

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra zahradní a krajinné architektury



Vývoj vegetační struktury zelené střechy MCEV II.

Bakalářská práce

Autor práce: Bc. Lukáš Martínek, DiS.

Obor studia: Zahradní a krajinářská architektura

Vedoucí práce: Jan Hendrych, ASLA

© 2019 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Vývoj vegetační struktury zelené střechy MCEV II." jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 18.4.2019

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval Janu Hendrychovi, ASLA za odborné vedení mé bakalářské práce, ochotu a cenné rady, které mi poskytl při zpracování této práce i během studia. Mé poděkování patří též Ing. Janě České, CSc. za vstřícný přístup a pomoc při determinaci rostlinných druhů. Dále bych chtěl poděkovat Kateřině Jiralové a Ing. Františku Jeřábkovi za vstřícnost a umožnění provedení výkopové sondy. Rád bych poděkoval také Ing. Aleně Fedurcové za věcné připomínky a poskytnutí odborných materiálů. V neposlední řadě děkuji Ing. Pavlíně Zrůbkové za odborné rady při zpracování sociologického průzkumu.

Vývoj vegetační struktury zelené střechy MCEV II.

Souhrn

Bakalářská práce na téma Vývoj vegetační struktury zelené střechy MCEV II. podává ucelený přehled o rozdělení zelených střech podle vegetačního pokryvu, funkce a přístupnosti. Literární rešerše byla zpracována na základě nejnovější literatury dané problematiky, zejména cizojazyčné.

Podrobně byla charakterizována technická stránka jednotlivých souvrství střešní konstrukce a výsledky byly zpracovány do tabulky. V návaznosti na tyto skutečnosti byla další kapitola věnována doporučenému sortimentu rostlin pro jednotlivé typy souvrství. V literární rešerši byly podrobně popsány způsoby zakládání vegetačního pokryvu na střešních zahradách. Nedílnou součástí této kapitoly tvoří informace o plevelných rostlinách. V závěru literární části bylo uvedeno několik novodobých realizací zeleně na střešních konstrukcích v České republice i ve světě.

Součástí přípravné práce projektu bylo zpracování podkladových materiálů, zejména projektové dokumentace a výstupů mezioborového workshopu. Další důležitou část této kapitoly tvořily informace o provedené půdní sondě a sociologický průzkum.

Záměrem bakalářské práce bylo navržení funkčního projektu, který reaguje na všechny zjištěné skutečnosti a předkládá koncept řešení problematické plochy. Návrh zahrnuje textovou a projektovou část včetně vizualizace. Na závěr bylo uvedeno ekonomické zhodnocení navrženého rostlinného materiálu.

Autor bakalářské práce doufá, že sociologický průzkum nebo projekt samotný napomůže kvalitnějšímu využití střešní zahrady. Jedná se o atraktivní prostor, který si rozhodně zaslouží více pozornosti.

Klíčová slova: urbanizované plochy, zeleň, konstrukce, extenzivní, intenzivní, realizace.

Development of green roof vegetation structure at the inter-faculty centre of environmental science (MCEV II.)

Summary

Bachelor thesis on Development of green roof vegetation structure at the MCEV II. provides a comprehensive overview of the division of green roofs according to vegetation cover, function and accessibility. The literary research is processed by using the latest literature of this problematics, especially in foreign language.

The technical aspect of the individual layer compounds of the roof structure was processed in detail into a table. Following these facts, the next chapter was dedicated to the recommended range of plants for individual layer compounds. In the literary research have been described methods in detail of establishing vegetation cover on roof gardens. Information about weeds is an integral part of this chapter. The end of the literary research deals with the several modern green roof realizations of a roof structures in the Czech Republic and in the world.

The underlying materials were evaluated in the next chapter. Part of this elaborated proposal is the evaluation of the background data, especially project documentation and results from the interdisciplinary workshop. Another important part of this chapter was the soil probe and sociological survey.

The purpose of the bachelor thesis was to design a functional project that responds to all discovered facts and presents the concept of solution the problematic area. The proposal contains the text and project part including visualization. Finally, an economic evaluation of the proposed plant material was introduced.

The author of the bachelor thesis hopes that the sociological research or the project itself will help to make better use the roof garden. This attractive space definitely deserves more attention.

Keywords: urbanized areas, greenery, extensive, intensive, realization.

OBSAH

1	ÚVOD	1
2	CÍL PRÁCE	2
3	LITERÁRNÍ REŠERŠE.....	3
3.1	ROZDĚLENÍ ZELENÝCH STŘECH.....	3
3.1.1	Rozdělení podle vegetačního pokryvu	3
3.1.2	Rozdělení podle přístupnosti.....	5
3.1.3	Rozdělení podle funkce	6
3.1.4	Rozdělení podle vegetačního souvrství	7
3.1.5	Rozdělení podle sklonu	7
3.2	KONSTRUKCE ZELENÝCH STŘECH	8
3.2.1	Požadavky na střešní konstrukci	8
3.2.2	Souvrství střešní konstrukce plochých střech	10
3.3	VEGETAČNÍ VRSTVA A POKRYV	12
3.3.1	Vegetační vrstva	12
3.3.2	Vegetační pokryv.....	14
3.3.2.1	Plevelné rostliny.....	21
3.3.3	Mulčování výsadeb.....	22
3.4	STRESOVÉ FAKTORY	23
3.4.1	Abiotické stresové faktory.....	24
3.4.2	Biotické stresové faktory.....	25
3.5	PŘÍKLADY SOUČASNÝCH REALIZACÍ STŘEŠNÍCH ZAHRAD	26
3.5.1	Příklady z České republiky	26
3.5.2	Příklady ze zahraničí	27
4	ZHDNOCENÍ PODKLADOVÝCH ÚDAJŮ	29
4.1	PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE K BUDOVĚ MCEV II.....	29
4.2	WORKSHOP MEZIOBOROVÝ.....	29
4.3	SONDA PŮDNÍHO PROFILU	30
4.4	SOCIOLOGICKÝ PRŮZKUM.....	30
5	VLASTNÍ PROJEKT	38
5.1	SOUČASNÝ STAV.....	38
5.2	NÁVRH ŘEŠENÍ.....	38
5.2.1	Zahradně architektonické řešení.....	39
5.2.2	Osazovací plán.....	40

5.2.3	Sortiment.....	41
5.2.4	Řez půdním profilem	42
5.2.5	Vizualizace	43
5.2.6	Ekonomické zhodnocení.....	43
6	DISKUZE.....	45
7	ZÁVĚR.....	46
8	SEZNAM LITERATURY.....	47

1 ÚVOD

Zeleň vždy byla neodmyslitelnou součástí lidských životů. O její nenahraditelné funkci svědčí fakt, že v mnoha koutech světa je zezeň uctívána a považována za nejcennější majetek, který může člověk vlastnit. V současné době je bohužel důležitost vegetace značně opomíjena. Zahušťování urbanizovaných ploch a vznik monokultur ve volné krajině prohlubuje problémy spjaté s úbytkem zeleně. Negativní jevy vzniklé zásahy lidské činnosti do přírodních společenstev jsou čím dál více patrné.

Přestože si přejeme být obklopeni zelenými plochami, vytváříme značné limity pro jejich životní podmínky (Málek et al. 2012). Zelené střechy a zezeň na konstrukcích je v současné době mnohdy jedinou možností pro zvýšení podílu vegetace v městském prostředí. I z tohoto důvodu si autor bakalářské práce zvolil právě toto téma, které považuje za velice aktuální a přínosné. V případě střešních konstrukcí bez vegetačního pokryvu se navíc jedná o plochy, které nemají většinou žádné další využití a významně přispívají ke zhoršení hygienické, mikroklimatické a ekologické funkce. Realizací zelených střech je možné významně přispět ke zlepšení této situace, zvýšit zastoupení zeleně v urbanizovaném prostředí a v některých případech i rozšířit obytné prostory. Poznatek k zamyšlení vyslovil švýcarský architekt Le Corbusier, který zastával pravidlo, že by zastavěná plocha měla být nahrazena plochou zeleně, v ideálním případě vegetační střechou.

Na druhou stranu vzniká řada realizací, které se snaží dopad na životní prostředí minimalizovat nebo dokonce přispět k jeho zlepšení. Vybrané projekty byly prezentovány v literární rešerši a staly se podnětem pro autorův vlastní projekt. Doufejme, že v budoucnosti bude vznikat podobných projektů stále více. Karel Čapek dříve napsal „Vyžeň přírodu dveřmi a polezeš za ní oknem“ – v případě řešené problematiky, na střechu.

Rostliny a architektura k sobě nepochybně patří. Oba prvky se vzájemně doplňují, ovlivňují a prolínají. Vegetace navíc tvoří proměnlivou složku a přidanou hodnotu konstrukce samotné. Z tohoto důvodu tvoří střešní zahrady významné propojení mezi rostlinami a architekturou.

2 CÍL PRÁCE

Cílem této bakalářské práce bylo shrnout a porovnat poznatky autorů, kteří se zabývají problematikou střešních zahrad. Byl kladen důraz na získávání informací z aktuálních zahraničních zdrojů. Literární rešerše podala ucelený přehled z citované literatury. Informace získané z literární rešerše byly použity pro zhodnocení podkladových údajů a pro vypracování vlastního projektu. Součástí podkladových materiálů byl také sociologický průzkum a sonda půdním profilem. Praktickým vyústěním bakalářské práce bylo aplikování získaných informací formou projektu na části střešní zahrady MCEV II.

3 LITERÁRNÍ REŠERŠE

3.1 ROZDĚLENÍ ZELENÝCH STŘECH

3.1.1 Rozdělení podle vegetačního pokryvu

Z praktického hlediska se střešní zahrady dělí na 2 základní typy – extenzivní a intenzivní. V některých případech jsou tyto typy doplněny o vertikální zahrady. Autor problematiku vertikálních stěn považuje za samostatné téma, a proto se vertikálními stěnami dále ve své práci nezabývá.

Přírodní prvky v urbanizovaném prostředí, tedy i střešní zahrady, jsou trvalou připomínkou toho, že je lidská společnost součástí něčeho většího, co ji v mnohém přesahuje (Kratochvíl 2015).

V přehuštěných prostorách centrálních částí měst je prostor pro vegetaci omezen na střešní konstrukce nebo mobilní zeleň. Plochy zeleně vznikající v nových obytných komplexech představují nejvyšší podíl přírůstku zeleně ve městech (Štencel et al. 1983).

Zelené střechy se na běžných rodinných domech vyskytují výjimečně, významnější zastoupení se nachází na moderních novostavbách. Zvláštní efekty těchto ploch jsou ve specifickém osázení a nevšedních úhlech pohledů (Stejskalová & Řeháková 2015).

Střešní zahrada sama může sloužit jako kamufláž vysoce umělé konstrukce budovy, jako tomu bylo použito při návrhu zelené střechy muzea moderního umění MoMA v New Yorku (Waterman 2015). Richardson & Schwartz (2008) dodávají, že maskování v podobě vegetačního pokryvu střešní zahrady tvoří přechod mezi urbanistickým prostředím a volnou krajinou.

Extenzivní typ střešních zahrad je realizován zejména na konstrukcích, které mají nízkou únosnost. Malá únosnost umožňuje pouze relativně mělké vrstvy substrátů pro vegetační souvrství. Vegetační pokryv je složen z nenáročných rostlinných druhů snášejících extrémní podmínky. Jedním z hlavních kritérií na tyto rostliny je tvoření celistvých ploch rozrůstáním a vysoká schopnost regenerace. Extenzivní typ střešních zahrad se zakládá primárně tak, aby působil přirozeně. Zpravidla se vybírají společenstva málo vzrůstných, plošně se rozrůstajících trvalek, sukulentů, dřevin, domácích planých bylin, trav jednoletých i víceletých. V některých případech je možné využít drobné cibuloviny nebo mechy (Mareček 2001; Minke 2001; Čermáková & Mužíková 2009).

Zeleň extenzivního souvrství je možné aplikovat na ploché i šikmé střechy. Údržba je v tomto případě minimální. Obvykle představuje kontrolu stanoviště jednou až dvakrát za rok, dle potřeby mohou následovat dílčí potřebné zásahy údržby (dodatečné zavlažování, selekce porostu od nežádoucích rostlin např. z náletu, rekonstrukce porostu dosevem či dosadbou). Střešní zahrady extenzivního typu, jak již bylo doloženo, jsou určeny pouze pro konstrukce, kde je možné provést pouze minimální nadstavbu a zatížení. Plocha střešní zahrady není přístupná. Úroveň údržby a náklady s ní spojené jsou výrazně nižší na rozdíl od intenzivního typu střešních zahrad (Zimmermann et al. 2015).

Úkolem extenzivní střešní zahrady je tedy vytvořit pokryv společenstva s maximální autoregulační schopností. Vegetační pokryv musí být udržitelný v odpovídající kvalitě bez stálé závlahy a s minimálními vnějšími zásahy člověka. Výběr použitých druhů rostlin je nezbytné maximálně přizpůsobit podmínkám stanoviště. Typické druhy rostlin pro výsadbu na extenzivních střešních konstrukcích mají vysokou regenerační schopnost a schopnost přizpůsobit se extrémním podmínkám daného stanoviště (Burian et al. 2016).

Extenzivní zeleň se rozděluje podle výšky substrátu na tři skupiny. Mocnost substrátu vegetačního souvrství extenzivních střešních zahrad se pohybuje v rozsahu 60 – 150 mm. Souvrství o mocnosti pouze 40 mm (i méně) může postačovat, pokud jsou vhodně zvolené druhy sukulentů. Na druhou stranu stepní typ porostu složený z trávy a bylin vyžaduje souvrství o mocnosti profilu až 200 mm (Čermáková & Mužíková 2009; Snodgrass & McIntyre 2010; Burian et al. 2016).

Intenzivní zeleň na střešních konstrukcích je zakládána na mocnějších vrstvách substrátu, který je reflektován úměrnou nosností terasové nebo střešní konstrukce. Střešní zahrada tohoto typu již umožňuje pobytovou funkci. Jedná se o rozšíření obytného prostoru, kde vznikne místo pro odpočinek, práci a rekreaci. Kompoziční zásady jsou obdobné zásadám uplatňovaným při řešení zahrad na přirozeném profilu půdy (Mareček 2001; Minke 2001).

Intenzivní zeleň, kde je vegetační pokryv náročný na mocnost substrátu, má význam výhradně na plochých střechách. Tento typ potřebuje pravidelnou závlahu a přísun živin. Je tedy vyžadována pravidelná péče. Údržba je přizpůsobena požadavkům jednotlivých druhů. Péče o střešní zahradu intenzivního typu se téměř neodlišuje od údržby v běžné zahradě. Do pravidelné údržby je zahrnuta kontrola podkladové části střešní zahrady. Důležitá je zejména kontrola odtokových poměrů a neporušenosti jednotlivých vrstev (Čermáková & Mužíková 2009; Burian et al. 2016).

Architektonickému záměru je podřízen výběr jednotlivých druhů rostlin. V tomto případě je také neopomenutelná pobytová funkce. Jsou vybírány druhy s vysokou estetickou

a užitnou hodnotou. Podmínky a péče jsou maximálně přizpůsobeny vegetačnímu krytu. Omezující jsou pouze faktory, které není možné technicky ovlivnit. Povrch zahrady je často modelován a bývá doplněn o zpevněné plochy a mobiliář. Intenzivní střešní zahrady mohou být osázeny prakticky neomezenou druhovou skladbou rostlin, stejně jako u klasické zahrady. Výběr dřevin (zejména stromů) je limitován jejich výškou a hloubkou kořenového systému. Nejčastěji aplikované skupiny rostlin jsou trávy (trávníky), pereny, dřeviny (keře a stromy), druhy půdopokryvné a užitkové druhy rostlin (ovoce, zelenina, aromatické a kořeninové rostliny). Vzhledem ke stanovištním podmínkám by mělo být přihlédnuto k používání nevymrzajících druhů rostlin (Čermáková & Mužíková 2009; Burian et al. 2016).

