

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra zahradní a krajinné architektury (FAPPZ)



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Zelenomodrá infrastruktura v kontextu klimatických
změn
Diplomová práce**

Bc. Lada Hlaváčková

**Obor studia: Zemědělství a rozvoj venkova
Rozvoj venkovského prostoru**

Vedoucí práce: Mgr. Eva Jakubcová, Ph.D.

© 2023 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Zelenomodrá infrastruktura v kontextu klimatických změn" jsem vypracoval(a) samostatně pod vedením vedoucího diplomové 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(ka) uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne datum odevzdání _____

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala paní Mgr. Evě Jakubcové, Ph.D za vstřícné jednání, velkou ochotu a pomoc při zpracování této práce. Dále bych chtěla poděkovat své rodině, za trpělivost po celou dobu mého studia a paní Ing. Mgr. Andree Tláskalové za pomoc a kontrolu při zpracování diplomové práce.

Zelenomodrá infrastruktura v kontextu klimatických změn

Souhrn

Změny klimatu s sebou nesou negativní důsledky na životní prostředí. K nejcitelnějším důsledkům patří globální oteplování a hrozící nedostatek vody.

Oblast, která je výrazně teplejší, než její okolí se nazývá tepelný ostrov. Vzniká v oblastech, kde je přirozené přírodní prostředí nahrazeno asfaltem, betonovou výstavbou a prosklenými plochami. Například v Praze je v poměru k okolnímu prostředí o 2,5 stupně tepleji.

Ochlazení prostředí můžeme dosáhnout zvětšováním podílu vegetačního krytu a vodních ploch. Mezi takové řadíme nejen travnaté pásy, parky, stromořadí, ale i zelené střechy, dešťové záhony, otevřené vodní plochy, nebo vegetační kořenové čistírny.

Důležitou otázkou pro správnou funkci vegetace je zadržení, nebo zpomalení odtoku dešťové vody do kanalizací. Při deštích, je voda často rovnou odváděna okapy do podzemních kanálů, kde se smíchá s odpadními vodami a je odváděna do čistíren odpadních vod. Nestihne se proto vsáknout do země, kde by jí mohly rostliny využít. Voda je přitom životně důležitá nejen pro rostliny, ale pro všechno živé na naší planetě.

Vegetace, ke které neřadíme jen trávu, nebo okrasné záhony v parcích, ale i středně velké až velké keře, nebo stromy, mají mnoho pozitivních funkcí a vlivů na okolní životní prostředí. Patří mezi ně zejména omezení prašnosti, ochlazování okolního prostředí, poskytnutí potravy pro hmyz. V neposlední řadě působí kladně na psychiku obyvatel.

Jedním z mnoha problémů vegetace ve městech jsou inženýrské sítě, které jsou vedené pod povrchem. U každé sítě je třeba dodržet pevně stanovenou vzdálenost, která nesmí být narušena a tím se hodně omezuje prostor pro růst kořenů nevhodně vysazených stromů. Některé stromy jsou vysazené do betonových květináčů, nebo mají kolem kmene jen velmi malý prostor s volnou zemí. Srážková voda se k nim často nedostane, nebo se nestihne vsáknout, a rychle odteče pryč. Vegetace, která trpí suchem je náchylná k nemocem a odumírá.

V diplomové práci jsem se zabývala využitím dešťové vody v Zítkovských sadech v Praze 2. Přestože je zmíněná oblast v blízkosti břehu řeky Vltavy, je na první pohled jasné, že suchem a vysokou teplotou trpí i zde vysazené stromy a keře. V mé práci navrhuji využití dešťové vody, pro možné vytvoření zelených stěn, vodních záhonů, nebo retenčních a akumulací nádrží, které lze následně využít pro zavlažování. Vytvořením kořenové čistírny dosáhneme částečně otevřeného vodního prvku, který vyčistí protékající vodu, bude domovem pro drobné vodní živočichy a bude zdrojem vody pro hmyz i ptactvo.

V kontextu by mohla celá úprava Zítkovských sadů přispět k lepšímu sociálnímu a ekologickému využití oblasti. Zeleň, která bude zalévána díky zachycené dešťové vodě pomůže zmírnit tepelné následky zástavby, zvlhčuje vzduch, zmírňuje prašnost a poskytuje místo pro odpočinek obyvatelům.

Klíčová slova: modrozelená infrastruktura, životní prostředí, využití dešťové vody, ochlazování prostředí, kořenová čistírna, zelené střechy, adaptace na změny klimatu.

Green-blue infrastructure in the context of climate change in selected location in Prague 2

Summary

Climate change comes with negative consequences for the environment. Among the most obvious consequences belong global warming and the threat of lack of water.

An area that is significantly warmer than its surroundings is called a heat island. It is formed in areas where the natural environment is replaced by asphalt, concrete construction and glass surfaces. In Prague, for example, there is a 2.5 degree warmer, compared to the surrounding area.

Cooling of the environment can be achieved by increasing the proportion of vegetation cover and water areas. These include not only grass strips, parks, tree plantations, but also green roofs, rain beds, open water areas, or vegetated root cleaners.

An important issue for the proper function of vegetation is the retention or slowing down the runoff of stormwater which flows into drains. When it rains, water is often diverted directly through gutters into underground drains, where it mixes with sewage and it doesn't soak into the ground where it can be used by plants.

Water is vital not just for plants, but for all life on our planet. Vegetation, which includes not only grass or ornamental beds in parks, but also medium-sized or large shrubs or trees, have many positive functions and effects on the surrounding environment. These includes, in particular, the reduction of dust and the cooling of the surrounding environment and providing food for insects.

Last but not least, they have a positive effect on the mental health of the inhabitants. One of the many problems of vegetation in cities are the utility lines that run under the surface. A fixed distance must be maintained for each network, which must not be disrupted because it greatly limits the room for root growth of inappropriately planted trees.

Some trees are planted in concrete pots, or have only a very little space with loose soil. Rainwater often doesn't reach them, or doesn't manage to soak in and runs off quickly. Vegetation then suffers from drought. Trees and shrubs are susceptible to disease and die. In my diploma thesis I dealt with the use of rainwater in Zítkovy sady in Prague 2. Although the mentioned area is close to the bank of the Vltava River it is obvious at first sight that drought and high temperature make trees and shrubs planted here to suffer. In my work I propose the use of rainwater for the possible creation of green roofs, water beds, or retention

and storage tanks that can then be used for irrigation. By creating a root treatment for plant we will achieve a partially open water feature that will clean the flowing water. It will be home to small aquatic animals and it will provide a water source for insects and birds.

In context, the entire Zitka Orchards development could contribute to a better social and ecological use of the area. The greenery, which will be watered thanks to captured rainwater will help mitigate the thermal effects of the development, humidify the air, reduce dust and provide space for residents to relax.

Keywords: – blue-green infrastructure, environment, rainwater use, environmental cooling, root treatment plant, green roofs, adaptation to climate change

1. Obsah.....	6
2. Úvod	9
3. Literární rešerše.....	9
<u>3.1</u> Klimatické změny	9
<u>3.2</u> Klimatické změny v ČR	10
3.3 Podzemní vody.....	9
3.4 Hrozba nedostatku vody.....	10
3.4.1 Hrozba nedostatku vody v ČR.....	11
4. Vznik a tvorba termínu zelená infrastruktura	12
5. Legislativa	13
6. Mikroklima ve městech.....	14
<u>6.1</u> Tepelný ostrov měst	14
<u>6.2</u> Vlny horka ve městech.....	15
<u>6.3</u> Přínosy opatření HDV	17
7. Inženýrské sítě.....	17
8. Zelená infrastruktura	17
8.1 Vegetace	17
8.1.1 Význam vegetace ve struktuře sídel	18
8.1.2 Vegetace jako prostor pro pobyt	18
9. Vegetace ve městech	20
9.1 Struktura vegetačních prvků.....	20
<u>9.2</u> Výběr taxonů pro městské prostředí	21
9.3. Druhy vegetačních prvků ve městech	20
<u>9.3.1</u> Městské parky	21
9.3.2 Veřejná prostranství	21
9.3.3 Plochy zeleně	21
10. Prostředky pro zachycení dešťové vody	24
10.1 Vodopropustné a polopropustné povrchy.....	24
10.2 Vsakovací objekty.....	24
10.2. Retenční a akumulací objekty.....	24
10.2.2 Štěrkové a maltové plochy	25
10.2.3 Umělý mokřad.....	25
11. Zelené střechy	27
11. 1 Vegetační fasády a vegetační fasády a vegetační stěny	30
12. Modro-zelená infrastruktura	32

12.1 Vodní prvky.....	31
12.1.1 Dešťové záhony.....	31
12.1.2 Vodní kořenová čistírna.....	32
12.1.2.1 Rostliny vhodné do vodní kořenové čistírny.....	35
13. Zítkovy sady.....	36
13.1 Půdní podmínky.....	37
13.2 Inženýrské sítě v Zítkových sadech.....	38
13.3 Porovnání průměrných teplot a srážek.....	39
14. Zjištěný možný potenciál a nedostatky.....	41
15. Možné úpravy.....	41
15.1 Dešťový záhon.....	40
15.2 Zelené stěny.....	44
15.3 Vodní kořenová čistírna.....	48
15.4 Návrh úpravy Zítkových sadů.....	51
16. Diskuze.....	57
16.1 Zelenomodrá infrastruktura.....	56
16.2 Návrh úpravy Zítkových sadů.....	57
16.3 SWOT analýza.....	57
16.3.1 Pozitivní stránky a příležitosti.....	57
16.3.2 Slabé stránky a hrozby.....	58
17. Závěr.....	59
18. Použitá literatura.....	Chyba! Záložka není definována.
19. Seznam vložených tabulek.....	67
20. Seznam vložených grafů.....	67
21. Seznam použitých obrázků.....	67

2. Úvod

Tématem mé Diplomové práce je využití dešťové vody pro zalévání městské vegetace. Hrozba nedostatku pitné vody se dotýká nás všech. Dané téma jsem si vybrala hlavně proto, že se zajímám o využití dešťové vody a tím úsporu vody pitné. V mé práci navrhuji úpravy, které příliš nezasáhnou do stávajících budov, ale mohou díky navrženým změnám využívat ekosystémové služby, které nám vegetace ve městech nabízí. Budovy se nebudou v letních horkých dnech přehřívat, vegetace bude tlumit hluk pocházející z blízké komunikace. Spolu s navrženými vodními záhony a vodní kořenovou čistírnou získají místní obyvatelé a návštěvníci příjemnější prostor pro odpočinek.

Má práce je z počátku zaměřena na uvedení do celkové problematiky hrozby nedostatku vody, postupně budou popsány jednotlivé možnosti využití dešťové vody a vhodná vegetace do městských oblastí.

V práci bude navržena úprava konkrétní části Prahy 2 - Zítkovských Sadů. Vzhledem ke své historické hodnotě si jistě zaslouží, aby jejich využití přinášelo užitek v mnohem větší míře, než jak tomu je v současné době.

Cílem práce je zhodnotit nedostatky řešeného území, navrhnout vhodné úpravy tak, aby došlo k jeho celkovému ekologickému i estetickému zhodnocení.

3. Literární rešerše

3.1 Klimatické změny

Změnou klimatu je ohroženo fungování všech krajinných složek včetně lidské společnosti. Příčinou změny klimatu je s největší pravděpodobností zesilování přirozeného skleníkového efektu atmosféry v důsledku lidské činnosti (MŽP 2022).

V posledních desetiletích, vlivem klimatické změny, výrazně narůstá výskyt extrémních jevů, až už jde o intenzitu, délku trvání nebo četnost opakování. Vzrůstá teplota. Mění se rozložení srážek v průběhu roku, s čímž souvisí i vyšší riziko povodní a sucha (Cmíralová 2022).

Změnami klimatu a možnými dopady na životní prostředí a společnost se zabývá také Národní klimatický program. Jde o sdružení 16 právnických osob (výzkumných institucí, kateder na vysokých školách apod. Právě toto sdružení zaštitilo publikaci série dílčích studií o možných dopadech změny klimatu na hydrologii, zemědělství, lesní hospodářství apod. v České republice (Martinovský 2009).

Mezi nejčastěji pozorované změny klimatu se v posledních desetiletích řadí změny teploty, změny srážkového režimu, změny sněhové pokrývky, ledovců a hladin oceánů (Říha 1987). Klimatické změny s sebou přinášejí mnoho negativních projevů v oblasti životního prostředí a fungování ekosystémů. Problém změny klimatu je velmi úzce propojen s ostatními problémy dnešního světa. Přímo propojení je s ním i termín globální oteplování, který je v poslední době velmi diskutovaný (ČHMÚ 2015). Klimatické změny jsou jedním z hlavních

témat environmentální politiky. Změny v klimatickém systému planety Země probíhají sice již od té doby, co planeta vznikla, avšak vědecké poznatky posledních desetiletí ukazují, že v současné době tyto změny probíhají rychleji, než tomu bylo v minulosti. Hlavní příčinou těchto změn, a především jejich důsledků, je činnost člověka. Nejedná se však pouze o činnosti spojené s nárůstem emisí skleníkových plynů, které bývají zmiňovány nejčastěji, ale také o aktivity člověka, které činí klimatický systém více zranitelný, než tomu bylo v minulosti (ČHMÚ 2015).

3.2 Klimatické změny v ČR

Českou republiku v posledních letech stále více trápí sucho. Ve vývoji srážek nejsou takové rozdíly jako v množství srážek v porovnání s teplotami. Srážky obecně trochu ubývají, avšak hlavní rozdíl je v rozložení a intenzitě konkrétních dešťů. Častěji se objevují náhlé a velice intenzivní deště, které mohou zapříčinit eroze či povodně (Lieblová 2017).

Česká republika se nachází na rozvodnici tří moří – Severního, Baltského a Černého. V podstatě všechny naše významnější toky odvádějí vodu do sousedních zemí, což způsobuje, že vodní zdroje v ČR zcela závisejí na atmosférických srážkách (Jurečka 2015).

Voda jakožto nezbytný atribut pro existenci všech živých organismů je jedním z předpokladů pro fungování lidské společnosti. V důsledku klimatických změn však stále častěji dochází k extrémním výkyvům počasí, k nárůstu teplot a ke snižování srážek, což způsobuje vznik sucha a následně nedostatek vody v celosvětovém měřítku. Za příčinu těchto změn lze označit lidskou činnost a neustále se zvyšující nároky společnosti nejen na vodu, ale i další strategické suroviny. Extrémní projevy počasí, jakými jsou například povodně či naopak sucha, a které představují jeden z možných důsledků globálních klimatických změn, vedou v posledních letech rovněž ke zvýšenému zájmu širší veřejnosti o tuto problematiku. Výkyvy počasí se i v České republice vyskytují stále častěji. Tyto výkyvy s sebou přinášejí dlouhá období sucha, která jsou následovaná přivalovými dešti, jež mohou způsobit významné škody (Lieblová 2017). Sucho je nahodilý přírodní jev způsobený zejména deficitem srážek, který následně vede k výraznému poklesu vody v různých částech hydrologického cyklu. Hydrologickým cyklem rozumíme atmosféru, půdu, vodní toky, podzemní struktury a tím i ve vodních zdrojích (MŽP 2022).

3.3 Podzemní vody

Podzemní vody jsou vody, které se přirozeně vyskytují pod zemským povrchem v pásnu nasycení (saturace) v přímém styku s horninami. Jedná se o cenný přírodní zdroj, který by měl být chráněn před znečištěním a udržitelně využíván. Podzemní vody jsou největším a zároveň nejcitlivějším sladkovodním zdrojem, jehož primárním využitím by mělo být zásobování obyvatelstva pitnou vodou (MŽP 2022).

Podzemní voda je významnou součástí přírodního prostředí a zásoby této vody jsou složkou, která stabilizuje odtok z území. Především v delších obdobích bez srážek jsou povrchové vody dotovány právě z podzemních vod a s ohledem na pozici naší země jsou

podzemní vody jevem, jehož účinek pro vyrovnání odtoků z území je významnější než všechny existující nádrže. Na území České republiky je asi 80 % využitelných množství podzemních vod koncentrováno na přibližně 30 % plochy. Mezi nejvýznamnější území patří část české křídové pánve omezená Jizerou, dolním tokem Labe a státní hranicí, východní Čechy na pomezí s Moravou, Třeboňská a Budějovická pánev na jihu Čech. Všechny tyto oblasti by tedy měly být chráněny proti znečištění a neuváženému čerpání podzemních vod a dalším činnostem, které by mohly ohrozit množství či kvalitu podzemních vod (ČHMÚ 2015).

3.4 Hrozba nedostatku vody

Voda je pro člověka jedna z nejdůležitějších životních podmínek a základních potřeb. Zemský povrch je tvořen ze 70 % vodou, pouze však cca 2,5 % představuje voda sladká, 97,5 % je voda slaná, která je pro člověka téměř nepoužitelná. Mnoho zemí považuje vodu za samozřejmost a často se jí plýtvá, na druhé straně však velká část světové populace trpí fatálním nedostatkem pitné vody. Nároky společnosti na vodu ustavičně rostou, proto je nezbytné řešit vztahy mezi těmito nároky a kapacitou dostupných vodních zdrojů (Říha 1987).

Hydrologické sucho vzniká jako následek nedostatku srážek a projevuje se v nedostatku zdrojů povrchových a podzemních vod. Jedná se o neurčitý jev, který je však v meteorologii a klimatologii často užívaný. Jednotná kritéria pro kvantitativní vymezení sucha neexistují, a to především s ohledem na různorodá hlediska meteorologická, hydrologická, zemědělská, pedologická, bioklimatická a celou řadu dalších faktorů, z nichž se mezi nejvýznamnější řadí škody způsobené suchem v různých oblastech národního hospodářství.

Srážkový deficit v určitém časovém intervalu a na určitém místě je v podmínkách České republiky bezpochyby primární příčinou vzniku sucha. Sucho bývá mnohdy doplněno nadnormálními teplotami vzduchu, nižší relativní vlhkostí vzduchu, zmenšenou oblačností a větším počtem hodin slunečního svitu. Důsledkem této kombinace je pak vyšší výpar a další prohlubování nedostatku vody (ČHMÚ 2015).

3.4.1 Hrozba nedostatku vody v ČR

Česká republika prozatím žádné krizové scénáře připravovat nemusí. Hůře jsou na tom ale jiné části světa, kde pitné vody je nedostatek. I tak ale podle specialistů ubývá podzemních vod také v ČR, což může v budoucnu znamenat nemalé problémy. Podle odborníků by měla mít do roku 2025 prakticky celá polovina populace problémy s nedostatkem vody.

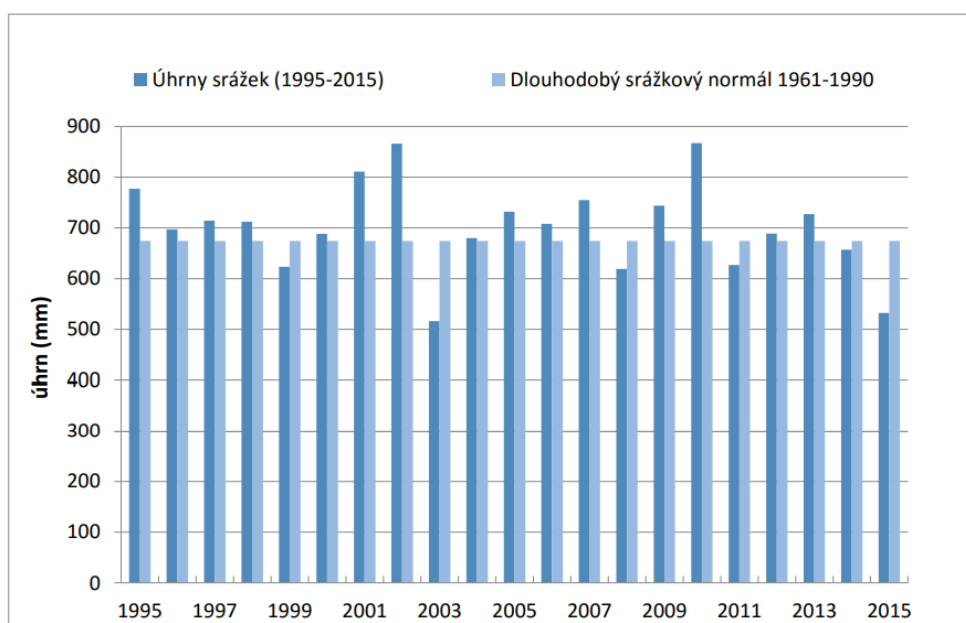
Jedním z problémů, se kterým se setkáváme také u nás je agronomické sucho. Území ČR není chráněno před klimatickými změnami, a to v případech, kdy se střídají přívalové srážky a povodně. Po intenzivních srážkách často přicházejí bleskové povodně, které napáchají veliké škody nejen na majetku obyvatel, ale mohou způsobit i znečištění podzemních vod.

Nejvíce ohroženými oblastmi jsou jižní a střední Morava, dále region mezi Prahou, Ústím na Labem a Žatce. Naopak nejméně rizikovými regiony jsou například horské pohraniční oblasti Šumavy, Slavkovský les, západní část Krušných hor nebo Orlické hory (Felt 2018).

Lze tedy říci, že v České republice je vody prozatím dostatek, a ta se tak řadí mezi země s udržitelným podílem čerpání vody. Roční úhrny srážek by se ani v budoucnu neměly nijak zásadně měnit, avšak je třeba počítat s měnícím se rozdělením srážek během roku – nárůst v zimě, pokles v létě.

V příložená tabulka poskytuje přehled úhrnu srážek na území České republiky v letech 1995 až 2015. Vývoj srážek je sledován ve srovnání s dlouhodobým srážkovým normálem za období let 1961-1990, který má hodnotu 674 mm srážek za rok.

Tabulka č. 1 Přehled úhrnu srážek v letech 1995–2015 (ČHMÚ 2020)



4. Vznik a tvorba termínu zelená infrastruktura

Význam ochrany životního prostředí začal být pro společnost v souvislosti s růstem populace a zvýšeným tlakem na hospodaření se zdroji stále naléhavějším problémem. Ochrana našeho životního prostředí se stala jedním z klíčových témat. Ve smyslu hospodaření s krajinou se ochrana životního prostředí v minulosti soustředila na ochranu přírody a přírodních/přirozených stanovišť a na zachování přírodních i kulturních krajin – často na základě konkrétního místa a stejně tak často odděleně od využití krajiny v jeho okolí.

Dnes je naše vzájemné propojení se životním prostředím lépe chápáno a mnohem lépe i chápeme jeho hodnoty a benefity, které společnosti poskytuje. Jasně je, že i zeleň ve městech nám může poskytovat a poskytuje životně důležité služby, jež jsou pro naše zdraví a blahobyt, ekonomiku a kulturní identitu zásadní (John et al. 2019).

Zelená infrastruktura není nový termín; sám o sobě existuje od poloviny devadesátých let minulého století a svůj původ má v USA (Firehock 2010). Avšak podpůrný koncept, že ekosystémy by měly být považovány za infrastrukturu, existuje již od osmdesátých let minulého století (da Silva a Wheeler 2017).

