

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Katedra rozvojových a environmentálních studií



**Střešní zahrady — jejich environmentální
aspekty, rizika a potenciál v ČR**

Lenka Tomečková

Bakalářská práce

V oboru Environmentální studia a udržitelný rozvoj

Vedoucí práce: Mgr. Lenka Voleníková

Olomouc 2019

Prohlášení

Já, Lenka Tomečková, prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně pod odborným vedením Mgr. Lenky Voleníkové. Veškerou použitou literaturu jsem uvedla v seznamu citovaných zdrojů.

V Olomouci dne 8. 4. 2019

.....

Lenka Tomečková

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala především vedoucí své bakalářské práce Mgr. Lence Voleníkové za trpělivost, ochotu a cenné rady. Dále bych chtěla poděkovat všem, kteří mě v psaní podporovali.

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI
Přírodovědecká fakulta
Akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Lenka TOMEČKOVÁ**
Osobní číslo: **R16331**
Studijní program: **B1301 Geografie**
Studijní obor: **Environmentální studia a udržitelný rozvoj**
Název tématu: **Střešní zahrady - jejich environmentální aspekty, rizika a potenciál v ČR**
Zadávací katedra: **Katedra rozvojových a environmentálních studií**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Tato práce se zaměřuje na jednu z forem městského zemědělství - fenomén střešních zahrad, konkrétněji na jejich environmentální výhody i nevýhody, rizika a bezpečnost. V městském prostředí zastupuje zahrada roli přírody a krajiny, kterou větší města postrádají. Městu nabízí střešní zahrada mnoho výhod - například snižuje teplotu budov, nebo pohlcuje smog. Navíc v dnešní době, kdy se lidé více zajímají o své okolí, a o kvalitu a původ svých potravin, mohou být střešní zahrady skvělým řešením při snaze jíst zdravěji, lokálně, nebo bez odpadu, jelikož lze dané potraviny vypěstovat v bezprostřední blízkosti. Celá práce je rozdělena na dvě části. První část popisuje historii střešních zahrad a její environmentální aspekty. Druhá část se věnuje praktickému výzkumu, který je zaměřen na povědomí obyvatel větších českých měst o daném tématu a jejich postoje.

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah pracovní zprávy: **10 - 15 tisíc slov**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:

BOHUSLÁVEK, Petr. Vegetační střechy a střešní zahrady. 2. Praha: Dektrade, 2009.

CLARK Corrie, ADRIAENS Peter, TALOT F.Brian: Green Roof Valuation: A Probabilistic Economic Analysis of Environmental Benefits. Michigan: Department of Civil and Environmental Engineering, 2007.

ŠIMEČKOVÁ, Jana a Irena VEČEŘOVÁ. Zelené střechy: naděje pro budoucnost. Brno: Svaz zakládání a údržby zeleně, 2010.

WERTHMANN, Christian. Green Roof: A Case Study: Michael Van Valkenburgh Associates' Design For the Headquarters of the American Society of Landscape Architects. 2007.

Vedoucí bakalářské práce: **Mgr. Lenka Voleníková**
Katedra rozvojových a environmentálních studií

Datum zadání bakalářské práce: **10. dubna 2018**
Termín odevzdání bakalářské práce: **13. dubna 2019**

L.S.

doc. RNDr. Martin Kubala, Ph.D.
děkan

doc. RNDr. Pavel Nováček, CSc.
vedoucí katedry

V Olomouci dne 11. května 2018

Abstrakt

Cílem této bakalářské práce je nastínit hlavní environmentální problémy měst v současné době a jejich možné řešení pomocí střešních zahrad. Pozornost se věnuje i střešnímu zemědělství. V práci je také popsána historie a využití střešních zahrad v minulosti. V praktické části je pak zkoumán postoj občanů ČR ke střešním zahradám a potenciál jejich realizace.

Klíčová slova

Střešní zahrady, environmentální problémy ve městech, vegetace ve městech

Abstract

The aim of this bachelor thesis is to outline the main environmental problems of cities and their possible solution using roof gardens. Attention is also paid to rooftop agriculture. The thesis also describes the history and use of roof gardens in the past. In the practical part, there are examined attitudes of the Czech citizens to roof gardens and potential of rooftop garden implementations.

Key words

Rooftop gardens, environmental problems in cities, vegetation in cities

Obsah

Seznam obrázků, tabulek, grafů a příloh.....	9
Seznam zkratk.....	9
Definice odborných pojmů.....	10
Úvod	12
Cíle.....	13
Metody	13
1 Environmentální problémy měst.....	15
1.1 Špatné hospodaření s dešťovou vodou	15
1.2 Znečištění ovzduší a městský tepelný ostrov (UHI).....	16
1.3 Hlukové znečištění.....	18
1.4 Nízká biodiverzita	19
2 Historie střešních zahrad	20
2.1 Střešní zahrady před naším letopočtem.....	20
2.2 Střešní zahrady našeho letopočtu	21
2.3 20. století.....	22
2.4 Střešní zahrady v českých zemích.....	24
2.5 Současnost	25
3 Role střešních zahrad při řešení městských environmentálních problémů	26
3.1 Pozitivní vlastnosti zelených střech	26
3.1.1 Ekologické hospodaření s vodou.....	28
3.1.2 Snižování teploty a městského tepelného ostrova.....	29
3.1.3 Produkce kyslíku a kvalita ovzduší	30
3.1.4 Snižování hlučnosti.....	31
3.1.5 Zelená střecha jako nový biotop, zvyšování biodiverzity.....	33
3.2 Negativní aspekty zelených střech	34

3.3 Městské zemědělství na střechách.....	35
4 Potenciál střešních zahrad v ČR — praktická část	37
4.1 Metodologie	37
4.1.1 Výzkumné otázky a struktura dotazníku	37
4.1.2 Sběr dat	38
4.2 Výsledky praktické část.....	39
4.2.1 Plochy vhodné pro realizaci střešních zahrad	39
4.2.2 Legislativa ČR	40
4.2.3 Formy podpory	40
4.2.4 Analýza postojů občanů ČR	41
4.3 Shrnutí výzkumu a diskuse	45
ZÁVĚR	46
Seznam použité literatury a internetových zdrojů.....	47
Přílohy.....	52

Seznam obrázků, tabulek, grafů a příloh

Seznam obrázků

Obrázek 1 Vybrané primární látky znečišťujících vzduch a jejich zdroje v roce 2015.....	17
Obrázek 2 Hundertwasserův stromový nájemník a zelená střecha.....	23
Obrázek 3 Návrh nejrozsáhlejší zelené střechy světa	25
Obrázek 4 10 způsobů boje proti hluku sestavené Evropskou komisí.....	32
Obrázek 5 Ukázka z mapy potenciálu zelených střech v Praze.....	39

Seznam tabulek

Tabulka 1 Vybraní původci hluku a jejich hladina	18
Tabulka 2 Výhody a ekosystémové služby zelených střech	27
Tabulka 3 Rozložení respondentů v závislosti na velikosti obce.....	41
Tabulka 4 Ochota respondentů vlastnit střešní zahradu	42
Tabulka 5 Odpovědi respondentů na otázky o vlivu a budoucnosti střešních zahrad	44

Seznam grafů

Graf 1 Pozitiva střešních zahrad dle respondentů	43
Graf 2 Negativa střešních zahrad dle respondentů	43

Seznam příloh

Příloha 1 — struktura dotazníku	52
---------------------------------------	----

Seznam zkratk

ČR — Česká republika

EU — Evropská Unie

GSA — General Services Administration = správa obecných služeb

UHI — Urban Heat Island = městský tepelný ostrov

UV — Ultraviolet = ultra fialové záření

WHO — World Health Organisation = světová zdravotnická organizace

Definice odborných pojmů

Střešní zahrady — pojem budeme chápat jako jakoukoliv formu vegetace na všech typech střech (nejedná se tedy výhradně o střechy ploché, ale i šikmé). V práci je možné pojem zaměnit s pojmy ozeleněná střecha, vegetační střecha, zelená střecha.

Albedo — odrazivost slunečního záření

Asimilace — proces transformace vstupních látek na látky potřebné pro příjemce (živý organismus)

Biotop — místo výskytu určitého organismu

Baktericidní — ničící bakterie

Bakteriostatický — bránící růstu mikrobů

Beta diverzita — určuje rozdílnost diverzity mezi jednotlivými společenstvy

Ekosystémové služby — přínosy, které poskytují ekosystémy lidem

Extenzivní ozelenění — trvalý a zapojený rostlinný kryt, samovolně se udržující, nepotřebuje větší vrstvy substrátu

Fyziognomie – zkoumá vzhled a podobnost

Habitat — viz biotop

Heterogenita — různorodost

Homogenita – stejnorodost

Intenzivní ozelenění — na rozdíl od extenzivního ozelenění je nutná vyšší vrstva substrátu, dá se realizovat pouze na plochých střechách. Lze zde pěstovat i náročnější rostliny a dřeviny.

Kultivar — vyšlechtěná odrůda rostliny

Monokultura – rozsáhlé porosty tvořeny jedním druhem rostliny

Periferie — okrajové, či odlehlé území

Tepelný ostrov (konkrétně městský tepelný ostrov) — oblast se zvýšenou teplotou způsobena především nahrazením původní vegetace městskou zástavbou či komunikacemi

Urbanizace — proces stěhování do měst

Úvod

S lidskou činností neustále ubývá zeleně ve městech, a přitom se čím dál více zastavuje přiléhající krajina. Je proto čím dál více potřeba hledat vhodná řešení k navrácení přírody do měst. Ta je prospěšná pro člověka ve více směrech, v městském prostředí především díky funkci kulturní, kdy nám poskytuje své estetické a rekreační služby. Z celkového hlediska má ale mnohem hlubší význam. Poskytuje nám potravu a vodu, dokáže regulovat podnebí, záplavy, nebo dokonce nemoci. Zeleň má pozitivní vliv na lidský organismus, neměli bychom tento fakt opomíjet, ale brát na něj ohled.

V městském prostředí je rozšiřování zeleně relativně složitý proces. Většina území je zastavěná a mnoho prostoru pro zeleň tu nezbývá. Vhodné řešení však poskytují střechy, které začaly hrát významnou roli v městské architektuře a udržitelném rozvoji poměrně nedávno. V této bakalářské práci se na ně podíváme z historického hlediska, jak se postupně vyvíjely a jakou roli hráli v určitém období. Důležité bude představit městské environmentální problémy, které se vyskytují čím dál častěji a do budoucna budou představovat stále větší problém. Jedná se především o městský tepelný ostrov, který utváří nepříznivé podmínky pro život ve městě v letním období, kdy se v centrech nachází teploty výrazně vyšší než na periferiích. Představeny budou i další problémy, jako je nízká biodiverzita či hospodaření s vodou a následně budou v práci znázorněny možná řešení těchto záležitostí pomocí střešních zahrad.

Po stanovení kladných i záporných stránek střešních zahrad se zaměříme na jejich potenciál v České republice. Zájem bude směřován na legislativu a možnosti podpory. Tyto poznatky budou doplněny vyhodnocením průzkumu, který zjišťoval, zda jsou obyvatelé ČR ochotni podílet se na realizaci, či následné údržbě zahrad na střeše.

Cíle

Hlavními cíli této práce je popsat nejčastější environmentální problémy měst a nastínit, jakým způsobem k jejich řešení mohou přispívat střešní zahrady. V teoretické části se práce dále zaměří na funkce střešních zahrad v minulosti a v současnosti, na popis jejich vlastností a benefitů. Cílem praktické části je zjistit potenciál střešních zahrad v České republice. Zaměříme se hlavně na postoje občanů ČR ke střešním zahradám a jejich ochotu vystavět/vlastnit zelenou střechu.

Záměrem této bakalářské práce tedy je

- Popsat environmentální problémy měst
- Charakterizovat funkce střešních zahrad v minulosti a dnes
- Objasnit roli střešních zahrad při řešení environmentálních problémů
- Popsat nevýhody střešních zahrad
- Stručně objasnit téma střešního zemědělství
- Zjistit potenciál střešních zahrad v ČR
- Zjistit postoje občanů ČR ke střešním zahradám

Metody

Základem teoretické části je rešerše, což je forma vyhledávání pravdivých, ověřených informací z věrohodných zdrojů. Na začátku práce bylo čerpáno z česky psaných tištěných publikací a knih, které byly relevantní k danému tématu a dohledatelné v knihovnách. V některých případech byly použity starší zdroje, jedná se ale o informace, které by měly být neměnné a stále platné. Následně po sepsání základních informací z těchto zdrojů byly vyhledány cizojazyčné odborné články na internetu, které práci výrazně obohatily a staly se hlavním zdrojem informací. Převážná část zdrojů byla dohledána přes Google Scholar a vědecké databáze Science Direct a SpringerLink.

Velká část vědecké literatury se většinou zaměřuje pouze na pozitivní aspekty střešních zahrad. Kritika dané problematiky se vyskytuje relativně málo. Tento fakt se odráží i v bakalářské práci, kdy je část věnující se nevýhodám poměrně kratší. Z obdobného důvodu

nejsou popsány rizika střešních zahrad, ty se navíc vyskytují převážně v architektonické sféře a nejsou tedy pro práci podstatné.

V práci se nevyskytují veškeré výhody střešních zahrad. Některé byly sloučeny v jedno téma z důvodu analogie, jiné byly vynechány z důvodu irelevantnosti k danému tématu bakalářské práce. Zvláštní pozornost je věnována kapitole *zemědělství na střeších*, jelikož daná problematika má rovněž spoustu kladů i záporů, které by se daly rozdělit do dílčích kapitol. Ze zadání práce může vyplývat, že bakalářská práce povede hlavně tímto směrem, tedy střešním zemědělstvím, a původně tomu tak i mělo být, v průběhu psaní a hledání vhodných zdrojů jsem však od tohoto tématu ustoupila a redukovala na jednu menší kapitolu. Důvodem bylo, že pro ČR není téma značně adekvátní. Střešní zemědělství se zavádí především ve větších městech, kde lidé nemají dostatek volné plochy k tradičnímu pěstování. V ČR je ovšem kolem měst mnoho zahrádkářských kolonií. Navíc je v ČR jen 6 velkoměst, a pouze Praha se může počtem obyvatel přesahujících 1 milion řadit k velkoměstům světovým. Není proto dle mého nutné tematiku na území ČR více rozebírat. Zaměřila jsem se proto raději na samostatné environmentální aspekty střešních zahrad. Prvním krokem pro zavedení střešních zahrad je jejich povědomí a znalost benefitů, či naopak negativ, proto je stěžejní částí této práce právě popis environmentálních aspektů.

Metodologie praktické části bude samostatně popsána v kapitole 4.1.