Někteří z autorů (Minke 2001; Burian et al. 2016) zmiňují ještě třetí typ vegetačního souvrství. Jedná se o **polointenzivní** zelené střechy, které jsou také označovány jako jednoduché intenzivní. Přechodný typ střešního souvrství mezi dvěma předešlými typy byl vyčleněn zejména z hlediska technického a realizačního provedení. Polointenzivní typ střešní zahrady umožňuje využití kombinace taxonů vhodných pro extenzivní zeleň a rostlin s vyššími nároky na mocnost vegetačního souvrství. Pro toto souvrství je potřeba zohlednit vyšší dávku dodávaných živin a nutnost vyšší závlahové dávky. Veškerá další péstební opatření jsou totožná s údržbou extenzivního souvrství.

3.1.2 Rozdělení podle přístupnosti

Zelené střechy se dělí podle přístupnosti zpravidla na tři základní kategorie. Většina autorů se na této terminologii shoduje.

Nepochozí střechy – pobyt osob je zde vyloučen. Pouze pověřené osoby zde mohou provádět kontrolu a údržbu vegetace nebo konstrukce střešní zahrady. Dostupnost a údržba je zde značně limitována. Z tohoto důvodu je důležité zvolit vhodný vegetační pokryv, který na dané ploše bude dlouhodobě perspektivní (Minke 2001, Burian et al. 2016).

Pochozí střechy – pobyt osob je zde vyhrazen pouze poučeným osobám. Je doporučeno zde vybudovat zpevněné pochozí plochy z dlaždic, roštů nebo kameniva, za účelem ochrany vegetačních prvků. Vhodným způsobem zde musí být také zajištěna bezpečnost osob (Burian et al. 2016).

Pobytové střechy – pobytovými střechami můžeme označit pouze střešní konstrukce s intenzivním způsobem osázení. Pro tento typ je obvyklá kombinace ploch zeleně v návaznosti na zpevněné plochy a terasy. Pobytové střešní zahrady jsou obvykle běžně přístupné. Jedná se zejména o soukromé zahrady, vyhrazenou zeleň a veřejné plochy.

Bezpečnost osob je zde zajištěna vhodným zábradlím nebo jiným druhem zábrany (Zimmermann 2015; Burian et al. 2016; Dostal et al. 2017).

3.1.3 Rozdělení podle funkce

Zelené střechy jsou odbornou literaturou obvykle děleny dle funkce na následující typy, jedná se zejména o rozdělení na základě jejich benefitů.

Retenční zelené střechy – primárně mají tyto plochy za úkol zadržet maximální možné množství vody, převážně srážkové a následně zpomalit její odtok. Druhou funkcí je odpařování vody do ovzduší při nízké vzdušné vlhkosti, což má za následek zlepšení mikroklimatu v okolí retenčních střešních zahrad (Bohuslávek et al. 2015; Burian et al. 2016).

Biodiverzitu podporující zelené střechy – jsou navrženy tak, aby poskytovaly velice rozmanité prostředí pro rostlinné a volně žijící živočišné druhy. S ohledem na funkci jsou vhodné bylinné a travní porosty doplněné například o rozkládající se organickou hmotu (Minke 2001; Burian et al. 2016; Grant & Gedge 2019). Hromada mrtvého dřeva je cenným biotopem pro hmyz, plazy a obojživelníky. Umožňuje-li to vegetační vrstva, měla by být dřevní hmota zapuštěna do substrátu (Lugerbauer 2019).



Obr. 1 IGA Berlin 2017

Autor bakalářské práce v roce 2017 navštívil mezinárodní zahradnickou výstavu IGA v Berlíně, kde byl tento typ střešní zahrady realizován na budově návštěvního centra.

Bio-fotovoltaické zelené střechy – zeleň střešní zahrady je doplněna o solární panely. Primárně se jedná o extenzivní plochy. Výzkumy uvádí, že kombinace fotovoltaických panelů s plochami vegetačního pokryvu zvyšují výnos energie v důsledku menšího zahřívání povrchu solárních panelů (Burian et al. 2016; Grant & Gedge 2019).

Tyto tři základní typy jsou v posledních letech některými autory doplňovány o další druh střešní zahrady se specifickou funkcí.

Pěstební zelené střechy – většina autorů se domnívá, že jsou realizovatelné, ale produkce bude neefektivní. Německý autor Minke (2001) zastává názor, že produkce ovoce a zeleniny je určena pro zahrady a pole, ne pro střešní konstrukce. Na druhou stranu je potřeba zmínit, že ploch s produkční funkcí vzniká stále více. Zejména farmy pro veřejnost s výukovými prostory se ve světě těší velké oblibě. Jedním příkladem realizace je Public

Farm v New Yorku v USA nebo Winemuseum na území Německa (Uffelen 2010). Další městskou potravinovou farmu můžeme nalézt v centru Londýna v Basinghall Avenue. Produkční potenciál těchto ploch je zejména v rostlinné, zahradnické nebo zemědělské výrobě. Obvykle se jedná o komerční nebo soukromé prostory. Vznik komunitních střešních zahrad je trend posledních let zejména v zahraničí (Burian et al. 2016; Dostal et al. 2017; Grant & Gedge 2019).

3.1.4 Rozdělení podle vegetačního souvrství

Termín souvrství střešní zahrady obecně představuje vrstvy, které jsou umístěny nad hydroizolací. Obvykle začíná ochrannou a hydro-akumulační vrstvou, navazuje drenážní vrstva s filtrační plochou. Střešní substrát a samotný vegetační pokryv tvoří poslední část souvrství. Podle skladby se rozlišují dva hlavní typy souvrství.

Jednovrstvé souvrství – střechy se sklonem od 5 % mohou být opatřeny pouze jednou vrstvou. Minerální částice jsou přidány do vegetační vrstvy, nerostná složka zajišťuje dostatečné odtokové poměry v souvrství (Minke 2001). Čermáková & Mužíková (2009) doplňují, že je jednovrstvé vegetační souvrství nejrozšířenějším typem střešních zahrad. Jednovrstvá skladba substrátu plní funkci hydro-akumulační, drenážní a vegetační. Tento druh skladby je použit především u jednoduchých extenzivních a zelených střech s vyšším sklonem (Burian et al. 2016).

Vícevrstvé souvrství – je tvořeno dvěma nebo více hlavními plášti, vzduchová vrstva obvykle tvoří přechod mezi jednotlivými vrstvami. Propustnost vlhkosti z konstrukce je zaručena právě díky vzduchovým vrstvám. Izolační funkce zeleně u tohoto typu konstrukce již není znatelná (Čermáková & Mužíková 2009). Vegetační souvrství je složeno z několika nezávislých celků, které mají rozdílnou funkci. Obvykle se setkáme s vegetační, separační, filtrační, hydro-akumulační, drenážní a ochrannou vrstvou. Tato skladba se využívá především u intenzivní střešní zeleně (Burian et al. 2016; Dostal et al. 2017).

3.1.5 Rozdělení podle sklonu

Klasifikace jednotlivých autorů je v této problematice značně odlišná. Čermáková & Mužíková (2009) rozdělují střešní zahrady dle sklonu do čtyř kategorií – plochá, šikmá s mírným sklonem, šikmá s velkým sklonem a strmá.

Bohuslávek et al. (2015) člení střechy dle sklonu a sortimentu pouze na dvě kategorie. Do 5 % se setkáváme s nízkým sklonem a od 5 % do 15 % se jedná o sklon mírný.

Burian et al. (2016) naopak dělí zelené střechy podle sklonu na tři kategorie. Ploché střešní zahrady se sklonem do 5 ° jsou zařazeny do první kategorie. Rozmezí sklonu 5 ° – 45 ° je limitující pro šikmé střechy v druhé kategorii. Za strmé střechy ze třetí kategorie jsou považovány plochy v rozmezí od 45 ° do 90 ° sklonu.

3.2 KONSTRUKCE ZELENÝCH STŘECH

Při založení střešní zahrady musí být respektováno mnoho požadavků, nejen dispozičních, ale i technických. Například umístění střešní konstrukce do uzavřeného atria nebo do srážkového stínu může způsobit řadu problémů. Dalším důležitým omezením je samotná výška budovy, která má vliv na proudění vzduchu. Pohyb větru spoluurčuje provozní bezpečnost (Minke 2001; Burian et al. 2016). Zároveň limituje výběr choulostivých rostlinných druhů kvůli zvýšenému odparu (Leffler & Frcalová 2017).

3.2.1 Požadavky na střešní konstrukci

Odborníci na tuto problematiku (Burian & Ondřej 1992; Minke 2001) se domnívají, že nejdůležitějším faktorem je adekvátní zhodnocení celé konstrukce vzhledem k zatížení. Na vědomí je třeba brát plné nasycení souvrství vodou, hmotnost vzrostlé vegetace, dokonce počet a hmotnost osob, které budou střešní konstrukci navštěvovat. Dalším důležitým faktorem je tlak jednotlivých vrstev v konstrukci.

Střešní konstrukce s vegetačním pokryvem jsou řazeny mezi plochy s provozním souvrstvím. Na střešní zahrady jsou kladeny rozdílné technické podmínky a požadavky na únosnost konstrukce, na rozdíl od obvyklých šikmých a rovných střech. Liší se také výběrem a vlastnostmi materiálů použitých v jednotlivých souvrstvích. Základním požadavkem je odpovídající nosnost celé struktury a hydroizolační vrstva odolná proti kořenům vegetační vrstvy. U staveb s tepelně izolační vrstvou je nutná odpovídající pevnost izolace doplněna o kvalitní parozábranu. Situování vzhledem ke světovým stranám by mělo reflektovat rostlinnou skladbu. Orientace také určuje tepelnou exponovanost konstrukce a způsob využití střešní konstrukce (Burian et al. 2016).

Legislativa v České republice nestanovuje parametry minimálního sklonu střechy. Norma ČSN 73 1901 *Navrhování střech – základní ustanovení* popisuje pouze obvyklý 3%

spád konstrukce. V zahraničí se doporučuje realizovat střešní konstrukce s minimálním sklonem 2 %, ale jsou známy i realizace bez sklonu. Například v sousedním Německu je předepsán minimální spád 2 %. Střechy s menším sklonem jsou zařazeny mezi zvláštní konstrukce vyžadující specifická opatření. Hydro-akumulační vrstva těchto konstrukcí disponuje trvalou hladinou vody. Pro terasy a podobné prvky je doporučován spád 1,5 – 2 %. Sklon není nutný v případě, že je dlažba kladena na podložky (Minke 2001; Čermáková & Mužíková 2009; Burian et al. 2016).

Dalším velice důležitým krokem je zvolení vhodného druhu hydroizolace. Některé hydroizolace nejsou odolné vůči prorůstání kořenů specifických druhů rostlin nebo narušování půdními bakteriemi. Jsou známy historické realizace, například zelená střecha berlínského pivovaru z roku 1925, kde již hydroizolační vrstva není zcela funkční, přesto je konstrukce bez oprav díky vzduchové mezeře mezi souvrstvími (Minke 2001).

Hydroizolační vrstva je obvykle realizována hydroizolačními modifikovanými asfaltovými pásy ve dvou úrovních. Dalším způsobem je provedení izolace jednovrstvou hydroizolační folií o tloušťce nejméně 1,5 mm. Podstatným faktorem je dlouhodobá odolnost izolace proti prorůstání kořenů. Normou ČSN EN 13948 je v České republice upravena problematika týkající se hydroizolací. Pro tyto účely je v zahraničí dokládán FLL atest. Dalším limitujícím faktorem je stálost vrstvy při působení UV záření a vysokých teplot. Provedení hydroizolační vrstvy by mělo být minimálně do výšky 150 mm nad souvrství vegetace nebo drenážního obsypu (Burian et al. 2016).

Odvodnění střešních zahrad je nejčastěji řešeno pomocí gravitačního odvodňování. Hlavní prvky tohoto systému jsou střešní vtoky a odvodňovací žlaby. Za účelem pravidelné kontroly musí být jednotlivé prvky stále přístupné. Pro zajištění bezproblémového provozu by měla být střešní plocha opatřena nejméně dvěma odtoky. Bezpečnostní přepad je instalován v případě použití pouze jednoho odtoku z konstrukce (Zimmermann et al. 2015; Burian et al. 2016).

Legislativa upravuje bezpečný přístup na zelených střeších vyhláškou č. 268/2009 o technických požadavcích na stavby. Podle této vyhlášky musí být zajištěn bezpečný přístup na pochozí střešní zahrady a terasy. Naopak nepochozí střešní konstrukce musí být zpřístupněny pomocí žebříku nebo průlezového otvoru (Burian et al. 2016).

Všechny volné okraje přístupných zelených střech musí být opatřeny zábradlím po celém obvodu. Bezpečnostní prvek zde není specifikován, kromě zábradlí je možno použít i jiné dostatečně vysoké konstrukce. V ojedinělých případech může bezpečnostní prvek tvořit samotná vegetace. Plochy, které jsou přístupné výhradně za účelem pravidelné údržby, musí

být opatřeny záchytným systémem. Zpravidla se jedná o systémy, které jsou složeny z kotvicích bodů navzájem propojených nerezovým lanem (Snodgrass & McIntyre 2010; Zimmermann et al. 2015; Burian et al. 2016; Dostal et al. 2017).

3.2.2 Souvrství střešní konstrukce plochých střech

Následující Tabulka 1 (Burian et al. 2016) uvádí souhrn jednotlivých funkčních celků vegetačního souvrství. V některých případech může být mezi vegetační vrstvou a vegetací zařazena vrstva ochranná nebo mulč. Na tabulku navazuje komentář k jednotlivým vrstvám konstrukce.

Tabulka 1: Funkční celky vegetačního souvrství

vrstva konstrukce	funkce
vegetace	je soubor rostlin, tvořící pokryv střešní zahrady
vegetační vrstva	je základním médiem pro růst a kořenění rostlin; fyzikální, chemické a biologické složení a vlastnosti jsou přizpůsobeny samotné vegetaci
filtrační vrstva	zamezuje vyplavování malých částic do drenážní vrstvy; trvale zamezuje zanesení drenážní vrstvy
hydro-akumulační vrstva	shromažďuje závlahovou nebo srážkovou vodu pro vegetaci; nemusí být částí vegetačního souvrství
drenážní vrstva	zajišťuje rychlé a efektivní odvedení přebytečné vody k systému odvodnění
ochranná vrstva	trvale ochraňuje hydroizolaci před mechanickým narušením
separační vrstva	odděluje rozdílné navazující materiály a prvky; zamezuje vzájemnému negativnímu ovlivňování
kořenovzdorná vrstva	chrání hydroizolační vrstvu střechy před poškozením; zabraňuje prorůstání kořenů

Ochranná vrstva – zajišťuje ochranu hydroizolace střechy zejména před mechanickým narušením. Ochrana je zabezpečena při realizaci a následné péči. Obvykle ji tvoří geotextilie s vhodnou plošnou hmotností, doporučováno je například použití pěnové rohože, rouna nebo jiných obdobných materiálů (Minke 2001; Čermáková & Mužíková 2009; Burian et al. 2016).

