

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví



DIPLOMOVÁ PRÁCE



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

studijní program: Stavební inženýrství
studijní obor: P - Projektový management a inženýring
akademický rok: 2014/2015

Jméno a příjmení diplomanta: Bc Jiří Karafiát
Zadávací katedra: Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví
Vedoucí diplomové práce: Ing. Václav Tatýrek, Ph.D.
Název diplomové práce: Zelené střechy v bytové výstavbě
Název diplomové práce
v anglickém jazyce: Green roof in residential building

Rámcový obsah diplomové práce: Zelené střechy, jejich rozdělení a hlavní komponenty
Návrh a ocenění skladeb zelených a plochých střech na konkrétním objektu
Náročnost provozu a údržby těchto střech a jejich možné využití
Ekonomické a neekonomické vyhodnocení navržených variant střech

Datum zadání diplomové práce: 22. září 2014 Termín odevzdání: 19. prosince 2014

Diplomovou práci lze zapsat, kromě oboru A, v letním i zimním semestru.


Pokud student neodevzdal diplomovou práci v určeném termínu, tuto skutečnost předem písemně zdůvodnil a omluva byla děkanem uznána, stanoví děkan studentovi náhradní termín odevzdání diplomové práce. Pokud se však student řádně neomluvil nebo omluva nebyla děkanem uznána, může si student zapsat diplomovou práci podruhé. Studentovi, který při opakovaném zápisu diplomovou práci neodevzdal v určeném termínu a tuto skutečnost řádně neomluvil nebo omluva nebyla děkanem uznána, se ukončuje studium podle § 56 zákona o VŠ č. 111/1998 (SZŘ ČVUT čl 21, odst. 4).

Diplomant bere na vědomí, že je povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.


.....
vedoucí diplomové práce


.....
vedoucí katedry

Zadání diplomové práce převzal dne: 30.9.2014


.....
diplomant

Formulář nutno vyhotovit ve 3 výtiscích – 1x katedra, 1x student, 1x studijní odd. (zašle katedra)

Nejpozději do konce 2. výuky v semestru odešle katedra 1 kopii zadání DP na studijní oddělení a provede zápis údajů do informačního systému fakulty KOS. (zadání v elektronické podobě zašlete na adresu zita.prostejovska@fsv.cvut.cz)

DP zadává katedra nejpozději 1. týden semestru, v němž má student DP zapsanou.

(Směrnice děkana pro realizaci stud. programů a SZZ na FSv ČVUT čl. 5, odst. 7)

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady (literaturu, projekty, SW atd.) uvedené v seznamu použitých zdrojů.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne: 18. 12. 2014

.....

Podpis

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Zelené střechy v bytové výstavbě

2015

Bc. Jiří Karafiát

Abstrakt:

Autor diplomové práce se zabývá problematikou výstavby a provozu zelených střech v porovnání se střechami klasickými. Jeho práce je zaměřena zejména na ploché střechy budované v městské bytové výstavbě. Cílem autora bylo navrhnout několik konkrétních variant opláštění plochých střech a tyto varianty mezi sebou porovnat a vyhodnotit. Při porovnání těchto skladeb byly uvažovány technické, ekonomické i ekologické parametry střech. Druhým cílem práce byl následný průzkum mezi širší veřejností. Výsledky vypovídají o pohledu veřejnosti na problematiku zelených střech, ochotě investovat do těchto konstrukcí a o jejich možném využití.

Klíčová slova:

Zelená střecha, plochá střecha, vegetace

Abstract:

The author of this thesis deals with the construction and operation of green roofs compared to conventional roofs. This thesis is particularly focused on flat roofs constructed in urban housing. The main aim of the author was to suggest a few specific variations of flat roofs and cladding of these variations between them to compare and evaluate. Technical, economical and environmental performance of roofs were considered while comparing these variations. The second objective of this thesis was to conduct a subsequent survey among the broader public. Results indicate the public view on the issue of green roofs, the willingness to invest in these structures and their possible use.

Key words:

Green roof, flat roof, vegetation

Poděkování

Tímto děkuji vedoucímu diplomové práce Ing. Václavovi Tatýrkovi, Ph.D. za cenné připomínky a rady při zpracování, Ing. Tomáši Fischerovi ze společnosti FASTRADE, s.r.o. za konzultace při návrhu skladeb. Dále děkuji panu Davidovi Černému ze společnosti Coleman S.I., a.s. a panu Jovicovi Miceskimu ze společnosti STAVOMAK, s.r.o. za pomoc při tvorbě rozpočtů.

Obsah

ÚVOD	9
1 HISTORIE ZELENÝCH STŘECH	10
1.1 Historie zelených střech ve světě	10
1.2 Moderní historie zelených střech	11
1.3 Novodobá historie zelených střech v ČR	12
2 DĚLENÍ ZELENÝCH STŘECH	13
2.1 dle typu vegetační vrstvy	13
2.2 Dělení dle sklonu střechy	14
3 FUNKCE A DŮVODY NAVRHOVÁNÍ ZELENÝCH STŘECH	15
3.1 Ekonomické funkce.....	15
3.2 Ekologické funkce.....	17
3.3 Urbanistická a krajinářská funkce	20
4 NEVÝHODY A RIZIKA ZELENÝCH STŘECH	21
5 BENEFIT ANALÝZA ZELENÉ STŘECHY V USA	22
6 VRSTVY VEGETAČNÍCH STŘECH	24
6.1 Spádová vrstva	24
6.2 Parotěsná vrstva	24
6.3 Tepelně izolační vrstva	24
6.4 Hydroizolační vrstva	25
6.5 Drenážní a hydroakumulační vrstva.....	25
6.6 Separační vrstva	26
6.7 Vegetační vrstva – substrát	26
6.8 Vegetační vrstva – rostliny.....	27
7 NÁVRH, OCENĚNÍ A POROVNÁNÍ SKLADEB PLOCHÝCH STŘECH	29
7.1 Zelená střecha extenzivní - lehká a ekonomická varianta.....	31
7.2 Zelená střecha extenzivní – ekologická přírodní střecha	35
7.3 zelená střecha intenzivní - pochozí parková střecha	39
7.4 Plochá střecha nepochozí - mechanicky kotvená varianta	43
7.5 Plochá střecha nepochozí - varianta zatížená kamenivem	46
7.6 Plochá střecha pochozí – varianta s dlažbou.....	49
Náklady na údržbu střechy:.....	51
8 SHRUTÍ VÝSLEDKŮ HODNOCENÝCH VARIANT PLOCHÝCH STŘECH	52

9	EKONOMICKÉ POROVNÁNÍ NAVRŽENÝCH STŘEŠNÍCH PLÁŠŤŮ.....	53
9.1	Investiční náklady	53
9.2	Náklady na údržbu	54
9.3	Náklady na opravy a rekonstrukce	54
9.4	Úspory energií.....	57
9.5	Stočné srážkových vod.....	57
9.6	Vyhodnocení ekonomického porovnání navržených skladeb.....	59
10	VÝPOČET NÁKLADŮ PRO KONKRÉTNÍ OBJEKT	61
10.1	Investiční náklady střech.....	62
	Varianta 1 – lehká, nepochozí zelená střecha	62
10.2	Provozní náklady bytů po dobu 30 let:	63
10.3	Vyhodnocení finanční efektivnosti	64
11	HODNOTOVÁ ANALÝZA NAVRHOVANÝCH STŘECH	65
11.1	Postup výpočtu efektivnosti	65
11.2	Klasifikační metoda	66
11.3	Hodnotová analýza zelené střechy	68
11.4	Hodnotová analýza klasické střechy	68
11.5	Vyhodnocení hodnotové analýzy	69
12	VYHODNOCENÍ DOTAZNÍKOVÉHO PRŮZKUMU.....	70
	ZÁVĚR.....	76
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	76

Úvod

Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. V první polovině teoretické části je stručně rozebrána historie ozelenění střech, též jsou uvedeny zásadní historické milníky ve vývoji zelených střech a příklady významných staveb zastřešených touto variantou střešního pláště. Dále se první polovina teoretické částí věnuje jejich základnímu dělení a jejich možnému využití.

Druhá polovina teoretické části rozebírá výhody a nevýhody zelených střech. Pro konkrétní ukázkou ekonomických výhod je využito překladu jedné z amerických benefit analýz, zabývající se problematikou zelených střech a zohledňující i jejich ekologické a urbanistické výhody. V závěru teoretické části jsou popsány jednotlivé vrstvy a použitelné materiály ve skladbě střešního pláště..

V úvodu praktické části je navrženo šest konkrétních skladeb zastřešení. Jedná se o tři varianty zelených střech, dvě varianty běžných plochých střech nepochozích a ploché střechy pochozí pokryté dlažbou. Ke každé skladbě je uveden technický řez s popisem a materiálovým složením. Následuje výpočet plošného zatížení na nosnou konstrukci a výpočet součinitele tepelného prostupu konstrukcí. Ke každé skladbě jsou také uvedeny vzorové rozpočty, obsahující investiční náklady 1 m² daného střešního pláště a provozní náklady spojené s jeho údržbou. Následně jsou všechny parametry navržených variant shrnuty v jednotné tabulce a slovně vyhodnoceny.

Praktická část pokračuje vyhodnocením ekonomické efektivnosti skladeb, ve které jsou započteny výše definované náklady a úspory plynoucí z jednotlivých vlastností střech. Toto hodnocení je následně aplikováno i na konkrétní objekt, u kterého je sledován vývoj cen bytů, při změně typu zastřešení. Druhá část vyhodnocení je tvořena hodnotovou analýzou, zohledňující i funkce a výhody zelených střech těžko finančně vyjádřitelné.

Závěrečná část práce se věnuje dotazníkovému průzkumu provedeného mezi širší veřejností a jeho následnému vyhodnocení.

1 Historie zelených střech

1.1 Historie zelených střech ve světě

Zelené střechy mají dlouhou historii sahající až k počátkům samotného stavitelství. Vegetace je jedním z nejstarších a nejsnáze dostupných materiálů používaných pro zakrytí střešní konstrukce ve snaze zlepšit její izolační vlastnosti. Historii lze z pohledu výstavby zelených střech rozdělit na dvě základní etapy. Nepochozí zelené střechy byly hojně využívány zejména v severských zemích. Na území dnešní Skandinávie lidé pokrývali domy drny ve snaze zlepšit tepelnou izolaci a akumulaci objektu, zároveň střecha dobře odolávala nepříznivým povětrnostním vlivům.



