a vsakování srážkové vody, ale spíše ke zlepšení okolního mikroklimatu a prevenci odtoku srážkové vody (Sýkorová et al. 2021).

Dlažba se dá využívat jak po celé ploše, tak i na místech stop kol vozidla. Na dobře zhutněnou zemní pláň se položí zahliněné nosné a ložní vrstvy, poté se na vrch položí vegetační dlažba, která je vyplněna hlinitopísčítým substrátem společně s travním osivem. Nejčastěji se využívá zatravnňovací dlažba, jež je vytvořena z betonu nebo z plastových materiálů (roštů). Využívá se i klasických kamenných dlažeb, které se pokládají se širokou spárou (Sýkorová 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 zeminou a zakořeněnými travinami. Nosná konstrukce, která je velmi často tvořená právě štěrkem, ale i recyklovanou stavební sutí, představuje v tomto systému okolo 80 % a zbylých 20 % tvoří právě přídavný materiál jako je kompost a zemina (Straková & Jongepierová 2018).

Tento systém má mnoho podobných využití jako výše zmíněná zatravnňovací dlažba. Velmi zdařile 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 (Sýkorová 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 (Sýkorová et al. 2021).

3.7 EFEKTY SPRÁVNÉHO HOSPODAŘENÍ S DEŠŤOVOU VODOU

3.7.1 Tepelný ostrov

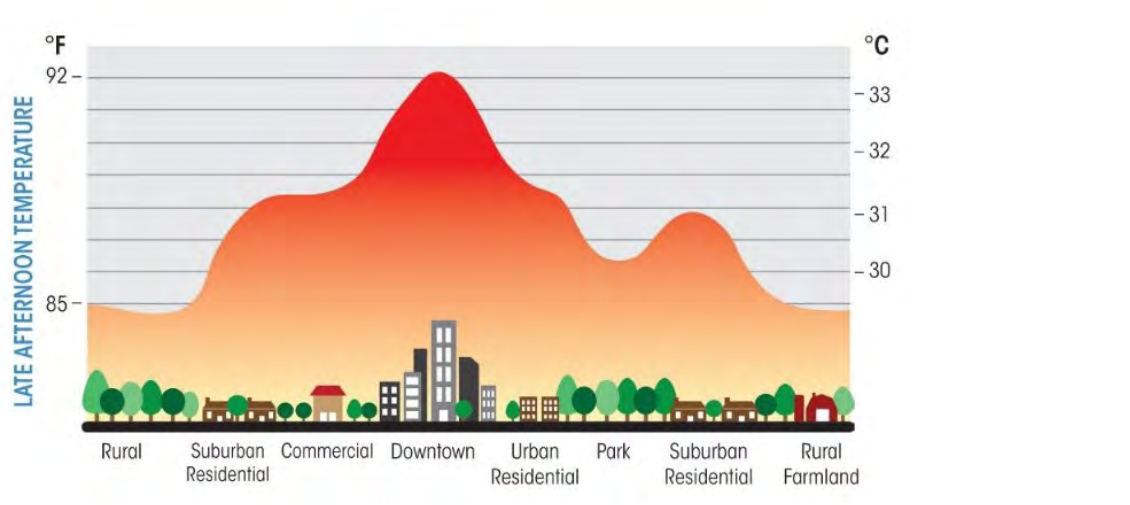
Městská zástavba zabírá na zemském povrchu 2 %. Toto číslo roste nahoru a je zapříčiněno tím, že lidé opouštějí od venkovského žití a stěhují se s velkou oblibou do měst. Život v urbanizovaném prostředí je velmi nákladný na energie a tak města spotřebovávají více než 75 % všech energetických zdrojů. Část této energie je odváděna ve formě tepla a k tomu hojně napomáhá samotné slunečné záření. Za určité situace se veškeré teplo postupně akumuluje do městské infrastruktury a v nočních hodinách se pomalu rozptyluje 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 zachycení 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 (Kleerekoper et al. 2012).

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

Máme zde čtyři různé způsoby vegetace, které bojují proti efektu tepleného ostrova: městské lesy (parky), pouliční stromy, soukromá zeleň v zahradách a zelené střechy, či fasády. Vegetace má schopnost ochladit prostor o 1-4,7 °C na vzdálenost 100-1000 m do okolí. Vše závisí pouze na množství vody, jež má rostlina nebo strom k dispozici (Kleerekoper et al. 2012).

Velký vliv na teplotu mají i samostatné pouliční stromy, které dohromady 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 slunného dne ochladí pomocí transpirace vzrostlý strom okolí výkonem rovnající se 20-30 kW, což se dá přirovnat například k síle více než 10 klimatizačních jednotek (Kleerekoper et al. 2012).



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

3.7.2 Biodiverzita

Asi polovina zemského povrchu byla 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 nejškodlivější varianta využívání půdy a bohužel i nejrychleji rozšiřující se (Sushinsky et al. 2013).

Stále postupující urbanizace napomáhá ke snížení biologické rozmanitost a tím pomalu odtrhává lidstvo od přírody. Člověk postupně ztrácí jakýkoliv důvod chránit samotnou přírodu. Celkové odtržení od městské flóry a fauny může mít dopady na lidské zdraví a pohodu. Velký vliv na biodiverzitu v městském prostředí mají právě rodinné zahrady, které umožňují lidem znovu napojení na přírodu, tedy jejich přímou interakci s volně žijícími druhy. Mnohé tedy závisí na vlastnících 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, označován také jako vodní zákon se můžeme dočíst, že při budování staveb anebo jejich změn, či změn využívávání budovy jsou stavebníci povinni na základě charakteru a smyslu stavby zabezpečit zásobování vodou a odváděním, čištěním, 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 samotném dokončení, 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

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

Tato norma říká, že na rovinatém území u valné většiny samostatně stojících rodinných domů a jejich příslušných rekreačních stavbách 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 závadnými látkami, nebo jejich nadměrné množství se řeší vhodnými technickými opatřeními. Odvádění srážkových vod se zajišťuje přednostně zasakováním. Není-li možné zasakování, zajišťuje se jejich odvádění do povrchových vod; pokud nelze srážkové vody odvádět samostatně, odvádí se jednotnou kanalizací.

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).