Separáční vrstva – cílem je oddlení různých vrstev plástů z vrobnch, chemických, mechanických nebo jiných důvodů. Je pouzvna zejména na plochch stesnch konstrukcích nebo u souvrství s obrcenm poradm vrstev. Separáční vrstva odděluje jednotliv vrstvy, aby nedocházelo k negativním změnám vlastností jednotlivých materiálů. Nejčastěji je pouzvna geotextilie s gramáži $300 \text{ g} \times \text{m}^2$ a skeln nebo ediov rohož (ermkov & Mužiková 2009; Burian et al. 2016).

Tepeln izolace – zamezuje prostupm tepla konstrukcí, eventuln pronkn tepla do vnitrnho prostoru budovy. Mocnost izolace závisí na pozadovanch parametrech a zvolenm materiálu. Pouzt materiály musí mít malou stlačitelnost a adekvtn pevnost v tlaku. Vyuzvn je zejména pnov a extrudovan polystyren nebo pnov sklo, kter je nejstlejsm materiálem (Zimmermann et al. 2015; Burian et al. 2016).

Parozábrana – je hydroizolační vrstvou zamezující pronkn vlhkosti do konstrukce stavby. Parozábrana je nepostradatelným prvkem souvrství moderních stesnch zahrad. Absence nebo nekvalitn proveden této vrstvy může způsobit vznik hub a plsn, pokozen tepeln izolace nebo korozi kovových prvků (ermkov & Mužiková 2009; Burian et al. 2016).

Spdov vrstva – zabezpečuje potebn sklon k odvodňovacímu systému. Spád je tvořen samotnou konstrukcí nebo dodatenm sklonem. Procely dodatečného vyspádování je pouzvn obvykle prost nebo lehen beton s vodotěsnou izolací (Burian et al. 2016).

Drenzn vrstva – základní funkcí této vrstvy je odvádět přebytečnou dešťovou nebo závlahovou vodu. Zamezuje pemoken rostlin a zabezpečuje spolehliv provoz cel stesn konstrukce. Vynen vrstvy drenáže je možné pouze v ojedinělých případech u extenzivního typu stechy. Me být pouzta nopov folie, kter navíc pln hydroakumulační funkci. Kromě nopov folie se pouzvaj drenzn panely, sypk hmoty (lva,šterk, keramzit) nebo smykov rohože. Nopov folie musí splňovat dostatenounosnost vrstev umístěných nad sebou. Všechny pouzt materiály v drenzn vrstvě musí být chemicky a fyzikln stle a splňovat dostatečnou odolnost v tlaku (Minke 2001; ermkov & Mužiková 2009).

Pro adekvtn dimenzování odtoku deov vody je určen výpočet odvodu vody během prvalovho de. Sprvn dimenzování předchází neadoucmu hromadění vody na stesn konstrukci (Burian et al. 2016).

Hydro-akumulační vrstva – zadruje vodu a zpomaluje tak odtok. Absorbovan voda omezuje nutnost závlahy a slouz rostlinám k fyziologickm pochodům. Zvyuje schopnost retence vody, zejména na stechch s nedostatečnou vodní kapacitou. Hydro-akumulační

vrstva je tvořena komponenty z minerálních vláken, nopových fólií, textilií, recyklátů nebo ze speciálních substrátů (Čermáková & Mužíková 2009; Burian et al. 2016).

Filtrační vrstva – odděluje substrát a drenážní vrstvu. Klíčovou funkcí je zamezení vyplavování jemných prachových a jílových částic. Chrání drenážní vrstvu proti zanesení. K tomuto účelu se používá netkaná a tkaná textilie, v některých případech je filtrační vrstva součástí nopové fólie v hydro-akumulační vrstvě (Čermáková & Mužíková 2009; Burian et al. 2016).

Kořenovzdorná vrstva – v případě, že není hydroizolační vrstva odolná proti narušování kořeny, musí být použita speciální fólie, která touto vlastností disponuje. Fólie se umísťuje nad hydroizolaci a přejímá ochrannou funkci. Měď a hliník jsou základní materiály pro výrobu kořenovzdorné vrstvy (Minke 2001; Burian et al. 2016).

3.3 VEGETAČNÍ VRSTVA A POKRYV

Ačkoliv chceme být obklopeni zelení, vytváříme značná omezení pro její růst, obzvláště prostorová a mikroklimatická (Málek et al. 2012).

Pokud chceme vytvářet funkční a přírodně vypadající rostlinná společenstva, musíme se nejprve podívat jak tento typ vegetace funguje v přírodě. Nelze ignorovat ekologické nároky, lenost v této podobě nás dříve či později dostihne. Snaha donutit vegetaci růst v nevhodných podmínkách je předurčena k selhání (Hitchmough 2017).

I velice nehostinné prostředí může dovolit značnou diverzitu vhodným rostlinám (Hitchmough 2017).

Výzkumy posledních let ukazují, že v některých městech nacházejí včely větší množství potravy, než je tomu v monokulturní zemědělské krajině. Zelené střechy s rozmanitou vegetací tento fakt podporují (Lugerbauer 2019).

3.3.1 Vegetační vrstva

Funkční vegetační vrstvu tvoří substrát, který vytváří prokořenitelný prostor pro rostliny. Hlavní funkcí této vrstvy je retence vody, zásobování rostlin živným roztokem a plynová výměna mezi oblastí kořenů a vnějším prostředím. Fyzikální a chemické znaky odpovídají požadovaným funkcím. Vegetační vrstvu mohou tvořit sypané substrátové směsi nebo panely z minerálních komponentů. Jednotlivé typy vegetačních souvrství mohou mít rozdílné požadavky. Obecně se náročnější rostliny pěstují na intenzivních zelených střechách,

proto substrát musí obsahovat větší množství dostupných živin a mít vyšší hydro-akumulační schopnost. Dostatečná propustnost je naopak důležitá pro extenzivní typy střeš. Substráty pro střešní zahrady by měly obecně obsahovat menší podíl pohyblivých částic jílu. Tyto částice mohou mít za následek zanášení spodních vrstev. Kvalitní střešní substrát by měl být bez půdní zásoby plevelů (semen a oddenků) a bez samotných plevelných rostlin (Minke 2001; Bohuslávek et al. 2009; Burian et al. 2016).

Minerální komponenty jsou základní složkou substrátových směsí, jsou pro ně typické dobré hydro-akumulační a drenážní vlastnosti. Jsou velice stálými materiály. Břidlice a rozdrčené expandované jíly mohou tvořit část komponentů substrátu. Opět se jedná o vysoce stabilní materiály s velkou porézností. Tvoří nejčastěji základ kvalitních substrátů pro střešní zahrady. Například zeolit je porézní horninou, která má ze všech zastoupených materiálů nejlepší sorpční schopnost. Objem organické složky je doporučován obecně do 15 – 20 %. Důvodem je mineralizace a zmenšování objemu tohoto komponentu. Rašeliny jsou schopné vázat vysoké množství vody a živin, ale vzhledem k jejich kyselé půdní reakci slouží primárně ke snížení hodnot pH. Komposty obsahují vysoký podíl volných živin, ale jejich schopnost zadržování vody je nižší (Burian et al. 2016).

V otázce použití ornice se autoři názorově rozcházejí. Minke (2001) a Čermáková & Mužíková (2009) zastávají názor, že použití ornice s obsahem jílových částic je možné. Je však nutné tuto zeminu upravit přidáním písku nebo lehkými plnivy minerální povahy – drceným keramzitem, lávou nebo pemzou. Na druhou stranu Bohuslávek et al. (2009) a Burian et al. (2016) doporučují zejména substrátové směsi vyvinuté pro střešní zahrady a jejich vegetační pokryv. Upozorňují na riziko nižší funkčnosti jednotlivých vrstev konstrukce působením částic jílu. Filtrační a hydro-akumulační vrstvy bývají nejvíce ohroženy, následkem zanesení jílovými částicemi mohou ztratit svoji funkci.

Tabulka 2 představuje hodnoty plošné hmotnosti pro jednotlivá souvrství podle druhu vegetačního souvrství (převzato z Burian et al. 2016).

Tabulka 2: Rozdělení plošné hmotnosti podle hodnot

jednovrstvé extenzivní souvrství	extenzivní souvrství	polointenzivní souvrství	intenzivní souvrství
extenzivní vegetace	extenzivní vegetace	polointenzivní vegetace	intenzivní vegetace
vegetační vrstva s velmi zvýšenou vodopropustností	vegetační vrstva lehká	vegetační vrstva těžká	vegetační vrstva tvořena z 1/3 těžké a ze 2/3 lehké části, spodní část může být doplněna o hydroakumulační vrstvu s definovanou nasákavostí a vodopropustností
	filtrační vrstva		
	drenážní vrstva		
ochranná a separační vrstva			
hydroizolace odolná proti prorůstání kořenů			
plošná hmotnost souvrství <100 mm	plošná hmotnost souvrství 60-150 mm	plošná hmotnost souvrství 150-300 mm	plošná hmotnost souvrství > 300 mm
80-150 kg·m	90-200 kg·m	200-400 kg·m	>400 kg·m

Uvedené údaje plošné hmotnosti se vztahují k vegetačnímu souvrství při plné nasycenosti profilu vodou. Zatížení se může lišit podle použitých materiálů, hodnoty jsou pouze orientační.

3.3.2 Vegetační pokryv

Vegetační pokryv zelené střechy je biologicky aktivní vrstvou, která plní hlavní funkci celého souvrství střechy. Zeleň je obvykle uměle založená několika způsoby – výsevem, rozhozem sukulentních řízků, pokládáním rohoží nebo klasickou výsadbou. Vegetační vrstva zastává několik funkcí. Hygienická funkce je plněna zejména díky snížení prašnosti, absorpci hlukových vln a zvýšení vzdušné vlhkosti. Redukce teplotních výkyvů a již zmíněné zvýšení

vlhkosti vzduchu plní mikroklimatickou funkci. Zvýšením objemu zeleně je docílena ekologická a estetická funkce (Burian et al. 2016).

V předešlých kapitolách bylo uvedeno, že exponované stanoviště s sebou nese mnoho limitujících faktorů výběru rostlin pro střešní konstrukce. Tyto faktory jsou umocněny urbanizovaným prostředím, proto je třeba věnovat výběru vegetace zvýšenou pozornost (Čermáková & Mužíková 2009; Málek et al. 2012).

Podle většiny autorů dostupných zdrojů se způsob zakládání vegetačního pokryvu rozděluje na tyto skupiny.

Založení osivem – je finančně nejméně nákladný způsob osázení (Čermáková & Mužíková 2009)

Semena rostlin jsou obdivuhodná, úsporná a efektivní forma přenosu genetické informace, a tím i prostředek k přežití daného rostlinného druhu (Chloupek 2008).

Nevýhodou je doba potřebná k zapojení celého porostu z důvodu vzcházení semen a vývoje rostlin. Během tohoto procesu je zde zvýšené riziko větrné a vodní eroze vegetační vrstvy. Nesouvislý porost střešní zahrady má za následek vyšší odpar vody a větší zaplevelení plochy. Dodržování doporučeného výsevku při výsevu je nezbytné. Dále je vhodné používat osivo namořené, nebo jej před výsevem namořit. Podle některých autorů lze dělit způsob založení osivem na suchý a mokvý výsev (hydroosev). Při výsevu suchým způsobem se doporučuje vmíchat směs semen do písku, substrátu, pilin nebo jiného materiálu. Hydroosevem se rozumí nástřik směsi semen a substrátu. Pojivo ve směsi může být primárně celulóza nebo umělá emulze. Tento způsob výsevu je používán obvykle na nedostupných plochách nebo na místech, kde je zvýšené riziko eroze (Čermáková & Mužíková 2009; Burian et al. 2016). Hitchmough (2017) dodává, že je třeba respektovat dobu dormance a vzcházení jednotlivých druhů semen. Porost založený tímto způsobem působí přírodním dojmem.



Obr. 2 *Phacelia tanacetifolia*

Rozsévání vhodných semen ve stylu guerilla gardening na volných soukromých nebo veřejných plochách může vytvořit společenstva, která přetrvávají mnoho let a budou významným zdrojem potravy pro hmyz (Lugerbauer 2019).

Založení řízků – pro vegetativní množení jsou vyhovující jen některé taxony rostlin. Založení porostů tímto způsobem se provádí hlavně sukulentními rostlinami. Rostlinné řízků musí být po odběru vysazeny co nejdříve (doba uskladnění je maximálně 2 dny). Založení

porostu může probíhat různými způsoby. Obvykle je prováděn rozhoz odebraného rostlinného materiálu. Po rozhozu se řízky mělce zapraví do vegetační vrstvy. Výsev pomocí řízků může být také aplikován hydroosevem (stejně jako u výsevu osiva), zejména pro větší a nedostupné plochy. Samotná výsadba řízků je nejméně častým způsobem založení porostu. Tento způsob se nedoporučuje vzhledem k pracovní a časové náročnosti (Minke 2001; Čermáková & Mužíková 2009; Burian et al. 2016; Dostal et al. 2017).

Založení cibulemi, hlízkami a oddenky – tento způsob založení v literatuře popisuje pouze Burian et al. (2016), který cituje náležité normy. Norma ČSN 46 4751 *Cibule a hlízy květin* se zabývá problematikou výsadby cibulovin a hlíznatých rostlin. Hlízy a oddenky s kořenovým balem se naopak řídí požadavky normy ČSN 46 4750 *Trvalky a skalničky*.

Založení výsadbou – tento způsob založení je hodnocen jako nejefektivnější a nejspolehlivější. Někteří z autorů výsadbu rozdělují na trvalky a dřeviny. Jedná obecně o výsadbu rostlin s vlastním kořenovým balem. Vegetační vrstva předem určuje výšku kořenového balu jednotlivých rostlin, ten by v žádném případě neměl převyšovat výšku substrátu. Dalším kritériem pro vysazované rostliny je předpěstování v substrátech určených pro zelené střechy. Tento způsob je realizován hlavně na intenzivních střešních zahradách z důvodu vyšší finanční náročnosti (Minke 2001; Čermáková & Mužíková 2009; Burian et al. 2016). Čermáková & Mužíková (2009) zastávají názor, že rostliny vypěstované v tuzemských nebo lokálních podmínkách by měly být preferovány. Dodávají však, že v České republice kvalita produkce většiny školek nedosahuje té zahraniční.

Založení travním kobercem – travní koberec jsou předpěstovány s nosnou vložkou nebo samotným kořenovým balem. Koberec je k dispozici ve variantách v podobě kořenového balu se substrátem nebo ve variantě bez pěstebního substrátu. Druhová skladba by měla reflektovat podmínky daného stanoviště. Na extenzivních typech střešních zahrad je doporučeno realizovat travnaté porosty výsevem. Výhodou založení porostu travním kobercem je dosažení okamžitého efektu (Minke 2001; Čermáková & Mužíková 2009; Snodgrass & McIntyre 2010; Zimmermann et al. 2015).

Založení rohožemi – tento způsob založení používá také nosnou vložku, jedná se o biologicky odbouratelný materiál (kokosové vlákno nebo jutu) nebo naopak stálou syntetickou látku. Vegetační pokryv tvoří směs sukulentů, trav, mechorostů, bylin a cibulovin. Systém rostlinných rohoží je vyhovující pro střechy různých sklonů. Opět se jedná o nákladnější typ založení střešní zeleně srovnatelný s výsadbou (Minke 2001; Čermáková & Mužíková 2009; Burian et al. 2016).

Hustota výsadby by měla být odpovídající, aby v nejkratší době došlo k zapojení celého porostu. Kompaktní porost brání větrné erozi a omezuje vliv plevelných rostlin. Pro extenzivní plochy se průměrně počítá s 20 kusy rostlin na m² (Čermáková & Mužíková 2009).