Obr. 1: Stavba zastřešená zelenou střechou, Norsko [12]

Ve druhé etapě, ve starověku, se vegetace na střechách začala využívat i při stavbě paláců. Zde se již jednalo o pochozí variantu zelené střechy. Jednou z prvních takových zmínek jsou Visuté zahrady královny Semiramis postavené v 8. st. před n. l. na klenbách paláců v Babylonu. Zde byly na kamenných odstupňovaných terasách pěstovány vzrostlé stromy a popínavé rostliny, kterým zajišťovaly vláhu důmyslně navržené zavlažovací systémy.

Zahrady, kromě izolační funkce, zároveň sloužily k relaxaci a odpočinku jejich majitelů, kteří se často báli opouštět bezpečí svých paláců. Střešní zahrady byly též součástí většiny paláců a patricijských domů ve starém Římě. K výstavbě zahrad na střeších vedla Římany vysoká cena pozemků a touha obohatit město o zeleň. Střešní zahrada byla ve starověku obecně symbolem luxusu a bohatství a do jisté míry si tuto prestiž zachovává i dodnes.



Obr. 2: Babylonské visuté zahrady [2]

Dalším popudem k osazování střech vegetací, a to i na našem území, byla pověra o rostlině *Sempervivum*, známé pod českým názvem Netřesk. Staří Čechové vysazovali tuto rostlinu na své domy s přesvědčením, že je ochrání před silným povětrím a blesky. Této rostlině na střeších hojně dařilo díky nízké potřebě přijímat vláhu, z tohoto důvodu je také rostlina hojně využívána na střeších s nízkou mocností zeminy i v dnešní době.

1.2 Moderní historie zelených střech

Další vývoj zelených střech ovlivnil, stejně jako celé stavebnictví, přelomový rok 1867. Vynález železobetonu napomáhá realizaci zelených střech v pravém slova smyslu. Řeší zejména statické problémy spojené s vyšší hmotností těchto střech a prodlužuje životnost celé stavby. „Od počátku 20. století začínají být střešní zahrady urbanistickou koncepcí měst. Ve třicátých letech minulého století prohlásil proslulý švýcarský architekt žijící ve Francii

Le Corbusier, že 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 a na prostředí samotného obydlí“ (*Bohuslávka a kol., 2009*) [1]. Le Corbusier zastával názor, že je třeba zastavěnou plochu přírody nahradit jinde, například na střeše budovy. Tuto myšlenku realizoval ve svém ojedinělém poválečném projektu Unité d'habitation (1946–1952). Dalším faktorem nahrávajícím výstavbě zelených střech byl vynález plastických hmot po druhé světové válce. Plast řešil problematiku izolačních vrstev a přispěl k dalšímu hojnému rozšíření ozeleněných střech.

1.3 Novodobá historie zelených střech v ČR

Nejvýznamnějšími dochovanými střešními zahradami na českém území jsou střešní zahrady jižního průčelí zámku Konopiště nebo zahrada na střeše konírny zámku v Lipníku nad Bečvou. „Tato střešní zahrada byla založena v roce 1911, v roce 1948 byl účel zahrady upraven a střecha sloužila k pěstování ovoce a zeleniny. V dnešní době však již opět střecha plní funkci střešní zahrady“ (*Bohuslávka a kol., 2009*). K dalším stavbám zelených střech začalo docházet ve větším množství až po sametové revoluci v roce 1989. Jedním z takových příkladů jsou střechy a terasy hotelu Praha, budova vedení ČSOB v Radlicích, Centrum Nový Smíchov nebo areál bytů Central Park Praha.



Obr. 3: Hotel Praha [9]

2 Dělení zelených střech

Zelené střechy je možno obecně dělit podle dvou hlavních kritérií.

2.1 dle typu vegetační vrstvy

- **Extenzivní**

Vyznačují se menším souvrstvím substrátu, který se obvykle pohybuje v rozmezí 8 – 15 cm. Údržba těchto střech je nenáročná, tvoří jí kontroly jednou až dvakrát ročně. Vegetaci na střechách tvoří suchomilné rostliny přežívající i v extrémních podmínkách s dobrou schopností regenerace. Využití těchto střech je vhodné jak pro střechy ploché, tak i pro střechy sklonité.

- Spontánně vzniklé (mechy a nálety)
- Cíleně vzniklé (suchomilné extenzivní rostliny)

- **Intenzivní**

Tyto střechy jsou navrhovány již s větším mocností substrátu pohybující se v rozmezí 25 – 100 cm. Vyžadována je pravidelná a soustavná péče o střešní vegetaci, zavlažování a přísun živin. Střešní vegetaci těchto střech tvoří trávníky, trvalky, keře nebo i stromy. Intenzivní vegetace má uplatnění převážně mezi plochými střechami a terasami, tedy tam, kde může být aktivně využívána. [10]

- Jednoduché zahrady (trávníky, trvalky)
- Náročné zahrady (trávníky, keře, stromy)



Obr. 4: Porovnání vegetace extenzivní a intenzivní střechy [5]

2.2 Dělení dle sklonu střechy

Rozmanitost navrhování spádu zelených střech je veliká. Střechy lze navrhovat od bezspádové varianty až po sklonité s téměř kolmým spádem. V dnešní době se již objevují i svislé zelené fasády.

- **Ploché**

Bezspádová varianta střechy se využívá u intenzivního ozelenění, kde nulový spád nahrává retenci dešťové vody. Pro ploché střechy s běžným spádem okolo 2% lze navrhnout v podstatě všechny možné varianty ozelenění, jen je nutno počítat s odtokovým systémem. Obecně jsou ploché střechy častější variantou při osázení střech vegetací. Tomuto faktu nahrává jednodušší provedení skladby, bez nutnosti instalace zařízení chránícího střešní substrát proti sesuvu.

- **Sklonité**

Sklonité střechy s malým sklonem pohybujícím se do 15° jsou taktéž poměrně příznivé pro ozelenění a ve většině případů není nutno počítat se záchytným systémem. U střech s větším sklonem ovšem je již třeba záchytná opatření. Příslušná to konstrukce může být tvořena například ze smyčkové rohože nebo ze speciální protiskluzové nopové fólie. Též připadají v úvahu rámové konstrukce a zatravnovací rohože vyráběné z plastických hmot odolávajících zemní vlhkosti. Na druhé straně nevhodná může být dřevěná rámová konstrukce podléhající hnilobě.



Obr. 5: Sklonitá zelená střecha [10].

Diplomová práce se dále bude zabývat pouze nejčastější variantou ozelenění a to plochými střechami. Střechy sklonité jsou uvedeny jen pro úplnost.

3 Funkce a důvody navrhování zelených střech

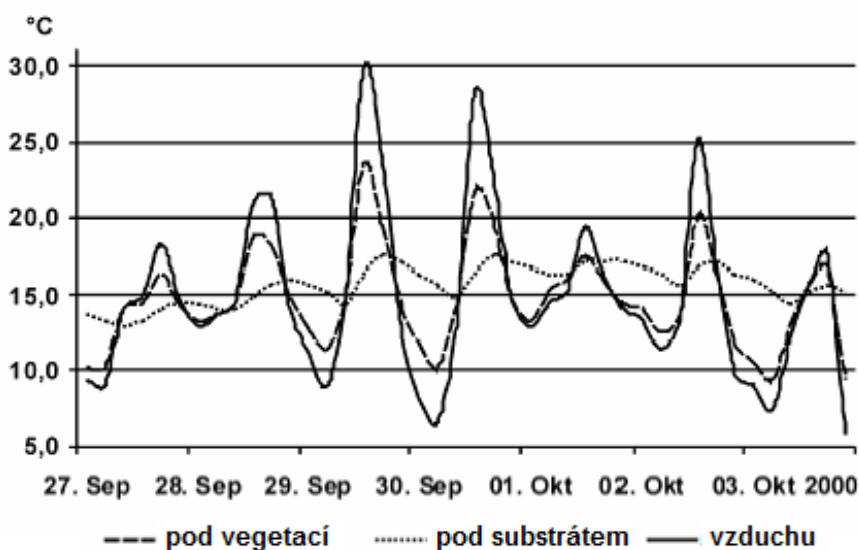
V dnešní době vede investory k výstavbě zelených střech kromě jejich funkčních výhod a dostupnosti velké škály materiálu i snaha o zlepšení životního prostředí, a touha občanů po zeleni uprostřed hustě zastavěných měst. Funkce a výhody zelených střech bych shrnul do tří hlavních kategorií. Ekonomické důvody navrhování vegetačních střech zejména šetří peníze díky úsporám za opravy a energie. Ekologické důvody napomáhají ke zkvalitnění městského života, například ovlivňují teploty ve městech, víření prachu, kvalitu ovzduší a odtoky srážkových vod. Poslední kapitolou jsou funkce urbanistické a krajinářské.

3.1 Ekonomické funkce

- **prodloužení životnosti a ochrana izolačních vrstev**

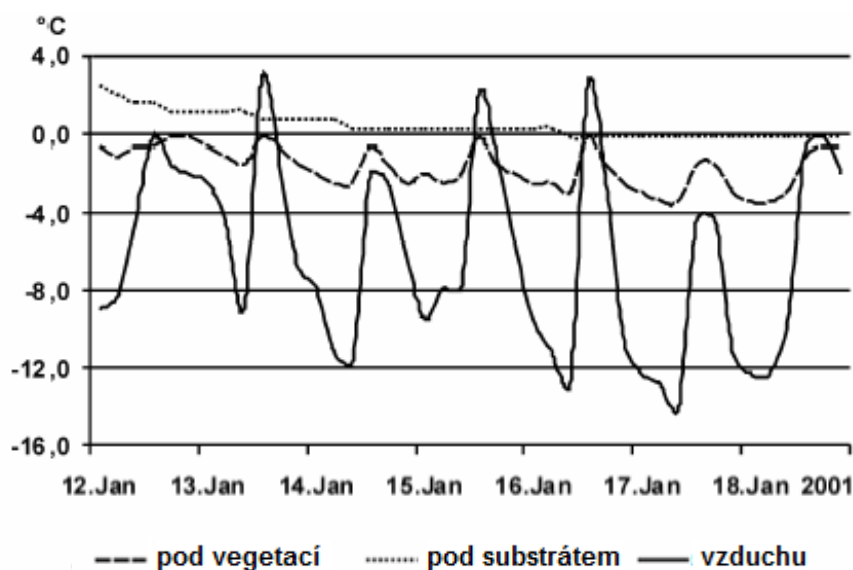
U správně provedených zelených střech je pravděpodobnost poruch významně menší než u střech klasických. Pokud je střecha pravidelně udržována její životnost je takřka neomezená a může se pohybovat i v horizontu převyšujícím 100 let. Vrstva vegetace a zeminy chrání izolační vrstvy před působením tepelných a povětrnostních vlivů, UV zářením, působením ozónu a chemických látek.