1 Environmentální problémy měst

Jak je známo, počet obyvatel se neustále zvyšuje. Podle statistik světové banky bylo v roce 2017 na naší planetě 7,53 milionů obyvatel (The World Bank, 2019). S vyšším počtem obyvatel stoupá i procento lidí žijících ve městech, což je příčinou neustálého růstu měst. Stavby tak následně pohlcují krajinu a ubírají cennou část přírody. Nejen urbanizaci, ale i řadu dalších lidských činností doprovází mnoho environmentálních problémů, které by se v krajině běžně nevyskytovali, nebo by je příroda zvládla vyřešit sama. Zastavěné plochy měst kladou překážku přirozenému koloběhu vody, termoregulaci, či automatickému zlepšování kvality ovzduší, přírodním habitatům a mnoho jinému. Všechny environmentální problémy bude potřeba do budoucna řešit. Ty nejhlavnější jsou popsány v následujících podkapitolách.

1.1 Špatné hospodaření s dešťovou vodou

Ve městech se vyskytují převážně nepropustné povrchy, tvrdé, neporézní, které znemožňují přirozené vsakování vody. Při deštích, hlavně v letním období, nebo při tání sněhu se tak voda hromadí a může docházet k přeplnění kanalizací, nebo k přívalovým povodním (GSA, 2011). Mimo jiné dochází i k erozi, sedimentaci, a především ke znečištění okolí a pitné vody vysokým obsahem škodlivých látek, jako například pesticidy, nebo zbytky ropy (Moran et al., 2005 in Oberndorfer 2007).

Pro odvádění dešťové vody (jejíž objem se může rovnat objemu dovážené vody) z městských nepropustných povrchů jako ze silnic, chodníků, nebo i běžných střech, je zpravidla používán kanalizační systém. To však může vést k silné degradaci vodních toků. Při větším dešti odtéká voda z kanalizací do řek, potoků a jiných vodních útvarů, čímž se mohou měnit mechanické vlastnosti kapalin¹ a dochází ke změnám kvality vody (Walsch et al., 2012).

Existuje několik návrhů pro udržitelné městské vodní hospodářství. Jako vhodný udržitelný příklad by se mohly zdát propustné dlažby, které se už delší dobu zavádí (hlavně na parkovištích), jsou zde ale problémy, které brání širšímu rozšíření. Tyto dlažby jsou drahé a zároveň mají tendenci ucpat se už během pár let. Běžnými udržitelnými systémy vodního hospodářství jsou různé bioretenční nádrže, filtrační systémy, vsakovací příkopy, nebo

¹ Mezi mechanické vlastnosti se obecně řadí pevnost, tvrdost, pružnost, tvárnost atd. U kapalin to pak může být viskozita, stlačitelnost, stálost objemu apod.

zadržovací systémy jako jezírka, či zabudované retenční systémy a jiné (Burkhard et al., 2000). Vhodné jsou i dotační programy, které podporují širokou veřejnost k účasti na lepším hospodaření s dešťovou vodou. V ČR je to například program Dešťovka (Dešťovka, 2017). Mezi hlavní překážky ve většině případů patří nedostatečné množství institucionálních odborníků, jakožto i nejednotné odpovědnosti jednotlivých subjektů² či nedostatečné technické standardy a jiné. Velkou překážkou pro zavedení udržitelného městského hospodaření s vodou jsou často také vysoké finanční náklady (Roy et al., 2008).

Jsou ale i města a státy náležitě hospodařící s vodou, jako například Švédsko, které již v roce 1999 zavedlo program *Udržitelné městské vodní hospodářství*, kde se snaží nejen o zlepšování zdraví a hygienických podmínek, ale hlavně o zachování a šetření přírodních zdrojů. Celý program byl rozdělen na 14 dílčích podprogramů, které jednotlivě řeší dílčí disciplíny jako úpravu pitné vody, čištění odpadů, hygienické aspekty, hodnocení rizik a další. Aby byl program úspěšný, byly stanoveny určité požadavky. Systém by tak měl být přizpůsoben lokálním podmínkám, měl by být funkční, flexibilní a snadno srozumitelný pro uživatele (Hellström et al., 2000).

1.2 Znečištění ovzduší a městský tepelný ostrov (UHI)

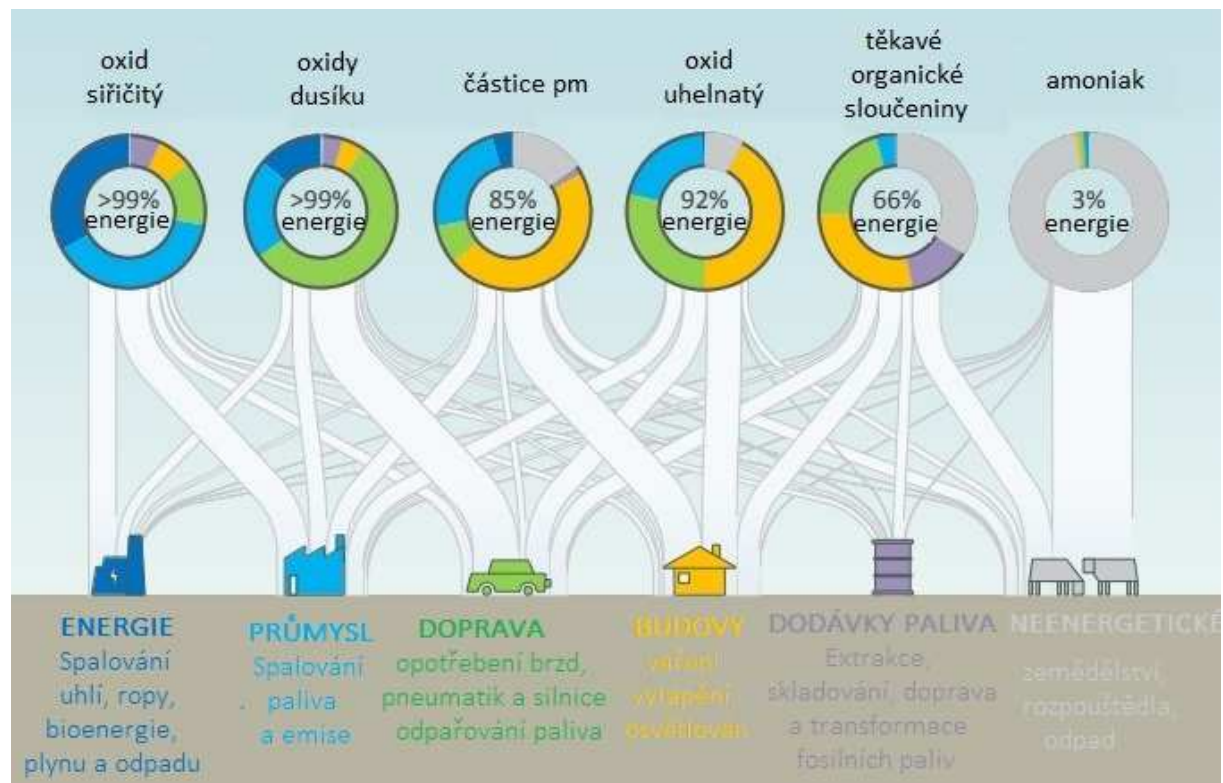
Znečištění ovzduší je závažný environmentální problém, který se vyskytuje v mnoha městech na světě. Podle International Energy Agency (2016) je znečištění ovzduší čtvrtým nejrizikovějším faktorem ohrožující lidské zdraví a také může být nebezpečné pro životní prostředí, nebo i zdravotní nezávadnost potravin (Mayer, 1999). Na obrázku č. 1 jsou zobrazeny nejčastější původci emisí a jejich následky. Největšími znečišťovateli ovzduší jsou dnes energetický průmysl (konkrétně těžba a spalování uhlí, či bioenergie) a motorová doprava³, která vypouští škodlivé emise po celém světě; dále elektrárny a průmysl. Nejvíce znečištěnými oblastmi jsou pak právě města, ve kterých se tyto činnosti shlukují (International Energy Agency, 2016). Vzniklé škodliviny spolu s antropogenním teplem, které s neustále se zvyšujícím počtem obyvatel postupně narůstá přispívá i k tvorbě městského tepelného ostrova, dále jen UHI (z anglického *urban heat island*). Jako tepelný ostrov se označuje oblast (nejčastěji ve větších městech) se zvýšenou teplotou způsobenou především

² V některých případech může více subjektů spravovat jedno povodí a každý může preferovat jiný přístup udržitelnosti.

³ Dnes se již vyrábí motorová vozidla šetrnější k životnímu prostředí, celkově ale nárůst využívání automobilové dopravy stoupá a tím stoupá i množství znečišťujících látek (Braniš, Hůnová, 2009).

nahrazením původní vegetace městskou zástavbou či komunikacemi. Přeměna půdy má za následek pozměněný tepelný tok, jeho hybnost a vlhkost. Je zde i zhoršená možnost

Obrázek 1 Vybrané primární látky znečišťujících vzduch a jejich zdroje v roce 2015



Zdroj: International Energy Agency (2016)

odpařování vody, která by jinak dopomohla k ochlazení vzduchu. Mimo přeměňování vzhledu městské půdy, způsobené urbanizací, přispívá k tvorbě UHI i spotřeba energie spojená s lidskou činností (například poptávka po klimatizaci v letním období) (Yan, Zhao, 2012). Tyto tepelné ostrovy rovněž podporují vyšší výskyt znečišťujících látek v městském ovzduší. Funguje to na základě tvorby inverzní vrstvy, která zabraňuje rozptýlení znečišťujících látek. Zvýšená teplota vzduchu usnadňuje produkci ozonu, která je hlavní složkou fotochemického smogu, vyskytujícího se v letních měsících (EPA, n.d.). V létě mohou být rozdíly teplot mezi centry větších měst a jejichmi periferiemi až 11 °C. V průběhu roku potom hodnota činí v průměru 1 až 2 °C. Tyto změny teplot způsobují stoupání teplejšího vzduchu, který s sebou nese i prachové částice, různé škodliviny a nečistoty, které následně vdechujeme (Čermáková, Mužíková, 2009). Některé polutanty se vyskytují přirozeně (například ty vzniklé při požáru, nebo výbuchu sopky) většina je však zapříčiněná antropogenní činností. Mezi takové patří hlavně oxidy síry a oxid uhelnatý, které vznikají při

spalování uhlí a fosilních paliv, dále oxidy dusíku pocházejících především z automobilové dopravy nebo z výroby energie (International Energy Agency, 2016), tyto oxidy mohou způsobovat smog i kyselé deště (GSA, 2011). Jako další škodliviny lze označit těkavé organické sloučeniny, aerosol, amoniak, nebo přízemní ozon atd. (International Energy Agency, 2016).

1.3 Hlukové znečištění

Kromě znečištění vody, nebo vzduchu, existuje i znečištění hlukem, na které se často zapomíná, nebo se mu nepřikládá velká váha. I přesto se jedná o významným zdravotním problémem (Stejskal, 2004). V roce 2017 bylo jen v Evropské unii přes 100 miliónů lidí žijících v hlučných oblastech, či jinak vystavených negativním aspektům hluku (European Commision, 2017). S vysokým hlukem se potýkají převážně lidé ve městech, jelikož právě zde se koncentruje řada činností, které hluk vytváří. Většina hluku je způsobena silniční dopravou, dopravou leteckou a železniční (Stejskal, 2004), dále také průmyslem a aktivní společnostmi. Vysoké frekvence hluku nám mohou způsobovat zhoršení kvality života, psychické problémy, výskyt větší míry zlosti, ale hlavně poškození sluchu (Jarosińska et. al. 2018) a spánku, které začíná už při hladině 40 dB. Při průměrných hladinách hluku přes 65 dB v nočních hodinách by nastaly problémy se spánkem přibližně u 15 % populace. Z následující tabulky lze vyčíst, že takovou situaci může způsobit třeba jen hlučná restaurace nebo vysavač. Lidé ve městech jsou tak často nedobrovolně vystaveni vysokému hluku. V tabulce č. 1 jsou uvedeny i jiné zdroje hluku a hladina zvuku pro jednotlivé faktory (Bhatia, 2014).

Tabulka 1 Vybraní původci hluku a jejich hladina

Původce hvuku	Hladina zvuku [dB(A)]
Tichá knihovna, šepot	30
Tichá místnost	40
Běžný rozhovor	60
Klimatizace	60
Vysavač, hlučná restaurace	70
Mírný provoz	75
Silný provoz	85
Motorka, nákladní doprava, sekačka na trávu	90-100
Popelářské auto	100

Motorová pila	110
Rockový koncert	120
Nouzové sirény	120
Sbírka	130
Výstřel	140

Zdroj: Bhatia (2014)

1.4 Nízká biodiverzita

Biodiverzita čili druhová rozmanitost se v současnosti kvůli lidské činnosti snižuje sto až tisíckrát rychleji oproti snižování biodiverzity způsobené pouze přírodními jevy a procesy. Biodiverzitu můžeme pozorovat na úrovni celosvětové, na území států nebo třeba jen určitých lokalit, jako třeba ve městech (Veronica, n.d.). V jednotlivých městech se pak může biodiverzita lišit, rozdílná je i v rámci samostatného města, vše záleží na jeho stáří, velikosti zastavění, a hlavně na početnosti zelených ploch (Beninde et al., 2015). Jejich podíl na celkové rozloze města se liší od 2 do 46 %⁴ (Fuller, Gaston, 2009). Obecně druhová rozmanitost zvířecích druhů blíže k centru klesá, počet rostlinných druhů se naopak zvyšuje. (McKinney, 2008). Ve městech se může snížená biodiverzita jevit jako menší problém než pokles biodiverzity v přírodě, nebo v přírodě blízkých stanovištích, nicméně mnoho lidí přichází do kontaktu s přírodou převážně ve městě, a to činí přírodu s jejími ekosystémovými službami v takových oblastech stále více potřebnou (Beninde et al., 2015). Měli bychom ji uchovávat především kvůli již zmíněným ekosystémovým službám, pro své estetické vlastnosti a mnoho dalšího (Dearborn, Kark, 2010).

