

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra botaniky a fyziologie rostlin



Střešní zeleň

Bakalářská práce

Autor práce: Lukáš Martínek, DiS.

Obor studia: Zahradnictví

Vedoucí práce: Ing. Jana Česká, CSc.

© 2018 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Střešní zeleň" 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 20.4.2018

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Janě České, CSc. za cenné rady, ochotu a hlavně trpělivost, kterou mi věnovala při zpracování této práce i během studia.

Střešní zeleň

Souhrn

Bakalářská práce na téma Střešní zeleň podává ucelený přehled o problematice střešní zeleně, tedy střešních konstrukcí s vegetačním pokryvem. Literární rešerše je zpracována za použití nejnovější odborné literatury a dalších zdrojů.

V úvodu rešerše je představen historický vývoj střešních zahrad od prvních památek po současnost. Do historického kontextu jsou zařazeny památky z České republiky a celého světa. V další části je shrnuta problematika rozdělení zelených střech dle nejrůznějších kritérií a jednotlivé požadavky na střešní konstrukci. Následující kapitola je věnována vegetační vrstvě a doporučenému sortimentu taxonů rostlin pro extenzivní a intenzivní střešní zeleň (konstrukce). Na závěr literární rešerše jsou uvedeny hlavní abiotické a biotické stresové faktory, kterým rostliny na zelených střechách musí odolávat.

Ve speciální části je na základě informací shromážděných v literární rešerši zpracován konkrétní návrh extenzivní a intenzivní střešní zeleně na autorem vybraném rodinném domě v Praze. Součástí zpracovaného návrhu je zhodnocení podkladových údajů, technické zpracování jednotlivých souvrství, sortiment vybraných taxonů (včetně barvy květu a výšky rostlin), osazovací plány v příslušném měřítku, vizualizace a ekonomické zhodnocení (položkový rozpočet).

Autor doufá, že jeho návrh bude úspěšně realizován a že poskytne inspiraci i sousedním obyvatelům.

Klíčová slova: střešní zeleň, výsadby, údržba, technické a ekonomické parametry.

Planting green roofs

Summary

The bachelor thesis on planting green roofs provides a comprehensive overview of the issues of roof greenery and roof constructions with vegetation cover. The literary research is processed by using the latest scientific literature and other sources.

At the beginning of the research I present the historical development of roof gardens from the first monuments to the present. The historical context includes monuments from Czech Republic and the whole world. The next part summarizes the issue of the division of green roofs according to various criteria and individual demands on the roof construction. The following chapter is dedicated to the vegetation layer and the recommended assortment of the taxon plants for extensive and intensive roof greenery (construction). The end of the literary research deals with the main abiotic and biotic stress factors, which the plants on green roofs must resist.

In the special part, based on the information gathered in the literary research, a concrete proposal of extensive and intensive roof greenery is prepared on the example of a family house in Prague, chosen by the author of this thesis. One part of the elaborated proposal is the evaluation of the background data, the technical processing of the individual layer compounds, the assortment of the selected taxon plants (including the color of the flower and the height of the plants), the planting scheme in the respective scale, visualization and economic evaluation (item budget).

The author hopes that his proposal will be successfully implemented and that it will also be a source of inspiration to the neighboring inhabitants.

Keywords: roof greenery, planting, maintenance, technical and economic parameters.

OBSAH

1	ÚVOD	1
2	CÍL PRÁCE	2
3	LITERÁRNÍ REŠERŠE.....	3
3.1	HISTORIE	3
3.1.1	První historické památky	3
3.1.2	Řecká a Římská říše	4
3.1.3	Skandinávie a Balkán	4
3.1.4	Renesance a baroko	5
3.1.5	19. století ve světě	6
3.1.6	Historické památky na území České republiky	6
3.1.7	20. století ve světě	7
3.1.8	20. století na území České republiky	8
3.1.9	21. století ve světě	9
3.1.10	21. století na území České republiky	11
3.2	ROZDĚLENÍ ZELENÝCH STŘECH.....	12
3.2.1	Rozdělení podle vegetačního pokryvu	12
3.2.2	Rozdělení podle přístupnosti.....	14
3.2.3	Rozdělení podle funkce	14
3.2.4	Rozdělení podle skladby vegetačního souvrství	15
3.2.5	Rozdělení podle sklonu	16
3.3	STŘEŠNÍ KONSTRUKCE PRO ZELENÉ STŘECHY	16
3.3.1	Požadavky na střešní konstrukci	16
3.3.2	Souvrství střešního pláště plochých střech	18
3.4	VEGETAČNÍ VRSTVA A VEGETAČNÍ POKRYV	21
3.4.1	Vegetační vrstva	21
3.4.2	Vegetační pokryv	23
3.5	STRESOVÉ FAKTORY	29
3.5.1	Abiotické stresové faktory.....	29
3.5.2	Biotické stresové faktory.....	31
4	METODIKA.....	32
5	SPECIÁLNÍ ČÁST	33
5.1	SOUČASNÝ STAV	33

5.2	KLIMATICKÉ CHARAKTERISTIKY	34
5.3	VÝKAZ VÝMĚR.....	34
5.4	ODVODNĚNÍ.....	35
5.5	STŘEŠNÍ KONSTRUKCE	36
5.6	VEGETAČNÍ POKRYV	36
5.6.1	Extenzivní zeleň	36
5.6.2	Intenzivní zeleň	38
5.7	EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ	40
6	ZÁVĚR.....	43
7	SEZNAM LITERATURY.....	44

1 ÚVOD

Zeleň byla vždy důležitou součástí lidského života. Lidé si byli pokaždé vědomi její nenahraditelné funkce. O tomto faktu hovoří mnoho historických pramenů a památek. V některých částech světa je plocha s rostlinným společenstvem považována za nejcennější majetek, který člověk může vlastnit.

Přesto však v dnešní době v okolí lidských sídel vegetačních ploch ubývá. Tento trend má mnoho příčin, hlavními jsou zejména vyšší míra urbanizace, omezené množství ploch ve městech a možná i menší pouto městského obyvatele s přírodou. V posledních několika letech je však stále zřejmější, že výhody urbanizovaných ploch doprovází mnoho obtíží. Lze hovořit například o vysokých teplotách v letních měsících, nekvalitním ovzduší nebo přívalových deštích. Tyto negativní vlivy je možné zmírnit nebo dokonce odstranit s pomocí adekvátního vegetačního pokryvu. Omezený prostor pro zeď lze rozšířit o plochy střech, které v konečném důsledku přispívají ke zlepšení podmínek ve městech. Z tohoto důvodu má problematika ozeleňování konstrukcí a střešní zeleně velký potenciál.

Nově vzniklé plochy střešního vegetačního pokryvu mají mnoho benefitů pro obyvatele daného objektu i širšího okolí (omezení hluku z pouličního provozu, teplotních výkyvů, prašnosti, filtrace škodlivin z ovzduší, delší životnost hydroizolace, oživení pohledů – velkoplošně využitelný estetický prvek v urbanismu, zkvalitnění prostředí pro práci, bydlení, méně stresu ...). Zajímavou a více než aktuální myšlenku o zelených střeších vyslovil i švýcarský architekt Le Corbusier, dle jeho vyjádření by zastavěná plocha měla být vykompenzována zelení, tedy v ideálním případě střešní zahradou. Lze jen doufat, že se trend dnešní doby obrátí a zelených ploch v městském prostředí, zejména v centrech aglomerací, začne přibývat, třeba i díky střešní zeleni.

2 CÍL PRÁCE

Studie podá ucelený přehled o střešní zeleni, která se v současné době stává nejen výrazným, ale i užitým prvkem střech ("zelené" střechy) pro vlastníky nebo uživatele objektů a u které lze zvláště v centrech městských aglomerací využít mnoha jejích pozitivních účinků. Praktickým vyústěním studie bude konkrétní využití střešní zeleně na vybrané střešní zahradě či střešní terase včetně uvedení realizačních prvků formou projektu.

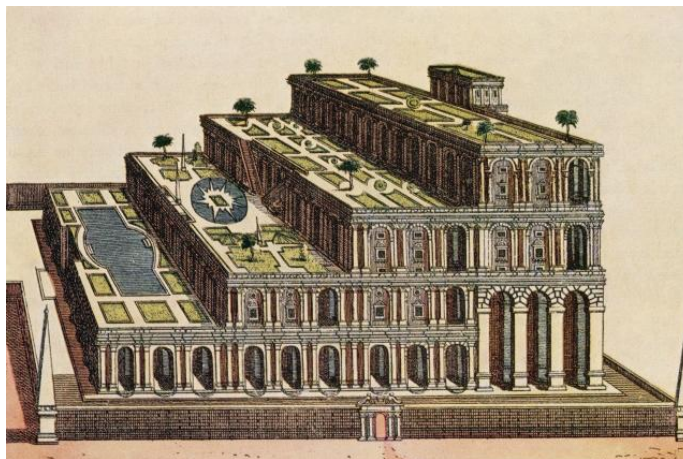
3 LITERÁRNÍ REŠERŠE

3.1 HISTORIE

3.1.1 První historické památky

V dávné minulosti se střechy ozeleňovaly zejména z důvodu izolace tepla. Byla dokázána existence střešních zahrad s vegetací již před 3000 lety. První zelené střechy vznikaly z čistě praktických důvodů, nikoli kvůli výslednému estetickému dojmu či ekologickému přínosu, ale jako ochrana před klimatickými podmínkami. Je dokázáno, že v minulosti se střešní zahrady vyskytovaly téměř po celém světě v diametrálně odlišných klimatických podmínkách. V chladných klimatických oblastech byly střechy osazovány hlavně z důvodu izolace a střádání tepla. Naopak v klimaticky teplých oblastech sloužily k ochlazení interiéru (Minke, 2001; Albanese, 2009; Čermáková a Mužíková, 2009).

Prvotní záznamy o střešních zahradách pochází z oblasti Mezopotámie. Pozůstatky této památky se dochovaly pouze v podobě nástěnných maleb v Ninive. Na malbách jsou zachyceny terasové zahrady, které byly vybudovány za vlády krále Šalamouna. **Visuté zahrady královny Semiramis** z let 605 – 562 př. n. l. patří mezi sedm



obr. 1 Visuté zahrady královny Semiramis

divů světa. Visuté zahrady byly založeny na speciálních zděných stupňovitých konstrukcích s klenbami, které byly v tehdejší době novým stavebním prvkem. Voda k rostlinám byla přiváděna z nedaleké řeky Eufrat. Závlahový systém byl na tehdejší dobu velmi efektivní, pomocí jednoduchých pump se voda čerpala přímo na střechu. K zachytávání dešťové vody sloužily nádrže umístěné na střeše. Tepelnou izolaci tvořily rákosové listy zalité asfaltem. Hydroizolace byla řešena olověnými pláty. Pro stropní konstrukci bylo použito palmové dřevo, které dlouhodobě odolává vlhkosti. Nedílnou funkcí této zahrady bylo ochlazení celé stavby a jejího okolí v horkém klimatu Blízkého východu (Albanese, 2009; Lewis, 2009; Čermáková a Mužíková, 2009).

Zmínky o existenci dalších zelených střech mezi Eufratem a Tigridem byly objeveny při vykopávkách. Byly zde nalezeny reliéfy, na kterých je možné vidět několikapatrové terasy se zelení a sady, kde je dokonce patrný i zavlažovací systém (Albanese, 2009; Čermáková a Mužíková, 2009).

Gombrich (2016) se domnívá, že hmotné památky z tohoto území nebyly dochovány částečně díky náhodným okolnostem. V údolí obou řek se nenacházely lomy, hlavním stavebním materiálem byly tedy pálené cihly, které podlely během let zvětrání. Dalším důvodem mohl být vliv náboženství. Národy v dané oblasti nesdílely víru Egyptů v posmrtný život, tedy nutnost zachování těla, movitých a nemovitých statků pro posmrtný život.

3.1.2 Řecká a Římská říše

Ozeleněné střechy nezanikly s pádem Mezopotámie a postupně se jejich používání úspěšně přeneslo do Evropy. Zelené střechy se také začaly objevovat v Římské a Řecké říši. V římské kultuře tvořil vegetační pokryv rovných střech neodmyslitelnou součást patricijských paláců, kde vznikaly zahrady, ovocné sady, nádrže na vodu, dokonce i jezírka s rybami. Stopy po ozeleněných střechách byly nalezeny při vykopávkách v Pompejích. Příkladem je **Diomedův palác** či **Sallustův dům**. V Římě nechal císař Augustus postavit **Mauzoleum**, které bylo zakončeno terasou se zelení v přenosných nádobách. V této době šlo o módní záležitost a takovýto přepych si mohli dovolit jen lidé z vyšší třídy. Chudší obyvatelstvo se snažilo vyrovnat bohatšímu tím, že si na své terasy dávalo rostliny v hliněných nádobách (Albanese, 2009; Čermáková a Mužíková, 2009).

3.1.3 Skandinávie a Balkán

Mezi jedny z prvních historických památek řadíme také skandinávské travnaté střešní konstrukce. Hlavním účelem vegetačního pokryvu bylo odolávat extrémním severským podmínkám. Drny plnily funkci především tepelné



obr. 2 Skandinávská zelená střecha

izolace. Březová kůra, která se používala jako podklad pod drny, chránila dřevěnou konstrukci před kyselinou humínovou. Kvůli lepší stabilitě se kůra lepila přírodním dehtem. Po slepení březové kůry se vrstva stala nepropustnou a plnila i funkci kořenové zábrany. Tradiční **drnové střechy** používají v severských zemích dodnes (Minke, 2001).

Balkánské zemnice jsou dalším historickým příkladem ozeleněných střech. Jednalo se o stavby pod úrovní původního terénu, kde střešní konstrukce navazovala na volnou krajinu. Základ střechy tvořily větve, které byly svázané u hřebene. Kostra konstrukce byla vybudována z kůlů zapuštěných do země a na tyto kůly byly následně zavěšovány větve. Vegetační vrstva byla vytvořena pomocí drnů, chaluh nebo vřesu (SZÚZ, 2005).

3.1.4 Renesance a baroko



obr. 3 Vila Careggi

V 11. století našeho letopočtu se střešní zahrady stávaly velmi populárními ve Francii a Itálii. Rod Medicejů měl zásadní vliv na rozvoj vegetačních střech v Itálii v období renesance. Medicejové nechávali stavět honosné vily, velké rozlehlé zahrady, ozeleněné střechy a terasy. Příkladem za všechny je **Villa Careggi**, kde Cosimo di Medici vytvořil unikátní sbírku

cizokrajných rostlin. Střešní zahrady a terasy tvořily komplex o rozloze více než 100 m² (Čermáková a Mužíková, 2009).