- **zlepšení tepelných vlastností střechy**



Graf 1: zelené střechy v Kasselu, Německo, průběh teplot během září [7]

Tepelné ztráty u vegetačních střech snižuje několik faktorů. Samotná vrstva zeminy představuje jistou část tepelného odporu konstrukce, ale zároveň i samotná vegetace napomáhá k tepelné pohodě. „Listy rostlin totiž odrážejí část dlouhovlnného tepelného záření, které vyzařuje z budovy. Další část je listím absorbována“ (Šimečková, Večeřová, 2010). Tím se zmenšují tepelné ztráty budovy způsobené vyzařováním. Vegetační vrstva také výrazně snižuje povrchové teploty střechy a chrání konstrukci před působením větru, což ve větrných oblastech může znamenat podstatný faktor ovlivňující tepelné ztráty. Pozitivní jsou jak efekty v zimním období (viz. graf 1), tak i efekty v letním provozu (viz. graf 2), kde zelená střecha dokáže snižovat vnitřní teplotu. Například měření provedené v Německu na střeše s 16 cm vrstvou substrátu zatravněné divokou trávou prokázalo, že střecha při venkovních teplotách okolo 35°C dokáže udržet teplotu na spodní straně skladby 17,5 °C.



Graf 2: Teploty zelené střechy v Kasselu, Německo, během ledna [7]

- **zlepšení akustických vlastností**

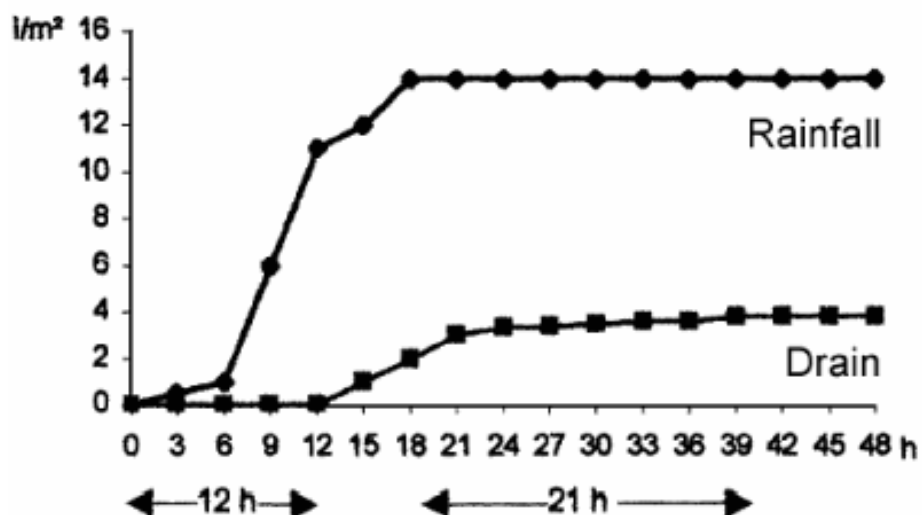
Je známo, že vegetace má též velmi pozitivní účinky při pohlcování zvuku a velmi často je používána například jako protihluková bariéra u silnic. Tuto funkci samozřejmě plní i na střeše. „Hlavní funkcí rostlin při snižování hluku je reflexe (odraz) a deflexe (rozptyl). Ovšem jejich funkce je mizivá ve srovnání se zvukově izolační schopnosti substrátu. Již 12 cm substrátu

dokáže pohltit při kolmém dopadu zvuku až 40 dB a 20 cm až 46 dB“ (Šimečková, Večeřová, 2010). Tato výhoda může mít výraznou hodnotou v oblastech se zvýšenou akustickou zátěží, například poblíž letišť.

3.2 Ekologické funkce

- **retence dešťové vody a regulace odtoku**

Další velkou výhodou zelených střech oproti střechám klasickým je jejich schopnost zadržovat a regulovat odtok dešťových vod. Tato vlastnost začíná mít i stále větší ekonomický význam. Podstatná část srážkové vody se díky retenční schopnosti střech vypaří, aniž by zatížila kanalizační systémy. V některých státech jsou již zavedeny poplatky za stočné dešťových vod a v těchto případech lze tuto výhodu označit přímo za ekonomickou. Retence střechy je závislá na její skladbě, ale i při intenzivních srážkových úhrnech a plném nasycení všech vrstev dochází ke zpomalení odtoku a tím se rozkládá zátěž kanalizačního systému do delšího časového horizontu. Tento jev je dobře patrný z grafu 3, který znázorňuje odtok vody ze šikmé zelené střechy. Vegetační střechy jsou schopny zachytit 50 – 95 % ročních srážek dle kapacity retenční vrstvy.

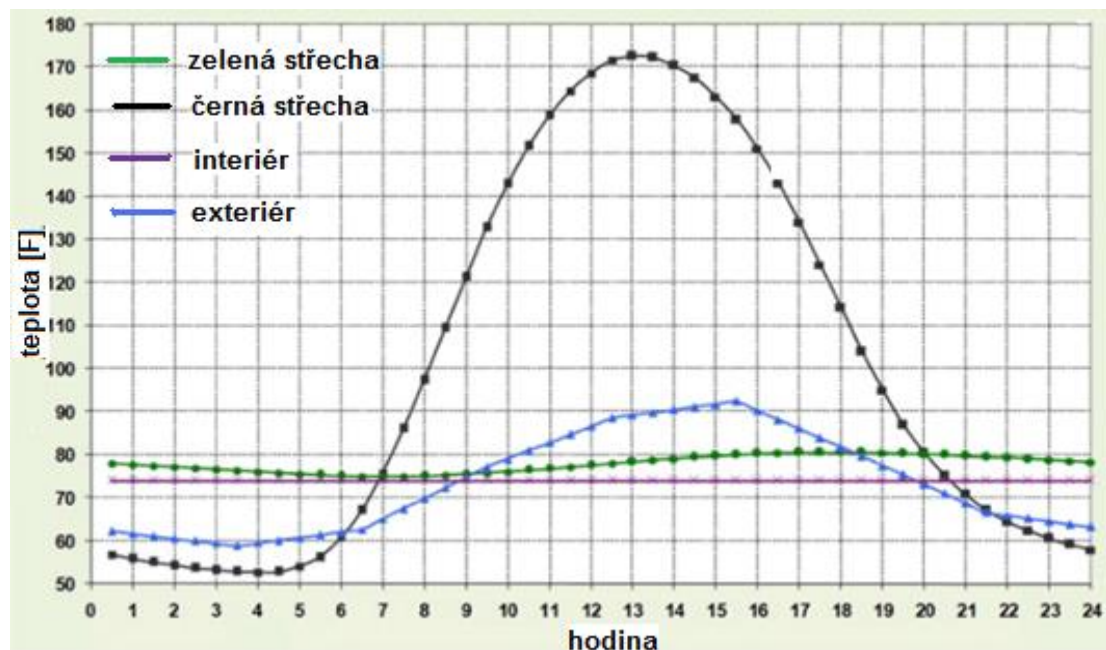


Graf 3: Množství srážek (rainfall) a odtoku (drain) šikmé zelené střechy po 18 hodinovém dešti v září 1989 v Kasselu, Germany [7]

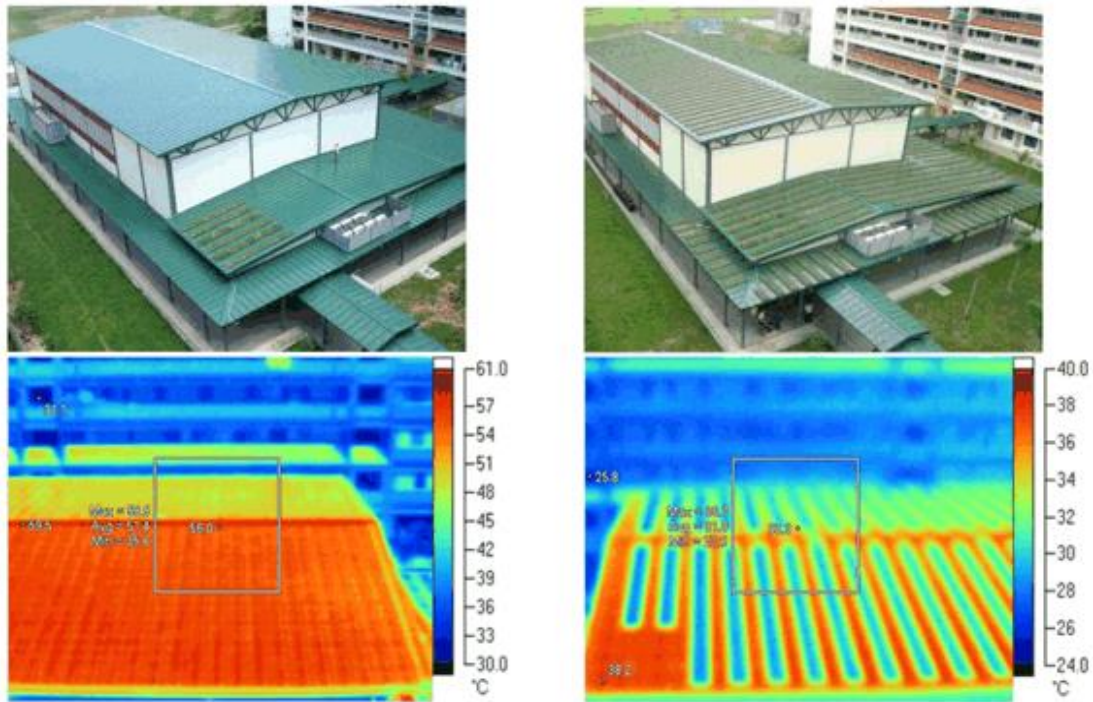
- **regulace vlhkosti a teploty ovzduší**

Z grafu 4 je dobře patrné, jak zelené střechy díky vegetaci daleko lépe vyrovnávají výkyvy teplota a snižují intenzitu vyzařování na okolní plochy. Vegetace na střeše také zvyšuje vlhkost vzduchu vypařováním. „Mezi rostlinou a prostředím dochází totiž k výměně tepelné energie. Při tom 70–90 % této energie přijaté rostlinou je spotřebováno transpirací. Rostlina vylučuje vodu v podobě vodní páry nejčastěji listy“ (Šimečková, Večeřová, 2010) [2]. Příznivé tepelné vlastnosti dále podporuje schopnost substrátu akumulovat teplo a tím regulovat teploty.

