

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ**



Katedra aplikované geoinformatiky a územního plánování

Studie možností aplikace zelených střech a zeleně vázané na stavební konstrukce v nových lokalitách bytové zástavby, ověření na vybrané lokalitě pro výstavbu rodinných domů

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Jiří SOVINA, Ph.D.

Bakalant: Pavel ŠIMON

2011

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením Ing. Jiřího Soviny, Ph.D., a uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Oseku 11. 04. 2011

Pavel Šimon

.....

Poděkování:

Tímto bych rád poděkoval panu inženýrovi Jiřímu Sovinovi za odborné vedení bakalářské práce a poskytování podnětných nápadů po celou dobu vypracovávání bakalářské práce.

ABSTRAKT

Bakalářská práce je literární rešerší, která se zabývá možnostmi ozelenění střech a budov. Součástí práce jsou základní typy stavebních konstrukcí, vybrané rostliny pro jednotlivé typy zelených střech a základní typy konstrukcí, na které zeleň navazuje včetně vegetace, která je vhodná pro jednotlivé stavební konstrukce. Nedílnou součástí je vlastní ověření možnosti aplikace zelených střech a zeleně vázané na stavební konstrukce je modelováno na nově budované lokalitě – Háj u Duchcova.

Klíčová slova: střešní zahrada, vegetační střecha, intenzivní zeleň, extenzivní zeleň

ABSTRACT

The thesis is a literary research, which deals with the possibilities of green roofs and buildings. Part of this work are the basic types of structures, selected plants for different types of green roofs and basic types of structures, which followed, including green vegetation, which is appropriate for individual structures. Is an integral part of their own means of verifying the application of green roofs and green-bound structures are modeled on the newly built area - Haj at Duchcov.

Keywords: roof garden, vegetation roof, intensit green, extensit green

1. ÚVOD	10
2. CÍL A METODIKA	12
3. STŘEŠNÍ ZAHRADY A ZELENĚ.....	13
3.1 Historie.....	13
3.1.1 Babylon – Semiramidiny visuté zahrady	13
3.1.2 Střešní zahrady ve starověku a středověku	13
3.1.3 Rozmach střešních zahrad – 2. pololetí 19. Století	14
3.1.4 20. století – střešní a terasové zahrady jako součást urbanistické koncepce měst	14
3.2 Současnost - význam ekologický a ekonomický	15
3.3 Funkce a účinek zelených střech a zeleně.....	15
3.3.1 Tepelná izolace	15
3.3.2 Zvuková izolace	15
3.3.3 Vodní režim	16
3.3.4 Čištění vzduchu.....	16
3.3.5 Produkce kyslíku a výpar	16
3.3.6 Ochrana střechy.....	17
3.3.7 Protipožární ochrana	17
3.3.8 Nový životní prostor	17
3.4 Základní typy ozelenění	17
3.4.1 Intenzivní ozelenění	18
3.4.2 Extenzivní ozelenění.....	19
3.5 Pergoly a zeleň na fasádách	20
3.5.1 Pergoly podle základních vlastností.....	21
3.5.2 Pergoly podle využití	21
3.5.3 Další konstrukce navazující na pergoly	22
3.5.4 Zeleň na fasádách.....	22
3.5.4.1 Ozeleňování pergol	24

3.5.4.2 Ozelenění zdí a plotů.....	24
4. TYPY STŘEŠNÍCH KONSTRUKCÍ K OZELENĚNÍ A VÝBĚR VHODNÝCH ROSTLIN.....	24
4.1 Garáže, přístřešky	25
4.2 Ploché střechy obytných domů	25
4.3 Střechy s mírným sklonem.....	26
4.4 Střechy s velkým sklonem	26
4.5 Střechy strmé	26
4.6 Výběr vhodných rostlin.....	26
4.6.1 Suchomilné rostliny skupiny 1 pro vrstvu substrátu 80-100 mm.....	27
4.6.2 Suchomilné rostliny skupiny 2 pro vrstvu substrátu 100-150 mm.....	27
4.6.3 Ostatní rostliny 150-300 mm a nad 300 mm.....	28
4.6.4 Vegetace tvořená trávnikem.....	28
5. SKLADBA VRSTEV	30
5.1 Hydroizolace a ochrana proti prorůstání kořenů.....	30
5.2 Ochranná vrstva	31
5.3 Drenážní vrstva	32
5.4 Filtrační vrstva	33
5.5 Hydroakumulační vrstva.....	34
5.6 Vrstva substrátu pro pěstování rostlin.....	35
5.6.1 Obsah klíčivých semen a plevelů	36
5.6.2 Pokládání substrátu	36
5.6.3 Druhy substrátů.....	37
5.6.4 Hnojiva.....	37
5.7 Technické části.....	38
5.7.1 Zajištění substrátu proti sesuvu.....	38
5.7.2 Zatížení střechy	39
5.7.3 Odvodnění.....	41

5.7.4	Střešní průniky, spoje a okraje	43
5.7.5	Zásobení vodou a zavlažování	44
6.	OVĚŘENÍ MOŽNOSTI APLIKACE ZELENÝCH STŘECH A ZELENĚ VÁZANÉ NA STAVEBNÍ KONSTRUKCE V NOVĚ BUDOVANÉ LOKALITĚ – HÁJ U DUCHCOVA	46
6.1	Charakteristika lokality	46
6.2	Výchozí stav	47
6.3	Možnosti realizace ozelenění	48
6.4	Technické řešení	49
7.	ZÁVĚR	51
	SEZNAM DOPORUČENÉ LITERATURY	53
	INTERNETOVÉ ZDROJE	54
	SEZNAM PŘÍLOH	56

1. ÚVOD

21. století – století rozvoje zejména technologických a podnikatelských aktivit, kdy se lidé soustřeďují na zajištění si maximálního zisku. Přesto tato doba má jedno významné pozitivum, a to z pohledu uvědomění si potřeby návratu k přírodě. Lidé stále více touží po rozšiřování svého vlastního životního prostoru, který by naplňoval jejich představy a zejména potřeby pro chvíle relaxace a odpočinku.

Současná přehuštěná zástavba ve městech, nadměrná intenzita dopravních prostředků, a s tím související nadměrný hluk, rozvoj průmyslu, prašnost, změny v klimatu, to jsou hlavní negativní jevy zasahující současné životní prostředí a jakákoliv snaha o jejich zmírnění je snahou pozitivní.

Jednou z možností je systém ozelenování střech a stavebních konstrukcí. Tyto způsoby lze uplatnit jak v městských zástavbách, tak i v průmyslových zónách či venkovské zástavbě.

Celá problematika tohoto systému je velmi rozsáhlá, a proto bude tato práce zaměřena jen na vybrané stavební konstrukce. Výběr těchto stavebních konstrukcí byl proveden s ohledem na jejich nenáročnost, a to jak po stránce ekonomické, tak i technické.

Rozdělení vybraných stavebních konstrukcí, jsou popsány a charakterizovány ve dvou základních částech, s ohledem na jejich odlišná specifika.

První část je zaměřena na stavební konstrukce zabývající se vertikálním ozeleněním. Do této skupiny patří pergoly, treláže, nástěnné rošty a jiné stavební prvky vhodné pro ozelenění na nově budovaném území.

Zaměření druhé části je na vegetační střechy, které jsou vhodné pro ozelenění rozsáhlých komplexů střešních konstrukcí, zejména v městské a průmyslové výstavbě.

Práce není zaměřena jen na charakteristiku jednotlivých stavebních konstrukcí, ale současně i na možnost jejich uplatnění, technických požadavků až po konečné rozpracování vhodného rostlinstva pro danou stavební konstrukci.

Závěr je shrnutím teoretických znalostí a jejich aplikací do reálného života. V obci Háj u Duchcova začala nová výstavba rodinných domků, kde právě garážové přístřešky a na ně navazující konstrukce pergol, treláží či nástěnných roštů mohou mít své významné postavení. Jak by mohl být u vybraných domů tento záměr realizován, včetně uvedení výchozího a konečného stavu po realizaci ozelení, je náplní závěrečné kapitoly.

2. CÍL A METODIKA

Cíl

Cílem práce je podat ucelený přehled na možnosti střešních konstrukcí a na ně navazující zeleň, jejich popis, funkce, konstrukční řešení, včetně výběru vhodných rostlin pro jednotlivé ozelenění střech. Tento ucelený přehled je následně aplikován v rámci praktického uplatnění v lokalitě Háj u Duchcova, kde v současné době vzniká nová zástavba. Zvolená forma této realizace je na ozelenění střešních konstrukcí převážně plochých střech a to především garážových přístřešků u obytných domů a samostatně stojících garáží, s cílem zachování či maximálního přiblížení k původnímu krajinnému rázu této lokality před její významnou přeměnou.

Metodika

Bakalářská práce na téma „Studie možností aplikace zelených střech a zeleně vázané na stavební konstrukce v nových lokalitách bytové zástavby, ověření na vybrané lokalitě pro výstavbu rodinných domů“ je rozdělena do dvou částí.

V první části, která je literární rešerší, se shromažďují poznatky z dostupné odborné literatury o vegetaci na střešních konstrukcích, technických řešeních. V jednotlivých kapitolách od historie střešní zahrad, kdy byla známa jejich důležitost již v dávné minulosti, až po rozčlenění základních typů střešní zeleně. Rovněž je věnována pozornost výběru vhodných rostlin pro různá stanoviště a typy střech. Informace zde uvedené mají za úkol čtenáře seznámit s danou problematikou, jakož i seznámení s pohledy od různých autorů.

Druhá část se bude věnovat možnosti ozelenění v nové lokalitě bytové zástavby v Háji u Duchcova při aplikaci zelených střech na garážích a garážových přístřešcích.

Návrh bude obsahovat vegetačního souvrství, výběr rostlin a substrátu. V současné době je již mnoho firem poskytující odbornou pomoc při realizaci, přesto pro navrhované řešení byly použity podklady od společnosti Optigreen, jejichž materiály jsou nejdostupnější.

3. STŘEŠNÍ ZAHRADY A ZELEŇ

3.1 Historie

3.1.1 Babylon – Semiramidiny visuté zahrady

Ozeleňování plochých střech a teras na stavbách je známo již z dávné minulosti. Jedním z nejstarších příkladů osázení střech zelení je jeden se sedmi divů světa Semiramidiny visuté zahrady na střechách paláců v Babylonu.

Založení těchto zahrad se odhaduje na 8. st. před n. l. Vzhledem k tomu, že měla tato stavba gigantické rozměry a silné zdi, jednalo se o stavbu s velkou stabilitou. Tyto rozměry umožňovaly terasovité zahrady silně zatížit. Již v té době byly zakládány zavodňovací systémy, které trvale zabezpečovaly vláhu pro popínavé rostliny šplhajících se po vysokých zdech a další vegetaci.

(BOHUSLÁVEK a kol. 2009; WERK, MEHL 1993)

Obr. 1 Visuté zahrady královny Semiramis (BOHUSLÁVEK a kol. 2009)



3.1.2 Střešní zahrady ve starověku a středověku

Ve starém Římě byly střešní zahrady nezbytnou součástí většiny patricijských domů a paláců. Římané ve starověku a staří Čechové ve středověku sázeli na střechy svých obydlí rostliny, které potřebovali minimální nároky na závlahu s minimální výškou substrátu.

Příklady ozeleňování střech pochází i z oblasti východní Afriky, kde se travní porost nacházel na střechách chatrčí pomazaných hlínou. Další příklady jsou známy ze Severní Ameriky, ze Sibiře a Skandinávie. Tímto se ukazuje význam zelených střech v různých klimatických podmínkách. V teplých podmínkách zadržují teplo a

ochlazují interiér, v chladných naopak chrání před zimním chladem a přispívají k akumulaci tepla. Ve Skandinávii se tato zkušenost využívala již před tisíci lety a tradice zatravnění střech je tady dlouhodobá.

(BOHUSLÁVEK a kol. 2009; WERK, MEHL 1993)

3.1.3 Rozmach střešních zahrad – 2. pololetí 19. Století

Důležitým mezníkem byl rok 1867, kdy byl vynalezen železobeton. Tento objev měl nejen význam pro stavebnictví, ale i pro rozvoj střešních zahrad, kdy od poloviny 19. století se začíná s jejich realizací na objektech majetnějších vrstev. (BOHUSLÁVEK a kol. 2009)

Od poloviny 19. století byly vybudovány první české zelené střechy například v Lipníku nad Bečvou nebo na zámku Konopiště.