Zelená infrastruktura je přístup, který spojuje jak potřebu strategického plánování zelených a otevřených prostor, tak vědu o ekosystémových službách. Podporuje multifunkční povahu prostoru a benefity, které odpovídající přístupy managementu mohou zajistit. Uznává potřebu plánovaného využívání krajiny pro konkrétní účely, např. zemědělství, ochranu a rozvoj přírody, ale také nabízí nástroje a metody pro identifikaci potřeb a možností ke zlepšení životního prostředí a jeho funkcí (John et al. 2019).

PANČÍKOVÁ (2016) uvádí šest principů zelené infrastruktury, kterými jsou:

- „multifunkčnost – území má pozitivně ovlivňovat lidi, životní prostředí i ekonomiku,
- spojitost – jednotlivé prvky zelené infrastruktury musí být vzájemně propojeny, přičemž je možné tolerovat i člověkem silně ovlivněná území, například nábřeží,
- obyvatelnost – pro lidi, faunu a floru; zelená infrastruktura vytváří podmínky, které pozitivně ovlivňují lidské zdraví,
- resilience – schopnost zotavit se z narušení ekosystému či adaptovat se na změnu klimatu,
- identita – uspořádání krajinných elementů za účelem vnímatelné identity, smyslu a významu místa by mělo být ústřední motivací krajinářského architekta,
- návratnost investic – redukce nákladů, zvýšení ceny pozemků v okolí, snížení spotřeby energie, snížení nákladů na šedou infrastrukturu.“

5. Legislativa

Povrchové a podzemní vody nejsou předmětem vlastnictví a nejsou součástí ani předmětného pozemku, na němž se vyskytují. Podzemními vodami jsou vody přirozeně se vyskytující pod zemským povrchem (Melounová 2012).

Účelem zákonů je chránit povrchové a podzemní vody, stanovit podmínky pro hospodárné využívání vodních zdrojů a pro zachování i zlepšení jakosti povrchových a podzemních vod. V neposlední řadě je jeho účelem též přispívat k zajištění zásobování obyvatelstva pitnou vodou k ochraně vodních ekosystémů.

Problematikou ochrany vod, a základními podklady pro návrhy a projektování jsou:

- Zákon o vodách č. 254/2001 Sb.
- Vyhláška Ministerstva pro místní rozvoj č. 137/1998 Sb.
- Zákon č 50/1976 Sb. O územním plánování a stavebním řádu
- Zákon č. 222/1994 Sb. O podmínkách podnikání a výkonu státní správy v energetických odvětvích a o státní energetické inspekci
- Vyhláška č. 111/1964 Sb., kterou se provádí zákon o telekomunikacích
- ČSN DIN 18 920 Sadovnické úpravy – ochrana stromů, porostů a ploch pro vegetaci při stavebních činnostech, a další (Šrytr 2001).

6. Mikroklima ve městech

Pojmy příroda a město se mohou zdát poměrně těžce slučitelné. V zastavěném území lze za návrat k přírodě považovat už i posílení ekosystémových služeb v území, a to zejména péčí o zeleň. Z pohledu obecné a druhové ochrany přírody lze říct, že v městském urbanizovaném prostředí je vzhledem k vzácnosti i vyšší četnosti výskytu ohrožujících faktorů nutné chránit ji intenzivněji a efektivněji. I vzhledem k tomu, že příroda ve městech bezprostředně navazuje na naše obydlí a je to právě ona, která nám v případě nepříznivých osobních, nebo společenských krizí, slouží jako útočiště (Sýkorová et al. 2021).

Z hlediska podpory ekosystémových vazeb je vhodné vybírat přednostně geograficky původní druhy, které přispívají k rozvoji na ně vázaných druhů hmyzu, mezi jinými zejména opylovačů. V praxi jsou opatření hospodaření s dešťovou vodou často realizována jako součást adaptačních strategií měst na změnu klimatu, což je další aspekt, který by měl být při výběru konkrétního řešení zohledněn. Na jedné straně jsou opatření adaptační, jež pomáhají prostředí vyrovnat se s klimatickou změnou – například vybudování nádrže pro závlivu výsadby v suchém období a na druhé straně druhé opatření mitigační, jež vedou ke zmírnění dopadů klimatické změny – například výsadby zeleně ovlivňující mikroklima a ochlazující prostředí evapotranspirací (Sýkorová et al. 2021).

6.1 Tepelný ostrov měst

Čím sušší půda, tím rychleji se ohřívá její povrch i okolí působením slunce. U suchých povrchů, kterými jsou ve městě ulice, chodníky, střechy, se téměř všechna sluneční energie využije k jejich ohřátí, mnohdy až nesnesitelnému. K tomu je třeba připočítat ještě další ohřívání prostředí vlivem elektrické energie spotřebované k pohonu klimatizačních jednotek, různých spotřebičů, strojů a technologií, osvětlení a dalších zařízení, tedy energie vnesené člověkem. To vše je principem a důvodem vzniku městských tepelných ostrovů (Dostálová 2021).

Tepelný ostrova města, je převážně sledován a pozorován ve velkých městech a aglomeracích. Výsledkem tohoto jevu jsou výrazně vyšší teploty v zastavěném území města (převážně v noci) než na jeho okraji nebo v porovnání s okolní krajinou. Hlavním důvodem je uměle vytvořený povrch, jako je třeba asfalt a beton, který absorbují sluneční záření, a tím zahřívají sebe i okolní vzduch (Globe24.cz; ekolog 2022).

Efekt tepelného ostrova města (UHI) je tedy výsledkem rozdílných teplot uvnitř městské zástavby vzhledem k okolní krajině. Fenomén UHI byl dokumentován pro řadu měst a městských aglomerací po celém světě. Byly vypracovány případové studie, popisující konkrétní případy tohoto jevu, ty se však liší ve velikosti intenzity UHI, denní době a ročním období maximální intenzity UHI. Obecně lze však říci, že intenzita UHI většinou klesá s rostoucí intenzitou větru a s rostoucí oblačností. Výraznější je v letním období, během noci a má tendenci se zvyšovat spolu s rostoucí populací města (Mirzael 2010).

Mezi hlavní faktory, které formují specifické teplotní poměry městských aglomerací v porovnání s volnou krajinou, patří změny v charakteru aktivních povrchů zástavbou, znečištění atmosféry či produkce odpadního tepla. V prostředí městské zástavby dochází ke změně geometrie a zvětšení plochy aktivního povrchu. Převažují zde vertikálně orientované povrchy, což vede ke zvýšenému pohlcování krátkovlnného záření, jehož radiální energie je následně přeměněna na tepelnou energii. Uzavřené prostory a úzké ulice způsobují množství odrazů krátkovlnného záření a omezují dlouhovlnné vyzařování. Negativem je i to, že v městské zástavbě převažují materiály s nízkým albedem (Yang 2015) a velkou tepelnou kapacitou, které v období pozitivní tepelné bilance pohlcují velké množství tepla a uvolňují ho v období negativní energetické bilance. Vysoké budovy omezují proudění vzduchu a tím jsou sníženy možnosti turbulentního přenosu tepla i termické konvekce. Dalším problémem jsou převládající nepropustné povrchy a absence vodních ploch, které snižují evapotranspiraci a tím snižují latentní tok tepla výparu. (Voogt; Středová et al. 2003; 2011).

6.2 Vlny horka ve městech

Souvisejícím projevem klimatické změny je zvyšující se frekvence a intenzita výskytu horkých vln. Jan Geletič (2022) ze společnosti CzecgGlobe podotýká: „Teplotní extrémů mají negativní dopad na životní prostředí, kvalitu života a zdravotní stav populace. Mezi lokality nejvíce ohrožené vysokými teplotami vzduchu patří především města, kde je nejvyšší koncentrace obyvatel a teplotní extrémů jsou zde zesilovány efektem takzvaného tepelného ostrova města, což jsou oblasti zvýšené teploty vzduchu ve městech, případně průmyslových aglomeracích, ve srovnání s jejím okolím“ (Ekolist.cz 2022).

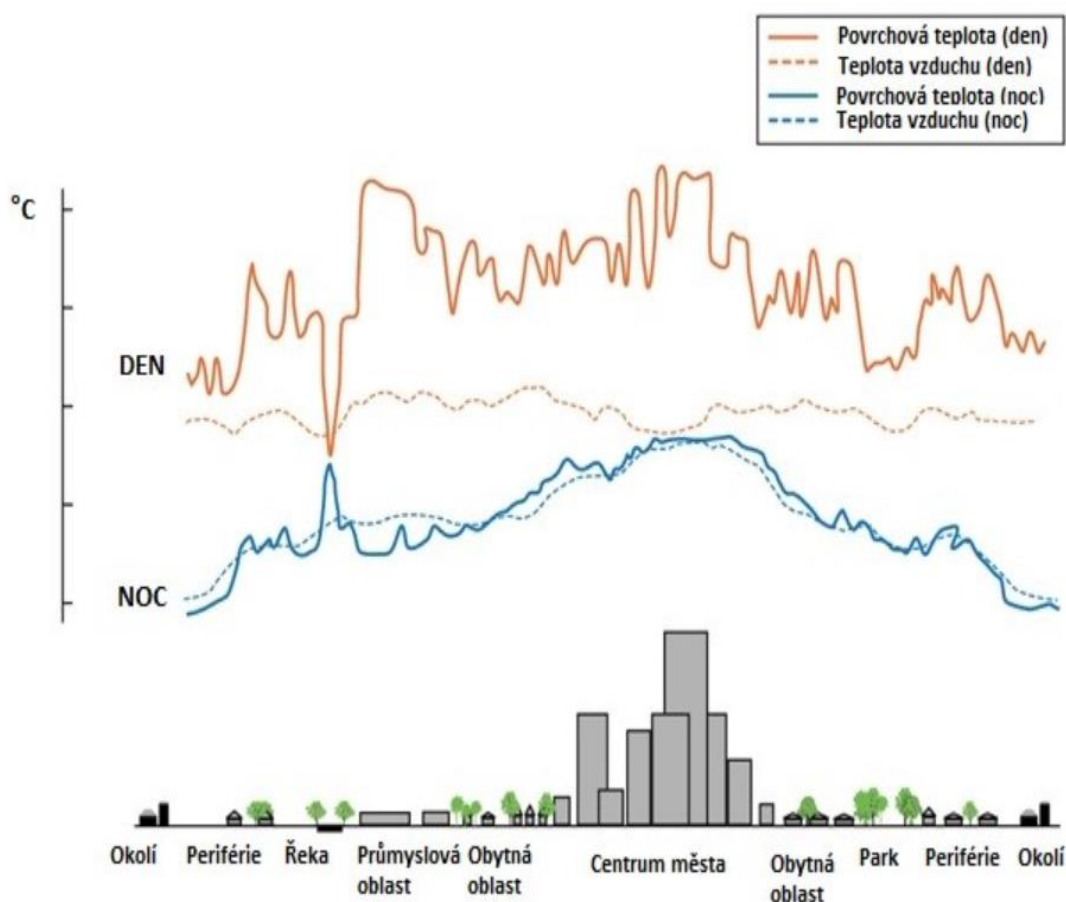
Do územních plánů jsou nejčastěji integrována velmi obecná a vágně formulovaná adaptační opatření realizovatelná převážně ve volné krajině, nebo obecná opatření pro zlepšení kvality povrchových vod a podporu zasakování vody v urbanizovaném území.

„Strategické dokumenty měst se věnují intenzivně tématu dopravy a zeleně. Klimatická funkce zeleně je ale opomíjena a převažuje především její estetická a rekreační funkce. Výrazné nedostatky přetrvávají v plánování udržitelného nakládání se srážkovou vodou“ řekla Tereza Aubrechtová z CzechGlobe (Ekolist.cz 2022). Stromy mohou účinně zachytit částice, které škodí lidskému zdraví. Existují významné rozdíly mezi druhy stromů v účinnosti zachytu částic. Mezi širokolistými druhy, jsou nejlepší k zachytu částic druhy stromů, které mají hrubý povrch listů (Rychlíková 2009).

„Například stromy na otevřeném prostranství v centrech měst v denní dobu způsobují snížení pocitové teploty o 8,3 – 10,9 st C ve stínu stromů oproti osluněné zpevněné ploše. V ulicích mají stromy menší efekt, typicky v intervalu 2,8 – 7,6 st C. V noci naopak pocitovou teplotu o 0,1 – 1,3 st C zvyšují. Stromy obecně teplotu vzduchu snižují po celý den, v závislosti na denní době se snížení pohybuje mezi 0,4 – 2,1 st C. Pokropení otevřených prostranství během horkých vln sice sníží pocitovou teplotu o 1,3 – 3,1 st C, avšak maximálně na dobu dvaceti minut. Doba účinku se mění v závislosti na charakteru počasí.“ vysvětluje Michal Lehnert z UPOL (Globe24.cz. 2022).

Prvky modré infrastruktury, zejména malé umělé vodní plochy na otevřených prostranstvích, (např. kašny na náměstích) mají minimální efekt. Lepšími se mohou zdát prvky modré infrastruktury s občanskou funkcí, jako jsou vodotrysky nebo mlžné brány, snižují teplotu vzduchu přibližně o 1,2 °C v závislosti na denní době a charakteru vodního prvku. I v případě těchto prvků je ochlazující efekt vázán pouze na jejich nejbližší okolí. Travní porosty v centrech měst vedou ke snížení teploty vzduchu průměrně o 0,9 °C oproti osluněným vydlážděným plochám. Zavlažovaný trávník ale může mít výrazně (až o 20 °C) nižší povrchovou teplotu než nezavlažovaný trávník. Nezavlažované trávníky vykazují povrchové teploty blízké holé půdě. Pokud trávník nemá vazbu na spodní vrstvy půdy, tak se povrchová teplota blíží betonovým plochám. To je například případ zatravněných kolejových pásů, které jsou často osázeny výhradně sukulenty, a kde pod vrstvou půdy jsou pouze kameny železničního náspu a vazba na podloží chybí (Ekolist.cz 2022).

Na obrázku číslo 1 můžeme vidět grafické znázornění střídání teplot povrchu a vzduchu přes den a noc. Je vidět velký rozdíl v teplotách, které dosahuje povrch přes den ve srovnání s teplotou vzduchu, zatímco přes noc jsou obě teploty téměř shodné. Zajímavé je také porovnání teplot v oblasti řeky a parku, kde je teplota relativně nízká, s teplotou nad průmyslovou oblastí spolu s obytnou zónou, kde teploty dosahují vysokých hodnot.



Obrázek č. 1: Schéma tepelného ostrova města – průběh teplot během dne a noci (upraveno podle EPA: www.epa.gov).

6.3 Přínosy opatření HDV

Opatření HDV (hospodaření s dešťovou vodou) jsou primárně realizována za účelem zlepšení hospodaření s dešťovou vodou v zastavěném území obce. Mají také řadu dalších vedlejších pozitivních efektů. Ty souvisejí s přírodě blízkými prvky zelené a modré infrastruktury. Jako příklad uvádíme vsakovací průlehy či mokřady, které nejen že zadržují a čistí dešťovou vodu v případě srážek, ale zároveň také díky odparu zachycené vody snižují teplotu ve svém okolí a jsou útočištěm pro mnohé druhy živočichů i rostlin.

Všechna tato pozitiva se souhrnně nazývají ekosystémové služby. Velikost těchto přínosů závisí nejen na velikosti zelených a vodních ploch, ale také na kvalitě jejich realizace a provázanosti s ostatní přírodou v rámci celého města. Přínosy jsou značné zvláště v oblasti regulace množství a kvality vod, eroze půdy, zlepšení místního mikroklimatu, regulace kvality ovzduší a snižování hluku. Jejich přínosem je pozitivní vliv na biodiverzitu ve městě, tedy druhovou pestrost a tvorbu nových stanovišť pro zvířata a rostliny (Sýkorová et al. 2021).

7. Inženýrské sítě

Zakládání vegetačních prvků (VP) v městském prostředí je do značné míry limitováno existencí stávajících, popřípadě prostorovými nároky nově budovaných, sítí technického vybavení. V platných právních předpisech a technických normách je řešena problematika ochranných pásem příslušných sítí téměř výlučně ve vztahu k dřevinným veřejným prostranstvím a především stromům (Šrytr 2001)

Pojem inženýrské sítě zahrnuje hned několik podstatných pojmů. Mluvíme o přívodu, nebo průchodu území elektrického proudu, přípojce pro pitnou vodu, přípojce plynu, kanalizační přípojka a přípojka pro telefon (České stavby 2008). Pod povrchem jsou též umístěny přístupové šachty důležité pro údržbu inženýrských sítí.

Jedná se o takzvanou podzemní infrastrukturu. Dopravují pitnou vodu, odpadní vodu, dešťovou vodu, plyn, ropu nebo kabely, udržují náš moderní svět v chodu a zachovávají bezpečný, čistý a pohodlný život (Pipelife 2022).

Jedním z dalších a podstatných omezení pro vegetaci i využití srážkové vody jsou komunikace a zpevněné nepropustné plochy. Pozemní komunikace vytváří překážku pro přirozený povrchový odtok, nebo vsakování srážek. Místní komunikace plní analogicky odvodňovací funkci v urbanizovaném území ve spolupráci se systémem veřejné kanalizace, a zejména v případě jejího přetížení (Šrytr 2001).

8. Zelená infrastruktura

Pod pojmem zelená infrastruktura si můžeme představit například zelené střechy, vegetační fasády a stěny, ale i vegetační kořenové čistírny.

8.1 Vegetace

Přirozené ekosystémy uvnitř městské zástavby, jejich množství a kvalita, zásadním způsobem ovlivňují kvalitu života ve městech. Vodní plochy a vegetace (městská zeleň) plní funkci estetickou, rekreační, hygienickou a především ekologickou. Z ekologického hlediska je pro kvalitu života ve městech významná produkce kyslíku, schopnost vegetace zachytávat prach a absorbovat hluk a schopnost snižování teplotních extrémů. Zásadní vliv mají především stromy, které díky stínění redukuje zahřívání střech a stěn a redukuje teplo, které se do budov dostává okny, stíněním redukuje pohlcování dlouhovlnného záření. Dále redukuje tepelné zisky vedením a prouděním tepla tím, že snižují teplotu vzduchu evapotranspirací. Evaporací dochází ke zvlhčení vzduchu a spotřeba latentního tepla při výparu předchází dalšímu ohřívání (Dimoudi 2003). Podle Taha (1997) dokáže vegetace uvnitř města vytvořit „oázy“, které jsou o 2-8 °C chladnější než jejich okolí. Městské mikroklima ovlivňuje vegetace především tím, že má vyšší albedo a evapotranspirací ochlazuje a zvlhčuje okolní prostředí (Marvalová 2007).

Vegetace je biologicky aktivní vrstva se souborem rostlin, které jsou hlavním nositelem různě prospěšných funkcí.

Rostliny plní funkci:

- hygienickou – snižují prašnost, zlepšují kvalitu ovzduší, snižují hluk
- mikroklimatickou – zvyšují vlhkost vzduchu, snižují teplotní výkyvy
- ekologickou – náhradní životní prostor za zastavěné pozemky pro bezobratlé a půdní edafon
- estetickou (Dimoudi 2003)

Každá rostlina potřebuje pro svůj růst určité konkrétní stanovištní podmínky, bez kterých není schopna existovat. Všechny rostliny potřebují světlo, vodu, živiny a teplo. Pro některé je nezbytnou živinou vápník, jiné ho nesnášejí, jiné vyžadují přímé sluneční záření, jiné polostín až stín, podobně je tomu i s teplotou a vlhkostí.

Výběr vegetace je třeba podříditi klimatickým a povětrnostním podmínkám konkrétní lokality.

Patří mezi ně například:

- množství a sezónní rozdělení srážek,
- výskyt suchých období
- průměrné trvání slunečního svitu
- výskyt období mrazu se sněhovou pokrývkou a bez ní
- hlavní směr větru
- místní mikroklima

Vhodné je i zvážit možnost vytvoření biodiverzního vegetačního prostoru. Takový prostor s vhodně zvolenou vegetací poskytuje dostatek pylu a nektaru a bude atraktivní pro všechny druhy hmyzu a bezobratlých (Dostálová 2021).

8.1.1 Význam vegetace ve struktuře sídla

Zeleň řadíme mezi základní prvky přírodního prostředí, spolu s terénem, vodou a klimatem, které se spolupodílí na identifikačním obrazu sídla. Velmi často doprovází významné historické stavby, popřípadě výrazně ovlivňují proporce mezi stavebními objekty sídla.

V závislosti na skladbě vegetačních prvků konkrétních ploch, mohou tyto objekty plnit funkci pohledové, či jiné bariéry. Účinnost těchto bariér je přímo závislá na stabilitě vegetačních prvků. Nejúčinnějším prvkem jsou pochopitelně stabilní porosty dřevin a odpovídající porostní stratifikací, druhovou skladbou a pěstebním stavem (Šrytr 2001).

Příznivé účinky zeleně na životní prostředí je tedy třeba hledat ve fyzikálních vlastnostech živé fytohmoty a přirozených biologických procesů (Suchara 1993). Neméně významná je však úloha zeleně jako prostorového prvku konkrétních městských prostorů či její nenahraditelný význam pro obraz sídelního útvaru (Šrytr 2001).

8.1.2 Vegetace jako prostor pro pobyt

Obecně chápeme funkci zeleně především jako prostředí pro volný čas. Zeleň je tedy nezastupitelnou složkou městského prostředí, protože toto prostředí nenarušuje, ale naopak zlepšuje životní podmínky, a to obecně i v konkrétních případech, pro volný čas i rekreaci. Existence vegetačních prvků velmi výrazně přispívá ke změně bioklimatických charakteristik prostředí konkrétních ploch a v tomto smyslu se dotýká i samotného městského inženýrství.

Za určitých podmínek mohou plochy urbálního ÚSES vytvářet mimořádně vhodné předpoklady pro život flóry a fauny, přizpůsobené ke koexistenci s člověkem v jeho městském prostředí (Šrytr 2001).

Suchara (1993) popsal vliv a působení zeleně na parametry prostředí následovně:

- a) zmenšení amplitudy extrémních hodnot teploty vzduchu – průměrná vzdušná teplota vegetačních ploch bývá ve dne nižší o 0,5 – 3 °C
- b) snižování radiační teploty – ve stínu stromů se aktivní povrchy zahřívají o 15–30 °C méně, než je povrchová teplota přímo osluněných povrchů.
- c) zvyšování vlhkosti vzduchu – na vegetačních plochách dochází ke zvýšení relativní i absolutní vzdušné vlhkosti vzduchu
- d) ovlivňování místní rychlosti proudění vzduchu – teplotní gradient mezi vegetační plochou a okolím může vyvolat za bezvětří samovolný pohyb vzduchu
- e) snižování místní prašnosti prostředí – zachycení prachu na nadzemních částech, hlavně listech, urychlení sedimentace částic snížením rychlosti

proudění znečištěného vzduchu, vegetační plochy nejsou zdrojem primární ani sekundární prašnosti

- f) snižování místní hlučnosti prostředí – schopnost porostů dřevin snižovat hlučnost závisí na klimatických podmínkách, zastoupení jednotlivých frekvencí zvuků, typu zdroje, vzájemné orientaci zdroje hluku a zeleně, na druhovém složení zeleně a vlastnostech okolních povrchů.
- g) uvolňování biologicky aktivních látek – rostliny uvolňují do prostředí biologicky aktivní látky – například reaktivní kyslíkaté látky, látky bakteriostatické až bakteriocidní, repelentní, látky vylučované do půdy

Vnější kompozici mnoha měst i obcí determinuje především terén a geomorfologie území. V této souvislosti, a v konkrétních podmínkách řešeného území, hrají nezastupitelnou úlohu v obraze sídla hmoty vegetace, které:

- vytváří zelený horizont sídla
- ovlivňují proporce mezi stavebními hmotami
- jsou přirozeným měřítkem v obraze sídla
- v některých pohledech působí jako významné dominanty (Šrytr 2001).