Souhrn doporučovaného sortimentu vegetačního pokryvu v následujících tabulkách 3 – 5 je sestaven podle nejnovější dostupné tuzemské literatury Burian et al. (2016). Autoři čerpali z české a zahraniční literatury. Doporučená skladba rostlin se většinou shoduje s další literaturou zabývající se problematikou zelených střech (Minke 2001; Bohuslávek et al. 2009, Snodgrass & McIntyre 2010). Čermáková & Mužíková (2009) předkládají sortiment trvalek vhodných pro extenzivní a polointenzivní střešní zahrady mnohem obsáhlejší. Zároveň dodávají, že se jedná pouze o nejběžnější taxony vhodné pro zahrady na konstrukcích.

Tabulka 3: Doporučený sortiment pro výšku substrátu menší než 80 mm

taxon:		barva květu	výška [cm]
netřesk horský	<i>Sempervivum montanum</i>	růžová	10
netřesk pavučinatý	<i>Sempervivum arachnoideum</i>	bílá	8
netřesk výběžkatý	<i>Jovibarba globifera</i>	bělavá	5
rozchodník	<i>Sedum hybridum</i>	žlutá	10
rozchodník bílý	<i>Sedum album</i>	bílá	10
rozchodník květonosný	<i>Sedum floriferum</i>	žlutá	15
rozchodník pochybný	<i>Sedum spurium</i>	růžová	15
rozchodník skalní	<i>Sedum reflexum</i>	žlutá	15
rozchodník šestiřadý	<i>Sedum sexangulare</i>	žlutá	10
rozchodník španělský	<i>Sedum hispanicum</i>	bílá	8

Rod rozchodník – rozchodníky řadíme mezi nejodolnější rostliny vysazované zejména na extenzivních střechách. Životní strategie jim umožňuje odolávat extrémním podmínkám. Tento rod je nejvíce využíván na extenzivních střechách s větším sklonem, díky svému kořenovému systému zabraňuje sesuvům substrátu a erozi. Rod *Sedum* je napadán škůdci a chorobami zcela ojediněle. Odolnost vůči patogenům je částečně připisována vyšší senzitivnosti některých organismů na složky obsažené v jejich pletivech. Nejvíce limitující je pro tento rod nevhodné prostředí výsadby. Vyžadují slunečné a suché stanoviště, s propustnou šterkovitou půdou. *Endophyllum sempervivi* je jedinou známou chorobou u rozchodníků (Mareček 2001; Kazda et al. 2007).

Rod netřesk – netřesky mají shodné pěstební nároky s rodem rozchodník. V případě dodržení všech zásad jsou zástupci tohoto rodu velice přizpůsobiví a odolní vůči chorobám a škůdcům. Jsou napadáni stejnou chorobou jako rod rozchodník (*Endophyllum sempervivi*). V ojedinělých případech se může vyskytnout *Botryotinia fuckeliana* – plíseň šedá (Mareček 2001; Hertle & Kiermeier 2008; Štamberková 2012).

Tabulka 4: Doporučený sortiment pro minimální výšku substrátu 80 mm

taxon:		barva květu	výška [cm]
černohlávek velkokvětý	<i>Prunella grandiflora</i>	modrofialová	9-30
dobromysl obecná	<i>Origanum vulgare</i>	sv. purpurová	20-60
hvozdíček lomikamenovitý	<i>Petrorhagia saxifraga</i>	bílorůžová	9-25
hvozdík kartouzek	<i>Dianthus carthusianorum</i>	tm. purpurová	15-40
hvozdík kropenatý	<i>Dianthus deltoides</i>	červená	9-30
jestřábník chlupáček	<i>Hieracium pilosella</i>	žlutá	5-25
len vytrvalý	<i>Linum perenne</i>	modrá	20-80
mateřídouška úzkolistá	<i>Thymus serpyllum</i>	sv. purpurová	5-15
mateřídouška vejčitá	<i>Thymus pulegioides</i>	sv. purpurová	5-30
mydlice lékařská	<i>Saponaria officinalis</i>	bílorůžová	30-80
ožanka kalamandra	<i>Teucrium chamaedrys</i>	růžová	15-30
pažitka pobřežní	<i>Allium schoenoprasum</i>	růžová	9-40
pryšec myrtovitý	<i>Euphorbia myrsinites</i>	žlutozelená	25
rozchodník skalní	<i>Sedum reflexum</i>	žlutá	15-35
řebříček obecný	<i>Achillea millefolium</i>	bílá	15-50
třezalka tečkovaná	<i>Hypericum perforatum</i>	žlutá	30-60
violka rolní	<i>Viola arvensis</i>	bělavá	5-20
zvěšinec zední	<i>Cymbalaria muralis</i>	světle fialová	30-60
zvonek okrouhlostý	<i>Campanula rotundifolia</i>	světle modrá	9-40
taxon – lipnicovité:			
kostřava ovčí	<i>Festuca ovina</i>	-	do 60

Tabulka 5: Doporučený sortiment pro výšku substrátu vyšší než 100 mm

taxon:		barva květu	výška [cm]
černohlávek velkokvětý	<i>Prunella grandiflora</i>	modrá	12
česnek růžový	<i>Allium roseum</i>	růžová	15
divizna brunátná	<i>Verbascum phoeniceum</i>	fialová	60
divizna černá	<i>Verbascum nigrum</i>	žlutá	60
dobromysl obecná	<i>Origanum vulgare</i>	růžová	15
hlaváč šedavý	<i>Scabiosa canescens</i>	modrá	25
hvězdice zlatohlávek	<i>Aster linosyris</i>	žlutá	25
hvozdíček lomikamenovitý	<i>Petrorhagia saxifraga</i>	bílá	12
hvozdík kartouzek	<i>Dianthus carthusianorum</i>	červená	60
chrpa čekánek	<i>Centaurea scabiosa</i>	bílá	40
jestřábník chlupáček	<i>Hieracium pilosella</i>	žlutá	20
jestřábník oranžový	<i>Hieracium aurantiacum</i>	červená	25
kociánek dvoudomý	<i>Antennaria dioica</i>	bílá	15
koniklec německý	<i>Pulsatilla vulgaris</i>	modrá	20
kopretina bílá	<i>Chrysanthemum leucanthemum</i>	bílá	40
kosatec nízký	<i>Iris pumila</i>	směs	25
kosatec střešní	<i>Iris tectorum</i>	směs	35
krvavec menší	<i>Sanquisorba minor</i>	bílá	15
mateřídouška horská	<i>Thymus montanus</i>	růžovofialová	12
mateřídouška úzkolistá	<i>Thymus serpyllum</i>	sv. purpurová	12
mochna jarní	<i>Potentilla tabernaemontani</i>	žlutá	10
mydlice bazalkovitá	<i>Saponaria ocymoides</i>	růžová	15
ožanka kalamandra	<i>Teucrium chamaedrys</i>	růžovofialová	25
pažitka pobřežní	<i>Allium schoenoprasum</i>	fialová	25
pryskyřník hlíznatý	<i>Ranunculus bulbosus</i>	žlutá	30
rmen barvířský	<i>Anthemis tinctoria</i>	žlutá	40-60
rozchodník bílý	<i>Sedum album</i>	bílá	12
rozchodník květonosný	<i>Sedum floriferum</i>	žlutá	15
rozchodník nachový	<i>Sedum telephium</i>	červenavá	50
rozchodník pochybný	<i>Sedum spurium</i>	červenavá	15
rozchodník skalní	<i>Sedum reflexum</i>	žlutá	15
rozchodník šestiřadý	<i>Sedum sexangulare</i>	žlutá	12
rozrazil ožankovitý	<i>Veronica teucrium</i>	modrá	40
řebříček obecný	<i>Achillea millefolium</i>	bílá	60
řebříček plstnatý	<i>Achillea tomentosa</i>	žlutá	20
zvonek okrouhlostý	<i>Campanula rotundifolia</i>	modrá	30

Tabulka 5: pokračování

taxon - lipnicovité:			
kostřava kamzičí	<i>Festuca rupicaprina</i>		20
kostřava ovčí	<i>Festuca ovina</i>		20
kostřava valiská	<i>Festuca valesiaca</i>		20
lipnice smáčknutá	<i>Poa compressa</i>		20
ostřice ametystová	<i>Festuca amethystina</i>		20
ostřice chabá	<i>Carex flacca</i>		20
ostřice nízká	<i>Carex humilis</i>		15
strdivka brvitá	<i>Melica ciliata</i>		40
sveřep střešní	<i>Bromus tectorum</i>		40
taxon - listnaté dřeviny:			
čilimník purpurový	<i>Cytisus purpureus</i>	purpurová	50
kručinka lydijská	<i>Genista lydia</i>	žlutá	40
muchovník oválný	<i>Amelanchier ovalis</i>	bílá	180
růže bedrníkolistá	<i>Rosa pimpinellifolia</i>	růžová	60
vrba bobkolistá	<i>Salix lantana</i>	žlutá	150
taxon - jehličnaté dřeviny:			
borovice kleč	<i>Pinus mugo</i>		20-40
jalovec obecný	<i>Juniperus communis</i>		40-60

Luční směsi a trávy z výsevu nebo pokládky předpěstovaných koberců získaly v posledních letech značnou oblibu. Z urbanistického a ekologického hlediska řadíme luční společenstva na střešních zahradách k nejlepším možným řešením. Odpar z lučního porostu mimo jiné může ochladit okolní prostředí až o 2 °C. Kromě toho je listová plocha schopna ze vzduchu zadržet pevné škodlivé částice (Minke 2001).

Vzhledem k nárokům a sortimentu jednotlivých druhů se škůdci a choroby v lučních a travnatých porostech na střešních zahradách vyskytují zcela výjimečně. Jedná se zejména o suchomilné druhy. Trávy jsou obecně ohroženy houbovými chorobami, v důsledku toho je nutné dbát na dostatečnou drenáž pěstební plochy. Větší spon je doporučován za účelem lepšího proudění vzduchu jako prevence proti houbovým chorobám. Důležitá je stálá údržba během roku, zejména pravidelná seč. U intenzivních travnatých ploch je předpokládána vyšší úroveň péče (Cagaš & Macháč 2005; Štamberková 2012).

3.3.2.1 Plevelné rostliny

Způsoby šíření plevelných rostlin jsou rozmanité. Obvykle se rostliny rozšiřují více způsoby, které reflektují aktuální stav prostředí. Pro exponovaná stanoviště střešních konstrukcí jsou typické zejména tři druhy šíření. Samovolné šíření je nazýváno autochorie. Specifickým typem autochorie je balochorie, kdy rostlina svá semena vystřeluje do okolí. Příkladem této rostliny vyskytující se přímo na střešní zahradě Mezifakultního centra environmentálních věd II. je *Cardamine hirsuta* – řeřišnice srstnatá. Rostliny



Obr. 3 *Borago officinalis*

s lehkými nebo malými semeny se šíří anemochorií. Semena jsou často doplněna o létací zařízení, aby mohla být snadno unášena větrem. Příkladem této strategie je pampeliška



Obr. 4 *Senecio vulgaris*

lékařská – *Traxacum officinale*, která se opět vyskytuje na řešené ploše zelené střechy MCEV II. Zoochorie je posledním druhem rozšiřování semen, popřípadě plodenství. Nejvýznamněji se na tomto typu rozšiřování podílí na střešních zahradách ptáci (Kohout 1997; Mikulka & Kneifelová 2005; Slavík & Štěpánková 2011; Novák & Skalický 2012)

Porozumění životním cyklům jednotlivých plevelných rostlin zefektivní jejich kontrolu. Pokud plevelné rostliny získají podporu v podobě velkého rozšíření, jejich odstranění je obtížné (Snodgrass & McIntyre 2010).

Rostliny můžeme rozdělit dle jejich životní strategie. Konkurenti jsou schopni rychle vytvořit biomasu a značně konkurovat okolní vegetaci. Obvykle se šíří více vegetativním způsobem. Rostliny, které tolerují stres, mají opačnou životní strategii oproti konkurentům. Přirůstají velice pomalu a jsou nejméně úspěšnější v nevhodných podmínkách. Ruderální vegetace má potenciál v rychlosti růstu. Jedná se o krátkověké rostliny, z tohoto důvodu nejvíce své energie investují do tvorby semen (Hitchmough 2017).

Leffler & Frcalová (2017) dodávají, že je nutné jak intenzivní, tak extenzivní typ střešní zahrady pravidelně zbavovat plevelných rostlin.

3.3.3 Mulčování výsadeb

Mulč na střešních konstrukcích neslouží jako dekorace, ale především chrání substrát před větrnou erozí. Další funkcí je redukce zaplevelení a snížení teplotních výkyvů. Jedinou nevýhodou kamenné drti a kačírku je vyšší hmotnost. Organická hmota může být odnášena větrem a je nutné její doplňování. Z důvodu nízké hmotnosti je keramzit na povrchu vegetační vrstvy zcela nevhodný (Čermáková & Mužíková 2009).

Kamenný povrch substrátu slouží k zabránění odparu vody způsobeného slunečním zářením. Rod *Sedum* kamenité prostředí preferuje. Organické mulče nejsou pro střešní zahrady vhodné z důvodu rizika odnesení větrem, shoření a postupného rozkladu. Použití minerálního mulče je prokazatelně nejvhodnější pro ochranu půdy a samotných rostlin (Fletcher 2015).

Mulč je minerální nebo organická vrstva rozprostřena na substrátu. Hlavním úkolem je inhibovat vzházení plevelných rostlin ze semenné banky v půdě. V některých podmínkách se nachází až 50 000 semen na m². Minimální doporučená vrstva mulče je 75 mm, vrstvy mělčí než 50 mm nemají téměř žádný efekt (Hitchmough 2017).

Minke (2001) se problematikou mulčování výsadeb nezabývá, o to víc zdůrazňuje nutnost zápoje vegetačního souvrství a benefity z toho plynoucí. Jedná se obzvláště o redukci plevelů, omezení vlivů eroze a menší nutnost závlahy.

Existuje mnoho způsobů jak efektivně kombinovat kameny s rostlinami. Kameny na střešních zahradách mohou plnit několik funkcí. Mohou být pouhý estetický prvek, zpevňovat mělký půdní profil nebo v podobě mulče chránit samotný substrát před větrnou a vodní erozí (Saville 2008). Kombinace industriálního betonu a přírodního kamene je velice zajímavým prvkem. Tento kontrast byl použit například na International Garden Show (IGA) ve Stuttgartu v roce 1993 v podobě opěrných zdí (Mader & Zimmermann 2011). Obdobný efekt může působit na návštěvníky střešní zahrady Mezifakultního centra environmentálních věd II. v 7. patře, kde se vzájemně doplňují betonové okraje záhonů a mulč v podobě kamenné drti z opuky.

Sedimentární horniny pokrývají více než polovinu území České republiky. Slínovec je dle klasifikace (Dudka–Fediuka–Palivcové 1962) řazen do skupiny chemických sedimentů karbonátových. Do této skupiny je zařazen společně s vápencem a dolomity (Bernard 2000). Opuka je vžitě označení pro písčité slínovce (Universum 2006). Slíny neboli opuky se tvoří na přechodech mezi jílem a vápencem. Vápenná složka kolísá mezi 40 – 60 %. Obecně jsou tvořeny jemnými prachovými částicemi a nejrůznějšími příměsemi. Díky tomu se můžeme

setkat s rozmanitým zbarvením od bílé po červenou barvu způsobenou oxidem železa (Pellant 1992). Nejčastější sloučeninou vápníku jsou zmíněné vápence a dolomity. Vápník samotný má velký podíl na biologických procesech rostlin (Vaněk et al. 2012).