Období baroka nepřineslo v problematice zelených střech žádné výrazné změny. Můžeme se setkat pouze s několika pokusy o vnesení nových prvků. Jednou z nejobdivovanějších staveb této doby byl **palác kardinála Lamberga** v Pasově se střešní zahradou. Zahrada měla dva stupně a byla tvořena plochou o rozloze 300 m² (Čermáková a Mužíková, 2009).

3.1.5 19. století ve světě

Střešní zahrady se staly vysoce módními v bohatých německých městech, ve Francii a v Anglii. Učenci, kteří se o tuto problematiku zajímali, navrhovali nahrazení šikmých střech plochými. Přelomem v této době je vynalezení železobetonové konstrukce, která umožňuje znatelně vyšší zatížení celé stavby (Čermáková a Mužíková, 2009).

V této době vzniká několik pokusů se samovolným ozeleněním střešních ploch. Založení vegetační vrstvy tímto způsobem je spojeno s pojmy střecha z dřevěného cementu nebo hnědá střecha. Plocha střechy byla díky sukcesním procesům ozeleněna a po několika letech vzniklo stabilní společenstvo rostlin. Realizace několika střech z dřevěného cementu můžeme dodnes nalézt například v Belíně (Minke, 2001).

3.1.6 Historické památky na území České republiky

Historie střešních zahrad v České republice není tak dlouhá a pestrá jako ve světě, ale i u nás se nachází několik významných památek. Zahrada na střeše **konírny u zámku v Lipníku nad Bečvou** je naší nejstarší dochovanou památkou. Stavba byla dokončena roku 1609 jako panské sídlo. Zahrada navazuje na zámeckou budovu. Původní



obr. 4 Konírny zámku Lipník nad Bečvou

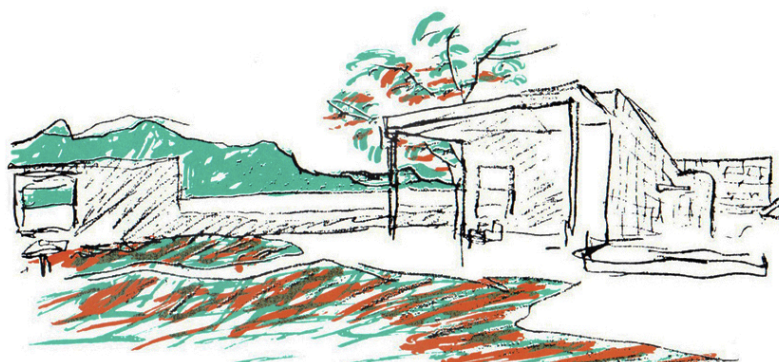
povrch terasy byl dlážděný, ale roku 1869 byl vytvořen první návrh s ornamentálním pojetím. Pravidelné plochy vymezené sítí pěšin byly zatravněny a doplněny výsadbami letniček. Uplatnění zde také našly rostliny v nádobách z interiéru zámku. Původní provedení střechy se ukázalo jako nekvalitní, ale v současné době je hydroizolační funkce střechy zajištěna. Nyní se zde nachází zahrada podobná té původní (Čermáková a Mužíková, 2009).

Terasa nad oranžérií, která je součástí zámku Konopiště, patří mezi další zachované stavby na území České republiky. Pochází z roku 1772. Původně se pod terasou nacházel skleník, poté oranžérie a v současnosti je zde muzeum sv. Jiří. Dokumentace k této unikátní stavbě se bohužel téměř nedochovala (Čermáková a Mužíková, 2009).

Původně barokní objekt je takzvaná **Písecká brána** v Praze na Hradčanech. Není zahradou v pravém slova smyslu, ale lze ji díky střešnímu pokryvu považovat za vegetační střechu. Brána tvořila v dávných dobách část ochranného opevnění (Čermáková a Mužíková, 2009).

3.1.7 20. století ve světě

Myšlenku zelených střech vyzdvihoval a rozvíjel švýcarský architekt, urbanista, teoretik a malíř Le Corbusier, který byl v tomto oboru průkopníkem. Jednou z jeho ideí byla kompenzace zastavěné plochy vegetačními střechami. Architekturu označoval za umění, a právě proto zahrnul střešní zahrady společně se sloupy, volným půdorysem, pásovými okny a volným průčelím mezi svých pět základních pilířů moderní architektury. Těmito zásadami se řídil například při návrhu **Villa Savoye** v Paříži, obytného domu v **Marseille** nebo při návrhu domu v **Corseaux** u Ženevského jezera pro své rodiče. Limitem pro budování zelených střech byla hmotnost substrátu a s tím spojená omezená mocnost vrstev, která souvisela s počtem vhodných druhů rostlin pro pěstování. Vývoj technologií však přispěl k tomu, že mohl být tento problém s postupem času lépe řešen. V roce roce 1923 Le



obr. 5 Skica domu v Corseaux

Corbusier napsal: „Končí doba, kdy střešní zahrada byla spíše kuriozitou než skutečnou potřebou. V budoucnu by měla mít střešní zahrada a všechny její prvky podstatný vliv na životní prostředí města jako celku i na prostředí samotného bydlení“ (Čermáková

a Mužíková, 2009).

V Berlíně se nachází zdařilá realizace ozeleněné střechy pivovaru z roku 1925. Střecha po celá desetiletí nepotřebovala žádnou údržbu a opravy. V některých místech souvrství sice vykazuje netěsnosti, ale díky volnému prostoru pod střešním pláštěm místa mohou opětovně vysychat. Únosnost dřevěné konstrukce je tedy stále zachována (Minke, 2001).

V této době také docházelo k velkému rozvoji zelených střech v Americe. Ozelenění střešních ploch bylo využíváno především na mrakodrapech, veřejných stavbách a obchodních centrech. V Anglii na přelomu 19. a 20. století vznikaly myšlenky celých zahradních měst (Čermáková a Mužíková, 2009).

3.1.8 20. století na území České republiky

Mezi průkopnickou stavbu tohoto období můžeme považovat střešní zahradu **banky Union a Moravské zemské životní pojišťovny v Brně**. Zahrada se bohužel do dnešní doby nedochovala. Dobové fotografie ukazují, že se jednalo se o kompletně ozeleněnou plochu, která byla doplněna mobilní zelení. Největší část



obr. 6 Střešní zahrada banky Union

tvorila travnatá plocha. Návrhy staveb z let 1921–1925 vytvořil architekt Ernst Wiesner. Le Corbusier údajně ocenil zdařilost tohoto díla (Pelčák a Wahla, 2005).

Baťův mrakodrap ve Zlíně od architekta Vladimíra Karfíka je další, bohužel pouze částečně dochovanou památkou. Byl postaven v letech 1936–1938. Měří 77,5 metrů. Ve své době se jednalo o druhou nejvyšší budovu v Evropě. Můžeme jej zařadit mezi jedno z vrcholných funkcionalistických děl české architektury. Stavba má 17 podlaží – 1 podzemní a 16 nadzemních. V posledním patře se nacházela vyhlídková terasa s odpočinkovou zahradou, záhony květin a jezírkem s vodotryskem. Plocha střechy byla v roce 2004 rekonstruována, došlo však k jejímu zmenšení dostavbou zasedací místnosti a kavárny (Pavelčík, 2014).



obr. 7 Střecha Baťova mrakodrapu po výstavbě



obr. 8 Střecha Baťova mrakodrapu dnes

Skleněný dům, palác nebo lidově Skleňák se nachází v Praze 6. Byl postaven v letech 1936–1937. Na střeše domu se do 60. let 20. století zachovala střešní zahrada. V současné době je tato stavba vyhlášena nemovitou kulturní památkou. Autorem pozdně funkcionalistické stavby byl architekt českého původu Richard Ferdinand Podzemný. V budově se nachází mnoho plastik a soch (Čermáková a Mužíková, 2009).



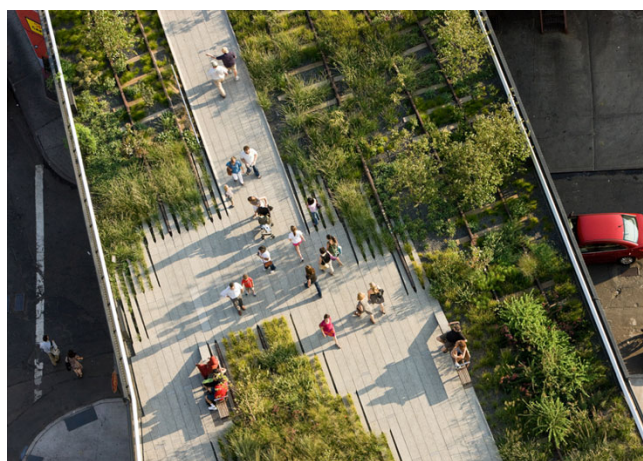
obr. 9 Hotel Praha

Monumentálním počinem byla realizace dejvického **hotelu Praha**. Vítězným návrhem se stal projekt architektů Arnošta Navrátila, Jaroslava Paroubka, Jana Sedláčka a Luďka Todla. Organický půdorys byl inspirován myšlenkou zelených teras. Na terasách se nacházely nádoby, obloženy speciálně navrženým keramickým obkladem.

Všechny vysázené rostliny byly pěstovány ve skleníku, který patřil hotelu. Na terasách byl instalován důmyslný systém závlahy. Celkové náklady na výstavbu dosáhly osmi set miliónů korun československých. Stavba byla dokončena v roce 1981. V roce 2014 byl hotelový komplex přes značné protesty a snahu o zapsání na seznam kulturních památek odstraněn (Samojská, 2013).

3.1.9 21. století ve světě

Zeleň ve městech se rozrůstá zejména v sousedním Rakousku a Německu, v ostatních státech Evropy, ale i ve světě. Zelené plochy vznikají v ulicích, na střeších sídlištních bloků, administrativních budovách, továrnách, garážích a na střeších rodinných domů. Jsou zakládány nové plochy extenzivní a intenzivní zeleně (SZÚZ, 2010).



obr. 10 High Line park

High Line je jednou z rekultivací industriálního prostoru v podobě unikátního veřejného prostranství. Plocha se nachází v New Yorku v části West Side. Park o délce více

než dva kilometry prochází třemi městskými čtvrtěmi a rozprostírá se nad třiadvaceti bloky. Náletové dřeviny byly inspirací k vybudování městského parku na stávajících plochách nadzemní dráhy, která do roku 1980 sloužila k nákladní dopravě. Ve výsadbách byly ponechány původní koleje, které dotváří celkovou atmosféru parku. První část byla otevřena v roce 2009, druhá následovala v roce 2011 a poslední v roce 2014. Tento projekt výrazně přispěl k rozvoji nemovitostí v dané lokalitě. Ročně High Line navštíví více než 5 milionů návštěvníků (Braun a Uffelen, 2014).

Ženská univerzita Ewha se nachází v Soulu v Jižní Koreji. Jedná se o největší vzdělávací institut pro ženy na světě. V roce 2008 byl v komplexu vybudován největší podzemní kampus. Kampus tvoří dvě oddělené stavby, které kopírují okolní terén. Střecha obou budov je tvořena střešní zahradou, která je v celé



obr. 2 Ewha kampus

své délce pochozí. Stavba je velmi šetrná k životnímu prostředí. Díky unikátnímu krajinnému řešení se podařilo propojit strukturu univerzitního kampusu s městem (Braun a Uffelen, 2014).

Zcela odlišnou realizací je **Mimetic House** v Irsku. Stavba se nachází ve venkovském prostředí a je situována v nerovném terénu louky. Hlavní část domu je převážně prosklená a reflektuje okolní krajinu. Díky tomuto efektu je dům utvářen okolním odrazem. Odras také



obr. 12 Mimetic House

působí jako maskování celého objektu. Tento efekt je doplněn střešní zahradou, která je osázena stejnou rostlinou skladbou, jakou můžeme nalézt v okolí. Celý koncept působí velice jednoduše a nenarušuje okolní krajinu (Phaidon, 2008).

3.1.10 21. století na území České republiky

V dnešní době vyrůstají v celé České republice nové čtvrti a obchodní a administrativní objekty. Zeleň z měst postupně ustupuje a vzniká mnoho nepropustných zpevněných ploch. Karel Čapek už v první třetině dvacátého století vyslovil názor: „Vyžeň přírodu dveřmi a polezeš za ní oknem.“ V té době nejspíš ani netušil, jak bude na počátku 21. století jeho poznatek aktuální (SZÚZ, 2010).

Dle Čermákové a Mužíkové (2009) vzniká největší procento střešních zahrad právě na nových obchodních a administrativních budovách, dále na hotelích a zábavních centrech. Významnou skupinou jsou také realizace na nově vznikajících bytových domech.

Jednou z velice zdařilých realizací na hotelích je střešní zahrada **Tenis Hotel Vitality**. Hotelový komplex se nachází ve Vendryni v podhůří Těšínských Beskyd. Atmosféra zahrady není tvořena pouze výsadbami, ale také propojením s okolními výhledy. Plocha střešní zahrady se skládá ze tří teras, které jsou spojeny chodníky



obr. 13 Tennis Hotel Vitality

z nerezového pletiva. Díky použitému materiálu bylo možné vysadit zeleň i pod chodníky. Dominantou zahrady jsou trávy doplněny trvalkami a cibulovinami, které zajišťují proměnlivý efekt v průběhu celého roku. Atypickým prvkem je mlžící systém, který je nejenom vizuálním efektem, ale zároveň zpříjemňuje pobyt na střeše a okolí v letních měsících. V roce 2015 tato realizace vyhrála 1. místo v soutěži Zelená střecha roku (SZÚZ, 2016).

Otevřená zahrada Nadace Partnerství v Brně je veřejnou plochou. Areál se nachází na severní straně svahu Špilberku. Na ploše se nachází dvě pasivní budovy, výuková a přírodní zahrada. Koncept zahrady vychází z myšlenky navrácení zastavěné plochy přírodě. Budova je spojena s okolním terénem díky zasazení do úpatí svahu. Při použití vegetace byl kladen důraz na typické osázení v dané lokalitě. V celém komplexu je používána dešťová voda na toaletách, ta je následně filtrována pomocí kořenové čističky ve spodní části zahrady. Přefiltrovaná voda zásobuje vodní jezírko. Druhou část zahrady tvoří výukové interaktivní hřiště s dvanácti stanovišti. Účelem této části zahrady je aplikovat teoretické znalosti

z přírodopisu, fyziky, zeměpisu a environmentální výchovy do praxe. V roce 2016 se zahrada umístila na 2. místě v kategorii veřejná zelená střecha (SZÚZ, 2016).



obr. 14 Zahrada světa techniky

Dalším veřejným prostorem je střešní zahrada na objektu **Světa techniky v Dolní oblasti Vítkovice**. Architekt Josef Pleskot působivě zasadil celý komplex do rámce industriálních památek. Plocha střechy má obdélníkový půdorys, který je rozdělen třemi dřevěnými moly.