9. Vegetace ve městech

Dobře naplánovaná a řádně spravovaná městská zeleň může přispět ke zdravému městskému životu, k přizpůsobení se klimatickým změnám a ke zlepšení kvality městského ovzduší. Navzdory značnému potenciálu zůstává využívání zeleně ve městech okrajové, neuspořádané a velmi nerovnoměrné. Vegetace hraje důležitou roli také při zlepšování kvality městského ovzduší díky odstraňování znečišťujících látek filtrací, rozkladem a asimilací. Zelené městské oblasti také usnadňují fyzickou aktivitu a relaxaci a vytvářejí útočiště před hlukem. Kromě toho jsou parky a zelené plochy místem setkávání s ostatními lidmi, čímž dochází ke zlepšování sociální pohody (MMR 2022).

Plochy zeleně na území sídla nabízejí často mimořádně výhodné podmínky pro zvýšení schopnosti území zadržet značné, množství srážkové vody. Tato potenciální vlastnost ploch zeleně vychází především z reálné možnosti kombinace strukturálních a dalších prvků, které tuto retenci mají schopnost zvětšit (Šrytr 2001).

Analýza provedená vědci z University of East Anglia, která kombinovala výsledky několika vědeckých studií, zjistila, že častý pobyt v zeleném prostoru je spojen se snížením krevního tlaku, lepší plicní a imunitní funkcí, sníženým rizikem cévní mozkové příhody, kardiovaskulárních chorob a astmatu (Bennet; Jones 2018).

Podle studie zveřejněné v roce 2016 mají parky výrazný vliv na ochlazení jak oblasti samotných zelených ploch, tak okolního zastavěného prostředí. Pro obyvatele měst bude takový „efekt oázy“ stále důležitější s očekávanými vlnami veder, které v souvislosti s klimatickými změnami mohou představovat řadu zdravotních rizik (Hagen 2016).

Přístup k přírodnímu prostředí může také zlepšit celkové duševní zdraví. Mezi další

pozitivní dopady zeleně na duševní zdraví patří snížení úrovně stresu, zlepšení celkové nálady, snížení depresivních příznaků, lepší kognitivní funkce, zlepšení všímatosti a tvořivosti (MMR 2022).

9.1 Struktura vegetačních prvků

Podle struktury a vlastností vegetační prvky dále rozdělujeme na:

- jednoduchý vegetační prvek, který je tvořen pouze jedním jedincem, tedy konkrétním taxonem – například soliterní strom
- složený vegetační prvek, jež je souborem několika jedinců stejné životní formy například skupina stromů
- kombinovaný vegetační prvek, který označuje soubor několika různých vegetačních prvků

Nejlepším příkladem kombinovaného vegetačního prvku je porost dřevin. Může jej tvořit dřevinná i bylinná složka. Z hlediska teorie vegetačních prvků mohou tedy vegetačními prvky být: stromy, skupiny keřů, nebo jednotlivé keře, bylinná společenstva, ale i cíleně zakládané trvalkové záhony, nebo trávník konkrétního typu (Šrytr 2001).

9.2 Výběr taxonů pro městské prostředí

Zakládání vegetačních prvků v městském prostředí má celou řadu specifických rysů, které vycházejí především z:

- funkčního typu zeleně, ve kterém VP zakládáme
- z vysoké míry destruktivních vlivů – provoz, intenzita využívání ploch atd.
- ze změny stanovištních podmínek

Při výběru konkrétních taxonů pro skladbu VP je nutné v konkrétním případě vycházet především ze znalosti jejich vlastností a upřednostňovat druhy vhodné pro danou konkrétní lokalitu a způsob využití (Šrytr 2001).

9.3 Druhy vegetačních prvků ve městech

9.3.1 Městské parky

Městské parky řadíme mezi nejrozsáhlejší veřejné prostranství. Jsou přírodě blízkým prostorem zaplněným zelení i vodními plochami. Zeleň je zejména v hustě zastavěném území žádaným artiklem, je hodnotnou plochou pro výhledy z budov lemujících městský park, snižuje teplotu vzduchu v městském prostředí i uvnitř budov, je atraktivním místem pro každodenní rekreaci obyvatel přilehlých lokalit. Obecně přispívají k lepšímu hospodaření s dešťovou vodou ve městech. Zadržují ji, přispívají k jejímu zasakování, nebo ji umožňují ve veřejných prostranstvích dále využívat (Sýkorová et al. 2021).

9.3.2 Veřejná prostranství

Ulice, náměstí, návsi, parky, nábřeží, ale třeba i dětská hřiště nebo parkoviště. Na všechna tato místa narazíme ve městech a spadají do kategorie veřejných prostranství. Veřejná prostranství mají různé charaktery.

Mohou být: - převážně přírodní – městské parky, nábřeží
- převážně městská – náměstí, bulváry

Oby typy jsou pro fungování města velice důležité a není možné preferovat pouze jeden. Nabízejí prostor pro každodenní rekreaci a sport, městská pak podporují obchodní, kulturní a společenskou funkci města. Zásadní je, aby oba typy veřejných prostranství byly pro většinu obyvatel města dobře dostupné. Tím se výrazně zvyšuje kvalita života ve městech. Struktura veřejných prostranství by měla být propojená a přístupná (Sýkorová et al. 2021).

Veřejná prostranství také nabízejí prostor pro realizaci opatření HDV. Komplexní přístup k HDV ve městě vyžaduje i komplexní přístup k veřejným prostranstvím. Přírodě blízká opatření HDV (například vegetace) i techničtější opatření (vsakovací, retenční a akumulací objekty) mají potenciál zlepšit životní podmínky obyvatel, mikroklima i atraktivitu veřejných prostranství a v neposlední řadě snížit finanční náklady na jejich údržbu. Například na zálivku zeleně lze využít dešťovou vodu zachycenou v akumulacích nádržích (Sýkorová et al. 2021).

Zvláště opatření HDV, jejichž součástí je využití zeleně, vodních prvků a propustných či polopropustných povrchů, poskytují široké spektrum přínosů nad rámec pouhého hospodaření s dešťovou vodou – ochlazují město, snižují znečištění prostředí a prašnost, produkují kyslík, zajišťují biotop pro další druhy a přinášejí další přínosy. Plochy zeleně, vodních prvků a různorodých povrchů přispívají také ke kultivaci veřejného prostranství a zlepšují estetický vjem. Zeleň a voda je z pohledu veřejnosti často velmi dobře hodnoceným aspektem. Důležité je vždy kvalitně udržovat veškerou zeleň, jinak postupně vzniknou nepřehledná zákoutí a tím se značně sníží i možnost takových ploch užívat (Sýkorová et al. 2021).

9.3.3 Plochy zeleně

Plochy zeleně můžeme podle Sýkorové (2021) pro lepší přehlednost rozdělit následujícím způsobem:

a) Solitérní stromy, stromořadí

-solitérní stromy prioritně vysazujeme u vstupu do významných budov na zpevněných náměstích. Stromořadí je možné vysazovat po obvodě náměstí před fasády budov. Stromy je možno vysazovat i v komponovaných skupinách, ale je třeba zvolit jejich umístění tak, aby spolu s okolím utvářelo vhodný krajinný ráz. Proto citlivě volíme místo pro výsadbu například v prostoru trávníkových ploch. Důležité je třeba zvolit vhodný druh s ohledem na okolí.

Vhodné taxony pro uliční stromořadí:

- Javor mléč (*Acer platanoides*)
- Javor jasanolistý (*Acer negundo*)
- Pajasan žláznatý (*Ailanthus altissima*)
- Olše šedá (*Alnus incana*)
- Katalpa nádherná (*Catalpa speciosa*)
- Břestovec západní (*Celtis occidentalis*)
- Jinan dvoulaločný (*Ginkgo bilboa*)
- Borovice Heldrechova (*Pinus heldreichii*)
- Borovice lesní (*Pinus sylvestris*)
- Lípa malolistá (*Tilia cordata*) (Šrytr 2001).

b) Keře

Keře jsou v dnešní době dost často opomíjenou skupinou dřevin. Vhodné jsou do menší prostorů, například do zákoutí, městských zahrad, nebo menších ploch na sídlišti, kde mohou převzít roli stromů. Okrajově bývají využívány v parkových náměstích, protože snižují přehlednost prostoru. Avšak správným výběrem druhu a vhodnou údržbou může s využitím keřů vzniknout hodnotná vzdušná solitéra, nebo stříhaný pás jako clona mezi travnatou plochou a rušnou ulicí.

Vhodné taxony keřů:

- Zlatice převislá (*Forsythia suspensa*)
- Temnoplodec černý (*Aronia melanocarpa*)
- Ruj vlasatá (*Cotinus coggygria*)
- Bobkovišeň lékařská (*Prunus laurocerasus*)
- Mochna křovitá (*Potentilla fruticosa*)
- Zimolez obecný (*Lonicera xylosteum*) (Šrytr 2001)

c) Trávníky

Trávníky jsou plošně největší a nejběžnější zelenou plochou veřejných prostorů. V letních měsících vykazují mnohem nižší teplotu povrchu než zpevněné plochy, čímž přispívají k omezení přehřátí okolních prostorů.

Lze je rozdělit podle předpokládaného provozu nebo funkce například na pobytový, zátěžový, kvetoucí a další druhy. Pobytovým typům je třeba věnovat větší pozornost při údržbě, vzhledem k tomu, že takové plochy bývají využívány jako prostor pro dětská hřiště, pikniková místa, nebo blízké okolí cestiček a pěšin. S ohledem na HDV slouží trávníky primárně jako prvky opatření pro zlepšení mikroklimatu a prevenci vzniku, nebo alespoň zpomalení srážkového odtoku. Trávník spolu s humusovou vrstvou zajišťuje předčištění vsakující se vody. U vsakovacích zařízení jsou trávníky nejčastější vegetací filtrační vrstvy (Sýkorová et al. 2021).

Vhodné taxony pro trávnický:

- Bér zelený (*Setaria viridis*)
- Bojínek luční (*Phelum pratense*)
- Jílek mnohokvětý (*Lolium multiflorum*)
- Jílek vytrvalý (*Lolium perenne*)
- Kostřava červená (*Festuca rubra*)
- Kostřava luční (*Festuca pratensis*)

d) Kvetoucí záhony

Vysazujeme je tam, kde budou mít největší přínos a hodnotu, tedy tam, kde se během dne pohybuje a zastavuje nejvíce lidí. Náročnost jejich údržby je vyšší než u trávnicků. Vhodným místem pro založení kvetoucích záhonů jsou například zpevněné části parku před významnou budovou, hranice mezi zatravněnou plochou a ulicí nebo v blízkosti uměleckých děl a památek. Ačkoliv bývají kvetoucí záhony prostorově často zanedbatelné, obvykle bývají díky své barevnosti či charakteru použitých rostlin vizuálně velmi nápadné a nabízí návštěvníkovi zajímavý detail. Mohou tak významně přispět k atmosféře místa a jeho jedinečnému charakteru. Dokážou plnit užitečnou funkci v HDV a díky své druhové rozmanitosti mají nezanedbatelné přínosy pro biodiverzitu. Slouží také pro zlepšení mikroklimatu a snížení rychlosti odtoku srážek.

Nejčastěji využívané a vhodné jsou trvalkové záhony. Mohou je tvořit ale i letničky a dvouletky, hlíznaté rostliny nebo jejich kombinace (Sýkorová et al. 2021).

Vhodné taxony pro kvetoucí záhony:

- Korean Snow-krkavec (*Sanguisorba tenuifolia*)
- Hlaváč žlutavý (*Scabiosa ochroleuca*)
- Plamenka (*Phlox*)
- Rozchodník (*Sedum*)
- Denivka (*Hemerocallis*)
- Koniklec obyčejný (*Pulsatilla*)
- Řebříček (*Achillea*)
- Čemeřice (*Helleborus*)
- Šalvěj hajní (*Salvia nemorosa*)
- Kosatec sibiřský (*Iris sibirica*)
- Třapatovka nachová (*Echinacea purpurea*)

10. Prostředky pro zachycení dešťové vody

Ve vybraných typech zeleně, nebo městské zástavby lze účelně kombinovat i základní kategorie strukturálních prvků, které mohou sloužit pro zachycení dešťové vody. Těmito prvky rozumíme vodopropustné povrchy a zasakovací zařízení. Funkčnost těchto ploch závisí na

volbě použitého materiálu, kvalitě provedení a skutečné provozní zátěži (Šrytr 2021).

Kučera (1988) shrnul tyto strukturální prvky do třech kategorií:

- 1) vodopropustné a polopropustné povrchy
- 2) zasakovací a vsakovací zařízení (prvky)
- 3) střešní zahrady (zelené terasy, střechy)

10.1 Vodopropustné a polopropustné povrchy

Vodopropustné a polopropustné povrchy jsou díky své konstrukci velice vhodným prostředníkem pro usnadnění vsakování dešťové vody pod povrch.

Při předpokladu, že na náměstích dominuje pěší pohyb, skýtají tyto plochy potenciál pro aplikaci polopropustných materiálů. Přednostně je důležité odvádět dešťovou vodu z asfaltovaných ploch do ploch zeleně, kde bude předčištěna (Sýkorová et al. 2021).

Za vodopropustné povrchy považujeme:

- plošné vegetační prvky (porosty dřevin, skupiny keřů, trávničky)
- kombinace vegetačních a technických prvků (zatravnovací tvárnice nebo rošty, dlažba s trávnikem, trávničky na šterku)
- technicky zpevněné povrchy (vodopropustná dlažba, pískové a šterkové plochy)

10.2 Vsakovací objekty

Rozsáhlé travnaté plochy poskytují velký potenciál pro realizaci vsakovacích objektů. Vhodným řešením je zejména plošný vsak bez retence, který pro správné fungování nevyžaduje výrazné terénní úpravy a plocha prostoru zůstává téměř v jedné úrovni.

Na okrajích náměstí a větších ploch volíme zejména tzv. liniová opatření, jako jsou vsakovací průlehy a retenční rýhy, která přirozeně kopírují liniový charakter přilehlých ploch. Vhodným umístěním jsou primárně větší plochy zeleně. Na náměstí volíme pro odvod dešťové vody ze zpevněných ploch například retenční rýhu, která je tvořena například šterkem, který vytváří vhodnou propustnou vrstvu. Tuto vrstvu je možné osadit kvetoucími záhony či vzrostlými stromy (Sýkorová et al. 2021).

Vsakovací zařízení můžeme rozdělit na:

- bodové (vsakovací šachty)
- liniové (vsakovací příkopy nebo potrubí)
- plošné (ploché terénní útvary, poldry, vsakovací nádrže)

10.2.1 Retenční a akumulční objekty

Retenční nádrž slouží pro zadržení určitého množství dešťové vody po omezenou dobu, a to před vypouštěním do kanalizace nebo vodního toku. Primárním využitím retenčních nádrží

je pozvolné odtékání dešťové vody do kanalizace. Tím se chrání kanalizační systém, případně vodní tok před zahlcením srážkovou vodou z přívalových dešťů. Svoji úlohu plní v rámci ochrany proti takzvaným bleskovým povodním. Retenční nádrž v pravém slova smyslu tedy neslouží k zachycování dešťové vody pro další využití (Koukal 2023).

Vsakovací retenční nádrž se jako plošný prvek nejlépe uplatní v takovém veřejném prostranství, kterému dominuje zatravněná plocha. V zelené ploše je možné využít širokou škálu opatření ze skupiny retenčních objektů. Vhodné je zde aplikovat především retenční a akumulační nádrže. Retenční i akumulační nádrže umísťujeme pod zemí. Jedná se o objekt, který umožňuje dočasně zadržet zachycený povrchový odtok a současně tento odtok regulovaně vypouštět (Sýkorová et al. 2021).

10.2.2 Štěrkové a maltové plochy

Štěrkové a maltové plochy řadíme mezi plochy s nestmeleným povrchem. Slouží jako preventivní opatření, která vsakují na ně spadlou vodu a nejsou tedy primárně určena k odvodnění prostranství. Lze je okrajově využít pro pěší komunikace, nebo častěji pro nízko frekventované a málo zatěžované cesty, vjezdy, případně pro místa sloužící pro parkování vozidel. Svrchní vrstvu štěrkové plochy tvoří různé frakce drceného kameniva, které lze zvolit podle užívání plochy. Mlat a mechanicky zpevněné kamenivo jsou si vzhledově dost podobné. Jsou odolnější vůči erozi, ale propustnost těchto materiálů díky malé pórovitosti je nižší než u štěrkové plochy. Štěrkovou plochu je možné využít při krajnici komunikací, což přispívá ke vsaku dešťové vody (Sýkorová et al. 2021).

10.2.3 Umělý mokřad

Další možností, jak zadržet na určitou dobu dešťovou vodu je umělý mokřad. V takovém případě se jedná o jakousi dešťovou nádrž se zásobním prostorem, kterým přivedená dešťová voda postupně prochází a zároveň je díky mikrobiálním společenstvím čištěná. Umělý mokřad vytváří dešťovou plochu a je významnou atraktivitou prostoru.

Jedná se tedy o terénní prohlubeň, u které se pomocí modelace terénu vytvářejí místa s různou hloubkou vody. Mělká místa v nádrži osázená mokřadními rostlinami představují vhodné podmínky pro proces biologického čištění vody, zejména rozkládáním bakteriální oživení v kořenovém prostoru rostlin. Kromě toho kombinují mokřady také okrasnou a rekreační funkci ve veřejném prostranství. Mokřad má i retenční úlohu, ale není primárně určen pro zachycení velkého přítoku srážkových vod. Jedná se o opatření, které vytváří zajímavý přírodní biotop, čímž umožňuje výskyt pestré škály druhů rostlin a živočichů. Jeho výhodou je právě v biologickém čištění, které v mokřadu zajišťuje velké množství vysazených rostlin (Sýkorová et al. 2021).

11. Zelené střechy

Prvním možným opatřením, kterým by bylo možné využít dešťovou vodu a zlepšit tím životní podmínky ve městech je vysázení vegetace na střechách domů. Toto opatření nazýváme „zelené střechy“. Z pohledu funkce a působení jsou ekologické, ekonomické, estetické, energicky a enviromentálně přínosné. Jejich urbanistická a krajinářská funkce je spojena s potřebou kompenzovat zásahy člověka do krajiny. Zelené střechy k tomu skýtají vynikající potenciál. Jsou součástí moderní architektury, která však může nabídnout nové plochy zeleně přinejmenším jako pohledové, v lepším případě jako pobytové (Dostálová 2021).

Zelené střechy jsou plnohodnotnou součástí zelené infrastruktury sídel a podobně jako parky, zahrady a jiná městská nebo obecní zeleň se podílejí na „klimatizaci“ veřejného prostoru. Vegetační souvrství skumuluje srážkovou vodu, kterou rostliny využívají k růstu, a opět ji přitom odpařují do ovzduší. Zvlhčují a ochlazují ta okolní prostředí a významně zlepšují jeho mikroklima především v horkých letních dnech. Namísto rychlého odtoku do kanalizace je srážková voda zadržena a navrácena zpět do přírodního koloběhu přímo na místě. Zelené střechy se tak významně podílejí na hospodaření se srážkovou vodou a napomáhají adaptaci sídel na změnu klimatu. Jsou vítaným prostorem nejen pro rostliny, ale i pro život drobných živočichů (Dostálová 2021).

Zelené střechy, které jsou často nazývané také vegetační střechy, ozeleněné střechy, nebo střešní zahrady, jsou střechy záměrně pokryté vegetací. Aby zelená střecha správně fungovala, musí být zajištěna souhra mezi požadavky stavby a potřebami zeleně. K požadavkům stavby, které mohou být zelenou střechou dotčeny patří především stabilita budovy, celistvost vrstev střešního pláště a ochrana před vodou a vlhkostí. Střešní plášť budovy zpravidla uzavírá hydroizolace, kterou lze také považovat za rozhraní mezi stavební a zahradnickou částí. Díky vegetačnímu pokryvu je tepelné vyzařování na sousední plochy podstatně nižší, než by tomu bylo u holé hydroizolace nebo vrstvy kameniva. Energie, která v létě dopadá na střechu ve formě slunečního záření a která by se jinak akumulovala ve střešním plášti a ohřívala budovu i její okolí, se díky vlhkosti obsažené ve vegetačním souvrství a rostlinách naopak spotřebovává k jejímu chlazení.

Některé vrstvy mohou plnit dvě i více funkcí současně. Typickou polyfunkční součástí vegetačního souvrství je střešní substrát, který plní funkci vegetační a hydroakumulační a podílí se na funkci drenážní. Dalším příkladem polyfunkčního materiálu je většina nopových folií pro zelené střechy, které slouží jako drenážní a zároveň i hydroakumulační vrstva (Dostálová 2021).

Vegetační souvrství chrání hydroizolaci střechy před mechanickým poškozením vlivem povětrnosti, činností člověka, před degradací působením slunečního záření a před velkými výkyvy teplot.

Díky své hydroakumulační schopnosti snižuje nápor na kanalizační síť při vydatných deštích. Zatímco ze zpevněných ploch a střech bez zeleně odtéká voda okamžitě, vegetační

souvrství spolehlivě zadrží první příval deště a výrazně oddálí okamžik, kdy začne přebytečná voda po nasycení souvrství odtékat. V poměru k celkovému množství srážek odteče poměrně méně vody a odtok je výrazně pomalejší.

Plocha porostlá vegetací snižuje zvukovou odrazivost až o 3 dB a účinně pohlcuje hluk, takže zelená střecha má až o 10 dB lepší zvukově izolační vlastnosti oproti střeše bez vegetace.