Pěstování rostlin v 200 mm hluboké vrstvě mulče z vápence může značně omezit vzcházení plevelných rostlin a v důsledku snížit počet vstupů do porostu. Doporučený průměr nadrceného kameniva je 8 – 12 mm (Hitchmough 2017).

3.4 STRESOVÉ FAKTORY

Obecně se prostředí rostlin vyznačuje proměnlivými vnějšími vlivy. S rozrůstající se urbanizací vznikají pro společenstva rostlin značná omezení. Rostlinná společenstva jsou však nenahraditelným prvkem. V důsledku toho se sortiment používaných taxonů přizpůsobuje stále větším změnám v okolním prostředí. Stresovými faktory (stresory) jsou méně vhodné, často negativní, podmínky pro vývoj rostlin. Stresory působí také na přírodní společenstva ve volné krajině. Větší biodiverzita má za následek stabilnější porost, který lépe odolává stresovým faktorům. V urbanizovaném prostoru vesnic a měst se setkáváme s velice širokým spektrem stresorů. Exponovaná stanoviště střešních zahrad tyto faktory ještě umocňují. Stěžejním faktorem prosperity rostlin v nepříznivém prostředí je jejich schopnost resilience a resistance (Málek et al. 2012; Kovář 2014; Paganová et al. 2015).

Ve většině případů se autoři problematiky vegetačních střešních zahrad zabývají pouze přínosy a výhodami střešní zeleně pro uživatele, vlastníky objektů a celý urbanistický soubor. Minke (2001) prezentuje stresory na reálných příkladech z praxe. Výjimku tvoří Čermáková & Mužíková (2009), které se částečně zabývají otázkou stresorů vegetačních ploch v městských aglomeracích.

Na základě zdroje působení se stresové faktory dělí na biotické a abiotické. V prostředí většinou nepůsobí na rostlinná společenstva výhradně jeden stresový faktor, ale souhrn stresorů, který se nazývá stresová interakce (Hnilička et al. 2016).

Vliv stresu, vysoké teploty a nedostatek vody má značný dopad na vývoj a chemické složení semen. Může tedy limitovat následné generace (Bláha et al. 2017).

Stresory a stres rostlin samotný nelze považovat pouze za negativní. Během evolučního vývoje vzniklo díky vlivu stresových faktorů mnoho nových druhů. Profesor Seley, který je zakladatelem stresové fyziologie rostlin, shledal, že: „Stres patří k životu stejně jako vzduch k dýchání. Existuje jediný způsob, jak se stresu vyhnout. Zemřít.“ (Bláha et al. 2003; Hnilička et al. 2016).

3.4.1 Abiotické stresové faktory

Jedná se stresový faktor, který je vyvoláván neživými vlivy. Mezi tyto faktory stresu zahrnujeme rozsáhlé spektrum stresových faktorů, zejména se jedná o pesticidy, intenzivní světlo, mechanickou zátěž, teplo, chlad, nadbytek nebo deficit vody, toxické prvky, různé druhy záření a ozón (Paganová et al. 2015; Hnilička et al. 2016).

Teplota je nejvýznamnějším abiotickým stresovým faktorem. V případě střešních konstrukcí se jedná především o vysoké teploty. Teplotní stresor je součástí rozsáhlé stresové interakce. Hlavní je dopad na vodní režim a následný výskyt prachových částic v ovzduší. Druhy rostlin můžeme rozčlenit podle jejich optima růstu. Rostliny s růstovým optimem od 0 do 10 °C označujeme psychrofyty, pro mezofyty je typické růstové optimum 10 až 30 °C a termofyty jsou posledním typem s růstovým optimem 30 °C a více (Čermáková & Mužíková 2009; Paganová et al. 2015; Hnilička et al. 2016).

Běžně se teplota v urbanizovaném městském prostředí pohybuje o 4 – 11 °C výše než na okrajích sídel (Čermáková & Mužíková 2009). Tento úkaz je nazýván tepelným ostrovem a je zapříčiněn mnoha faktory – znečištěním ovzduší, akumulací tepla technickými prvky a zpevněnými plochami, zhutněním půd, zvýšenou dopravou a stále zmenšujícím se podílem vegetačního pokryvu. Vzhledem k působení tohoto faktoru stresu je velice limitován odpovídající sortiment pro intenzivní a extenzivní střešní zahrady (Paganová et al. 2015; Hnilička et al. 2016).

Teplota výrazně ovlivňuje vodní režim. Vodní režim rostlin je abiotickým faktorem působícím významně na rostlinná společenstva. Teplota vzduchu a dostupnost vody spoluurčují pásmové rozložení rostlinstva (zonaci) a vznik různorodých společenstev. Nadbytek vody nebo naopak její deficit ohrožuje život rostlin (Jones 2007). Podle náročnosti rostlin na vodu se rozdělují na tři hlavní kategorie: vlhkomilné rostliny – hygromily, suchomilné rostliny – xerofyty a rostliny s průměrnými požadavky – mezofyty (Jones 2007; Hnilička et al. 2016). Xerofytní rostliny jsou nejvíce využívány pro osázení střešních zahrad, obzvláště extenzivních (Paganová et al. 2015). Suchomilné rostliny zvládají nepříznivé podmínky díky sofistikovaným adaptačním opatřením. Vázaná voda ve vodních pletivech je zadržována v celém rostlinném těle. Během suchého období rostliny odpařují vodu minimálně a transpirují pouze v noci. V podmínkách České republiky se uplatňují zejména výše zmíněné rody *Sedum* nebo *Sempervivum*. Nedostatek vody v buňkách rostlin má za následek jev nazývaný plazmolýza (Jones 2007; Hnilička et al. 2016).

Stresovým faktorem může být také světelné záření. Nepříznivé působení určuje hlavně intenzita, časové rozložení, perioda a vlnová délka. Extrémním podmínkám se mohou rostliny přizpůsobit. Proces fotosyntézy může být narušen odchylkami světelného záření. Narušení průběhu fotosyntézy je pro rostliny vážným stresorem. Pro ozelenění střešních zahrad je využívána hlavně světlomilná vegetace – heliofyty. Ve specifických případech je přijatelné použití fakultativních heliofytů, které se řadí mezi stínomilné rostliny, ale tolerují oslunění po část dne (Štamberková et al. 2012; Paganová et al. 2015). Červené zbarvení některých druhů je ochrannou adaptací. Červené pigmenty – anthokyany reflektují červené světlo, následkem toho může být teplota na povrchu rostlin nižší až o 22 °C (Hnilička et al. 2016). Vlivem tepelného ostrova a světelného znečištění urbanizovaných ploch jsou významně změněny fenologické fáze jednotlivých rostlinných druhů (Paganová et al. 2015; Hnilička et al. 2016).

Dalším ze zásadních stresorů je limitující prostor pro kořeny rostlin, nazývaný prostorový stres. Setkáme se s ním obzvláště u extenzivních ozeleněných střech a u intenzivních ploch s mělkým vegetačním profilem. Prostorový stres je naopak po staletí využíván při pěstování bonsajů v mistrovské zahradnické tvorbě Japonska a Číny. Důsledkem působení prostorového stresoru je omezený růst rostlin (Bláha et al. 2003; Paganová et al. 2015).

V urbanizovaném prostředí se neustále zvyšuje chemická zátěž způsobená imisemi. Rostlinná společenstva musí odolávat koncentracím škodlivých látek několikanásobně vyšším než ve volné přírodě. Některé chemické sloučeniny se v přírodě vůbec nenachází. V porovnání s lesním společenstvem je ve městech například 20 × vyšší koncentrace CO₂, 10 × vyšší koncentrace SO₂, 5 × vyšší koncentrace dusičnanů. Prachových částic je v městském prostředí dokonce 30 × více než ve volné krajině (Minke 2001; Čermáková & Mužíková 2009; Paganová et al. 2015).

3.4.2 Biotické stresové faktory

Stresy způsobeny vlivem živých organismů jsou nazývány biotické stresové faktory. Řadíme mezi ně nápor patogenů, herbivorů a vzájemné působení rostlin – parazitismus a alelopatie. Antropogenní činnost je podstatným biotickým stresorem, který významně působí na rostlinná společenstva. Obvykle tyto vlivy zpomalují životní pochody rostlin, ale také mohou negativně ovlivnit anatomickou a morfologickou stavbu rostlin (Ezechel et al. 2012; Hnilička et al. 2016)

Vzhledem ke komplexnosti problematiky biotických stresových faktorů se autor bakalářské práce rozhodl dále touto problematikou podrobněji nezabývat. Rostlinná společenstva na zelených střešních zahradách ovlivňují významněji abiotické stresové faktory popsané v předešlé kapitole.

3.5 PŘÍKLADY SOUČASNÝCH REALIZACÍ STŘEŠNÍCH ZAHRAD

3.5.1 Příklady z České republiky

LIKO-S je revoluční živá stavba, která unikátním způsobem reflektuje globální trendy, jako je hospodaření s vodou, kořenové čištění odpadních vod nebo udržení zdravého životního prostředí. LIKO-S, jak je zelený projekt nazýván, navrhl Ateliér Fránek Architects. Projekt objektu ve Slavkově u Brna splnil kritéria udržitelnosti a další nespornou výhodou je úspora energie. Jedná se hlavně o tepelnou stabilizaci budov. Celá budova je pokryta systémem vegetačních stěn a střešní zahradou. Patentovaný systém kořenových čistíren vod umí zpracovat odpadní vodu, která se v objektu vyprodukuje a umí ji proměnit zpět na užitkovou (Archiweb 2015; Hejhálek 2016; Kolbábek 2018)



Obr. 5 LIKO-S



Obr. 6 Botanická zahrada v Troji

Vítězný návrh Ateliéru Fránek Architects na nový **hlavní portál Botanické zahrady v Troji** nejlépe splňuje zadání veřejné soutěže, a to propojení živé a neživé složky. Komplex je navržen jako zážitkový prostor začleněný do okolní krajiny, na kterou přirozeně navazuje. Koncept staveb je propojený geometrickou prostorovou křivkou přetvořenou do architektonické formy, která je vsazena do stávající zeleně. Stavba je do zeleně ponořena z důvodu ochrany proti přehřívání. Celá budova využívá recyklaci dešťové vody, pitná voda je užívána výhradně k pitným účelům a splašková voda je čištěna pomocí čističky odpadních vod na střeše objektu (Verner 2018; Hepp et al. 2018).

Drn je rohová budova na Novém Městě v Praze 1, kterou architekt Stanislav Fiala dokázal provázat s historickým palácem. Budova má multifunkční využití, nacházejí se zde obchody, galerie, restaurace a kanceláře. Na skleněné fasádě se uplatňují kovové prvky v různých variantách, například kovová mříž z tenkých pásků, kterou v budoucnosti pokryje popínavá zeleň. Na složitě strukturovaných křivkách jednotlivých pater jsou v truhlících vysazeny traviny a jarní cibuloviny, na nádvoří je umístěn kovový strom pokrytý rostlinami. Na střeše je umístěna zelená odpočinková zóna se vzrostlými platany (Archiweb 2017; Volf 2018).



Obr. 7 Drn

3.5.2 Příklady ze zahraničí



Obr. 8 Dům pro stromy

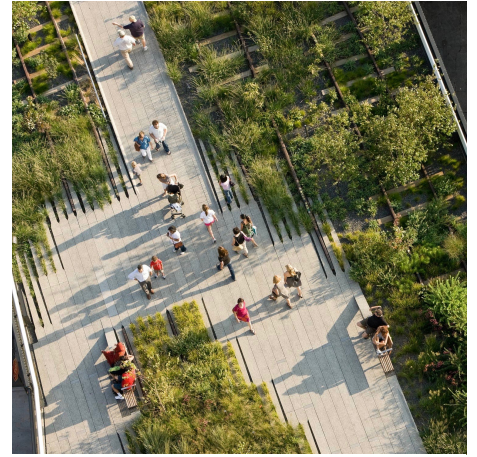
Dům pro stromy se nachází v Ho Či Minově Městě ve Vietnamu. Hlavním cílem této realizace byla snaha autora vrátit zeleň do měst, kde je vysoká hustota obydlí. „Dům pro stromy“ je nízkonákladovým prototypem domu, kdy jsou stromy zasazeny do pěti betonových boxů, které slouží jako velké květináče. Ty pak při tropických bouřích zachycují a udržují vodní srážky. Jedná se o ojedinělou realizaci, kdy je vegetace upřednostňována před uživateli objektu (Fletcher 2015; Kolbábek 2018).

Vertikální les - Bosco Verticale je dílem milánského architekta Stefana Boeriho. Jedná se o komplex dvou věží s výškou 112 a 80 metrů, který se nachází v Miláně v Itálii. Do věží je vsazeno 480 stromů, 5 000 keřů a 11 000 trvalek, které se svojí rozlohou vyrovnají 1 500 m² běžného lesa. Výškové domy pomáhají v obnovení populace fauny i flóry, v tomto případě k sobě přitahují 1 600 druhů ptáků a hmyzu. Tento projekt sklídl ve světě velké uznání (Kolbábek 2018).



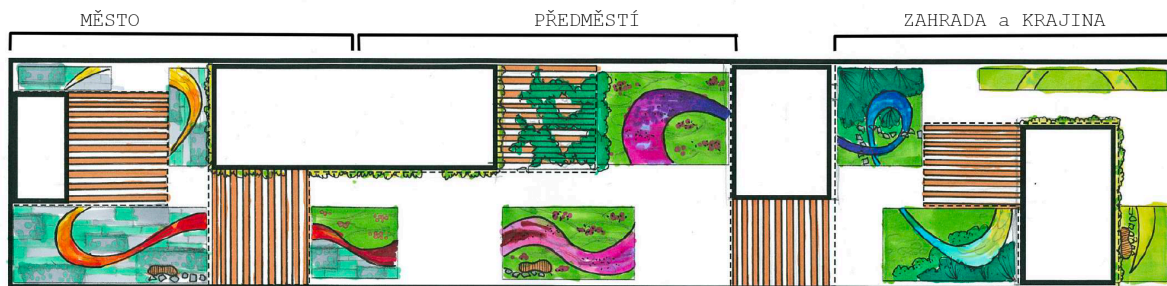
Obr. 9 Bosco Verticale

High Line je více než dva kilometry dlouhý park, který se nachází na ostrově Manhattan v New Yorku. Vznikl rekultivací bývalého kolejiště v industriálním prostoru v části West Side. Inspirací k realizaci městského parku byly náletové dřeviny na stávajících plochách. Atmosféru parku dotváří původní koleje, které byly ve výsadbách ponechány. Substrát na industriálních plochách je velice chudý na živiny, přesto v něm některé rostliny velice dobře prospívají. Zde se uplatňuje široká škála trvalek a trav vysazených ve velkých plochách, aby navodily dojem přírodního společenstva. Hudson River Park se nachází na nábřeží řeky Hudson a vznikl rekultivací několika doků. Je obdobnou realizací jako High Line. Rozlohou je to druhý největší park po Central Parku na Manhattanu (Uffelen 2010; Uffelen 2013; Braun & Uffelen 2014)



Obr. 10 High Line

spektrům rostlin. Autor bakalářské práce hodnotí celkový koncept a myšlenku jako velice zdařilé. Dodává, že bohužel nedošlo k úplné realizaci dle původní studie.