Velice zajímavým prvkem je využití fasády jako plochy zrcadla. Koncept zahrady je založen na dynamických přírodních změnách. Zahrada je rozdělena do šesti tematických celků. Střešní komplex o výměře 2000 m² získal ocenění nejlepší veřejná zelená střecha roku 2016 (SZÚZ, 2016).

3.2 ROZDĚLENÍ ZELENÝCH STŘECH

3.2.1 Rozdělení podle vegetačního pokryvu

Z praktických důvodů se střešní zeleň dělí na 2 základní skupiny – extenzivní a intenzivní.

Extenzivní se zakládá na střešních konstrukcích s nízkou únosností. Malá únosnost dovoluje poměrně malé vrstvy vegetačních substrátů. K výsadbám se používají nenáročné rostlinné druhy snášející extrémní podmínky a plošně se rozrůstající, mající vysokou schopnost regenerace. Extenzivní střešní zeleň se má zakládat tak, aby působila přirozeně. Zpravidla se volí společenstvo nízkých, plošně se rozrůstajících trvalek (včetně sukulentů), dřevin, původních planých bylin, jednoletých i víceletých trav, drobných cibulovin a mechů (Mareček, 2001; Minke, 2001; Čermáková a Mužíková, 2009).

Extenzivní zeleň je možné použít pro ploché i šikmé střechy. Údržba je minimální, běžně představuje kontrolu jednou až dvakrát ročně, v případě potřeby následuje potřebný zásah údržby (dodatečná zálivka, odstranění nežádoucích druhů či jedinců např. z náletu, dosev či dosadba ...). Extenzivní typ střechy, jak již bylo uvedeno, je určen pouze

pro konstrukce, kde může být provedena minimální nadstavba a zatížení. Navržená plocha není přístupná a náklady na údržbu jsou značně nižší (Zimmermann et al., 2015).

Úkolem extenzivní zelené střechy je tedy vegetační pokryv s maximální mírou autoregulace, schopný udržet se v odpovídající kvalitě bez pravidelné záливky a jen s minimální péčí člověka, výběr použitých rostlinných druhů je nutné maximálně přizpůsobit stanovištním podmínkám, vegetační pokryv extenzivních zelených střech tvoří druhy s vysokou regenerační schopností a schopné přizpůsobení se extrémním podmínkám stanoviště (Burian a kol., 2016).

Extenzivní zeleň se dělí na tři podskupiny podle mocnosti substrátu. Mocnost tohoto vegetačního souvrství extenzivních zelených střech se pohybuje v rozmezí 60 – 150 mm. Pro vhodně zvolené druhy sukulentů může postačovat mocnost souvrství jen 40 mm (i méně), naopak pro stepní typy porostu (trávy x ostatní byliny) může být použito souvrství o mocnosti až 200 mm (Čermáková a Mužíková, 2009; Burian a kol., 2016).

Intenzivní střešní zeleň se zakládá na mocnějších vrstvách vegetačního substrátu, což předpokládá úměrnou nosnost střešní nebo terasové konstrukce. Tento druh již umožňuje uživatelům pobyt na střešní zahradě. Jedná se o rozšířený obytný prostor, místo odpočinku, práce i rekreace. Kompoziční zásady se příliš neliší od zásad uplatňovaných při řešení zahrad na přirozeném půdním profilu (Mareček, 2001; Minke 2001).

Intenzivní zeleň má zpravidla smysl pouze na plochých střechách. Vegetační pokryv je náročnější na výšku souvrství, potřebuje pravidelné zavlažování a dodávku živin, vyžaduje tedy pravidelnou a soustavnou péči, údržba odpovídá požadavkům pěstovaných druhů a v podstatě se neodlišuje od jejich ošetřování v normální zahradě. Pravidelnou kontrolu vyžaduje i podkladová část střešní zahrady – neporušenost vrstev a odtoku vody (Čermáková a Mužíková, 2009; Burian a kol., 2016).

Výběr druhů rostlin je podřízen architektonickému záměru a pobytové funkci, volí se ty druhy, které mají vysokou estetickou i užitnou hodnotu. Podmínky a péče se maximálně přizpůsobují vegetačnímu krytu, výběr je omezen pouze faktory, které nelze technicky ovlivnit. Povrch bývá často modelován a doplněn zpevněnými plochami a mobiliářem. Intenzivní střechy mohou být osázeny téměř neomezenou skladbou rostlin, podobně jako klasické zahrady, limitujícím faktorem pro výběr dřevin je jejich výška a hloubka kořenového systému (Čermáková a Mužíková, 2009; Burian a kol., 2016). Nejčastěji používané skupiny druhů rostlin jsou trávy (trávníky), trvalky, dřeviny (keře i stromy),

půdopokryvné druhy, užitkové druhy rostlin (zelenina, ovoce, aromatické a kořeninové rostliny), s ohledem na podmínky stanoviště by měly být používány nevymrzající druhy.

Někteří autoři (Minke, 2001; Burian a kol., 2016) uvádějí spíše z hlediska technicko-realizačního ještě třetí typ, a to polointenzivní zelené střechy (také označované jako jednoduché intenzivní). Tento třetí typ představuje přechodný typ mezi dvěma předešlými, kromě taxonů vhodných pro extenzivní zeleň využívá i další včetně dřevin, které mají ale vyšší nároky na skladbu vegetačního souvrství, na závlahu i živiny, zejména nutnost závlahy v sušších obdobích roku. Ostatní pěstební zásahy jsou shodné s péčí o extenzivní zeleň.

3.2.2 Rozdělení podle přístupnosti

Podle přístupnosti se zelené střechy obvykle člení na tři následující skupiny: **nepochozí** střechy – nejsou určeny k pobytu osob. Pohybují se zde osoby pouze za účelem kontroly a údržby vegetace nebo střešní konstrukce. Jedná se zpravidla o plochy špatně dostupné s omezenou možností údržby, proto je důležité vhodné zvolení typu vegetačního krytu, který zde bude dlouhodobě stabilní (Burian a kol., 2016);

pochozí střechy – tyto střechy jsou dostupné vyhrazenému okruhu poučených osob. Je vhodné vybudovat chodníčky z kameniva, dlaždic nebo roštů, aby nedocházelo k poškození rostlin. Bezpečnost osob musí být zajištěna dostatečným způsobem (Burian a kol., 2016);

pobytové střechy – za pobytové střechy jsou považovány pouze plochy s intenzivním typem osázení. Na těchto plochách se zakládá zeleň v časté kombinaci se zpevněnými plochami a terasami. Pobytové zelené střechy jsou určeny pro pohyb a pobyt osob a jsou zpravidla běžně přístupné. Může se jednat o soukromé zahrady, vyhrazené prostory nebo veřejné zahrady. Bezpečnost osob zde musí být zajištěna zábradlím nebo jinou zábranou (Zimmermann, 2015; Burian a kol., 2016).

3.2.3 Rozdělení podle funkce

Podle funkce se v odborné literatuře většinou rozlišují následující typy zelených střech:

retenční zelené střechy – ty slouží k maximálnímu možnému zadržení a zpomalení odtoku srážkové vody. Dále pak pozvolným odpařováním vrací vodu zpět do ovzduší (Bohuslávek a kol., 2015; Burian a kol., 2016);

zelené střechy podporující biodiverzitu – jsou navrženy s ohledem na nejvyšší možnou rozmanitost rostlinných a živočišných druhů. V tomto ohledu jsou nejvhodnější travní a bylinné porosty (Minke, 2001; Burian a kol., 2016);

fotovoltaické zelené střechy – kombinují zeleň s fotovoltaickými panely. Díky funkci zeleně je zde prokázán vyšší výnos energie (Burian a kol., 2016).

V posledních letech k těmto třem základním typům přistupuje ještě další typ, a to tzv. **pěstební zelené střechy** – podle většiny autorů jsou možné, ale neefektivní („pěstování ovoce a zeleniny patří zejména na zahradu, ne na střechu“ - (Minke, 2001). Ovšem je třeba zmínit, že se tyto střechy těší stále větší oblibě. Ve světě vznikají veřejné farmy a výukové prostory. Jednou z realizací je například Public Farm 1 v Long Island City v USA nebo Winemuseum v Německu (Uffelen, 2010). Tyto plochy primárně slouží k zahradnické, rostlinné nebo zemědělské produkci. Jedná se o soukromé a komerční prostory. Trendem posledních let v zahraničí je vznik komunitních zahrad (Burian a kol., 2016; Dostal a kol., 2017).

3.2.4 Rozdělení podle skladby vegetačního souvrství

Pod pojmem souvrství se obecně rozumí vrstvy zelené střechy nad hydroizolací. Začíná zpravidla ochrannou a vodoakumulační rohoží, pokračuje drenážní a filtrační vrstvou, střešním substrátem a samotným vegetačním pokryvem. Rozlišují se dva základní typy:

jednovrstvé vegetační souvrství – u střešních se sklonem od 5 % stačí vytvořit pouze jednu vrstvu. Do vegetační vrstvy jsou přidány minerální částice, které zajistí dostatečný drenážní účinek (Minke, 2001). Čermáková a Mužíková (2009) dodávají, že se jedná o nejrozšířenější typ zelených střech. V jednovrstvé skladbě plní substrát funkci vegetační, drenážní a hydroakumulační. Tato skladba je použita zejména u jednoduchých extenzivních a šikmých zelených střech (Burian a kol., 2016).

vícevrstvá vegetační souvrství – jsou tvořena dvěma a více nosnými plášti, mezi kterými je obvykle vzduchová vrstva. Díky vzduchovým vrstvám je zaručen únik vlhkosti z konstrukce. U těchto konstrukcí již neplní zeleň znatelnou izolační funkci (Čermáková a Mužíková, 2009). Vegetační souvrství se skládá z několika samostatných celků, které plní rozdílnou funkci. Nejčastěji se jedná o vrstvy vegetační, filtrační, hydroakumulační, drenážní

a ochrannou. Tuto skladbu nalezneme zejména u intenzivních střešních zahrad (Burian a kol., 2016).

3.2.5 Rozdělení podle sklonu

Autoři se v této klasifikaci značně liší. Čermáková a Mužíková (2009) rozdělují zelené střechy dle sklonu na čtyři kategorie - ploché, šikmé s mírným sklonem, šikmé s velkým sklonem a strmé.

Bohuslávek a kol. (2015) používají pro výběr rostlin dle sklonu střechy pouze dvě kategorie. Jedná se o nízký sklon do 5 % a mírný sklon od 5 % do 15 %.

Burian a kol. (2016) uvádějí, že podle sklonu můžeme zelené střechy rozdělit do tří kategorií. První kategorií jsou ploché střechy se sklonem do 5 °. Další kategorií jsou šikmé střechy se sklonem v rozmezí 5 - 45 °. Poslední kategorií jsou strmé střechy se sklonem od 45 ° do 90 °.

3.3 STŘEŠNÍ KONSTRUKCE PRO ZELENE STŘECHY

Založení zelené střechy musí respektovat řadu požadavků, a to nejen technických, ale i dispozičních. Problémem může být například umístění střechy do srážkového stínu nebo do uzavřeného atria. Dalším významným omezením je výška budovy, která ovlivňuje sání větru. Vítr ovlivňuje provozní bezpečnost a zároveň volbu sortimentu druhů rostlin vzhledem k zvýšenému výparu vody (Minke, 2001; Burian a kol., 2016).

3.3.1 Požadavky na střešní konstrukci

Autoři (např. Burian a Ondřej, 1992; Minke, 2001) se shodují, že nejdůležitějším faktorem je dostatečné zhodnocení zatížení celé konstrukce. V úvahu je třeba brát nasycení substrátu vodou, váhu vzrostlých výsadeb a dokonce hmotnost osob, které se budou na střeše pohybovat. Dále je třeba brát ohled i na tlak vyvolaný na jednotlivé souvrství celé konstrukce.

Střechy s vegetačním souvrstvím řadíme mezi střechy s provozním souvrstvím. Na rozdíl od klasických rovných a šikmých střech mají mnoho technických podmínek a požadavků na nosnou konstrukci, výběr a vlastnosti materiálů tvořící jednotlivá souvrství.

Základními požadavky jsou dostatečná únosnost celé konstrukce a hydroizolace střechy odolná proti prorůstání kořenů rostlin. U konstrukcí s tepelnou izolací je důležitá dostatečná pevnost izolace a kvalitní parozábrana. Orientace vůči světovým stranám ovlivňuje rostlinnou skladbu, tepelné namáhání konstrukce a celkové využití dané střechy (Burian a kol., 2016).

V České republice není předepsán minimální sklon střechy. V normě ČSN 73 1901 *Navrhování střech – základní ustanovení* je uveden obvyklý sklon 3 %. V zahraničí je doporučován minimální sklon 2 %, ale jsou realizovány střechy i bez sklonu. Například v Německu je předepsán minimální sklon 2 %, střešní zahrady s nižším sklonem jsou klasifikovány jako zvláštní konstrukce, které vyžadují speciální opatření. Tyto střechy mají trvalou hladinu vody v hydroakumulační vrstvě. V případě umístění terasy je doporučen sklon 1,5-2 %. Pokud je dlažba umístěna na podložkách, není nutný žádný spád (Minke, 2001; Čermáková a Mužiková, 2009; Burian a kol., 2016).

Výběr hydroizolace je dalším velmi důležitým prvkem, některými druhy hydroizolace mohou prorůstávat určité druhy rostlin nebo je narušovat půdní bakterie. Existují ovšem příklady historických realizací, např. ozeleněná střecha v Berlíně z roku 1925, kde hydroizolace již není plně funkční, a přesto díky vzduchové mezeře je konstrukce původní a bez jediné opravy (Minke, 2001).

Hydroizolace bývá provedena z dvouvrstvé izolace z hydroizolačních modifikovaných asfaltových pásů. Další možností je provedení z jednovrstvé hydroizolační folie tloušťky minimálně 1,5 mm. Důležitou podmínkou je dlouhodobá odolnost vůči prorůstání kořenů. V zahraničí je tato odolnost dokládána FLL atestem. V České republice je tato problematika upravena normou ČSN EN 13948 a výsledky jsou zaznamenány v protokolu o zkoušce. Dalším požadavkem je odolnost vůči UV záření a vysokým teplotám. Hydroizolace musí být vyvedena nad střešní zdivo nejméně do výšky 150 mm nad vegetační souvrství nebo kamenný obsyp (Burian a kol., 2016).