Na dalším obrázku (obr. 6) je vidět opět porovnání povrchových teplot klasické střešní konstrukce tentokrát snímané termokamerou a té samé střechy osázené pásy vegetace. Dle barevné stupnice teplot je jasně vidět rozdíl v povrchových teplotách jednotlivých variant.



Graf 4: Povrchové teploty plochých střech [8]



Obr. 6: Porovnání snímků pořízených termokamerou [12]

- **čištění ovzduší a snižování emisí**

Rostliny obecně čistí ovzduší a stejně tak k tomu je i u rostlin na střeše. Při fotosyntéze probíhající v rostlinách dochází ke spotřebě oxidu uhličitého a produkování kyslíku. „Rostliny také filtrují částice prachu a nečistot ve vzduchu. Částice se zachycují na povrchu lístků a déšť je pak spláchne do země. Rostliny rovněž absorbují plynné škodliviny a aerosoly. 1 m² zeleně na střeše může absorbovat cca 0,2 kg aerosolového prachu a dalších škodlivin za rok. Rostliny vážou také těžké kovy.“ (Šimečková, Večeřová, 2010)

- **omezení víření prachu**

Klasické ploché střechy dosahují v letních měsících vysokých povrchových teplot. V tomto důsledku dochází nad jejich povrchem i k růstu teploty vzduchu, spojeným s vertikálním kroužením vzduchu a vířením nečistot. Zelené střechy díky nižší povrchovým teplotám tento jev výrazně omezují.

3.3 Urbanistická a krajinářská funkce

Tyto funkce sice nepřinášejí primární izolační či ekonomické efekty, ale mohou výrazně ovlivnit a zpříjemnit hlavně městský život. Týkají se zejména vzhledu a architektury objektu, která přináší do zastavěných měst nové přírodní prvky. Do jisté míry vzhled budovy ovlivňuje i ekonomické faktory, tykající se například zvýšení příjmu z pronájmu, či z prodeje nemovitosti. Objekty se zelenými střechami mohou také pozitivně ovlivnit pracovní prostředí a v určitých případech i zvýšit produktivitu.

Zelené střechy tedy v urbanistické a krajinářské funkci plní tyto účely:

- **zachovávají zeleň i na zastavěných plochách a snižují podíl betonových ploch ve městech**
- **vytvářejí nové plochy zeleně využitelné k pobytu, odpočinku a rekreaci**
- **zlepšují vzhled měst a krajiny**
- **zpříjemňují obytné i pracovní prostředí**



Obr. 7: Střešní zahrada na Rockefeller Center 78 let stará [12]

4 Nevýhody a rizika Zelených střech

S výstavbou zelených střech jsou samozřejmě kromě již zmíněných výhod spojená i jistá rizika a nevýhody. Jako hlavní problém omezující výstavby vegetačních střech jsou vyšší náklady. Samotná výstavba střechy je finančně náročnější oproti skladbám klasickým a též provozní náklady spojené s údržbou jsou vyšší. Rozborem nákladů výstavby a provozu se práce bude věnovat v následujících kapitolách praktické části. Další nevýhodou je horší přístup k izolačním vrstvám a nutné vyšší výdaje na opravy v případě poruchy. Tuto nevýhodu ovšem vyrovnává delší životnost zelených střech a menší pravděpodobnost poruchy. Poslední nevýhodou je vyšší hmotnost pláště zelených střech. Zejména u intenzivních střech je v mnoha případech nutno počítat se zesílením nosné konstrukce.

Hlavní nevýhody výstavby zelených střech tedy jsou:

- **Vyšší pořizovací náklady a pracnost výstavby.**
- **Možné vysoké zatížení a nutné zesílení nosných konstrukcí.**
- **Špatný přístup k izolačním vrstvám v případě poruchy a s tím spojená potřeba návrhu izolace s co nejvyšším stupněm spolehlivosti.**
- **Nutná údržba vegetačního porostu**
- **U intenzivních parkových střech nutnost závlahového zařízení**

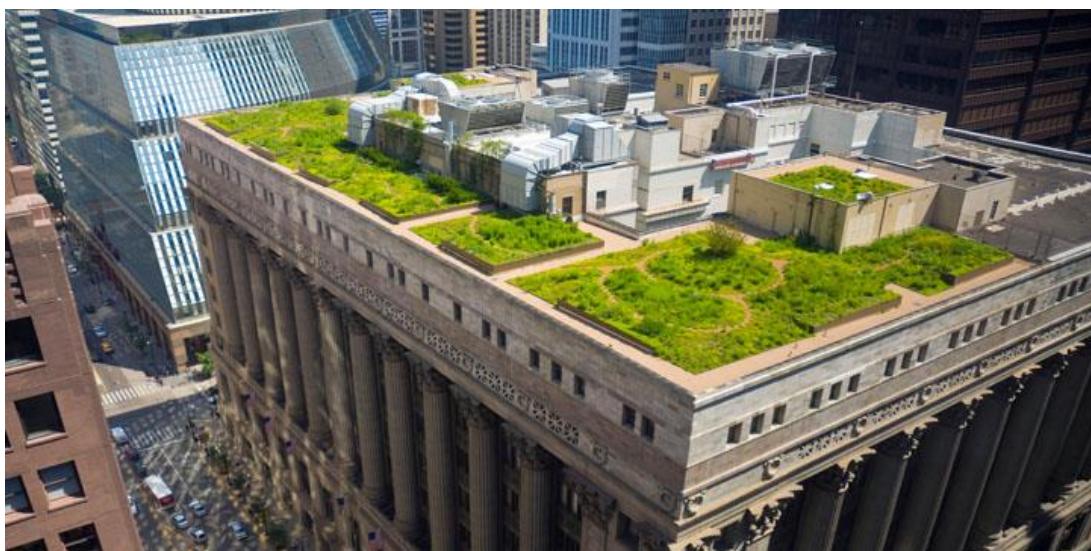


Obr. 8: Neudržovaná střecha v Norsku [11]

5 Benefit analýza zelené střechy v USA

Vyvrátit názor, že výhody zelených střech jsou vykoupeny vyššími náklady na realizaci a údržbu, se snaží několik zahraničních analýz. Tyto analýzy převádí veškeré výhody zelených střech do finančního měřítka a dokazují, že i vegetační střechy v průběhu své životnosti mohou finančně obstát v porovnání se střechami klasickými.

Pro příklad je uveden zkrácený překlad Americké analýzy, zkoumající výhodnost investic do zelených střech ve velkých amerických městech (Chicago a Detroit).



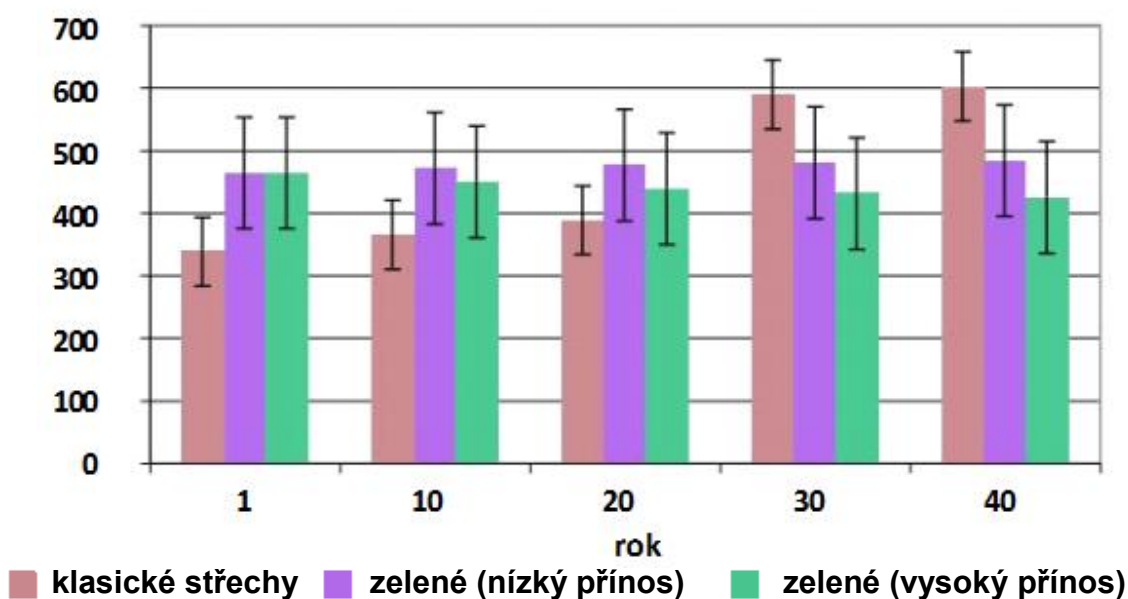
Obr. 9: Chicago City Hall [16]

Analýza například udává, že ekologizace deseti procent městských střech by měla za následek snížení emisí NO₂ v rozmezí 1.53E4 na 1.85E4 mg. Toto opatření by dále vedlo ke snížení nákladů na veřejné zdraví v rozmezí 25,8 až 97,7 mil. dolarů v Detroitu a od 31 do 118 mil. dolarů v Chicagu. Konkrétně to tedy znamená, že střecha o ploše 2 000 m² má užitek pro veřejné zdraví v rozmezí od 895 do 3392 dolarů ročně. [15]

Dalším užitekem zelených střech je retence vody a tím snížení poplatků za odtok dešťových vod. Roční poplatky spojené s odtokem srážkové vody jsou v průměru počítaném mezi americkými městy 0.17 dolarů na m² střechy. V případě klasické střechy o ploše 2 000 m² tato hodnota činí 340

amerických dolarů ročně. Zelena střecha dokáže, díky svým retenčním schopnostem, snížit tyto poplatky na 160 dolarů ročně. [15]

Dále studie zkoumá úspory spojené s lepšími izolačními vlastnostmi zelených střech. S ochlazováním a vlhčením vzduchu ve městech a omezením šíření prachu. V následujícím grafu jsou porovnány celkové náklady a úspory různých variant střech v průběhu 40 let provozu střechy o ploše 2000 m². [15]



Obr. 10: Porovnání nákladů a úspor střech v čase [15]

Svislá osa zobrazuje výši nákladů a úspor v amerických dolarech a dolní časová osová udává jejich průběh v čase. Z grafu je vidět rozdíl v počáteční investici do střechy a poté průběh provozních nákladů v poměru s úsporami. U zelených střech se po vyšší počáteční investici náklady na provoz vyrovnávají úsporám. U vysoce přínosné varianty dokonce úspory převyšují náklady. Tento fakt vychází z jejich ekologických a retenčních výhod. Oproti tomu náklady na provoz klasických střech stále stoupají a mezi 30. a 40. rokem, kdy je plánována rekonstrukce střechy, výrazně přerostou náklady střech zelených. Zelená střecha s nízkým ekologickým přínosem je myšlena jako lehká, extenzivní varianta s nižší mocností substrátu a zelená střecha s vysokou ekologickou hodnotou jako střecha s vyšší mocností substrátu a větší vegetační škálou.