(URL 1 DAŇKOVÁ 2010)

Obr. 2 [URL 2] Střešní zahrada, zámek v Lipníku nad Bečvou



3.1.4 20. století – střešní a terasové zahrady jako součást urbanistické koncepce měst

Střešní zahrady se ve 20. století stávají nedílnou součástí urbanistické koncepce měst. Jedním z průkopníků byl Le Corbusier. Vývoj průmyslové chemie a zejména výroba plastů bylo velkým přínosem pro jejich rozvoj.

Dalším úspěšným příkladem budování vegetačních střech v polovině 20. století jsou u nás střechy a terasy Hotelu Praha v našem hlavním městě. Význam stavby je v hledání a nalézání spolehlivého technického řešení, které zajistilo bezproblémový provoz dodnes.

(BOHUSLÁVEK a kol. 2009; OTRUBA 1933)

3.2 Současnost - význam ekologický a ekonomický

V současné době je snaha o zkvalitňování životního prostředí ve velkých městech. Budování vegetačních střech a rozšiřování zelených ploch v hustě zastavěných územích je nástrojem, jak změnit život v našich městech za zdravý a komfortní. Ozeleněné předzahrádky, ale především střechy a fasády mohou nezdravé klima zásadně změnit: čistější vzduch, snížení víření prachu, vyrovnání teplot a vlhkosti. Ozeleněné střechy přinášejí dostatečnou izolaci, akumulaci tepla a zvukovou izolaci. Z dlouhodobého hlediska jsou hospodárnější než obvyklé střešní krytiny.

(BOHUSLÁVEK a kol. 2009; MINKE 2001)

3.3 Funkce a účinek zelených střech a zeleně

3.3.1 Tepelná izolace

V bytech pod zelenou střechou se projevuje ochlazující efekt v létě daleko významněji než tepelné izolační působení v zimě. Teploty v létě u běžné ploché střechy můžou vystoupit až na 80°C, přičemž na střeše zarostlé zelení vystoupí teplota nanejvýš na 25°C, naopak v zimě u běžné ploché střechy mohou klesnout teploty na – 20°C, u porostlé zelení je málo pod 0°C.

Čím je zeleň hustší a tlustší, tím je účinek větší. Hustá rostlinná vegetace chrání povrch před větrem, tepelná ztráta způsobená větrem je blízka nule. U samostatných budov bez zvýšené izolace může ztráta činit až 50%, hustá rostlinná vegetace má účinnou úsporu energie. (MINKE 2001; WERK, MEHL 1993)

3.3.2 Zvuková izolace

Vegetace redukuje zvuk absorpcí (pohlcením), reflexí (odrazem) a deflexí (rozptylem), kdy se zvuková energie přeměňuje na energii tepelnou a pohybovou.

(MINKE 2001)

3.3.3 Vodní režim

Ve městech jsou velké plochy zastavěné budovami, na jejich střeších se zachytí velké množství vody. Tato voda oteče rychle do městské kanalizace. Při prudkém lijáku oteče mezi 80-95% dešťových srážek. Na porostlé střeše se naopak zachytí až 80% těchto srážek. Tyto střechy zadržují vodu ve vegetační vrstvě, tato pomalu prosakuje vegetační vrstvou a substrátem. Přitom se zbavuje všech škodlivých látek. Po nasycení se voda odvádí např. do okapové roury, tím je možno vodu nadále využít při zabudování cisterny a vodu využít pro další účely. Tím lze šetřit pitnou vodu.

(WERK, MEHL 1993)

3.3.4 Čištění vzduchu

Zelená střecha zachycuje částice prachu a nečistoty ze vzduchu. Prach se usadí na listech, při dešti se pak částice spláchnou a postupně obohatí půdní substrát na střeše minerálními látkami, které však obsahují i škodlivé látky. Rostliny mohou absorbovat plynné škodliviny a aerosoly.

(MINKE 2001; WERK, MEHL 1993)

3.3.5 Produkce kyslíku a výpar

Všechny rostliny i vegetace zelených střech vážou kysličník uhličitý ze vzduchu a přitom vyrábí kyslík, jedná se o proces nazvaný fotosyntéza. Pokud rostliny na střeše rostou, je vyráběn kyslík a spotřebováván kysličník uhličitý.

Zeleň také snižuje kolísání vlhkosti. V suchém vzduchu se vypařuje zvýšené množství vody, a tím se zvyšuje relativní vlhkost vzduchu. Rostliny však mohou také vlhkost vzduchu zmenšovat a to tvorbou rosy. Při mlze se kondenzuje na listech a stéblech vegetační střechy, pak je formou vodních kapek odváděna do země.

(MINKE 2001)

3.3.6 Ochrana střechy

Trvanlivost všech střech je vzhledem k povětrnostním vlivům omezená, může být ohrožena jednak mechanickým poškozením, jednak působením horka, zimy, deště, větru, ultrafialové záření, ozónu. U zelených střech však voda nemrzne přímo na krytině střechy, ale ve vrstvě půdy. Teploty tu neklesají tak výrazně pod bod mrazu jako na holé střeše. Tím se dosáhne trvalé ochrany povrchu střechy a dlouhodobých úspor finančních prostředků. Ozelenění poskytuje střeše ochranu také proti mechanickému poškození.

Krytiny na střechách jsou vystaveny po celý rok velkým teplotním výkyvům, které se pohybují v průběhu roku až okolo 100 °C (od – 20 do +80 °C).

(MINKE 2001; WERK, MEHL 1993)

3.3.7 Protipožární ochrana

Zelené střechy jsou pokládány za nehořlavé a kvalifikovány jako tvrdé zastřešení.

(MINKE 2001)

3.3.8 Nový životní prostor

Střechy porostlé trávou a bylinami představují životní prostor – biotop. Porostlá střecha poskytuje živočichům úkryt i obživu. Zejména v době kvetení navštěvuje biotop mnoho včel, čmeláků, motýlů, střevlíků i ptáků. Rozmanitost druhů na porostlé střeše je poměrně velká. Tato však závisí na poloze a výšce střechy. Záměrem porostlé střechy může být i uměle vytvořená lokalita či biotop ohrožených a chráněných druhů rostlin.

(MINKE 2001; WERK, MEHL 1993)

3.4 Základní typy ozelenění

Obecně se používají termíny „vegetační střecha“ a „střešní zahrada“.

Vegetační střecha – osázená zelení bez ohledu na sklon střechy, druhy rostlin a na jejich nároky a to osázené jen na části střechy nebo celé ploše.

Střešní zahrada – vegetační střecha určená především k pobytu a pohybu osob, popřípadě k pojiždění dopravních prostředků, je tvořena ve spolupráci se specialisty na zahradnictví či architekturu. (BOHUSLÁVEK a kol. 2009)

3.4.1 Intenzivní ozelenění

Intenzivní ozelenění se zakládá vysázením křovin, dřevin a trávniku pouze na plochých střechách, tak jak je to obvyklé v přírodě. Tloušťka vegetační vrstvy musí být víc než 30 cm. Je nutné dodávat zeleni pravidelnou vláhu a živiny. Po střechách s intenzivní zelení lze chodit a relaxovat jako na zahradě.

Intenzivní střešní zeleň je poměrně nákladná a náročná na péči. Jednoduchá intenzivní ozelenění vyžadují substrát od 15 cm do 30 cm a vegetaci tvoří tráva, trvalky a dřeviny. Nákladná intenzivní ozelenění vyžadují velké náklady a péči. Cenu je možné ovlivnit vhodným výběrem rostlin. Tvoří jí letničky, trvalky, keře, polokeře, trávničky, někdy i stromy. Výběr stromů je omezený, vhodné jsou jen ty stromy, které nedorůstají do větších velikostí a snášejí přitom vítr. Tyto požadavky splňuje např. *Nothofagus antarctica*. Rostliny mají vysoké nároky na konstrukci půdního profilu a na pravidelné zásobování vodou a živinami.

(MINKE 2001; WERK, MEHL 1993; KLAAS T. NOORDHUIS 1996)

Obr. 3 Vegetační střecha na bytovém domě (BOHUSLÁVEK a kol. 2009)



3.4.2 Extenzivní ozelenění

Extenzivní zeleň se zakládá na střechách s poměrně malou únosností do 1,6 kN/m² (160 kg/m²). Toto ozelenění je podobné stavu v přírodě, kterému stačí substrát o tloušťce 3 – 15 cm, zásoba vody a živin nevyžaduje umělou dodávku, postačí pouze přirozenou cestou. Jedná se o plošné ozelenění s vegetačními formami, které se udržují samovolně ve společenstvu blízkém společenstvům rostlin na přirozených stanovištích, které vytvářejí na malé vrstvě substrátu trvalý a zapojený rostlinný kryt. K výsadbám se používají rostliny jako mechy, sukulenty a rozmanité trávy a byliny, které jsou odolné vůči suchu a mrazu, nevyžadují péči a umějí se přizpůsobit extrémním podmínkám. Důležité je, aby rostliny byly schopny regenerace. Nevyžadují tak pravidelnou a častou údržbu. Vodu a živiny si obstarávají přirozenými procesy. Nepoužívají se hnojiva ani speciální zavlažovací systémy.

Pro extenzivní ozeleňování nejsou stromy a keře vhodné, protože vyžadují vyšší vrstvu půdy, speciální zavlažování, odvodňování a stabilní opěry.

Kontrolou (1 – 2 krát do roka) musí být odstraněny nálety, které by svým rozrůstajícím se kořenovým systémem mohly střechu poškodit. Nejčastěji se jedná o břízy (*Betula*), topoly (*Populus*), javory (*Acer*) a jasany (*Ailanthus*). Pak je nutné provést kontrolu střechy, odstranit uhynulé rostliny, vyčistit střešní vtoky, okapní žlaby. (MINKE 2001; WERK, MEHL 1993)

Obr. 4 Extenzivní vegetační střecha (WERK, MEHL 1993)



3.5 Pergoly a zeleň na fasádách

Pergoly jsou nejvýraznějším zahradním členícím prvkem, jsou většinou lehké konstrukce, nejvhodnějším materiálem je dřevo. Tento zahradní prvek slouží k ohraničení či zakrytí odpočinkového zákoutí nebo překrytí cesty. Rovněž slouží k rozdělení části zahrady nebo k vytvoření stěny pro odpočinek, rekreaci nebo naopak společenskou činnost. Také slouží jako komunikační prvek propojující různé části zahrad. V městských čtvrtích poskytují pergoly určitý druh soukromí. Pergola by měla ladit se stylem, ve kterém je postaven dům.

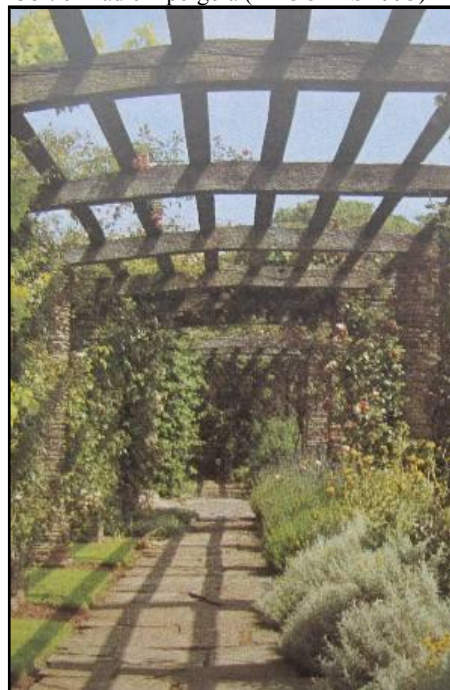
Zeleň keřů či popínavých rostlin umožňují vytvářet světla a stíny dopadající na objekty během dne. Popínavé rostliny u stěn domů nebo na pergolách se za pomoci opěr vytahují nahoru za světlem. Vhodným výběrem rostlin se na stěnách či pergolách vytvářejí husté plochy velmi často i s kvetoucími rostlinami v delším ročním období.

(BROOKES 1993; WERK, MEHL 1993)

Obr. 5 Pergola proti prudkému slunci
(BROOKES 1993)



Obr. 6 Tradiční pergola (BROOKES 1993)



3.5.1 Pergoly podle základních vlastností

Dynamická pergola je pergola, která zaujme návštěvníka tím, že jeho pohled směřuje z jednoho bodu na druhý. Pergola nás může směřovat k výhledu na objekt nebo ke vstupu do domu.