Co se týče odvodnění střechy, zelené střechy jsou zpravidla odvodněny pomocí gravitačního odvodnění. Jedná se zejména o odvodnění pomocí střešních vtoků nebo odvodňovacích žlabů. Jednotlivé prvky musí být trvale přístupné kvůli pravidelné kontrole. Jedna střešní plocha by měla být odvodněna nejméně dvěma střešními vtoky. Pokud je použit pouze jeden, střecha musí být opatřena bezpečnostním přepadem (Zimmermann et al., 2015; Burian a kol., 2016).

V souladu s Vyhláškou č. 268/2009 o technických požadavcích na stavby musí mít pochozí zelené střechy a terasy zajištěny bezpečný přístup. Nepochozí zelené střechy mohou být přístupné po žebříku nebo průlezovým otvorem.

Přístupné zelené střechy musí být vybaveny zábradlím podél všech volných okrajů. Tyto části mohou být ohraničené i jinými dostatečně vysokými konstrukcemi. Ostatní plochy, které budou přístupné pouze za účelem údržby, musí být zajištěny záchytným systémem pro jednotlivé pracovníky. Nejčastěji jsou tyto systémy tvořeny kotvícími body propojenými s nerezovým lanem (Zimmermann et al., 2015; Burian a kol., 2016).

3.3.2 Souvrství střešního pláště plochých střech

Tabulka 1 uvádí přehled funkčních vrstev vegetačního souvrství (převzato z Burian a kol., 2016). Pod tabulkou jsou některé body doplněny komentářem (viz pozn. k tab. 1).

Tabulka 1: Funkční vrstvy vegetačního souvrství

funkční vrstva	funkce
vegetace	je souborem rostlin, který tvoří pokryv zelené střechy
vegetační vrstva	je základním prostředím pro kořenění a růst rostlin a svým fyzikálním, chemickým a biologickým složením a vlastnostmi je k tomu uzpůsobena
filtrační vrstva	zabraňuje vyplavování drobných částic z vegetační vrstvy do vrstvy drenážní a trvale chrání drenážní vrstvu před zanesením
hydroakumulační vrstva	akumuluje srážkovou nebo závlahovou vodu pro potřeby rostlin, nemusí být součástí vegetačního souvrství
drenážní vrstva	umožňuje dostatečně rychlý a efektivní odtok přebytečné vody k odvodňovacím zařízením
ochranná vrstva	trvale chrání hydroizolaci střechy před mechanickým poškozením
separační vrstva	navzájem od sebe odděluje sousední materiály nebo prvky, které by se mohly vzájemně negativně ovlivňovat
kořenovzdorná vrstva	ochranná vrstva proti prorůstání kořenů, chrání hydroizolaci střechy před poškozením kořeny rostlin

Poznámky k tabulce 1:

Ochranná vrstva – chrání hydroizolaci střechy před mechanickým poškozením. Ochrana je zajištěna jak při samotné realizaci, tak následné údržbě. Je obvykle tvořena geotextilií s předepsanou plošnou hmotností, je doporučováno např. použití rouna, pěnové rohože a podobných materiálů.

Separáční vrstva – úkolem je oddělení dvou vrstev střešního pláště z výrobních, mechanických, chemických či jiných důvodů. Používá se například u jednoplášťových plochých střech s hydroizolací z měkčeného PVC-P nebo u střech s opačným pořadím vrstev. Při přímém kontaktu tepelné izolace z pěnového polystyrenu EPS nebo extrudovaného polystyrenu XPS s hydroizolací z PVC-P by docházelo k negativnímu ovlivnění obou vrstev. Separáční vrstva tedy jednotlivé vrstvy odděluje a jejich vlastnosti zůstávají nezměněny. Pro tyto účely se používá separáční geotextilie $300\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ nebo skelná rohož o hmotnosti minimálně $120\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$.

Tepelná izolace – zabraňuje prostupu tepla konstrukcí, případně vnikání tepla do interiéru. Mocnost této vrstvy závisí na požadovaných tepelně technických vlastnostech a na zvoleném materiálu. Funkci tepelné izolace mohou ve střešním plášti tvořit pouze tepelně izolační materiály s dostatečnou pevností v tlaku a malou stlačitelností. Významným faktorem je také difúzní odpor a tepelná vodivost. V zásadě je možno použít tyto základní druhy tepelných izolací – pěnový polystyren EPS, extrudovaný polystyren XPS, pěnový polyuretan PUR/PIR, pěnové sklo a v mimořádných případech minerální vlnu. Tepelná izolace z pěnového skla je nejspolehlivějším materiálem a při pokládce do horkého asfaltu tvoří navíc parotěsnou zábranu.

Parozábrana – tato vrstva je definována jako hydroizolační vrstva, která zamezuje nebo omezuje pronikání vodních par do stavební konstrukce. Vegetační souvrství omezuje vypařování vodní páry ze střešního pláště, tento efekt je mnohdy podpořen závlahou. Parozábrana je tedy nezbytnou součástí souvrství zelených střech. Při absenci nebo špatném provedení parozábrany hrozí vznik plísní a hub, koroze nebo znehodnocení tepelné izolace.

Spádová vrstva – zajišťuje dostatečný sklon k odvodňovacím prvkům. Tento spád může být tvořen konstrukcí samotnou nebo dodatečným vyspádováním. Pro tyto účely je zpravidla používán lehčený nebo prostý beton a vodotěsná izolace z tepelně izolačních materiálů.

Drenážní vrstva – její základní funkcí je odvádění přebytečné dešťové nebo závlahové vody. Chrání rostliny před přemokřením a zajišťuje bezpečný provoz celého střešního souvrství. Tuto vrstvu je možné vynechat pouze u extenzivního typu střechy s velmi propustnou vegetační vrstvou. Samotná drenážní vrstva může být tvořena nopovou fólií, která může mít navíc hydroakumulační funkci, drenážními panely, sypkými hmotami (keramzit, láva, štěrk) nebo smyčkovými rohožemi. Nopová folie musí splňovat dostatečnou odolnost k tlaku vrstev umístěných nad sebou. Jedná se o velice stálý materiál. Drenážní panely by měly splňovat stejné vlastnosti, a navíc zaručit stálost, což zejména platí u recyklátů a minerální vlny. Jako sypké hmoty jde použít pouze materiály se stálými chemickými a fyzikálními vlastnostmi.

Pro správné dimenzování odvodu dešťové vody slouží výpočet odvod vody při přívalovém dešti. Je nežádoucí, aby se voda hromadila na povrchu střechy, a proto je nutné dostatečně dimenzovat odtoky a drenážní vrstvu. Voda musí být co nejrychleji odvedena do hydroakumulační vrstvy (pokud je součástí střešního souvrství) a následně pryč ze střechy. Výpočet závisí na celkové velikosti plochy střechy, síle a složení celého souvrství, velikosti odtoků, sklonu a lokalitě, kde je střecha umístěna. Při výpočtu je třeba dbát na možnost snížení hydroakumulační funkce nopové fólie vlivem kořenů rostlin nebo jinými vlivy. Z tohoto důvodu deklarovanou hodnotu výrobce snížíme o 20 %.

Hydroakumulační vrstva – funkcí je zadržet co nejvíce vody a zpomalit tak její odtok. Zadržaná voda pak slouží pro lepší růst rostlin a menší nutnost závlahy. Používá se na střeších, kde vegetační vrstva nemá dostatečnou kapacitu zadržet vodu nebo chceme tuto kapacitu zvýšit. Velké uplatnění nalezne zejména na šikmých střeších, kde je odtok vody značně urychlen. Do této vrstvy by měly mít rostliny možnost prokořenit, proto by neměla být oddělena od vegetační vrstvy vrstvou neumožňující tento proces. Samotná hydroakumulační vrstva může být tvořena deskami z minerálních vláken nebo recyklátů, hydroakumulačních textilií, nopových fólií nebo hydroakumulačními substráty.

Filtrační vrstva – tvoří předěl mezi substrátem a vrstvou drenážní. Hlavní funkcí je zabránění vyplavování jemných částic – především prachových a jílových. Chrání tedy drenážní vrstvu před zanášením. Může být tvořena netkanou, tkanou textilií nebo být součástí nopové fólie.

Kořenovzdorná vrstva – pokud není hydroizolace odolná vůči prorůstání kořenů, musí být použita speciální odolná fólie proti prorůstání kořenů. Tato fólie je umístěna nad hydroizolaci a přebírá ochrannou funkci. Materiál pro její výrobu je například měď nebo hliník.

3.4 VEGETAČNÍ VRSTVA A VEGETAČNÍ POKRYV

3.4.1 Vegetační vrstva

Vegetační vrstva je tvořena substrátem, ve kterém rostliny koření. Plní funkci zadržování vody, provzdušňování oblasti kořenů a zásobování rostlin pomocí živného roztoku. Těmito funkcím odpovídají jeho fyzikální a chemické vlastnosti. Vegetační vrstvu může tvořit sypaná substrátová směs nebo substrátové panely z minerální vlny. Požadavky se liší dle jednotlivých typů vegetačních souvrství. Na intenzivních zelených střeších se pěstují obecně náročnější rostliny, z tohoto důvodu substrát musí mít vyšší hydroakumulační schopnost a obsahovat více živin. Naopak na extenzivních typech střech je důležitá dostatečná propustnost. Střešní substráty by měly mít obecně menší podíl vyplavitelných jílových částic, které mohou zanášet spodní vrstvy, zejména drenážní vrstvu. Střešní substrát by měl být bezplevelný, bez obsahu semen plevelů nebo jejich oddenků (Minke, 2001; Bohuslávka a kol., 2009; Burian a kol., 2016).

Substrátové směsi jsou tvořeny především minerálními komponenty, které se vyznačují dobrými hydroakumulačními a drenážními schopnostmi. Jsou to velice stále materiály. Jedním z komponentů mohou být drcené expandované jíly a břidlice. Jedná se o vysoce porézní materiály, které jsou dlouhodobě stabilní. Jsou nejčastějším základem kvalitních střešních substrátů. Dalším možným komponentem jsou porézní horniny, například o zeolit, který má nejlepší sorpční schopnosti ze všech používaných materiálů. Objem organických komponentů by měl být obecně do 15-20 %, protože organická hmota mineralizuje a zmenšuje svůj objem. Rašeliny mají vysokou schopnost vázat vodu a živiny, jejich reakce je kyselá, slouží tedy pro snížení hodnot pH. Kompost obsahuje vysoký podíl přijatelných živin, ale jeho schopnost zadržovat vodu je nižší (Burian a kol., 2016).

Autoři se v otázce použití ornice ne zcela shodují. Minke (2001) a Čermáková a Mužíková (2009) se domnívají, že je možné použít ornici s obsahem jílu, ale je třeba tuto zeminu zlehčit přidáním písku nebo lehkými minerálními plnivy - například pemzou, lávou nebo drceným keramzitem. Naopak Bohuslávek a kol. (2009) a Burian a kol. (2016) doporučují převážně substrátové směsi určené pro střešní vegetační pokryv. Poukazují na riziko snížení účinnosti jednotlivých vrstev konstrukce vlivem jílových částic. Hydroakumulační a filtrační vrstvy jsou nejvíce ohrožené, díky jílovým minerálům mohou zcela ztratit svoji funkci.

Tabulka 2 uvádí přehled hodnot plošné hmotnosti souvrství dle typu vegetačního pokryvu (převzato z Burian a kol., 2016).

Tabulka 2: Hodnoty plošné hmotnosti souvrství

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

Poznámka k tabulce 2:

Uvedené hodnoty plošné hmotnosti jsou orientační a vztahují se na vegetační souvrství ve stavu nasyceném vodou. Mohou se lišit dle použitých materiálů.

3.4.2 Vegetační pokryv

Vegetační pokryv střešní zahrady je biologicky aktivní vrstva, která přebírá hlavní funkci celé zelené střechy. Tato zeleň je převážně uměle založená výsevem, rozhozem řízků, pokládkou rohoží nebo samotnou výsadbou. Vegetační pokryv plní několik funkcí. Funkce hygienická je zejména plněna díky snížení prašnosti, zvýšení vlhkosti vzduchu a snížení hluku. Mikroklimatickou funkci plní již zmíněné zvýšení vzdušné vlhkosti a snižování teplotních výkyvů. Estetická a ekologická funkce je docílena zvýšením podílu zeleně (Burian a kol., 2016).

Jak již bylo řečeno v předchozích kapitolách, výběr rostlin pro střešní konstrukce limituje mnoho faktorů, které sebou přináší zejména urbanizované prostředí měst. Z těchto důvodů je třeba věnovat zvýšenou pozornost výběru vegetačního pokryvu pro osázení (Čermáková a Mužíková, 2009; Málek a kol., 2012).

Způsoby založení vegetačního pokryvu se dle většiny dostupných zdrojů dělí na tyto skupiny:

- **založení osivem** – jedná se o finančně nejméně náročný způsob. Nevýhodou je období klíčení semen a zapojení celého porostu. Během této doby působí na vegetační vrstvu zvýšené riziko vodní a větrné eroze. Bez souvislého porostu střešní vegetace je na povrchu konstrukce zvýšený odpar vody a vyšší zaplevelení porostu. Při výsevu je důležité dodržet doporučený výsevek. Dále je doporučeno používat semena namořená nebo je dodatečně namořit. Založení osivem se dle některých autorů dále dělí na suchý a mokrá výsev (hydroosev). Při suchém výsevu je doporučeno směs semen vmíchat do substrátu, pilin, písku, či jiného materiálu. Hydroosev je aplikován nástřikem směsi semen a substrátu, pojivem v této směsi může být celulóza nebo syntetická emulze. Mokrá výsev se používá zejména na nedostupných místech nebo na místech se zvýšeným rizikem eroze (Minke, 2001; Čermáková a Mužíková, 2009; Burian a kol., 2016).