Velkým problémem pro druhovou rozmanitost ve městech však bývají terénní úpravy a údržba vegetace, jako například stříhání křoví nebo odstraňování starého dřeva a výsadba monokulturních travin, což většině druhů živočichů nijak neprospívá. Naopak nemůžeme městům popřít, že jsou schopny nabídnout vysokou beta biodiverzitu díky většímu počtu menších stanovišť. Větší biodiverzitu mohou způsobovat i různé kultivary a nepůvodní druhy, které se v městských záhonech a parcích nacházejí častěji než v přírodě (McKinney, 2008), to je mimo jiné způsobeno i tím, že původní druhy nemusí být schopny vyrovnat se s velkými změnami životního prostředí v nejvíce zalidněných oblastech (Dearborn, Kark, 2010). Zde je

⁴ Fuller a Gaston (2009) zkoumali zazelenění v 386 evropských městech. Nejméně vegetace mělo italské město Reggio Calabria s 1,9 % zeleně na ploše města. Nejvíce pak Ferrol ve Španělsku (46 %), což je v dané zemi spíše výjimkou, jelikož se Španělsko řadí k zemím s méně ozeleněnými městy. Nejlépe jsou na tom severské země. Česká republika se řadí mezi průměr.

ale sporné, zda tyto nové nepůvodní rostlinné druhy přispívají zároveň i k živočišné heterogenitě. Například ve městě Adelaide v Austrálii sice zaznamenali nárůst rostlinných druhů o 46 % (v rozmezí let 1836-2002), ale počet ptáků za stejnou dobu klesl. (Tait et al., 2005 in McKinney, 2008). Jiné druhy mohou být zase invazivní, a ty jsou podle Millenium Ecosystem Assessment (2005) hlavními aktéry při snižování celosvětové biodiverzity. S jejich zavedením často přichází následky, jako změny kvality lokalit, nebo vytlačování původních druhů. Nejedná se ale o veškeré invazivní druhy, některým se naopak nedaří aklimatizovat a umírají. Svou roli také hraje množství druhů v lokalitě již vysázených. Pokud se na daném místě nachází méně druhů (stanoviště je homogenní), invazivní druh má větší prostor pro rozptyl, a naopak v heterogenním prostředí má více konkurentů, proto je menší pravděpodobnost, že lokalitu obsadí pouze nový invazivní druh. I přesto je potřeba obezřetnosti při zavádění takových druhů do měst a krajiny (Pergl et al., 2013).

2 Historie střešních zahrad

K řešení výše zmíněných problémů měst by mohlo přispět především rozšíření zeleně. To je však ve městech značně problematické. Důvodem může být vysoká míra záboru půdy (*především pro stavební účely, kdy se většinou jedná o nevratným proces* (Fialová, 2009, 4)), či vysoké tržní hodnoty volných městských ploch. Zároveň je vysazování stromů ekonomicky i technicky náročné (z důvodů rozsáhlých inženýrských sítí) (Arnika, 2008). Jako vhodné plochy, které mohou se zelení pomoci, jsou právě střechy, které jsou často nevyužívané. S vysázenou zelení mají střechy vysoký ekologický přínos nejen pro životní prostředí, ale mohou i výrazně změnit život měst. Pro města tak mohou být výrazným aspektem na cestě k udržitelnosti (GSA, 2011). Než probereme podrobněji benefity zelených střech, podíváme se, jak tomu bylo v minulosti. Protože střešní zahrady nejsou žádným moderním výdobytkem a vyskytovali se již v dávné historii. Stručně si přiblížíme jejich vývoj v čase, funkce v minulosti a postupný rozmach.

2.1 Střešní zahrady před naším letopočtem

Střešní zahrady, střechy s vegetačním pokryvem, či ozeleněné střechy jsou známé již od starověku. Po staletí byly stavěny v drsnějších oblastech na severu, jako třeba ve Skandinávii, na Islandu a v Kanadě, nebo ve vysokohorských oblastech jižnějších zemí, např. v Tanzánii.

Důvodem jejich využívání byla schopnost přirozeně akumulovat, nebo naopak odizolovat teplo (Minke, 2001).

Jako první datované ozeleněné střechy se ale považují střechy na domech v Ninive, stavěné za vlády krále Šalamouna kolem roku 929-917 př.n.l. na Blízkém východě, na území dnešního Iráku. Mezi ně patří i Semiramidiny vysuté zahrady (Mandel, 2013), které se nacházely v Babylónu, hlavním městem tehdejší Mezopotámie, ležícím mezi řekami Eufrat a Tigris. Podle řeckého historika a zeměpisce Strabóna držela střecha na klenbách stojících na kvádrových podstavcích, které byly naplněny hlínou, to umožnilo, že se zde daly pěstovat i vysoké stromy. Nejvyšší plošinu tvořily stupňovité terasy, na kterých byla spirálová čerpadla, ta umožňovala zavlažování. Voda byla čerpána z řeky Eufrat, která protékala městem a dodávala tak zahradám pravidelně potřebnou vláhu (Čermáková, Mužíková, 2009). Tehdejšími architektům se podařilo něco, co je podstatné pro stavbu střešních zahrad i v dnešní době. Nejenže zvládli vyřešit problém s dodáním potřebného množství vody pro závlahu zeleně, jelikož rostliny nebyly spojeny se zemí, odkud by si mohly sami čerpat podzemní vodu svým kořenovým systémem, podařilo se jim také vyřešit izolaci střešní konstrukce (Burian, Ondřej, 1992).

V prvním století před naším letopočtem se začaly ozeleněné střechy objevovat i v Evropě. Byly jakýmsi symbolem blahobytu a bohatství vyšších vrstev. Patricijové (nejbohatší vrstva měšťanů dané doby v Římě) si nechávaly ozelenit střechy různými druhy rostlin, i ovocnými stromy, někdy se zde daly nalézt i jezírka. (Čermáková, Mužíková, 2009). I přesto, že si tuto možnosti mohla dovolit jen bohatší vrstva, i ona zvolila tento způsob z finančních důvodů. Pozemky v dané době byly poměrně drahé, a proto si lidé, aby ušetřili místo i peníze, stavěli zahrady na střeších. Chudší vrstvy se musely spokojit s jednodušší verzí, tedy s pěstováním zeleně v keramických nádobách, které se v dané době hojně rozšířily (Šimečková, Večeřová, 2010).

2.2 Střešní zahrady našeho letopočtu

Kolem 11. století se začaly střešní zahrady dostávat více do povědomí architektů. V roce 1530 bylo dokonce založeno muzeum ozeleněných střešních a teras v Římě (Čermáková, Mužíková, 2009). Rozvoj pak nastal v druhé polovině 19. století, konkrétně v roce 1867, kdy přišel na svět vynález, který nabízel architektům nové příležitosti a zároveň hrál velkou roli

v rozvoji střešních zahrad. Jednalo se o železobeton, který díky svým vlastnostem (např. pevnost v tahu, prodloužení životnosti ostatních prvků použitých na stavbu nebo spolehlivější uložení vodoinstalací) usnadnil mnoho práce a nesnází, které předešlé materiály způsobovaly. Zahrady na střeších byly náročné ze statického hlediska, budovy musely být pevné, aby unesly danou tíhu. Železobeton díky své pevnosti vyhovoval požadavkům a začal se hojněji využívat (Šimečková, Večeřová, 2010). Při stavbě střešních zahrad se tento nový prvek uplatnil na nájemním domě v Lombardii, který navrhl v roce 1887 architekt François Hennebique (Burian, Ondřej, 1992).

2.3 20. století

S počátkem nového století se začalo více pohlížet na benefity zelených střešů a ty se stávaly součástí městských celků. Jak napsal vyhlášený švýcarský architekt, který žil ve Francii, Le Corbusier: *„Střešní zahrady se stanou vyhledávanými místy v domě a budou znamenat navrácení zastavěné plochy k městu. Končí doba, kdy střešní zahrada byla spíše kuriozitou než skutečnou potřebou. V budoucnu by měla mít střešní zahrada a všechny její prvky podstatný vliv na životní prostředí města jako celku i na prostředí samotného bydlení.“* (Čermáková, Mužíková, 2009, 13). Pro Le Corbusiera byla *„střešní zahrada novou autentickou architektonickou záležitostí, zdrojem šarmu a poezie, velkolepým nenákladným luxusem“* (Huse, 1995, 36). Jednou z jeho zásad bylo rozšíření zelených ploch, jakožto jediného způsobu, který by mohl zajistit klid a pohodu, která byla díky novému tempu zaměstnání potřebná. Le Corbusier využíval střešních zahrad hojně. Například v Pessac na sídlištních domech, v Marseille na bytových jednotkách. Další ukázkou architektonické tvorby je klášter Notre-Dame-de-la-Tourette, který byl vystavěn v období mezi 1956 až 1959. Střechy této stavby jsou ozvláštněny tenkou vrstvou země, která může sloužit jako izolační prostředek proti vlhkosti či větru (Huse, 1995).

Ozeleněné zahrady využíval ve svých návrzích i americký architekt Frank Lloyd Wright, který tyto zahrady chápal jako propojení staveb s krajinou (Čermáková, Mužíková, 2009). Wright byl transcendentalista⁵, a jako všichni takoví, i on považoval přírodu za téměř mystický subjekt. Hluboce věřil, že čím více je člověk spojen s přírodou, tím lepší je jeho osobnostní,

⁵ Transcendentalismus — náboženské a filozofické hnutí pocházející z 19. st. Neuznávali organizované náboženství, či politiku, jejich víra je založena na jednotlivci. Bůh byl podle nich všudypřítomný, v přírodě i člověku.

duševní i fyzický stav. Chtěl, aby se lidé spojili s přírodou, zažili její krásu a divy. A to byla společná věc jeho prací. Dnes tomu říkáme environmentální design, ekodesign a všelijak podobně, což ve výsledku znamená podle něj jednu věc: respektování přírody (Pfeiffer, 1994).

Podobné myšlení měl také rakouský umělec, malíř a architekt (sám sebe považoval i za ekologa), známý pod jménem Hundertwasser. Jeho architektura byla výrazná, odvážná a vyznačovala se značným zakomponováním vegetace, převážně stromů. Ty sázel Hundertwasser na střechy i balkóny, v periferiích i ve městech. V roce 1974 zrealizoval na Via Mazzoni v Itálii (následně i v Rakousku a Německu) svůj projekt „stromoví nájemníci“ (viz obrázek č. 2). Jako nájemné měly stromy platit svými ekosystémovými službami. Podle samotného architekta „*mají stromoví nájemníci symbolizovat hluboké přeorientování následující epochy, kdy bude vegetaci a stromům opět připsán důležitý status lidského partnera*“ (Rand, 1991, 169).

Obrázek 2 Hundertwasserův stromový nájemník a zelená střecha



Zdroj: Hundertwasser-haus (n.d.); Archiexpo (n.d.)

Ve stejné době vznikalo více a více projektů, které zahrnovaly střešní zahrady, ne všechny byly bohužel realizovány. Největším problémem byly substráty a celková hmotnost konstrukcí, která stále přesahovala nosnou hranici. Po druhé světové válce byly tyto překážky zčásti vyřešeny díky rozvoji plastových hmot a průmyslové chemie (Čermáková, Mužíková, 2009), kdy byla vynalezena vodotěsná izolace (Chaloupka, Svoboda, 2009).

Mezi 70. a 80. léty minulého století zaznamenaly střešní zahrady rozvoj v ekologické sféře. Doposud hájili převážně funkci estetickou, nyní však přicházela do popředí funkce

ekologická. Největší rozmach nastal v německy mluvících zemích. Mezi hlavní architekty této doby zabývající se ozeleněnými střechami patří Dr. Ing. Gernot Minke, který se zabýval nejen rovnými, ale i šikmými střechami, a jako prvním se mu podařilo tento systém přivést k funkčnosti. Dále probíhaly různé výzkumy, jako například studie zaměřené na závlahové systémy nebo studie prof. F. Peningsfelda na ochranné vrstvy, které by měly zabránit, aby kořeny prorostly daný materiál (Čermáková, Mužíková, 2009).

Ke konci 20. století bylo v Německu kolem 100 ha střech s vegetačním pokryvem. V některých částech Německa musí dnes být střechy průmyslových budov ozeleňovány povinně. Ve Švýcarsku mají obdobný zákon týkající se všech novostaveb (Čermáková, Mužíková, 2009).

2.4 Střešní zahrady v českých zemích

Prvními ozeleněnými střechami u nás se mohly chlubit zámky Lipník nad Bečvou (střešní zahrada dostala nynější podobu v letech 1910-11) a zámek Konopiště se zelenou terasou z roku 1840. Známé je i ozelenění Písecké brány (Čermáková, Mužíková, 2009). Obecně se u nás však začalo více rozmáhat ozeleňování budov až v pozdější době. V poválečném období rozhodovali o vzhledu měst političtí funkcionáři. V té době nebylo místo pro originalitu, ale pouze pro funkčnost a jednotvárnost. Díky nim zde vyrostlo mnoho betonových sídlišť, které se vyznačují strohostí. Po změně režimu se vyskytla snaha oživit města a jejich sídliště. Nejdříve se sáhlo po barvách, které měli rozveselit šedé fasády, byl to ale finančně náročný proces, který ve výsledku nebyl až tak přínosný, kvůli nestálosti barev, které na slunci a dešti postupně bledly. Následně se tedy sáhlo po opravdovém oživení fasád — po zeleni. Důvodem nebylo jen zkrášlení měst, ale i snaha zmírnit výskyt civilizačních chorob, mezi něž patří převážně poruchy psychické. Zeleň na stavbách oživuje své prostředí a pozitivně působí na naši psychiku a díky své dynamice růstu (změny vzhledu během roku) nepůsobí monotónně. Začátkem devadesátých let se střešní zahrady rozmohly tak hojně, že je velmi složité je dokumentovat (Burian, Ondřej, 1992). Mezi ty výraznější patří například kulturní a obchodní centrum Nový Smíchov, který se pyšní nejrozsáhlejší ozeleněnou střechou u nás. Je zde k nalezení i skvost ve formě ozelenění střechy při sklonu 58 ° (Čermáková, Mužíková, 2009). Od roku 2014 se u nás vyhlašuje i soutěž zelená střecha roku, která si klade za cíl seznámit laickou veřejnost s možností ozeleňování střech a s vyplývajícími výhodami (Zelené střechy, n.d.).

2.5 Současnost

V současnosti bychom se střešních zahrad snad ani nedopočítali. V některých zemích se staly běžným prvkem, v jiných se teprve zavádí. Funkce takových střeš je různorodá. Mimo ekologické funkce je běžné využití i pro relaxaci a estetiku. Časté se stávají i zahrady, které plní funkci farmy i větších zemědělských firem (například v Holandsku se začátkem tisíciletí vyprodukovalo až 30 % jídla právě ve městech) (Mandel, 2013).

Významnou stavbou, resp. návrhem na stavbu je projekt architekta Rafaela Viñoly, který plánuje vybudovat největší střešní zahradu na světě, s rozlohou 12 hektarů⁶ (viz obrázek č. 3). Měla by se nacházet na střeše obchodního centra v Silicon Valley (Mairs, 2015).

Obrázek 3 Návrh nejrozsáhlejší zelené střechy světa



Zdroj: Mairs (2015)

⁶ Pro představu, na plochu dané střechy by se vlezlo 3x Václavské náměstí, které má rozlohu přibližně 4 ha.