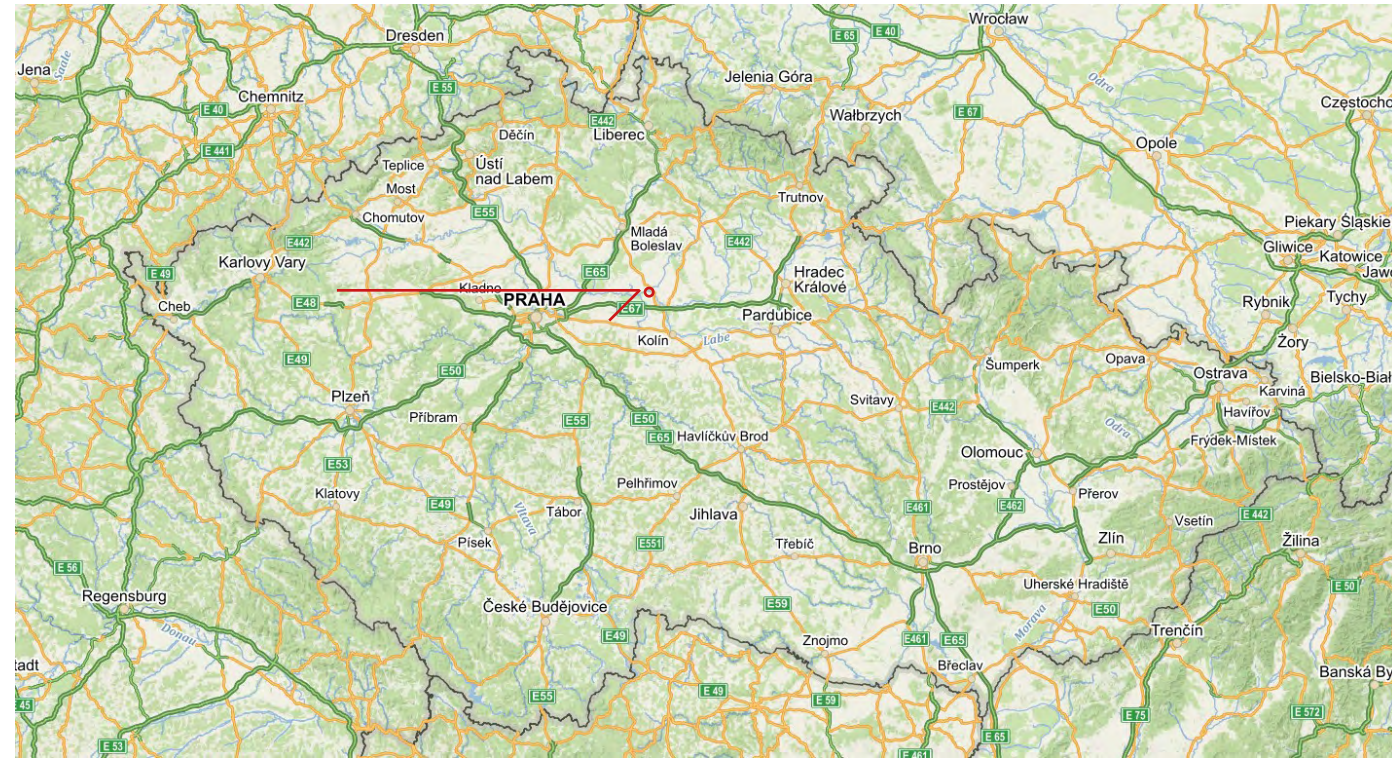
4 ZHODNOCENÍ PODKLADOVÝCH ÚDAJŮ

4.1 ŠIRŠÍ VZTAHY

Zpracovávaný projekt rodinné zahrady se nachází v malém městě Nymburk. Toto město leží na řece Labi 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 vyšší budovy např.: Poliklinika, Nemocnice, kancelářské prostory a bytové domy.

Řešené území se nachází na dvou parcelách. První parcela s číslem 947 s výměrou 279 m² je z velké části zastavěná domem, garáží a pochozí plochou. Druhá parcela s číslem 1050/1 má rozlohu 238 m² a tato plocha je využívána jako zahrada. Je zde i postavená budova se záměrem dílny, která ještě neprošla kolaudací a není tedy zaznamenaná v katastru nemovitostí (ČÚZK 2022).



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



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

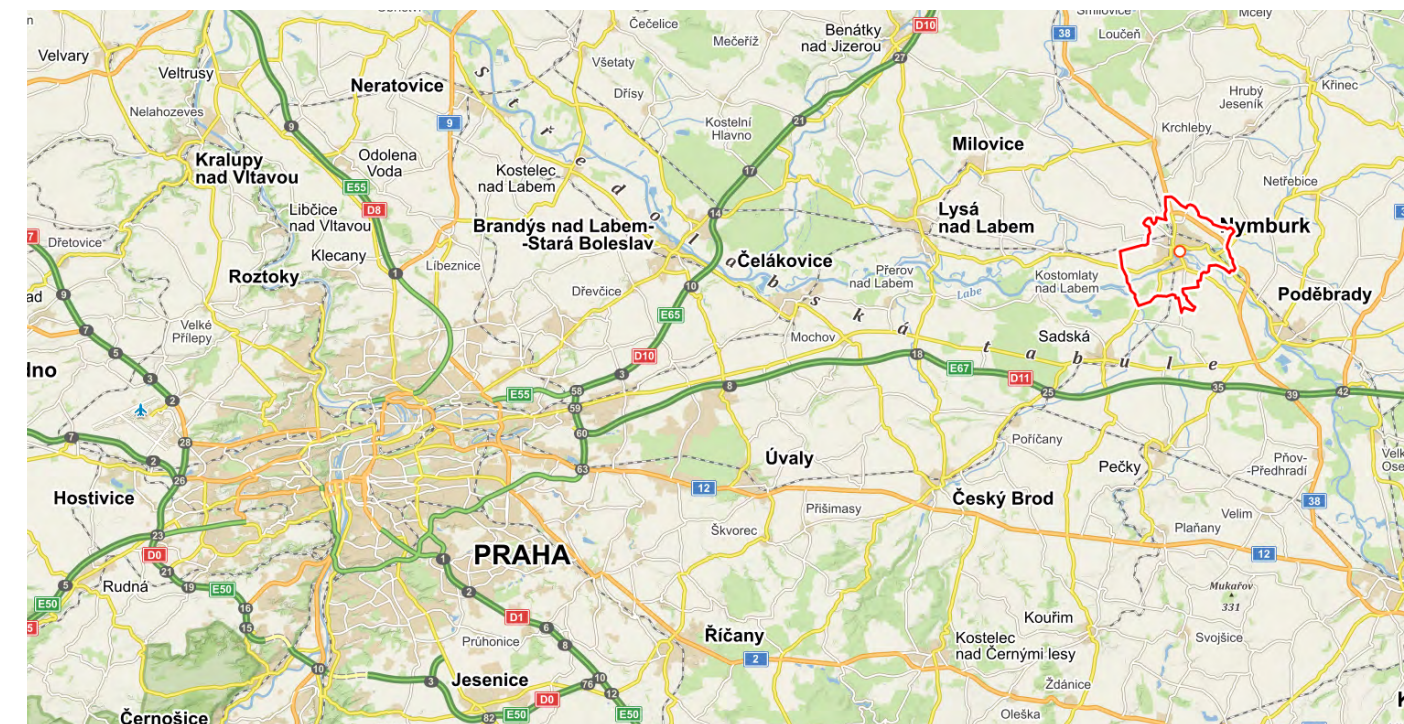
4.2 PŘÍRODNÍ PODMÍNKY

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 garáži formou vylitých betonových desek. Tyto desky navazují na druhou část pozemku a ta je využívána jako zahradní. Na původní garáž je zde napojena další budova, která dlouhou dobu sloužila jako truhlářská dílna. Nyní spíše jako úschovna 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 úložiště dřeva. Tento prostor má zpevněnou plochu z kamenného koberec a z jedné části zastíněn přibližně tří 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 nehodnotné dřeviny s fyziologickými problémy, které nemají ve svém průměru kmene 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*, *Euonymus japonicus*, *Juniperus horizontalis* a čtyři *Malus* sp u posezení živý plot tvořený z pěti *Thuja occidentalis* 'Brabant'.



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



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

- stávající dřeviny k odstranění
- stavby 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 vyprahlou zahradu.

Matka zbožňuje výlety na kole podél vody či lesa. Ráda se stará o rostliny na zahradě nebo jenom poslouchá zvuky přírody a pozoruje život 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 možností, kde se může učit, protože ji velmi rychle přestává bavit učení na stejném místě. Pokud možno tak nejlépe se učí na chladnějším místě.

Cela 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 nejrůznější způsoby v cihlovém grilu. Záleží jim na přírodě a proto hledají možnosti jak přitáhnout flóru a faunu co nejbližší k nim. Voda je téma, které je pro ně velmi blízké a do budoucna by rádi chtěli co nejlépe umět hospodařit s touto komoditou.