Mezi tyto pergoly patří: vchodové pergoly, odpočinkové zákoutí, loubí, volně stojící pergoly, dělicí pergoly, brány.

Statická pergola je většinou volně stojící prvek, který má vytvářet pocit odpočinku, klidu nebo zábavy.

Mezi statické pergoly lze zařadit: pergoly rohové, pergoly pro posezení vymezené plotem nebo zdmi domu, střešní pergoly.

(PAVAS 2002)

3.5.2 Pergoly podle využití

Vchodové pergoly zvýrazňují vstup do domu. Tento prvek zvyšuje jeho význam.

Brány jsou podobné svým typem vchodovým pergolám. Nejčastěji mají tvar oblouku.

Loubí u návštěvníka navozuje pocit estetického významu. Může rovněž velice dobře propojovat i jiné objekty např. dům s bazénem.

Rohové pergoly se staví za účelem vytvoření soukromí a zajištění klidu a pohody pro uživatele zahrady. Staví se do prostoru zahrady se dvěma plnými a pevnými stěnami, pro tento účel je možné využít část zdiva domu nebo oplocení.

Dělicí pergoly slouží k vizuálnímu oddělení jednotlivých částí zahrady.

Pergoly pro posezení mají navozovat u uživatele pocit klidu, pohody a soukromí v určité části zahrady s dostatečnou ochranou před sluncem a s možností relaxace.

Střešní pergoly se využívají na plochých střeších, jejich částech nebo na velkých balkónech, kde vytvářejí přírodní prostředí zahrady.

Přístavby k domu jsou stavby pergolového typu, plynule navazují na stěnu domu.

Podpůrné prvky pro popínavé rostliny jsou pergoly, jejichž vodorovné prvky jsou osazeny v jedné řadě svislých sloupových konstrukcí, dále to jsou svislé prvky pergol doplněné plošnými výplněmi roštů a mříží, které umožňují zachycení popínavých rostlin. Konstruktivní prvky umožňují vytvářet samostatné pilíře, brány a oblouky na různých místech v prostoru.

(PAVAS 2002)

3.5.3 Další konstrukce navazující na pergoly

Besídka je vzdušná stavba, nejčastěji bez pevných stěn a pevné podlahy, na rozdíl od pergoly opatřená pevnou střechou.

Altán je volně stojící zahradní domek, nejčastěji zcela uzavřený velkými dělenými okny, prosklenými dveřmi, opatřený pevnou podlahou.

Přístřešky jsou dřevěné konstrukce, volně stojící nebo jsou přisazené k domu, opatřené pergolovým stropním roštem nebo pevnou střechou, která jsou doplněna stěnami z roštů pro popínavé rostliny.

Nástěnné fasádní rošty a mříže, treláže se připevňují na stěny domu proto, aby zakryly jejich nedostatky nebo pro jejich estetický vzhled. Jsou vyrobeny ze dřeva nebo kovu.

Soliterní konstrukce jsou prvky, které svojí konstrukcí umožňují popínavým rostlinám hrát na zahradě důležitou a dominantní úlohu v prostoru. Nejedná se jenom o samostatně stojící pergolové konstrukce, ale i o konstrukce různých geometrických tvarů.

Dělicí stěny a oplocení se využívají jako výplně mezi svislými konstrukcemi pergol podobně jako nástěnné fasádní rošty a mříže. Dále jako plotové díly a dělicí stěny.

(PAVAS 2002)

3.5.4 Zeleň na fasádách

Hlavním důvodem k ozelenění fasád popínavými rostlinami je estetické hledisko. Stěna domu pokrytá stálezelenou nebo kvetoucí popínavou rostlinou

vytváří nádherný pohled a potěší i kolemjdoucí. Může zvýraznit pohled na dům nebo jeho část a dodat mu tak osobitý vzhled.

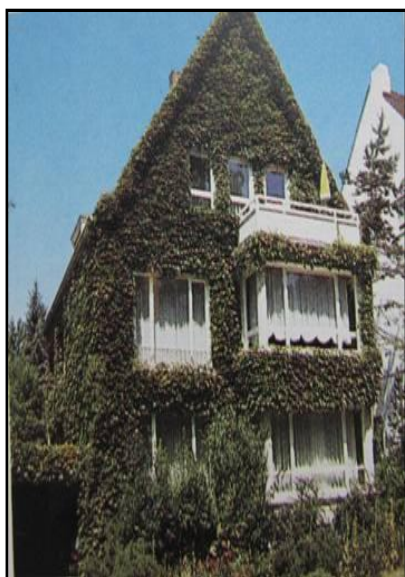
Mezi povrchem stěny a listy rostoucí rostliny je několik centimetrů, tak vzniká jakýsi vzduchový polštář, kde nedochází k proudění vzduchu a jeho pohybu, nebo jenom nepatrnému. Toto má za následek, že na samotném povrchu jsou snižené tepelné rozdíly. Stěna se přes hustý porost nemůže přehřát a při klesajících teplotách udržuje teplo, jelikož vzduchový polštář působí jako izolace. Dále popínavé rostliny zvyšují životnost některých omítek a kamene.

Rovněž stěna porostlá např. břečťanem (*Hedera helix*) omezuje vliv větru, deště a chladu. Tím má rostlinný koberec vliv na snížení nákladů na vytápění. Porostlé stěny domu se projeví příznivě na energetické bilanci. Názor, že stěny porostlé popínavými rostlinami vlhnou, je nesprávný, jelikož ve skutečnosti se dešťová voda ke stěně vůbec nedostane, stěna tak zůstává suchá.

Dalším významným prvkem je schopnost rostlin produkovat kyslík. Kromě toho se do ovzduší vypařuje voda, kterou rostliny přijaly kořeny a transportem do listů a výparem zvlhčují vzduch, tím ochlazují okolní vzduch.

Ozeleněné fasády jsou domovem různých živočichů, většinou drobných ptáků, těm slouží jako hnízdiště a zdroj potravy. V zelené spleti rostlin žije hmyz a pavouci. V případě použití kvetoucí popínavé rostliny je možno se těšit na motýly, včely a další živočichy. (WERK, MEHL 1993)

Obr. 7 Zeleň oživí (WERK, MEHL 1993)



Obr. 8 Přísavník (*Parthenocissus*) (WERK, MEHL 1993)



3.5.4.1 Ozelenování pergol

Rostlina a konstrukce pergoly tvoří jeden celek, v letních měsících zvýrazněný zelení, v zimních měsících dřevěnou konstrukcí a větvemi.

Nejvhodnější rostliny pro pergoly jsou: akebie (*Akebia*), podražec (*Aristolochia*), plamének (*Clematis*), zimolez (*Lonicera*) a vistárie (*Wisteria*).

Pro besídky, přechody a oblouky jsou nejvhodnější dva druhy rostlin popínavá růže (*Rosa*) a réva vinná (*Vitis vinifera*).

Kombinací různých druhů popínavých rostlin lze zvýraznit některé části a tím dosáhnout zajímavých efektů. Všechny shora vyjmenované rostliny silně větví, vytvářejí stín, pěkně kvetou a vytváří pěkné zbarvení listů na podzim.

(WERK, MEHL 1993)

3.5.4.2 Ozelenění zdí a plotů

Nejvhodnější k zakrytí větších ploch je stálozelený břečťan, roste hustě a plošně. Z dalších zajímavých rostlin jsou popínavé hortenzie (*Hydrangea anomala*) a přísavník (*Parthenocissus*), který na zimu shazuje listí.

K zvýraznění a barevnému oživení se k ozelenění plotů hodí všechny druhy plaménku, zimolezu, růží a jasmínu nahokvětému (*Jasminum nudiflorum*). Rovněž se mohou použít i popínavé letničky, které se musí každým rokem znova vysévat, v úvahu se musí brát orientace stanoviště ke slunci.

Mezi tyto vhodné letničky řadíme: okrasná tykev (*Cucurbita pepo*), povíjnice (*Ipomoea*), fazol šarlatový (*Phaseolus coccineus*), thunbergie křídlatá (*Thunbergia alata*) a vilec (*Cobaea scandens*). Vhodný je i hrachor vonný (*Lathyrus odoratus*), který nádherně kvete. (WERK, MEHL 2001)

4. TYPY STŘEŠNÍCH KONSTRUKCÍ K OZELENĚNÍ A VÝBĚR VHODNÝCH ROSTLIN

Nejdůležitější rozdíl mezi zelenými střechami je v jejich sklonu. Každá střecha má určitou nosnost. Pro bezpečnost střechy je nutné ve statickém výpočtu zohlednit tíhu vodou nasyceného substrátu a zatížení sněhem.

(WERK, MEHL 1993)

4.1 Garáže, přístřešky

Střechy garáží a přístřešky lze ozelenit snadněji a s menšími náklady než střechy velkých budov. Výhodou lze spatřovat v tom, že jako ochranu proti prorůstání kořínků se používá PVC a polyetylenové fólie beze švů po celé ploše.

Běžné zastřešení garáží snese obvykle zatížení až 100 kg/m². Má-li střecha sklon menší než 3%, je lepší položit drenážní vrstvu. Při stavbě nové garáže nebo přístřešku je ideální u zelené střechy použít sklon 5-15 % a uvažovat se zatížením 150kg/m². Pak je možné nanést vrstvu lehkého substrátu 12-16 cm silnou, na níž může být silný vegetační polštář z divokých bylin a trav. (MINKE 2001)

Obr. 9 [URL 3] Garážový přístřešek – PB 17



4.2 Ploché střechy obytných domů

Ploché střechy bez vegetace jsou i dnes náchylné na poškození. Statistické údaje vykazují, že až 80% plochých střech se poškodí již po prvních pěti letech. Ozelenění na ploché střeše poskytuje zvýšenou ochranu před škodlivými povětrnostními vlivy, a tím podstatně prodlužuje její životnost.

Vegetace na plochých střechách je častěji než na šikmých střechách vystavena silným výkyvům vlhkosti. U malé tloušťky substrátu vzniká nebezpečí, že půda nasycená vodou bude trpět nedostatkem kyslíku, a tím se může zvyšovat kyselost půdy. Čím více půdní vlhkost kolísá, tím je vegetační vrstva druhově chudší a méně vitální.

4.3 Střechy s mírným sklonem

Střechy se sklonem od 3° - 20° jsou označovány jako střechy s mírným sklonem. Sklon střechy umožňuje provést zelenou nástavbu jednoduše a po ekonomické stránce velmi výhodně. Nástavba může být „jednovrstevná“, to znamená, že není nutná drenážní vrstva oddělená rounem.

Substrát přejímá funkci akumulátoru vody a přebytečná voda se odvádí. Substrát musí obsahovat hrubozrnné částice, nejlépe z porézních minerálních látek, jako je například struska, pemza, keramzit nebo expandit. Kromě toho mají tyto částice další pozitivní účinky: snižují hmotnost substrátu, zvyšují jeho tepelně izolační schopnost, ulehčují dýchání kořenů a díky své pH působí proti účinkům kyselého deště. Při sklonu střechy mezi 3° a 20° není zpravidla nutné zajišťovat substrát proti sesuvu.

4.4 Střechy s velkým sklonem

Za střechy s velkým sklonem označujeme střechy, jejichž sklon činí 20 - 40°. Konstrukce ozelenění je podobná nástavbě na střeše s mírným sklonem. Substrát musíme zabezpečit proti sesuvu (závisí na spádu střechy a výšce substrátu).

4.5 Střechy strmé

Za strmé střechy jsou označovány střechy, které mají sklon větší než 40°. K zajištění substrátu proti sesuvu je potřeba použít složitější konstrukční řešení. Rovněž je nutno provést vegetačně- technická opatření jako jsou stabilizace substrátu pomocí lepidel nebo použít hotové vegetační rohože.

(MINKE 2001)

4.6 Výběr vhodných rostlin

Pro správnou volbu vegetace na střešní zahrady jsou rozhodující různé faktory: tloušťka zeminy a její schopnost zadržovat vodu, sklon střechy (čím strmější je střecha, tím vyšší musí být akumulační schopnost), působení větru, zastínění, na jakou světovou stranu je střecha situována (střechy obrácené k jihu rychleji vysychají), množství srážek.