- **založení řízky** – pro vegetační množení jsou vhodné jen některé druhy rostlin. Pro založení střešního porostu tímto způsobem se používají zejména sukulenty. Řízky rostlin by měly být po odběru co nejdříve vysazeny (maximální doba uskladnění je 2 dny). Aplikace může probíhat rozdílným způsobem. Nejčastěji se provádí rozhoz rostlinného materiálu. Po rozhoru se řízky jemně zapraví do substrátu. Pro nedostupné nebo větší plochy se řízky mohou aplikovat hydroosevem, jako v případě založení osivem. Posledním nejméně častým způsobem je výsadba řízků. Vzhledem k časové a pracovní náročnosti se tento způsob nedoporučuje (Minke, 2001; Čermáková a Mužíková, 2009; Burian a kol., 2016).
- **založení cibulemi, hlízkami a oddenky** – tímto způsobem se v literatuře zabývá pouze Burian a kol. (2016), který odkazuje na příslušné normy. Pro cibuloviny a hlízy rostlin platí požadavky normy ČSN 46 4751 Cibule a hlízy květin. U hlíz a oddenků, které mají kořenový bal, platí požadavky ČSN 46 4750 Trvalky a skalničky.
- **založení výsadbou** – je hodnoceno jako nejspolehlivější založení střešní zeleně. Někteří autoři dále výsadbu člení na trvalky a dřeviny. Obecně lze říci, že se jedná o výsadbu bylin a dřevin s vlastním kořenovým balem. Výška balu by neměla převyšovat výšku substrátu. Rostliny by měly být předpěstovány v substrátech určených pro střešní zahrady. Finančně je tento způsob založení náročnější a je realizován zejména na intenzivních střešních zahradách (Minke, 2001; Čermáková a Mužíková, 2009; Burian a kol., 2016).

Pozn.: Čermáková a Mužíková (2009) se domnívají, že by měly být upřednostňovány rostliny vypěstované v tuzemských podmínkách (v ideálním případě lokálních). Na druhou stranu dodávají, že kvalita většiny produkce školek v České republice nedosahuje zahraniční kvality.

- **založení travními koberci** – travní koberce mohou být předpěstované na nosné vložce nebo bez ní. Koberec je dodáván se substrátem v kořenovém balu nebo ve variantě prosté substrátu. Druhové složení by mělo odpovídat podmínkám daného stanoviště. Na extenzivních typech zelených střech je doporučeno zakládat travní porosty výsevem. Výhodou je okamžitý efekt po založení (Minke, 2001; Čermáková a Mužíková, 2009; Zimmermann et al., 2015; Burian a kol., 2016).
- **založení rohožemi** – tyto vrstvy opět obsahují nosnou vložku, která může být biologicky odbouratelná (juta, kokos) nebo stálá ze syntetických materiálů. Vegetační povrch je tvořen směsí mechorostů, sukulentů, trav, bylin a cibulovin. Systém

vegetačních rohoží je vhodný pro rovné i šikmé střechy. Stejně jako u založení výsadbou se jedná o nákladnější způsob ozelenění (Minke, 2001; Čermáková a Mužíková, 2009; Burian a kol., 2016).

Přehled doporučeného sortimentu pro vegetační pokryv v tabulkách 3 - 5 je vybrán dle nejnovější dostupné literatury Burian a kol. (2016). Autoři vycházeli z českých a zahraničních zdrojů. Doporučený sortiment se ve většině případech shoduje s ostatní literaturou, která se zabývá problematikou střešních zahrad (například Minke, 2001; Bohuslávek a kol., 2009). Čermáková a Mužíková (2009) mají dokonce sortiment doporučených trvalek pro extenzivní a polointenzivní výsadby značně obsáhlejší a dodávají: „Níže uvedený seznam nelze považovat za vyčerpávající. Obsahuje jen nejběžnější rostliny vhodné pro střešní ozelenění.“

Tabulka 3: Doporučený sortiment druhů pro mocnost substrátu méně než 80 mm

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

Poznámka k tabulce 3:

Rod rozchodník - rozchodníky patří k nejodolnějším rostlinám vysazovaným na zelených střechách. Jsou schopné růst v extrémních podmínkách. Nejvíce je tento rod využíván na šikmých extenzivních zelených střechách, kde svým kořenovým systémem brání erozi a sesuvům substrátu. Celý rod je napadán chorobami a škůdci zcela výjimečně. Částečně se tato vlastnost připisuje vyšší citlivosti některých organismů na látky obsažené v jejich pletivech. Nejvíce tedy trpí nevhodným prostředím výsadby. Potřebují suché

a slunečné stanoviště, propustnou šterkovitou půdu. U rozchodníků je známa pouze jediná choroba - *Endophyllum sempervivi* (Mareček, 2001; Kazda a kol., 2007).

Rod netřesk - tento rod má stejné pěstební nároky jako rod rozchodník. Pokud jsou dodrženy všechny zásady, jsou zástupci rodu velice odolné a nemají zpravidla problémy se škůdci a chorobami. Jedinou významnou chorobu je opět *Endophyllum sempervivi*. Zcela výjimečně se může objevit plíseň šedá - *Botryotinia fuckeliana* (Mareček, 2001; Štamberková, 2012).

Tabulka 4: Doporučený sortiment druhů pro mocnost substrátu minimálně 80 mm

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

Tabulka 5: Doporučený sortiment druhů pro mocnost substrátu nad 100 mm

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

Tabulka 5: pokračování

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

Poznámka k tabulce 5:

Trávy a luční směsi se v posledních letech těší stále větší oblibě (výsev či pokládka lučních koberec). Z ekologického a urbanistického hlediska je luční porost na zelených střeších nejlepším řešením, mimo jiné odpar do okolního prostředí může ochladit okolní vzduch až o 2 °C, listová plocha je schopna zachytit mnoho škodlivých pevných částic ze vzduchu (Minke, 2001).

Vzhledem k sortimentu a nárokům jednotlivých druhů se choroby a škůdci v travnatých a lučních porostech na zelených střeších vyskytují zcela ojediněle. Všechny druhy jsou suchomilné. Nejdůležitější prevencí je kvalitní založení střešního souvrství. Opět je jedním z nejdůležitějších faktorů drenáž, která v konečném důsledku zamezí rozvoji houbových chorob. Dalším důležitým faktorem je speciálně u trav rozvolněnější spon výsadby, kvůli dobrému proudění vzduchu mezi jednotlivými rostlinami. U lučního porostu se jedná o zapojenou výsadbu, je tedy důležitá péče v průběhu roku – pravidelná seč. U intenzivních travních ploch se předpokládá stejná, ne-li vyšší, úroveň údržby (Cagaš a Macháč, 2005).

3.5 STRESOVÉ FAKTORY

Prostředí rostlin je charakterizováno proměnlivými vnějšími podmínkami. S rostoucí urbanizací jsou vytvářena značná omezení pro rostlinná společenstva. Rostliny jsou však nenahraditelnou složkou. Z tohoto důvodu se sortiment používaných rostlin neustále vyvíjí a přizpůsobuje čím dál větším změnám okolního prostředí. Méně vhodné, často negativní, životní podmínky se nazývají stresové faktory (stresory). Stresové faktory působí i na přírodní společenstva v krajině, ale vzhledem k větší biodiverzitě, stabilnějším porostům a menším extrémům stresových faktorů jsou společenstva tyto faktory lépe zvládnány. V urbanizovaném prostředí měst a vesnic se lze setkat se značně širším spektrem stresorů. V případě zelených střech jsou tyto faktory umocněny exponovaností střešních konstrukcí. Klíčovým faktorem pro prosperitu rostlin v méně příznivém prostředí je jejich schopnost resistance nebo resilience (Málek a kol., 2012; Kovář, 2014; Paganová a kol., 2015).

Autoři zabývající se problematikou vegetačního pokryvu střech se ve většině případů soustředí pouze na výhody a přínosy střešní zeleně pro obyvatele, majitele objektů nebo pro celý urbanistický komplex. Jen někteří, např. Čermáková a Mužíková (2009), se alespoň částečně věnují stresorům rostlin v městských aglomeracích nebo prezentují stresové faktory na příkladech z praxe (Minke, 2001).

Stresové faktory se dělí podle zdroje působení na abiotické a biotické. V prostředí zpravidla nepůsobí na rostliny pouze jeden stresor, ale soubor stresorů nazývaný se stresová interakce (Hnilička a kol. 2016).

Stres rostlin nelze brát pouze negativně. Vlivem stresu vzniklo mnoho druhů při evolučním vývoji. Zakladatel stresové fyziologie rostlin prof. Seley konstatoval, že: „Stres patří k životu stejně jako vzduch k dýchání. Existuje jediný způsob, jak se stresu vyhnout. Zemřít.“ (Bláha a kol., 2003; Hnilička a kol, 2016).

3.5.1 Abiotické stresové faktory

Abiotický faktor je také označován jako faktor, který není vyvoláván neživými organismy. Mezi abiotické faktory stresu řadíme široké spektrum stresorů (např.: pesticidy, mechanickou zátěž, intenzivní světlo, teplo, chlad, deficit nebo nadbytek vody, toxické kovy, různé typy záření, ozón a mnoho dalších (Paganová a kol. 2015; Hnilička a kol. 2016).

Nejvýznamnějším abiotickým stresorem je teplota. V případě zelených střech se jedná zejména o vysokou teplotu. Tento faktor úzce souvisí s dalšími stresory (stresová interakce). Má zásadní vliv na vodní režim a výskyt prachových částic ve vzduchu. Rostlinné druhy můžeme rozdělit dle jejich růstového optima. Druhy s růstovým optimem 0 až 10 °C se označují psychrofyty, růstové optimum typické pro mezofyty je 10 až 30 °C a posledním typem jsou termofyty s optimem nad 30 °C (Čermáková a Mužíková, 2009; Paganová a kol., 2015; Hnilička a kol., 2016).

Obecně lze říci, že teplota v urbanizovaném prostředí může být o 4 – 11 °C vyšší, než v okrajových částech. Tento jev se nazývá tepelný ostrov a je způsoben mnoha faktory - akumulací tepla zpevněnými plochami, vyšší dopravou, zhutněním půd, znečištěním ovzduší a v neposlední řadě menším zastoupením vegetačního pokryvu. Díky tomuto stresovému faktoru je značně omezen výběrový sortiment pro intenzivní a extenzivní střešní konstrukce (Čermáková a Mužíková, 2009; Paganová a kol., 2015; Hnilička a kol., 2016).

Jak již bylo uvedeno, teplota úzce souvisí s vodním režimem. Vodní režim je dalším významným abiotickým vlivem na rostliny. Dostupnost vody a teplota vzduchu podmiňují pásmové rozložení vegetace (zonaci) a střídání různých společenstev. Vodní přebytek nebo deficit ohrožuje život rostliny. Podle nároků na vodu se rostliny dělí na tři základní skupiny: vlhkomilné (hygrofyty), suchomilné (xerofyty) a se středními nároky (mezofyty). Xerofyty jsou nejvíce využívanou skupinou pro ozelenění střešních zahrad, zejména extenzivních. Tyto rostliny mají důmyslná adaptační opatření na nepříznivé podmínky. Uchovávají vázanou vodu ve vodních pletivech v celé rostlině. Buňky parenchymu se zvětšují na úkor intercelulárních prostor, zvětšují se také vakuoly. V nepříznivých obdobích uvolňují vodu z vakuol a ztrácejí turgor nebo se srašťují. Během tohoto období minimálně odpařují vodu a průduchy otevírají během noci. V našich podmínkách se jedná zejména o již zmíněné rody *Sedum* a *Sempervivum*. Stres způsobený nedostatkem vody lze stanovit měřením vodního potenciálu listů. Při nedostatku vody v rostlinných buňkách nastává jev zvaný plazmolýza, který se dále dělí podle průběhu na plazmolýzu hraniční a křečovou (Jones, 2007; Paganová a kol., 2015; Hnilička a kol., 2016).

Světelné záření může být také stresorem. Rozhoduje o tom zejména intenzita, rozsah vlnové délky, časové rozložení a perioda. Rostliny si mohou vytvořit adaptace na extrémní hodnoty. Odchytky oproti běžným hodnotám působí rostlinám vážné stresy, protože narušují proces fotosyntézy. Při realizacích zelených střech se využívají zejména světlomilné rostliny – heliofyty. V některých případech je možné použít fakultativní heliofyty, které jsou

stínomilnými rostlinami, ale snáší oslunění během části dne. Ochrannou adaptací některých druhů je tvorba anthokyanů. Červené pigmenty odráží červené světlo a díky tomu může být povrch těchto rostlin až o 22 °C nižší. Vlivem světelného znečištění a tepelného ostrova měst jsou značně ovlivněny fenologické fáze rostlinných druhů (Štamberková a kol., 2012; Paganová a kol., 2015; Hnilička a kol., 2016).

Neméně zásadním stresorem může být prostor pro kořenový systém rostlin (prostorový stres). Limitující je zejména u extenzivních střešních zahrad a u intenzivních s nízkým substrátovým profilem. Staré zahradnické umění Číny a Japonska využívá po staletí tento stresor pro pěstování bonsají. Následkem prostorového stresu je menší vzrůst (Bláha a kol., 2003; Paganová a kol., 2015).

Chemická zátěž, zejména stres způsobený imisemi, je stále vážnější hrozbou, je problémem zejména ve městech a v okolí průmyslových objektů. Společenstva rostlin se musí vypořádat s koncentracemi škodlivých látek mnohonásobně vyššími nebo dokonce s látkami, které se ve volné přírodě nenachází. Oproti lesnímu společenstvu se ve městech nachází například 10x vyšší koncentrace SO₂, 5x vyšší koncentrace NO_x (dusičnanů), 20x vyšší koncentrace CO₂ a prachových částic je ve městském prostředí 30x více (Minke, 2001; Čermáková a Mužiková, 2009; Paganová a kol., 2015).

Autor bakalářské práce se v roce 2017 zúčastnil konference na téma Zelené střechy, kde se v kuloárech hovořilo o možnosti škodlivého vlivu Wi-Fi sítí na stromy v městském prostředí. Údajně holandsští vědci v rámci výzkumu zjistili u stromů určité abnormality v růstu a dospěli k závěru, že dlouhodobé působení elektromagnetických vln Wi-Fi sítě má za následek vznik prasklin, prosakování mízy a nerovnoměrné olistění, vliv na bylinné patro zatím neprokázali.

3.5.2 Biotické stresové faktory

Biotické stresové faktory jsou charakterizovány jako vliv živých organismů – atak patogenů, herbivorů, vzájemné ovlivňování rostlin (alelopatie, parazitismus). Do této skupiny se řadí také antropogenní činnost, která značně ovlivňuje rostlinná společenstva (Ezechel a kol., 2012; Hnilička a kol., 2016). Obvykle tyto faktory zpomalují nejenom životní funkce rostlin, ale následně se mohou projevit i anatomicko-morfologickými změnami.

4 METODIKA

Znalosti shromážděné v literární rešerši byly aplikovány při návrhu extenzivní a intenzivní zelené střechy pro existující pozemek s rodinným domem, na kterém bylo navrženo intenzivní souvrství. Na rodinný dům navazuje přístřešek na auto, kde bylo umístěno souvrství extenzivní. Pozemek má projít celkovou přestavbou a změnou dispozice některých staveb. Z tohoto důvodu nezachycuje projekt aktuální stav, ale budoucí stav po rekonstrukci.