Zelené střechy dělí Dostálová (2021) podle nároků na péči a míry autoregulace na:

a) extenzivní

- extenzivní střecha je ve všem minimalistická, malá vrstva substrátu, nízká hmotnost, nízká a nenáročná vegetace, nízké pořizovací náklady, nízké nároky na vodu a péči. Zakládáme je v případě, střešní konstrukce má nízkou únosnost, z důvodu úspory nákladů na realizaci a následnou péči a údržbu. Rostliny volíme takové, které vyžadují minimální údržbu a následnou péči a které snášejí extrémní stanovištní podmínky v přírodě. Odborně řečeno je podstatou zelené střechy „vegetace s minimální mírou autoregulace, schopná udržet se v odpovídající kvalitě bez pravidelné závlivy jen s minimální péčí“

Nejčastějším typům porostů extenzivních střešů jsou rozchodníky a další sukulenty. Obvykle jsou nepochozí.

b) intenzivní

-intenzivní střecha se v mnoha oblastech blíží vzhledem k okrasné zahradě nebo parku, jsou na ní podstatně vyšší nároky na provedení, péči, vodu a finanční částky, a to nejen při pořízení, ale i po dobu celé své existence. Vzhledem k vyšší náročnosti je vhodná k pravidelnému pobytovému užívání. Intenzivní střecha vyžaduje pravidelnou údržbu, závlahu, přihnojování, odstraňování nežádoucích rostlin, sečení trávníku a podobně. Výběr rostlin se podřizuje architektonickému záměru. Tvoří je rostliny s vysokou estetickou a užitnou hodnotou.

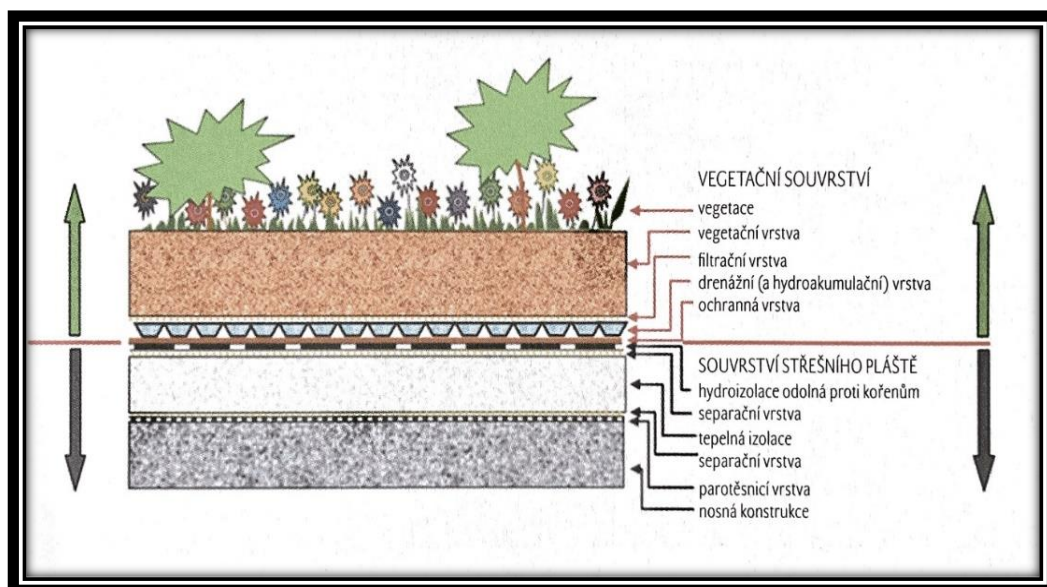
Obvykle jsou pochozí nebo pobytové a bývají doplněné zpevněnými plochami.

c) polointenzivní

-polointenzivní střecha je charakteristická tím, že kombinuje obě předchozí varianty, a nabízí tak velmi zajímavé možnosti, jak dosáhnout atraktivního vzhledu a zároveň udržet náročnost údržby na nutném minimu. Hodí se především pro ploché střechy. Lze na nich využít kromě vegetace pro extenzivní střechy i další rostlinné druhy jako trávy, trvalky, dřeviny, které mají vyšší nároky na skladbu vegetačního souvrství, zásobování vodou a živinami.

Pravidelné zavlažování vyžadují pouze polointenzivní a intenzivní střešní zahrady, a proto je u nich třeba počítat s přívodem vody pro zavlažování rostlin. Je třeba volit takový

typ závlahy, který dodává vodu do nejsvrchnější části vegetačního souvrství, aby voda nebyla drenáží odvedena dříve, než se dostane k rostlinám.

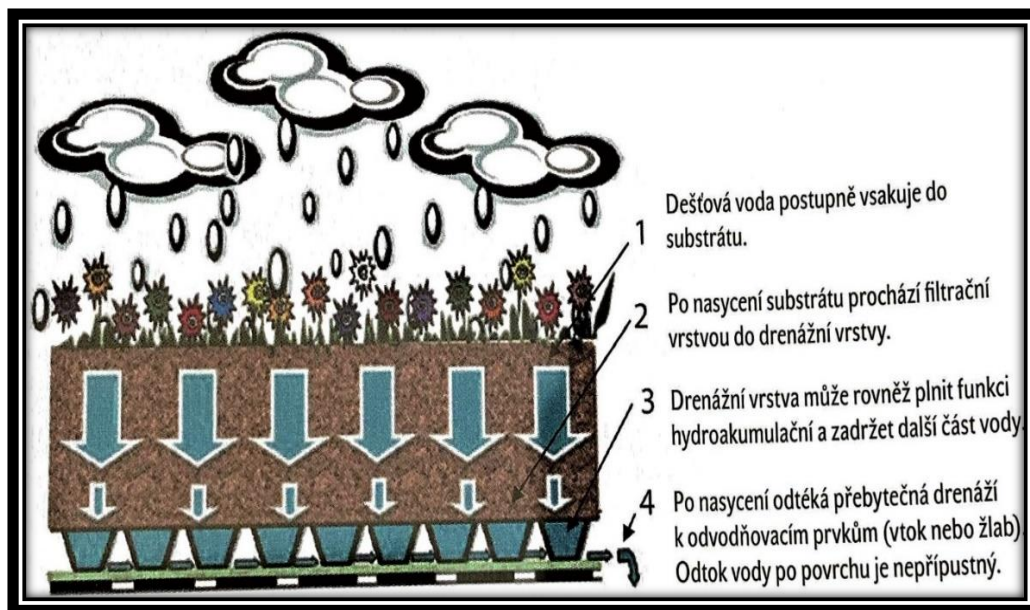


Obrázek č 2: Rozhraní mezi střešním pláštěm a vegetačním souvrstvím (Dostálová 2021)

Na obrázku č. 2 je podrobně znázorněna nejvhodnější úprava střech při zhotovení střešních trávníků, tak aby nebyla poškozena vodou. Legenda uvádí jednotlivé konkrétní vrstvy, mezi které patří:

- vegetace – soubor rostlin, které tvoří pokryv zelené plochy
- vegetační vrstva – je základním prostředím pro kořenění a růst rostlin a svým fyzikálním a chemickým biologickým složením a vlastnostmi je k tomu uzpůsobena
- filtrační vrstva – zabraňuje vyplavování drobných částic z vegetační vrstvy do vrstvy drenážní a trvale chrání drenážní vrstvu před zanesením
- drenážní vrstva – umožňuje dostatečně rychlý a efektivní odtok přebytečné vody k odvodňovacím zařízením
- hydroakumulační vrstva – akumuluje srážkovou, nebo závlahovou vodu pro potřeby rostlinám (nemusí být)
- ochranná vrstva – trvale chrání hydroizolaci střechy před mechanickým poškozením
- separační vrstva – navzájem od sebe odděluje sousední materiály nebo prvky, které by se mohly vzájemně negativně ovlivňovat (nemusí být)
- kořenovzdorná vrstva – ochranná vrstva proti prorůstání kořenů, chrání hydroizolaci střechy před poškozením kořeny rostlin (používá se spíše výjimečně, převážně v případě, že stávající hydroizolace není odolná proti prorůstání).

Na obrázku č. 3 vidíme správnou funkci vegetačního souvrství podle Dostálové (2021)



Obrázek č.3: Správná funkce vegetačního souvrství (Dostálová 2021)

Voda z neozeleněných ploch, například položených výše musí být svedena samostatně tak jak je znázorněno na obrázku č. 5. Nesmí vtékat do vegetačního souvrství, jehož drenážní kapacita není na takový nápor uzpůsobená.



Obrázek č. 4: Svod dešťové vody z neozeleněných ploch (Dostálová 2021)

V případě, že zelená střecha je ve stejné úrovni jako terén a přechod nebude přiznaný, je nutné, aby voda z drenážní vrstvy vegetačního souvrství mohla volně odtékat.

Součástí zelené střechy může být i velkoobjemový kontejner s vegetací. V místě kontejneru je třeba počítat s velkým zatížením střechy a nesmí chybět ani účinná drenáž. Kontejnery mohou být rovněž bez dna, což umožňuje rostlinám kořenit i do okolní plochy.

11.1 Vegetační fasády a vegetační stěny

Zelená stěna je alternativní forma vybudovaných mokřadů, která je dobře známá a široce používaná po celém světě pro různé čištění odpadních vod, zejména při čištění šedých vod.

má potenciál čistit vysoce pevné organické odpadní vody (Bankas 2021). Je možné je vytvářet nejen v exteriéru, ale svou úlohu hrají i při použití v interiéru. Jedním ze způsobů, jak je možné zlepšit vnitřní mikroklima obytných budov je právě realizace zelených stěn. Tyto stěny mohou pomoci vytvořit mnohem lepší klima a výrazně zlepšit duševní pohodu obyvatel. Kromě toho výrazně snižují prašnost a akustiku v místnosti (Dostálová 2021). Místnost se zelenou stěnou poskytuje mnohem lepší vnitřní podmínky, zejména pokud jde o nižší koncentraci CO₂ a vyšší relativní vlhkost, což zlepšuje náladu a zdraví obyvatel (Peterková et al. 2019).

Zelená exteriérová stěna je alternativní forma vybudovaného mokřadu. Oproti dřívějšímu využití, kdy byla využívána pouze z estetických důvodů, se v současné době zaměřuje na řešení problémů městského životního prostředí (Bankas et al. 2021).

Zelené stěny a fasády mohou být vhodným doplňkem moderních budov. Jsou výhodné i proto, protože je lze aplikovat i na objekty, které lemují plochu parkového náměstí a tím se znásobí celkový efekt zelených ploch v konkrétní oblasti. Zelené fasády lze také využít ve stísněných urbanizovaných podmínkách pro různé ploty, zídky nebo jiné obtížně udržovatelné svislé plochy. Díky popínavé vegetaci lze zakrýt nevzhledné technické objekty na náměstí, nebo ulici, odclonit odpadková kontejnerová místa na sídlišti, nebo rozbít fádni slepou fasádu vymezující zákoutí. Rostliny na stěnách zmírňují efekt tepelného ostrova, zlepšují ovzduší a vtiskují veřejnému prostoru specifický charakter (Sýkorová 2021).

Návrh, volba substrátu a vegetace za správných provozních podmínek může výrazně zlepšit celkový výkon systému zelených stěn (Addo-Bankas 2021).

Systém zelených stěn je tvořen soustavou nádob přizpůsobených díky úchytům k připevnění na nástěnný rám, nebo panel. Jakmile dojde k osázení nádob zelení, konstrukce, nádoby ani zavlažovací systém již nejsou viditelné. Prostředí, ve kterém se rostliny pěstují, tvoří buďto speciálně upravený substrát, nebo hydroponický roztok se živinami. Některé rostliny snášejí pouhé volné přichycení k plsti, jiné se uchytí například v minerální vlně, kterou postupně prorostou svými kořeny a takto se v nich zachytí.

Jednou z možností, jak zajistit rostlinám dostatek vody je kapková závlaha. Jedná se o nejméně pracný a zároveň nejefektivnější způsob závlivy. Výběr rostlin je dobré přizpůsobit stanovišti vegetační stěny (Bohdalová 2014).



Obrázek č. 5 Ukázka vegetace na zelených stěnách (obrázky Google).

12. Modro-zelená infrastruktura

Modro-zelená infrastruktura (MZI) je soubor na sebe navazujících technických a přírodně blízkých opatření, jimiž jsou města a obce schopná významně snižovat negativní dopady změny klimatu a zajistit tak pro své občany bezpečné a zdravé životní prostředí. Jejím úkolem je chránit území proti záplavám, snížením povrchového odtoku v místě, kam srážková voda dopadne a spolu s tím vytvářet pro sídelní zeleň takové podmínky, aby ji bylo možné využít ke zmírňování sucha, přehřívání staveb a jejím prostřednictvím byly poskytovány další cenné ekosystémové služby. MZI je důmyslně propojený systém, který mění podobu staveb většiny stavebních oborů pro blahodárnější využívání srážkové vody a zeleně k účinné adaptaci měst a obcí na změnu klimatu, resp. k zajištění si jejich udržitelného rozvoje (Vítek 2023).

12.1 Vodní prvky

Vodní prvky jsou velmi vhodné pro zpevněná náměstí a parkové plochy. Z různých druhů vodních prvků volíme na náměstí, zejména kašny nebo fontány, jenž zvyšují reprezentativnost prostoru nebo vodní trysky a vodní mlhu, které zajistí formálnímu prostoru určitou hravost, oživení a v neposlední řadě dokáží ochladit a zvýšit vlhkost vzduchu ve svém okolí (Sýkorová et al. 2021).

12.1.1 Dešťový záhon

Dešťový záhon kombinuje estetické vlastnosti okrasných rostlin se vsakováním dešťové vody. Většinou se jedná o malé objekty.

Principiálně jde o kvetoucí záhon, ke kterému je určitým způsobem svedena dešťová voda z okolních zpevněných ploch, nebo střechy pro její zadržení, filtraci a následné vsakování na místě. Pomáhá regulovat nápor přívalových srážek a reguluje znečištění vody. Zároveň má nezanedbatelnou estetickou a ekologickou hodnotu. Dešťový záhon je přírodně, nebo uměle vytvořená prohlubeň, kam při dešti stéká voda ze střech, chodníků a zpevněných ploch (Sýkorová et al. 2021).

Navržen může být v přiznaných křivkách, rovných liniích, nebo nepravidelný, jako by se přirozeně vyskytl. Hloubka je doporučována minimálně 60 cm, aby se voda stihla vstřebat v intervalu 1–7 dnů, kvůli komárům, kteří se často množí ve stojaté vodě. Je vhodné jej osázet rostlinami, kterým nevadí nárazově větší zamokření a mají schopnost postupně tuto vodu vstřebávat. Půda v záhonu by měla být hodně propustná, aby se přebytečná stojatá voda co nejdříve vsákla (Nemuchovská 2021). Voda, která se zde vsakuje zároveň slouží jako zálivka pro osázené rostliny. K předčištění vsakující se vody výrazně přispívá bohaté druhové složení spolu s půdními mikroorganismy (Sýkorová et al. 2021).

Jak takové vodní záhony mohou vypadat a plnit třeba i dekorativní funkci vidíme na obrázcích 6 a 7. Můžeme vidět, že voda z dešťových svodů je navedena přímo v místě původního odvodu vody do kanalizace do záhonu. Vhodně vybudovaný záhon může velmi plynule navazovat na okolní prostředí a doplnit celý prostor a zároveň umí působit velmi okrasným dojmem. Neméně důležitým přínosem je jeho pozitivní vliv na prostředí ohledně zvlhčení, ochlazení svého okolí a poskytnutí útočiště drobným bezobratlým živočichům. Podstatné je vždy dodržet zásady při vybudování záhonů tak aby plnil veškeré potřebné funkce a použít rostliny vhodné pro dešťové záhony. Nevhodně použité rostliny, které nesnášejí delší zamokření by špatně prospívaly a nemohli bychom dosáhnout požadovaného účelu.



Obrázek č. 6 a 7: Ukázky dešťových záhonů (Úžasná zahrada 2021).

12.1.2 Vegetační kořenová čistírna

Větším objektem, než jsou dešťové záhony, který lze využít pro zachycení a zároveň i pročištění dešťových vod jsou vegetační kořenové čistírny. Jakost vody má zásadní význam pro ekologickou hodnotu krajiny. Dešťová voda je v běžném případě svedena do odpadního řádu a později do čistíren vod. Nejen z tohoto důvodu je na místě úvaha o možnostech doplnění tradičních čistírenských technologií alternativními čistírenskými procesy. Tyto využívají pro čištění odpadních vod přírodní procesy obdobné těm, které probíhají v mokřadech a vodních nádržích při využívání biologického samočistícího efektu a následné filtrace přes porézní půdní prostředí. Nevýhodou při zbudování kořenové čistírny je zábor větší plochy půdy, ale výhodou je, že lze využít i nekvalitní půdní plochy (Kočková et al. 1994).

K přednostem čistíren tohoto typu patří:

- poměrně jednoduché stavební provedení
- srovnatelné až nižší stavební náklady v porovnání s umělou biologickou čistírnou
- malé nároky na speciální vybavení a technologie
- minimální spotřeba energie, obsluhy a malé provozní náklady
- poměrně dobrý čistící účinek, zejména v letním období
- poutání dusíku, fosforu, ale i těžkých kovů
- možnost krátkodobého, ale i dlouhodobého přerušení provozu
- snadné začlenění do krajiny

K nedostatkům patří zejména:

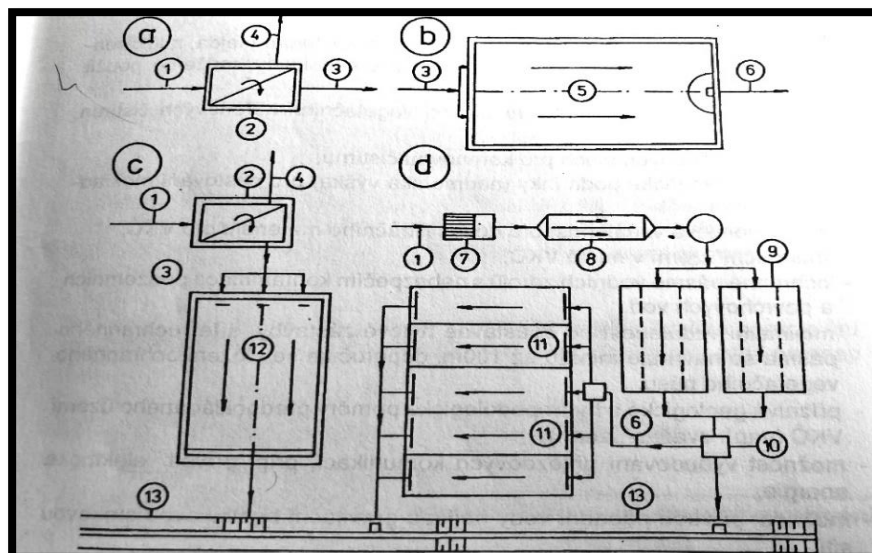
- poměrně velká plošná potřeba na jednoho EO
- určitá závislost čistícího účinku na klimatických podmínkách, zejména teplotě a sluneční radiaci
- nižší čistící účinek v zimním období
- možnost zakolomatování filtračního prostředí
- při nekvalitním provedení a provozování možnost kontaminace podzemních vod a vznik pachových závad
- snížení čistícího účinku v důsledku zmenšení filtrační ploch v důsledku zamrznutí povrchu a snížení přísunu kyslíku (Kočková et al. 1994).

Vegetační kořenové čistírny patří k poměrně propracovaným způsobům čištění odpadních vod. Využívají účinné fyzikální, chemické a biologické samočistící procesy, které probíhají v porézním půdním prostředí plně nasyceném vodou. Rostliny, zejména makrofyta, se významně podílejí na bakteriálním oživení a to primárně díky svému kořenovému systému, ve kterém se bakterie potřebné pro rozklad látek nacházejí.

VKČ dělíme do tří základních skupin:

- a) s horizontálním prouděním
- b) s vertikálním prouděním směrem dolů
- c) s vertikálním prouděním směrem vzhůru

Pro praktické využití jsou nejvíce propracované vegetační čistírny s horizontálním prouděním. Čištění dešťových vod se nejčastěji řeší u jednotné stokové sítě dešťovým oddělovačem a dešťovými zdržemi. U oddílné stokové sítě, se řeší problematika dešťových vod odděleně. V příznivých podmínkách můžeme čistit dešťový odtok, do množství odpovídající meznímu průtoku, přímo na kořenové čistírně (Kočková et al. 1994).



Obrázek č. 8: Základní schémata likvidace dešťových vod (Kočková et al. 1994).

Na obrázku č. 8 je podrobně znázorněno možné schéma přívodu dešťových vod do vegetační kořenové čistírny. Pro lepší pochopení jej Kočková (1994) označila následovně:

- a) Dešťový oddělovač
- b) Vyrovnávací nádrž za dešťovým oddělovačem před vtokem do čistírny
- c) Dešťový oddělovač s usazovací nádrží
- d) Mechanický stupeň čištění dimenzovaný na veškerý přítok dešťových vod.

Legenda k obrázku č. 8:

- 1) Jednotná kanalizace
- 2) Dešťový oddělovač
- 3) Odvod dešťových vod
- 4) Odvod splaškových vod
- 5) Vyrovnávací nádrž
- 6) Přívod na VKČ
- 7) Česle
- 8) Lapák písku
- 9) Usazovací nádrže s retenčním prostorem
- 10) Dělicí objekt
- 11) VKČ
- 12) Dešťová usazovací nádrž
- 13) Vodní tok

Průběh čištění ve VKČ je založen na vhodném využívání a řízení přírodních procesů. K nejdůležitějším z nich podle Kočkové (1994) patří:

- mikrobiologické a biochemické procesy, probíhající v kořenové zóně rostlin
- filtrační účinek kořenového systému a substrátu
- obohacování substrátu kyslíkem, přiváděným do kořenové zóny rostlinnými pletivy
- odčerpání látek rostlinami a jejich zabudování do kořenové zóny rostlinnými pletivy
- evapotranspirace – odpařování vody z povrchu rostlin i z povrchu substrátu.

Průběh jednotlivých procesů je závislý na podmínkách, tj především na množství biologicky odbouratelného substrátu (organického znečištění) a na přítomnosti kyslíku. Za hlavní přínos rostlin k čistícímu procesu je považován přenos kyslíku do kořenové zóny. V substrátu se vytváří mozaika aerobních a anaerobních okrsků, v nichž dochází k rozkladu organických látek (Kočková et al. 1994). Kickuth (1981) považuje za nejdůležitější funkci rostlin v čistícím procesu zvyšování hydraulické propustnosti půdního tělesa.

Dalším významným faktorem, který se uplatňuje v kořenových čistírnách, je výpar vody do ovzduší, tzv. evapotranspirace. Transpirační rychlosti z hustého rákosového porostu často přesahují výpar volné vodní hladiny vzhledem k velké ploše listů a rychlé fotosyntéze. Výparem velmi pozitivně působí na snižování okolní teploty vzduchu.

Použité filtrační materiály vytvářejí prostředí pro výsadbu a zakořenění rostlin, život mikroorganismů rozkládající organické znečištění, zachycují suspendované látky a sorbují část mineralizovaných látek. Jemné filtrační materiály mají zvýšenou schopnost zachycovat suspendované látky a více vyhovují pěstovaným rostlinám. Hrubší filtrační materiály mají vyšší hydraulickou vodivost a jsou méně náchylné k zakolmatování než materiály jemné.

V praxi používáme materiály přírodní, tj. štěrkopísky s oválnými zrny, drcené štěrky a směsi těchto materiálů. Příslušné filtrační prostředí musí vytvářet optimální podmínky pro dosažení požadovaného účinku (Kočková et al. 1994).