4.4.2 Myšlenka zahrady

Zahradu je zapotřebí navrhnout 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 odvádět 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

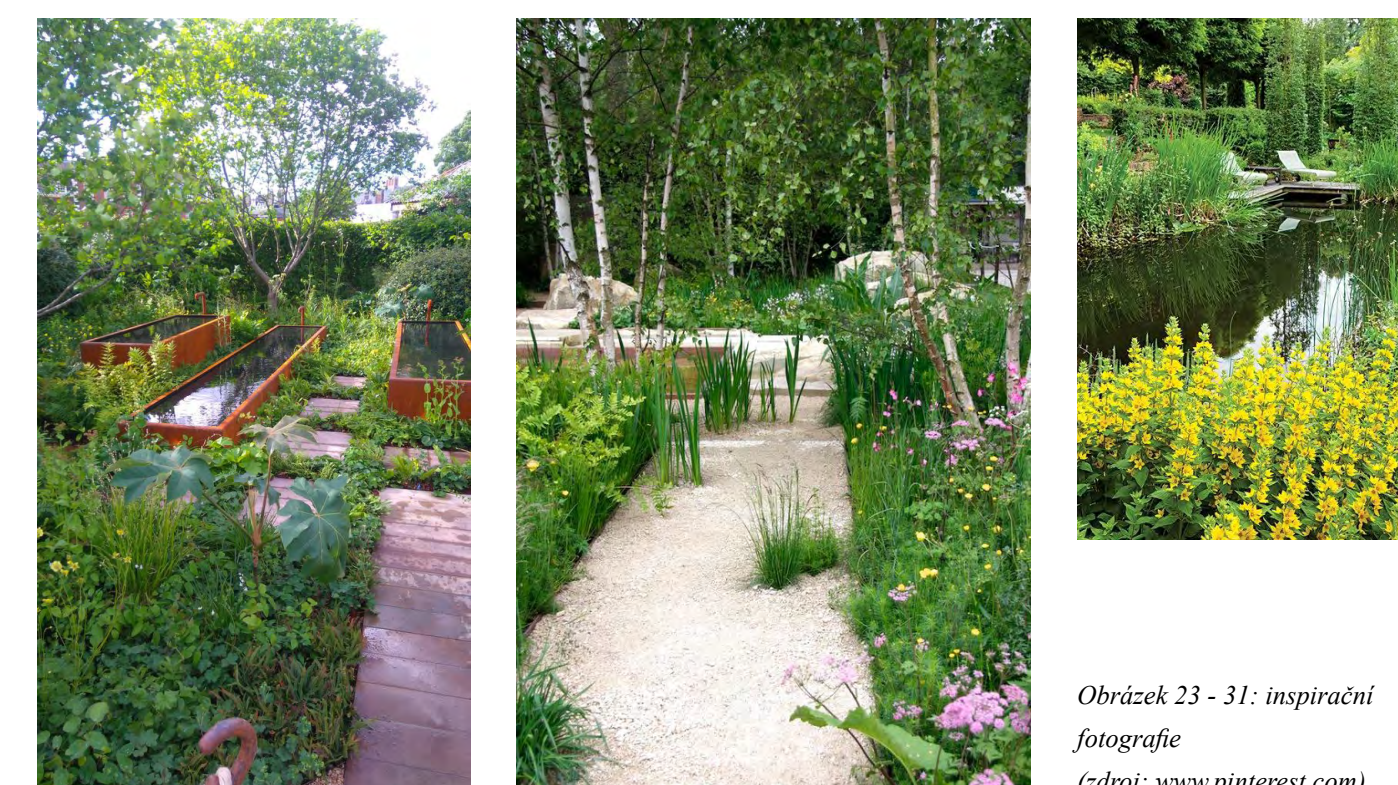
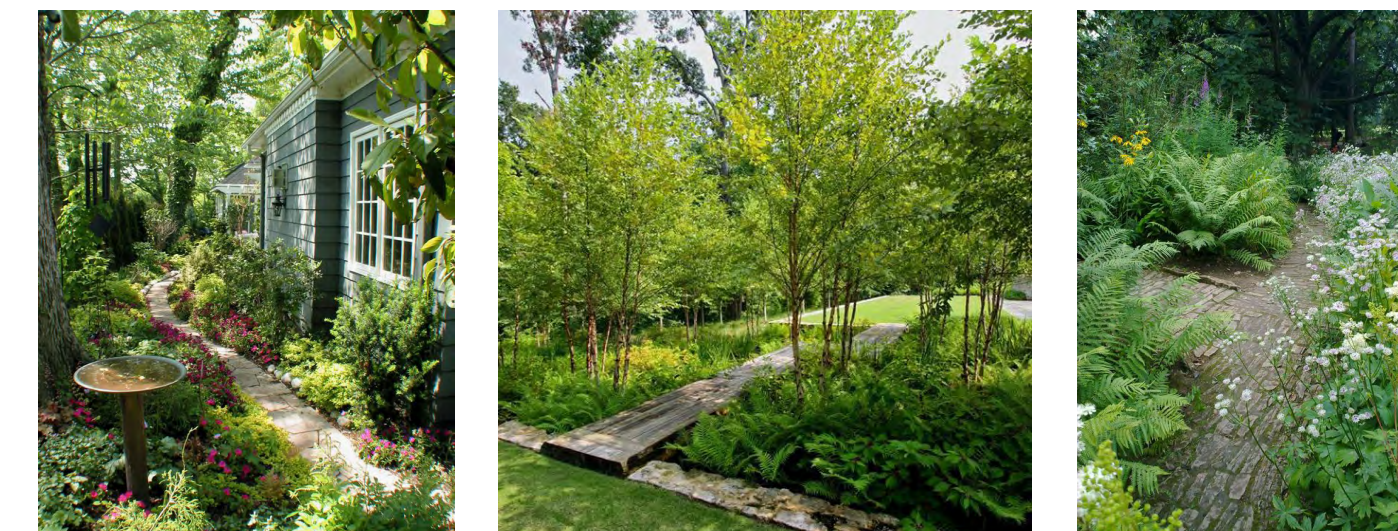
Výhody:

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

Nevýhody:

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

4.4.4 Inspirace



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

5 VLASTNÍ PROJEKT

5.1 HLAVNÍ SITUACE



Obrázek 32: Koncepte návrhu (zdroj: autor práce)



	dům		trávník		zelená střecha		dešťová zahrada
	včelí úly		cihlový gril		koupací jezírko hluboká zóna		širokospárá dlažba
	vyvýšené záhony		keře		výsadba		
	šlapáky		listnaté stromy		koupací jezírko regenerační zóna		
	skleník		dřevník		jehličnan		
	posezení		psí bouda		pítka pro ptáky		
	šterkový trávník		vsakovací prostor vyplněný šterkem		akumulační nádrž s přepadem		

Návrh napomáhá k maximálnímu zlepšení biodiverzity v zahradě. Vzrostlé stromy, které umožňují úkryt pro ptactvo a zároveň tvoří vhodný stín pro zvířata, co nemají možnost pobývat

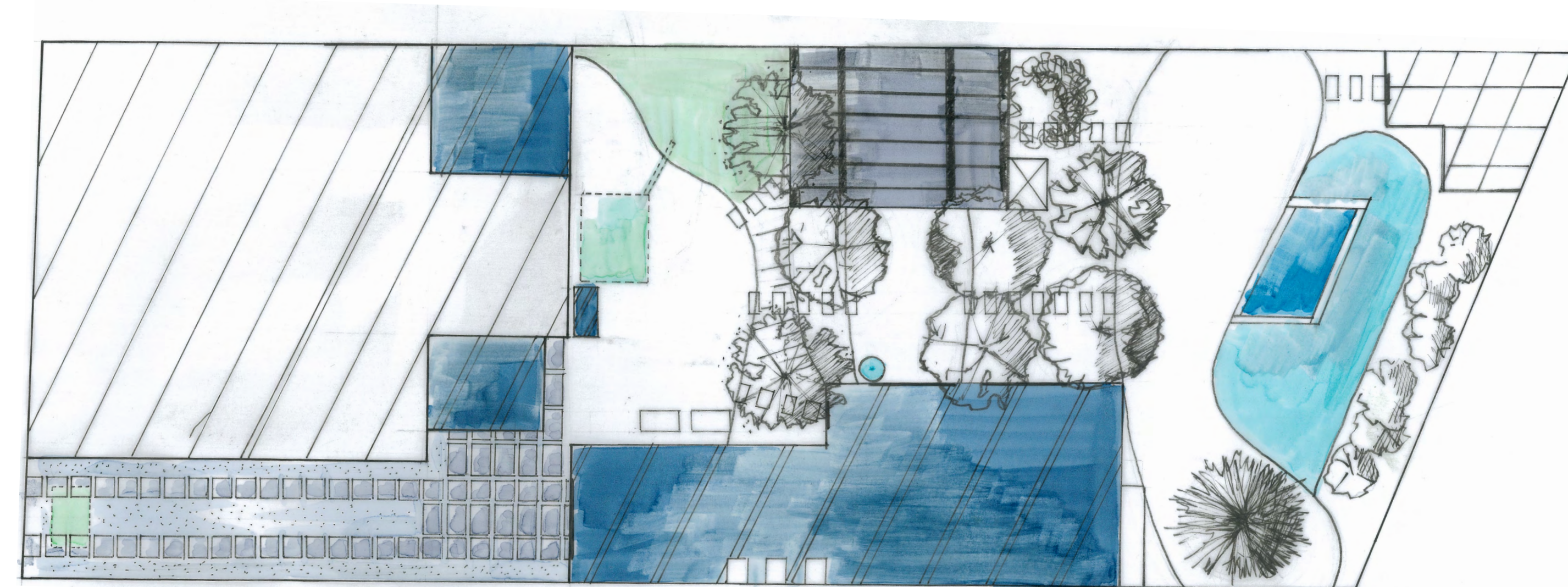
tak vysoko. Zároveň je vegetace navržena pod stromy velmi dynamicky a tak opět vytváří skrýš pro živočichy ještě menšího vzrůstu, jelikož mají mnoho prostoru se schovat při horkých letních dnech.