3 Role střešních zahrad při řešení městských environmentálních problémů

O prospěšných termoregulačních vlivech vegetačních střech věděli už dávní předkové, hlavně v krajinách a nepříznivým počasím. Ve většině světa se však netěšili velké pozornosti, lidé se o ně začali více zajímat až s nástupem moderní doby. Díky vědeckým výzkumům víme více o pozitivních efektech a vlastnostech těchto střech. Následující kapitoly představí nejpodstatnější z nich v souvislosti s řešením environmentálních problémů popsanych v kapitole 1. Pro objektivní názor bychom neměli opomenout ani negativa, jejichž počet se ovšem nerovná množství pozitiv.

S postupnou urbanizací a zvyšováním městské zástavby se začal rozmáhat i fenomén střešního zemědělství. Převážně v metropolitních městech světa ubývá nejvíce zeleně a míst k farmaření. Proto se čím dál více jedinců, či skupin rozhodlo založit farmu na střeše. V naší republice tato aktivita není běžná. Důvodem může být malá povědomost obyvatel, či dostatek zahradních oblastí v okolí měst. Střešní zemědělství bude představeno v kapitole 3.3.

3.1 Pozitivní vlastnosti zelených střech

Vegetace, především lesy, byly zhodnoceny jako důležitá součást jakékoliv strategie pro snížení emisí skleníkových plynů prostřednictvím zablokování uhlíku v dřevní biomase stromů. Jelikož mají stromy a celková vegetace ve městech nedostatek místa, stala se myšlenka sadit zeleň na střechy, popř. na stěny budov, atraktivní (Liu, 2002). Podle Wonga et al. (2003) by to bylo vhodné „*ekologické řešení betonové džungle*“. Zavedením střešních zahrad by se dalo vyřešit současně více environmentálních problémů najednou (Saiz, Kennedy, Bass, Pressnail, 2006). V dnešní době najdeme střešní zahrady po celém světě. Tyto zahrady na střechách přináší městům mnoho výhod. Mohou například snížit spotřebu energií na vytápění, nebo klimatizování (Liu, 2002).

Následující tabulka č. 2 shrnuje benefity zelených střech popsané dle Millennium Ecosystem Assessment z roku 2005. Zároveň lze vyčíst, zda jsou dané benefity prospěšné pouze pro vlastníky/ obyvatelé domu se zelenou střechou, či pro širší společnost. Druhá část tabulky popisuje ekosystémové služby poskytnuté těmito střechami. Podle Sutton (2015) dokáží

zelené střechy úspěšně prodloužit životnost střešní membrány, a to díky vegetaci, která chrání střechu před UV zářením a před výraznějšími výkyvy teplot mezi dnem a nocí. Ozeleněné střechy dokáží i zpomalit šíření požáru. Na první pohled se tato informace nemusí zdát logická, tento fakt ale dokazují některé pokusy⁷. Zpomalení požáru funguje hlavně díky substrátu, pokud je ovšem nasycen vodou. Velkou výhodou jsou i sukulentní rostliny, které v sobě zadržují velké množství vody (Savvas, 2015). Mezi ekosystémové služby patří i koloběh látek, díky čemuž se látky nevyskytují neustále na jednom místě, ale jsou transportovány, ředěny a vzájemně ovlivňovány. Mezi benefity zelených střech patří i vlastnosti estetické či ekonomické. Větší část environmentálních benefitů je dále rozebrána v jednotlivých kapitolách.

Tabulka 2 Výhody a ekosystémové služby zelených střech

Benefity zelených střech	Ekosystémové služby				
	Obecně prospěšné	Prospěšné na úrovni jednotlivce	Regulační	Kulturní	Podpůrné
Kvalita dešťové vody	☑	☑	Voda		
Zvýšená kvalita odtoku dešťové vody	☑		Voda		Koloběh látek
Kvantita dešťové vody	☑		Čištění		Koloběh látek
Lepší využití dešťové vody	☑	☑	Voda		
Tepelný ostrov	☑		Klima		
Snížení uhlíkových stop	☑		Vzduch		
Zvýšená kvalita ovzduší	☑		Vzduch		
Snížování znečištění ovzduší	☑		Vzduch		Koloběh látek
Termoregulace	☑		Klima		
Biodiversita	☑		Znečištění	Znalosti	Koloběh látek
Zvuková izolace, absorpce hluku		☑	Zvuk	Blahobyt	
Střešní zemědělství		☑		Vzdělání	Primární produkce
Životnost střešní membrány		☑			Odolnost
Snížování spotřeby energie		☑	Klima		
Zpomalení požáru		☑		Blahobyt	
Možnost vzdělávání		☑		Vzdělání	

⁷ Viz např Live Roof, 2008. Green roof fire testing. https://www.youtube.com/watch?v=fee_jsP1w6I

Marketing	?	?			
Lokální zaměstnanost		?		Blahobyt	
Estetika		?		Blahobyt	

Zdroj: MEA (2005) in Sutton (2015); GSA (2011); Berardi et al., (2014)

3.1.1 Ekologické hospodaření s vodou

Jak již bylo zmíněno výše, ve městech je spousta nepropustných povrchů, současně je zde však i mnoho ploch, které se nijak nevyužívají. Převážně se jedná o střechy, díky čemuž nabývají velký potenciál (Dunnett, Kingsbury, 2004). Pokud by se vhodné střechy pokryly zelení a byly by ve městech hojně rozšířeny, mohly by se alespoň částečně vyřešit problémy špatného hospodaření s městskou dešťovou vodou nastíněné v kapitole 1.1. Část deště by byla dočasně uložena ve vegetaci a následně navracena do oběhu pomocí evapotranspirace. Díky tomuto zadržování vody rostlinami by se také snížil odtok do kanalizací a tím by se snížila četnost přetečení odpadních vod, což je problém některých větších měst (Liu, 2002). Zpomalení odtoku vody je způsobeno hlavně zachycením a udržením prvních srážek při bouřkách (GSA, 2011) a zadržením části srážek rostlinami, či absorpcí do půdy (Dunnett, Kingsbury, 2004). Funkčnost těchto procesů ovšem závisí na mnoha faktorech, jako je například skladba půdního substrátu, druh vysázené vegetace, velikost a sklon dané střechy, její drenážní vrstva a v neposlední řadě je vše závislé i na klimatu a aktuálním počasí (obecně se má za to, že efektivita zadržování vody na střechách je nejvyšší v letních měsících) (GSA, 2011). Vegetace na střechách dokáže odfiltrovat škodliviny, čímž dochází ke zlepšení kvality odtoku (Liu, 2002). Nejvhodnějšími rostlinami pro zadržování dešťové vody jsou pak sukulentní rostliny, jako rozchodníky (*Sedum*), nebo kosmatce (*Delosperma*) (GSA, 2011), i když Nardini, Andri a Crasso, (2012) zjistili, že jak byliny, tak keře jsou schopny zachytit při intenzivních srážkách stejné množství vody, což bylo v obou případech až 90 %. Jak uvádí Mentens, Raes a Hermy (2005), pokud by se zavedly střešní zahrady, resp. vegetace na pouhých 10 % budov, snížení odtoku dešťových srážek by se na jednotlivých budovách snížilo až o 54 %, pro region by to znamenalo průměrně 2,7% snížení⁸.

⁸ Konkrétní hodnoty se vztahují pro oblast Bruselu, kde byl výzkum prováděn.

3.1.2 Snižování teploty a městského tepelného ostrova

Problémy s vysokými teplotami a další problémy vypsané v kapitole 1.2 *znečištění ovzduší a městský tepelný ostrov* by se daly vyřešit například odrazem slunečního záření (neboli albeda). Tmavé materiály, jako například asfalt, nebo tmavé střechy mají albedo nízké a absorbují tedy velké množství slunečního záření. Konkrétně u asfaltu, který najdeme ve městech na každém rohu, je absorbováno kolem 90 % slunečního záření, které je následně přeměněno na tepelnou energii (Gaffin et al., 2010). Nejefektivnější by se mohly zdát bílé střechy, jejichž albedo je kolem 75 % (tzn. pohlcení slunečního záření střechou je jen 25 %). Naopak albedo ozeleněných střech je nižší, kolem 20 až 30 % (Berrandi et al., 2014), a i tak jsou hodnoty jejich teplot srovnatelné. Lze to vysvětlit přirozenou funkcí zeleně snížit teplotu a ochladit budovu (na rozdíl od tmavých střech, které činí opak) (GSA, 2011). Děje se tak na základě spotřeby dopadající sluneční energie, kterou využívají k evapotranspiraci⁹, k fotosyntéze a jiným činnostem (Čermáková, Mužíková, 2009). Vegetace na zelených střechách tak dokáže vytvořit ochlazení jak okolí, tak samostatné budovy (Gaffin et al., 2010). Díky tomu by se dalo omezit množství energie vydané na chladicí systémy budov (klimatizace), které také vypouští určité množství tepla do ovzduší (Oberndorfer, 2007). Na ploše střechy 100 m² osázené zelení bychom pak mohli v letním období ušetřit až 70 kWh energie (Svaz zakládání a údržby zeleně, 2016).

Nejvíce dokážeme ocenit tyto vlastnosti rostlin hlavně v teplých letních dnech, kdy snížení teploty zelených střech může být oproti konvekčním střechám až o 25 %. Obdobné výsledky prokazují i bílé střechy, zde je ale potřeba brát v potaz potřebu dodatečné izolační vrstvy pro zimní období, aby se zabránilo nechtěným tepelným ztrátám (Saiz et al., 2006). Izolace hraje svou roli i v případě zelených střech. Pokud je izolační vrstva silnější, termoregulační účinky zelené střechy působí hlavně na okolní vzduch. Pokud se ovšem pod vegetací a substrátem nachází slabší izolační vrstva, pak energetická bilance působí více na samotnou budovu (Berardi et al., 2014). Vegetace na střechách dokáže také prodloužit až 4krát životnost střešní membrány oproti běžným střechám (Saiz et al., 2006), a to díky tomu, že zeleným střechám trvá déle, než se prohřejí, nebo ochladí. Nedochozí tak tedy k častým teplotním změnám a na střechu není kladen teplotní nápor (GSA, 2011).

⁹ Evapotranspirace je podle Gaffina et al. (2005) in Oberndorfer (2007) nejvýraznějším faktorem snižujícím spotřebu energie v budovách.

Mimo regulaci teplot budovy jsou zelené střechy důležitým činitelem při snižování městského tepelného ostrova. Prokázali to Bass a Baskaran (2003), kterým se podařilo díky simulačnímu modelu, který aplikovali v Torontu, zjistit, že při pokrytí poloviny oblasti zelenými střechami by mohla teplota klesnout v širším geografickém měřítku až o 2 °C. A pokud by se na střechy vysázely i stromy, snížení okolní teploty vzduchu by mohlo díky stínování klesnout až o 2,5 °C (Akbari et al., 1997).

Tento přirozený chladicí efekt zeleně může přispět i jinde, například k vyšší efektivnosti solárních panelů, které pracují lépe na zelených střechách než na konvenčních. Elektrický výstup solárních panelů se může zvýšit až o 6 %, jak zjistili na střechách v Berlíně v Německu, nebo Polsku (Kohler et al., 2007).

3.1.3 Produkce kyslíku a kvalita ovzduší

Je všeobecně známo, že rostliny produkují kyslík. Děje se tak díky fotosyntetické reakci, při které rostliny spotřebovávají oxid uhličitý CO_2 a zároveň vytváří (i když jako vedlejší produkt) kyslík O_2 , přičemž blahodárně působí na chemické složení vzduchu. Mimo jiné dokáže zeleň vyčistit vzduch i o plyny, jako je například oxid siřičitý, oxid uhelnatý nebo oxidy dusíku, ovšem ne ve vysoké míře (Kavka, Šindelářová, 1978). Zeleň také dokáže čistit vzduch od škodlivých částic a nečistot, které se zadržují na listech a při srážkách jsou splaveny do půdy (Šimečková, Večeřová, 2010). Zahradní a krajinný architekt, rovněž biolog a ochranář Aloys Bernatzky zjistil, že 25 m² asimilační plochy zeleně dokáže za pouhý jeden den vyrobit stejné množství kyslíku, jaké je člověk schopen spotřebovat za stejnou dobu (Čermáková, Mužíková, 2009).

Ke kvalitě ovzduší může přispět i fakt, že se rostliny podílí na snižování prašnosti. Rostliny samy o sobě nevytváří žádné velké množství prachových částic či nečistot (kromě pylu). Navíc jsou schopné dané škodliviny i prach ve vzduchu regulovat. Navíc díky zpomalení proudění vzduchu zabraňují prachovým částicím dále v pohybu a tím napomáhají jejich usazování (Kavka, Šindelářová, 1978). Zelené střechy jsou schopny regulovat pohyb a víření nečistot díky trvale nižší teplotě porostu oproti teplotě vzduchu. Pro vysvětlení: pohyb vzduchu a s tím i pohyb nečistot vzniká, když se povrch budovy zahřeje více než okolní vzduch. Teplota povrchu střechy může být až 80 °C. Tím je způsobeno víření usazených nečistot a může docházet k výskytu prachového oparu. Zeleň má ale teplotu nižší než okolí a

díky tomu tedy nemůže docházet k víření (Šimečková, Večeřová, 2010). Tato schopnost zachytávat nečistoty z okolí (především díky svým listovým čepelím) se nevyskytuje pouze u stromů a vyšších rostlin, ale například i u trav. Má se za to, že listová plocha jednoho stromu zaujímá přibližně desetinásobek své plochy půdy a tím tedy zaujímá větší plochu, kterou může nečistoty zachytávat. Množství navázaného prachu a jiných druhů nečistot je také ovlivněno počasím — za deště jsou naměřené hodnoty vyšší. Každá rostlina je ovšem jiná a redukce prašnosti logicky závisí na jejích vlastnostech a fyzionomii, především na hustotě olistění, výšce daného jedince atd. (Kavka, Šindelářová, 1978).

3.1.4 Snižování hlučnosti

Evropská unie a její členské státy začaly bojovat proti hlukovému znečištění již v roce 1993 (European Commission, 2017). V roce 2002 přijaly směrnici o hodnocení a řízení hluku v životním prostředí. Tato směrnice je vytvořená na základě vědeckých důkazů, které sumarizovala Světová zdravotnická organizace (WHO) v roce 1999. WHO zároveň vytvořila návrh hodnot hluku, které předcházejí vyššímu výskytu zdravotních problémů způsobených právě hlukem. Na základě těchto dokumentů měly členské státy EU povinnost vypracovat hlukové mapy a akční plány (WHO, 2011). Nyní je aktuální ustanovení sedmého akčního programu pro životní prostředí, podle něhož EU usiluje o snižování vysoké hladiny zvuku do roku 2020 (European Commission, 2017). Evropská komise mimo jiné sestavila i výčet desíti hlavních forem boje se zvukovým znečištěním (viz obrázek č. 4), ve kterém ale není ani jedno opatření přímo spojeno s vegetací¹⁰ (European Commission, n.d.), ta přitom dokáže zvuky úspěšně tlumit. Tlumiči hluků jsou převážně stromy a keře. Vše závisí na hustotě listové plochy, směru větru, rázu terénu či celkovém uspořádání zeleně. Nejlépe hluk pohlcují vertikálně seskupené porosty, kolmé ke směru hluku, které obsahují i stálezelené jedince (Kavka, Šindelářová, 1978).