Rovněž se nesmí zapomenout na následující kritéria: odolnost vůči mrazu, odolnost vůči suchu, výška vzrůstu, tvorba hustého zeleného koberce.

Zelená střecha přináší estetický efekt, ale měla by především přinést efekt stavebně fyzikální (tepelná a zvuková izolace), ekologický (čištění vzduchu a zadržování vody), ochrany před UV zářením a extrémními teplotními výkyvy. Z tohoto důvodu by měla být vegetace co nejhustší po celé ploše a stejně vysoká. Těmto účelům nejvíce vyhovují divoké trávy nebo směsi divokých trav a bylin.

Vegetace na porostlé střeše se může přirovnat ke stepní vegetaci, jelikož se jedná o polosuché trávníky, jako jsou v přírodě. Většina druhů pochází ze suchých stanovišť chudých na živiny, a proto jsou na zatravnění střech nejvhodnější. Rostliny suchých stanovišť vykazují tzv. xeromorfní vlastnosti, což je růstová forma přizpůsobená suchu.

(MINKE 2001; WERK, MEHL 1993)

4.6.1 Suchomilné rostliny skupiny 1 pro vrstvu substrátu 80-100 mm

Do této skupiny patří:

- rozchodníky (rod Sedum)
- netřesky (rod Sempervivum)
- suchomilné trávy.

K ozelenění vegetační střechy suchomilnou zelení lze provádět po celý rok, vyjma období, kdy teploty klesnou pod bod mrazu.

Vegetační substrát se klade po vrstvách do vany vytvořené filtrační geotextilií nebo na vrstvu z desek z minerálních látek vysazujeme suchomilné rostliny v počtu 20 ks/m². Tento způsob zaručuje souvislý zelený koberec během celého roku. Vysázené rostliny se musí 1-2 týdně zalévat pro lepší zakořenění. Tyto rostliny rostou nejlépe na jaře a na podzim, v létě pak kvetou.

Suchomilné rostliny je možné pěstovat na střechách se sklonem až do 40°. U sklonů 20° až 40° se zemina plní do plastových roštů, aby se zajistila stabilita proti sesuvu. Skupina těchto rostlin je uvedena v příloze č. 1.

4.6.2 Suchomilné rostliny skupiny 2 pro vrstvu substrátu 100-150 mm

Do druhé skupiny suchomilných trvalek patří tyto druhy:

Hvozdík kartouzek (*Dianthus carthusianorum*), rožec plstnatý (*Cerastium tomentosum*), třezalka mnoholistá (*Hypericum polyphyllum*), levandule úzkolistá (*Lavandula angustifolia*), dobromysl obecná (*Origanum vulgare*), atd.

Síla substrátu umožňuje rozšířit druhovou skladbu první skupiny o tyto suchomilné trvalky. Výhoda těchto trvalek, že výtečně rostou i bez závlahy. Hustota osázení je shodná s první skupinou. Skupina těchto rostlin je uvedena v příloze č. 2.

4.6.3 Ostatní rostliny 150-300 mm a nad 300 mm

Jedná se o suchomilnější keře listnatého typu a suchomilnější keře jehličnatého typu. Kam patří mochna křovitá (*Potentilla fruticosa*), brslen (*Euonymus*), skalník (*Cotoneaster*), borovice kleč (*Pinus mugo*), jalovec (*Juniperus*), atd.

Tyto rostliny vyžadují značnou pozornost hned po výsadbě, zejména se jedná o řízenou závlahu, pletí, okopávání a hnojení.

Do výšky 1 m se mohou keře pěstovat bez kotvení, pro vyšší rostliny je nutná stabilizace, např. pomocí lanka. V místech kontaktu je nutná ochrana proti poškození kůry např. umělohmotným prvkem.

Další způsob kotvení je přes kořenový bal, po tento je umístěna kovová mříž a za pomoci ocelových lan se napne. Jedná se o podzemní kotvení balu. Vyšší stromy se nedoporučují vysazovat na okraji oblastí střech z důvodu vyššího zatížení větrem.

4.6.4 Vegetace tvořená trávnikem

Založení travnaté střechy je obdobné jako u suchomilné vegetace, pouze se používá silnější geotextilie (300g/m²). Pro travnatý povrch je nutná závlaha, která je většinou řízená. Travnatý povrch se zakládá výsevem vhodné směsi nebo z travního koberce. Tyto trávniky se pěstují ve školkách po dobu 10 – 12 měsíců. Prázdná místa je nutné dosít. Tráva se seče při výšce 8-10 cm, velmi opatrně, aby nedošlo k poškození (vytrháním). Seč je nesmírně důležitá pro další růst tzn. rychlejší odnožování a tím hustější trávnik.

Travnaté střešní zahrady jsou velmi žádoucí, neboť umožňují volný pohyb po jejich zeleném koberci.

(BOHUSLÁVEK a kol. 2009)

Obr. 10 [URL 4] Trávník na střeše (LAD 2-1)



MINKE (2001) uvádí čtyři různé druhy společenstev rostlin:

- **Společenstva mechu a rozchodníku**

Pro výšku substrátu 3-5 cm, tato kombinace je možná na lehkých střeších např. na stadionech nebo továrních halách. Vzhledem k malé výšce substrátu se používají hotové rohože, které již tvoří mech doplněný rozchodníky. Do uvedené skupiny patří např. rozchodník ostrý (*Sedum acre*), ostřice nízká (*Carex humilis*), rohozub nachový (*Ceratodon purpureus*), prutník stříbřitý (*Bryum argenteum*) atd.

- **Společenstva rozchodníku, kombinace rozchodníku, bylin a trav**

Pro výšku substrátu 5-8 cm, při této tloušťce je možné pěstovat nejčastěji rozchodníky, lze pěstovat i trvalky. Rozchodníky a netřesky náleží k sukulentům, hodí se proto na zvláště suchá místa. Při stálé vlhkosti dominují trávy. Tuto skupinu tvoří rozchodník bílý (*Sedum album*), kostřava ovčí (*Festuca ovina*), písečnice douškolistá (*Arenaria serpyllifolia*), hvozdík kropenatý (*Dianthus deltoides*), česnek žlutý (*Allium flavum*), atd.

- **Společenstva bylin**

Pro výšku substrátu 12-15 cm, u této skupiny jsou ideální zakrslé keřky vřesu obecného (*Calluna vulgarit*) a vřesovce čtyřřadého (*Erica tetralin*). Jednotlivě se může použít kručinka (*Genista*) a jalovec (*Juniperus*). U těchto rostlin je vhodná písčité a chudá půda na živiny. Na střešní zahradě obohacují vzhled, i když vytváří nízký nepříliš hustý polštář.

- **Společenstva divokých trav, kombinace trav a bylin**

Pro výšku substrátu 14-18 cm, tato kombinace společenství rostlin vytváří nejhustější zelenou rozsáhlou plochu, tím je možno získat výbornou tepelnou izolaci, v letních měsících ochranu před teplem a zajistit čištění vzduchu. K těmto účelům se nejlépe hodí např. kostřava červená (*Festuca rubra genuina*), lipnice luční (*Poa pratensis*), ostřice prstnatá (*Carex Digital*), kavyl péřitý (*Stipa pannata*) atd.

Všechny tyto typy ozelenění jsou vhodné na extenzivní ozelenění.

5. SKLADBA VRSTEV

S návrhem vegetačních střešů je nutností provedení posouzení nosné střešní konstrukce, kdy může vyvstat potřeba zesílit nosnou konstrukci na plánovanou realizaci střešní zahrady a přizpůsobit ji tloušťkám vrstev na únosnou mez.

(BOHUSLÁVEK a kol. 2009)

5.1 Hydroizolace a ochrana proti prorůstání kořenů

První vrstvou je hydroizolační vrstva střešního pláště, která rovněž slouží i jako ochranná vrstva proti prorůstání kořínků. Při použití asfaltových pásů a zvláště utěsněných spár je nutné instalovat samostatnou ochrannou vrstvu. Místa přeložení pásů a fólií se zajišťují horkovzdušným a vysokofrekvenčním svařováním.

Hydroizolační vegetační střešy jsou namáhány tlakovou vodou, a proto je třeba dimenzovat, aby tomuto hydrofyzikálnímu namáhání odolávali. Hydroizolace musí být odolná vůči prorůstání kořenů vegetace, aby nedošlo k trvalému porušení.

Ochranné pásy proti prorůstání kořínků mohou být z těchto materiálů:

- Asfaltové svařované pásy

- Polymerbitumenové a elastomerbitumenové pásy
- PVC pásy z měkkého PVC
- Polyetylenové pásy z chlorovaného polyetylenu
- Polyolefinové pásy z tkaniny kaširované polyolefinem
- Pásy ECB (etyl-copolymer-bitumen)
- Pásy z etyl-propylen-terpolymerového kaučuku
- Kapalná těsnění s polyuretanem nebo polyesterovou pryskyřicí.

(BOHUSLÁVEK a kol. 2009; MINKE 2001)

5.2 Ochranná vrstva

Nad ochrannou vrstvou proti prorůstání kořínků se vkládá ochranná vrstva, zejména když je podklad nerovný nebo hrubý. K tomuto účelu se používá rouno. U zesílených 2 mm silných kaširovaných hydroizolačních pásů není potřeba rouno používat.

U intenzivního ozelenění, kde majitel bude střešní plášť zatěžovat mechanicky, je vždy nutné použít ochrannou vrstvu proti poškození. K těmto účelům se může použít rouno v minimálním množství 300g/m².

Jako další k ochraně před poškozením se používají:

- výrobky z recyklovaných umělých hmot nebo rouna z jogurtových kelímků
- pletené rohože kaširované rounem
- rohože z pěnových vloček
- polyetylenová a polyuretanová rouna
- textilní rohože z recyklovaného vlákna.

Výrobky tohoto druhu mají také jistý drenážní účinek.

(MINKE 2001)

5.3 Drenážní vrstva

Drenážní vrstva má za úkol odvádět přebytečnou vodu ke střešním vtokům a do určité míry také vodu absorbovat.

Stanovená minimální tloušťka drenážní vrstvy musí být dodržena ve všech bodech. Zabudováním dalších vrstev nesmí být ovlivněna její správná funkce (stlačení, vyplnění vzduchových mezer).

Volba materiálu a dimenzování vrstvy jsou závislé na nárocích rostlin a na nosnosti konstrukce. Materiál musí být odolný vůči biologické korozi a schopen odolávat zatížení vrstev nad sebou. Přidáním dalších vrstev nesmí dojít ke stlačení drenážní vrstvy nebo k vyplnění vzduchových mezer.

Materiály vhodné pro drenážní vrstvy se rozdělují do následujících skupin:

Sypké materiály:

- štěrkopísek, štěrk
- láva, pemza
- keramzit a expandit drcený nebo nedrcený
- cihlová drť
- expandovaná břidlice.

Drenážní desky nebo rohože:

- strukturované rohože z plastu nebo z pryže
- tvarované plastové desky, fólie (nopové) s perforacemi v horní ploše
- tvarované desky z pěnových plastů
- mezerovité desky/rohože z pěnových plastů.

U drenážní vrstvy ze sypkých materiálů je požadována schopnost akumulovat vodu, což splňují minerální materiály s otevřenými póry. Zrnitost sypkých materiálů by měla být rozmanitá s horní hranicí až 16 mm.

(BOHUSLÁVEK a kol. 2009, MINKE 2001)

Drenážní vrstva u střech plochých a střech s mírným sklonem

U tohoto typu střech se drenážní vrstva pokrývá rounem, které je chrání před propadáním substrátu. Nevýhodou zůstává, že při oddělení substrátu a drenážní vrstvy rounem visí někdy prorostlé kořeny ve vodě nebo jsou vzdušné kořeny zase na suchu. Obojí mnoha rostlinám škodí, brání jim to v růstu, nejvíce trpí trávy.

Drenážní vrstva u šikmých střech

U šikmých střech není toto opatření zpravidla nutné, neboť drenážní účinek je vlivem spádu střech zesílen. Promísení substrátu a drenážního materiálu má dokonce výhody: je menší nebezpečí sesuvu substrátu z drenážní vrstvy a pro kořeny se vytvoří prostředí s vyrovnanou vlhkostí. (MINKE 2001)

5.4 Filtrační vrstva

Filtrační vrstva zamezuje, aby se proplachované jemné půdní částice ze substrátu nebo hydroakumulační vrstvy dostaly do drenážní vrstvy. Tímto se zamezuje zanášení drenážní vrstvy, namáhání kapacity odvodňovacích prvků a úbytku substrátu.