Posezení je navrženo tak, aby svojí konstrukcí vytvářelo přiměřený stín, ale zároveň nevedl celou plochu do stínu. Konstrukci napomáhá ještě popínavá vegetace, která vytváří příjemné klima a zároveň maluje různé obrazce stínů,

díky svým listům a květům. Koupací jezírko přitahuje ke své blízkosti živočichy všeho druhu a zahrada tak ožívá do jiných rozměrů. Člověk má pak pocit, že mu je příroda skoro na dotek.

Na zelené střechy jsou umístěny tři včelí úly, jejich hlavní úkol je se starat o opílení rostlin, keřů a stromů. Opylovači nezůstávají pouze na soukromé zahradě, ale mají snahu o vylepšení biodiverzity i v dalších částech maloměsta.

5.2 KONCEPCE HOSPODAŘENÍ S VODOU



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



Příjezdová cesta je tvořena třemi prvky. Široko spárou dlažbou, která je nainstalovaná na místech dotyku automobilu s povrchem země nebo na cestách sloužící pro rychlý pohyb členů rodiny. Další prvek je šterkový trávník, jež zvládá občasné zatížení, ale zároveň zůstává velmi dobře propustný. Poslední část příjezdové cesty se skládá z menšího průlehu mezi kolejnicovou stopou širokospáré dlažby. Tato příjezdová cesta je v mírném svahu

a tak veškerá voda pomalu steče do průlehu, který je zakončený vsakovací jámou vyplněnou šterkem.

Velkou část pozemku tvoří právě zelené střechy, které dokáží při prudkém přivalovém dešti zmírnit rychlost odtoku vody a tak dát potřebný čas půdě pro další vsakování, ale zároveň vegetace zvládá částečně čistit vodu z atmosférických srážek.

Koupací jezírko a pítka pro ptáky je zde jako prvek, který se snaží přilákat živočichy do zahrady. Popřípadě aktivně snižují teplotu v daném okolí.

Zelené střechy a střecha 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

atd.). Při situaci, že by byla nádrž plná je zde vybudovaný přepad přímo do dešťového záhonu, který je v mírné prohlubni 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 nelišil, stále zde bylo podobné rozložení

vodních prvků. Finální koncept byl vytvořen organickými liniemi, které více reflektovaly, jak přání uživatelů, tak nároky na jednotlivé prvky hospodaření s vodou. Tento návrh byl dále koncepčně rozvíjen.

	širokospárá dlažba u posezení
	zelená střecha
	šterkový trávník
	širokospárá dlažba
	dešťová zahrada
	vsakovací prostor vyplněný šterkem
	akumulační nádrž s přepadem
	koupací jezírko

5.3 ROSTLINNÝ SORTIMENT



Obrázek 34: Koncepce vegetace (zdroj: autor práce)

Sektor A

Na plochu zelené střecha bude využit již připravený předpěstovaný rozchodníkový 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 acre*, *Sedum hybridum* 'Immergrunchen', *Sedum kamschaticum*, *Sedum spurium* 'Fuldaglut'.

Sektor B

Vegetace vhodná na slunečné až polostinné stanoviště. *Aster turbinellus*, *Balsamita major*, *Hemerocallis 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*, *Coreopsis palmata*, *Avena sempervirens*, *Bouteloua gracilis*.

Sektor D

Koupací jezírko: *Nymphaea alba*, *Hippurus 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 zamokření. *Eupatorium fistulosum*, *Geum rivale*, *Hemerocallis fulva*, *Ligularia dentata*, *Iris sibirica*, *Lobelia cardinalis*.

Sektor F

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

Stromy a keře

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

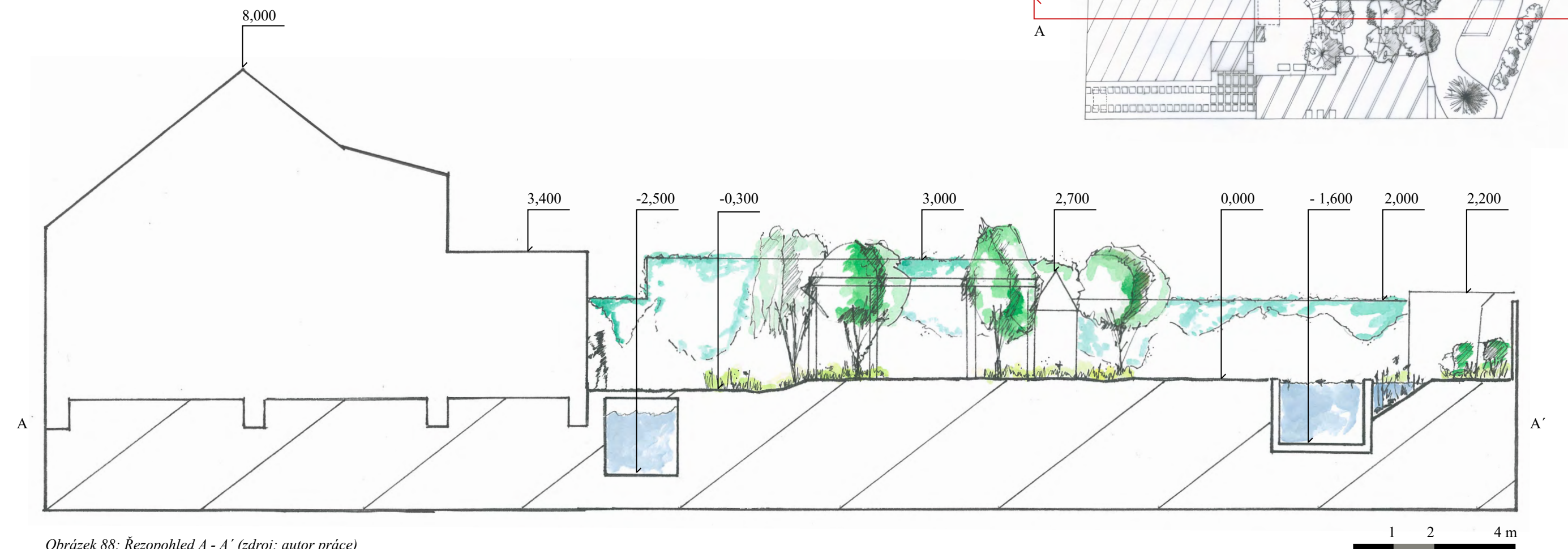




Obrázek 35 - 87: Rostlinný sortiment (zdroj: www.google.com)