Intenzivní zelená plocha bude rozšířením obytného prostoru domu a zahrady. Bude mít tedy hlavně pobytovou funkci. Druhou zásadní funkcí bude tepelná izolace a zmírnění výkyvů teplot v obytné části, převážně v letních měsících. Neméně důležitým faktorem bude funkce estetická. Celý návrh bude reflektovat styl budovy, interiéru a požadavky investorů. Extenzivní střešní zeď bude umístěna na nově vzniklém přístřešku pro auto. Bude plnit převážně funkci estetickou a retenční. Tato plocha volně navazuje na intenzivní část a přední část zahrady.

Ve speciální části je popsán celkový návrh a umístěny jednotlivé přílohy. Nomenklatura rostlinných druhů je sjednocena dle Encyklopedie zahradních rostlin [Brickell, Ch. (hl. ed.), 2008], popřípadě (sukulentní rody) dle Zahradnického slovníku [Mareček, F. (hl. ed.), 2001]. Celý návrh byl konzultován s odborníky.

Pozemek a řešená plocha

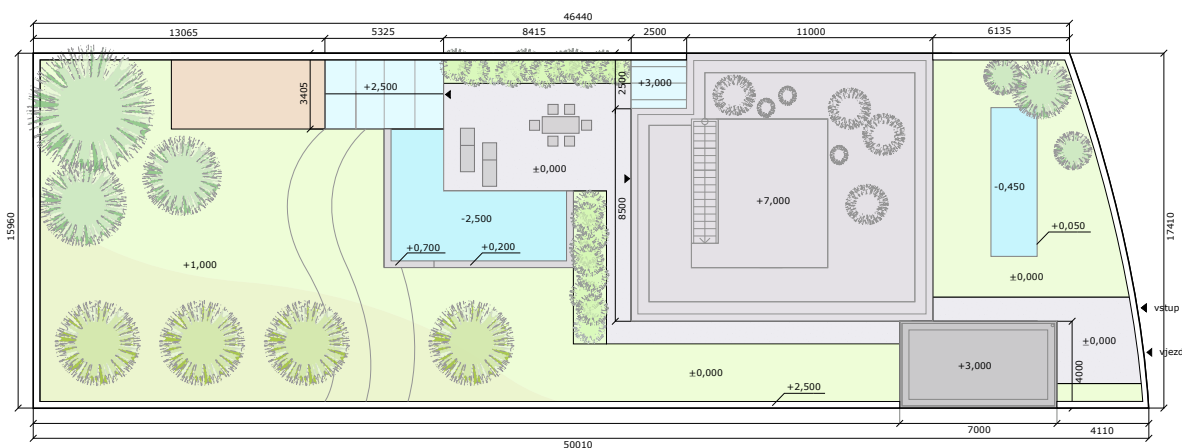


5 SPECIÁLNÍ ČÁST







5.1 SOUČASNÝ STAV

Řešené území se nachází na Praze 4, v ulici 7. května, katastrální území Chodov. Jedná se o zástavbu rodinných domů v klidné oblasti. Pozemek navazuje na vedlejší komunikaci. Samotná stavba je dvojdomek o rozloze 142 m². Dům je dvoupodlažní a po rekonstrukci bude s rovnou střechou. Na stavbu navazuje přístřešek pro auto, který má rozlohu 28 m². Ostatní stavby na pozemku budou během rekonstrukce odstraněny. Celý pozemek má rozlohu 512 m². Vstup a vjezd na pozemek jsou situovány na sever. Hlavní část zahrady je umístěna na jižní straně. Celková plocha pozemku a jednotlivých staveb včetně rozměrů je zakreslena v plánu – Celková situace. Rozměry jsou udávány v milimetrech a výškopis v metrech.

Celková situace



LEGENDA ŠRAFOVÁNÍ A SYMBOLŮ

-  STROMY NAVRHOVANÉ
-  STROMY NAVRHOVANÉ - SAD
-  TRAVNÍKOVÉ PLOCHY
-  LUČNÍ PLOCHA
-  VODNÍ PLOCHA
-  UŽITKOVÉ PLOCHY

-  BETONOVÁ ZEĎ
-  ZPEVNĚNÁ PLOCHA - PRYSKYŘICE
-  SKLENÍK / ZIMNÍ ZAHRADA
-  TRVALKOVÝ ZÁHON
-  RODINNÝ DŮM
-  GARÁŽ / CARPORT

LEGENDA ČAR

-  HRANICE POZEMKU
-  VRSTEVNICE
-  NEREZOVÝ OBRUBNÍK



5.2 KLIMATICKÉ CHARAKTERISTIKY

Podle Atlasu podnebí Česka (Tolasz a kol., 2007) platí pro studované území následující klimatické charakteristiky:

- nadmořská výška - **296 m n. m.**;
- průměrná roční teplota - **8 °C**;
- průměrný roční úhrn srážek - **600 mm**;
- klimatická oblast - **mírně teplá klimatická oblast.**

5.3 VÝKAZ VÝMĚR

Intenzivní plocha umístěná na střeše rodinného domu je rozdělena do několika funkčních částí. Celková plocha konstrukce je 142 m². Tato plocha odpovídá zastavěné ploše domem. Terasa bude tvořit centrální část střešní zahrady. Přístup na střechu bude zajištěn vnitřním otevřeným schodištěm. Štěrkový pás zde má funkci ochrannou a zasakovací. Převážnou část plochy tvoří vegetační pokryv.

Výměr jednotlivých částí:

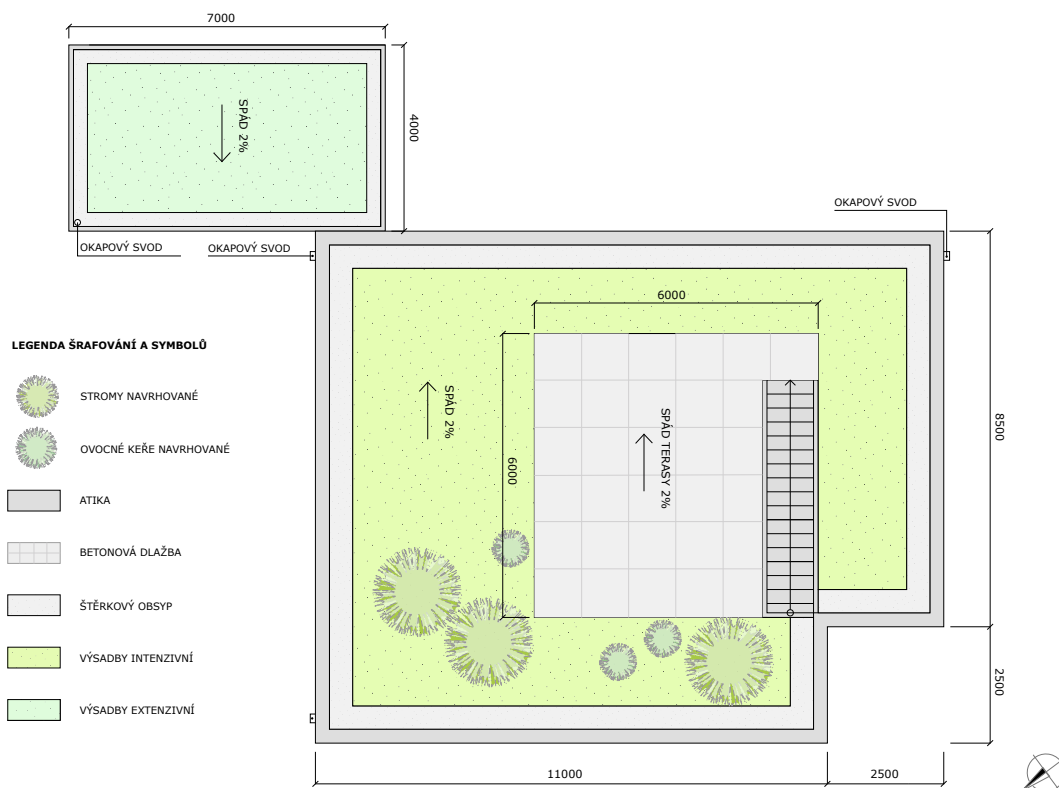
- **Celkem.....142,0 m²**
- **Terasa31,0 m²**
- **Schodiště.....5,0 m²**
- **Štěrkový pás.....23,5 m²**
- **Vegetační pokryv82,5 m²**

Extenzivní souvrství umístěné na přístřešku pro auto má rozlohu 28 m². Stavba navazuje na rodinný dům. Vzhledem k velikosti plochy bylo možné navrhnout menší plochu štěrkového pásu, a tím v největší možné míře danou plochu ozelenit. Výměr jednotlivých částí:

- **Celkem.....28,0 m²**
- **Štěrkový pás.....6,2 m²**
- **Vegetační pokryv.....21,8 m²**

Detailní zaměření je zpracováno v plánu - Půdorys

Půdorys



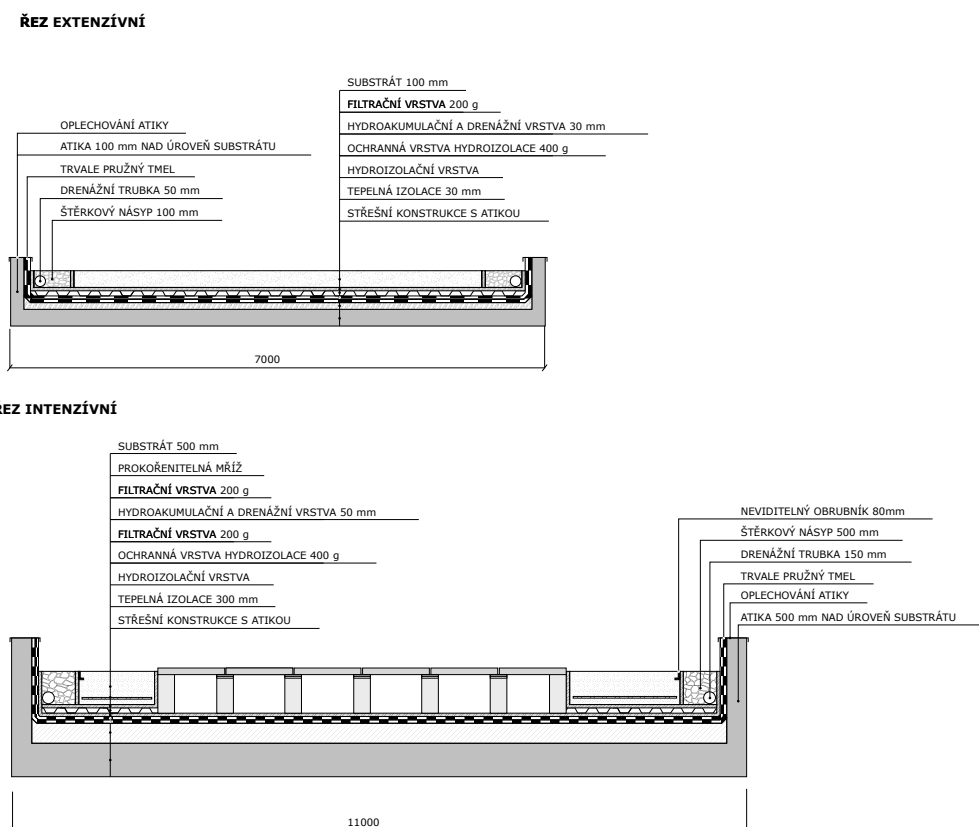
5.4 ODVODNĚNÍ

Extenzivní střecha je vyspádována a voda je poté svedena pomocí drenážních trubek po obvodu celé konstrukce do okapového svodu. Tento svod je umístěn do nosného prvku střechy. Voda ze střechy rodinného domu je svedena pomocí drenážních trubek, které jsou situovány po celém obvodu střechy. Drenážní trubky jsou napojeny na dva okapové svody v rozích střešní konstrukce. Střešní konstrukce je vybavena bezpečnostním přepadem. Dostatečné dimenzování odtoku vody bylo ověřeno výpočtem. Přebytečná voda je odváděna do nádrže a znovu použita k závlaze.

5.5 STŘEŠNÍ KONSTRUKCE

Přesné provedení a popis jednotlivých vrstev je umístěno v plánu - Řez extenzivním a intenzivním souvrstvím.