12.1.2.1 Rostliny do vegetačních kořenových čistíren

K vegetačnímu čištění vody je možno používat mnoho druhů vodních a mokřadních rostlin. V kořenových čistírnách se používají převážně emerzní helofyta, kořenicí v půdě a v sedimentech mělkých vodních nádrží s velkým objemem vytrvalých podzemních orgánů.

Husák (1992) shrnuje kritéria pro výběr vhodných druhů rostlin pro vegetační čistírny následovně:

- a) Vytrvalé rostliny (trvalky, pereny)
- b) Rostliny se širokou ekologickou amplitudou (rostliny z přírodního, na živiny potenciálně bohatého prostředí se značně kolísavým vodním režimem)
- c) Rostliny s vysokou produkcí biomasy na jednotku plochy
- d) Rostliny s vysokou schopností akumulace živin ve svých tělech
- e) Rostliny s dlouhou vegetační dobou
- f) Rostliny, které je možno snadno a rychle množit, ať již generativní, nebo vegetativní cestou
- g) Rostliny, se kterými se snadno manipuluje

Existuje velké množství rostlin dalších mokřadních rostlin, které je možno pro osazování VKČ používat. Jako nejvhodnější a nejčastěji používané mokřadní rostliny je možno označit následující rostliny:

- Rákos obecný (*Phragmites australis*)
- Chrastice rákosovitá (*Phalaris Baldingera arundinacea*)
- Orobinec úzko a širokolistý (*Typha angustifolia, latifolia*)
- Skřípinec jezerní (*Schoenoplectus lacustris*)
- Zblochan vodní (*Glyceria maxima*)

PRAKTICKÁ ČÁST

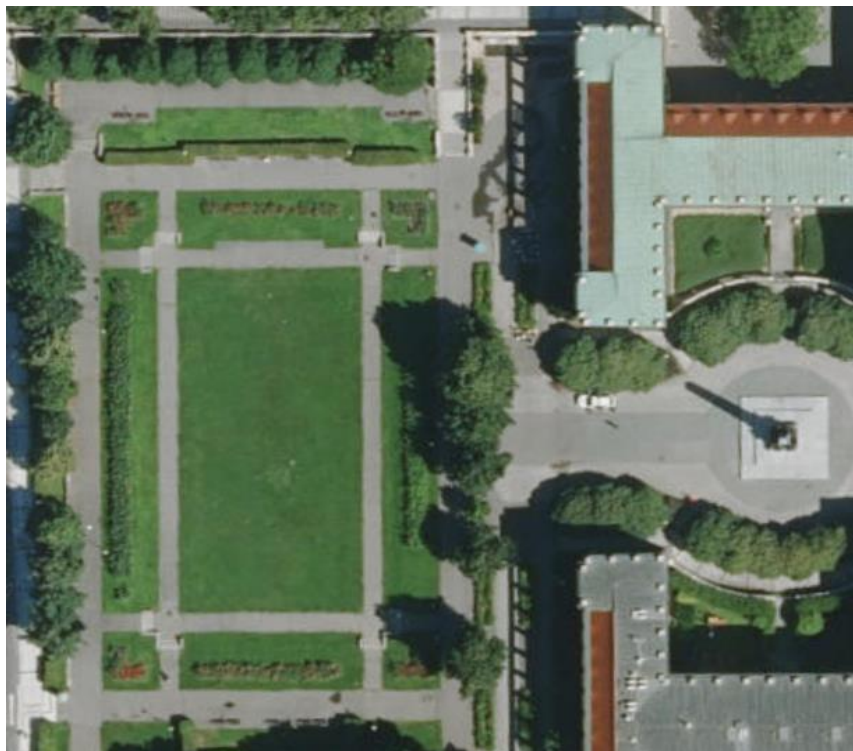
13. Zítkovy sady



Josef Zítka (zdroj: Obrázky Google)

Zítkovy sady jsou neveliký parčík v Praze 2 Nové Město, který obklopuje Palackého náměstím, Rašínovo nábřeží, ulice Dřevěná a náměstím Pod Emauzy, která je zakončena kostelem. Prostranství bylo založeno v roce 1915 a bylo pojmenováno po architektu Josefu Zítkovi. Má obdélníkový tvar o rozloze 6458 m². (ČÚZK 2023). Povrch je převážně travnatý, cesty lemované záhony a oddělené živými ploty na pravidelné obdélníky. Na Rašínovo nábřeží vedou schody, které řeší terénní nerovnost a příjemně doplňují celý prostor. V roce 1996 tu byl vybudován závlahový systém (Encyklopedie Prahy2 2020).

Severní stranu parku lemují tři řady habrů, nejnižší je vysazen nízký živý plot, nad kterým rostou ve vyšší části s lavičkami vzácné kultivary sloupovitých habrů s vejčitou korunou, nad kterými jsou vysázené dnes již letité stromy habrů. V samém srdci Zítkových sadů se nachází travnatý obdélník o rozměrech asi 70 x 90 m, který je lemován záhony růží. V současnosti se prakticky vůbec nevyužívá a je jen místem kde majitelé psů nechávají proběhnout své mazlíčky (EARCH.cz 2015).



Obrázek č. 9: Letecký snímek Zítkových sadů (upraveno podle: Geoportál 2022).

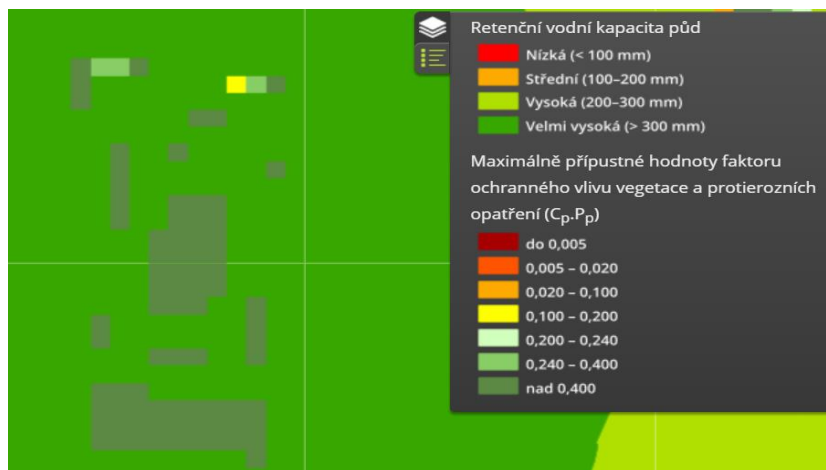
13.1 Půdní podmínky

Na přiloženém obrázku č. můžeme vidět, že prostor Zítkových sadů se nachází v teplém, mírném a suchém klimatickém regionu ve kterém nedochází ke ztrátě půdy, nebo jen velmi zřídka.



Obrázek č. 10: Klimatický region, dlouhodobá průměrná ztráta půdy (zdroj: Půda v mapách 2023).

Na obrázku č. 10 můžeme vidět, že v parku je půda, která má velmi vysokou retenční kapacitu a přípustné hodnoty faktoru ochranného vlivu vegetace a protierozních opatření dosahují hodnot nad 0,400 (C_p , P_p). Tato hodnota znamená, že není třeba žádných protierozních opatření.



Obrázek č. 11: Retenční vodní kapacita půd, Maximální přípustné hodnoty faktoru ochranného vlivu vegetace a protierozních opatření (zdroj: Půda v mapách 2020).

Hodnota C_p vyjadřuje míru ohroženosti území vodní erozí pomocí maximální přípustné hodnoty faktoru ochranného vlivu vegetace. Tato limitní hodnota faktoru C by neměla být na

daném místě překročena a v případě, že se tak stane, měla by být eliminována protierozními opatřeními.

Retenční vodní kapacitou rozumíme množství vody, které je půda schopna zadržet v systému kapilárních pórů

13.2 Inženýrské sítě v Zítkových sadech

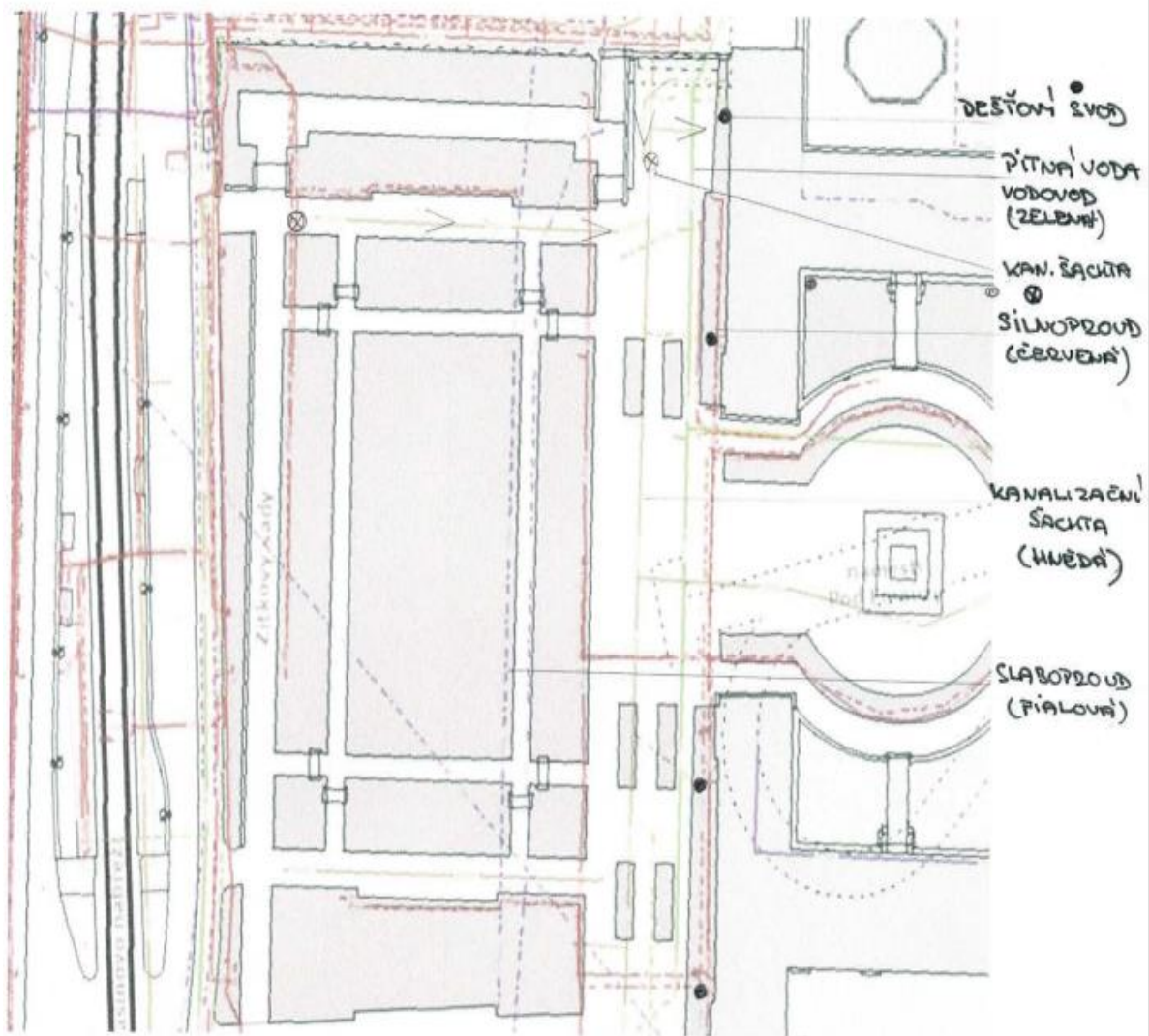
Na obrázku č. 12 jsou vyznačeny Inženýrské sítě, které jsou vedeny na pozemku pod povrchem.

Odpadní kanalizace – vyznačena hnědou barvou, na které je vyznačen sklon směr, kterým voda odtéká

Pitná voda – vyznačena zelenou barvou

Silnoproud – vyznačen červenou barvou

Slaboproud – vyznačen fialovou barvou

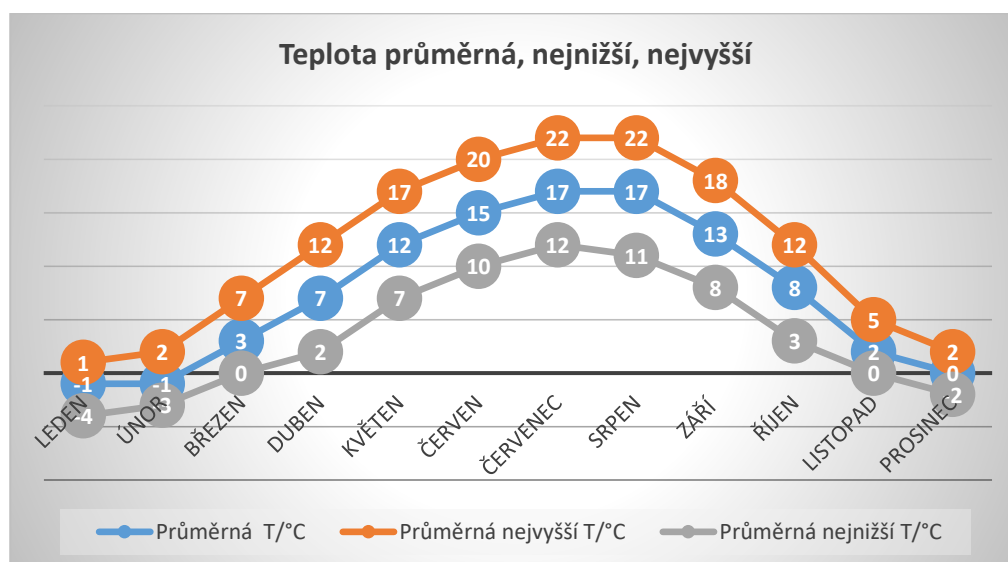


Obrázek č. 12: Inženýrské sítě v Zítkových sadech (zdroj: Geoportál 2022)

13.3 Porovnání průměrných teplot a srážek

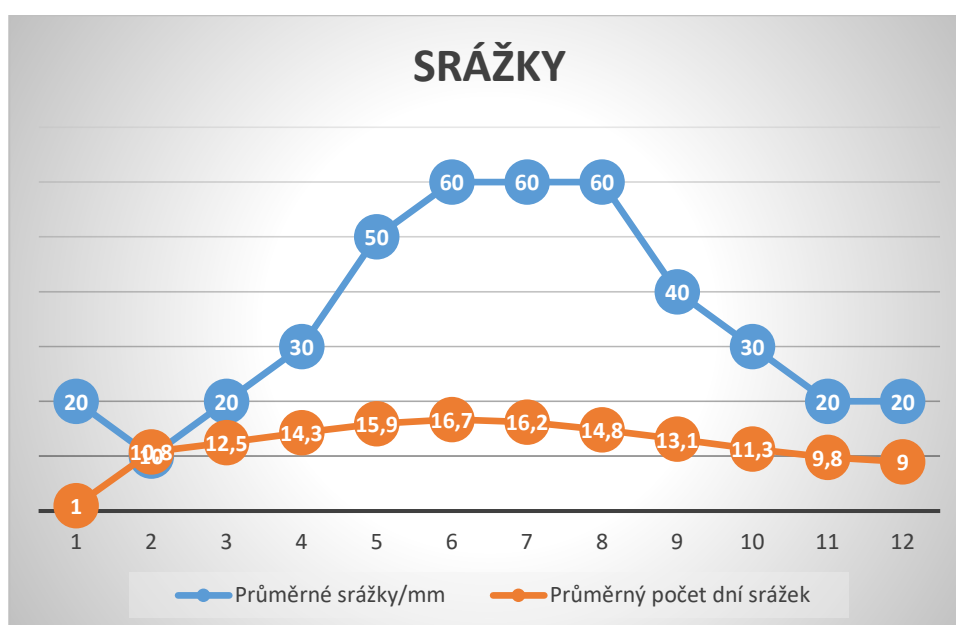
Na grafu číslo 1 jsou pomocí spojnicového grafu znázorněny průměrné teploty, nejvyšší naměřené teploty a dále pak nejnižší naměřené teploty v Praze. Naměřené teploty mají hodnotu v rozmezí -4 do 22 °C. V této oblasti tedy nedochází k výrazným poklesům teplot.

Graf č.1 Průměrná nejnižší a nejvyšší teplota v Praze zdroj: Watherbasse 2023



Graf číslo 2 vypovídá o průměrném množství srážek v Praze. Poměrně vysoké hodnoty byla naměřeny téměř za polovinu kalendářního roku. Tato situace odpovídá i počtům propršených dnů v jednotlivých měsících, kdy v průměru prší 13–16 dnů za měsíc.

Graf č. 2 Průměrný počet dnů a množství srážek v Praze zdroj: Watherbasse 2023



14. Zjištěný možný potenciál a nedostatky

Prozkoumáním výše uvedených podkladů současně s praktickou prohlídkou Zítkových sadů můžeme dospět k následujícím závěrům.

Oblast je s téměř nulovou svažitostí, dostupnost navazujícího převýšení je vyřešena širokým schodištěm, které vhodně doplňuje celý ráz oblasti. Navazující převýšení je opatřeno betonovou plochou, u které sice nehrozí eroze půdy, ale zvyšuje v horkých dnech, kdy díky slunečnímu záření nakumuluje teplotu, ještě více ohřívá okolní vzduch. Sady samotné jsou převážně pokryté trávnikem, který se nevyužívá a je takříkajíc mrtvou plochou, která vyžaduje údržbu a nepřináší zvláštní užitek společnosti. Kolem travnaté ploch jsou vhodně vybudovány chodníčky v pravidelném tvaru, lemují travnatý obdélník a zároveň jsou ohraničeny květinovými záhony, které jsou utvořeny růžovými keři. Krásným doplňkem celého prostoru jsou habry, které jsou vkusně vysázeny ve třech řadách podle velikosti.

Celá plocha je tvořena půdou s vysokou retenční kapacitou, což by šlo do budoucna využít jako vhodnou přirozenou zásobárnu vody pro vegetaci. Vzhledem k situaci, kdy půda nevyžaduje zvláštní ochranu proti erozi poskytovanou vegetací, je možné využít širokou nabídku vhodných vegetačních prvků.

Zjištěné průměrné srážky by mohly spolu s vhodnými opatřeními pro zadržení dešťové vody dopomoci ke zdravému vegetačnímu pokryvu, který při dostatku vody neohrozí ani vyšší teploty v letních měsících. Samozřejmě vždy je nutné veškeré úpravy přizpůsobit ke stávajícím inženýrským sítím, které jsou pod povrchem. Návrh je vhodné přizpůsobit hlavně podzemní kanalizaci na kterou by měly úpravy navazovat, aby tudy bylo možné odvést v případě potřeby přebytečnou vodu.

Mezi hlavní nedostatky celého prostoru můžeme přiřadit nedostatečně využitý prostor, který v současném stavu neposkytuje příliš mnoho sociálního využití, menší estetická hodnota také zdaleka nedosahuje takové úrovně, kterou by dosahovat mohla. Přes to, že jsou zde tři řady habrů, které oddělují Palackého náměstí od Zítkových sadů, směrem od velmi blízké čtyř proudé komunikace brání prašnosti a hluku jen jedna řada dnes již poměrně vzrostlých stromů. Vzhledem k neexistenci prostředků na zachycení dešťové vody je nutné vegetaci v případě potřeby zalévat pitnou vodou. Jako poslední můžeme jmenovat menší ochlazení okolního prostoru způsobenou velkým travnatým prostorem, který nezajistí potřebné ochlazení, jaké bychom si přáli.

15. Možné úpravy

15.1 Dešťový záhon

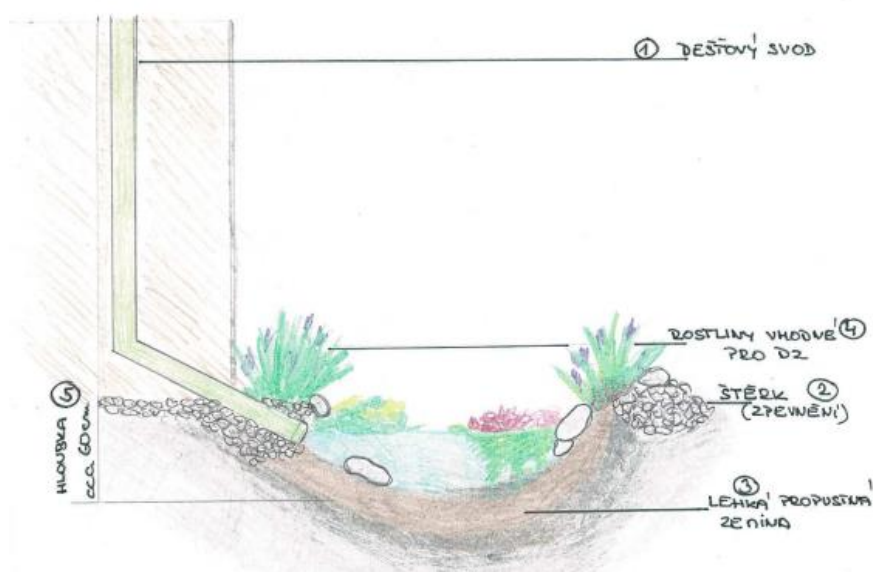
Ke zlepšení prostoru Zítkových Sadů bychom mohli použít hned několik úprav. Mezi první úpravy můžeme zařadit umístění prostředků pro zachycení dešťové vody ideálně umístěné v blízkosti dešťových svodů, které jinak odvádějí srážky rovnou do kanalizace. Z nich dále můžeme v případě potřeby vodu rozvádět k vegetaci.

Nádrže na zachycení vody je z estetických důvodů nejlepší umístit pod povrch do země, kde bude voda v chladnějším prostředí chráněna i před ohřátím díky slunečnímu záření. Prostor nad nádržemi je možné pokrýt retenční vrstvou stěrku, který umožní lepší vsakování vody v případě, že není přímo napojena na svod přímo ze střechy.

Esteticky vítanější variantou, než je štěrková vrstva je dešťový záhon. Tento bývá často umístěný přímo pod okapovým svodem, nebo v jeho blízkosti. Je to tedy uměle vytvořená prohlubeň, ve které se zachytí při dešti voda, neodtéká pryč a vsakuje se pomalu v průběhu několika dalších dnů. Abychom zabránili líhnutí komárů, je dobré velikost a hloubku volit tak, aby však netrval déle než 7 dní. Doporučená hloubka záhonu je nejméně 60 cm (Úžasná zahrada 2021). Záhon můžeme volit buď pravidelného tvaru, nebo v křivkách, jako by se sám přirozeně vytvořil. Na dno jámy rozprostřeme směs hlíny, jílu, kompostu a písku. Přebytečnou zem můžeme navršit kolem záhonu a vytvořit tak jakousi hranici mezi ostatním povrchem a záhonem samotným. Rostliny, které použijeme k osázení by měly snášet nárazové zamokření. Do vnitřního povrchového prostoru záhonu můžeme doplnit trámy z tvrdého dřeva, kterému odolá zamokření a oblázky různé velikosti, tak aby vhodně zapadl do okolního prostředí a působil uklidňujícím dojmem. Díky kořenové soustavě rostlin bude voda, která se vsakuje pročištěná a zbavená větších nečistot.