Filtrační vrstva musí dobře propouštět vodu a materiály odolné vůči biologické korozi. U vegetačních střech se používají netkané nebo tkané textilie – geotextilie. Vlákna se skládají z různě dlouhých vláken spojených mechanicky, chemicky, tepelně nebo jejich kombinací.

Plošná hmotnost je nejméně 100 g/m². Nejčastěji však leží v rozmezí 100 až 200 g/m². U vegetačních střech s vyšším sklonem a s vyšší vrstvou zeminy je použito materiálů o větší plošné hmotnosti, aby se zabránilo deformaci textilie, zajistila se větší pevnost v tahu a zlepšení mechanických vlastností. Rovněž je zapotřebí zajistit, aby se zachytili vyplavené částice ve velkém množství.

Filtrační vrstva se pokládá na drenážní vrstvu nebo je součástí vyrobených drenážních vrstev. Přesahy textilií se pokládají okolo 10 cm, u profilovaných drenážních fólií jsou doporučené přesahy až 15 cm. Na okrajích se vyvádějí k hornímu povrchu substrátu. Do jednoho týdne je nutné položené materiály zasypat, neboť nejsou odolné proti UV záření, a rovněž by měly být zajištěny proti větru.

(BOHUSLÁVEK a kol. 2009)

5.5 Hydroakumulační vrstva

Hydroakumulační vrstva svou funkcí zajišťuje na vegetačních střeších nejnutnější množství vody pro růst rostlin, a omezuje průtok dešťových vod při náhlých intenzivních deštích. Významem hydroakumulační vrstvy je zadržování srážkové vody, která se zvětšuje se snižující se tloušťkou substrátu. Použité materiály musí být odolné vůči biologické korozi.

Vrstvy mohou být tvořeny:

- sypkými nasákavými materiály - drceným keramzitem. Rozdrcením se odhalí vnitřní pórovitá struktura zrn, která je mnohem nasákavější než slinutý povrch zrn
- hrubovláknitou rašelinou - nejčastější materiál. Nevýhodou je vysoké pH, kterým zvyšuje kyselost okolních vrstev, zejména substrátu. Jednou z dalších nevýhod je její omezená trvanlivost – jedná se o organický materiál, který postupně ze střechy ubývá
- hydrofilními deskami nebo rohožemi z minerálních vláken – jejich výhodou je rychlost pokládky
- netkanými textiliemi – použití jedné, anebo více vrstev o větší plošné hmotnosti. Při nízkých sklonech vegetačních střeš lze použít výhradně spolu s drenážní vrstvou
- deskami z nasákavých pěnových plastů - voda je v nich zadržována díky profilaci a dále díky vlastní nasákavosti
- profilovanou plastovou fólií s perforacemi - v horním povrchu může plnit hydroakumulační i drenážní funkci. Voda prosakující substrátem a filtrační vrstvou se hromadí v nopech. Při úplném naplnění odtéká přebytečná voda otvory v horním povrchu fólie a spoji mezi deskami fólie. Nopy se doporučují vyplnit hrubozrnným materiálem, aby nedošlo k ponoření filtrační textilie do vody, pak hrozí snížení její funkčnosti. Zároveň se tímto opatřením vytvoří podklad s dostatečnou nosností pro realizaci dalších vrstev.

U většiny výrobců najdeme ve výrobním sortimentu nopových fólií výšku profilů (nopů) 20 – 25 mm, 40 mm a 60 mm.

- zvýšením střešního vtoku lze zajistit akumulaci vody vytvořením souvislé hladiny vody v drenážní vrstvě na celé ploše střechy. Pro drenážní vrstvu je nutné použít sypké nasákové materiály. Musí být zajištěn dostatečný prostor nad maximální hladinou akumulované vody, aby nedocházelo k zaplavení substrátu. Realizaci je rozumné praktikovat jen na nízkých sklonech. Pro pokrytí celé plochy střech s velkým sklonem by byla nezbytná velká vrstva vody a tedy i drenážní vrstvy. Uvedené použití by vedlo k vysoké výšce skladby, vysokému zatížení atd.

(BOHUSLÁVEK a kol. 2009)

5.6 Vrstva substrátu pro pěstování rostlin

Založením vegetační střechy a pěstování rostlin ve stabilně nosných konstrukcích je důležité, aby substrát byl co nejlehčí s možností drenáže, kdy kořeny dospělých rostlin vyžadují přiměřený prostor. Mnoho rostlin dává přednost dobré kompostové zemině v případě, že se rostliny pěstují v nádobách nebo jinak vybudovaných konstrukcích.

(BROOKES 1993)

Vrstva substrátu a jeho složení musí odpovídat požadavkům při plánování vegetační střechy. Typy substrátu se mezi sebou liší objemovou hmotností, propustností [mm/min.] a maximálním obsahem vody [% obj.].

Substráty obecně mají dvě základní složky:

- anorganickou (minerální)
- organickou (humus).

Substrát musí být propustný pro vodu, aby nedocházelo k tvorbě kaluží na jeho povrchu.

U střešních substrátů se sleduje:

Plná vodní kapacita v zabudovaném stavu (tj. procento objemu, které může zaujmout voda).

- pro suchomilné rostliny $\geq 35\%$ objemu
- pro ostatní rostliny $\geq 45\%$ objemu.

Nedostatečná vodní kapacita substrátu vede k jeho vysychání, způsobuje omezený vývoj a nepravidelný vzrůst rostlin.

Obsah vzduchu

- pro suchomilné rostliny $\geq 25\%$ objemu
- pro ostatní rostliny $\geq 20\%$ objemu.

Pozn.: Obsah vzduchu substrátu na vegetačních střeších by neměl při plném nasycení vodou klesnout pod 10% objemu.

Hodnota pH

- pro suchomilné rostliny 6,5 – 9,5
- pro ostatní rostliny 5,5 – 8,0.

Obsah soli

- pro suchomilné rostliny $\leq 3,5$ g/l
- pro ostatní rostliny $\leq 2,5$ g/l.

(BOHUSLÁVEK a kol. 2009)

5.6.1 Obsah klíčivých semen a plevelů

Výchozí materiály pro vegetační substráty by neměly obsahovat žádná semena, žádné živé rostliny nebo regenerace schopné rostlinné části, zejména části kořenových plevelů. U všech substrátů musí být zajištěna ochrana již při výrobě a následně při meziskladování před zanesením jiných semen.

(BOHUSLÁVEK a kol. 2009)

5.6.2 Pokládání substrátu

Pokládání substrátu se nejčastěji provádí rovnoběžně s vrstvami ležícími pod ním, pokud není uvažováno o modelaci povrchu. Požadovaná minimální tloušťka vrstev se musí ve všech bodech dodržet. Půdní profil se rovnoměrně hutní po

vrstvách. Tím vzniká prostředí, které je schopné vést kapilární vodu. Při vyměřování požadované výšky je nutné zohlednit počáteční sednutí.

Položený substrát se udržuje vlhký, aby se zamezilo vyschnutí povrchu a odváti větrem. Interval mezi pokládkou substrátu a osázením vegetací, který je časově delší jsou potřebná další opatření k ochraně před erozí (ochranné textilie zajištěné proti sání větru).

(BOHUSLÁVEK a kol. 2009)

5.6.3 Druhy substrátů

Substrát - nosná vrstva, ve které se zakořeňují rostliny. Je zdrojem zásoby živin a vody, musí být dostatečně pórovitá a umožňuje kořenům zachycení.

Pro ozelenění chudou trávou, divokými bylinami a rozchodníkem platí, že substrát nesmí obsahovat mnoho humusu. Ornice nesmí být příliš těžká (jílovitá), přidává se písek ke zlehčení. K odlehčení se hodí i pemza, láva, expandované břidlice, drcený keramzit a recyklovaný materiál z cihel a pemzy.

Jako vhodný substrát některé firmy používají pouze směsi z minerálních sypkých hmot, expandovanou lávu a pemzu, neboť jsou výhodné pro transport a montáž. Nevýhodou této směsi je, že obsahuje malé množství živin a vegetace se rozvíjí velmi pomalu.

(MINKE 2001)

5.6.4 Hnojiva

Hnojiva - látky obsahující živiny pro výživu kulturních rostlin, pro udržení nebo zlepšení půdní úrodnosti. Substrát nemá obsahovat nadbytečné množství hnojiv, aby nedocházelo k zatížení životního prostředí vyplavování.

Hnojení následuje většinou po ozelenění, doporučenými hnojivy. Používají se převážně vícesložková hnojiva, která obsahují základní živiny N - dusík, P - fosfor a K - draslík ve stanovených poměrech. Poměry jsou upraveny pro jednotlivé skupiny rostlin .

Hnojiva - zpravidla jsou doplněna o tzv. mikroprvky (Ca, Fe, Mg, B, Zn, Mn a další), které působí specificky. Např. u suchomilné vegetace jsou důležité pro vytvoření pěkného květenství, zdárné přezimování apod.

Speciální hnojiva - používaná pro nejmenší vrstvy substrátu jsou granulovaná, rozpouštějí se postupně přibližně asi 3-8 měsíců. Vegetace využívá postupně uvolňované živiny. Rychle rozpustné hnojivo je z malé vrstvy substrátu v krátké době vyplaveno.

(BOHUSLÁVEK a kol. 2009)

5.7 Technické části

5.7.1 Zajištění substrátu proti sesuvu

Střechy s větším sklonem – vznik nebezpečí sesuvu substrátu.

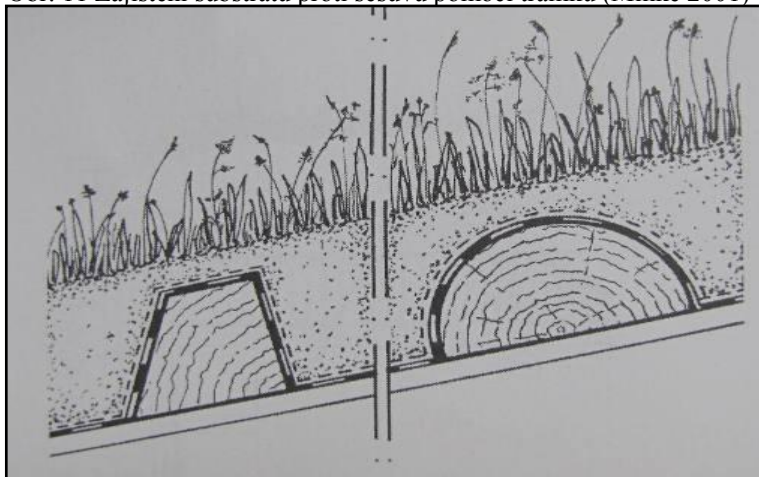
Opatření proti sesuvu závisí na těchto faktorech:

- sklonu střechy
- délce šikmé střechy
- tloušťce substrátu
- soudržnosti substrátu
- míře prokořenění.

U zatravněných střech z divokých trav a bylin s 15 cm vysokým soudržným substrátem, bez drenážní vrstvy jsou opatření proti sesuvu nutná až při sklonu střechy, která činí 20° a více. Pokud vegetace nevytvořila dostatečnou spleť kořenů, jsou nutná opatření proti sesuvu již při sklonu 15°.

Velmi účinným opatřením je uložení trámků pod střešní plášť, čím strmější střecha tím musí být menší rozestupy trámků. U kratších střech je možné uložit do substrátu rošty ze střešních latí, během několika let se rozpadnou, ale kořeny hustě prorostou a tím substrát zpevní.

Obr. 11 Zajištění substrátu proti sesuvu pomocí trámků (Minke 2001)



U střechy od 15-25° s menší tloušťkou substrátu stačí pevné rouno v tahu nebo zubaté rohože vyztužené tkaninou jen v případě, že jsou pevně uchyceny na hřebeni střechy.

V případě ozelenění střech předpěstovanými travními koberci nebo vegetačními rohožemi se riziko zřícení zeminy zmenšuje.

U střech s větším sklonem než 30° se jako nejlepší řešení proti sesuvu osvědčilo spojení přes hřeben s protilehlou stranou.