Řez extenzivním a intenzivním souvrstvím



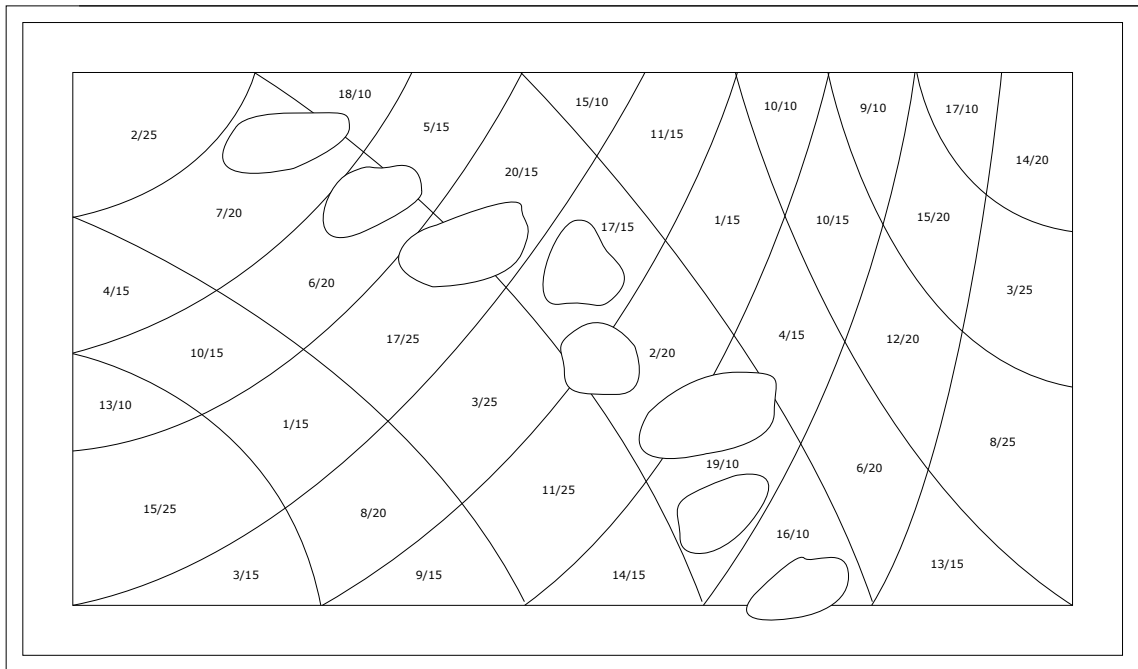
5.6 VEGETAČNÍ POKRYV

5.6.1 Extenzivní zeleň

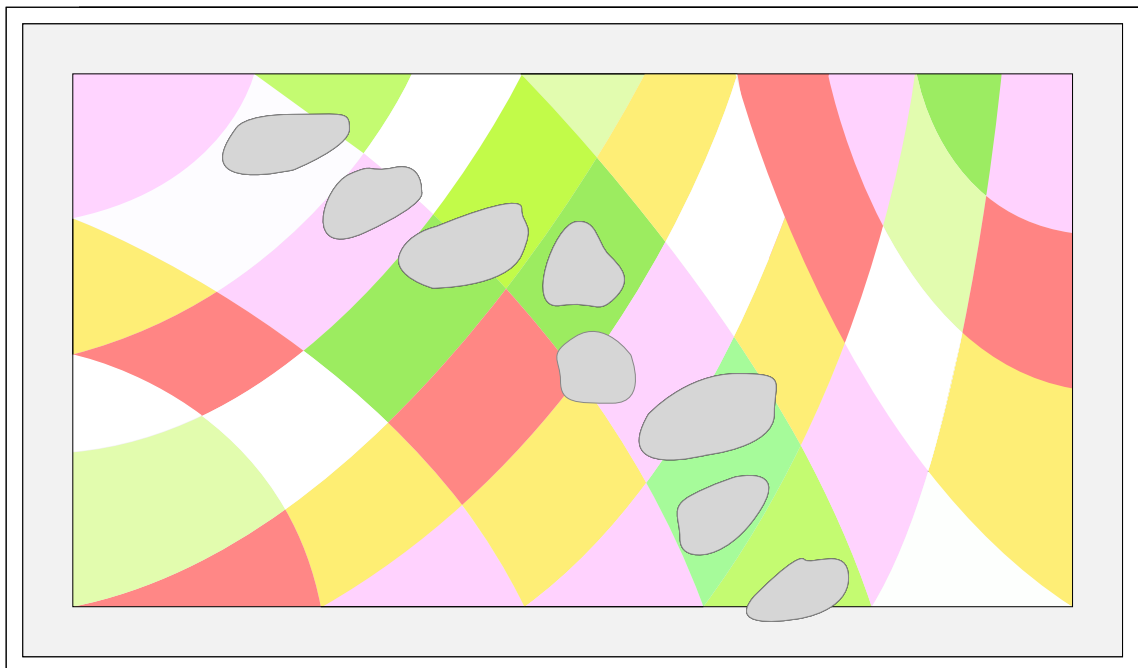
Skladba rostlin byla navržena pro podmínky v dané lokalitě. Jedná se o druhy s vysokou schopností autoregulace, druhy suchomilné, není tedy potřeba závlaha. Návrh osazení je součástí plánu – Osazovací plán extenzivní střešní zahrady. Plán Zahradně architektonické řešení extenzivní střešní zahrady přiblíží barevnou skladbu výsadeb. Navržený sortiment s pořadovým číslem je umístěn v tabulce 6. Rostliny budou vysazovány

ve větších plochách tvořených systémem volných křivek. Pro lepší dostupnost a údržbu budou do výsadby umístěny pochozí ploché kameny.

Osazovací plán extenzivní střešní zahrady



Zahradně architektonické řešení extenzivní střešní zahrady



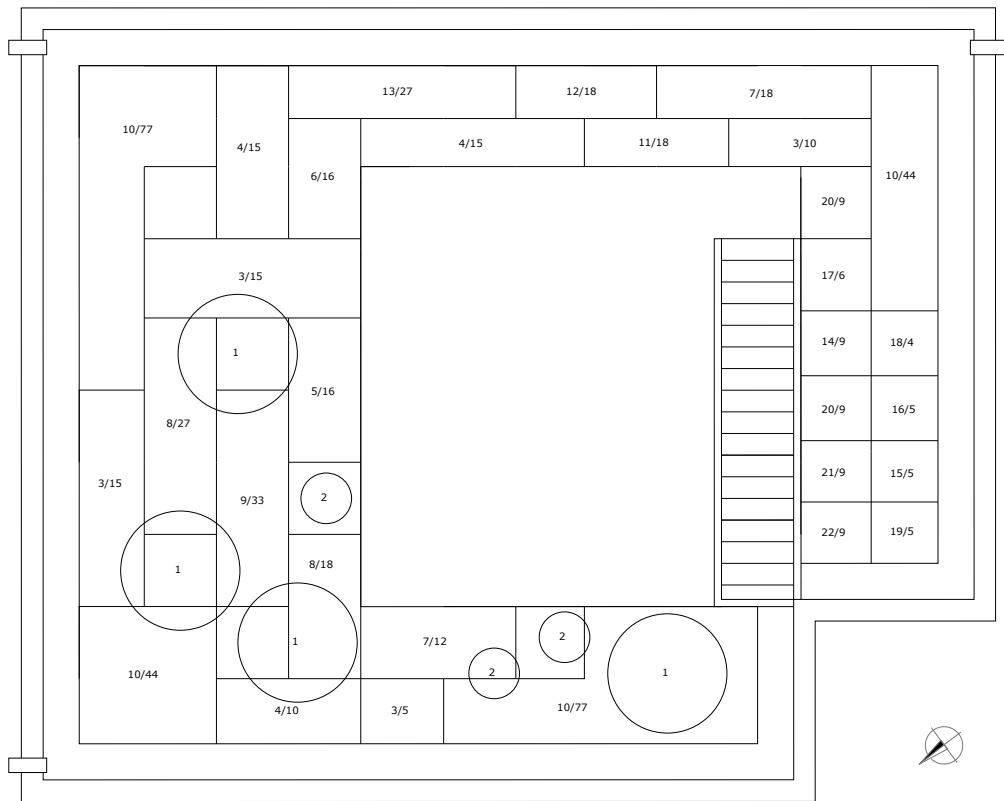
Tabulka 6: Navrhované taxony pro extenzivní souvrství

Č.	taxon		výška [cm]	doba kvetení	barva květu	počet
1	<i>Saxifraga aizoon</i>	lomikámen vždyživý	15-20	V-VII	bílá	30
2	<i>Saxifraga x anglica</i> 'Cranbourne'	lomikámen	10	V-VI	růžová	45
3	<i>Saxifraga x arendsii</i>	lomikámen Arendsův	10-15	V-VII	červená	65
4	<i>Saxifraga brioides</i>	lomikámen mechovitý	5-10	VII-VIII	žlutavá	30
5	<i>Saxifraga crustata</i>	lomikámen korovitý	10-25	VI-VII	bílá	15
6	<i>Saxifraga oppositifolia</i> 'Splendens'	lomikámen vstřícniolistý	5-10	V-VI	růžová	40
7	<i>Saxifraga rosacea</i> subsp. <i>sponhemica</i>	lomikámen trsnatý	10-20	V-VI	bílá	20
8	<i>Sedum acre</i>	rozchodník ostrý	5-10	V-VI	žlutá	45
9	<i>Sedum anglicum</i>	Rozchodník anglický	10-15	V-VII	sv. růžová	25
10	<i>Sedum cauticolium</i>	rozchodník skalní	10-15	VIII-IX	tm. růžová	40
11	<i>Sedum floriferum</i> 'Weihenstephaner Gold'	rozchodník květnatý	10-15	VII-IX	zlatožlutá	40
12	<i>Sedum lydium</i>	rozchodník lydijský	5-10	VII-IX	bílá	20
13	<i>Sedum pachyclados</i>	rozchodník	10	V-VII	bílá	25
14	<i>Sedum pilosum</i>	rozchodník chlupatý	10-15	VI-VII	růžová	35
15	<i>Sedum reflexum</i> 'Angelina'	rozchodník skalní	10-20	VI-VII	žlutá	55
16	<i>Sempervivum arachnoideum</i>	netřesk pavučinatý	6-15	VI-IX	růžová	10
17	<i>Sempervivum armenum</i>	netřesk arménský	10-15	VI-VIII	bílá	50
18	<i>Sempervivum atlanticum</i>	netřesk atlaský	10-15	VI-IX	sv. růžová	10
19	<i>Sempervivum marmoreum</i>	netřesk jižní	15-20	VI-VII	červená	10
20	<i>Sempervivum montanum</i>	netřesk horský	15-20	VI-VIII	tm. růžová	15

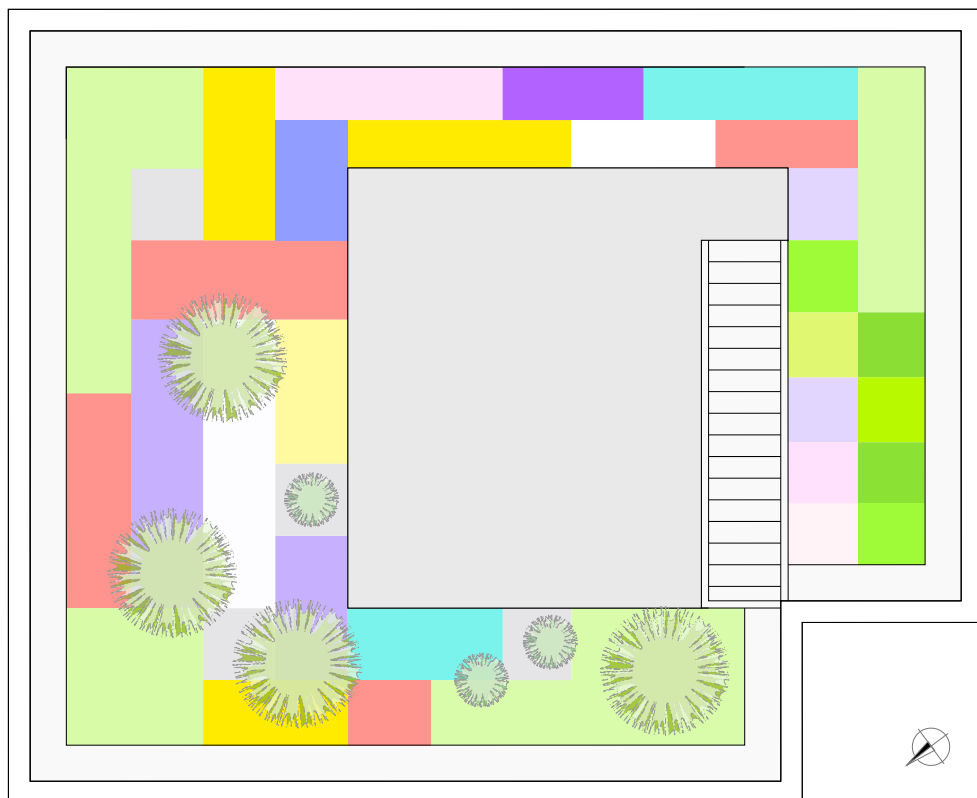
5.6.2 Intenzivní zeleň

Osázení je tvořeno keřovým a bylinným patrem. Jednotlivé druhy jsou osázeny v geometrické kompozici ve větších plochách. Jednotlivé druhy jsou převážně suchomilné. Vzhledem k větší náročnosti souvrství bude na tuto plochu umístěna automatická kapková závlaha. Rostliny použité na intenzivní zelené střeše se opakují v celé zahradě a tvoří tak jednotnou kompozici. Návrh osázení je součástí plánu – Osazovací plán intenzivní střešní zahrady. Plán Zahradně architektonické řešení intenzivní střešní zahrady přiblíží barevnou skladbu výsadeb. Navržený sortiment s pořadovým číslem je umístěn v tabulce 7.

Osazovací plán intenzivní střešní zahrady



Zahradně architektonické řešení intenzivní střešní zahrady



Tabulka 7: Navrhované taxony pro intenzivní souvrství

Č.	taxon		výška [cm]	doba kvetení	barva květu	počet
DŘEVINY						
1	<i>Amelanchier ovalis</i>	muchovník oválný	180-200	IV-V	bílá	4
2	<i>Vaccinium corymbosum</i>	borůvka chocholičnatá	100-150	V-VI	–	3
TRVALKY /včetně trav/						
3	<i>Achillea millefolium</i> 'Belle Epoque'	řebříček obecný	20-60	VI-VIII	sv. červená	45
4	<i>Achillea millefolium</i> 'Moonshine'	řebříček obecný	20-60	VI-VIII	žlutá	40
5	<i>Genista lydia</i>	kručinka lydijská	30	V-VI	žlutá	10
6	<i>Lavandula angustifolia</i> 'Blue Scent'	levandule lékařská	30	VI-VII	modrá	16
7	<i>Lavandula angustifolia</i> 'Munstead Strain'	levandule lékařská	40	VII-VIII	sv. modrá	30
8	<i>Nepeta x faassenii</i>	šanta modrá	30-40	V-VIII	sv. fialová	45
9	<i>Nepeta x faassenii</i> 'Alba'	šanta modrá	20-30	V-VIII	bílá	33
10	<i>Stipa tenuissima</i>	kavyl péřovitý	30-40	VI-X		242
11	<i>Veronica longifolia</i> 'Alba'	rozrazil dlouholistý	45	VII-VIII	bílá	18
12	<i>Veronica longifolia</i> 'Lilac Fantasy'	rozrazil dlouholistý	50	VI-VIII	fialová	18
13	<i>Veronica longifolia</i> 'Pink Shades'	rozrazil dlouholistý	60	VI-VIII	růžová	27
AROMATICKÉ BYLINY						
14	<i>Allium schoenoprasum</i>	pažitka pobřežní	30	VI-VII	fialová	9
15	<i>Melissa officinalis</i>	meduňka lékařská	50	VI-VII	bílá	5
16	<i>Mentha x piperita</i>	máta peprná	50	VI-IX	fialová	5
17	<i>Origanum vulgare</i>	dobromysl obecná	30-40	VII-IX	růžová	6
18	<i>Rosmarinus officinalis</i>	rozmarýn lékařský	60	V-VI	sv. fialová	4
19	<i>Salvia officinalis</i>	šalvěj lékařská	50	VI-VII	modrá	5
20	<i>Thymus x citriodorus</i> 'Lemon King'	mateřídouška	8-12	VII-VIII	sv. fialová	18
21	<i>Thymus pulegioides</i>	mateřídouška vejčitá	25-30	VII-VIII	růžová	9
22	<i>Thymus vulgaris</i>	mateřídouška obecná, tymián	25-30	VII-VIII	bílorůžová	9

5.7 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Cena přístřešku pro auto je odhadována na 120 000 – 150 000 Kč. Položka vegetační vrstvy na extenzivním souvrství je dle průměrných cen dodavatelů odhadnuta na 13 000 Kč. Náklady na rostlinný materiál dle osazovacího plánu činí přibližně 22 000 Kč a jsou podrobně rozepsány v tabulce 8. Alternativní způsob osázení s pomocí rozhodníkových řízků byl vyčíslen na 1200 Kč.