Obr. 12 Zahradně architektonické řešení

4.3 SONDA PŮDNÍHO PROFILU

Dne 12.4.2019 byla provedena sonda půdního profilu na záhoně střešní zahrady v 7. patře budovy MCEV II. mezi místnostmi 702 a 705. Sonda byla provedena za účasti tří svědků Denisy Bartoňové, Elišky Laňkové a Romana Píšečného. Výkop byl realizován v části záhonu bez vegetace a jednotlivé vrstvy byly odstraněny postupně, aby nedošlo k jejich promíchání. Sondou



Obr. 13 Sonda půdního profilu

bylo zjištěno, že předpokládaná výška (160 – 300 mm) substrátu v řešeném záhoně neodpovídá skutečnosti. Profil substrátu ve výkopu byl naměřen 75 mm a v odtokové šachtě výška odpovídala 160 mm. Podle spádu v jednotlivých částech záhonu je předpokládáno souvrství substrátu o výšce od 75 do 160 mm. Dále byla zjištěna skutečnost, že vrstva drenážní a vegetační byla promíchána.

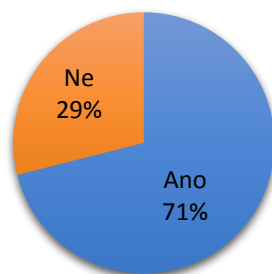
4.4 SOCIOLOGICKÝ PRŮZKUM

Cílem sociologického výzkumu bylo získat přehled o povědomí studentů, pedagogů a dalších návštěvníků budovy Mezifakultního centra environmentálních věd II. (MCEV II.) v areálu ČZU o existenci střešní zahrady v 7. patře budovy. Dalším záměrem bylo získat názory dotazovaných respondentů na současný stav střešní zahrady a jejich případné podněty ke zlepšení po estetické i praktické stránce. Výsledky výzkumu by mohly přispět

k budoucímu vývoji střešní zahrady v 7. patře a zkvalitnění tamního prostoru pro rostliny i návštěvníky.

Elektronický dotazník byl vytvořen pomocí softwaru LimeSurvey. Tento systém usnadnil tvorbu dotazníku, a především jeho pozdější vyhodnocení. Tvorba dotazníku a samotný průběh sociologického průzkumu byl konzultován s Ing. Pavlínou Zrůbkovou z Katedry humanitních věd Provozně ekonomické fakulty. Následuje samotný dotazník s vyhodnocením jednotlivých otázek.

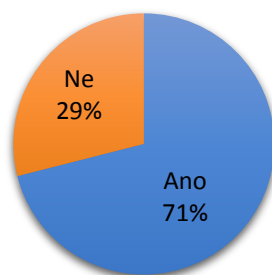
1. Víte, že se v areálu ČZU nachází budova Mezifakultního centra environmentálních věd II (MCEVII)?



Graf 1

Z celkového počtu respondentů, kteří na tuto otázku odpověděli, ví 77 %, kde se nachází budova Mezifakultního centra environmentálních věd II (MCEVII). Zbýlých 23 % neví, že se budova v areálu ČZU nachází.

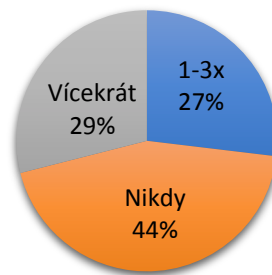
2. Máte povědomí o existenci střešní zahrady v 7. patře této budovy?



Graf 2

Z celkového počtu respondentů, kteří na tuto otázku odpověděli, má povědomí o existenci střešní zahrady v 7. patře 71 %.

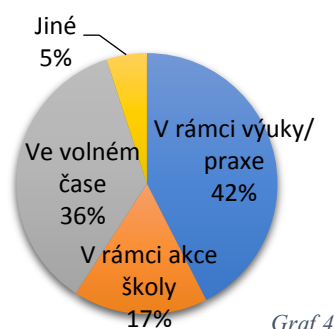
3. Kolikrát jste navštívil/a tuto střešní zahradu?



Graf 3

Z celkového počtu respondentů, kteří na tuto otázku odpověděli, 44 % nikdy střešní zahradu v 7. patře nenavštívilo.

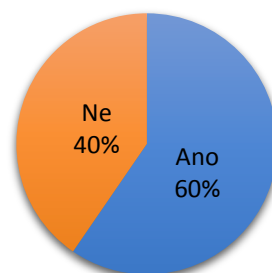
3.1. Při jaké příležitosti jste navštívili střešní zahradu? (otázka 3.1. byla zobrazena pouze respondentům, kteří odpověděli na otázku 3. 1-3x nebo vícekrát)



Graf 4

Z celkového počtu respondentů, kteří na tuto otázku odpověděli, nejvíce (42 %) navštívilo střešní zahradu z důvodu výuky nebo praxe. Jako jiné důvody byl uveden například výzkum nebo kouření, které je na všech střešních zahradách v areálu zakázáno.

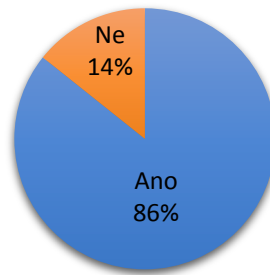
4. Víte, že přístup do 7. patra a na střešní zahradu je omezen přístupovou kartou?



Graf 5

Z celkového počtu respondentů, kteří na tuto otázku odpověděli, 60 % má povědomí o omezení přístupu.

5. Myslíte si, že by měla být tato střešní zahrada volně přístupná?



Graf 6

Z celkového počtu respondentů, kteří na tuto otázku odpověděli, se 86 % domnívá, že by střešní zahrada měla být volně přístupná.

6. Na fotografiích vidíte vzhled střešní zahrady. Jak subjektivně hodnotíte vegetační pokryv na této střešní zahradě?



Obr. 14 Vegetační pokryv 1



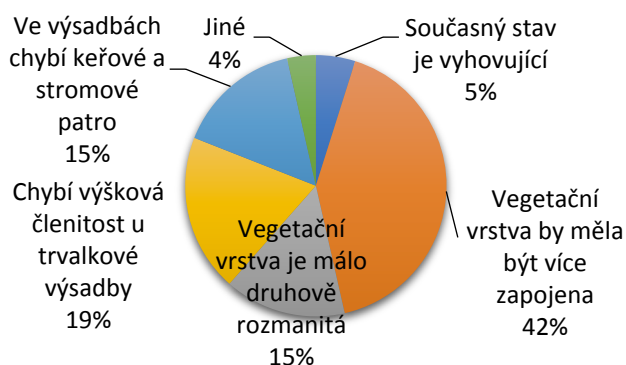
Obr. 15 Vegetační pokryv 2



Obr. 16 Vegetační pokryv 3



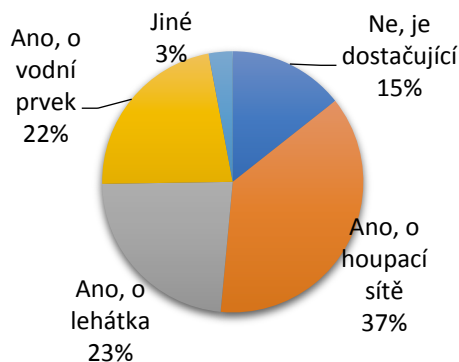
Obr. 17 Vegetační pokryv 4



Graf 7

Z celkového počtu respondentů, kteří na tuto otázku odpověděli, nejvíce zastává názor, že vegetační vrstva by měla být více zapojena, celkem 42 % z dotázaných. Jako jiné uvedli respondenti například, že měl být zvolen menší spon rostlin nebo naopak, že se jedná o stav krátce po výsadbě a je potřeba 2 vegetační sezóny k zapojení porostu.

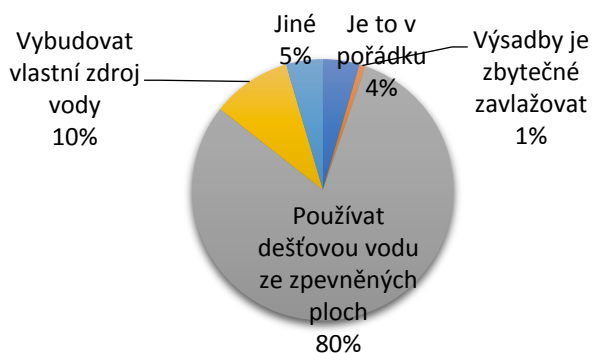
7. V současné době se na střešní zahradě nachází stoly, židle, zabudované lavičky do okrajů záhonů a automatické zastínění. Doplnili byste tento mobiliář?



Graf 8

Z celkového počtu respondentů, kteří na tuto otázku odpověděli, bylo nejvíce pro doplnění stávajícího mobiliáře o houpací síť (dle původního návrhu). Jako jiné respondenti uvedli například pítka pro ptáky.

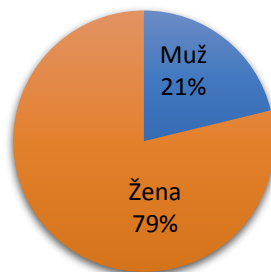
8. Veškeré plochy vegetace jsou zavlažovány (ručně/kapkovou závlahou) pitnou vodou. Jaký máte na tento fakt názor?



Graf 9

Z celkového počtu respondentů, kteří na tuto otázku odpověděli, zastává 80 % názor, že bylo vhodnější používat dešťovou vodu ze zpevněných ploch. Mimo jiné respondenti také uvádí možnost vysazení suchomilných rostlin nebo neúměrné náklady na čerpání dešťové vody do 7. patra.

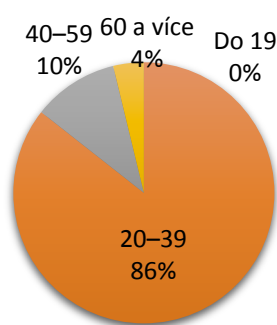
9. Jste muž či žena?



Graf 10

Z celkového počtu respondentů, kteří na tuto otázku odpověděli, bylo 79 % žen a 21 % mužů.

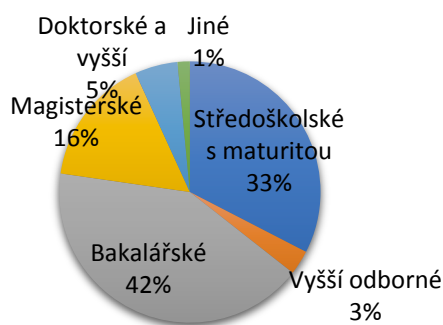
10. Kolik je Vám let?



Graf 11

Z celkového počtu respondentů, kteří na tuto otázku odpověděli, 86 % bylo v rozmezí 20–39 let. Druhou nejvíce zastoupenou skupinou bylo 40–59 let s 10 %.

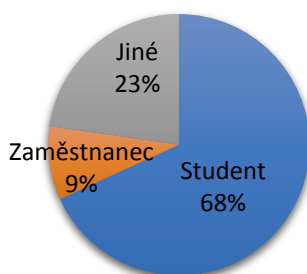
11. Jaké je Vaše nejvyšší dosažené vzdělání?



Graf 12

Z celkového počtu respondentů, kteří na tuto otázku odpověděli, 42 % má nejvyšší dosažené vzdělání bakalářské, 33 % středoškolské s maturitou a 16 % magisterské.

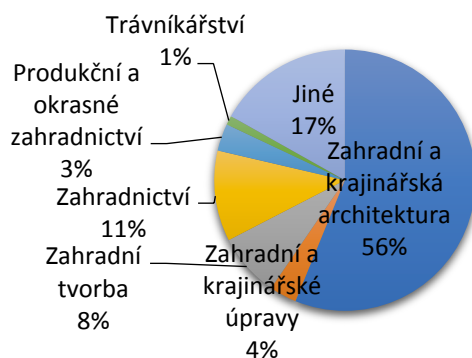
12. Jaký vztah máte k ČZU?



Graf 13

Z celkového počtu respondentů, kteří na tuto otázku odpověděli, bylo 68 % studentů ČZU, 9 % zaměstnanců. Zbýlých 23 % má k ČZU jiný vztah.

12.1. Jaký obor v rámci ČZU studujete? (otázka 12.1. byla zobrazena pouze respondentům, kteří odpověděli na otázku 12. Student)



Graf 14

Z celkového počtu respondentů, kteří na tuto otázku odpověděli, studuje 56 % obor Zahradní a krajinářská architektura.

13. Pokud máte další podněty a připomínky k danému tématu budu rád za jejich poskytnutí.

Z celkového počtu respondentů na tuto otázku odpovědělo 16 osob. Respondenti navrhuji využití drobného ovoce ve výsadbách, zrušení neprosperujících výsadeb cibulovin, omezení přístupu na vyžádání, doplnění nebo větší propracovanost celkového konceptu výsadeb. Jeden z respondentů hodnotí samotnou stavbu dotazníku, dle jeho názoru by měly být základní otázky na věk a vzdělání zařazeny na začátek dotazníku.

Celkem dotazník vyplnilo 162 respondentů, převážně z řad studentů a zaměstnanců České zemědělské univerzity.

5 VLASTNÍ PROJEKT

V návaznosti na literární rešerši byl vybrán prostor pro práci projekčního charakteru. Projekt se vztahuje k ploše střešní zahrady v 7. patře budovy Mezifakultního centra environmentálních věd II. Konkrétně se jedná o plochu záhonu mezi místnostmi 702 a 705 náležící Katedře zahradní a krajinné architektury. Tato část střešní zahrady se jeví jako nejméně funkční, z tohoto důvodu byla vybrána pro návrh alternativního osázení.

5.1 SOUČASNÝ STAV

Vlastním průzkumem bylo zjištěno, že druhové složení v některých částech řešené plochy neodpovídá původnímu konceptu. Porovnáním fotografií poskytnutých Ing. Alenou Fedurcovou z doby po založení a současného stavu byly zjištěny výpadky některých rostlinných druhů, například *Miscanthus* sp. a *Echinacea* sp. Byl zaznamenán také úbytek v samotném počtu rostlin. Lze se jen domnívat, že je stav vegetace způsoben absencí závlahového systému, nevhodným složením vegetační vrstvy nebo jinými faktory. Závlaha je v současné době řešena nepravidelnou zálivkou. Mulčovací vrstva nebyla realizována bezprostředně po výsadbě rostlin. Dodatečně použitým materiálem byla drcená opuka různé frakce. Na ploše střešní zahrady je zajišťována pravidelná údržba v rámci školních praxí. Autor bakalářské práce se od roku 2017 pravidelně podílel na údržbě této plochy, z tohoto důvodu měl možnost pozorovat vývoj vegetační struktury po delší časové období.