Kromě toho jsou nutná vegetačně technická opatření při osevu: stabilizace substrátu pomocí lepidel, alginátů nebo použití hotových vegetačních rohoží.

Strmé střechy se sklonem větším než 40° je možné ozelenit, jen když je použita speciální konstrukce a provedení (viz. kapitola 3.5).

(MINKE 2001)

5.7.2 Zatížení střechy

Každá střecha má určitou nosnost, jejíž mez se nesmí překročit. Před realizací ozelenění střechy je nutné mít posudek odborníka, který výpočtem zjistí, jak je možné střešní konstrukci zatížit, aby nedošlo k deformaci či zhroucení objektu. Hodnota únosnosti se uvádí v kN/m².

Čím bude vegetační vrstva silnější, tím bude zatížení střechy větší. Vždy je nutné nezávisle na výšce zeminy, započítat také izolační vrstvy. U projektovaných

objektů lze střešní konstrukci dimenzovat v závislosti na vybraném druhu střešní vegetace.

Pro bezpečnost střechy se počítá i se zatížení sněhem, které se za normálních podmínek pohybuje okolo 70 kPa. K ozelenění střech se používají substráty zvláště přizpůsobené stanovištním podmínkám s nízkou měrnou hmotností (viz. kapitola 4.6.3). Půdní substráty vhodné pro extenzivní zeleň mají zatížení 1,0 kPa při výšce vrstvy 1 cm.

Hmotnost substrátu se vypočítává při nasycení vodou. Při plně nasyceném stavu je hodnota 12-14 kg/cm tloušťky, běžná zemina při nasycení vodou může mít hmotnost až 16,5-18 kg/cm tloušťky vrstvy.

(MINKE 2001; BOHUSLÁVEK a kol. 2009; WERK, MEHL 1993)

Tab. 1 Zatížení drenážními vrstvami při plně nasyceném stavu (BOHUSLÁVEK a kol. 2009)

Materiál	Velikost zrna	Plošné zatížení tloušťka vrstvy		Uvažovaná objemová hmotnost
	[mm]	[kg/m ²]	[kN/m ²]	[kg/m ³]
Štěrkopísek	4/8-8/16	16-18	0,16-0,18	1600-1800
Láva	1/5-4/12	11-14	0,11-0,14	1100-1400
pemza čištěná	2/4-4/12	7-8	0,07-0,08	700-800
pemza nečištěná	2/4-4/12	11-12	0,11-0,12	1100-1200
keramzit nedrcený	4/8-8/16	5-6	0,05-0,06	500-600
expandovaná břidlice nedrcená	4/8-8/16	6-8	0,06-0,08	600-800
keramzit drcený	2/4-4/8	6-8	0,06-0,08	600-800
expanzovaná břidlice drcená	2/4-4/11	6-8	0,06-0,08	600-800
desky z minerální vlny		8-10	0,08-0,10	800-1000

Tab. 2 Zatížení substrátu při plně nasyceném stavu (BOHUSLÁVEK a kol. 2009)

Druh substrátu	Plošné zatížení tloušťka vrstvy		Uvažovaná objemová hmotnost
	[kg/m ²]	[kN/m ²]	[kg/m ³]
jílovitominerální substrát	9,00	0,09	900
Rašelina	9-11	0,09-0,10	900-1100
Zemina	16,5-18	0,17-0,18	1650-1800
DEK RNSO 80	8,5	0,085	850
střešní substrát DEK S 300	9,5	0,095	950
substrát travníkový DEK TR 100	8,5	0,09	850

5.7.3 Odvodnění

Odvodnění střech se navrhuje v souladu s normou DIN 1986. Dle této normy se u odvodnění používají koeficienty odtoku srážkové vody (hodnota φ) pro jednotlivá ozelenění:

- intenzivní: $\varphi=0,3$
- extenzivní s tloušťkou nástavby od 10 cm: $\varphi=0,3$
- extenzivní s tloušťkou nástavby pod 10 cm: $\varphi=0,5$.

Dle společnosti FLL (1996) jsou hodnoty pro zelené střechy poněkud odlišné:

- tloušťka nástavby pod 10 cm: $\varphi=0,5$
- tloušťka nástavby pod 10-25 cm: $\varphi=0,3$
- tloušťka nástavby pod 25-50 cm: $\varphi=0,2$.

Střechy s větším sklonem a zvýšeným odtokem z povrchu je nutno počítat s $\varphi=0,7$. Uvedená hodnota platí pouze u malé vrstvy substrátu, kdy voda odtéká převážně z povrchu. Dle normy DIN 1986 je u betonové střechy se sklonem 3° hodnota $\varphi=0,8$.

(MINKE 2001)

BOHUSLÁVEK a kol. (2009) uvádí, že zelené střechy snižují odtok srážkové vody ze střech - zadržováním, čerpáním rostlinami, odparem a zpomalením odtoku přebytečné vody. To je hlavní přínos vegetačních střech, jenž má význam z hlediska:

- **ekologie** – zadržují vodu v území
- **odvodňovací techniky** – menší profil potrubí
- **ekonomie** – menší poplatky za vodu.

Součinitel odtoku dešťové vody se vypočítá dle ČSN EN 12056-3:

$$Q = i \cdot A \cdot C$$

Q – odtok dešťové vody [l/s]

i – intenzita deště [l/s.m²];

střechy a plochy ohrožující budovu zaplavením $i = 0,03 \text{ l/s.m}^2$

A – účinná plocha střechy [m^2]

C – součinitel odtoku [-]

(BOHUSLÁVEK a kol. 2009)

Uvedené údaje v tabulce uvádí hodnoty součinitele odtoku „C“ pro různé velikosti sklonu střech a různou výškou substrátu (dle FLL):

Tab. 3 Součinitele odtoku (dle FLL) (BOHUSLÁVEK a kol. 2009)

Tloušťka vrstvy substrátu	Sklon střechy do 15°	Sklon střechy větší do 15°
50 cm	0,1	-
25-50 cm	0,2	-
15-25 cm	0,3	-
10-15 cm	0,4	0,5
8-10 cm	0,5	0,6

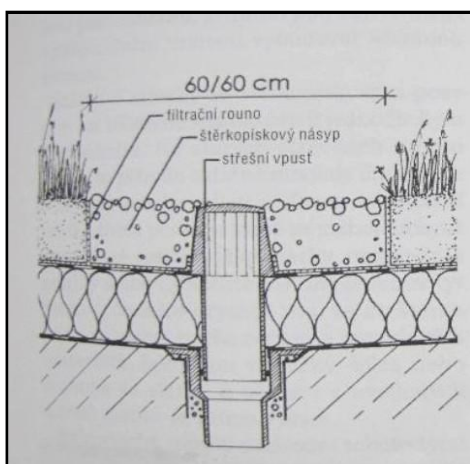
Odvodňovací zařízení

Musí zachytit a odvést přebytečnou vodu z drenážní vrstvy a dále odvést povrchovou vodu z vegetační vrstvy. Střešní vtoky se umisťují minimálně 0,5 m od atik a jiných konstrukcí.

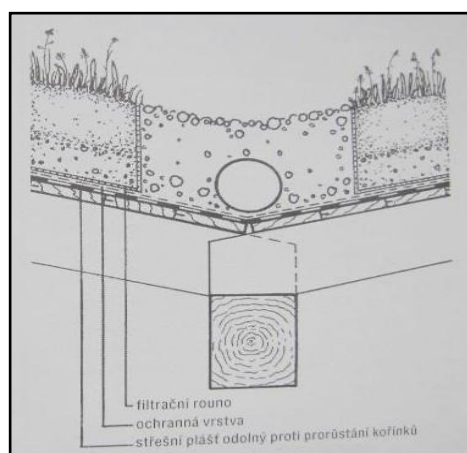
Kdykoliv přístupné střešní vtoky se provádějí bez zakrytí např. štěrkem. Jsou-li střešní vtoky uvnitř vegetačních ploch, na ochranu před nečistotami a vegetací, budují se kontrolní šachty. Vybudováním kontrolních šachet nesmí docházet k omezení odvodnění.

Jestliže jsou střešní vtoky mimo vegetaci, budují se ve štěrkovém pásu nebo s odtokovým nástavcem. Střechy s vyšším sklonem se odvodňují štěrkovými pásy, kde jsou zabudované drenážní trubky, okapy a podokapní žlaby. V případě střech s větším sklonem se počítá s vyšším povrchovým odtokem, s tím je spojené dimenzování drenáže a provedení okapu. Je rovněž nutné zamezit silnému růstu a převisu vegetace v oblasti okapu.

Obr. 12 Vnitřní odvodnění (MINKE 2001)



Obr. 13 Řešení odtoku ve střešním úžlabí (MINKE 2001)



5.7.4 Střešní průniky, spoje a okraje

U všech střešních izolací je nutné zajistit střešní průniky, neboť zde hrozí nebezpečí proniknutí kořenů do pláště střechy a tím k následné vlhkosti. Střešními průniky se rozumí odpady, žlaby, větráky, komíny, výstupy, světlíky, okna, antény, rovněž i čela štítů. Všem spojům je zapotřebí věnovat zvýšenou pozornost a rovněž je nutné dodržovat technické postupy a normy.

Napojení na stěny - stavební části vystupující nad horní hranu atiky by měly sahat 15 cm nad povrchem vegetační vrstvy, u střech se sklonem nad 5° postačuje 10 cm. U okapu se musí střešní krytina vyvést až přes vnější hranu, aby se vyloučilo pronikání vody do konstrukce.

U všech spojovacích prací se pracuje nejlépe z měkkých fólií z PVC, spoje se elasticky překryjí svárem s ochrannou fólií.

Okraj střechy - nad horní hranou vegetační vrstvy je nutné dodržet minimální vzdálenost 15 cm, pro zajištění izolace se podél vnějších okrajů doporučuje pás šterku nebo desek o šířce 30 až 50 cm. Ochranná rohož a fólie proti prorůstání kořenů se vyvede nahoru a mechanicky se musí upevnit. U okapového žlabu je nutné ponechat 5-10 cm volného prostoru.

(WERK,MEHL 1993)

5.7.5 Zásobení vodou a zavlažování

Vybudované střešní zahrady a následné nároky vegetace na vodu se řeší instalováním závlahových systémů. Pro stanovení množství potřeby závlahové vody je nutný výpočet.

Kvalita vody závlahových vod je stanovena normou ČSN 75 7143 – Jakost vody pro závlahu. Norma dělí klasifikaci vody dle ukazatelů do následujících skupin:

- **Fyzikální** – pach, teplota, barva, účinek nerozpuštěných látek na úrodnost půdy v závislosti na velikosti částic a jejich původu.
- **Chemické** – obsah všech rozpuštěných látek, obsah nežádoucích látek ve vodě posouzení vhodnosti vody pro závlahu s ohledem na množství a skladbu znečištění dostávajícího se do vody.
- **Biologické** – mikrobiologické, virologické, parazitologické.
- **Ukazatele radioaktivity** – celková objemová radioaktivita β , obsah ^{226}Ra , U a v případě potřeby i obsah dalších radioaktivních prvků.

Z hlediska doplňkových závlah se vody dělí na třídy:

I. třída – vody vhodné k závlaze

II. třída – vody podmíněně vhodné k závlaze

III. třída – vody nevhodné k závlaze

V případě použití pitné vody dle normy ČSN 75 7111 není nutná klasifikace jakosti vody.

Závlahy – intenzivní střešní zahrady jsou náročné na ošetřování a rovněž na zabezpečení dostatečného množství vody. K těmto účelům se používají různé způsoby závlahy.

Mikrozávlahy – po kapkách a mikropostřikem, jedná se o povrchové nebo pod povrchové dodávání vody v malém množství.

Lokalizované závlahy

- kapkové závlahy - dodávání vody po kapkách do kořenové zóny. Tato forma je nejnáročnější na kvalitu vody

- bodové závlahy - dodávání vody výtokem z otvorů o průměru 1,6-2,4 mm. Výtokové množství je větší než u kapkové. Tato závlaha je vhodná u sklonu střeš do 5°.

Mikropostřik

Jedná se o rozvod vody v potrubí s malým průměrem, kde jsou na konce umístěny rozstřikovače nebo mikropostřikovače.