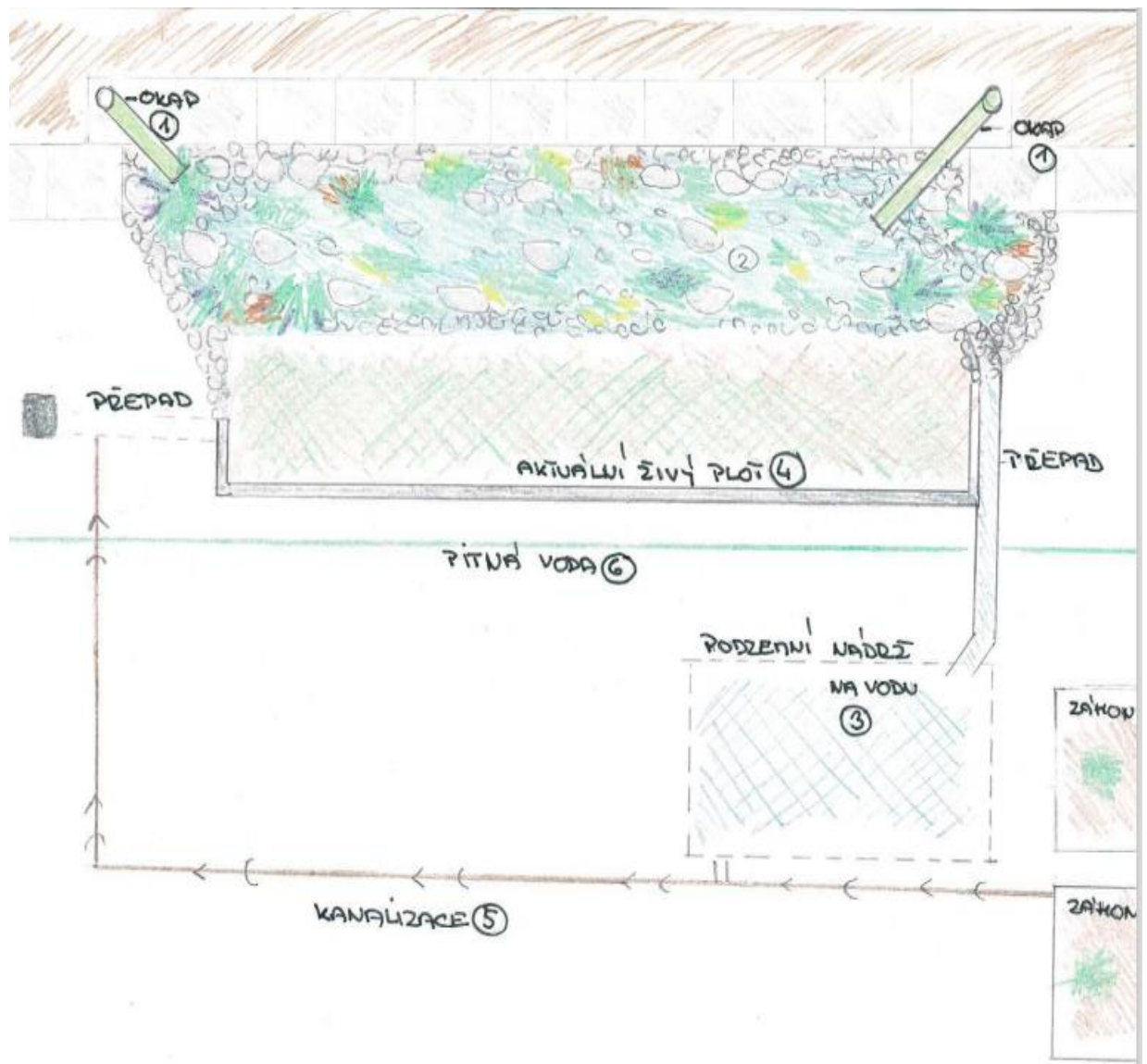
Obrázky č. 13-15: Aktuální stav pozemku v místě u vchodu do metra (foto Hlaváčková 2023).



Obrázek č. 16: Průřez vodním záhonem – boční pohled (vlastní kresba Hlaváčková 2023).

Graficky vytvořené schéma správného fungování vodních záhonů vidíme na obrázku č. 16. Je zde navržen vodní záhon, do kterého je přiváděna dešťová voda pomocí stávajících okapů na budově Ministerstva zdravotnictví. V jejich blízkosti je vyhloubena prohlubeň, po jejích stranách je navržen štěrk, který zpevní její okraje. Dno by měla tvořit lehce propustná půda, která zajistí pomalý však zadržené vody. Vysázené rostliny díky svému kořenovému systému, ve kterém žijí mikroorganismy, pomáhají rozkladu organického znečištění.

Na obrázku č. 17 vidíme návrh vodního záhonu při pohledu shora. Můžeme vidět dva svody dešťové vody které přivádějí vodu do záhonu. Záhon přímo navazuje na stávající živý plot a mohl by být díky nově vytvořenému záhonu zavlažován. Případný přebytek, může být odveden do stávající kanalizace. Druhou variantou je nově vybudovaná podzemní nádrž, ve které by mohla být přebytečná voda zachycena a později využita pro závlahu stávajících, volně navazujících záhonů, stromů, nebo jiné vegetace, která je doposud zavlažována pitnou vodou.



Obrázek č. 17: Vodní záhon pohled shora (vlastní kresba Hlaváčková 2023)

Vhodné rostliny pro dešťové záhony:

- Kosatec sibiřský (*Irbis sibirica*)
- Denivka (*Hemerocallis*)
- Lobelka vytrvalá (*Lobelia fulgens*)
- Pomněnka bahenní (*Myositis palustris*)
- Bohyška, funkcie (*Hosta*)
- Dochan (*Pennisetum*)
- Sítina (*Juncus*)



Kosatec sibiřský



Denivka



Lobelka vytrvalá



Pomněnka bahenní



Bohyška, funkcie



Sítina



Dochan

Obrázky č. 18–24 rostliny vhodné do dešťových záhonů (zdroj: Obrázky Google)

Kosatec sibiřský (*Irbis sibirica*)

Patří mezi silně ohrožené a chráněné druhy. Je vhodný i pro čističky odpadních vod, protože zvládne silné zamokření. Dorůstá do výšky 50–120 cm a roste v hustých trsech dlouhých listů. Vykvétá v květnu a kvete až do června modrofialovými květy.

Denivka (*Hemerocallis*)

Nenáročná trvalka, vysoká 40-150 cm, s dlouhými listy a nádhernými květy, podobné liliím. Květy nakvétají postupně ve velkém množství. Sázíme je raději na okraj dešťového záhonu, protože její kořeny snášejí přemokření kořenů jen na kratší dobu.

Lobelka vytrvalá (*Lobelia fulgens*)

Jemolistá okrasná květina, kterou řadíme mezi vlhkomilné rostliny. Dorůstá do výšky 70-100 cm. Vykvétá od července do září. Mezi nejpůsobivější patří kultivar Queen Viktoria, nebo Elmefeuer, které mají temně vínové listy a jasně červené květy.

Pomněnka bahenní (*Myositis palustris*)

U nás velmi rozšířená a oblíbená rostlina, která se přirozeně vyskytuje na vlhkých i úplně podmačených loukách. Kvete od května do září, dorůstá do výšky 50-80 cm a patří mezi dvouletky. Má světlemodré květy se žlutým očkem.

Bohyška, funkcie (*Hosta*)

Vytrvalá, asi 30-50 cm vysoká rostlina s výraznými listy často s bílým lemováním. Vykvétá bílými, nebo fialovými květy, nejčastěji v pozdním létě. Zvládne umístění v jakémkoliv půdě a nevdá jí ani úplný stín.

Sítina (*Juncus*)

V naší volné přírodě můžeme najít až 22 druhů této vlhkomilné rostliny. Rostou převážně na mokřadech a vlhkých loukách i na březích rybníků. Proto se hodí i do dešťových záhonů. Vysazujeme je do prostřední nejvíce zamokřené části záhonu. Jsou to jednoleté, nebo vytrvalé rostliny, které rostou v trsech. Mají tenké dlouhé listy, které připomínají travu. Kvetou od června do srpna a dorůstají výšky 80 cm.

Dochan (*Pennisetum*)

Vytrvalá okrasná travina, která dorůstá do výšky 30-120 cm. Vykvétá od srpna do října. Vytváří nápadný žlutozelený klásek, který se později zbarví do fialova. Vysazujeme je na okraj dešťového záhonu (Sedláčková 2022).

15.2 Zelené stěny

Další možnou úpravou prostředí může být zelená stěna. Zelené stěny se staly oblíbenými hlavně v městských oblastech, protože dokáží zlepšit kvalitu ovzduší, spotřebovávají oxid uhličitý, vytvářejí kyslík a zachycují prach. Jsou vhodné i ke zlepšení tepelné izolace budov, pohlcují hluk a podporují duševní zdraví. Výzkumy zjistily, že rostliny v okolí mohou snížit stres a zvýšit produktivitu až o 15 % (Dřevostavitel 2023).

Zelené stěny můžeme rozlišit z několika hledisek: stěny podle způsobu osázení a stěny podle způsobu zavlažování.

Stěny podle způsobu osázení jsou buď „přírodní“ - takové, které v podstatě zarostou samy například břečťanem. Druhou možností jsou stěny, které jsou speciálně navrženy dřevěné konstrukce tak, aby udržovaly vegetaci se následně osazují vhodnými rostlinami umístěnými v truhlících, nebo ve speciálních panelech. V tomto typu provedení je snazší a rychlejší případné odstranění rostliny, která špatně prospívá, nebo úplně odumřela (Dřevostavitel 2023). Nejvhodnější je osázet stěnu takovými rostlinami, které se snadno udržují a vyžadují minimální zavlažování.

Podle způsobu zavlažování můžeme rozlišit stěny s ručním zavlažováním, se samozavlažovacím potrubním systémem, nebo zvolíme hydroponický systém.

Samozavlažovací potrubí musí být napojeno na zdroj vody, nádrž, ze které může být systémem hadiček přivedena voda k jednotlivým rostlinám. U každé rostliny je tryska, která kapénkovou závlahou zajišťuje dostatek vody pro rostlinu. Ideálně je systém napojený na automatické samozavlažování.

Hydroponický systém je metoda pěstování rostlin bez použití půdy. Místo zeminy se používají roztoky, nebo materiály bohaté na živiny. Voda cirkuluje v uzavřeném oběhu, je čerpána z nádrže a ta která není nespotřebována se vrací zpět a používá se znovu. Jedná se o takzvanou recirkulaci vody. Nevýhodou je, že voda ubývá vlivem spotřeby rostlinami a odparem způsobeným okolní teplotou, takže je nutné vodu doplňovat (Pěstík.cz 2022).



Obrázek č. 25: Budova Ministerstva zdravotnictví a Ministerstva práce a sociálních věcí (foto Hlaváčková 2023).

Na obrázku číslo 26 a 27 můžeme vidět nákres úpravy stěny budovy, na kterou je připevněna dřevěná konstrukce, která drží sadbové panely pro rostliny. Do panelů může být navedena závlaha pomocí kapénkové závlahy buď z lokálního zdroje, nebo z podzemní nádrže na vodu. Další možností je kapénková závlaha napojená na dešťový svod, která by v případě srážek mohla využívat svod jako automatický zdroj vody pro rostliny. V panelech, jak je vidět na obrázku č. 26 je vytvořen otvor pro odvod přebytečné vody, který vede k panelům připevněným ve spodní řadě. Takto upravené panely zajistí nejen to, že rostliny nebudou přemokřené a budou tak mnohem lépe prospívat, ale v případě přebytku vody i zálivku nižších řad panelů.

Na obrázku č. 27 je pro lepší představu vyobrazena část budovy již „pokrytá“ vegetací v panelech a část kde je zatím jen stěna připravená k osázení. Přebytečnou vodu je opět možno odvádět rovnou do stávající kanalizace, nebo v lepším případě do podzemní nádrží a využít jí pro závlahu další vegetace.



Obrázek č. 26: Pohled z boku (vlastní kresba Hlaváčková 2023).
 Obrázek č. 27: Pohled zepředu – osázené panely postupně přecházejí do ještě neosázených panelů (vlastní kresba Hlaváčková 2023).

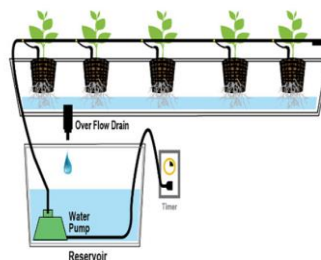
Legenda k obrázku číslo 26:

Pohled z boku: 1) sadbový panel, 2) odtok přebytečné vody v panelu svedený do nižšího panelu, 3) přívod vody (je možné napojit na svod dešťové vody)

Legenda k obrázku č. 27:

Pohled zepředu: 1) osázené panely, 2) prázdné panely, 3) neosázená stěna, 4) osázená stěna, 5) přívod vody, 6) svod dešťové vody

Na obrázku číslo 28 je pro zajímavost znázorněn systém hydroponického zavlažování.



Obrázek č. 28: Hydroponický systému (zdroj Pěstík. cz 2022)

Vhodné rostliny pro zelené stěny:

- Zimolez (*Lonicera*)
- Podražec (*Aristolochia*)
- Vistárie (*Wisteria*)
- Aktinidie (*Actinidia*)
- Plamének (*Clematis*)



Zimolez otáčivý



Podražec



Vistárie



Aktinidie



Plamének

Obrázky č. 28–32: rostliny vhodné pro zelené stěny (zdroj: Obrázky Google)

Zimolez (*Lonicera*)

Zimolezy poutají pozornost hlavně díky svým exoticky vyhlížejícím květům, které příjemně voní. Květy mohou mít žlutou, bílou, růžovou, ale i oranžovou barvu. Pro zelené stěny je nejvhodnější druh *Lonicera caprifolia* a *Lonicera periclymetum*.

Podražec (*Aristolochia*)

Pnoucí dřevina, liána, s nenápadnými drobnými květy láká spíše svými listy, které mají srdčitý tvar a krásně zelenou barvu. Listy svou velikostí zajišťují pevný kompaktní pokryv stěny. Může dosáhnout až tři metry šířky a osm metrů délky.

Vistárie (*Wisteria*)

Jsou to dřevnaté liány s hrozny květů fialové barvy, které krásně splývá a dotváří nádherný koberec který rostlina dokáže na stěně vytvořit. Může se vyšplhat až do 20 metrů a 10 m šířky. Rostliny vyžaduje pravidelný řez, aby později neovládla celý prostor, včetně střechy domu, u kterého je vysazena.

Aktinidie (*Actinidia*)

Popínavá dřevina. Rostlina pocházející z Asie, kterou spíše známe pod názvem Minikiwi. Velmi zajímavá, okrasná rostlina, která přiláká spoustu užitečného hmyzu. U nás nevymrzá. Jsou poměrně užitelsky nenáročná a samosprašná.

Plamének (*Clematis*)

Popínavá dřevina, která patří mezi nejrozšířenější rostlinu po celém světě mírného klimatu. Může dorůst až do délky 10 m. Vytváří krásnou i když ne úplně nepropustnou stěnu. Velké množství nádherných květů různých tvarů a barev, se po odkvětu promění v nadýchané

chomáčky lehoučkého, velmi dekorativního chmýří. Nejvhodnějším kultivarem je asi Clematis Montana, nebo Clematis tangutica (Bohdalová 2014).

15.3 Vodní kořenová čistírna

Jednou z možností, jak zadržet a využít dešťovou vodu je vybudování vodní kořenové čistírny. VKČ zvládne vyčistit vodu od nečistot, zlepšit kvalitu životního prostředí ve svém, okolí, díky rostlinám, kterými je osázena je domovem různých bezobratlých živočichů. Kvetoucí rostliny jsou zdrojem potravy pro opylovačů, zachycují prach a mají kladný vliv na psychiku obyvatel. Vodní hladina díky odparu spolu s odparem z rostlin ochlazuje své okolí. V souhrnu celkově významně zlepšuje VKČ životní prostředí. V současné době patří k nejrozšířenějším způsobům řešení VKČ s horizontálním prouděním.

VKČ tvoří obdélníková, čtvercová, nebo kruhová jímka hloubky 1,2 až 1,4 m, oddělená od podloží těsněním z vhodných jílových materiálů, nebo fólií. Při návrhu VKČ je rozhodující stanovení základních návrhových parametrů, to je objemu plochy, hydraulické zatížení a doby zdržení. Půdorysné uspořádání vyplývá z místních podmínek, zejména terénních a požadavku rovnoměrného proudění po celé VKČ. Kromě pravidelného půdorysného uspořádání lze navrhnout i nepravidelné uspořádání, ale je nezbytné posouzení a vyhodnocení vtoků a výtoků, které rozhodují o rovnoměrném rozdělení průtoků a tím o výsledném čistícím účinku. Nepravidelné tvary navrhujeme nejčastěji jako okrasná zařízení k čištění odpadních vod malých producentů, jako například restaurací, hotelů a podobně.

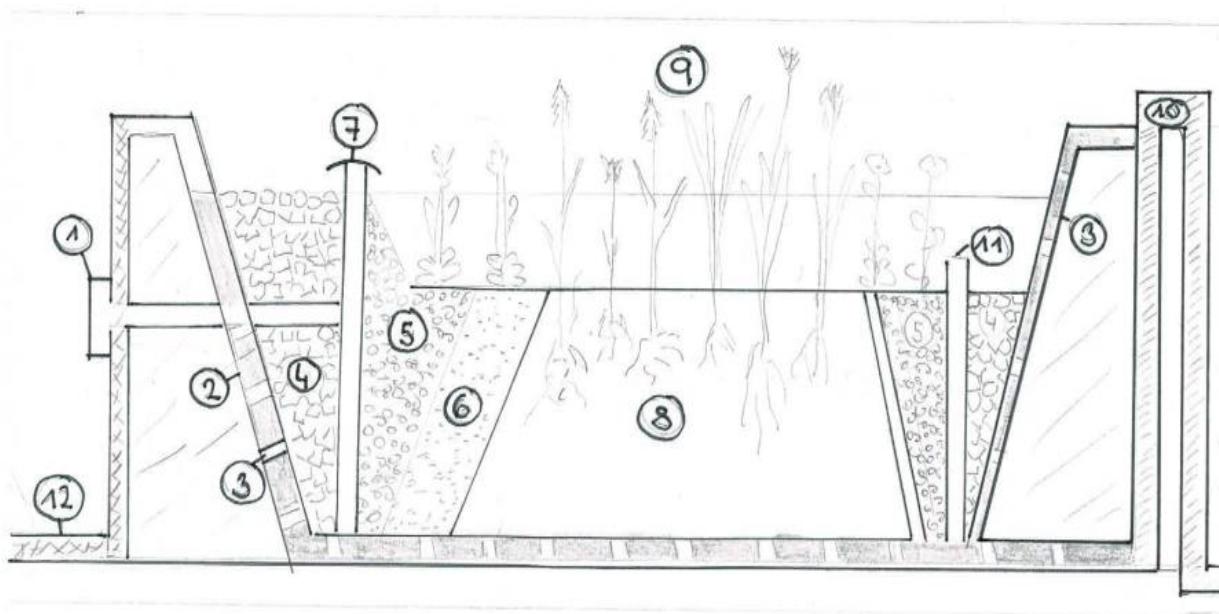
Vodu, která je vyčištěná díky bakteriím v kořenovém systému můžeme dále zachytávat do nádrží a používat pro zalévání okolních stromů a dalších rostlin.

Na obrázku číslo 33 vidíme obrovský nevyužitý prostor Zítkových Sadů. Orámován je vzrostlými stromy a květinovými záhony, které jsou umístěné v betonových obrubnicích tvořících velké květináče. Prostor je doplněn růžovými záhony ze všech stran ústředního prostoru. Největší prostor, který je pokryt z velké části trávnikem v současné době slouží hlavně pro venčení psů. Tráva je udržována sekáním na velmi krátkou délku. Taková úprava je sice velmi praktická, ale z pohledu snahy o ochlazení okolního prostoru naprosto nevhodná. Není zde žádný vhodný prostor pro hmyz, nebo drobné obratlovce, trávnik samotný se v teplých dnech velmi rychle zahřeje a hrozí jeho vysychání.

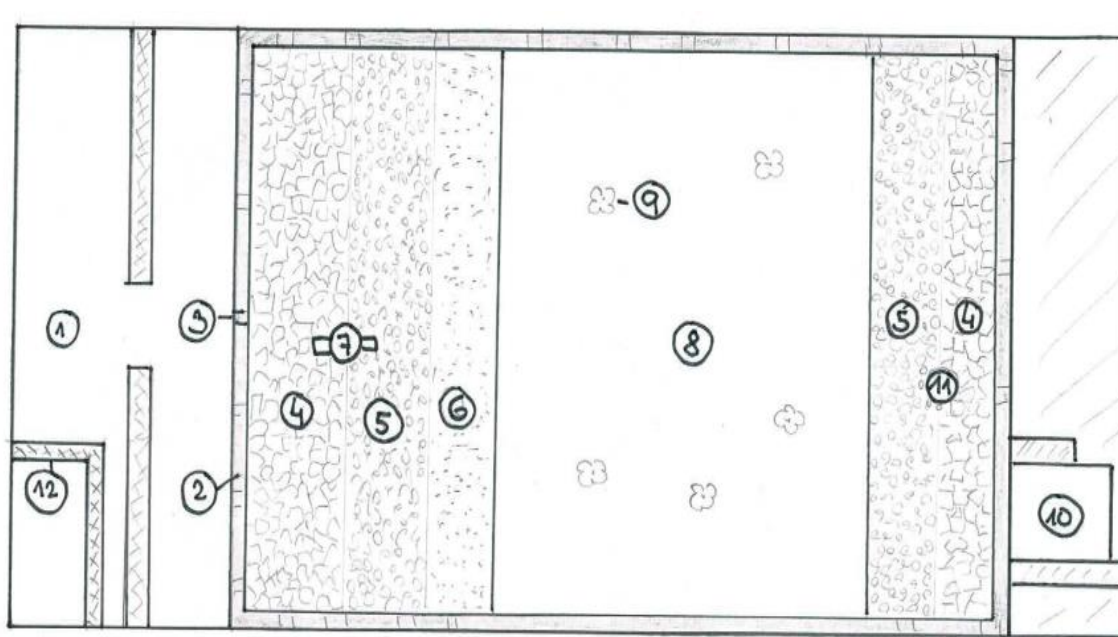


Obrázek č. 33: Aktuální stav středu plochy Zítkových Sadů (foto: Hlaváčková 2023).