Obr. 18 Fotografie ze 30.6.2017



Obr. 19 Fotografie ze 16.8.2018

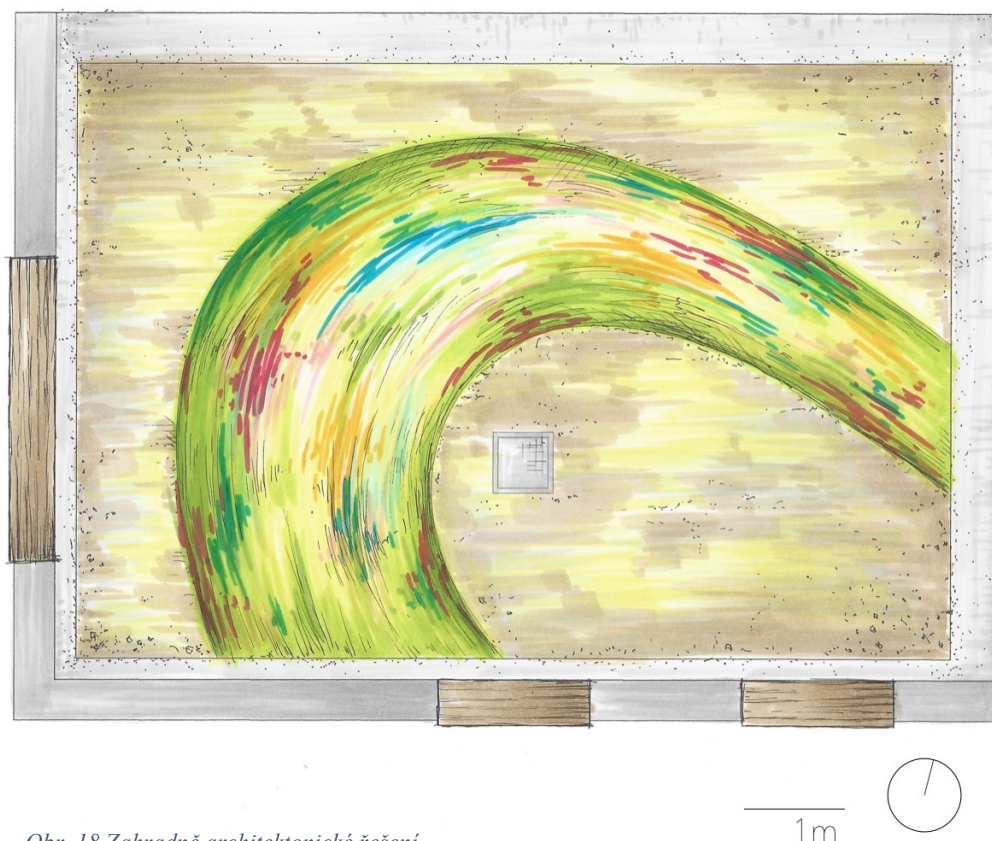
5.2 NÁVRH ŘEŠENÍ

Záměr respektuje původní koncept autorů Lucie Hoštičkové a Marka Skaly. Je zachována linie ve středové části, která má opticky propojovat jednotlivé záhony. Myšlenka

celého návrhu „Cesta z města“ je také respektována. V původním konceptu řešený záhon reprezentoval „Předměstí“. Tato idea bude ponechána v podobě již zmíněné linie, která bude evokovat urbanizovaný prostor města. Zbylé plochy budou tvořeny volnými výsevy, které mají představovat rostlinná společenstva v krajině. Tato část bude oseta zejména lučními květinami a trávami, které mají navodit dojem volné přírody a vnést do kompozice značnou proměnlivost. Liniová část bude naopak zastoupena kompaktním osázením vyšlechtěných druhů trvalek, které budou představovat prvek města. Plocha navržená pro volné výsevy by měla sloužit také k experimentálním účelům problematiky zakládání porostů semeny nebo osivem. Tyto plochy by mohly být také doplněny o biodiverzitu podporující prvky.

Autor dodává, že pro zlepšení prostředí rostlin by bylo vhodné doplnit plochu záhonu o kapkovou závlahu napojenou na zdroj vody nacházející se u stěny místnosti 702. Stávající mulč z opuky by mohl být použit v částech s volnými výsevy, zejména pro ekologické prvky. Celá plocha by byla doplněna o minerální mulč z opuky nebo vápence frakce 8 – 12 mm ve výšce 50 mm. Navrhované zásahy by zlepšily vodní režim, omezily výskyt plevelných druhů a podpořily růst navrhovaného sortimentu.

5.2.1 Zahradně architektonické řešení



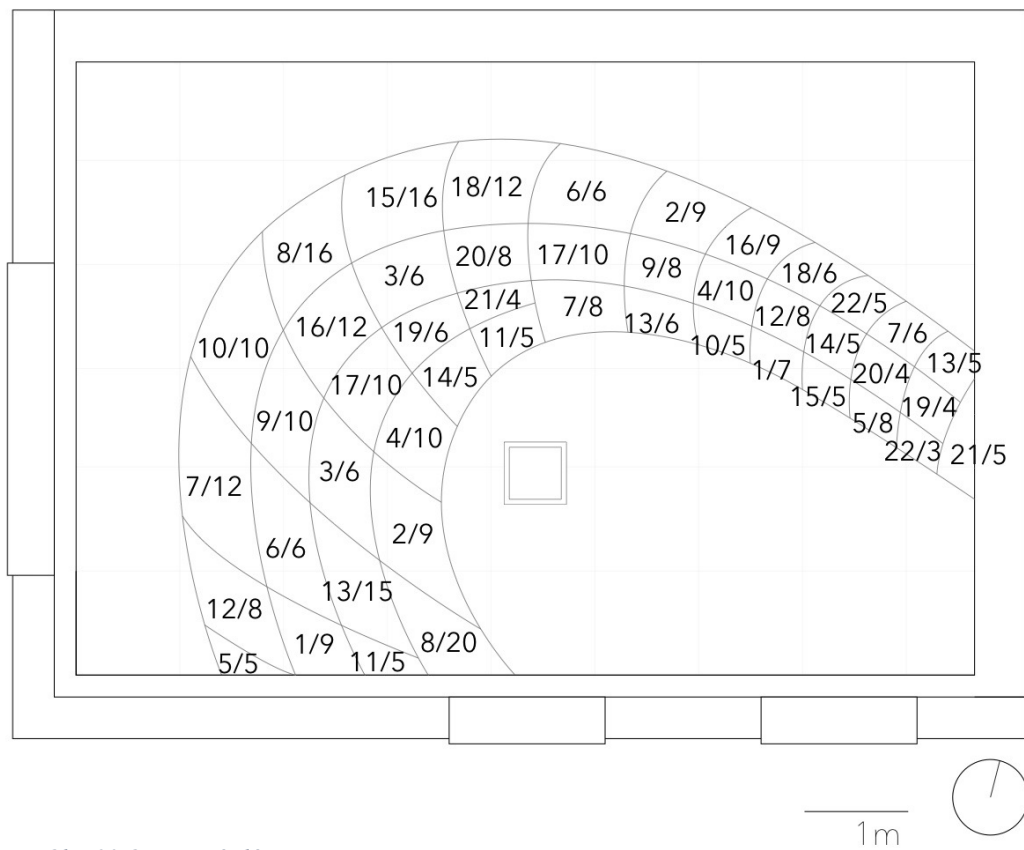
Obr. 18 Zahradně architektonické řešení

5.2.2 Osazovací plán

Osazovací plán se zabývá pouze středovou linií částí. Číselný kód pro jednotlivé výsadbové plochy reprezentuje taxon a počet kusů. Na výsadbový plán navazuje tabulka 6 – Navrhovaný sortiment pro výsadbu rostlin. Okolní plochy budou řešeny volnými výsevy. Navrhovaný sortiment pro volné výsevy bude přiložen v tabulce 7. Ilustrační fotografie 21 Vegetační pokryv představuje druhové složení použitého sortimentu.



Obr. 19 Vegetační pokryv



Obr. 20 Osazovací plán

5.2.3 Sortiment

Tabulka 6: Navrhovaný sortiment pro výsadbu rostlin

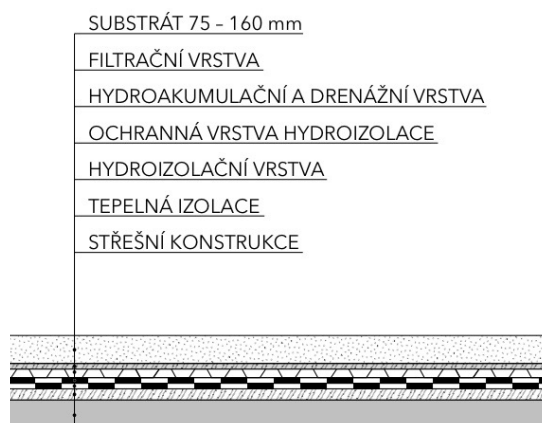
č.	taxon:		doba kvetení	barva květu	výška [cm]	ks/m ²
1	badil úzkolistý	<i>Sisyrinchium angustifolium</i>	IV-VI	modro fialová	25	16
2	čistec vlnatý	<i>Stachys olympica</i>	VII-VIII	fialová	10-40	9
3	divizna jižní rakouská	<i>Verbascum chaixii</i>	VII-VIII	žlutá	60-90	6
4	dobromysl	<i>Origanum laevigatum</i> 'Herrenhausen'	VIII-IX	růžová	40-60	12
5	dračík vousatý	<i>Penstemon barbatus</i> 'Coccineus'	VI-IX	fialová	30	16
6	hadinec obecný	<i>Echium vulgare</i>	V-VIII	fialově modrá	40-60	6
7	hvězdnice křovištní	<i>Aster dumosus</i> 'Starlight'	IX-XI	růžová	40	8
8	hvozdík kropenatý	<i>Dianthus deltoides</i> 'Roseus'	VI-IX	karmínově růžová	20	25
9	kohoutek věncový	<i>Lychnis corinaria</i>	VI-VII	sytě růžová	50	10
10	koniklec německý	<i>Pulsatilla vulgaris</i> 'Pinwheel White Shades'	III-IV	bílá	20	7
11	koniklec německý	<i>Pulsatilla vulgaris</i> 'Pinwheel Blue Violet Shades'	III-IV	tmavě modrá	20	7
12	len vytrvalý	<i>Linum perenne</i>	VI-VIII	světle modrá	30	8
13	mateřídouška obecná	<i>Thymus vulgaris</i> 'Tim'	VII-VIII	růžová	30	12
14	ostřice horská	<i>Carex montana</i>	III-VI	zelenobílá	20	15
15	pažitka pobřežní	<i>Allium schoenoprasum</i>	VI-VII	fialová	30	16
16	rozrazil klasnatý	<i>Veronica spicata</i> 'Roza Zwerg'	VI-VIII	růžová	30	12
17	řebříček obecný	<i>Achillea millefolium</i> 'Desert Eve Light Yellow'	VI-VIII	světle žlutá	20-30	12
18	řebříček obecný	<i>Achillea millefolium</i> 'Desert Eve Red Imp.'	VI-VIII	červená	20-30	12
19	šanta hroznovitá	<i>Nepeta racemosa</i> 'Superba'	V-VIII	fialová	30-40	12
20	šanta kočičí	<i>Nepeta fassenii</i> 'Snowflakes'	V-VIII	bílá	30-40	12
21	třeslice prostřední	<i>Briza media</i>	V-VIII	zelená	40	10
22	zvonek garganský	<i>Campanula garganica</i> 'Filigree Blue'	VI-VIII	světle modrá	10	15

Tabulka 7: Navrhovaný sortiment pro volné výsevy

taxon:		doba kvetení	barva květu	výška [cm]
brutnák lékařský	<i>Borago officinalis</i>	VII-IX	modrá	20-40
divizna	<i>Verbascum bombyciferum</i> ‘Polarsommer‘	VII-VIII	žlutá	40-180
divizna brunátná	<i>Verbascum phoeniceum</i> ‘Violetta‘	V-VII	tmavě fialová	20-60
divizna brunátná	<i>Verbascum phoeniceum</i> ‘Flush of White‘	V-VII	bílá	20-60
divizna brunátná	<i>Verbascum phoeniceum</i> ‘Rosetta‘	V-VII	růžová	20-60
chrpa modrá	<i>Centaurea cyanus</i>	V-VIII	modrá	30-40
kavyl pérovitý	<i>Stipa tenuissima</i>	VII-X	světle zelená	40-60
mák vlčí	<i>Papaver rhoeas</i>	V-IX	červená	20-80
sporýš kanadský	<i>Verbena bonariensis</i>	VII-X	fialová	90
včelník	<i>Dracocephalum arguense</i> ‘Fuji Blue‘	VI-VIII	jasně modrá	30

5.2.4 Řez půdním profilem

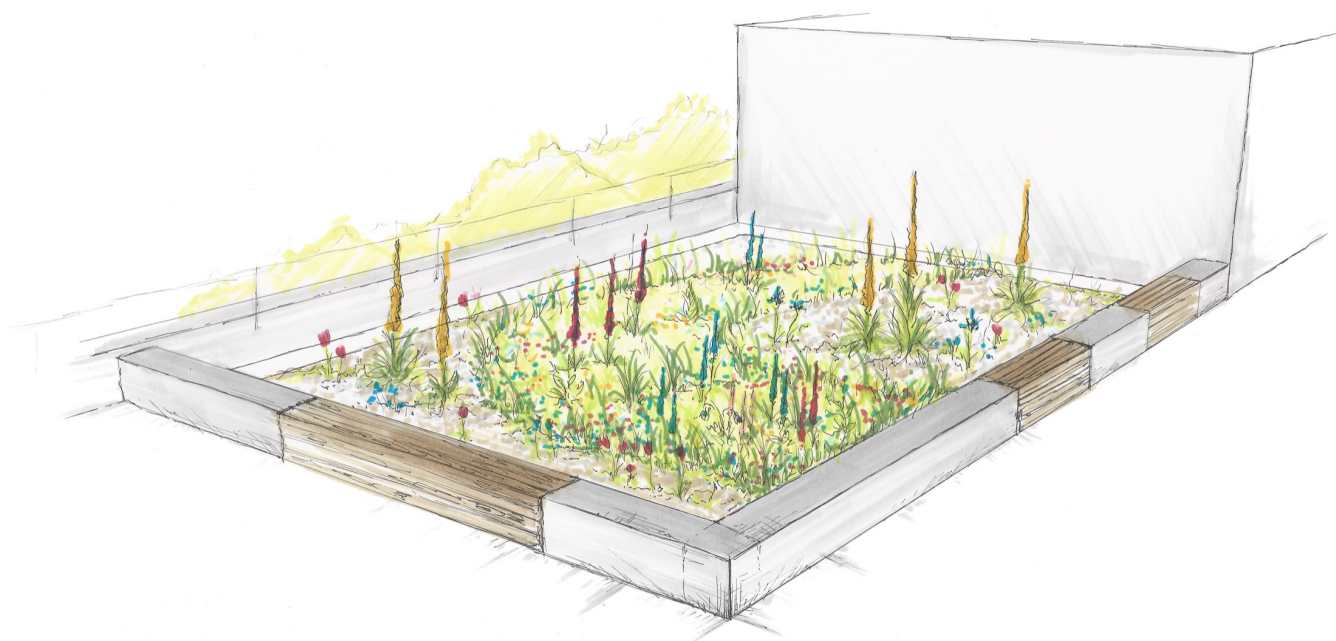
Na základě provedení sondy půdním profilem jsou odhadovány jednotlivé vrstvy konstrukce střešní zahrady, viz obrázek 23 Řez souvrstvím. Aktuální vrstva substrátu 75 – 160 mm odpovídá spíše extenzivnímu typu profilu střešní zahrady. Ostatní vrstvy nebyly blíže specifikovány z důvodu nedostatečných informací o daných materiálech a jejich vlastnostech.



Obr. 21 Řez souvrstvím

5.2.5 Vizualizace

Perspektivní pohled zobrazuje celou řešenou plochu. Ve středové části je patrná zejména linie křivky propojující jednotlivé záhony. V této ploše byl kladen důraz na zapojený porost, který by danou křivku podpořil. Na druhou stranu je porost tvořen i vyššími rostlinami, které vnášejí do kompozice vertikální prvky. Okolní plochy jsou doplněny lučními rostlinami, které přináší značně proměnlivý vegetační element.



Obr. 22 Vizualizace

5.2.6 Ekonomické zhodnocení

Ekonomické zhodnocení bere v potaz pouze rostlinný materiál vysazovaný ve středové linii záhonu. Rostlinný materiál je vyčíslen na částku 11 577 Kč. Méně nákladnou variantou ozelenění dané plochy jsou volné výsevy v okrajových částech. Tento způsob není zahrnut do ekonomického zhodnocení.