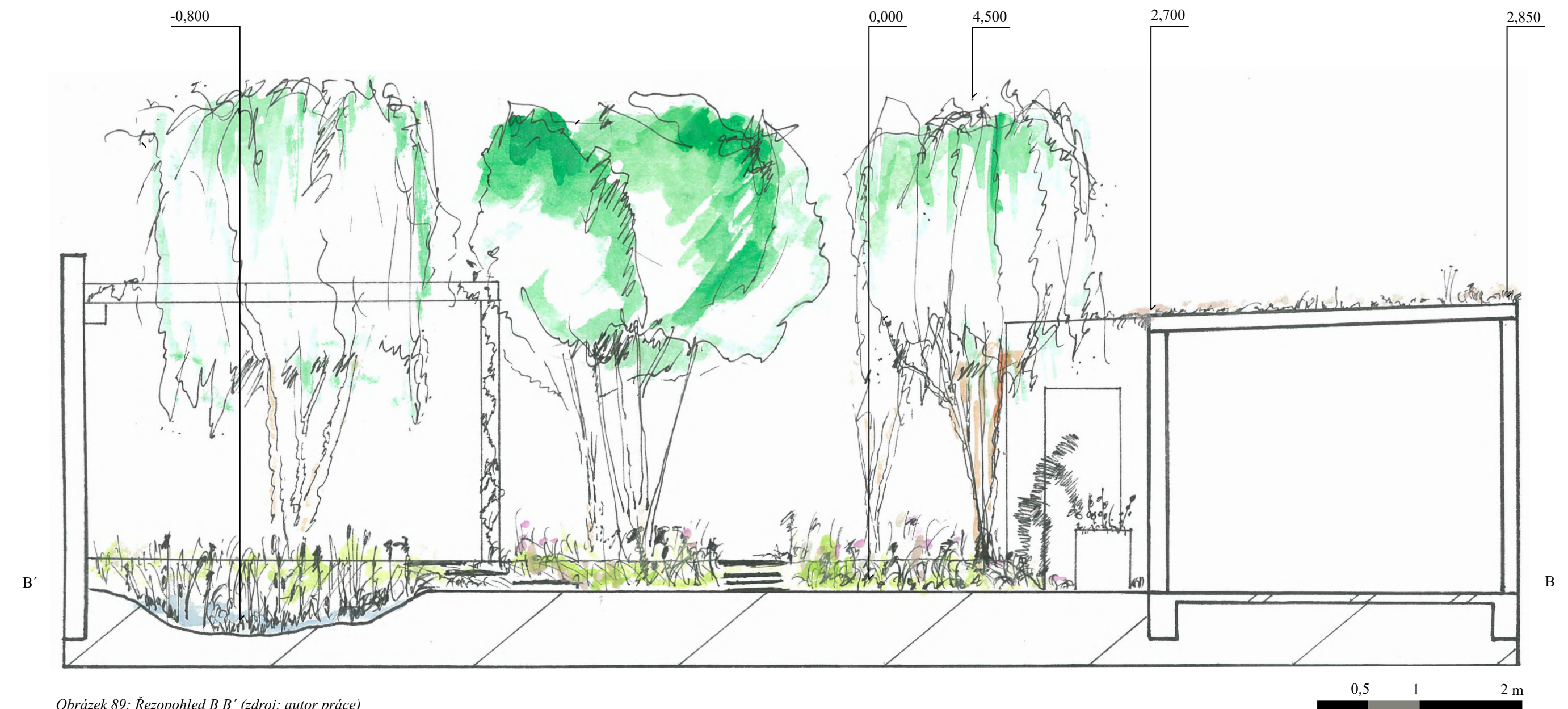
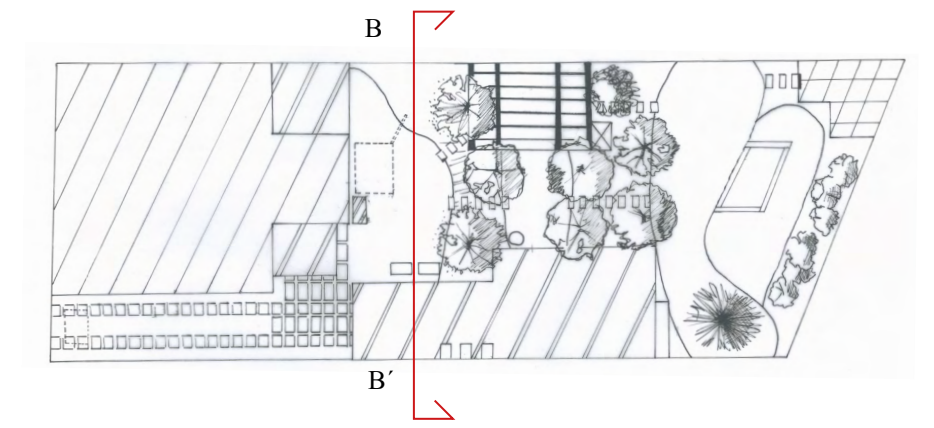
5.4 ŘEZOPOHLEDY

5.4.1 Řezopohled A - A'



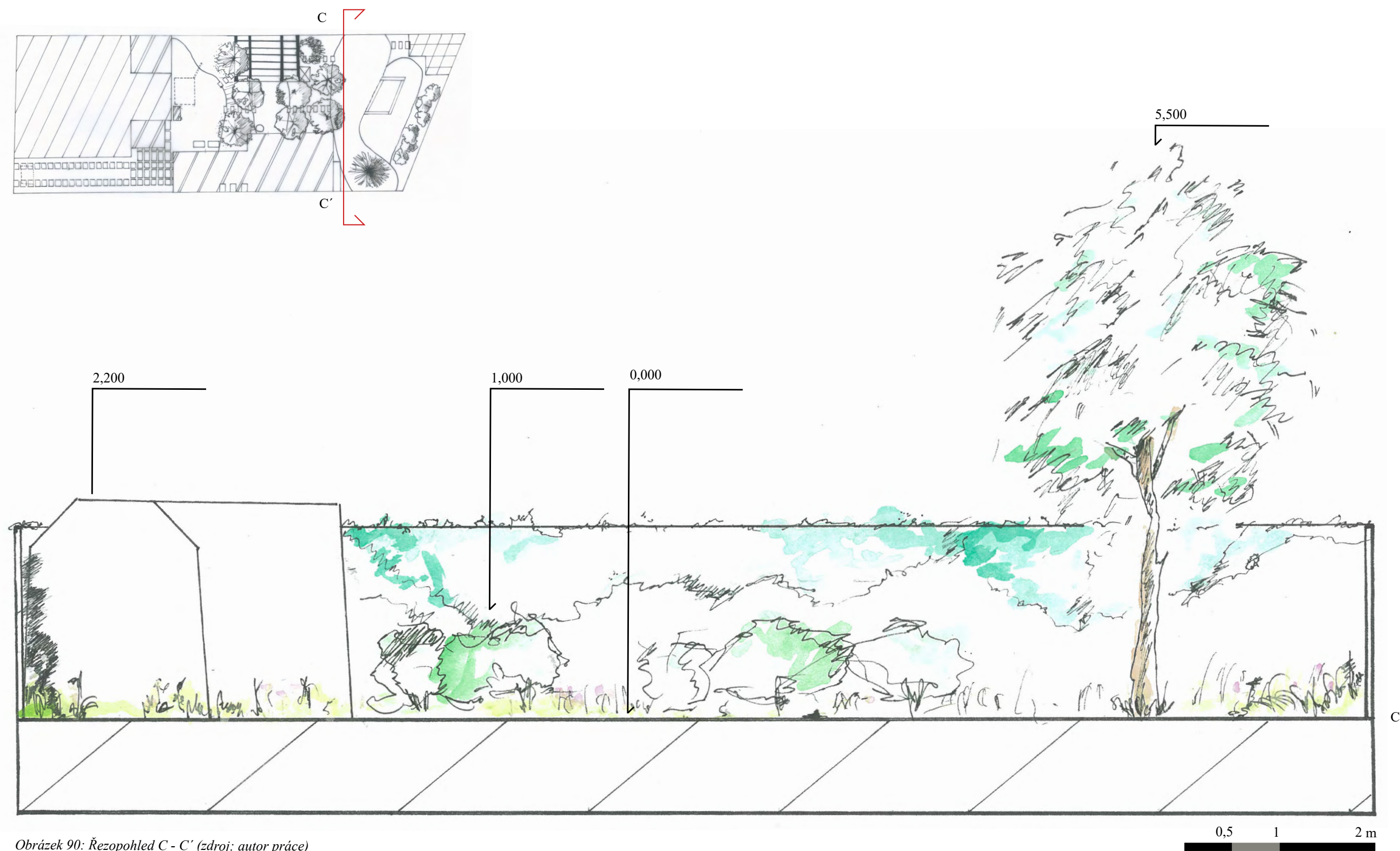
Obrázek 88: Řezopohled A - A' (zdroj: autor práce)