6 Vrstvy vegetačních střeš



- 7. Vegetační vrstva
- 6. Separální vrstva
- 5. Hydro akumulární a drenážní vrstva
- 4. Hydro izolační vrstva
- 3. Tepelně izolační vrstva
- 2. Parotěsná vrstva
- 1. Spádová vrstva

Obr. 11: Skladba zelené střešy [5]

6.1 Spádová vrstva

Běžně prováděné spády u vegetačních střeš se pohybují v rozsahu 0 - 5 %. Nulový sklon bývá výhodou u intenzivně ozeleněných střeš z důvodu lepší akumulace vody. U extenzivní střeš se doporučuje sklon okolo 2 %. Spádová vrstva zde může být tvořena vrstvou betonu (popř. jiným souvislým silikátovým podkladem) ve spádu, popř. spádovými klíny z vhodného materiálu.

6.2 Parotěsná vrstva

Parotěsná vrstva je prováděna stejným způsobem jako u střeš klasických. Slouží ke zvýšení hydroizolační spolehlivosti celé skladby. Je nutno zajištění odvodnění této vrstvy a též tepelně izolační materiály navrhované nad touto skladbou by neměli měnit své tepelně vlastnosti při kontaktu s vodou.

6.3 Tepelně izolační vrstva

Tepelně izolační vrstva, jak již bylo naznačeno, může též tvořit i vrstvu spádovou. Od podkladní konstrukce by měla být izolována parotěsnou

pojistnou hydroizolací. Nejběžněji používaným materiálem je klasický tepelně izolační expandovaný polystyrén, známý pod zkratkou EPS. Do skladeb vegetačních střech lze samozřejmě využít i jiných tepelně izolačních materiálů vhodných pro ploché střechy, například extrudovaného polystyrenu (XPS) nebo kamenné vaty. Vrstva tepelné izolace může být různá dle typu budovy, ale obecně platí pravidlo minimální doporučené tloušťky izolace 220 mm vyrobené z materiálu EPS.

6.4 Hydroizolační vrstva

Při návrhu hydroizolace je u vegetačních střech ještě více kladen důraz na volbu optimálního řešení oproti střechám klasickým. Při porušení hydroizolace totiž dochází k velmi složité a finančně náročné opravě. Izolace též musí odolat tlakové vodě vyskytující se v souvrství vegetačních střech a též prorůstání kořenů střešní zeleně kořeny (viz ČSN 73 1901 [3]). Dle typu izolací je též třeba separovat od sebe vrstvy hydroizolační a tepelně izolační. K těmto účelům se obvykle využívají geotextilie vyráběné z 100% PP.

„V České republice platí od 1. listopadu 2007 norma ČSN EN 13948 Hydroizolační pásy a fólie – Asfaltové, plastové a pryžové pásy a fólie pro hydroizolaci střech – Stanovení odolnosti proti prorůstání kořenů, podle které je možné materiály zkoušet na odolnost vůči prorůstání kořenů. Zkouška trvá minimálně 2 roky. Norma je založena na metodě vyvinuté Asociací FLL (Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V.). Podle předpisu Asociace FLL se zkoušela hydroizolace na odolnost proti prorůstání kořenů v Německu do doby, než vstoupila v platnost ČSN EN 13948“ (Bohuslávek a kol., 2009). [1]

6.5 Drenážní a hydroakumulační vrstva

Jak již z názvu vyplývá její hlavní funkcí je zadržovat dostatek vody pro potřeby střešní vegetace a zároveň přebytečnou vodu odvádět ke střešním vpustím. Akumulační vrstva též zadržuje a zpomaluje odtok dešťové vody při náhlých a vydatných srážkách. Drenážní vrstva bývá obvykle tvořena sytkými materiály (např. keramzit, štěrk, drcené cihly). Pod hydratační vrstvou leží vrstva akumulační (např. sytké nasákové materiály, hydrofilní

desky, rohože z minerálních vláken nebo netkané geotextilie). V dnešní době je nejhojněji používaným materiálem nopová fólie, která spojuje drenážní a akumulární vrstvu dohromady. Odvodu vody napomáhá perforace nopové fólie a dostatečný zásyp ze sypkého materiálu, který též vyplňuje volný prostor v jednotlivých nopech. Nopy díky svému tvaru naopak umožňují vodu akumulovat, jejich retence je odvislá od výšky nopů (běžně jsou používány nopové fólie s výškou nopů od 20 do 80 mm. Pro zachování plné funkčnosti je třeba tuto kombinaci chránit separační fólií proti zanesení. Nopová fólie též chrání hydroizolaci před ostrými hranami drenážního kameniva. Při požadavku drenážní vrstvy na zvýšení akumulárních schopností je doporučeno použít materiál s otevřenými póry (např. keramzit drcením podstatně zvyšuje svoji nasákavost). Materiál využitelný na tyto vrstvy musí dobře snášet zatížení působící nad ním a též být odolný vůči působení vody.

„Akumulaci vody lze zajistit také vytvořením souvislé hladiny vody v drenážní vrstvě na celé ploše střechy zvýšením střešního vtoku. Pro drenážní vrstvu je v tomto případě nutné použít sypké nasákové materiály. Musí být zajištěn dostatečný prostor nad maximální hladinou akumulované vody aby nedošlo k zaplavení substrátu. Uvedené řešení je rozumné realizovat jen na nízkých sklonech. Na střeších s velkým sklonem by pro pokrytí celé plochy byla nezbytná velká tloušťka vrstvy vody a tedy i drenážní vrstvy. To by vedlo k vysoké výšce skladby, vysokému zatížení atd.“ (Bohuslávek a kol., 2009). [1]

6.6 Seperační vrstva

Hlavním úkolem separační vrstvy je chránit hydro akumulární vrstvu před zanesením zeminou a tím omezit její kapacitu. Za tímto účelem lze využít běžně dostupné netkané geotextilie vyráběné z 100% PP.

6.7 Vegetační vrstva – substrát

Substrát je základem pro růst rostlin, je zásobárnou vody a živin nezbytných pro vegetaci. Složení substrátu a tloušťka jeho vrstvy musí odpovídat požadavkům plánované vegetace. Typy substrátu se od sebe liší objemovou hmotností, propustností (mm/min.) a maximálním obsahem vody (% objemu). Výchozí materiály pro vegetační substráty by neměly obsahovat žádná

semena ani živé rostliny nebo regenerace schopné rostlinné části, zejména kořenové plevely.

- **Substrát střešní extenzivní**

Je vhodný pro zakládání střešních zahrad a vegetačních střech s výškou vegetačního substrátu od 60 do 200 mm s převahou suchomilných rostlin a rostlin nenáročných na živiny. V substrátu převažuje anorganická složka (minerální) nad organickou (humus). Příklad složení extenzivního substrátu dle firmy Dektrade je: liadrain + dolomitický vápenec + základní hnojivo. Orientační objemová hmotnost substrátu je cca 630 kg/m³ v suchém stavu a cca 850 kg/m³ v plně nasyceném stavu. [4]

- **Substrát střešní intenzivní**

Je vhodný pro zakládání střešních zahrad a vegetačních střech s výškou vegetačního substrátu zpravidla vyšší než 200 mm. V substrátu převažuje organická složka (humus) nad anorganickou (minerální). Příklad složení extenzivního substrátu dle firmy Dektrade je: základní hnojivo + dolomitický vápenec + kůra + rašelina. Orientační objemová hmotnost substrátu je cca 510 kg/m³ v suchém stavu a cca 950 kg/m³ v plně nasyceném stavu. [4]

- **Substrát trávnickový**

Je vhodný pro zakládání střešních zahrad a vegetačních střech s požadavkem travního porostu. Příklad složení extenzivního substrátu dle firmy Dektrade je: základní hnojivo + kůra + rašelina + křemičitý písek + cererit + *vápenec*. Orientační objemová hmotnost substrátu je cca 450 kg/m³ v suchém stavu a cca 700 kg/m³ v plně nasyceném stavu. [4]

6.8 Vegetační vrstva – rostliny

Pro extenzivní ozelenění se upřednostňují rostliny, které netvoří nadměrně biomasu, ale rostliny, které jsou schopny přežít v extrémních podmínkách. Důležitá je schopnost regenerace a to zejména pomocí semen, to zajišťuje následný růst a existenci druhů, které mohou být vnějšími podmínkami zničeny. Další vlastností používaných rostlin je schopnost odolávat vysokému slunečnímu úpalu, schopnost odolávat suchu a být mrazuvzdorné

i na tenké vrstvě substrátu. „Takto uzpůsobené jsou především xerofytní a sukulentní rostliny. Je možné použít i některé druhy mezofytních rostlin, obzvláště pak ty s vysokou ekologickou amplitudou. Samozřejmě záleží na místních podmínkách a specifiku místního klimatu“ (Šimečková, Večeřová, 2010).

U intenzivního střešního ozelenění je škála použití rostlin podstatně širší díky mocnosti substrátu. Jinak zde platí stejná pravidla jako pro vegetaci extenzivní. Potřebné vrstvy substrátu k růstu rostlin jsou znázorněny v následující tabulce.

Tloušťka souvrství využitelná pro kořenění rostlin v cm		4	6	8	10	12	15	18	20	25	30	35	40	45	50	60	70	
Způsoby ozelenění a formy vegetace	Extenzivní zelené střechy	Mechy-rozchodníky	■	■	■													
		Mechy-rozchodníky-byliny		■	■	■												
		Rozchodníky-byliny-trávy				■	■	■										
		Byliny-trávy					■	■	■	■								
	Jednoduché intenzivní zelené střechy	Trávy-byliny					■	■	■	■	■	■	■					
		Divoké trvalky-dřeviny					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
		Dřeviny-trvalky						■	■	■	■	■	■	■	■	■		
	Intenzivní zelené střechy	Trávník						■	■	■	■	■	■	■	■	■		
		Nízké trvalky a dřeviny						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
		Středně vysoké trvalky a dřeviny							■	■	■	■	■	■	■	■	■	
		Vysoké trvalky a keře								■	■	■	■	■	■	■	■	■

Tab. 1 Potřebná mocnost substrátu k růstu daných rostlin [2]

7 Návrh, ocenění a porovnání skladeb plochých střech

Následující kapitola obsahuje 6 návrhů skladeb plochých střech. Jedná se o 3 skladby střech zelených, lišící se rozdílnou vrstvou substrátu, retenční vrstvy a odlišnou vegetací. Dále jsou navrženy 3 skladby střech klasických. První variantou je nepochozí střecha mechanicky kotvená teleskopickými talířovými hmoždinkami, druhou je totožná skladba přitížená kamenivem a poslední variantou je střecha pochozí s nášlapnou vrstvou, tvořenou betonovými dlaždicemi. Ke každé skladbě je uveden schematický řez s podrobným popisem jednotlivých vrstev a materiálovým složením, výpočet zatížení, výpočet součinitele prostupu tepla konstrukcí, položkový rozpočet střešního pláště a náklady na údržbu.