- rozstřikovače – proud vody vytéká z výtryskové trubice, pak naráží na pevnou nebo rotující plošku. Poloměr zavlažované plochy je 3 m

- mikropostřikovače – zařízení, které se při otáčivém pohybu, vyvolaným úderem lopatky, reakční silou atd., rozstřikuje a zavlažuje prostor svého bezprostředního okolí, poloměr zavlažované plochy 3-7,5 m.

Další možné dodávání závlahy je podmok (gravitační závlaha), kdy se voda dostává k vegetaci pomocí difuze vzlinavosti s možností realizace při sklonech do 2°. Při zavlažování postřikem se voda čerpá pod tlakem do postřikovačů, zavlažují plochu v kruhu nebo výseči.

Zdroje vody

- vodovodní
- dešťová
- studniční.

Voda z vodovodu je dostupná pomocí připojení na systém, drahý způsob, voda musí být filtrována, upravovaná chlórem – nepříznivý vliv na některé rostliny.

Dešťová voda je vhodná pro rostliny, není tak studená ani tvrdá, nutnost mechanického čištění a kombinace z jiného zdroje (letní období).

U studniční vody je nutný rozbor (chemické složení), velké náklady na zřízení studny, čerpadla, možný nedostatečný přítok vody do studny.

(BOHUSLÁVEK a kol. 2009)

6. OVĚŘENÍ MOŽNOSTI APLIKACE ZELENÝCH STŘECH A ZELENĚ VÁZANÉ NA STAVEBNÍ KONSTRUKCE V NOVĚ BUDOVANÉ LOKALITĚ – HÁJ U DUCHCOVA

6.1 Charakteristika lokality

Obec Háj leží na úpatí Krušných hor v obklopení nejbližších měst Oseka a Duchcova. První písemné informace o obci Háj pocházejí r roku 1203 v tzv. zakládací listině oseckého kláštera.

Nadmořská výška obce kolísá mezi 244 – 350 m n. m. Obec má kolem 1000 obyvatel. (URL 5)

Ve změně č. 3 ÚPSÚ (Územní plán sídelního útvaru) se jedná o plochu označenou 3H9 o rozloze 7,0 ha s počítanou výstavbou 46 rodinných domů se 161 obyvateli. Poblíž území s plánovanou výstavbou se nachází dva rybníky. Podél silnice vedoucí do obce Jeníkov bude zelený pás široký 15-20 m s funkcí lokálního biokoridoru (stabilizační prvek) k zajištění ekologické stability.

Na protější straně přes silnici směrem k městu Duchcov navazuje lesní ekosystém.(URL 6)

Obr. 14 [URL 7] Vyznačení plánované výstavby, upraveno autorem



Nová budovaná lokalita 3H9 leží v klimatické oblasti T2 – teplý, mírně suchý. Hodnoty jsou uvedeny dle Quitta (Quitt, 1971):

- počet letních dní: 50 až 60
- počet dní alespoň 10°C: 160 až 170
- počet mrazových dní: 100 až 110
- počet ledových dní: 30 až 40
- průměrná teplota v lednu: -2 až -3
- průměrná teplota v dubnu: 8 až 9
- průměrná teplota v červenci: 18 až 19
- průměrná teplota v říjnu: 7 až 9
- počet dnů se srážkami alespoň 1 mm: 90 až 100
- srážkový úhrn ve vegetačním období: 350 až 400
- srážkový úhrn v zimním období: 200 až 300
- počet dnů se sněhovou pokrývkou: 40 až 50
- počet dní jasných: 120 až 140
- počet dnů zatažených: 40 až 50
- nadmořská výška území: 244 m n. m.

6.2 Výchozí stav

Na vyznačeném území bude postaveno 46 rodinných samostatně stojících domů s přístřeškem pro vozidla nebo garáží stojící samostatně vedle domu. Vzhledem k tomu, že se jedná o větší území nové zástavby, je návrhem řešení v této práci současně s dokončenou výstavbou provést ozelenění garážových přístřešků a samostatně stojících garáží. Tento návrh počítá s ozeleněním rovnoměrně na celém nově budovaném území, tak aby nedošlo k narušení krajinného rázu. Rovněž z důvodu estetického a v neposlední řadě funkčního.

Obr. 15 Pohled na ozelenění střech v nové lokalitě (vlastní návrh)



6.3 Možnosti realizace ozelenění

K ozelenění byly vybrány pouze garážové přístřešky a garáže, na nichž se navrhuje extenzivní ozelenění a to z důvodu menších nákladů na realizaci, nenáročných technických požadavků, jakož i nároků na ošetřování a údržbu.

Střechy objektů budou ploché se sklonem od 1° do 5° , vegetační vrstva nepřesáhne 10 cm, započítané zatížení sněhem s vegetačním souvrstvím bude cca do 100 kg/m^2 . K ozelenění byly vybrány rostliny s nízkým vzrůstem a nároky na údržbu.

Obr. 16 [URL 8] Vegetace na garáži (PB 11)



6.4 Technické řešení

Základním předpokladem k ozelenění střech zelení je dodržení všech doporučených postupů a to zejména navýšení nosnosti střešní konstrukce na zatížení, odvodnění přebytečné vody, ochrana střechy a použití produktů, které splňují stavebně technické požadavky. Doporučuji veškeré práce nechat provést odbornou firmou.

Při zpracování technického řešení byly použity technické prvky a materiály od firmy Optigreen.

- **Hydroizolace** – u střešních konstrukcí z betonu, profilovaného plechu nebo dřeva s hydroizolací. U přístřešků a garáží většinou bez tepelné izolace. Od sklonu 3° je nutné hydroizolaci fixovat proti sjíždění.
- **Kořenovzdorná fólie** Optigreen 0,8 mm.
- **Ochranná vrstva** – separační, ochranná a vodoakumulační textilie Optigreen typ RMS 300. Materiál textilie tvoří recyklát z umělých vláken o tloušťce cca 2,8 mm. Plošná hmotnost je 300 g/m² se schopností držet vodu 2 l/m². Tato textilie chrání kořenovzdornou hydroizolaci nebo kořenovzdornou fólii Optigreen před poškozením.
- **Drenážní nopový panel** Optigreen typ FKD 25 – zabezpečuje rychlý odtok přebytečné vody a zabraňuje hromadění vody. Jmenovitá tloušťka je 25 mm, plošná hmotnost 1,35 kg/m
- **Filtrační textilie** Optigreen typ 105. Materiál z polypropylenu o tloušťce 1,1 mm a plošné hmotnosti 105 g/m². Textilie zabraňuje splavování materiálu do drenážního systému při současné vysoké propustnosti. Propustnost vody svisle k rovině činí 130 l/m²s.
- **Extenzivní substrát** Optigreen typ E – substrát určený pro jednovrstvé extenzivní skladby, velký objem pórů. Substrát se skládá z lávy, pemzy, kompostované kůry a zeleného kompostu.
- **Osivo a rostliny** – směs osiva typu A. Osvědčená a vyladěná směs mnoha druhů bylin a trav. Při zakládání je navrženo použít i řízky rozchodníků 50 g

pro rychlý rozvoj vegetace. Vegetace se do roka rozroste na 60 až 80 % plochy. Při využití výsadby předpěstovaných suchomilných rostlin v balech, které je dražší a pracnější se dosáhne finálního vzhledu mnohem dříve. Výběr vhodných rostlin je uveden v příloze č.

- **Štěrkový pás** – v případě použití kontrolní šachty Optigreen a okrajů střechy se zřizuje štěrkový pás o šířce 30 až 50 cm a tloušťce 16 až 22 mm bez vegetace.
- **Zavlažení** – po vysetí a rozmístění řízků rozhodníků je nutné plochu zavlažit. Ve fázi klíčení a kořenění se zavlažuje cca 3 týdny, aby byl substrát vlhký, pak jen při dlouhodobém suchu.
- **Stanoviště** – jako nevhodnější pro extenzivní zelené střechy je sluneční poloha. Rozhodující je vhodný výběr rostlin, potom může být poloha v polostínu nebo ve stínu. Základním předpokladem je, že v ploše nesmí zůstat voda.
- **Následná péče** – hnojení se provádí na jaře např. 50 g/m² Optigreen-Onticote. Na podzim se provádí prohlídka a sestřížení vysokých rostlin, odstranění nežádoucího porostu, kontrola funkčnosti odvodňovacích prvků. Odstranění rostlin na okrajích, kdy je nebezpečí zarůstání pod kořenovzdornou fólii.

(URL 9)

7. ZÁVĚR

Příroda poskytuje podmínky pro život, přesto člověk přírodu někdy i bezohledně zmenšuje nebo omezuje, aby si rozšířil svůj prostor zejména výstavbou dálnic a silnic, u obchodních center dochází ke zničení vegetace vybudováním parkovišť. Intenzita využívání dopravních prostředků, zejména osobních automobilů, roste a zvyšuje se hustota zástavby a množství zpevněných ploch. Následkem toho vzniká velké znečištění, prašnost, dochází k přehřívání silnic, betonových ploch a střech, při srážkách dochází k rychlému odtoku dešťových vod do kanalizace. Člověk si uvědomuje, že možnosti ke zlepšení životního prostředí ve městech jsou omezené, ve městech již zpravidla nejsou žádné prostory pro vytvoření parků a jiných odpočinkových zákoutí. Přestože se staví v mnoha městech na veřejných prostranstvích různé fontány a vodotrysky jako lapače nečistot a zvlhčovače vzduchu, hodnotím tuto snahu jen jako minimum, co se pro zlepšení prostředí měst musí udělat.

Zhoršené životní podmínky většinu z nás nutí k zamyšlení o důležitosti zeleně v městských čtvrtích a zejména v místech, které jsou pevně spjaty s naším životním prostorem určeným k bydlení, odpočinku a relaxaci.

V této práci jsem se zabýval tématem ozelenění střešních konstrukcí. Vytvoření vegetačních střech a zahrad v obytných územích, u obchodních domů nebo u zábavných parků je jednou z možností, která by svým charakterem a uspořádáním vyhovovala potřebám uživatelů nebo návštěvníků z ekologického i psychického hlediska. U staveb jsou rovněž důležitá estetická, účelová a ekologická hlediska. Zahrada s pergolami a jinými zahradními prvky tvoří spolu s obydlím jeden celek, vhodné začlenění do prostoru může zvýraznit charakter stavby.

V této bakalářské práci jsou v jednotlivých částech popsány ostatní vegetační střechy, vertikální zeleň na fasádách, druhy pergol, další stavební konstrukce a výběr vhodných rostlin.

K ozelenění střech a zeleně vázané stavební konstrukce ve vybrané lokalitě v Háji u Duchcova jsem shromáždil dostatek podkladů a konkrétním návrhem jsem vytvořil předpoklady pro ozelenění plánované výstavby nové čtvrti s obytnými domy.

Po vyhodnocení všech získaných informací jsem se rozhodl k variantě pro extenzivní ozelenění střech za použití podkladů společnosti Optigreen. Návrh byl zpracován z hlediska technického i vegetačního. V návrhu jsou uvedeny vhodné rostliny, substrát a následná další péče.

SEZNAM DOPORUČENÉ LITERATURY

1. BOHUSLÁVEK, Petr; HORSKÝ, Vladimír; JAKOUBKOVÁ, Štěpánka. *Vegetační střecha a střešní zahrady: Skladby a detaily - únor 2009, konstrukční, technologické a materiálové řešení*. Vyd.2. Praha: DEKTRADE a.s., 2009. 71 s. ISBN 978-80-87215-05-0.
2. BROOKES, John. *Všechno o zahradě*. Vyd.2. Praha: Fortuna Print, 2009. 288 s. ISBN 80-85873-09-5.
3. MINKE, Gernot. *Zelené střechy: Plánování, realizace, příklady z praxe*. Vyd.1. Praha: HEL, 2001. 92 s. ISBN 80-86167-17-8.
4. NOORDHUIS, Klaas T., 1949-. *Navrhování zahrad*. Praha: Rebo Productions s.r.o., 1997. 141 s. ISBN 80-85815-71-0.
5. OTRUBA, Ivar, 1933-. *Krásy anglických zahrad*. Brno: ERA group., c2005. 159 s. ISBN 80-7366-030-X.
6. PAVAS, Karel. *Pergoly*. Vyd.1. Praha: Grada, a.s., 2002. 113 s. ISBN 80-247-0284-3.
7. WERK, Klaus; MEHL, Ulrike. *Popínavé rostliny: domy, ploty, pergoly v živé zeleni a ozeleňování střech*. Vyd.1. Bratislava: Nezávislosť, 1993. 115 s. ISBN 80-85217-37-6.