5.4.2 Řezopohled B - B'



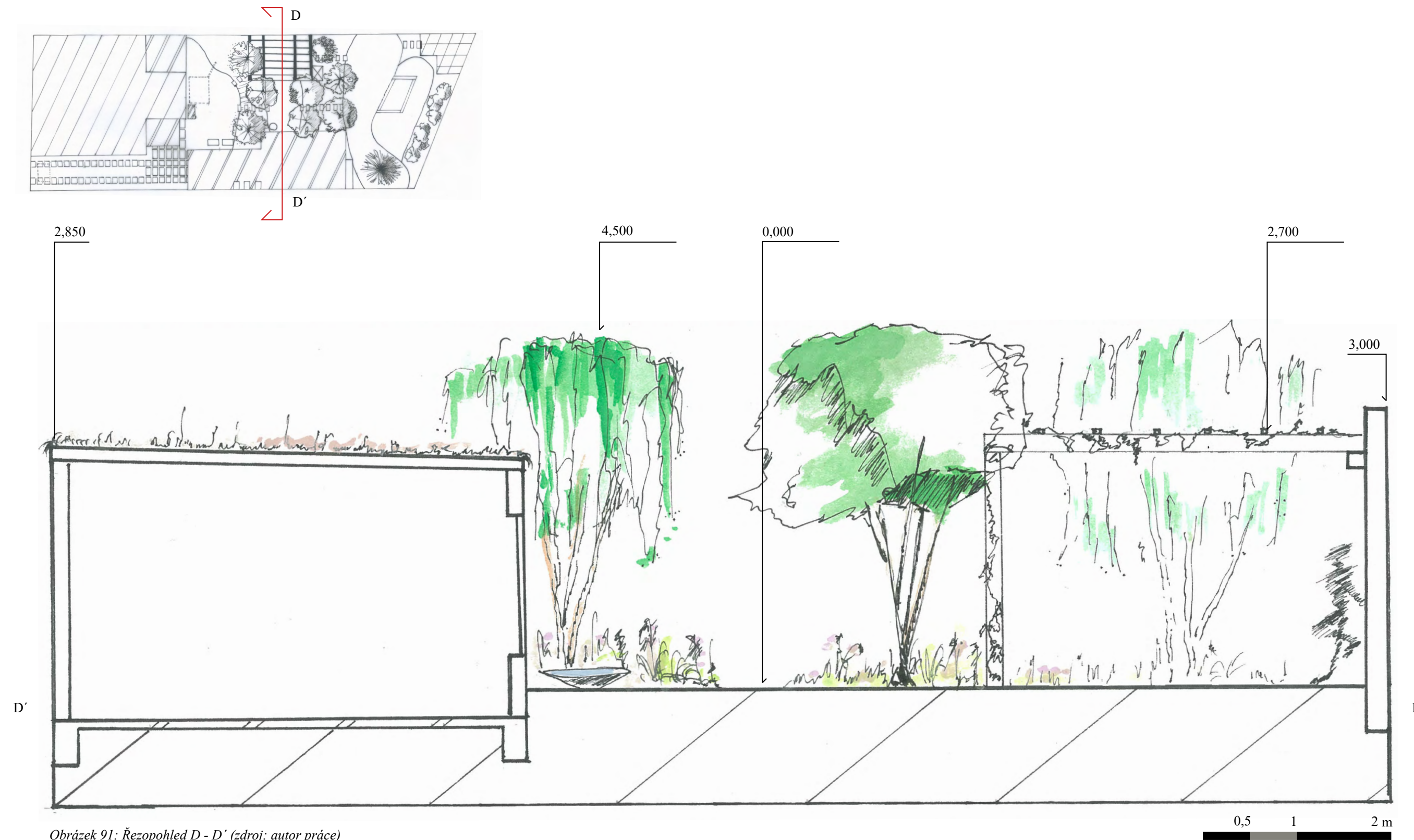
Obrázek 89: Řezopohled B B' (zdroj: autor práce)

5.4.3 Řezopohled C - C'



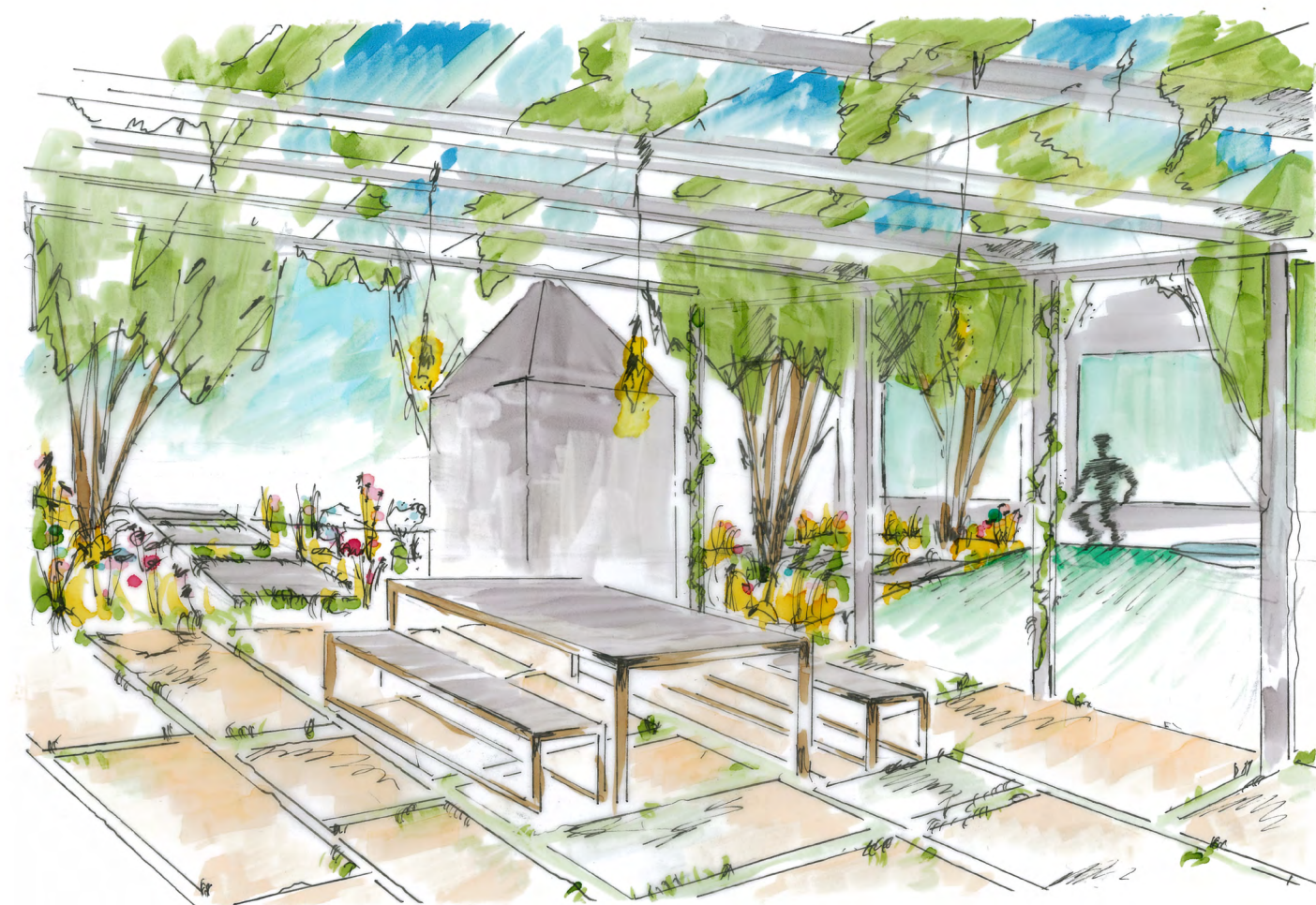
Obrázek 90: Řezopohled C - C' (zdroj: autor práce)