Tabulka 8: Ekonomické zhodnocení rostlinného materiálu

č.	taxon:		ks celkem	cena ks	cena celkem
1	badil úzkolistý	<i>Sisyrinchium angustifolium</i>	16	32,-	512,-
2	čistec vlnatý	<i>Stachys olympica</i>	18	25,-	450,-
3	divizna jižní rakouská	<i>Verbascum chaixii</i>	12	27,-	324,-
4	dobromysl	<i>Origanum laevigatum</i> 'Herrenhausen'	20	29,-	580,-
5	dračík vousatý	<i>Penstemon barbatus</i> 'Coccineus'	13	26,-	338,-
6	hadinec obecný	<i>Echium vulgare</i>	12	28,-	336,-
7	hvězdnice křovištní	<i>Aster dumosus</i> 'Starlight'	26	35,-	910,-
8	hvozdík kropenatý	<i>Dianthus deltoides</i> 'Roseus'	36	25,-	900,-
9	kohoutek věncový	<i>Lychnis corinaria</i>	18	32,-	576,-
10	koniklec německý	<i>Pulsatilla vulgaris</i> 'Pinwheel White Shades'	15	29,-	435,-
11	koniklec německý	<i>Pulsatilla vulgaris</i> 'Pinwheel Blue Violet Shades'	10	29,-	290,-
12	len vytrvalý	<i>Linum perenne</i>	16	30,-	480,-
13	mateřídouška obecná	<i>Thymus vulgaris</i> 'Tim'	26	26,-	676,-
14	ostřice horská	<i>Carex montana</i>	10	53,-	530,-
15	pažitka pobřežní	<i>Allium schoenoprasum</i>	21	24,-	504,-
16	rozrazil klasnatý	<i>Veronica spicata</i> 'Roza Zwerg'	21	35,-	735,-
17	řebříček obecný	<i>Achillea millefolium</i> 'Desert Eve Light Yellow'	20	42,-	840,-
18	řebříček obecný	<i>Achillea millefolium</i> 'Desert Eve Red Imp.'	18	39,-	702,-
19	šanta hroznovitá	<i>Nepeta racemosa</i> 'Superba'	10	45,-	450,-
20	šanta kočičí	<i>Nepeta fassenii</i> 'Snowflakes'	12	45,-	540,-
21	třeslice prostřední	<i>Briza media</i>	9	29,-	261,-
22	zvonek garganský	<i>Campanula garganica</i> 'Filigree Blue'	8	26,-	208,-
rostlinný materiál celkem					11 577,-

6 DISKUZE

Jedním z problémů, který se vyskytl při zpracování literární rešerše, byl nedostatek aktuální tuzemské literatury. Nejnovější knižní publikací, zabývající se problematikou střešních zahrad, je stále kniha z roku 2009. Jediným autorovi známým aktuálním zdrojem jsou konference pořádané Svazem zakládání a údržby zeleně a soutěž Zelená střecha roku. Dalším nedostatkem jsou omezené odborné informace o zdařilých realizacích v České republice.

V rámci sociologického průzkumu se stala nejvíce diskutovanou otázkou přístupnost plochy střešní zahrady MCEV II. V průběhu dotazování respondentů autor sám změnil názor na tuto problematiku. Ustoupil tak od svého původního názoru, že by tyto atraktivní prostory měly být přístupné bez omezení. Uznal, že je potřeba částečné omezení přístupu a navrhuje přístup na studentský průkaz pro studenty zahradnických oborů.

Velký počet respondentů také vyslovil názor, že na střešní zahradě chybí vodní prvek. Voda je velice atraktivním elementem a určitě by vhodným způsobem doplnila plochu střešní zahrady. Vzhledem k umístění včelích úlů na střešní zahradě by bylo také vhodné zajistit stálý vodní zdroj pro včely.

Na základě toho, že nebylo možné dohledat projektovou dokumentaci k provedení vegetačního souvrství střešní zahrady bylo autorovi umožněno provedení půdní sondy. Získané informace o půdním profilu pozměnily stanovištní podmínky natolik, že autor musel ustoupit od svého původního záměru osázení a zvolit jiný sortiment.

Autor bakalářské práce vypracoval projektovou část na základě znalostí nabytých během svých studií, zpracováním této práce a podle svého nejlepšího svědomí. Všechny rostlinné druhy byly zvoleny s ohledem na jejich stanovištní podmínky a měly by reflektovat informace zjištěné v kapitole Zhodnocení podkladových údajů. Z důvodu, že se jedná o velice exponované stanoviště a nebylo možné zjistit veškeré informace, autor připouští, že jím navrhovaný projekt nemusí v daných podmínkách 100 % prosperovat. Tento fakt by bylo možné zhodnotit až s delším časovým odstupem po realizaci. Přesto bude autor rád za jakékoliv podněty a připomínky k projektu nebo práci samotné.

7 ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo poskytnout ucelený přehled o problematice zelených střech, které se v současné době stávají stále atraktivnějším prvkem doplňující architekturu. Záměrem bylo čerpat informace z nejnovější dostupné zahraniční literatury a získat širší přehled o technických řešeních a osvědčeném sortimentu. Jedním z hlavních cílů bylo osvojit si znalosti alternativních způsobů osázení vegetačních střech.

- Během zpracování podkladových materiálů bylo autorovi umožněno provést půdní sondu, která byla cenným zdrojem informací pro následný projekt.
- Sociologický průzkum přinesl podnětné informace ke zpracování projektu. Přínosné byly i samotné názory respondentů a jejich zájem o plochy areálu České zemědělské univerzity. Největší zájem projevíli studenti zahradnických oborů.
- Praktickým vyústěním celé práce byl projekt osázení části střešní zahrady, který reflektoval veškeré získané informace v předchozích kapitolách. Sortiment byl zvolen z prosperujících realizací se stejnými podmínkami.
- Studie by mohla být podnětem pro vznik experimentální části střešní zahrady na budově Mezifakultního centra environmentálních věd II., kde by mohly probíhat výukové programy se zaměřením na danou problematiku.

Na závěr by autor rád zmínil, že je třeba rozšířit povědomí o benefitech střešních zahrad. Sociologický průzkum nebo projekt samotný může napomoci kvalitnějšímu využití plochy střešní zahrady Mezifakultního centra environmentálních věd II. Jedná se o prostory s velkým potenciálem, které si zaslouží více pozornosti, a bylo by vhodné je rozvíjet a podporovat.

8 SEZNAM LITERATURY

Knihy:

Bernard JH. 2000. Minerály České republiky: stručný přehled. Academia, Praha.

Bláha L, Hnilička F, Hniličková H, Holubec V, Möllerová J, Štolcová J, Zieglerová J. 2003. Rostlina a stres. VÚRV, Praha.

Bláha L. 2017. Osivo a sadba. Power print, Praha.

Braun M, Uffelen, Ch. 2014. Atlas světové krajinné architektury. Slovart. Praha.

Brickel Ch. 2008. A-Z Encyklopedie zahradních rostlin. Euromedia Group, Praha.

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

Cagaš B, Macháč J. 2005. Ochrana trávníků proti chorobám, škůdcům, plevelům a abiotickému poškození. Kurent, České Budějovice.

Čermáková B, Mužiková R. 2009. Ozeleněné střechy. Grada, Praha.

Ezechel M, Zichová J, Pytloun L. 2012. Ekologie a ochrana životního prostředí. Profi Press, Mělník.

Falkenberg H. 2008. Garden design. teNeues, New York.

Fletcher D. 2015. Rooftop Garden Design. The Images Publishing, Australia.

Hepp J, Merta D, Fingerová R. 2018. PragueScape: současná krajinářská architektura ve veřejném prostoru Prahy. Galerie Jaroslava Fragnera & Architectura, Praha.

Hertle B, Kiermeier P. 2008. Zahradní květiny: kvetoucí jsou nejkrásnější. Jan Vašut, Praha.

- Hitchmough J. 2017. Sowing beauty: designing flowering meadows from seed. Timber Press, Portland.
- Hnilička F. 2016. Rostliny v podmínkách stresu – Abiotické stresory. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.
- Chloupek O. 2008. Genetická diverzita, šlechtění a semenářství. Academia, Praha.
- Jones GH. 2007. Monitoring plant and soil water status: established and novel methods revisited and their relevance to studies of drought tolerance. Journal of Experimental botany.
- Kazda J, Prokinová E, Ryšánek P. 2007. Škůdci a choroby rostlin: domácí rostlinolékař. Knižní klub, Praha.
- Kohout V. 1997. Plevel polí a zahrad. Agrospoj, Praha.
- Kovář P. 2014. Ekosystémová a krajinná ekologie. Karolinum, Praha.
- Kratochvíl P. 2015. Městský veřejný prostor. Zlatý řez, Praha.
- Leffler F, Frcalová T. 2017. Žijte ve své zahradě: inspirace pro současnou zahradu. Host, Brno.
- Lugerbauer K. 2019. Zahrada pro včely: Tipy pro různá stanoviště. Grada, Praha.
- Mader G, Zimmermann E. 2011. Walls: elements of garden and landscape architecture. W.W. Norton & Company, New York.
- Málek Z, Horáček P, Kiesenbauer Z. 2012. Stromy pro sídla a krajinu. Baštan, Olomouc.
- Mareček F. 2001. Zahradnický slovník naučný 5. sv. ÚZPI, Praha.
- Mikulka J, Kneifelová M. 2005. Plevelné rostliny. Profi Press, Praha.

- Minke G. 2001. Zelené střechy – Plánování, realizace, příklady. Hell, Ostrava – Plesná.
- Novák J, Skalický M. 2012. Botanika: cytologie, histologie, organologie a systematika. Powerprint, Praha.
- Paganová V, Hillová D, Lichtnerová H, Moravčík L, Raček M, Šajbidorová V. 2015. Rastlinné druhy pre urbanizované prostredie v podmienkach nedostatku vody. SPU, Nitra.
- Pellant Ch. 1992. Horniny a minerály. Osveta, Martin.
- Richardson T, Schwartz M. 2008. Avant gardeners: 50 visionaries of the contemporary landscape. Thames & Hudson, New York.
- Saville L. 2008. Outdoor stonework. Quarry Books, Beverly.
- Slavík B, Hejný S. 2003. Květena České republiky 3. Academia, Praha.
- Snodgrass, EC. McIntyre L. 2010. The green roof manual: a professional guide to design, installation, and maintenance. Timber Press, Portland.
- Stejskalová J, Řeháková I. 2015. Architektura moderních zahrad. Grada, Praha.
- Štamberková J. 2012. Ochrana zahradních rostlin II: plodiny a jejich škodliví činitelé. Rebo, Mělník.
- Štencel V, Souček V, Šonský D. 1983. Architektonické úpravy veřejných prostranství. Státní nakladatelství technické literatury, Praha.
- Uffelen Ch. 2010. 1000 x landscape architecture. Braun, Berlin.
- Uffelen Ch. 2013. Urban spaces: Plazas, squares and Streetscapes. Braun, Berlin.
- Universum: [encyklopedie pro 21. století]. 2006. Knižní klub, Praha.

Vaněk V. 2012. Výživa zahradních rostlin. Academia, Praha.

Waterman T. 2015. The fundamentals of landscape architecture. Bloomsbury Publishing, New York.

Zimmermann A. 2015. Constructing landscape: materials, techniques, structural componets.

Tištěné publikace:

Bohuslávek P, Horský V, Jakoubková Š. 2009. Vegetační střechy a střešní zahrady **3/2009**: 1-72.

Bohuslávek P, Horský V, Jakoubková Š. 2015. Vegetační střechy průvodce návrhem **1/2015**: 1-19.

Burian S, Dostálová J, Dubský M, Halama P, Chaloupka K, Komzák J, Pařava R, Straková M, Šrámek F, Vacek P, Vokál J. 2016. Standardy pro navrhování, provádění a údržbu vegetačního souvrství zelených střech 1-34.

Dostal P, Macháč J, Dubová L, Louda J. 2017. Způsoby systémové podpory výstavby zelených střech **12/2017**: 3-30.

Hejhálek J. 2016. Intro Dřevo **1**:86-91.

Kolbábek A. 2018. Intro Rostlina **speciál**:48-102.

Verner M. 2018. Intro Sklo **6**:52-59.

Volf P. 2018. Intro Kov **5**:59-61.

Webové stránky:

Archiweb, s.r.o. 2015. Experimentální objekt ve Slavkově u Brna. Kratochvíl J. Dostupné z <<https://www.archiweb.cz/b/experimentalni-objekt-ve-slavkove-u-brna>> [cit. 2018-12-10].

Archiweb, s.r.o. 2017. Budova na Národní se otevře ještě na podzim. Kratochvíl J. Dostupné z <<https://www.archiweb.cz/n/domaci/budova-na-narodni-se-otevire-jeste-na-podzim-stala-1-5-miliardy>> [cit. 2019-03-05].

Normy a vyhlášky:

ČSN 46 4750 Trvalky a skalničky.

ČSN 46 4751 Cibule a hlízy květin.

ČSN 73 1901 Navrhování střech – Základní ustanovení.

ČSN EN 13 948 Hydroizolační pásy a fólie - Asfaltové, plastové a pryžové pásy a fólie pro hydroizolaci střech - Stanovení odolnosti proti prorůstání kořenů.

Vyhláška č. 268/2009 Vyhláška o technických požadavcích na stavby.

Seznam obrázků:

Obr. 1 IGA Berlín 2017. Zdroj: autor.

Obr. 2 *Phacelia tanacetifolia*. Zdroj: autor.

Obr. 3 *Borago officinalis*. Zdroj: autor.

Obr. 4 *Senecio vulgaris*. Zdroj: autor.

Obr. 5 LIKO-S. Dostupné z <<https://www.archiweb.cz/b/experimentalni-objekt-ve-slavkove-u-brna>> [cit. 2019-03-10].

Obr. 6 Botanická zahrada v Troji. Dostupné z <<https://www.tvarchitect.com/clanek/prazska-botanicka-zahrada-bude-mit-novy-vstup-od-franek-architects/>> [cit. 2019-03-10].

Obr. 7 Drn. Dostupné z <<https://www.archiweb.cz/n/domaci/budova-na-narodni-se-otevire-jeste-na-podzim-stala-1-5-miliardy>> [cit. 2019-03-10].

Obr. 8 Dům pro stromy. Dostupné z <<https://www.archiweb.cz/b/dum-pro-stromy/>> [cit. 2019-03-15].

Obr. 9 Bosco Verticale. Dostupné z <<https://bioneers.org/elevating-nature-milans-bosco-verticale-zp0z1806/>> [cit. 2019-03-15].

Obr. 10 High Line. Dostupné z <<https://www.thehighline.org/>> [cit. 2019-03-15].

Obr. 11 Půdorys 7. patra. Zdroj: Ing. Zdeněk Čejka.

Obr. 12 Zahradně architektonické řešení. Zdroj: Lucie Hoštičková a Marek Skala.

Obr. 13 Sonda půdního profilu. Zdroj: autor.

Obr. 14 Vegetační pokryv 1. Zdroj: autor.

Obr. 15 Vegetační pokryv 2. Zdroj: autor.

Obr. 16 Vegetační pokryv 3. Zdroj: autor.

Obr. 17 Vegetační pokryv 4. Zdroj: autor.

Obr. 18 Fotografie ze 30.6.2017. Zdroj: autor.

Obr. 19 Fotografie ze 16.8.2018. Zdroj: autor.

Obr. 20 Zahradně architektonické řešení. Zdroj: autor.

Obr. 21 Vegetační pokryv. Zdroj: Nigel Dunnett

Obr. 22 Osazovací plán. Zdroj: autor.

Obr. 23 Řez souvrstvím. Zdroj: autor.

Obr. 24 Vizualizace. Zdroj: autor.