Tabulka 8: Položkový rozpočet pro extenzivní osázení

č.	taxon		počet	cena ks	celkem
1	<i>Saxifraga aizoon</i>	lomikámen vždyživý	30	45,-	1 350,-
2	<i>Saxifraga x anglica</i> 'Cranbourne'	lomikámen	45	45,-	2 025,-
3	<i>Saxifraga x arendsii</i>	lomikámen Arendsův	65	35,-	2 275,-
4	<i>Saxifraga brioides</i>	lomikámen mechovitý	30	45,-	1 350,-
5	<i>Saxifraga crustata</i>	lomikámen korovitý	15	35,-	525,-
6	<i>Saxifraga oppositifolia</i> 'Splendens'	lomikámen vstřícnolistý	40	35,-	1 400,-
7	<i>Saxifraga rosacea</i> subsp. <i>sponhemica</i>	lomikámen trsnatý	20	45,-	900,-
8	<i>Sedum acre</i>	rozchodník ostrý	45	25,-	1 125,-
9	<i>Sedum anglicum</i>	Rozchodník anglický	25	32,-	800,-
10	<i>Sedum caucolicum</i>	rozchodník skalní	40	35,-	1 400,-
11	<i>Sedum floriferum</i> 'Weihenstephaner Gold'	rozchodník květnatý	40	35,-	1 400,-
12	<i>Sedum lydium</i>	rozchodník lydijský	20	32,-	640,-
13	<i>Sedum pachyclados</i>	rozchodník	25	32,-	800,-
14	<i>Sedum pilosum</i>	rozchodník chlupatý	35	35,-	1 225,-
15	<i>Sedum reflexum</i> 'Angelina'	rozchodník skalní	55	32,-	1 760,-
16	<i>Sempervivum arachnoideum</i>	netřesk pavučinatý	10	28,-	280,-
17	<i>Sempervivum armenum</i>	netřesk arménský	50	25,-	1 250,-
18	<i>Sempervivum atlanticum</i>	netřesk atlaský	10	28,-	280,-
19	<i>Sempervivum marmoreum</i>	netřesk jižní	10	28,-	280,-
20	<i>Sempervivum montanum</i>	netřesk horský	15	25,-	375,-
rostlinný materiál celkem					21 440,-

Předpokládaná cena realizace intenzivního střešního souvrství je včetně veškerých stavebních úprav odhadována na 450 000 – 550 000 Kč. Vegetační vrstva je dle průměrných cen dodavatelů odhadnuta na 150 000 Kč. Samotný rostlinný materiál je vyčíslen na 38 000 Kč a je podrobně rozepsán v tabulce 9. Méně nákladným způsobem ozelenění této plochy je opět použití rozchodníkových řízků, které je vyčísleno na 5000 Kč.

Tabulka 9: Položkový rozpočet pro intenzivní osázení

č.	taxon		počet	cena ks	celkem
DŘEVINY					
1	<i>Amelanchier ovalis</i>	muchovník oválný	4	2 850,-	11 400,-
2	<i>Vaccinium corymbosum</i>	borůvka chocholičnatá	3	380,-	1 140,-
TRVALKY / včetně trav/					
3	<i>Achillea millefolium</i> 'Belle Epoque'	řebříček obecný	45	35,-	1 575,-

Tabulka 9: pokračování

4	<i>Achillea millefolium</i> 'Moonshine'	řebříček obecný	40	42,-	1 680,-
5	<i>Genista lydia</i>	kručinka lydijská	10	65,-	650,-
6	<i>Lavandula angustifolia</i> 'Blue Scent'	levandule lékařská	16	55,-	880,-
7	<i>Lavandula angustifolia</i> 'Munstead Strain'	levandule lékařská	30	48,-	1 440,-
8	<i>Nepeta x faassenii</i>	šanta modrá	45	45,-	2 025,-
9	<i>Nepeta x faassenii</i> 'Alba'	šanta modrá	33	48,-	1 584,-
10	<i>Stipa tenuissima</i>	kavyl pérovitý	242	35,-	8 470,-
11	<i>Veronica longifolia</i> 'Alba'	rozrazil dlouholistý	18	65,-	1 170,-
12	<i>Veronica longifolia</i> 'Lilac Fantasy'	rozrazil dlouholistý	18	65,-	1 170,-
13	<i>Veronica longifolia</i> 'Pink Shades'	rozrazil dlouholistý	27	50,-	1 350,-
AROMATICKÉ BYLINY					
14	<i>Allium schoenoprasum</i>	pažitka pobřežní	9	25,-	225,-
15	<i>Melissa officinalis</i>	meduňka lékařská	5	35,-	175,-
16	<i>Mentha x piperita</i>	máta peprná	5	45,-	225,-
17	<i>Origanum vulgare</i>	dobromysl obecná	6	28,-	168,-
18	<i>Rosmarinus officinalis</i>	rozmarýn lékařský	4	85,-	340,-
19	<i>Salvia officinalis</i>	šalvěj lékařská	5	55,-	275,-
20	<i>Thymus x citriodorus</i> 'Lemon King'	mateřídouška	18	45,-	810,-
21	<i>Thymus pulegioides</i>	mateřídouška vejčitá	9	55,-	495,-
22	<i>Thymus vulgaris</i>	mateřídouška obecná, tymián	9	30,-	270,-
rostlinný materiál celkem					37 517,-

6 ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo podat ucelený přehled o střešní zeleni, která se v současné době stává nejen výrazným, ale i užitým prvkem střech (zelené střechy) pro vlastníky nebo uživatele objektů a u které lze zvláště v centrech městských aglomerací využít mnoha jejích pozitivních účinků.

Literární rešerše je kompilací informací o historickém vývoji, konstrukčních prvcích zelených střech, jednotlivých souvrstvích, vegetačním pokryvu, zmiňuje se i o stresových faktorech působících na střešní zeleň. Bakalářská práce tedy představuje zdroj informací nutných pro použití střešní zeleně a zároveň poskytuje inspiraci o možném řešení střešní zeleně rodinného domu, neboť obsahuje i praktické vyústění studia zvolené problematiky autorem bakalářské práce. Výstupy práce lze následovně shrnout:

- Jsou uvedeny vybrané skupiny taxonů rostlin obecně vhodných a doporučovaných pro střešní zeleň všech typů (extenzivní, intenzivní a polointenzivní) včetně nároků na jejich údržbu. Pozornost je věnována i hlavním konstrukčním prvkům.
- Hlavním výstupem předložené studie je návrh na uplatnění střešní zeleně v konkrétních podmínkách, a to intenzivní i extenzivní střešní zeleně vybraného rodinného domu v Praze. Návrh obsahuje zhodnocení podkladových údajů, sortiment vybraných taxonů (včetně barvy květů a přibližné výšky rostlin), ekonomické zhodnocení (položkový rozpočet), osazovací plány a plány souvrství v příslušném měřítku.

Autor konkrétního návrhu počítá s jeho realizací po celkové rekonstrukci zvoleného rodinného domu a doufá, že realizace bude úspěšná a podnětná i pro další obyvatele v sousedství.

7 SEZNAM LITERATURY

Knihy:

Albanese, M. 2009. Starověké civilizace: světy, které objevila archeologie. Rebo. Čestlice. 352 s. ISBN: 978-80-255-0195-5.

Bláha, L., Hnilička, F., Hniličková, H., Holubec V., Möllerová, J., Štolcová, J., Zieglerová J. 2003. Rostlina a stres. VÚRV. Praha. ISBN: 80-8655-32-1.

Brickel, Ch. 2008. A-Z Encyklopedie zahradních rostlin. Euromedia Group. Praha. 1128 s. ISBN: 978-80-242-2069-7.

Braun, M., Uffelen, Ch. 2014. Atlas světové krajinné architektury. Slovart. Praha. 512 s. ISBN: 978-80-7391-860-6.

Burian S., Ondřej, J. 1992. Oživená architektura (ozeleňování budov). Fajma. Praha. 58 s. ISBN: 80-85374-10-2.

Cagaš, B., Macháč J. 2005. Ochrana trávníků proti chorobám, škůdcům, plevelům a abiotickému poškození. Kurent. České Budějovice. 96 s. ISBN: 80-903522-0-0.

Čermáková, B., Mužíková, R. 2009. Ozeleněné střechy. Grada. Praha. 246 s. ISBN: 978-80-247-1802-6.

Ezechel, M., Zichová, J., Pytloun, L. 2012. Ekologie a ochrana životního prostředí. Profi Press. Mělník: Vyšší odborná škola zahradnická a Střední zahradnická škola. ISBN: 978-80-904782-3-7.

Gombrich, E.H. 2016. Příběh umění. Kosmas. Horoměřice. 683 s. ISBN: 80-7203-143-0.

Hnilička, F. 2016. Rostliny v podmínkách stresu – Abiotické stresory. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. 240 s. ISBN: 978-80-213-2680-4.

- Jones, G.H. 2007. Monitoring plant and soil water status: established and novel methods revisited and their relevance to studies of drought tolerance. *Journal of Experimental Botany*. 130 p. ISSN: 0022-0957
- Kazda, J., Prokinová E., Ryšánek P. 2007. Škůdci a choroby rostlin: domácí rostlinolékař. Knižní klub. Praha. 288 s. ISBN: 978-80-242-1886-1.
- Kovář, P. 2014. Ekosystémová a krajinná ekologie. Karolinum. Praha. 170 s. ISBN: 978-80-246-2788-5.
- Lewis, M. 2009. Architektura: prvky v architektonických stylech. Computer Press. Brno. 399 s. ISBN: 978-80-251-2463-5.
- Málek, Z., Horáček, P., Kiesenbauer, Z. 2012. Stromy pro sídla a krajinu. Baštan. Olomouc. 357 s. ISBN: 978-80-87091-36-4.
- Mareček, F. (hl. ed.) 2001. Zahradnický slovník naučný. 5. sv. ÚZPI. Praha. 400 s. ISBN: 80-247-0028-X.
- Minke, G., 2001. Zelené střechy – Plánování, realizace, příklady. HELL. Ostrava – Plesná. 92 s. ISBN: 80-861667-17-8.
- Paganová, V., Hillová, D., Lichtnerová, H., Moravčík, L., Raček, M., Šajbidorová, V. 2015. Rostlinné druhy pre urbanizované prostredie v podmienkach nedostatku vody. SPU. Nitra. 79. s. ISBN: 978-80-552-1398-9.
- Pelčák, P., Wahla, I. 2005. Ernst Wiesner 1890–1971. Obecní dům. Brno. 178 s. ISBN: 80-239-5313-2.
- Štamberková, J. 2012. Ochrana zahradních rostlin II: plodiny a jejich škodliví činitelé. Rebo. Mělník. ISBN: 978-80-904782-6-8.

The Phaidon atlas of 21st century world architecture. 2008. Phaidon. London. 800 p. ISBN: 978-0-7148-4874-7.

Uffelen, Ch. 2010. 1000 x landscape architecture. 2010. Braun. Berlin. 1023 p. ISBN: 978-3-03768-059-9.

Zimmermann, A. 2015. Constructing landscape: materials, techniques, structural componets. Basel. Birkhauser. 533 p. ISBN: 978-3-0356-0465-8.

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. 1-19.

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.

Pavelčík, V. 2014. Mrakodrap č. 21. Turista. 3/2014. 26-27.

Samojská, K. 2013. Bourá se (hotel) Praha. 1/2013. 19-24.

SZÚZ 2010. Zelené střechy – naděje pro budoucnost. 2010. 1-38.

SZÚZ 2005. Zelené střechy, zelené fasády. 2005. 1-26.

SZÚZ 2016. Zelené střechy – naděje pro budoucnost II. 9/2016. 1-42.

Normy a vyhlášky:

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

ČSN 46 4751 Cibule a hlízy květin.

ČSN 46 4750 Trvalky a skalničky.

ČSN 73 1901 Navrhování střech – Základní ustanovení.

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

Seznam obrázků:

Obr. 1: [cit. 2017-02-10]. Dostupné z <<http://www.dumazahrada.cz/zahrada/zivot-na-zahrade/2012/5/23/historie-zahrad/>>.

Obr. 2: [cit. 2017-02-10]. Dostupné z <<http://solvence.es/cuando-te-crece-una-casa-bajo-el-jardin-21-espectaculares-viviendas-integradas-en-la-naturaleza/>>.

Obr. 3: [cit. 2017-02-11]. Dostupné z <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Villa_di_careggi_11.2.JPG>.

Obr. 4: [cit. 2017-03-15]. Dostupné z <<http://www.kudykam.com/stresni-zahrada-v-lipniku-nad-becvou.html>>.

Obr. 5: [cit. 2017-03-15]. Dostupné z <<http://www.caue-mp.fr/81-tarn-actualite-principale/expo-caue-du-tarn-une-petite-maison-le-corbusier/itemid-164.html>>.

Obr. 6: [cit. 2017-03-15]. Dostupné z <<http://www.bam.brno.cz/objekt/photogallery?filter=code&id=95>>.

Obr. 7: [cit. 2017-03-20]. Dostupné z

<<http://www.archiweb.cz/buildings.php?action=show&id=1101&type=country>>.

Obr. 8: [cit. 2017-03-20]. Dostupné z <<http://www.vychodni-morava.cz/cil/225>>.

Obr. 9: [cit. 2017-03-20]. Dostupné z <<https://stavbaweb.dumabyt.cz/ppf-koupila-hotel-praha-zboura-ho-a-postavi-zde-skolu-open-gate-9568/clanek.html>>.

Obr. 10: [cit. 2017-03-20]. Dostupné z <<http://www.fieldoperations.net/project-details/project/highline.html>>.

Obr. 11: [cit. 2017-03-20]. Dostupné z <<http://www.adgnews.com/ewha-womans-university/galerie>>.

Obr. 12: [cit. 2018-04-10]. Dostupné z <<http://www.irishtimes.com/life-and-style/homes-and-property/rural-ireland-beyond-haciendas-and-hobbit-houses-1.2667241>>.

Obr. 13: [cit. 2018-04-10]. Dostupné z <<http://www.zelenestrechy.info/cs/reference/tenis-hotel-vitality-a-s/>>.

Obr. 14: [cit. 2017-04-10]. Dostupné z <<http://stcostrava.cz/zahrada>>.