Oproti běžným či betonovým střechám mohou zelené střechy znatelně snížit hluk na budovách s nízkou nebo žádnou izolací stropů, především v oblastech s vyšším výskytem letecké dopravy. Logicky je tato vlastnost zelených střech nejefektivnější ve vyšších patrech budov (Lagström 2004). V rozsáhlé studii Lagström (2004) uvádí i fakt, že pohlcování zvuku je

¹⁰ Je ovšem možné, že je vegetace zahrnuta v jednom z hlavních konceptů, například při územním plánování a projektování, nebo při samotném designu budovy.

Obrázek 4 10 způsobů boje proti hluku sestavené Evropskou komisí



Zdroj: European Commission (n. d.)

závislé na množství vody obsažené v substrátu, a tedy čím vyšší vegetační pokryv střecha má, tím je vlastnost pohlcování zvuků silnější. Zelené střechy mohou redukovat zvuky o vysoké i nízké frekvenci. Snížení vysoké frekvence dokáže vegetace, naopak snižování nízkofrekvenčních zvuků je blokováno prostřednictvím substrátů. Čím vyšší hmotnost vegetace, substrátu a drenážní vrstvy, tím lepší izolace a tlumení zvuků z okolí (GSA, 2011).

To, že střešní zahrady dokáží redukovat vysoké hladiny zvuku bylo dokázáno i jiným výzkumem, kdy se na dvě střechy (konvenční a ozeleněnou) nainstaloval mikrofon zachytávající zvuky z ulic, a hlavně z letecké dopravy. Ve výsledku dokáží střechy s vegetací snížit ekvivalent hlučnosti o 5 dB (pro představu je to tolik, jako bychom vypli normálně hlasitou televizi a přešli na konverzaci) oproti standardním střechám. Největším přínosem však nejsou samotné rostliny, ale drenážní vrstva a substrát (Lagström, 2004).

3.1.5 Zelená střecha jako nový biotop, zvyšování biodiverzity

Existuje mnoho způsobů, díky kterým by se dala v městských oblastech obohatit druhová rozmanitost. Většina z nich je možná i lepší než zakládání střešních zahrad, problémem je však malá dostupnost volných ploch ve městech a také jejich vysoká cena (Lagström, 2004). Proto jsou střešní zahrady skvělým řešením, kdy mohou poskytovat nový habitat nejen vysázeným rostlinám, ale i živočichům, a tak zvyšovat biodiverzitu daného místa, díky které se stává ekosystém odolnější (GSA, 2011). Hlavními obyvateli zelených střech jsou převážně ptáci a hmyz, kteří jsou přiváběni zejména vůní kvetoucích rostlin nebo je v případě střech s vodními plochami láká možnost napít se či ochladit. Potenciál skýtají zelené střechy i v oblasti pěstování a chování ohrožených druhů¹¹, kterým se jinak v krajině moc nedaří v důsledku negativního působení lidské činnosti (Šimečková, Večeřová, 2010).

Růst městské střešní biodiverzity je závislý nejen na druhové skladbě rostlin (nejdůležitější faktor ovlivňující biodiverzitu střech), ale i na vzdálenosti či výšce jednotlivých rostlin. K posílení biodiverzity přispívá i věk dané zelené střechy, okolí a topografie. Větší druhovou rozmanitost lze obecně nalézt na střeších s intenzivním střešním ozeleněním a na střeších s vysázenými původními rostlinami, které jsou z dlouhodobého hlediska neúspěšnější, protože nepotřebují hnojiva, nebo častější údržbu (GSA, 2011). Dalším výrazným faktorem při zvyšování biodiverzity je i mocnost vrstvy substrátu. Při hlubších vrstvách než 200 mm jsou schopny růst i rostliny s hlubšími kořeny, díky tomu je možná větší rozmanitost rostlinných druhů (Nardini et al., 2012). Hloubka substrátu zároveň podporuje i větší rozmanitost prostředí, protože je zde větší plocha pro zadržování vody a živin. Střecha tak v některých, dobře provedených případech, může simulovat třeba i les nebo okolí jezera. K rozmanitosti mohou dále přispívat i různé prvky, běžně se nacházející na střeších, jako například klimatizace, solární panely nebo jiné systémy budov, které na střeše vytváří stinné zákoutí, čímž vytváří prostor vhodný pro stínomilné druhy (GSA, 2011).

Některé zelené střechy mají i schopnost určité organismy odpuzovat. Jedná se o škodlivé mikroorganismy. Tyto baktericidní či bakteriostatické schopnosti zeleně dokazují některé výzkumy, které zjistily, že v okolí dřevin (především jehličnatých) přítomnost škodlivých mikroorganismů výrazně klesá, a tím je ovzduší daného místa čistší. Například v parcích se ve

¹¹ Například studie prováděná v Anglii zjistila, že až 10 % bezobratlých druhů, které byly nalezeny na střešních zahradách patří mezi vzácné v dané zemi (podle agentury Natural England) (Kadas, n. d.).

vzduchu vyskytuje přibližně 80krát menší množství mikrobů než jinde ve městech. Je to díky vylučování specifických látek rostlinami, jako jsou například éterické oleje, rozličné druhy organických kyselin, aldehydy nebo jiné. Rostliny s těmito účinky lze rozdělit do dvou kategorií. První skupinu tvoří ty, které zlepšují kvalitu ovzduší. Jako vzor poslouží jalovec obecný (*Juniperus communis*) (Kavka, Šindelářová, 1978). Pro střešní zahrady jsou ovšem vhodnější zakrslejší formy jalovce, jako například *Juniperus communis* „Hornibrookii“ a „Repanda“, nebo třeba *Juniperus prostrata* a jiné (Čermáková, Mužíková, 2009). Do druhé skupiny lze zařadit především dřeviny, které obsahují velké množství účinných látek, ačkoliv v malém množství. Příkladem této skupiny je borovice lesní (*Pinus sylvestris*) nebo zerav západní (*Thuja occidentalis*). Z listnatých dřevin lze jmenovat hrušeň obecnou (*Pyrus communis*), střemchu obecnou (*Prunus padus*) a další (Kavka, Šindelářová, 1978). Vhodné varianty či odrůdy pro střešní zahrady jsou pak v případě borovice různé kultivary borovice kleč (např. *Pinus Montana* „Gnom“, „Mops“), vhodnými listnatými stromy mohou být třeba *Prunus cistena* nebo *Prunus mahaleb* (Čermáková, Mužíková, 2009).

3.2 Negativní aspekty zelených střeš

I když se střešní zahrady mohou zdát díky svým kladům skvělým řešením mnoha problémů, mají i ony své zápory. Dané negativa a rizika se ovšem projevují převážně v oblasti technické, tedy při zakládání samotné konstrukce zahrady. Je třeba brát ohled na správné provedení izolace a správného výběru vrstev střešního pláště. Zároveň se v případě zahrad na střeších, především těch vyšších, nevyplatí používat těžkou mechaniku, je proto potřeba řadu materiálů odnést ručně. Kromě pracnosti je zde i nutnost vyšších nákladů. (Čermáková, Mužíková, 2009).

Jednou z hlavních environmentálních nevýhod zelených střeš (hlavně intenzivních, které zahrnují kvetoucí rostliny) pak může být tvorba pylu, který působí negativně na lidi trpící alergiemi. Nejčastěji se objevují alergie právě u lidí žijících ve městech, převážně však na sídlištích či okrajích měst, kde lidé, a hlavně děti, přichází do styku s danou vegetací (Kolařík et al., 2003). Podle Čermákové a Mužíkové (2009) by se měly při zakládání střešních zahrad upřednostňovat ty rostliny, které neprodukují větší množství alergenů, jedná se hlavně o rostliny, které nevytváří květy, nebo jen málokdy. Vhodné jsou i samičí rostliny dvoudomých rostlin. Další nevýhodou kromě tvorby pylu je i tvorba biologického odpadu. Mezi biologické znečištění se nejčastěji počítá opad listů, květů a plodů. Méně častý je pak opad kůry, který

nastává jen u málo dřevin (Čermáková, Mužíková, 2009). Listí může škodit především v podzimních měsících, kdy může zanášet okapy (Kolařík et al., 2003). Měl by se proto brát ohled na to, jaké druhy rostlin vybíráme. Zvláštní pozornost u zelených střech je potřeba věnovat i náchylnosti rostlin na mrazy, jelikož někteří jedinci nesnesou větší teplotní výkyvy. Proto je důležité počítat s tímto omezením a sázet odolnější rostliny. Kromě sněhu a mrazu může rostlinám vadit i proudění chladného vzduchu (Chaloupka, Svoboda, 2009).

Poměrně paradoxní je i fakt, že rostliny mohou způsobovat znečištění ovzduší. I přesto, že se většina odborných článků přiklání k názoru, že zeleň ve městech dokáže zlepšit kvalitu vzduchu, jsou i studie, které tvrdí opak. Vos et al. (2013) podávají jako vysvětlení fakt, že vegetace (převážně stromy) zpomalují vzdušnou ventilaci, čímž snižují možnost ředění nechtěných látek v ovzduší. V závěru své studie zjistili, že obě tvrzení mohou být pravdivá, záleží jen, v jakém měřítku je problematika zkoumána. V širším geografickém měřítku stromy opravdu dokáží zlepšit kvalitu vzduchu, na místní úrovni však způsobují koncentrace škodlivin.

3.3 Městské zemědělství na střechách

Doposud byly zmiňované pouze estetické zahrady. Střechy ovšem skýtají i možnost praktikovat městské zemědělství, tedy zahrady užitkové. Jedná se v podstatě o jakékoliv pěstování zeleniny, ovoce, bylinek nebo hub na střeše. Ke střešnímu zemědělství se počítá i chov zvířat (Mandel, 2013). Velký význam má hlavně v rozvojových zemích, kde může přispívat k potravinové bezpečnosti, ale i v rozvinutých zemích, kde může zahrada sloužit jako místo k relaxaci a produkci lokálních potravin. V obou případech jsou střešní zahrady velkým přínosem pro životní prostředí (Specht et al., 2014).

Střešní produkce potravin má mnoho výhod, především tu, že produkty jsou lokální. Jídlo je tedy čerstvé. Většinou se plodiny na střechách nepostříkují škodlivými pesticidy, ale využívá se organických hnojiv. To dodává plodinám status biopotravin. Střešní zahrady mohou také příznivě ovlivnit zdraví farmářů, už jen tím, že se daný člověk pohybuje na čerstvém vzduchu a na slunci (Mandel, 2013). V budoucnu, jak lidská populace poroste, bude zapotřebí hledat udržitelné adaptace pro produkci a dopravu potravin. To je spojeno i s udržitelným využíváním vody a energií. Již dnes řada lidí preferuje potraviny z okolí, než náročně dopravované ze vzdálených míst. Střešní zemědělství může hrát hlavní roli v ekologizaci měst

a tím zlepšit městské životní prostředí (De Zeeuw, 2011 in Specht et al., 2014). Výhodou je i spotřeba a recyklování vody. Střešní zemědělství může šetřit vodní zdroje tím, že k zavlažování bude využívat dostupné zdroje přímo z budovy. Jedná se především o čistou vodu použitou z koupelen (umyvadla, vana), nebo kuchyně (Despommier, 2008 in Specht et al., 2014). Pozitivem střešního zemědělství je i množství bioodpadu z domácností či firem, které může být využito jako organické hnojivo, čímž se omezí použití pesticidů. (Specht et al., 2014). U vyšších budov může být pozitivem i distanc od škůdců (GSA, 2011).

Mimo environmentální benefity střešního zemědělství můžeme hovořit i o dalších přínosech, jako jsou funkce ekologické, sociální, či finanční. Všechny tyto přínosy se navzájem kryjí. Příklad může být snižování výdajů na dopravu, což mimo ekonomické stránky má výhody i ekologické a environmentální, jelikož snižuje produkci emisí. Mimo energie na dopravu jsou omezeny i energie využitě k balení, chlazení či skladování (Specht et al., 2014).

Na druhou stranu se farmaření na střeších potýká i s různým omezením a riziky. Mimo technické parametry je zde hlavním rizikem bezpečnost potravin. Jako hlavní hrozba se jeví nesprávné ošetření zavlažovací vody (v případě, že se zavlažuje recyklovanou vodou původně využitou v kuchyních či koupelnách). Ve vodě, ale i ve vzduchu či půdě se mohou nacházet kontaminované látky. Aby se tomuto problému zabránilo, je nutné dodržovat přísné bezpečnostní kontroly kvality potravin (Specht et al., 2014). Je také důležité brát ohled na nosnost střechy, jelikož substrát by měl dosahovat minimálně 15 cm hloubky¹² a při širším pokrytí zeminy může být tíha působící na střechu obrovská (GSA, 2011).

¹² Uvedená hodnota 15 cm se udává jako doporučená hloubka substrátu pro většinu plodin, některé plodiny a bylinky jsou však schopné růst i při menší hloubkách.

4 Potenciál střešních zahrad v ČR — praktická část

Jak z praktické části vyplývá, střešní zahrady mají plno vlastností, které by při rozsáhlém zavedení do měst mohly výrazně zlepšit městské klima a řadu dalších oblastí. Praktická část práce je zaměřena převážně na obyvatele ČR a jejím cílem je zjistit, zda si jsou vědomi environmentálních přínosů střešních zahrad. Cílem výzkumu je také zjistit jejich postoje a pohled na střešní zahrady, neboť právě obyvatelé mohou přispět k jejich rozšíření.

4.1 Metodologie

Praktická část je z části tvořena rešerší, stejně jako část teoretická. Ve větší míře jsou zde však zastoupeny výsledky dotazníkového šetření. Před samotným sestavením dotazníku bylo potřeba zjistit, zda už podobný výzkum nebyl, nebo není realizován. Po analýze dostupných zdrojů bylo objeveno několik realizovaných výzkumů, nicméně ty zasahovali jen do určitých sfér (např. úroveň měst).