Na obrázku číslo 34 vidíme náčrtek pohledu z boku na vodní kořenovou čistírnu odpadních vod. Odpadní voda je vedena přes drenážní vrstvu, která zachytí nejhrubší nečistoty do vlastního filtračního prostoru. Vzhledem k velikosti a různorodosti povrchu VKČ slouží tento prostor zároveň jako domov různých malých živočichů a hmyzu. V kořenovém systému rostlin můžeme najít mikroorganismy, které pomáhají rozložit nečistoty obsažené ve vodě a tím jí vyčistit. Voda, která projde celým systémem může být odvedena do místní aktuální kanalizace anebo zachycena do podzemních nádrží a sloužit k zalévání další vegetace.



Obrázek číslo 34: Schéma VKČ pohled z boku (vlastní kresba Hlaváčková 2023).



Obrázek číslo 35: Schéma VKČ pohled shora (vlastní kresba Hlaváčková 2023).

Legenda k obrázku číslo 34 a 35:

- 1) přívod vody, 2) krycí ochranná geotextilie, 3) výtokové otvory, 4) štěrk, 5) minerální filtr,
- 6) písek, 7) vertikální větrací šachta, 8) vlastní filtrační prostor, 9) rostliny, 10) odpadní Potrubí, 11) revizní šachta, 12) vyrovnávací nádrž

Rostliny vhodné pro VKČ:

- Rákos obecný (*Phragmites australis*)
- Chrastice (lesknice) rákosovitá (*Phalaris Baldingera arundinacea*)
- Orobinec úzko a širokolistý (*Typha angustifolia, latifolia*)
- Skřípinec jezerní (*Schoenoplectus lacustris*)
- Zblochan vodní (*Glyceria maxima*)

Rostliny s vyšší estetickou hodnotou, vhodné pro doplňkové výsadby na kořenových čistírnách:

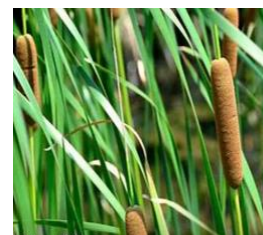
- Puškvorec obecný (*Acorus calamus*)
- Kosatec žlutý (*Iris pseudacorus*)
- Šmel okoličnatý (*Butomus umbellatus*)



Rákos obecný



Chrastice rákos.



Orobinec



Skřípinec jezerní



Zblochan vodní

Obrázky č. 36–40 rostliny vhodné pro VKČ (zdroj: Obrázky Google)

Rákos obecný (*Phragmites australis*)

Vzhledem ke schopnosti mohutného růstu podzemních částí až do hloubky 1,5 m je rákos nejčastěji využívanou rostlinou zvláště pro větší kořenové čistírny. Je to vytrvalá tráva, která v našich klimatických podmínkách dosahuje výšky až 4 m. Z jedné rostliny se může vytvořit hustě zapojený porost pokrývající plochu několika m². Je schopen dobře přenášet kyslík do substrátu. Je velmi citlivý na povrchové zaplavení v prvním měsíci po výsadbě a nesnáší pravidelné kosení.

Chrastice (lesknice) rákosovitá (*Phalaris Baldingera arundinacea*)

Univerzální tráva pro využití ve vegetačních čistírnách. Velmi dobře vegetuje v hrubozrnných substrátech. Dosahuje výšky až 2 m. Má mohutně vytvořený kořenový systém, který zasahuje do hloubky 0,2 – 0,3 m. Je značně tolerantní ke znečištění vody i promrzání. Nesnáší dlouhodobé zatopení, slané půdy a solemi bohatou vodu.

Orobinec úzko a širokolistý (*Typha angustifolia, latifolia*)

Orobince jsou považovány za velmi vhodné rostliny pro VKČ. Jsou velmi odolné, schopné růst za různých podmínek prostředí a snadno se rozmnožují. Oddenky se rozrůstají horizontálně v povrchových vrstvách substrátu. Vytvářejí hustou spleť výhonků dlouhých 0,6 – 1 m. Mohou dosahovat výšky až 2,5 m. Jsou vhodné do odpadních vod s vysokým obsahem organických látek. Celkem dobře snáší nižší hladinu spodní vody, zvládá teploty od -10 –do 30 st C.

Skřipinec jezerní (*Schoenoplectus lacustris*)

Roste na pokraji stojatých a mírně tekoucích vod, v tůních a příkopech, nachází se i v brakických vodách a slaniskách. Tvoří obvykle složku rákosin. Dorůstá výšky 0,8 – 3 m. Dobře snáší hlubší vodu.

Zblochan vodní (*Glyceria maxima*)

Nachází se všeobecně jako význačná složka pobřežních rákosin. Dosahuje výšky 0,5 – 2,5 m. Sestupuje i do hloubek kolem 50 cm. Je-li příznivá mírná zima, pak svou vegetaci téměř nepřerušuje (Kočková et al. 1994)

15.4 Návrh úpravy Zítkových sadů

Návrh úpravy prostoru Zítkových sadů vidíme na obrázku číslo 43. Jedná se o vlastní návrh, kresbu. Na obrázku můžeme vidět zvyrazněné červené a černé oblasti. Zatímco černé odkazují na stávající květinové záhony, stromy a živý plot, červená barva znázorňuje možné úpravy a doplnění o vodních plochy. Vyznačeno je i umístění podzemních retenčních nádrží pro dočasné zachycení vody a přepady které k nim vodu přivádí a odvádění z nich dále do vodní kořenové čistírny. Pro úplnou představu je na obrázku naznačena i podzemní kanalizace a směr, kterým je jeho pomocí odváděna přebytečná voda.

Na zdi budov je možné připevnit zelené stěny (1), které mohou být zalévány pomocí kapénkové závlahy. Pro zalévání lze případně využít i dešťovou vodou, kterou by bylo možno k rostlinám přivést při vhodné úpravě dešťových svodů (3) přímým napojením na kapénkovou závlahu. Zelenou stěnu vytvoříme pomocí dřevěné konstrukce a na ní připevněných sadbových panelů, jak je znázorněno na obrázku číslo 26. Panely osázené vhodnými rostlinami, při správné údržbě, postupně pokryjí celou stěnu budovy. Postupné osazování je vidět na obrázku číslo 27. Takto vytvořená stěna má velmi pozitivní vliv na ochlazení vnitřních prostor, tlumí hluk, zachytává prach a v případě správné údržby má i velkou estetickou hodnotu. Obě budovy, které se nacházejí v těsné blízkosti Zítkových sadů jsou poměrně vysoké a poskytují tak hodně prostoru pro vybudování zelené stěny i dostatek prostoru pro potřebnou závlahu.

Návrh možné úpravy je podrobněji znázorněn na obrázcích číslo 26 a 27. V případě nedostatku srážek je možné rostliny zalít pomocí již existujícího a v současné době používaného vodovodu.

Na stěnu volně navazuje dešťový záhon (2), který je umístěný podél obou budov. Voda do něj je svedena pomocí dešťových svodů (3), jak je vidět i na obrázku číslo 16 a 17. V těsné blízkosti záhonu se nachází stávající, betonovými obrubníky ohraničený záhon (6), který by se při menší úpravě mohl napojit na dešťový záhon a využívat vodu, která v něm bude obsažena. Dešťový záhon funguje jako samovsakovací mělké jezírko, díky kterému se v něm zadržená voda pomalu vsakuje do země. Tuto vláhu by mohly využít i rostliny v již zmíněném květinovém záhonu i kdyby k úpravám obrubníku nedošlo. V případě déle trvajících dešťů, by do DZ bylo svedeno velké množství vody, které by mohlo přesáhnout jeho kapacitu. Tento přebytek vody, může být přepadem sveden do podzemních retenčních nádrží (4) a dále do Vodní kořenové čistírny (8). Z podzemních nádrží by bylo možné čerpat vodu i pro zalévání stávající vegetace a stromů. (11 a 12).

Do VKČ může být voda přivedena buď přímo z dešťových svodů, anebo tak jak je naznačeno na obrázku č.36, přepadem z podzemních nádrží. Vodu z nádrže lze přečerpávat také například ponorným čerpadlem podle potřeby. Přepad je napojený na přívod vody do VKČ, kde voda volně pokračuje do vlastního prostoru kořenové čistírny. Za pomoci hrubého šterku, minerálních filtrů a kořenového systému vhodně osázené vegetace dojde k vyčištění vody od nečistot.

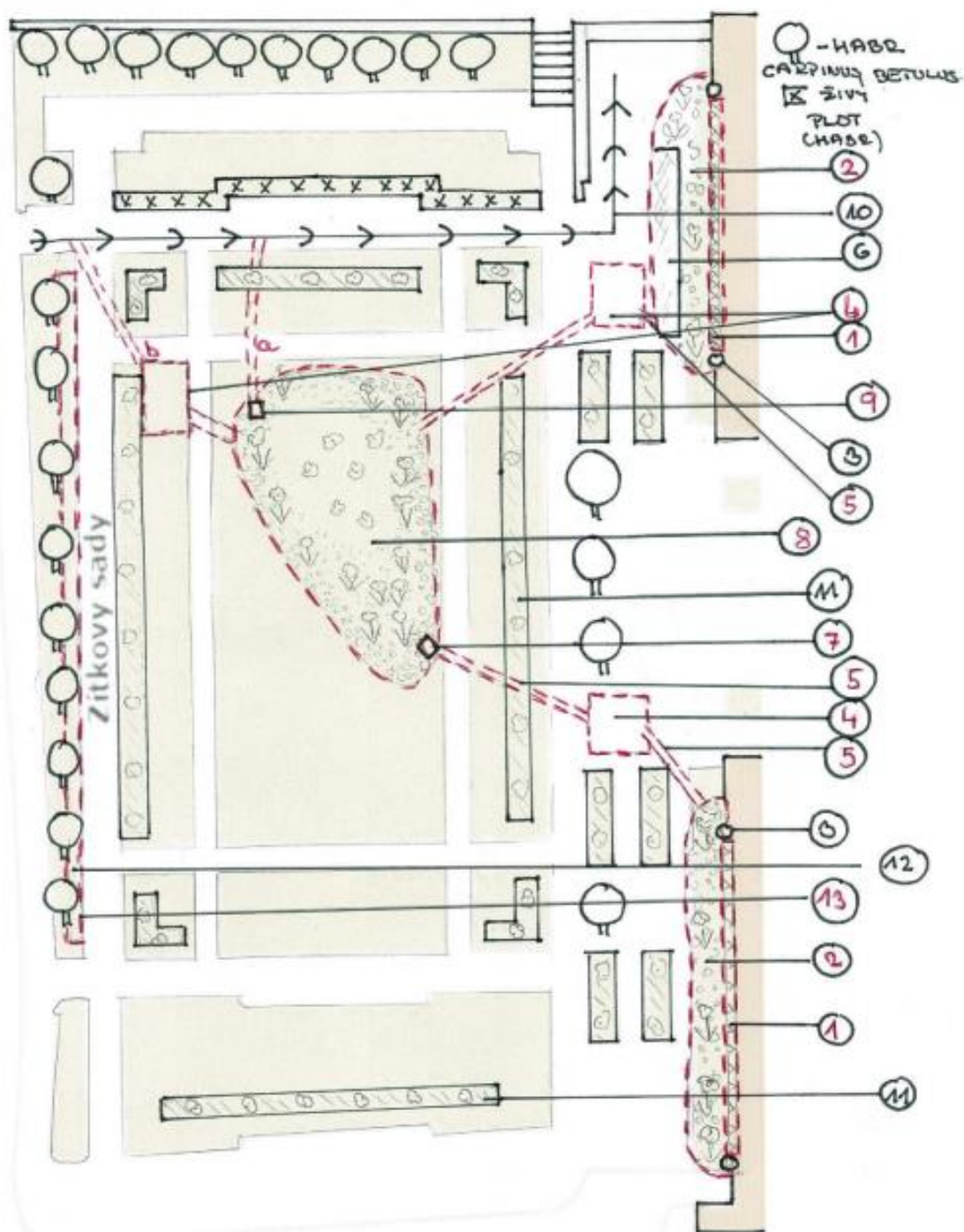
Přebytečná voda, je na obrázku odvedena do kanalizace (10) odpadním potrubím. Pro dočasné zachycení předčištěné vody, z VKČ, která by jinak byla svedena do kanalizace rovnou, můžeme rovněž použít další retenční podzemní nádrž na vodu a z ní následně čerpat vodu pro závlahu stávající vegetace.

Stromy i keře, které se v Zítkových Sadech nacházejí patří k charakteristickým rysům tamního prostoru. V zájmu bezpečnosti všech návštěvníků, kteří se často pohybují v jejich blízkém okolí, je nutné stromy pravidelně kontrolovat po zdravotní stránce. Někdy mohou být stromy napadené různými chorobami, poškozené vlivem větru, nebo vandalismem. Také mohou mít dutinu uprostřed kmene a nastává nebezpečí polomů a ohrožení lidí, nebo poškození majetku v případě, že se odlomí část stromu, v horším případě strom spadne na zem celý.

Silně poškozené stromy by bylo nutné nahradit novými. Problém by mohl nastat v případě, že stávající stromy by trpěly nějakou chorobou, která se špatně, nebo dlouhodobě léčí. Choroby by se mohla rychle přenést i na nově vysázené stromky. V takové situaci je asi nejlepším řešením jako náhradu zvolit jiný druh stromů, než jsou habry, aby k přenosu nedošlo.

V případě obnovy stávajících stromů (12), které jsou vysázeny podél silnice, by bylo možné zvolit Buk (*Fagus*), který je Habrům podobný a nenarušil by se tak celkový dojem. Jako další variantu druhu stromu na obnovu můžeme zvolit například Lípu malolistou-srdčitou (*Tilia cordata*). K tomuto stromořadí by bylo možné vysázet ve stejné linii živý plot z jiných druhů keřů. Spolu se stávajícími stromy by pomohl zmírnit prašnost, ztlumit hluk, poskytnout stín trávou osetému prostoru, ve kterém budou vysázené. Svým vodním odparem také

dopomohou k ochlazení okolního prostoru a poskytnou útočiště různým bezobratlým živočichům.



Obrázek číslo 41: Návrh úpravy Zitkových Sadů (vlastní kresba Hlaváčková 2023).

Legenda k obrázku č. 41: 1) Zelená stěna, 2) Dešťový záhon, 3) Dešťový svod, 4) Retenční nádrž na vodu (RN), 5) Přepad do a z RN 6) Květinový záhon – stávající 7) Přívod vody do VKČ, 8) VKČ, 9) Odpadní potrubí z VKČ, 10) Kanalizační potrubí - stávající 11) Růžové záhony - stávající, 12) Stromořadí – stávající (13) Nový živý plot

Pro živý plot, nejen v případě, že bychom chtěli doplnit stávající stromořadí podél komunikace, je vhodné použít například: Buk (*Fagus*), Jilm sibiřský (*Ulmus pumila*), nebo Ptačí zob zlatolistý (*Lingstrum vicary*), které řadíme mezi opadavé. Pokud bychom chtěli použít nepadavé druhy můžeme si vybrat například mezi Cesmínou ostrolistou (*Ilex aquifolium*), Hlohyní šarlatovou (*Pyracantha coccinea*), nebo Bobkovišní lékařskou (*Prunus lauroceras*)



Buk



Lípa malolistá (srdčitá)

Obrázek č. 42: Stromy vhodné pro obnovu stromořadí (zdroj: Obrázky Google)



Buk – živý plot



Jilm sibiřský

Obrázky č. 43–44: Opadavé keře vhodné pro živý plot (zdroj: Obrázky Google)



Hlohyně šarlatová



Ptačí zob zlatolistý



Cesmína ostrolistá



Bobkovišeň lékařská

Obrázky č 45–48: Neopadavé keře vhodné pro živý plot (zdroj: Obrázky Google).

Buk (*Fagus*)

Buk je opadavý strom s hladkou kůrou, který dorůstá do výšky až 40 m. Je rozšířen především v mírném pásu severní polokoule, některé druhy přesahují i do horských oblastí tropů a subtropů. Popsáno je asi 10 druhů. Často je pěstován v řadě různých kultivarů a jako okrasná a parková dřevina. V našich podmínkách výborně prosperuje. Jako soliterní strom bývá dominantou celého prostoru.

Lípa mlolistá – srdčitá (*Tilia cordata*)

Lípa je označována jako náš národní strom. Je to statný listnatý, medonosný strom, který dorůstá výšky až 30 m a přiláká svými květy velké množství opylovačů. V našich podmínkách prospívá velmi dobře, vyžaduje pohostinná, nebo slunečná stanoviště. Je to velmi odolný strom, který bohužel moc nesnáší zasolení.

Jilm sibiřský (*Ulmus pumila*)

Opadavý velmi oblíbený keř, který pochází ze střední Asie. Nenáročný na pěstování. Dorůstá do výšky až 3 m. Je vhodný i pro menší zahrady. Vytváří hustý porost, který i v zimě plní svou úlohu v případě živého plotu. Lépe prospívá na slunečném stanovišti s vlhčí půdou.

Hlohyně šarlatová (*Pyracantha coccinea*)

Nenáročný, nepravidelně větvený neopadavý keř, který má trny. Je vhodná do živých plotů, ale i jako samostatná rostlina potěší nejen svým vzhledem. Lze ji využít i jako popínavou rostlinu. Může dorůst výšky až 3 m.

Ptačí zob zlatolistý (*Lingstrum vicary*)

Patří mezi nejznámější dřeviny, které jsou často využívány na živé ploty. Roste poměrně pomalu a dorůstá výšky kolem 2-3 m. V zimě neopadá.

Cesmína ostrolistá (*Ilex aquifolium*)

Stálezelený keř, oblíbený jako okrasná dřevina. Může dorůst běžně do výšky 2 – 10 m jako solitér. Lépe prospívá ve vlhčích půdách v polostínu. Nevadí jí ani slunečné stanoviště. Vytváří hustý porost s ostnatými listy.

Bobkovišeň lékařská (*Prunus laurocerasus*).

Neopadá, oblíbená okrasná dřevina mírného podnebného pásu. Má mnoho kultivarů. Samostatně není nejvýraznější, lépe vynikne ve skupině nebo jako součást živého plotu. Prospívá lépe na slunném až polostinném stanovišti, kde dorůstá až 1 m.

16. Diskuze

Jedním z nejdůležitějších předpokladů pro existenci života na zemi je dostatek vody (Lieblová 2017). Dnes jsou otázky ohledně zachování a zlepšení životního prostředí mnohem lépe chápány a vnímány, než dříve (John et al. 2019). Města jsou nucena se adaptovat na klimatické změny. Přes polovinu obyvatel ČR žije ve městech s více než 1500 obyvateli (Andre 2020). Suché rovné povrchy a plochy ve městech, absorbují velké množství slunečního záření a tím dochází k přehřátí nejen jich samotných, ale i jejich blízkého okolí. To vše spolu s dalším ohřevem například od klimatizačních jednotek, různých strojů a energií, nebo dopravou způsobuje vznik tepelných mostů. (Dostálová 2021). Rozsáhlé zpevněné plochy ve městech zabraňují po dešti vsáknutí vody do země. Systémem podzemních kanálů odtéká voda co nejrychleji do řeky a její setrvání v krajině se počítá na hodiny (Kraus 2020). Takto odtéká zhruba 50 % dešťové vody z města bez užitku (Ander 2020).

16.1 Zelenomodrá infrastruktura

V dřívějších dobách byly prvky zelenomodré infrastruktury ve městech využívány spíše kvůli estetické stránce. V současné době již vnímáme její mnohem podstatnější úlohu, kterou může plnit. Zelenomodrá infrastruktura je přístup, který se snaží propojit urbanizované prostředí a zelené otevřené prostory tak, aby bylo co nejvíce využito všech ekosystémových služeb, které nabízí (John et al. 2019). Opatření hospodaření s dešťovou vodou jsou primárně realizována za účelem zlepšení hospodaření s dešťovou vodou v zastavěném území obce. Mají také řadu dalších vedlejších pozitivních efektů, mezi které řadíme například odpar vody, regulace množství vody, snižování hluku, snižování okolní teploty, zlepšení mikroklimatu, pozitivní psychologický dopad na obyvatele. Všechna tato pozitiva se souhrnně nazývají ekosystémové služby (Sýkorová et al. 2021). Ekosystémové služby jsou tedy nástrojem, který nám nabízí sama příroda ke zlepšení kvality nejen našeho života, ale životních podmínek všeho živého kolem nás. Podporuje odolnost ekosystémů, zmírňují následky změn klimatu ve městech, zlepšují podmínky pro biodiverzitu a velmi pozitivně působí na lidskou psychiku. Výhodou vhodně a správně využitých prvků ZMI je i to, že jejich hodnota se při správné údržbě časem nesnižuje, ale spíše stoupá. Postupem času dojde k automatickému propojení užitě vegetace a tím selepší a mnohdy i znásobí její pozitivní účinek na své okolí.

Zelené plochy uvnitř městské zástavby, jejich množství a kvalita, zásadním způsobem ovlivňují kvalitu života ve městech. Zeleň i vodní prvky plní funkci estetickou, rekreační a především ekologickou. Z ekologického hlediska je pro kvalitu života ve městech významná produkce kyslíku, schopnost vegetace zachytávat prach a absorbovat hluk a schopnost snižování teplotních extrémů. (Dimoudi 2003). Aby vegetace plnila námi požadovanou funkci, je podstatné, aby byla zdravá. Zdravá vegetace a primárně stromy dokáží svou korunou zastínit povrch pod sebou a zachytí část odpařované vody z povrchu pod sebou. Voda ve formě páry

se vrátí zpět na povrch a tím dochází k ochlazení i blízkého okolí stromu. Ve svých kořenech poskytuje „útočiště a domov“ různým bezobratlým živočichům, kteří rozkladem různých částic v půdě dodávají do půdy tolik potřebné živiny. Výhodou stromů je i fakt, že pokud jeho blízké okolí je schopno vsáknout a pokud možno po nějaký čas zadržet vodu, není potřeba strom zalévat. Jinými slovy řečeno, vhodnou úpravou povrchu kolem stromů prvky, které usnadní zasakování vody ušetříme pitnou vodu. Strom, který má dostatek vody dobře prospívá, roste, nepodléhá snadno chorobám a neláme se.

16.2 Návrh úpravy Zítkových sadů

Vznik Zítkových sadů sahá daleko do historie. Při návrhu úpravy pozemku bylo přihlíženo k současnému konceptu celého prostoru. Vysázené kultivary vzácných habrů, které oddělují opticky celý prostor od blízké komunikace a Palackého nábřeží je důležité, pokud možno, zachovat a udržet tak návaznost na historii. Přínos stromořadí celému prostoru je velmi podstatný i z ekologického pohledu. Ochlazují prostředí díky evapotranspiraci, zachytávají velké množství prachových částic, tlumí hluk, při větrném počasí zmírňují proudění vzduchu a tím i další víření již usazeného prachu. Z estetického hlediska krásně rámuje celý prostor a dodávají místu pocit klidu a místa vhodného pro odpočinek.

Navržené úpravy pozemku zahrnují nejen zelené stěny nejlépe na obou budovách, ale také vodní záhony vhodně umístěné podél budov. Úprava je zakončena návrhem umístění vodní kořenové čistírny v současné době prakticky nevyužívaného trávníku. Pod zemí jsou umístěny retenční nádrže, které mohou zadržet na určitý čas přebytečnou vodu. Tato voda může nahradit při zalévání pitnou vodu, která je v současné době k těmto účelům využívána.