5.4.4 Řezopohled D - D'



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

5.5 VIZUALIZACE



Obrázek 92: Zarostlé posezení (zdroj: autor práce)

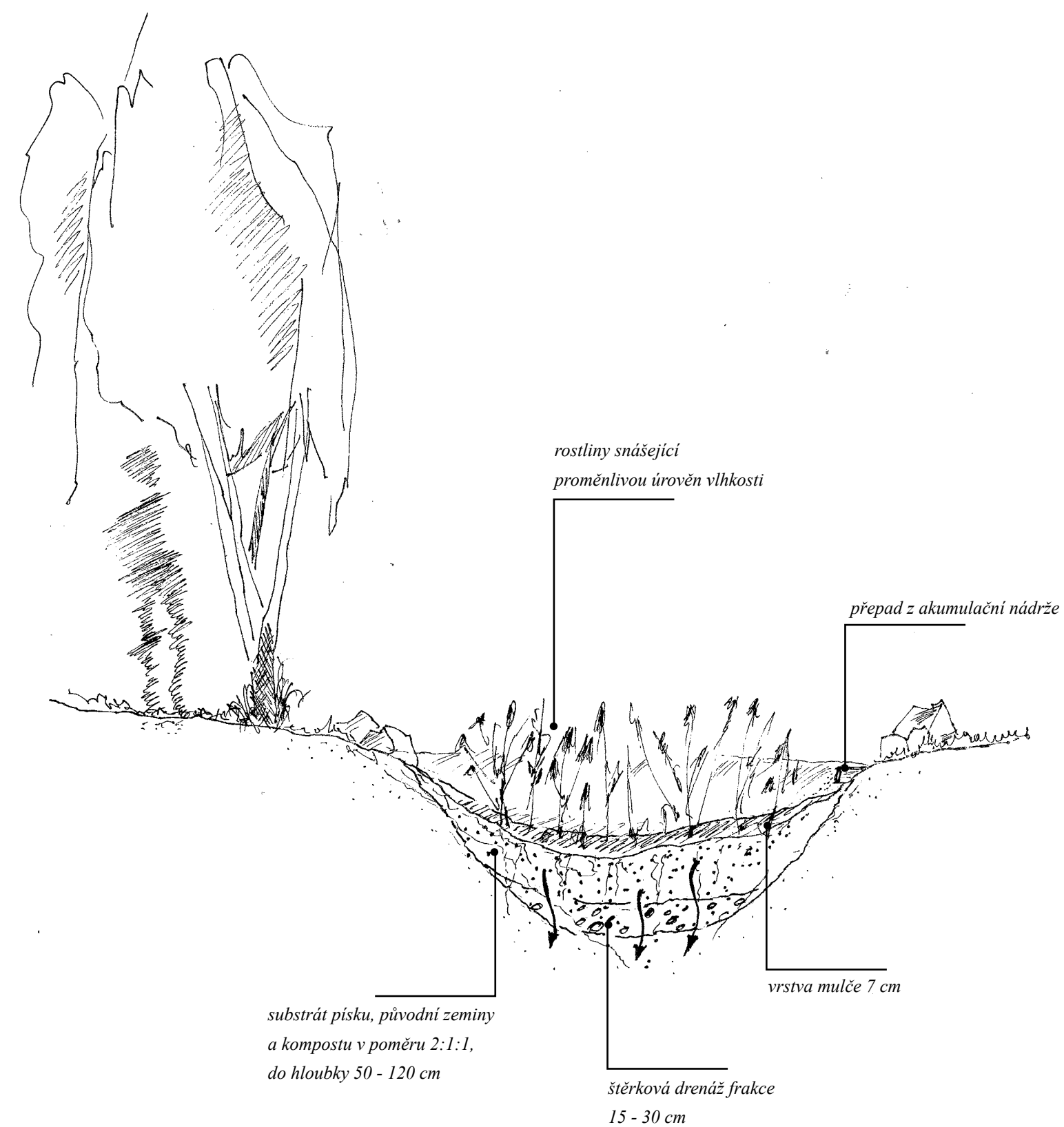


Obrázek 93: Výhled na koupací jezírko (zdroj: autor práce)

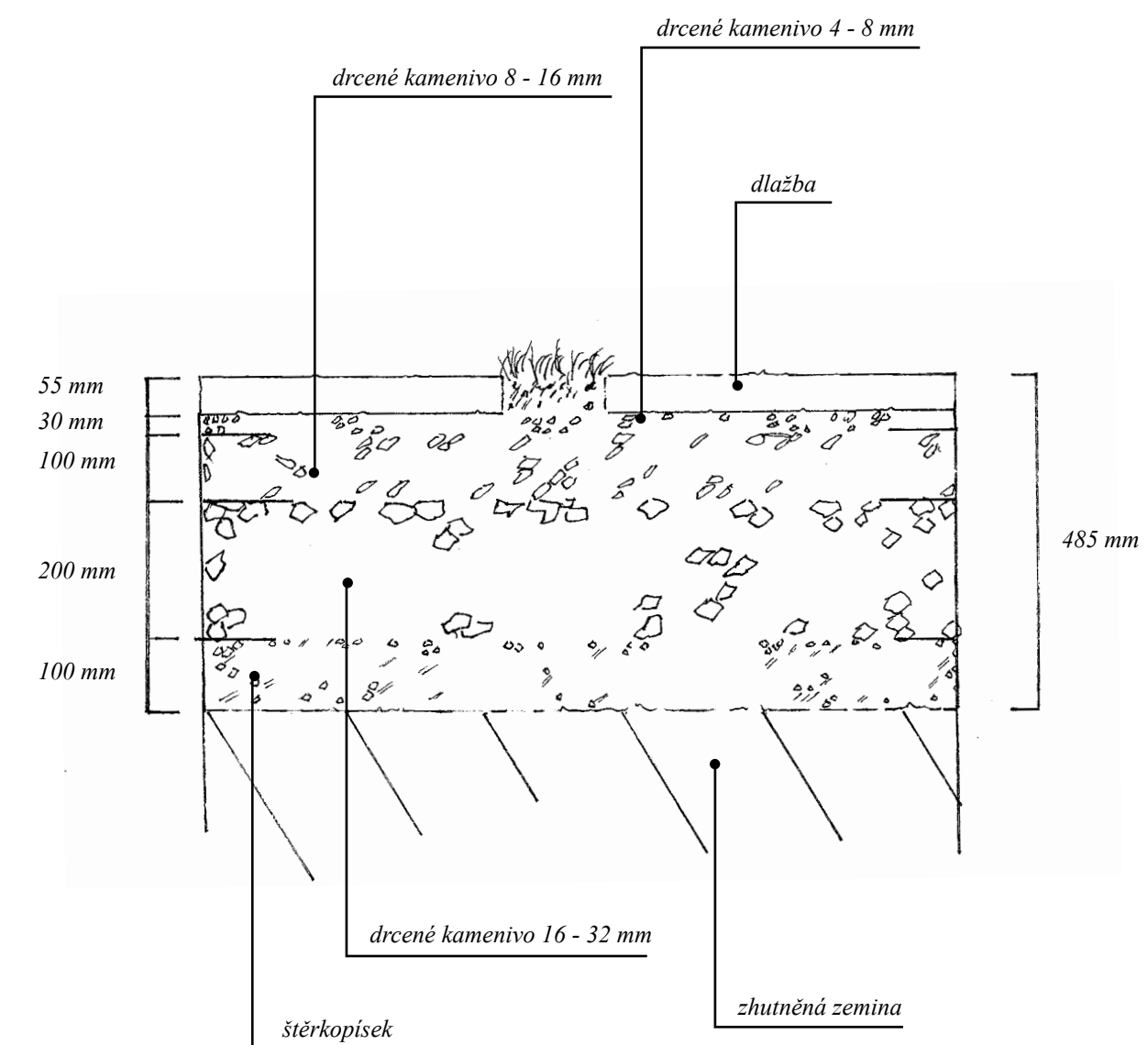


Obrázek 94: Vstup do zahrady (zdroj: autor práce)