Podobnou tematikou se zabýval Svaz zakládání a údržby zeleně (konkrétně v publikaci Dostal et al., 2017), ovšem na úrovni vybraných měst s počtem obyvatel vyšším než 100 000. Tématem výzkumu bylo, jak vidí zastupitelé měst danou problematiku. Zjistilo se, že města mají k zeleným střechám kladný postoj, nicméně je ve většině případů nezahrnují do územního plánování. Důvodem je často domněnka, že zelenou střechu si může nařídit pouze investor, který v daném místě buduje.

Potenciálem zelených střech u nás se ještě zabývá Marečková Radka ve své bakalářské práci na téma *Pronikání zelených střech a jejich popularizace v ČR*. Zabývá se zde však množstvím informací v dostupné literatuře a propagací zelených střech prostřednictvím neziskových organizací. Realizuje i výzkum formou rozhovoru s náhodnými kolemjdoucími v centru Brna, kde se pouze dotazuje, zda lidi znají pojem střešní zahrady.

Po vyhodnocení současného stavu výzkumu střešních zahrad v ČR a identifikování tzv. mezery ve výzkumu (z anglického *research gap*) bylo možné nastavit výzkumné otázky praktické části a dotazník.

4.1.1 Výzkumné otázky a struktura dotazníku

Pro účely výzkumu byly stanoveny 4 hlavní výzkumné otázky (HVO). Na HVO 1–3 byly hledány odpovědi pomocí rešerše dostupné literatury a internetových zdrojů. Zodpovězení

poslední HVO, která zároveň skýtá 5 dílčích specifických výzkumných otázek (SVO), se uskutečnilo pomocí dotazníkového šetření. HVO byly následující:

- HVO 1** Je na území České republiky dostatečné množství ploch vhodných pro realizaci střešních zahrad?
- HVO 2** Jaké jsou v legislativě ČR limity, regulace, či specifické zákony vztahující se ke střešním zahradám?
- HVO 3** Jaké jsou možné formy podpory zelených střech (dotace apod.)?
- HVO 4** Jaké jsou postoje občanů ČR ke střešním zahradám?
 - SVO 1** Jaké mají občané ČR zkušenosti se střešními zahradami?
 - SVO 2** Jsou občané ČR ochotni podílet se na realizaci střešních zahrad?
 - SVO 3** Starali by se občané ČR o realizované střešní zahrady?
 - SVO 4** Vidí lidé ve střešních zahradách potenciál?
 - SVO 5** Mají podle občanů ČR střešní zahrady budoucnost?

Jako reflexe na HVO 4, spolu s dílčími podotázkami, byl sestaven dotazník. V první části bylo zjišťováno, jaké je mezi občany ČR povědomí o střešních zahradách a zda o ně respondenti jeví zájem. Další otázky pak navazovaly na teoretickou část bakalářské práce a zaměřovaly se na stanoviska respondentů při hodnocení pozitiv a negativ a celkového vlivu střešních zahrad na životní prostředí. Pro lepší představu o složení výzkumného vzorku byly na konec dotazníku zařazeny základní socio-demografické otázky. Všechny otázky byly uzavřené, respondenti však měli možnost nepovinné slovní odpovědi. Všechny otázky zcela zajišťovaly anonymitu respondentů a byly utvořené tak, aby se na ně dalo jednoduše odpovědět.

Struktura dotazníku je přiložena k bakalářské práci jako Příloha I.

4.1.2 Sběr dat

Dotazník byl dostupný online na serveru SurveyMonkey od 18. 2. 2019. Následně byl distribuován prostřednictvím sociálních sítí. V první řadě se cílilo na obyvatele větších měst, pro které by mělo být dané téma relevantnější. Pro nalezení požadovaného výzkumného vzorku byl dotazník rozeslán do skupin větších měst a studentských skupin na sociálních sítích. I tak se dotazníku zúčastnilo vícero lidí z menších měst. Okruh distribuce webového odkazu na dotazník byl následně rozšířen, setkal se ovšem s poměrně malým ohlasem. Proto

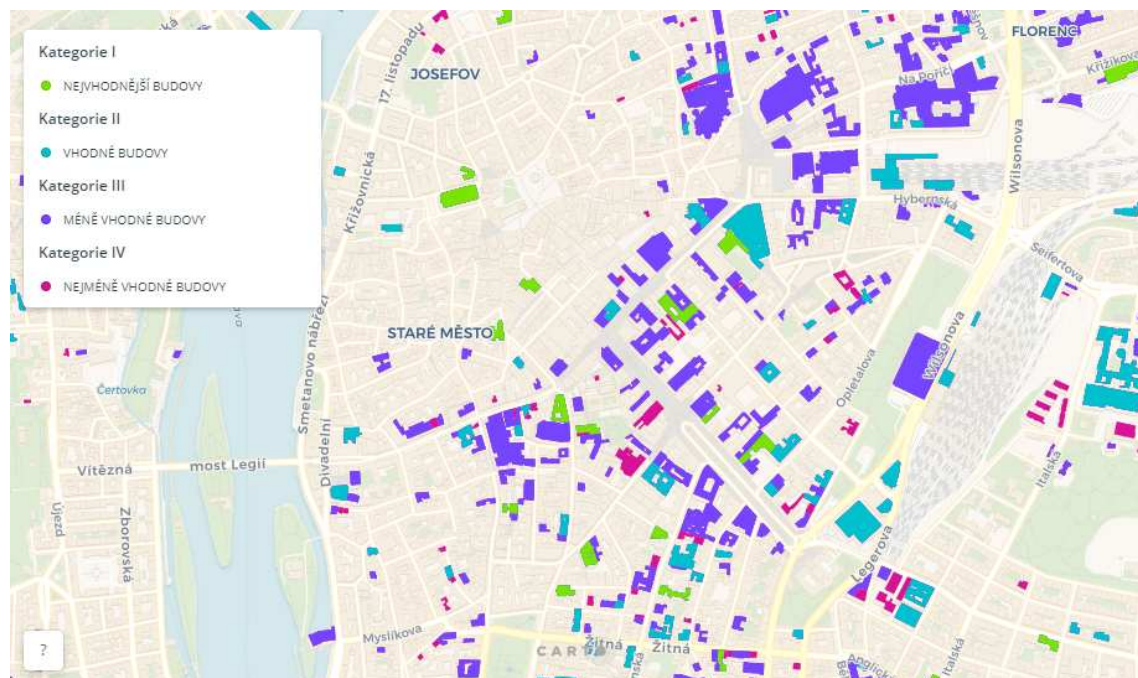
byly požadavky dotazníku upraveny a byly zahrnuty všechny kategorie sídel, načež byl dotazník přeposlán do dalších 9 facebookových skupin. Ukončen byl 20.3.2019 s počtem 150 odpovědí. Ve stejný den proběhla analýza. Základní analýzu a součet odpovědí provedl server SurveyMonkey. Následně byly vytvořeny komplexní tabulky, díky kterým bylo možné data lépe porovnat a zhodnotit.

4.2 Výsledky praktické část

4.2.1 Plochy vhodné pro realizaci střešních zahrad

V ČR je řada nevyužitých a potenciálních střech, které by mohly být ozeleněné. Jen v hlavním městě, kde byla vhodně zpracovaná mapa potenciálu zelených střech¹³, je přes 16 km² celkového volného střešního prostoru (Golemio, 2018). Na obrázku č. 5 můžete vidět výřez z mapy, který zobrazuje pohled na centrální část Prahy. V mapě jsou přehledně zobrazeny vhodné plochy pro realizaci střešních zahrad, které jsou zároveň kategorizovány dle vhodnosti k realizaci. Na daném webu lze pak nalézt i počet budov (jak celkový, tak jednotlivých částí města), jejich celkovou plochu a vlastnickou strukturu.

Obrázek 5 Ukázka z mapy potenciálu zelených střech v Praze



Zdroj: Golemio (2018)

¹³ Mapa potenciálu zelených střech dostupná z <https://golemio.cz/cs/zelene-strechy>

Vzhledem k tomu, že žádné další podobné databáze pro ostatní města ČR nejsou dostupné, lze výsledky pro celou republiku jen těžko odhadnout.

Problematické pro zavádění střešních zahrad v ČR je také typ střechy, kterým je u nás nejrozšířenější sedlová střecha. I na těch je možné vysadit vegetaci, realizace je ovšem obtížnější a lze takto vytvořit pouze extenzivní střešní zahrady.

4.2.2 Legislativa ČR

Česká legislativa zelené střechy přímo nezmiňuje, ani je nijak nepodmiňuje. Naopak má řada zákonů několik odstavců, které by mohly zelené střechy teoreticky podpořit. Například ZÁKON Č. 183/2006 Sb., O ÚZEMNÍM PLÁNOVÁNÍ A STAVEBNÍM ŘÁDU (STAVEBNÍ ZÁKON) si klade za cíl, mimo jiné, i udržitelnost rozvoje území, nebo vytvářet takové podmínky, které by snížily možnost ekologických katastrof. Toto kritérium zelené střechy plně splňují. Podle ZÁKONA Č. 114/1992 Sb., O OCHRANĚ PŘÍRODY A KRAJINY se ochrana přírody a krajiny ve městech a při stavbě nových budov může zajistit, pokud se bude brát ohled na ekologicky vyvážené hodnotné krajiny. Jiný odstavec zase uvádí, že při značných přeměnách struktury krajiny bychom měli zajistit nové vhodné ekosystémy, což by šlo ve městech realizovat převážně na střechách. Se zelenými střechami, které výrazně ovlivňují hospodaření s dešťovou vodou může souviset ZÁKON Č. 254/2001 Sb., O VODÁCH A O ZMĚNĚ NĚKTERÝCH ZÁKONŮ (VODNÍ ZÁKON), který zakazuje vydat povolení stavbám, které nebudou mít vhodné zařízené vsakování, či zadržování dešťových vod. Rovněž je potřeba zabezpečit odvádění a čištění odpadních vod, s tím může souviset ZÁKON Č. 274/2001 Sb., O VODOVODECH A KANALIZACÍCH, A VYHLÁŠKA Č. 428/2001 Sb., podle kterého jsou majitelé budov, které nejsou určeny k trvalému bydlení, povinni platit stočné za odvod srážkové vody. To se vypočítává podle určitého koeficienty, který mají zelené střechy, jako střechy kryté vegetací nejnižší možné, a mohou tak majitelům ušetřit peníze (Dostal et al., 2017).

4.2.3 Formy podpory

Jako klíčovou formou se může zdát politická podpora. V roce 2015 vznikla Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR. Tato strategie mimo jiné navrhuje jako vhodné řešení i zelené střechy. Jako nástroje podpory by se daly u nás využít například programy *Nová zelená úsporám* nebo program evropské unie LIFE (Svaz Zakládání a údržby zeleně, 2016). V rámci programu *Nová zelená úsporám* lze získat dotace i na zelené střechy

v sekci zateplení, kdy je možné získat podporu 500 Kč/m² (Nová zelená úsporám, 2019). Cílem projektu LIFE je *přispět k rozvoji nízko-emisního hospodářství, které efektivně využívá zdroje a je odolné i ohleduplné vůči klimatu, a přispět k ochraně a zlepšení stavu životního prostředí, přírody a biodiverzity. Program LIFE slouží i k podpoře a rozvoji environmentální legislativy v Evropské unii* (MZP, 2019). Tento program je mířen spíše na ambiciózní a zkušené žadatele a je vhodný spíše pro zájemce o širší zavedení střešních zahrad než pro jednotlivce, či domácnosti (MZP,2019).

4.2.4 Analýza postojů občanů ČR

Následující kapitola představí odpovědi respondentů, kteří se zúčastnili dotazníkového šetření (výsledky uváděné v procentech budou zaokrouhleny). Ve větší části jsou zastoupeny odpovědi od žen, těch se zúčastnilo 106 (71 %), mužů bylo 44 (29 %). Nejvíce odpovídali lidé mladšího věku v rozmezí 18—26. V této skupině bylo 67 % respondentů. Ve skupině do 50 let se pak nacházelo 25 % respondentů. Nad 50 let bylo celkem 5 % respondentů. Mladší 18 let pak 3 %. Důvodem vysokého zastoupení věkové skupiny 18—26 může být vysoký podíl mladých lidí používajících elektronické zařízení a převážně stránky na sociálních sítích, kde byl dotazník sdílen.

Respondentů z největších měst ČR, na které byl dotazník původně mířen, bylo 37 (25 %). Téměř shodný, o něco menší podíl byl i u nejmenších sídel. Rozložení respondentů v rámci různých velikých sídel pak shrnuje tabulka č. 3.

Tabulka 3 Rozložení respondentů v závislosti na velikosti obce

Velikost obce	Procentuální zastoupení	Počet respondentů
0—2000	23 %	34
2001—5000	12 %	18
5001—10000	9 %	14
10001—50000	19 %	29
50001—100000	12 %	18
100000 a více	25 %	37

Zastoupení respondentů podle formy bydlení pak bylo následující: 80 respondentů, tedy 53 % všech dotazovaných, bydlí v rodinném domě. 67 (45 %) pak v domě bytovém. Jako jiné uvedli, že bydlí ve dvojdomek, či řadovém domě.

Téměř 87 % z celkového počtu respondentů, tedy 130 lidí se s pojmem střešní zahrady již setkalo. 12 respondentů (8 %) o střešních zahradách ještě neslyšeli a 8 lidí (5 %) si nebylo jistých. Následující tabulka č. 4 shrnuje jejich odpovědi na dotaz, zda by si dokázali představit vlastnit zelenou střechu.

Tabulka 4 Ochota respondentů vlastnit střešní zahradu

	Rozhodně ano	Spíše ano	Nevím	Spíše ne	Rozhodně ne
<i>Dokázali byste si představit střešní zahradu na střeše vašeho domu/bytu?</i>	57 38 %	49 33 %	12 8 %	22 15 %	10 7 %
<i>Pokud ano, byli byste ochotni starat se o ni?¹⁴</i>	52 36 %	57 39 %	17 12 %	11 8 %	8 6 %

Většina lidí by uvítala vlastnit zahradu na svém obydlí. Konkrétně 106 lidí (71 %) projevilo o střešní zahrady na svém obydlí zájem. Přesněji 57 (38 %) dotazovaných odpovědělo rozhodně ano, 49 (33 %) spíše ano. Zároveň více než 2/3 respondentů (tedy 75 %) by byli následně ochotni starat se o danou zahradu, pokud by ji vlastnili. Neochotu o péči o zahradu projevilo 19 lidí (14 %), až 32 lidí (22 %) by ji dokonce nechtělo vlastnit. Z tabulky č. 4 lze vyčíst překvapující fakt, že o zahradu by se následně staralo více lidí, než kteří by ji byli ochotni vlastnit. Vysvětlení může být například, že nemají střechu vhodnou k realizaci střešní zahrady, proto v otázce, *zda by si ji dokázali představit na jejich střeše*, odpověděli záporně. Jiné vysvětlení může být, že by se o zahradu starali rádi, ale třeba někde jinde.