INTERNETOVÉ ZDROJE

- URL 1: DAŇKOVÁ, Dana D. *Střecha jako zelená oáza* [online]. 2010-01-18 [cit. 2011-01-22]. Tvůj dům. Dostupné z WWW: <<http://www.tvujdum.cz/dum-stavba/stavba-rekonstrukce/strecha-jako-zelena-oaza.aspx>>.
- URL 2: GLADIŠOVÁ, Magdalena. *Zámek Lipník nad Bečvou* [online]. 2008 [cit. 2011-01-22]. Hrady.cz. Dostupné z WWW: <http://www.hrady.cz/data_g/2857/59641.jpg>.
- URL 3: Optigreen. *Reference systémové řešení Optigreen "Pro soukromé zákazníky"* [online]. 1999-09-12 [cit. 2011-02-20]. Optigreen zelené střechy. Dostupné z WWW: <http://www.optigreen.cz/References/img/PB17_G.jpg>.
- URL 4: Optigreen. *Reference systémové řešení Optigreen "Parková střecha"* [online]. 1999-09-12 [cit. 2011-02-20]. Optigreen zelené střechy. Dostupné z WWW: <http://www.optigreen.cz/References/img/LAD2-1_G.jpg>.
- URL 5: OuHaj.cz [online]. c1997 [cit. 2011-02-20]. Háj u Duchcova. Dostupné z WWW: <<http://www.ouhaj.cz/index.asp>>.
- URL 6: POSPÍŠIL, František, et al. *3. změna územního plánu sídelního útvaru Háj u Duchcova* [online]. Praha : [s.n.], 2010 [cit. 2011-02-14]. Dostupné z WWW: <http://www.ouhaj.cz/VismoOnline_ActionScripts/File.aspx?id_org=3652&id_dokumenty=79291&n=textova%2Dcast%2Dzmeny%2Dke%2Dstazeni%2Dve%2Dformatu%2Dpdf>.
- URL 7: Mapy. *Mapy.cz* [online]. c2005-10 [cit. 2011-02-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.mapy.cz/#mm=ZTtTcP@x=131497728@y=137885312@z=13>>.
- URL 8: Optigreen. *Reference systémové řešení Optigreen "Pro soukromé zákazníky"* [online]. 1999-09-12 [cit. 2011-02-20]. Optigreen zelené střechy. Dostupné z WWW: <http://www.optigreen.cz/References/img/PB11_G.jpg>.

- URL 9: Optigreen. *Zelená střecha: Nejdůležitější informace "Pro soukromé zákazníky"* [online]. 1999-09-12 [cit. 2011-02-21]. Dostupné z WWW: <<http://www.optigreen.cz/Private-customers/Zelene-strechy-4.html>>.
- URL 10: Optigreen. *Reference systémové řešení Optigreen "Lehká střecha"* [online]. 2009-06-05 [cit. 2011-02-26]. Optigreen zelené střechy. Dostupné z WWW: <<http://www.optigreen.cz/SystemSolutions/Light-weight-Roof-Layer1.html>>.
- URL 11: MRÁZEK, Tomáš. *Sedum reflexum L. – rozchodník skalní* [online]. 2009-07-23 [cit. 2011-02-27]. Botany. Dostupné z WWW: <<http://botany.cz/cs/sedum-reflexum>>.
- URL 12: HOSKOVEC, Ladislav. *Sedum album L. – rozchodník bílý* [online]. 2007-07-12 [cit. 2011-02-27]. Botany. Dostupné z WWW: <<http://botany.cz/cs/sedum-album>>.
- URL 13: PASEKA, Jiří. *Sedum hispanicum - rozchodník španělský* [online]. 2006-06-18 [cit. 2011-02-27]. Botany. Dostupné z WWW: <<http://botany.cz/cs/sedum-hispanicum>>.
- URL 14: FRANK, David. *Sedum sexangulare - rozchodník šestiřadý* [online]. 2008-09-18 [cit. 2011-02-27]. Botany. Dostupné z WWW: <<http://botany.cz/cs/sedum-sexangulare>>.
- URL 15: RAK, Lubomír. *Sedum spurium M. Bieb. – rozchodník pochybný* [online]. 2005-08-17 [cit. 2011-02-27]. Botany. Dostupné z WWW: <<http://botany.cz/cs/sedum-spurium>>.
- URL 16: Chládek zahradnické centrum. *Sedum floriferum 'Weihenstephaner Gold' - Rozchodník květonosný- Skalničky a trvalky* [online]. © 2007 - 2010 [cit. 2011-02-27]. Dostupné z WWW: <www.katalog-rostlin.cz/skalnicky-a-trvalky/Sedum-floriferum-Weihenstephaner-Gold-Rozchodnik-kvetonosny.html>.
- URL 17: HOSKOVEC, Ladislav. *Serpervivum montanum - netřesk horský* [online]. 2005-06-20 [cit. 2011-02-27]. Botany. Dostupné z WWW: <<http://botany.cz/cs/sempervivum-montanum>>.

URL 18: HOSKOVEC, Ladislav. *Sempervivum arachnoideum* - netřesk pavučinatý [online]. 2006-06-21 [cit. 2011-02-27]. Botany. Dostupné z WWW: <<http://botany.cz/cs/sempervivum-arachnoideum>>.

URL 19: HOSKOVEC, Ladislav. *Jovibarba globifera* - netřesk výběžkatý [online]. 2004-07-11 [cit. 2011-02-27]. Botany. Dostupné z WWW: <<http://botany.cz/cs/jovibarba-globifera>>.

SEZNAM PŘÍLOH

I – Suchomilné rostliny skupiny 1, vrstva substrátu 80-150 mm

II- Suchomilné rostliny skupiny 2, vrstva substrátu 100-150 mm

III- Systémové řešení Optigreen: „Lehká střecha“

IV- Vhodné rostliny na navrhovaném území k ozelenění plochých střech

PŘÍLOHA č. 1

Suchomilné rostliny skupiny 1 (pro substrátu 80-100 mm - rekapitulace (BOHUSLÁVEK a kol. 2009))										
NÁZEV ROSTLINY	VÝŠKA v cm	BARVA KVĚTU/LISTU	DOBA KVĚTU /měsíce/							
			3	4	5	6	7	8	9	10
Rozchodník bílý <i>Sedum album</i>	12	bílo/zeleno červená								
<i>Sedum floriferum</i>	10	žlutá/zelená								
<i>Sedum hybridum</i>	10-15	žlutá/zelená								
Rozchodník kamčatský <i>Sedum kamtschaticum</i>	20	žlutá/žlutozelená								
<i>Sedum ochroleucum</i>	20	žlutá/světle zelená								
<i>Sedum caucolicum</i>	25	červená/šedá								
<i>Sedum reflexum</i> (var. <i>Trip madam</i>)	15	žlutá/šedočervená								
<i>Sedum reflexum</i>	20	žlutá/šedivá								
Rozchodník šestihranný <i>Sedum sexangulare</i>	10	žlutá/zelená								
<i>Sedum spathulifolium</i>	6	žlutá/žlutozelená								
<i>Sedum spectabile</i>	40	růžová/šedá								
<i>Sedum spurium</i> (var. <i>Album superbum</i>)	15	bílá/sytě zelená								
<i>Sedum spurium</i> (var. <i>Fuldaglut</i>)	15	červená/tmavě červená								
<i>Sedum spurium</i> (var. <i>Schorbusen blut</i>)	15	růžová až červená/ zelenočervená								
<i>Sedum spurium</i> (var. <i>Rose</i>)	15	růžová/zelená								
<i>Sedum telephium</i>	40	červená/šedoželená								
Netřesky (v druzích) <i>Sempervivum hybridum</i>	15	růžová-červená/ zelená-růžová								
Kostřava <i>Festuca glauca</i>	25	světle hnědá/šedá								
Smělek <i>Koeleria glauca</i>	20	světle zelená/ modrozelená								

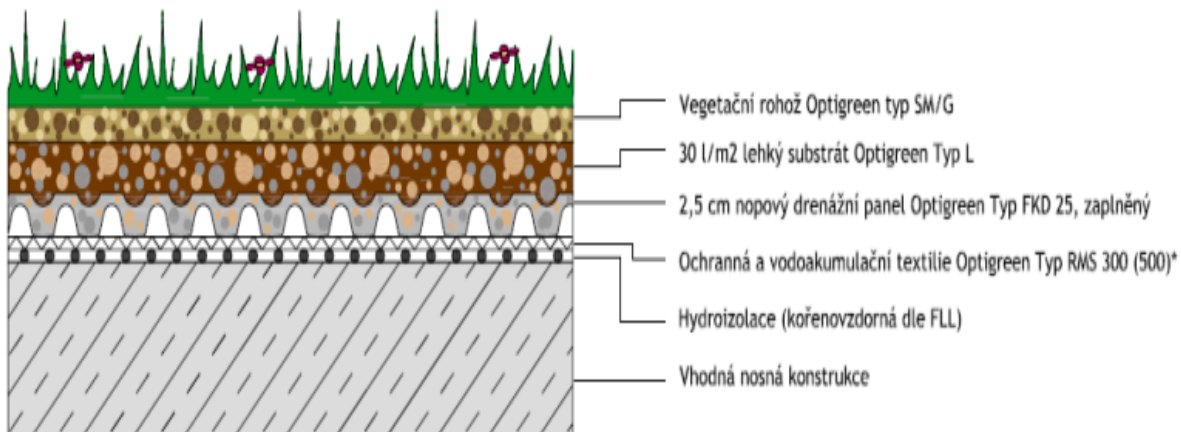
PŘÍLOHA č. 2

Suchomilné rostliny skupiny 2 (pro substrátu 100-150 mm - rekapitulace (BOHUSLÁVEK a kol. 2009))										
NÁZEV ROSTLINY	VÝŠKA v cm	BARVA KVĚTU/LISTU	DOBA KVĚTU /měsíce/							
			3	4	5	6	7	8	9	10
Hvozdík kartouzek <i>Dianthus carthusianorum</i>	30	červená/tmavě zelená								
<i>Dianthus deltoides</i>	15	červená/šedozeleá								
Rožec plstnatý <i>Cerastium tomentosum</i>	10	bílá/šedá								
Jestřábník chlupáček <i>Hieracium pilosella</i>	15	žlutá/tmavě zelená								
Třezalka mnoholistá <i>Hypericum polyphyllum</i>	15	žlutá/žlutozelená								
Levandule úzkolistá <i>Lavandula angustifolia</i>	40	fialová/šedá								
Dobromysl obecná <i>Origanum vulgare</i>	30	růžová/šedá								
Lomikámen (v sortách)										
<i>Saxifraga arendsii</i>	15	bílá-červená/zelená								
<i>Saxifraga aizoon</i>	25	bílá/světle zelená								
<i>Saxifraga paniculata</i>	20	bílá/zelená								
<i>Saxifraga umbrosa</i>	20	růžová/světle zelená								
Mateřídouška obecná (v sortách)										
<i>Thymus praecox</i>	10	růžová/zelená								
<i>Thymus serpyllum</i>	10	růžová/zelená								
Divizna <i>Verbascum phoeniceum</i>	50	žlutá/šedozeleá								
Mochna jarní <i>Potentilla verna</i>	10	žlutá/zelená								
Česnek (v druzích) Allium	30	různá								

PŘÍLOHA č. 3 [URL 10]

Systémové řešení Optigreen: „Lehká střecha“

Řešení 1: 0 - 5°



PŘÍLOHA č. 4

Obr. 17 [URL 11] *Sedum reflexum* -rozchodník skalní



Obr. 18 [URL 12] *Sedum album* L. – rozchodník bílý



Obr. 19 [URL 13] *Sedum hispanicum* - rozchodník španělský



Obr. 20 [URL 14] *Sedum sexangulare* - rozchodník šestiřadý



Obr. 21 [URL 15] *Sedum spurium* - rozchodník pochybný



Obr. 22 [URL 16] *Sedum floriferum* - rozchodník květonosný



Obr. 23 [URL 17] *Sempervivum montanum* - netřesk horský



Obr. 24 [URL 18] *Sempervivum arachnoideum* - netřesk pavučinatý



Obr. 25 [URL 19] *Jovibarba globifera* - netřesk výběžkatý