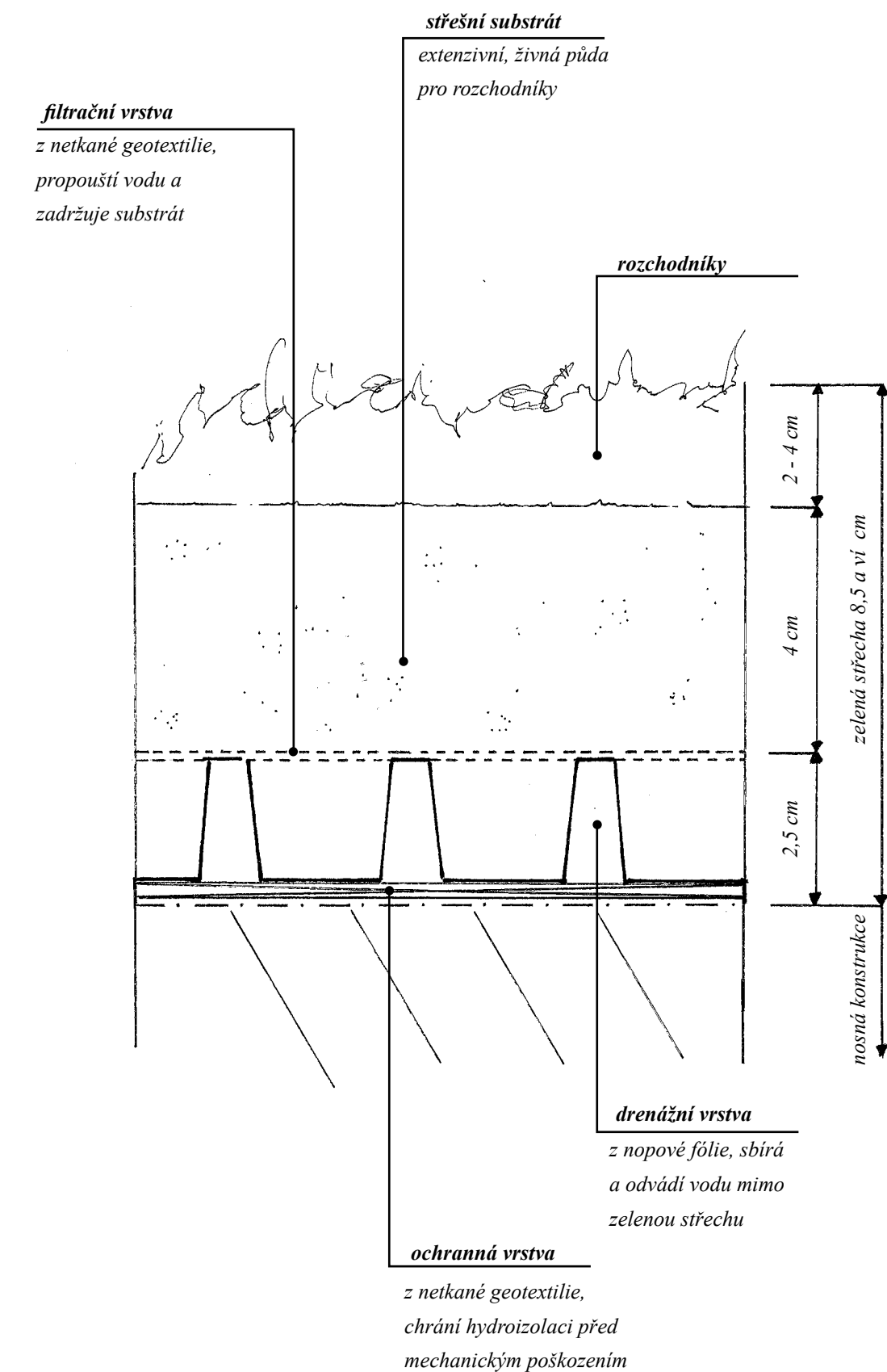
5.6 TECHNICKÉ PRVKY



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



Obrázek 96: Skladba 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
založení 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 širokospáré dlažby (materiál, doprava)	m2	35	3 200,00 Kč	112 000,00 Kč
založení štěrkového trávníku (materiál, doprava)	m2	20	620,00 Kč	12 400,00 Kč
vytvoření vsakovacího prostoru vyplněný štěrkem (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
založení dešťové zahrady (materiál, práce)	m2	7	1 800,00 Kč	12 600,00 Kč
založení trvalekových 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 nádrž(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 důkladně 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 vsaku, akumulace vody na dané lokalitě. Vodní prvky daly zahradě příznivý efekt na lidskou psychiku. Voda nás svou podobou přitahuje již od pradávna, tudíž její zakomponování na pozemku v nás přirozeně vzbuzuje více klidu a souznění.

Díky popsání rozdílů mezi malým a velkým koloběhem vody, včetně důrazu na vsakovací plochy v rodinných zahradách, ale i v urbanizovaném 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. Širokospáré dlažby, zelené střechy, štěrkový trávník nahradil staré betonové dlažby nebo asfaltové pásy. Plocha která je nyní propustná se navýšila o 162 m².

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 mnohočetně 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 druhu 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 malý i velký koloběh 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, kterým zahrada patří.

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

Snaha o vyhovění vlastníkům zahrady a vytvoření místa, která pro ně bude útočištěm skoro 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 obyvatele. Zákoutí, 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 : zahradní jezírka, potůčky a vodopády : plánování, zakládání a péče. České vyd. 1. Jan Vašut, Praha.

Beránková 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. Koha, Isen.

Feng-šuej : dům a zahrada. 2006. Vyd. 1. Ikar, Praha.

Fridell K, Thynell A, Bruhn F, Fors J, Sixtensson S, Vysoký M. 2020. Livable Streets - A Handbook of bluegreengrey Systems. edge.

Gago EJ, 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.

Ghaitidak 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 JCJM, 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, Natkhin M, Thomas B, Dannowski R, Schwiem B, Lischeid 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. Vsakování 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.

Šálek 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.

Sedlák 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.

Siwiec 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.

Straková M, et al. 2018. Krajinné 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, Šušlíková L, Staňková N, Habalová M, Čtverák M, Macháč J, Hekrlé M. 2021. VODA VE MĚSTĚ: Metodika pro hospodaření s dešťovou vodou ve vazbě na zelenou infrastrukturu. Typos, Praha.

Velikovská K. 2019. Technologie znovu využití odpadních vod [MSc. Thesis]. Vysoké učení technické, Brno.

Vítek J, Stránský D, Kabelková I, Bareš V, Vítek R. 2015. Hospodaření s dešťovou vodou v ČR. 01/71 ZO ČSOP Koniklec, Praha.

Vymazal 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 resilienceFirst publish. Wiley Blackwell, Chichester, West Sussex.

8.2 WEBOVÉ ZDROJE

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

Cmiralová K. 2020. Jak zmírnit sucho 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. Nahlížení do katastru nemovitostí. ČÚZK. Available from <https://nahliznidokn.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. KOUPACÍ JEZÍRKA BEZ TECHNIKY aneb nebojte se jedniček. Svaz zakládání a údržby zeleně. Available from <https://www.szuz.cz/cs/hlavni-menu/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: greenbluestreets (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: Zasakovací průleh (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: Bližší 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)