Hlavními pozitivy a důvody, pro které by si lidé střešní zahradu pořídili jsou pak snižování teploty okolí (pro tuto možnost hlasovalo 72 (48 %) respondentů, tedy téměř polovina všech dotazovaných), zlepšování kvality ovzduší (59; 39 % odpovědí) a zadržování dešťové vody (53; 35 % odpovědí). Jako jiné uváděli nejčastěji tepelnou izolaci a relaxaci. Následující graf č. 1 shrnuje množství odpovědí pro jednotlivé možnosti¹⁵.

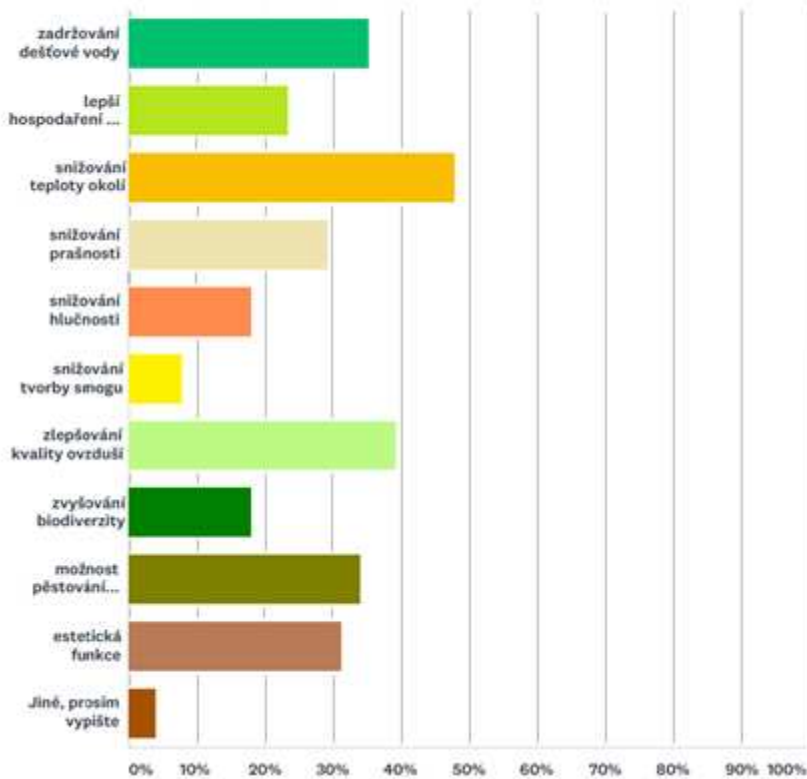
Naopak největší nedostatky, či negativa vidí lidé především v nutnosti složitějších technických úprav (99 odpovědí; 66 %) a finanční náročnost při zakládání (94 odpovědí; 63 %). Jako jiné vidí kontaminaci potravin nečistotami v ovzduší (v případě střešního zemědělství) a nízké know how prováděcích firem. Dalo se předpokládat, že lidé budou více dbát na finanční stránku věci, nicméně je pozitivní zjištění, že biologické znečištění

¹⁴ Daná otázka byla nepovinná. Vynechalo ji pouze 5 lidí.

¹⁵ Respondenti měli možnost vybrat až 3 odpovědi, celkem tedy bylo možné zaznamenat 450 hlasů. Někteří respondenti možnost nevyužili, celkový počet hlasů byl 433. Procenta uváděná u jednotlivých odpovědí jsou pak udávána v poměru k počtu respondentů (tedy 150), nikoliv k počtu hlasů (433).

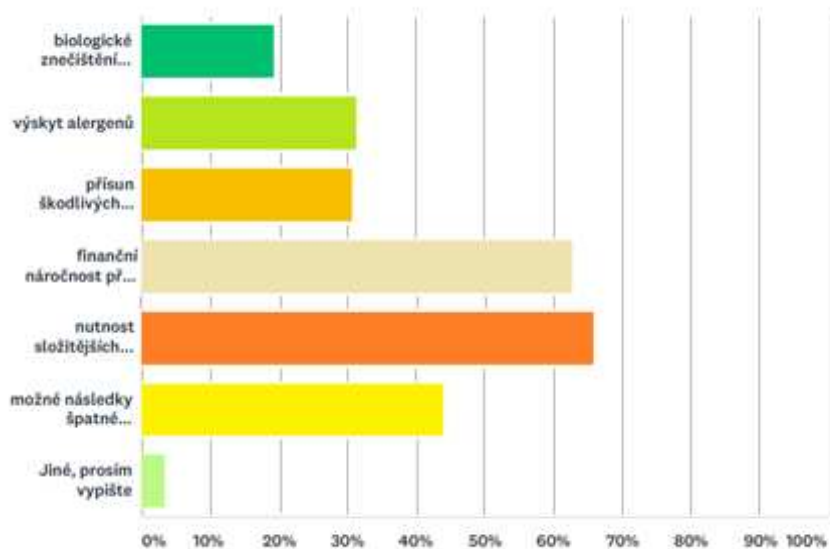
Graf 1 Pozitiva střešních zahrad dle respondentů

Pozitiva střešních zahrad dle respondentů



Graf 2 Negativa střešních zahrad dle respondentů

Negativa střešních zahrad dle respondentů



(29 odpovědí; 20 %) neberou respondenti jako výraznou nevýhodu. Výše uvedený graf č. 2 shrnuje zastoupení odpovědí pro jednotlivé možnosti.¹⁶

Tabulka 5 Odpovědi respondentů na otázky o vlivu a budoucnosti střešních zahrad

	Velmi dobrý/á	Dobrá/á	Žádný/á/ nevím	Špatný/á	Velmi špatný/á
<i>Jaký mají podle vás střešní zahrady vliv na životní prostředí?</i>	60 40 %	69 46 %	21 14 %	0 0 %	0 0 %
<i>Jaký mají podle vás střešní zahrady přínos pro městské prostředí?</i>	78 52 %	60 40 %	11 7 %	1 1 %	0 0 %
<i>Jak vidíte budoucnost střešních zahrad?</i>	38 25 %	68 45 %	35 23 %	7 5 %	2 1 %
	Rozhodně ano	Spíše ano	nevím	Spíše ne	Rozhodně ne
<i>Je podle vás reálné zvýšit počet střešních zahrad v českých městech?</i>	40 27 %	65 43 %	26 17 %	19 13 %	0 0 %

Při dotazu, jaký vidí respondenti vliv střešních zahrad na životní prostředí překvapivě nikdo nereagoval negativně. V nepovinných komentářích pouze jeden respondent uvedl, že by střešní zahrady mohly zvýšit počet nepůvodních druhů. Nicméně z výše uvedené tabulky č. 5. lze zjistit, že se 129 lidí (86 %) přiklání k názoru, že střešní zahrady pozitivně ovlivňují životní prostředí. Obdobně vidí lidé i přínos střešních zahrad městskému prostředí. Ovšem zde si je více lidí (konkrétně 138, 92 %) vědomo kladného ovlivnění městského prostředí zelenými střechami. Pouze jeden člověk odpověděl negativně.

I přesto, že lidé vidí pozitivní vlastnosti střešních zahrad a jejich vliv na prostředí, nejsou si v otázce budoucnosti střešních zahrad tak jistí. 35 respondentů (23 %) žádnou budoucnost nevidí nebo neví, 9 respondentů (6 %) nevěří v rozmach střešních zahrad. Nicméně větší část dotazovaných, tedy 106 lidí (71 %) uvedlo, že střešní zahrady mohou mít budoucnost. Téměř shodné procento lidí vidí i budoucnost střešních zahrad v ČR. I přesto je zde určitý podíl respondentů, kteří si myslí opak. V komentářích někteří uvedli, že realizace v ČR bude náročná. Jeden z respondentů uvedl například následující: *Nevidím to jako dobrý potenciál v ČR, založení střešní zahrady vyžaduje vstupní investice na technické řešení atd., v dnešní době jsou lidé rádi, že vůbec si mohou nějaké vlastní bydlení pořídit, natož investovat do těchto projektů.* Další respondent napsal: *Spíš ale na nových budovách, zakládání střešních zahrad na budovách, kde se s nimi nepočítalo při projektování je velmi finančně i technicky náročné*

¹⁶ I zde měli respondenti možnost výběru 3 odpovědí. Zde však tuto možnost využili méně a celkový počet odpovědí byl 386 ze 450 možných.

— *tam tedy spíše ne*. Jiní zase v rozšíření střešních zahrad věří, pouze s pomocí dotací, či podpor. Jiné odpovědi byli například, že je rozšíření možné, pouze pokud budou střešní zahrady součástí městské architektury.

4.3 Shrnutí výzkumu a diskuse

Dotazníku se zúčastnilo 150 lidí, přičemž větší část tvořily ženy. V dotazníku bylo zastoupeno více lidí mladšího věku. Respondenti odpovídali na všechny otázky spíše kladně. Dokázali by si tedy představit střešní zahradu na svém obydlí, a dokonce by se o ni byli schopni starat. Nicméně rozšiřování střešních zahrad po celé republice se jim nejeví jako příliš reálné. Důvodem je pro občany ČR převážně finanční stránka věci a nutnost složitých technických úprav. I tak řada dotazovaných vidí pozitivní ovlivnění takovýchto střech na městské a životní prostředí.

Z dotazníkového šetření je patrné, že lidé by byli ochotni podílet se na realizaci střešních zahrad, uvedení do praxe je ale otázkou, jelikož je pro realizaci střešních zahrad nutné vynaložit vyšší finanční vklady. Dotazníku se zúčastnilo více mladých lidí (lze předpokládat, že studenti či nově pracující), nedokáží si proto představit, že by sami střešní zahradu realizovali. I tak můžeme na základě získaných dat tvrdit, že střešní zahrady jsou pro českou veřejnost poměrně atraktivní a je možné, že jejich počet v budoucnu (pomalu) poroste.

Podle občanů je největší benefit střešních zahrad snižování teploty okolí, což může souviset i se snižováním spotřeby energie, kterou některé studie (např. Saiz, et al., 2006) považují za největší přínos. To potvrzuje i Berardi et al. (2014), který analyzoval publikace zabývající se kladnými vlastnostmi střešních zahrad. Podle něj je nejprobíranějším environmentálním aspektem zelených střech právě vyrovnávání teplot, což opět souvisí se zmíněným snižováním teploty a spotřeby energie. Obdobný počet vědeckých prací se věnuje i snižování městského tepelného ostrova a hospodaření s vodou, které uvádí na prvním místě i GSA (2011). Bylo by ovšem nepatřičné považovat za největší přínos pouze jeden, jelikož všechny zmiňované vlastnosti (od ekologického hospodaření s dešťovou vodou po zvětšování biodiverzity) mají velký přínos a přispívají přibližně stejnou vahou ke zlepšování okolí.

O nejstěžejnějším aspektu se nemůžeme bavit ani v rámci negativ. I když zde je patrné, že negativa se vyskytují převážně v oblasti technické, a je pozitivní, že občané ČR vidí zápory střešních zahrad právě v této sféře než v oblasti environmentální.

ZÁVĚR

Zelené střechy se objevovaly již v dávné historii. Jejich rozmach však nastal až v 19. století a následně se rozšířily po celém světě. Dnes, kdy se téma ekologie a environmentalistiky dostává do popředí, realizují se především z důvodů zlepšení okolí a zastupují hlavně ekologickou roli.

V městském prostředí se vyskytuje mnoho environmentálních problémů. Častým problémem je hospodaření s vodou a její kontaminace způsobená například oleji z dopravy. Při vydatných deštích jsou pak přetíženy kanalizace a jejich funkčnost se snižuje. Již existuje mnoho návrhů udržitelného městského hospodaření s vodou, nicméně se často potýkají s problémy, a tak by se záležitosti s retencí a nakládáním s dešťovou vodou ve městě daly řešit právě střešními zahradami. Ty však mohou přispět i ke zmírňování dalších obtíží, se kterými se životní prostředí ve městech potýká. Díky zadržování vody rostlinami a jejím následným vypařováním dochází k ochlazení okolního vzduchu. Díky tomu se vytváří příjemnější prostředí, které navíc umocňuje i fakt, že vegetační střechy osvědčeně snižují míru hluchnosti z okolí. Přirozeně se to projevuje spíše ve vyšších patrech a jedná se hlavně o snížení hluku z letecké dopravy. V neposlední řadě dokáží zelené střechy zvýšit ve městech biodiverzitu. Ovšem pokud by se vysázelo mnoho nepůvodních druhů je sporné, zda by to byl pro přírodu opravdový benefit. V takovém případě by se totiž zvýšila rostlinná biodiverzita, naopak by mohlo dojít k poklesu počtu hmyzích druhů, což bychom museli počítat mezi nevýhody. Jako další nevýhody střešních zahrad z environmentálního hlediska bychom pak mohli zařadit tvorbu pylu a biologického odpadu.

Během dotazníkového šetření bylo zjištěno, že si lidé jsou vědomi výše zmíněných pozitivních aspektů zelených střech a byli by ochotni nějakou střešní zahradu vlastnit. Nicméně překážkou by podle většiny respondentů byly náročnější technické práce a finance. Je zde ovšem možnost žádat o dotace a podpory, jako je například *Nová zelná úsporám*. Výhodou je i fakt, že zelené zahrady nejsou podmíněny žádnou legislativou, naopak mohou ve vybraných zákonech najít oporu. Je zde rovněž dostatek volných ploch k realizaci.

Vhodné podmínky pro realizaci zelených střech bychom v ČR měli, pro četnější zavedení by ovšem bylo potřeba více rozšířit povědomí o dané problematice a zvýšit zájem veřejnosti, obcí a jiných sfér.

Seznam použité literatury a internetových zdrojů

Akbari, H., Kurn, D. M., Bretz, S. E., Hanford, J. W. 1997. Peak power and cooling energy savings of shade trees. *Energy and Buildings*. Vol. 25(2), pp. 139-148.

Archiexpo. N.d. tour the rognier bad blumau spa, designed by friedensreich hundertwasser. http://img.archiexpo.com/images_ae/projects/images-og/tour-rognier-bad-blumau-spa-designed-friedensreich-hundertwasser-1226-8448216.jpg

Arnika, 2008. Výsadba městské zeleně a její úskalí. <https://arnika.org/soubory/dokumenty/stromy/seminare/2008/10HamernikBorysek2008Uskalivysadby.pdf>

Bass, B., Baskaran, B. 2003. Evaluating Rooftop and Vertical Gardens as an Adaptation Strategy for Urban Areas. *Institute for Research in Construction, Report no. NRCC-46737*. Ottawa: National Research Council Canada.

Beninde, J., Veith, M., Hochkirch, A., Haddad, N. 2015. Biodiversity in cities needs space: a meta-analysis of factors determining intra-urban biodiversity variation. *Ecology Letters*. Vol. 18(6), pp. 581-592.