16.3 SWOT analýza

Pro lepší přehlednost kladů a záporů vypracovaného návrhu můžeme použít přiloženou SWOT analýzu.

16.3.1 Pozitivní stránky a příležitosti

Za jednoznačně pozitivní efekt této úpravy můžeme považovat celkově kladný vliv na životní prostředí, estetický a ekologický dopad veškerých navrhovaných opatření. Dešťová voda, která by jinak byla svedena rovnou do kanalizace a odvedena pryč z pozemku je využita k zalévání zelených stěn, které dokáží ochladit vnitřek budovy, které již nebudou do sebe akumulovat sluneční záření v tak velké míře jako doposud, sníží jinak dovnitř pronikající hluk a odparem vody zvlhčí své okolí.

Dešťová voda je současně svedena do dešťového záhonu, ve kterém se na nějaký čas pozdrží a následně se pomalu vsakuje do půdy. Díky substrátu, kterým se vsakuje, a kořenovému systému rostlin, se voda pročistí od případných nečistot. Pomalý však zajistí dostatek času nejen pro rostliny přímo v DZ, ale i pro květiny vysázené ve květinovém záhonu,

kteře jsou v současné době v jeho těsné blízkosti. Tím se může ušetřit pitná voda, která je v současné době pro zalévání využívána. Odpar z vodní plochy DZ ochlazuje své okolí. Rostliny i vodní plocha jsou místem, kde najdou útočiště bezobratlí živočichové. Květy vysázených květin poskytnou pyl pro opylovače a tím vším je vhodně podpořen i rozvoj biodiverzity, která je velmi důležitá pro celkově správné fungování ekosystému.

Samozřejmě můžeme očekávat při příchodných deštích velké množství vody ve velmi krátkém čase. Tato řekněme „přebytečná“ voda může být zachycena na nějaký čas v podzemních retenčních nádržích a využita v době, kdy je dešťové vody nedostatek. Vodu můžeme dále navést do VKČ, kde podobně jako v DZ, jen ve větší míře a po delší čas, bude voda zachycena. Díky substrátu a mikroorganismům v kořenech rostlin, bude vyčištěna od nečistot. Zadržovaná voda se bude pomalu vsakovat do půdy a tím poskytne potřebnou vláhu okolní vegetaci, stromům, keřům, ale i trávniku, který jinak velmi rychle v horkých dnech usychá. Odpar z tak velké plochy podstatně ochladí své okolí. Kvetoucí rostliny budou poskytovat pyl, v kořenech se zabydlí mikroorganismy, v trsech trávy najdou útočiště bezobratlí. Vznikne další ideální prostor pro rozvoj biodiverzity. Z estetického a psychologického hlediska může VKČ působit velmi pozitivním dojmem. Ve výsledku teda dojde ke zlepšení ekosystémových služeb a tím i ke zlepšení pozitivního vlivu na psychiku obyvatel. Celý prostor bude působit na své návštěvníky klidným, tichým dojmem, vhodným pro tak nutnou relaxaci v dnešní uspěchané době.

16.3.2 Slabé stránky a hrozby

Negativní stránky návrhu poukazují na ekonomické náklady ohledně údržby a vybudování nových vegetačních ploch. Problémem v daném území mohou být inženýrské sítě. Nutnost respektovat ochrannou vzdálenost, omezuje prostor pro kořenový systém hlavně stromů. Hrozbu mohou znamenat převážně nezodpovědní občané svým jednáním, které ovšem žádný projekt nemůže ovlivnit a záleží na osobní odpovědnosti každého z nás.

SWOT ANALÝZA	
SILNÉ STRÁNKY	PŘÍLEŽITOSTI
Využití dešťové vody Estetický dopad Ekologický dopad Zmírnění prašnosti Snížení hluku Ochlazení okolí a budov	Kvalitní využití plochy Zvýšení zádržnosti vody Zvýšení biodiverzity Snížení nákladů na zalévání Vytvoření pracovní pozice Vytvoření biotopu
SLABÉ STRÁNKY	HROZBY
Nutná údržba Náklady na údržbu Náklady na pořízení Nutnost dodržet bezpečnostní vzdálenosti v blízkosti inženýrských sítí.	Možnost poškození vandalismem. Možnost znečištění vandalismem. Nebezpečí úrazu při nezodpovědném chování občanů. Hrozba poškození inženýrských sítí, při neodborném zásahu.

17. Závěr

Cílem této diplomové práce bylo vypracovat návrh na úpravu a případnou obnovu Zítkových Sadů, které se nacházejí v Praze 2. Jedná se o úpravu, kterou by se zvýšila jejich ekologická i estetická hodnota. V návrhu bylo přihlíženo nejen k aktuálnímu stavu pozemku, ale i k současné úpravě sadů. Součástí návrhu jsou nově vybudované zelené stěny zalévané pomocí kapénkové závlahy napojené na dešťové svody. Dešťové záhony, které jsou umístěné u dešťových svodů a volně navazují na již existující záhony růží. Růže tak díky svému kořenovému systému mohou využívat vodu, která bude po nějaký čas automaticky zadržena v prohlubních dešťových záhonů a bude se pomalu vsakovat do půdy ještě po několik dnů po dešti. Uprostřed travnatého pozemku, který je v současné době udržován a sekán jen na pár cm délky travního porostu, a tím je velmi ohrožen přehřátím během slunečných dnů, bude vybudována vodní kořenová čistírna. Její přínos pro celé okolí i čistotu vody, která bude filtrována pomocí kořenového systému vhodně vysazených rostlin, je značný. Mezi vodními plochami jsou podle návrhu pod povrchem umístěny retenční nádrže, které mohou dočasně zachytit přebytečnou dešťovou vodu. Tato voda může být využívána k zalévání veškeré dostupné vegetace namísto využívání pitné vody.

Takto upravená plocha Zítkových sadů by získala zhruba 1300 m² nové zeleně a vodních ploch v závislosti na velikosti úprav. Navrženými změnami můžeme dosáhnout nejen nižší prašnosti, ale i zvlhčení a ochlazení okolního vzduchu. Zvýší se biodiverzita, zlepší se celkově mikroklima blízkého okolí. Prostor v současné době málo využívaný by se mohl stát příjemným zákoutím vhodným k odpočinku a relaxaci. Místem, kam se budou lidé rádi vracet.

18. Literatura

- 1) Ander M. 2021. Města se přehřívají. Řešením je efektivnější využití dešťovky.
- 2) Addo-Bankas O, Zhao Y, Vymazal J, Yuan Y, Fu J, Wei T. 2021. Green walls. A form of constructed wetland in green buildings. *Ecological Engineering* 169.
- 3) Bennett C, Jones A, 2018. *Environmental Research*. The health benefits of the great outdoors: A systematic review and meta-analysis of greenspace exposure and health outcomes **166**:628-637.
- 4) Bohdalová Z. 2014. Rostliny vhodné pro zelené střechy. *Moje bydlení*. Available from *Rostliny vhodné pro zelené stěny | MOJE Bydlení (moje-bydleni.com)* (accessed July 2023).
- 5) Boušková A. 2021. Modrozelená infrastruktura: Jak s ní pracovat, aby sloužila svému účelu. *ABS Portal.cz* **3**.
- 6) Cmíralová K. 2020. Jak zmírnit sucho i povodně v jednom? Řešením je modrozelená infrastruktura. *Zahradní architektura, Praha*. Available from *JAK ZMÍRNIT SUCHO I POVODNĚ V JEDNOM? ŘEŠENÍM JE MODROZELENÁ INFRASTRUKTURA. | ZAHRADNÍ ARCHITEKTURA (k2n-landscape.com)* (accessed January 2023).
- 7) České stavby.cz. 2008. Inženýrské sítě: základní rady, trocha pojmů a slangu. *České stavby, České Budějovice*. Available from *Inženýrské sítě: základní rady, trocha pojmů a slangu - ČESKÉSTAVBY.cz (ceskestavby.cz)* (accessed December 2022).
- 8) ČHMÚ. 2015. Úvod do problému klimatické změny. ČHMÚ, Praha. Available from *CCweb studie pro MŽP (chmi.cz)* (accessed July 2023).
- 9) ČHMÚ. 2022. Úvod do problému klimatické změny. ČHMÚ, Praha. Available from http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klimazmena/files/cc_chap01.pdf >. (accessed January 2023).
- 10) ČHMÚ. 2023. Územní srážky. ČHMÚ, Praha. Available from *Portál ČHMÚ: Historická data : Počasí : Územní srážky (chmi.cz)* (accessed January 2023).
- 11) ČÚZK. 2023. Státní správa zeměměřictví a katastru. ČÚZK, Praha Available from *ČÚZK – Úvod (cuzk.cz)* (accessed February 2023).

12)ČHMÚ. 2015. Změna klimatu. ČHMÚ, Praha. Available from Portál ČHMÚ: Historická data: Počasí: Změna klimatu: Základní informace (chmi.cz) (accessed July 2023).

13)da Silva J M C & Wheeler. 2017. Ecosystems as infrastructure. *Perspectives in Ecology and Conservation* **15**:32-35.

14)Dimoudi A, Nikolopoulou M. 2003. Vegetation in the urban environment: microclimatic analysis and benefits. *Energy and buildings* **35**:69-76.

15)Dostálová J et al. 2021. Zelené střechy. Souhra architektur s přírodou. Grada Publishing a.s., Praha.

16)Dřevostavitel Brno. 2023. Zelená stěna není jen kouzlem zahradníků. Co byste měli vědět, než si jí necháte postavit doma. Dřevostavitel, Brno. Available from Zelená stěna není jen kouzlem zahradníků. Co byste měli vědět, než si ji necháte postavit doma (drevostavitel.cz) (accessed July 2023).

17)EARCH.cz. 2015. Městské jezero/Zítkovy sady. artEcho s.r.o., Praha. Available from Katalog | EARCH.cz (accessed February 2023).

18)EARCH.cz. 2015. Městské jezero/Zítkovy sady. artEcho s.r.o., Praha. Available from Katalog | EARCH.cz (accessed February 2023).

19)Ekolist.cz. 2022. Čeští vědci připravili pro města návod, jak si poradit s vysokými teplotami v ulicích. BEZK, Praha. Available from Čeští vědci připravili pro města návod, jak si poradit s vysokými teplotami v ulicích - Ekolist.cz (accessed January 2023).

20)Encyklopedie Prahy 2. 2020. Zítkovy sady (Nové Město). Městská část Prahy 2, Praha. Available from Zítkovy sady | Encyklopedie Prahy 2 (praha2.cz) (accessed February 2023).

21)Encyklopedie Prahy 2. 2020. Zítkovy sady (Nové Město). Městská část Prahy 2, Praha. Available from Zítkovy sady | Encyklopedie Prahy 2 (praha2.cz) (accessed February 2023).

22)EPA.2022. Americká agentura pro ochranu životního prostředí. EPA. Available from Americká agentura pro ochranu životního prostředí | Americká agentura EPA (accessed December 2022).

23)Felt M. 2018. Úbytek podzemních vod = problém s pitnou vodou, 21.Století.

24)Filipendula s.r.o. 2022. Rostliny pro kořenovou čistírnu. Kořenovky – užívané rostliny. Available from Rostliny pro kořenovou čistírnu (korenova-cisticka.cz) (accessed July 2022).

- 25) Firehock K. 2010. A Short History of the Term Green Infrastructure and Selected Literature 1.
- 26) GEOportal. 2023. mapové aplikace. GEOportál, Praha. Available from Mapové aplikace | Geoportál hl. m. Prahy (geoportalpraha.cz) (accessed January 2023).
- 27) Globe24.cz. 2022. Vědci připravili doporučení, která mají pomoci městům zvládat horké vlny. INCORP.a.s. Available from Vědci připravili doporučení, která mají pomoci městům zvládat horké vlny | Globe24.cz (accessed January 2023).
- 28) Hagen B. 2016. Policy and Communication. Public perception of Climate Change. Routledge, USA.
- 29) Husák Š, Čížková-Končalová H. 1992. Účelové kultivace vodních a mokřadních rostlin. Botanický ústav ČSAV, Třeboň.
- 30) Husák Š, Lukavská J, Čížková-Končalová H. 1994. Množení, výsadba a ošetřování porostu na kořenových čistírnách. Botanický ústav ČSAV, Třeboň.
- 31) IPR Praha Geoportál. 2021. Digitální technická mapa Prahy 2021, IPR Praha. Available from Mapové aplikace | Geoportál hl. m. Prahy (geoportalpraha.cz) (accessed February 2023).
- 32) IPR Praha Geoportál. 2021. Digitální technická mapa Prahy 2021. IPR Praha. Praha, Available from Mapové aplikace | Geoportál hl. m. Prahy (geoportalpraha.cz) (accessed February 2023).
- 33) Jaga Media ASB. Available from Města se přehřívají. Řešením je efektivnější využití dešťovky | ASB Portal (asb-portal.cz) (accessed december 2022).
- 34) John H, Marrs C, Neubert M. 2019. Příručka zelené infrastruktury. Technická univerzita, Drážďany.
- 35) Jurečka M et al. 2015. Stručně o vodě v České republice. MZe, Praha.
- 36) Kickuth R. 1981. Abwasserreinigung in mosaikmatrizen aus aeroben und anaerobenteilbezirken. Grundlagen der Abwasserreinigung, R. Oldenbourg, München.
- 37) Kočková E, Kříž P et al. 1994. Obnova venkova – vegetační kořenové čistírny odpadních vod. MZem., Praha.

- 38) Kočková E, Kříž P et al. 1994. Obnova venkova – vegetační kořenové čistírny odpadních vod. MZEm, Praha.
- 39) Kolektiv autorů. 2015. Stručně o vodě v České republice. Ministerstvo zemědělství, Praha 1:39.
- 40) Kraus M. 2022. Jak udržet vodu ve městech? Zakra.cz. Available from Jak udržet vodu ve městech? Pomohou zelené plochy i retenční nádrže (zakra.cz) (accessed July 2022).
- 41) Kraus M. 2020. Jak funguje retenční nádrž na dešťovou vodu? ZAKRA. Available from Jak funguje retenční nádrž na dešťovou vodu? – ZAKRA (accessed July 2022).
- 42) Kraus. 2022. Jak udržet vodu ve městech? Pomohou zelené plochy i retenční nádrže. Zakra, Plzeň. Available from Jak udržet vodu ve městech? Pomohou zelené plochy i retenční nádrže (zakra.cz) (accessed December 2022).
- 43) Lieblová D, Matěja Z. 2017. Klimatické změny a hrozba nedostatku vody v České republice. Available from Klimatické změny a hrozba nedostatku vody v České republice (upce.cz) (accessed August 2022).
- 44) Lukavská J, Husák Š, Čítková-Končalová H. 1992. Množení, výsadba a ošetřování porostu na kořenových čistírnách. Botanický ústav ČSAV, Třeboň.
- 45) Martinovský P. 2009. Sekuritizace hrozby nedostatku vody v České republice. Obrana a strategie 2:28.
- 46) Marvalová J. 2016. Význam vegetace v utváření klimatických charakteristik v městské zástavbě [MSc. Thesis]. Jihočeská univerzita, České Budějovice.
- 47) Melounová M. 2012. Problematika zdrojů podzemních vod a jejich ochrana při zásobování pitnou vodou. vakinfoc. Available from Problematika zdrojů podzemních vod a jejich ochrana při zásobování pitnou vodou – vakinfo.cz (accessed December 2022).
- 48) Ministerstvo pro místní rozvoj. 2022. Přístup k přírodě ve městech zlepšuje zdraví a zvyšuje blahobyt. Dotace EU, Praha. Available from Dotace EU – Přístup k přírodě ve městech zlepšuje zdraví a zvyšuje blahobyt (accessed January 2023).
- 49) Mirzael P A, Haghghat F. 2010. Approaches to study urban heat island—abilities and limitations. Building and Environment 45:2192-2210.

- 50)MŽP. 2022. Podzemní vody. MŽP, Praha. Available from Podzemní vody-Ministerstvo životního prostředí (mzp.cz) (accessed December 2022).
- 51)MŽP. 2022. Sucho a nedostatek vody. MŽP, Praha. Available from Sucho a nedostatek vody – Ministerstvo životního prostředí (mzp.cz) (accessed from July 2022).
- 52)Nemuchovská M. 2021. Jak na dešťový záhon. Úžasná zahrada. Available from Jak na dešťový záhon ÚŽASNÁ ZAHRADAÚŽASNÁ ZAHRADA (accessed July 2022).
- 53)Peterková J, Michalčíková M, Novák V, Slávik R, Zach J, Korjenic A, Hodná J, Raich B. 2019. The influence of green walls on interior climate conditions and human health. ResearchGate **282**:1.
- 54)Pěstík.cz. 2022. Hydroponie pro začátečníky. Pěstík s.r.o. Available from Hydroponie pro začátečníky - Pěstík.cz (pestik.cz) (accessed December 2022).
- 55)Pipelife Czech s.r.o. 2022. Inženýrské sítě. Pipelife Czech s.r.o., Available from Inženýrské sítě (pipelife.cz) (accessed from february 2023).
- 56)Rychlíková E. 2009. Stromy ve městech. EnviWeb, Kolín. Available from Stromy ve městech (pohled hygienika) - EnviWeb (accessed February 2023).
- 57)Říha J. 1987. Voda a společnost. SNTL, Praha.
- 58)Sedláčková. 2022. Založte si dešťový záhon. Zadrží vodu v zahradě a bude se v něm dařit kosatcům, primalivling. Available from Založte si dešťový záhon. Zadrží vodu v zahradě a bude se v něm dařit kosatcům | Prima Living (iprima.cz).
- 59)Středová H, Bokwa A, Dobrovolný P, Krédl Z, Krahula L, Litschman T, Pokorný R, Rožnovský J, Středa T, Vysoudil M. 2011. Mikroklima a mezoklima měst, mikroklima porostu. Český hydrometeorologický ústav, Praha.
- 60)Středová H, Bokwa A, Dobrovolný P, Krédl Z, Krahula L, Litschmann T, Pokorný R, Rožnovský J, Středa T, Vysoudil M. 2021. Mikroklima a mezoklima měst, mikroklima porostu. Český hydrometrický ústav, Praha.
- 61)Suchara I. 1993. Význam a funkce zeleně v tvorbě a ochraně životního prostředí. Doivup.upol.cz, Mělník.
- 62)Sýkorová M et al. 2021. Voda ve městě. Česká technika – nakladatelství ČVUT, Praha.

- 63) Sýkorová M et al. 2021. Voda ve městě. Metodika pro hospodaření s dešťovou vodou ve vazbě na zelenou infrastrukturu. ČVUT, Praha.
- 64) Šrytr P. 2001. Městské inženýrství (2), Accademia.
- 65) Taha H. 1997. Urban climates and heat islands: albedo, evapotranspiration, and anthropogenic heat. *Energy and buildings* **25**:99-103.
- 66) Vítěk J. 2021. Mezinárodní konference o hospodaření s dešťovou vodou. The epoch times, Praha. Available from Mezinárodní konference o hospodaření s dešťovou vodou (epochtimes.cz) (accessed December 2022).
- 67) Voogt J A, Oke TR. 2003. Thermal remote sensing of urban climates. *Remote sensing of environment* **86**:370-384.
- 68) VÚMOP. 2023. Půda v mapách. VÚMOP, Praha. Available from Půda v mapách (vumop.cz) accessed January 2023).
- 69) Vymazal J. 2004. Kořenové čistírny odpadních vod. ENKI o.p.s., Třeboň.
- 70) Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i. 2023. Půda v mapách (vumop.cz), Praha. Available from Půda v mapách (vumop.cz) (accessed February 2023).
- 71) Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i. 2023. Půda v mapách (vumop.cz), Praha. Available from Půda v mapách (vumop.cz) (accessed February 2023).
- 72) Weatherbase. 2023. Praha. Weatherbase. Available from Praha, Česká republika Průměrné počasí na cesty (Weatherbase) accessed February 2023).
- 73) Weatherbase. 2023. Weatherbase, Praha. Available from Praha, Česká republika Průměrné počasí na cesty (Weatherbase) accessed February 2023).
- 74) Yang J, Wang Z, Kaloush K E. 2015. Environmental impacts of reflective materials: Is high albedo a 'silver bullet' for mitigating urban heat island?, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* **47**:830-843.

19. Seznam vložených tabulek:

Tabulka č. 1 Přehled úhrnu srážek v letech 1995–2015.....	12
---	----

20. Seznam vložených grafů:

Graf č.1 Průměrná nejnižší a nejvyšší teplota v Praze	40
Graf č. 2 Průměrný počet dnů a množství srážek v Praze	40

21. Seznam použitých obrázků:

Obrázek č. 1: Schéma tepelného ostrova města – průběh teplot během dne a noci	16
Obrázek č 2: Rozhraní mezi střešním pláštěm a vegetačním souvrstvím	29
Obrázek č.3: Správná funkce vegetačního souvrství	30
Obrázek č. 4: Svod dešťové vody z neozeleněných ploch	30
Obrázek č. 5 Ukázka vegetace na zelených stěnách	31
Obrázek č. 6 a 7: Ukázky dešťových záhonů (Úžasná zahrada 2021).....	34
Obrázek č. 8: Základní schémata likvidace dešťových vod (Kočková et al. 1994).....	35
Obrázek č. 9: Letecký snímek Zítkových sadů	37
Obrázek č. 10: Klimatický region, dlouhodobá průměrná ztráta půdy	38
Obrázek č. 11: Retenční vodní kapacita půd, Maximální přípustné hodnoty faktoru ochranného vlivu vegetace a protierozních opatření	38
Obrázek č. 12: Inženýrské sítě v Zítkových sadech.....	39
Obrázky č. 13-15: Aktuální stav pozemku v místě u vchodu do metra.....	42
Obrázek č. 16: Průřez vodním záhonem – boční pohled	42
Obrázek č. 17: Vodní záhon pohled shora.....	43
Obrázky č. 18–24 rostliny vhodné do dešťových záhonů	44
Obrázek č. 25: Budova Ministerstva zdravotnictví a Ministerstva práce a sociálních věcí ...	46
Obrázek č. 26: Pohled z boku.....	47
Obrázek č. 27: Pohled zepředu – osázené panely postupně přecházejí do ještě neosázených panelů.....	47
Obrázek č. 28: Hydroponický systému	47
Obrázky č. 28–32: rostliny vhodné pro zelené stěny.....	48
Obrázek č. 33: Aktuální stav středu plochy Zítkových Sadů	49
Obrázek číslo 34: Schéma VKČ pohled z boku	50
Obrázek číslo 35: Schéma VKČ pohled shora	50
Obrázky č. 36–40 rostliny vhodné pro VKČ	51
Obrázek číslo 41: Návrh úpravy Zítkových Sadů.....	54
Obrázek č. 42: Stromy vhodné pro obnovu stromořadí	55
Obrázky č. 43–44: Opadavé keře vhodné pro živý plot	55
Obrázky č 45–48: Neopadavé keře vhodné pro živý plot	55