Berardi, U., GhaffarianHoseini A.H., GhaffarianHoseini, A. State-of-the-art analysis of the environmental benefits of green roofs. *Applied Energy*. Vol. 115, pp. 411-428

Bhatia, R. 2014 Noise Pollution: Managing the Challenge of Urban Sounds. *Earth Journalism Network*. <https://earthjournalism.net/resources/noise-pollution-managing-the-challenge-of-urban-sounds>

Braniš, M., Hůnová, I. et al., 2009. Atmosféra a klima. Aktuální otázky ochrany ovzduší. Univerzita Karlova v Praze: Karolinum.

Burkhard, R., Deletic, A., Craig, A. Techniques for water and wastewater management: a review of techniques and their integration in planning. *Science direct*. Vol. 2(3), pp 197-221.

Burian, S., Ondřej, J. Oživená architektura: (Ozeleňování budov). Praha: Fajma, 1992.

Čermáková, B., Mužíková, R. Ozeleněné střechy. Praha: Grada. *Stavitel*.

Dearborn, D. C., Kark, S. 2010. Motivations for Conserving Urban Biodiversity. *Conservation Biology*. Vol. 24(2), pp 432-440

Dostal, P., Macháč, J., Dubová, L., Louda, J. 2017. *Způsoby systémové podpory výstavby zelených střech*. Brno: Svaz zakládání a údržby zeleně.

Dotace Dešťovka, 2017. Státní fond životního prostředí ČR. <https://www.dotacedestovka.cz/>

Ekologický institut VERONICA. N.d. Co to je biodiverzita a proč ji chránit? <https://www.veronica.cz/co-to-je-biodiverzita-a-proc-ji-chranit>

Dunnett, N., Kingsbury, N. 2004. *Planting Green Roofs and Living Walls*. Portland: Timber Press.

EPA, n.d. Heat Island Effect. *United States Environmental Protection Agency*. <https://www.epa.gov/heat-islands>

European Commission n.d. *10 ways to combat noise pollution*. http://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/multimedia/infographics/10_ways_to_combat_noise_pollution_standalone_infographic.pdf

European Commission. 2017. FUTURE BRIEF: Noise abatement approaches. *Science for environment policy*. http://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/noise_abatement_approaches_FB17_en.pdf

Fialová, Z., 2009. Úbytek půdy je stále alarmující. *Zemědělec*. Pp. 4.

Fuller, R. A., Gaston, K. J. 2009. The scaling of green space coverage in European cities. *Biology Letters*. Vol. 5(3), pp. 352-355.

Gaffin, S. R., Rosenzweig, C., Eichenbaum-Pikser, J., Khanbilvardi, R., Susca, T. 2010. A Temperature and Seasonal Energy Analysis of Green, White and Black Roofs. *Center for Climate System Research*. New York: Columbia University.

Golemio, 2018. Zelené střechy. <https://golemio.cz/cs/zelene-strechy>

GSA. 2011. The Benefits and Challenges of Green Roofs on Public and Commercial Buildings *A Report of the United States General Services Administration*. https://www.gsa.gov/cdnstatic/The_Benefits_and_Challenges_of_Green_Roofs_on_Public_and_Commercial_Buildings.pdf

Hatt, B. E., Fletcher, T. D., Deletic, A. 2009. Hydrologic and pollutant removal performance of stormwater biofiltration systems at the field scale. *Journal of Hydrology*. Vol. 365(3-4), pp. 310-321.

Hellström, D., Jeppson, U., Kärrman, E. 2000. A framework for systems analysis of sustainable urban water management. *Environmental Impact Assessment Review*. Vol. 20(3), pp. 311-321.

Hui, S. C. M., Chan, S. C. 2011. Integration of green roof and solar photovoltaic systems. *Integrated Building Design in the New Era of Sustainability*. Kowloon: The University of Hong Kong.

Hundertwasser-haus. N.d. Die Baummieter. http://www.hundertwasser-haus.info/wp-content/uploads/2011/07/ARCH_0044_13neu_Kluger.jpg

Huse, N. 1995. Le Corbusier. Olomouc: Votobia, 1995. Malé monografie (Votobia).

International energy agency. 2016. Energy and Air Pollution. *World Energy Outlook*. <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WorldEnergyOutlookSpecialReport2016EnergyandAirPollution.pdf>

Jarosińska, D., Héroux, M.-È., Wilkhu, P., Creswick, J., Verbeek, J., Worthge, J., Paunović, E. 2018. Development of the WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: An Introduction. *International Journal of Environmental Research and Public Health* Vol. 15(4), pp. 813.

Kadas, G. (n.d.) Rare Invertebrates Colonizing Green Roofs in London. *Biological Sciences*. London: Royal Holloway University of London. Vol. 4(1), pp. 66-86.

Kohler, M., Wiartalla, W., Feige, R. 2007. Interaction between PV-systems and extensive green roofs. *Greening Rooftops for Sustainable Communities*. Minneapolis.

Kolařík et al., 2003. *Péče o dřeviny rostoucí mimo les I. díl*. Vlašim: ČSOP.

Lagström, J. 2004. Do Extensive Green Roofs Reduce Noise? *International Green Roof Institute*. University of Malmö <http://greenroof.se/wp-gr/wp-content/uploads/2012/09/010-reduce-noice1.pdf>

Li, Y., Zhao, X. 2012 An empirical study of the impact of human activity on long-term temperature change in China: A perspective from energy consumption. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*. Vol. 117(D17).

Liu, K. 2002. Energy efficiency and environmental benefits of rooftop gardens. *National research Council Canada: Construction Canada*. Vol. 44(2), pp. 17, 20-23.

Mairs, J. 2015. Rafael Viñoly reveals plans for the "largest green roof in the world" in Silicon Valley. <https://www.dezeen.com/2015/09/09/rafael-vinoly-reveals-plans-largest-green-roof-in-world-silicon-valley-cupertino-california/>

Mandel, L. 2013 *EAT UP: The Inside Scoop on Rooftop Agriculture*. Canada: New Society Publishers.

Mayer, H. 1999. Air pollution in cities. *Atmospheric Environment*. Vol. 33(24-25), pp. 4029-4037.

McKinney, M. L. 2008. Effects of urbanization on species richness: a review of plants and animals. *Urban Ecosystem*. Vol. 11(2), pp. 167-176.

Mentens, J., Raes, D., Hermy, M. 2005. Green roofs as a tool for solving the rainwater runoff problem in the urbanized 21st century? *Landscape and Urban Planning*. Vol. 77(3), pp. 217-226.

Minke, G. 2001. Zelené střechy. Plánování, realizace, příklady z praxe. Ostrava: HEL, 2001

MZP, 2019. Komunitární program LIFE. https://www.mzp.cz/cz/komunitarni_program_life

Nardini, A., Andri, S., Crasso, M. 2012. Influence of substrate depth and vegetation type on temperature and water runoff mitigation by extensive green roofs: shrubs versus herbaceous plants. *Urban Ecosystem*. Vol. 15(3), pp. 697-708.

Nová zelená úsporám, 2009. Nabídka dotací. <https://www.novazelenausporam.cz/nabidka-dotaci/>

Pergl, J., Sádlo, J., Petrušek, A., Pyšek, P. 2013. Nepůvodní druhy živočichů a rostlin v ČR: návrh seznamů druhů vyžadujících zvláštní přístup (černý a šedý seznam). *Botanický ústav AV ČR*. Praha: Přírodovědecká fakulta UK. <http://invaznidruhy.nature.cz/res/archive/151/019808.pdf?seek=1391611202>

Pfeiffer, B. B. 1994. Frank Lloyd Wright. Köln: Benedikt Taschen, 1994.

Read, J., Wevill, T., Fletche, T., Deletic, A. 2008. Variation among plant species in pollutant removal from stormwater in biofiltration systems. *Water Research*. Vol. 42(4-5), pp. 893-902.

Roy, A. H., Wenger, S. J., Fletcher, T. D., Walsch, Ch. J, Landson, A. R., Shuster, W. D., Thurston, H. W., Brown, R.R. 2008. Impediments and Solutions to Sustainable, Watershed-Scale Urban Stormwater Management: Lessons from Australia and the United States. *Environmental Management*. Vol. 42(2), pp. 344-359.

Savvas, W, 2015. Green Roofs for Fire Resilience. *Sourceable*. <https://sourceable.net/green-roofs-for-fire-resilience/>

Saiz, S., Kennedy, Ch., Bass, B., Pressnail, K. 2006. Copmarative Life Cycle Assessment of Standard and Green Roofs. *Environmental Science & Technology*. Vol. 40(13), pp. 4312-4316.

Specht, K., Siebert R., Opitz I., Freisinger, U. B., Sawicka, M., Werner, A., Thomaier, S., Henckel, D., Walk, H., Dierich, A. 2014 Urban agriculture of the future: an overview of sustainability aspects of food production in and on buildings. *Agriculture and Human Values*. Vol. 31(1), pp. 33-51.

Stejskal, J. 2004 Ubývání tichých míst — hluk se stal jedním z největších environmentálních problémů ČR. Praha: Ekolist.

Sutton, R. K., 2015. Green Roof Ecosystems. *Springer International Publishing. Ecological Studies*.

Svaz zakládání a údržby zeleně. 2016. Zelené střechy — naděje pro budoucnost II. Brno: Svaz zakládání a údržby zeleně.

Šimečková, J., Večeřová, I. 2010. *Zelené střechy — naděje pro budoucnost*. Brno: Svaz zakládání a údržby zeleně.

The World Bank, 2019. Population, total data. <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL>

Trowsdale, S., Simcock, R. 2011. Urban stormwater treatment using bioretention. *Journal of Hydrology*. Vol. 397(3-4), pp. 167-174.

Vos, P. E. J., Maiheu, B. Vankerkom, J., Janssen, S. 2013. Improving local air quality in cities: To tree or not to tree?. *Environmental Pollution*. Vol.183, pp. 113-122.

Walsh, Ch. J., Fletcher, T. D., Burns, M. J., Gilbert, J. A. 2012. Urban Stormwater Runoff: A New Class of Environmental Flow Problem. *PLoS ONE*. Vol. 7(9).

Wong, N. H., Chen, Y., Ong, C. L., Sia, A. 2003. Investigation of thermal benefits of rooftop garden in the tropical environment. *Energy and Buildings*. Vol. 38(2), pp. 261-270.

World Health Organization. 2018. Burden of disease from environmental noise: Quantification of healthy life years lost in Europe. *World Health Organization*. https://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/e94888.pdf?ua=1

Zelené střechy, n.d. Zelená střecha roku. <https://www.zelenestrechy.info/>

Přílohy

Příloha 1 — struktura dotazníku

Potenciál střešních zahrad v ČR

Střešní zahrada je, jak už název napovídá, zahrada založená na střeše. V našem případě budeme chápat střešní zahradu jako jakoukoliv zeleň vysázenou člověkem na střechách jak rovných, tak i šikmých.

Dotazník zabere přibližně 5 minut. Pro každou otázku zvolte vždy jen jednu odpověď, pokud není uvedeno jinak. Dotazník je zcela anonymní a výsledky budou součástí mé bakalářské práce, prosím Vás o pravdivé vyplnění a děkuji za Váš čas.

Lenka Tomečková, studentka 3. ročníku přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci.

* 1. Setkali jste se někdy s pojmem střešní zahrada?

- ano
 ne
 nevím

* 2. Dokázali byste si představit střešní zahradu na střeše vašeho domu/ bytu?

rozhodně ano spíše ano nevím spíše ne rozhodně ne

3. Pokud ano, byli byste ochotni starat se o ni?

rozhodně ano spíše ano nevím spíše ne rozhodně ne

* 4. Jaké jsou podle vás největší pozitiva střešních zahrad? Vyberte max. 3 možnosti

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> zadržování dešťové vody | <input type="checkbox"/> snižování tvorby smogu |
| <input type="checkbox"/> lepší hospodaření s vodou | <input type="checkbox"/> zlepšování kvality ovzduší |
| <input type="checkbox"/> snižování teploty okolí | <input type="checkbox"/> zvyšování biodiverzity |
| <input type="checkbox"/> snižování prašnosti | <input type="checkbox"/> možnost pěstování plodin ve městě |
| <input type="checkbox"/> snižování hlukosti | <input type="checkbox"/> estetická funkce |
| <input type="checkbox"/> Jiné, prosím vypište | |

* 5. Jaké naopak vidíte největší negativa? Vyberte max. 3 možnosti.

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> biologické znečištění (opad listů apod.) | <input type="checkbox"/> finanční náročnost při zakládání |
| <input type="checkbox"/> výskyt alergenů | <input type="checkbox"/> nutnost složitějších technických řešení |
| <input type="checkbox"/> přísun škodlivých látek (např. z hnojiv) do odtoku | <input type="checkbox"/> možné následky špatné instalace |
| <input type="checkbox"/> Jiné, prosím vypište | |

* 6. Jaký mají podle Vás střešní zahrady vliv na životní prostředí?

- | | | | | |
|-------------|-------|-------------|--------|--------------|
| velmi dobrý | dobrá | žádný/nevím | špatný | velmi špatný |
| ★ | ★ | ★ | ★ | ★ |

Poznámky (nepovinné) - zde máte možnost slovní odpovědi

* 7. Jaký mají podle Vás střešní zahrady přínos pro městské prostředí?

- | | | | | |
|-------------|-------|-------------|--------|--------------|
| velmi dobrý | dobrá | žádný/nevím | špatný | velmi špatný |
| ★ | ★ | ★ | ★ | ★ |

Poznámky (nepovinné) - zde máte možnost slovní odpovědi

* 8. Jak vidíte budoucnost střešních zahrad?

- | | | | | |
|-------------|-------|-------------|--------|--------------|
| Velmi dobrá | dobrá | žádná/nevím | špatná | velmi špatná |
| ★ | ★ | ★ | ★ | ★ |

Poznámky (nepovinné) - zde máte možnost slovní odpovědi

* 9. Je podle vás reálné zvýšit počet střešních zahrad v českých městech?

- | | | | | |
|--------------|-----------|-------|----------|-------------|
| rozhodně ano | spíše ano | nevím | spíše ne | rozhodně ne |
| ★ | ★ | ★ | ★ | ★ |

Poznámky (nepovinné) - zde máte možnost slovní odpovědi

* 10. Pohlaví

- muž
- žena

* 11. Jaký je Váš věk?

* 12. Jaká je velikostní struktura Vaší obce podle počtu obyvatel?

0-2000

10001-50000

2001-5000

50001-100000

5001-10000

100000 a více

* 13. Charakterizujte Vaše bydlení. Bydlíte v:

rodinném domě

bytovém domě (panelák, bytovka)

Jiné