Navržené skladby vycházejí z materiálových doporučení a technických listů různých výrobců uvedených v seznamu použité literatury. Skladby jsou použitelné jak pro výstavbu administrativních budov, tak i bytových a rodinných domů. Práce v následném hodnocení počítá s využitím navržených skladeb na bytovém domě, který je popsán v kapitole 10. Rozbory všech variant jsou pro zjednodušení a možnosti využití i pro jiné objekty vztaženy na 1 m² střešního pláště.

Z důvodu objektivnosti následného porovnání jsou jednotlivé vrstvy každé varianty skládány z obdobných materiálů. Jiná možná řešení daných skladeb jsou uvedena v popisu pod nimi. Hydroizolační vrstva je ve všech případech tvořena fóliovou hydroizolací, tepelně izolační vrstvou tvoří desky z extrudovaného polystyrenu. Pro akumulární a drenážní vrstvy jsou u zelených střech použity nopové fólie, lišící se výškou nopu a retenční schopností, zasypané drceným keramzitem. Nosné konstrukce a spádové vrstvy nejsou přesně definovány a jsou uvedeny pouze ve skladbách. V následujícím rozboru již obsaženy nejsou. Je to zapříčiněno velkou specifičností těchto vrstev, lišící se u každého objektu.

Statické a tepelné výpočty střešního pláště vychází z materiálových vlastností jednotlivých skladeb specifikovaných v technických listech výrobců.

Výsledky jsou vždy shrnuty do výsledné tabulky a doplněny krátkým komentářem.

Postup výpočtu plošného zatížení na střešní konstrukci:

$$g_d = \gamma_G * g_k \quad [17]$$

g_d návrhové zatížení
 g_k charakteristické zatížení
 γ_G součinitel zatížení

Výpočet charakteristického zatížení:

$$g_k = \rho * h \quad [17]$$

h výška vrstvy
 ρ objemová hmotnost

Postup výpočtu součinitele prostupu tepla konstrukcí:

$$U = 1 / R \quad [18]$$

U součinitel prostupu tepla
 R tepelný odpor

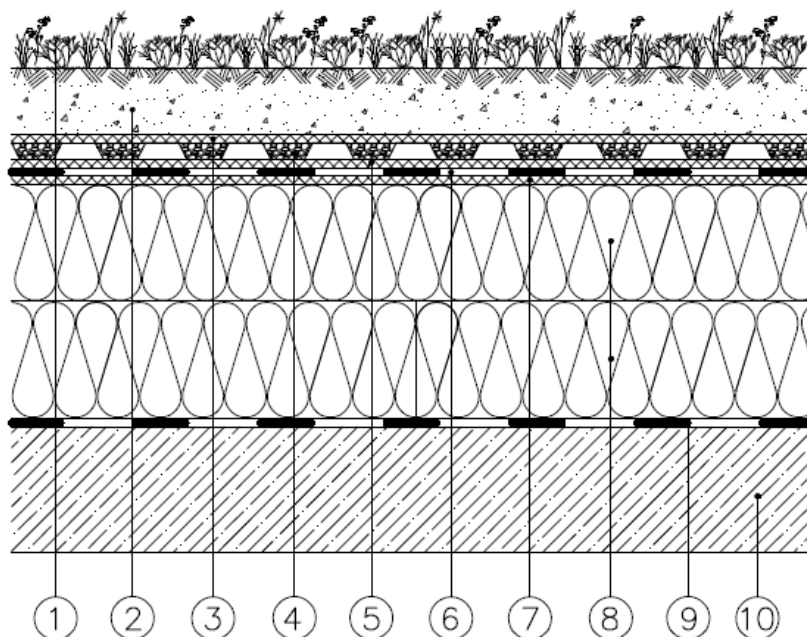
Výpočet tepelného odporu:

$$R = h / \lambda \quad [18]$$

λ součinitel tepelné vodivosti
 h výška vrstvy

Rozpočty jsou tvořeny ve studentské verzi rozpočtářského programu KROS Plus a následně exportovány do diplomové práce. Ceny uvedené v rozpočtech vycházejí z programového ceníku. Položky neobsažené v ceníku byly poptány u jednotlivých firem a jsou uvedeny v příloze 1. Výsledná cena 1m² je počítána na běžném úseku střechy, neobsahujícím žádné střešní vpusti, odvětrání a nesousedícím s atikou nebo hranou střechy. Položky odpovídající takové části střechy se liší u každého objektu, a nejsou proto uvedeny v sestavených rozpočtech. Náklady na údržbu vychází opět z nabídek firem specializujících se na tuto činnost a z ceníku prací zveřejněných těmito firmami na internetu. Dále se výpočtem nákladů zabývá kapitola 9.

7.1 Zelená střecha extenzivní - lehká a ekonomická varianta



Obr. 12: Schéma lehké extenzivní střechy

1. **Vegetace** - Osivo pro extenzivní střechy: rozchodníky, netřesky a další suchomilné rostliny.
2. **Zemina** - střešní substrát extenzivní, tloušťka vrstvy 80 mm.
3. **Filtrační vrstva** – filtrační geotextilie z PP vláken 500 g/m².
4. **Drenážní a akumulací vrstva** - perforovaná nopová fólie 20mm vyplněná keramzitem s retencí 14 l/m²
5. **Ochranná a akumulací vrstva** - geotextilie z PP vláken 300 g/m²
6. **Hydroizolační vrstva** - hydroizolační fólie z PVC-P určená pro vegetační střechy.
7. **Separací vrstva** – Geotextilie z PP vláken 300 g/m² (separační textilie)
8. **Tepelně izolační vrstva**– Tepelná izolace EPS 150 S 120 mm, 2 vrstvy kladené na vazbu
9. **Parozábrana** – parotěsná pojistná hydroizolace z asfaltových pásu s hliníkovou vložkou.
10. **Spádová vrstva** - nosná železobetonová konstrukce (popř. jiný souvislý monolitický silikátový podklad) ve spádu

Výhodou této skladby je především její nižší hmotnost a s tím spojené menší zatížení stropní konstrukce. Z níže navrhovaných skladeb zelených střech je tato varianta neekonomičtější, jak z investičního, tak hlavně z provozního hlediska. Vrstvu střechy tvoří extenzivní substrát mocnosti 8 cm a střecha je osázena suchomilnými rostlinami přežívajícími i v extrémních podmínkách. Retence střechy je přibližně 19 l/m².

Výpočet stálého plošného zatížení střešního pláště:

Skladba konstrukce	Výška vrstvy	Char. zatížení	Součinitel zatížení	Návrhové zatížení
	h (mm)	g_k [kN/m ²]	γ_G	g_d [kN/m ²]
Parotěsná fólie asfaltová s ALvložkou	2	0,043	1,35	0,058
Tepelná izolace EPS 150 S	240	0,063	1,35	0,085
Separáční geotextilie PP 300 g/m ²	2	0,003	1,35	0,004
Fóliová hydroizolace PVC-P	1,5	0,018	1,35	0,024
Separáční geotextilie PP 300 g/m ²	2	0,003	1,35	0,004
Nopová fólie v plně nasyceném stavu	20	0,130	1,35	0,176
Filtrační geotextilie PP 500 g/m ²	2	0,005	1,35	0,007
Extenzivní substrát	80	0,544	1,35	0,734
vStřešní vegetace		0,050	1,35	0,068
CELKEM		0,859		1,159

Tab. 2: Zatížení lehké extenzivní střechy

Výpočet součinitele prostupu tepla:

Skladba konstrukce	Výška vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti	Tepelný odpor R	Součinitel prostupu tepla U
	h (mm)	λ [W/m.K]	[m ² .K/W]	[W/(m ² .K)]
Parotěsná fólie asfaltová s AL vložkou	2	0,25	0,008	125,000
Tepelná izolace EPS 150 S	240	0,035	6,857	0,146
Separáční geotextilie PP 300 g/m ²	2	0,15	0,013	75,000
Fóliová hydroizolace PVC-P	1,5	0,22	0,007	146,667
Separáční geotextilie PP 300 g/m ²	2	0,15	0,013	75,000
Nopová fólie v plně nasyceném stavu	20	0,45	0,044	22,500
Filtrační geotextilie PP 500 g/m ²	2	0,15	0,013	75,000
Extenzivní substrát	80	0,33	0,242	4,125
CELKEM			7,199	0,139

Tab. 3: Prostup tepla extenzivní zelenou střechou

Položkový rozpočet na 1 m² střešního pláště:

Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednot.	Cena celkem
PSV	Práce a dodávky PSV				1 711,78 Kč
711	Izolace proti vodě, vlhkosti a plynům				150,20 Kč
711491173	Provedení izolace proti tlakové vodě vodorovné z nopové folie	m2	1,000	29,20	29,20 Kč
28323500-1	Nopová fólie profilovaná, výška nopů 20 mm, DEKDREN T20	m2	1,000	121,00	121,00 Kč
998711103	Přesun hmot tonážní pro izolace proti vodě, vlhkosti a plynům v objektech v do 60 m	t	0,001	865,00	0,87 Kč
712	Povlakové krytiny				1 123,63 Kč
712311101	Provedení povlakové krytiny střech do 10° za studena lakem penetračním nebo asfaltovým	m2	1,000	6,74	6,74 Kč
111631500	lak asfaltový ALP/9 bal 9 kg	t	0,0003	45 100	13,53 Kč
712341559	Provedení povlakové krytiny střech do 10° pásy NAIP přitavením v plné ploše	m2	1,000	72,40	72,40 Kč
628362010	pás asfaltový pískovaný PARABIT AL+ V S40	m2	1,150	137,00	157,55 Kč
712361701	Provedení povlakové krytiny střech do 10° fólií položenou volně	m2	0,870	38,90	33,84 Kč
28322000-1	fólie hydroizolační FATRAFOL 818, tl 1,5 mm, šedá	m2	1,150	205,00	235,75 Kč
712391171	Provedení povlakové krytiny střech do 10° podkladní textilní vrstvy	m2	2,000	28,30	56,60 Kč
69311003-1	geotextilie tkaná (polypropylen) FILTEK 300 g/m2	m2	2,300	29,80	68,54 Kč
712391172	Provedení povlakové krytiny střech do 10° ochranné textilní vrstvy	m2	1,000	34,60	34,60 Kč
69311005-2	geotextilie tkaná (polypropylen) FILTEK 500 g/m2	m2	1,150	49,66	57,11 Kč
712999x01	Zásyp nopové fólie drceným keramzitem, výška nopů 20 mm	m3	0,014	383,00	5,36 Kč
587615000	keramzit Liapor frakce 0-4 mm drcený VL	m3	0,014	¹ 820,00	25,48 Kč
712999x04	násyp extenzivního střešního substrátu tl. 80 mm	m2	1,000	12,50	12,50 Kč
103715x01	substrát pro extenzivní ploché střechy, Optigrün	m3	0,080	¹ 950,00	156,00 Kč
712999x07	Ruční založení extenzivní zeleně osivem	m2	1,000	63,80	63,80 Kč
005999x01	osivo pro intenzivní zelené střechy, Optigrün rozchodníky	kg	0,080	590,00	47,20 Kč
998712103	Přesun hmot tonážní tonážní pro krytiny povlakové v objektech v do 24 m	t	0,079	970,00	76,63 Kč
713	Izolace tepelné				437,95 Kč
713141151	Montáž izolace tepelné střech plochých kladené volně 1 vrstva desek	m2	2,000	22,50	45,00 Kč
283723120	deska z pěnového polystyrenu EPS 150S, tl. 120mm	m2	2,040	189,70	386,99 Kč
998713103	Přesun hmot tonážní tonážní pro izolace tepelné v objektech v do 24 m	t	0,007	851,00	5,96 Kč

Tab. 4: Rozpočet lehké extenzivní střechy

Náklady na údržbu střechy:

Náklady na údržbu	1. rok			2. - 30. rok		1.-30. rok
	četnost údržby	(Kč/m ²)	celkem(Kč/m ²)	četnost údržby	(Kč/m ²)	celkem (Kč/m ²)
podzimní údržba	1	7,5	7,5	1	7,5	225,00 Kč
jarní údržba	1	5	5	1	5	150,00 Kč
ruční zavlažování	10	0,5	5	0	0	5,00 Kč
Celkové náklady po 30 letech						380,00 Kč
Průměrné roční náklady na údržbu (Kč/m ²)						12,50 Kč

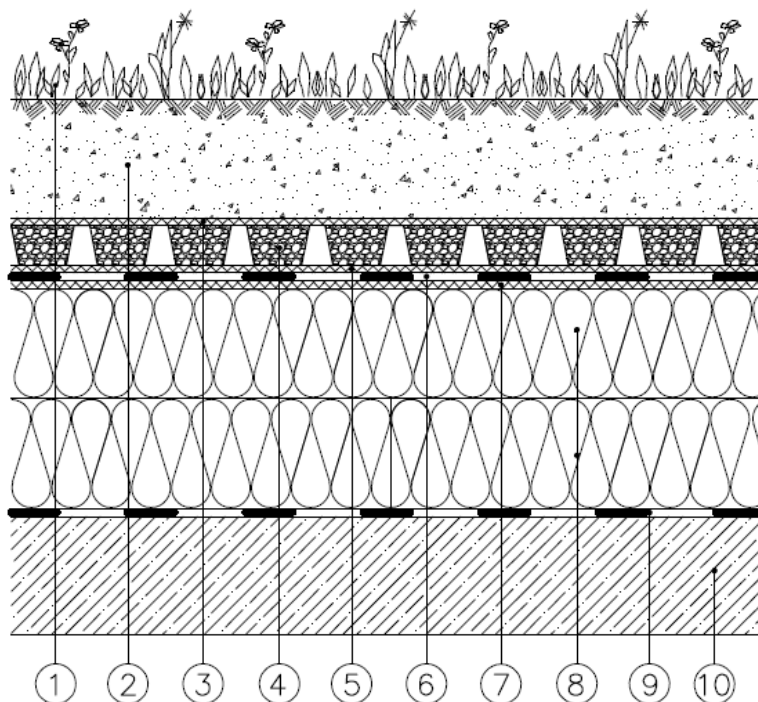
Tab. 5: Náklady na údržbu lehké extenzivní střechy

Tuto variantu ozelenění střechy lze považovat za údržbově nejsnadnější a finančně nejúnosnější. Jelikož se jedná o extenzivní střechu s nízkou mocností zeminy, nepředpokládá se s osázením střechy bujnou vegetací. S větší údržbou počítáme pouze v prvotní fázi při dosazování rostlin, hnojení a občasné závlaze. Po uvedení střechy do provozu stačí údržba jednou až dvakrát ročně, zahrnující lehké dohnojení (jarní) a vyplení nebo posečení nežádoucí vegetace (podzimní). Proto tuto variantu střechy lze označit takřka za bezúdržbovou a náklady na údržbu nepředstavují výraznou položku v provozních nákladech.



Obr. 13: zelená extenzivní střecha - úsporná varianta [5]

7.2 Zelená střecha extenzivní – ekologická přírodní střecha



Obr. 14: Schéma přírodní extenzivní střechy

1. **Vegetace** - Osivo pro extenzivní střechy, rozchodníky, netřesky a další suchomilné rostliny.
2. **Zemina** - střešní substrát extenzivní (tl. 150 mm).
3. **Filtrační vrstva** – filtrační geotextilie z PP vláken 500 g/m².
4. **Drenážní a akumulací vrstva** - perforovaná nopová fólie vyplněná keramzitem s retencí 30,4 l/m²
5. **Ochranná a akumulací vrstva** - geotextilie z PP vláken 300 g/m²
6. **Hydroizolační vrstva** - hydroizolační fólie z PVC-P určená pro vegetační střechy
7. **Separační vrstva** - Geotextilie z PP vláken 300 g/m² (separační textilie)
8. **Tepelně izolační vrstva**– Tepelná izolace EPS 150 S, 2 vrstvy kladené na vazbu
9. **Parozábrana** - parotěsná pojistná hydroizolace z asfaltových pásů s hliníkovou vložkou.
10. **Spádová vrstva** - nosná železobetonová konstrukce (popř. jiný souvislý monolitický silikátový podklad) ve spádu

Tuto variantu zelené střechy, lze díky pestřejší a hojnější vegetaci, označit za ekologičtější. S vyšší škálou rostlin vhodných pro pěstování se zvyšuje i rozmanitost a mění vzhled střechy. Dalšími výhodami vycházejícími z vyšší vrstvy substrátu jsou lepší tepelné vlastnosti a zvýšení retence střechy, která činí přibližně 37 l/m². Naopak oproti předešlé variantě působí skladba střechy vyšším zatížením a je náročnější na údržbu.

Výpočet stálého plošného zatížení střešního pláště:

Skladba konstrukce	Výška vrstvy	Char. zatížení	Součinitel zatížení	Návrhové zatížení
	h (mm)	g _k [kN/m ²]	γ _G	g _d [kN/m ²]
Parotěsná fólie asfaltová s ALvložkou	1	0,043	1,35	0,058
Tepelná izolace EPS 150 S	240	0,063	1,35	0,085
Separáčn í geotextilie PP 300 g/m ²	2	0,003	1,35	0,004
Fóliová hydroizolace PVC-P	1,5	0,018	1,35	0,024
Separáčn í geotextilie PP 300 g/m ²	2	0,003	1,35	0,004
Nopová fólie v plně nasyceném stavu	40	0,290	1,35	0,392
Filtrační geotextilie PP 500 g/m ²	2	0,005	1,35	0,007
Extenzivn í substrát	150	1,020	1,35	1,377
vegetace		0,100	1,35	0,135
CELKEM		1,545		2,085

Tab. 6: zatížení extenzivní přírodní střechy

Výpočet součinitele prostupu tepla:

Skladba konstrukce	Výška vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti	Tepelný odpor R	Součinitel prostupu tepla U
	h (mm)	λ [W/m.K]	[m ² .K/W]	[W/(m ² .K)]
Parotěsná fólie asfaltová s AL vložkou	2	0,25	0,008	125
Tepelná izolace EPS 150 S	240	0,035	6,857	0,146
Separáčn í geotextilie PP 300 g/m ²	2	0,15	0,013	75
Fóliová hydroizolace PVC-P	1,5	0,22	0,007	146,67
Separáčn í geotextilie PP 300 g/m ²	2	0,15	0,013	75
Nopová fólie v plně nasyceném stavu	40	0,45	0,089	11,25
Filtrační geotextilie PP 500 g/m ²	2	0,15	0,013	75
Extenzivn í substrát	150	0,33	0,455	2,2
CELKEM			7,455	0,134

Tab. 7: Prostup tepla extenzivní přírodní střechou

Položkový rozpočet na 1 m² střešního pláště:

Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednot.	Cena celkem
PSV	Práce a dodávky PSV				2 156,73 Kč
711	Izolace proti vodě, vlhkosti a plynům				364,20 Kč
711491173	Provedení izolace proti tlakové vodě vodorovné z nopové folie	m2	1,000	29,20	29,20 Kč
28323500-2	Nopová fólie profilovaná, výška nopů 40 mm, DEKDREN L40	m2	1,000	335,00	335,00 Kč
998711103	Přesun hmot tonážní pro izolace proti vodě, vlhkosti a plynům v objektech v do 60 m	t	0,001	865,00	0,87 Kč
712	Povlakové krytiny				1 354,58 Kč
712311101	Provedení povlakové krytiny střech do 10° za studena lakem penetračním nebo asfaltovým	m2	1,000	6,74	6,74 Kč
111631500	lak asfaltový ALP/9 bal 9 kg	t	0,0003	45 100	13,53 Kč
712341559	Provedení povlakové krytiny střech do 10° pásy NAIP přitavením v plné ploše	m2	1,000	72,40	72,40 Kč
628362010	pás asfaltový pískovaný PARABIT AL+ V S40	m2	1,150	137,00	157,55 Kč
712361701	Provedení povlakové krytiny střech do 10° fólií položenou volně	m2	0,870	38,90	33,84 Kč
28322000-1	fólie hydroizolační FATRAFOL 818, tl 1,5 mm, šedá	m2	1,150	205,00	235,75 Kč
712391171	Provedení povlakové krytiny střech do 10° podkladní textilní vrstvy	m2	2,000	28,30	56,60 Kč
69311003-1	geotextilie tkaná (polypropylen) FILTEK 300 g/m2	m2	2,300	29,80	68,54 Kč
712391172	Provedení povlakové krytiny střech do 10° ochranné textilní vrstvy	m2	1,000	34,60	34,60 Kč
69311003-2	geotextilie tkaná (polypropylen) FILTEK 500 g/m2	m2	1,150	49,66	57,11 Kč
712999x02	Zásyp nopové fólie drceným keramzitem, výška nopů 40 mm	m3	0,030	383,00	11,49 Kč
587615000	keramzit Liapor frakce 0-4 mm drcený VL	m3	0,030	¹ 820,00	54,60 Kč
712999x05	násyp extenzivního střešního substrátu tl. 150 mm	m2	1,000	24,00	24,00 Kč
103715x01	substrát pro extenzivní ploché střechy, Optigrün	m3	0,150	¹ 950,00	292,50 Kč
712999x07	Ruční založení extenzivní zeleně osivem	m2	1,000	63,80	63,80 Kč
005999x02	osivo pro intenzivní zelené střechy, Optigrün typ E	m2	1,000	27,00	27,00 Kč
998712103	Přesun hmot tonážní tonážní pro krytiny povlakové v objektech v do 24 m	t	0,149	970,00	144,53 Kč
713	Izolace tepelné				437,95 Kč
713141151	Montáž izolace tepelné střech plochých kladené volně 1 vrstva desek	m2	2,000	22,50	45,00 Kč
283723120	deska z pěnového polystyrenu EPS 150S, tl. 120mm	m2	2,040	189,70	386,99 Kč
998713103	Přesun hmot tonážní tonážní pro izolace tepelné v objektech v do 24 m	t	0,007	851,00	5,96 Kč

Tab. 8: Rozpočet přírodní extenzivní střechy

Náklady na údržbu střechy:

Náklady na údržbu	1. rok			2. - 30. rok		1. - 30. rok
	četnost údržby	(Kč/m ²)	Celkem (Kč/m ²)	četnost údržby	(Kč/m ²)	celkem (Kč/m ²)
podzimní údržba	1	15	15	1	15	450,00 Kč
jarní údržba	1	6	6	1	6	180,00 Kč
ruční zavlažování	10	0,5	5	0	0	5,00 Kč
Celkové náklady po 30 letech						635,00 Kč
Průměrné roční náklady na údržbu ve 4.- 30 roce (Kč/m ²)						21,00 Kč

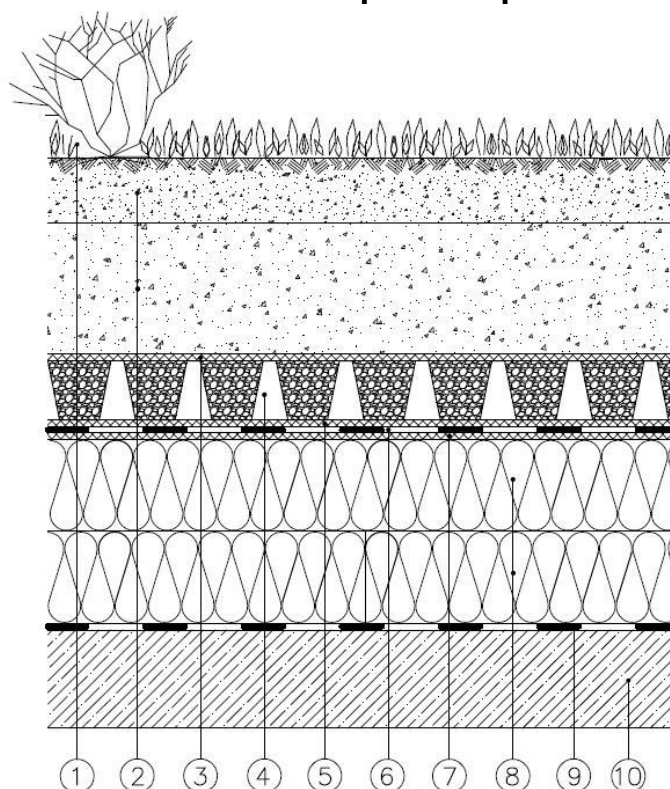
Tab. 9: Náklady na údržbu přírodní extenzivní střechy

Zde se již jedná o ekologicky hodnotnější variantu střechy s mohutnějším střešním porostem. Tento fakt je samozřejmě vykoupen i vyššími nároky na údržbu. Na střeše se díky vyšší mocnosti častěji objevují nežádoucí rostliny a samotnou extenzivní zeleň je třeba každoročně pokosit. Jinak se struktura nákladů na údržbu příliš neliší od předchozí varianty. Větší jsou samozřejmě v období uvedení střechy do provozu z důvodu nutného ručního zavlažování a po té si střecha vystačí s již běžnou údržbou prováděnou dvakrát do roka, zahrnující hnojení a sečení střešní zahrady.



Obr. 15: Přírodní extenzivní střecha [5]

7.3 zelená střecha intenzivní - pochozí parková střecha



Obr. 16: Schéma intenzivní střechy

1. **Vegetace** – intenzivní porost (travní koberec, trvalky)
2. **Zemina** - střešní substrát extenzivní (tl. 250 mm).
3. **Filtrační vrstva** – filtrační geotextilie z PP vláken 500 g/m².
4. **Drenážní a akumulární vrstva** - perforovaná nopová fólie vyplněná keramzitem s retencí 57,2 l/m²
5. **Ochranná a akumulární vrstva** - geotextilie z PP vláken 500 g/m².
6. **Hydroizolační vrstva** - hydroizolační fólie z PVC-P určená pro vegetační střechy
7. **Separční vrstva** - Geotextilie z PP vláken 500 g/m².
8. **Tepelně izolační vrstva**– Tepelná izolace EPS 150 S, 2 vrstvy kladené na vazbu
9. **Parozábrana** - parotěsná pojistná hydroizolace z asfaltových pásů s hliníkovou vložkou.
10. **Spádová vrstva** - souvislý monolitický podklad ve spádu

Tato intenzivní varianta zelené střechy otevírá ještě větší možnosti využití a ozelenění střechy. Zde lze již uvažovat i s výsadbou běžného trávníku a menších keřů. Při návrhu intenzivní zelené střechy je ale třeba počítat s vysokým zatížením konstrukce a nutností časté údržby. Tím rostou i investiční a provozní náklady. Výhodou je možnost využití střechy k pobytu i značná ekologická hodnota a vysoká retence pohybující se okolo 75 l/m².

Výpočet stálého plošného zatížení střešního pláště:

Skladba konstrukce	Výška vrstvy	Char. zatížení	Součinitel zatížení	Návrhové zatížení
	h (mm)	g_k [kN/m ²]	γ_G	g_d [kN/m ²]
Parotěsná fólie asfaltová s ALvložkou	1	0,043	1,35	0,058
Tepelná izolace EPS 150 S	240	0,063	1,35	0,085
Separáční geotextilie PP 300 g/m ²	2	0,003	1,35	0,004
F�liov� hydroizolace PVC-P	3	0,018	1,35	0,024
Separáční geotextilie PP 300 g/m ²	2	0,003	1,35	0,004
Nopov� fólie v pln� nasycen�m stavu	80	0,560	1,35	0,756
Filtrační geotextilie PP 500 g/m ²	2	0,005	1,35	0,007
Intenzivní substrát	250	1,975	1,35	2,666
Střešní vegetace		0,030	1,35	0,041
CELKEM		2,700		3,645

Tab. 10: Zatížení intenzivní střechy

Výpočet součinitele prostupu tepla:

Skladba konstrukce	Výška vrstvy	Součinitel tepeln� vodivosti	Tepeln� odpor R	Součinitel prostupu tepla U
	h (mm)	λ [W/m.K]	[m ² .K/W]	[W/(m ² .K)]
Parotěsná fólie asfaltov� s AL vloškou	2	0,25	0,008	125
Tepeln� izolace EPS 150 S	240	0,035	6,857	0,15
Separáční geotextilie PP 300 g/m ²	2	0,15	0,013	75
F�liov� hydroizolace PVC-P	1,5	0,22	0,007	146,67
Separáční geotextilie PP 300 g/m ²	2	0,15	0,013	75
Nopov� fólie v pln� nasycen�m stavu	80	0,45	0,178	5,63
Filtrační geotextilie PP 500 g/m ²	2	0,15	0,013	75
Intenzivní substrát	250	0,38	0,658	1,52
CELKEM			7,748	0,129

Tab. 11: Prostup tepla intenzivní střechou

Položkový rozpočet na 1 m² střešního pláště:

Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednot.	Cena celkem
PSV	Práce a dodávky PSV				2 578,00 Kč
711	Izolace proti vodě, vlhkosti a plynům				511,20 Kč
711491173	Provedení izolace proti tlakové vodě vodorovné z nopové folie	m2	1,000	29,20	29,20 Kč
28323500-3	Nopová fólie profilovaná, výška nopů 80 mm, DEKDREN L80	m2	1,000	482,00	482,00 Kč
998711103	Přesun hmot tonážní pro izolace proti vodě, vlhkosti a plynům v objektech v do 60 m	t	0,002	865,00	1,73 Kč
712	Povlakové krytiny				1 628,85 Kč
712311101	Provedení povlakové krytiny střech do 10° za studena lakem penetračním nebo asfaltovým	m2	1,000	6,74	6,74 Kč
111631500	lak asfaltový ALP/9 bal 9 kg	t	0,0003	45 100	13,53 Kč
712341559	Provedení povlakové krytiny střech do 10° pásy NAIP přitavením v plné ploše	m2	1,000	72,40	72,40 Kč
628362010	pás asfaltový pískovaný PARABIT AL+ V S40	m2	1,150	137,00	157,55 Kč
712361701	Provedení povlakové krytiny střech do 10° fólií položenou volně	m2	0,870	38,90	33,84 Kč
28322000-1	fólie hydroizolační FATRAFOL 818, tl 1,5 mm, šedá	m2	1,150	205,00	235,75 Kč
712391171	Provedení povlakové krytiny střech do 10° podkladní textilní vrstvy	m2	2,000	28,30	56,60 Kč
69311003-2	geotextilie tkaná (polypropylen) FILTEK 300 g/m2	m2	2,300	29,80	68,54 Kč
712391172	Provedení povlakové krytiny střech do 10° ochranné textilní vrstvy	m2	1,000	34,60	34,60 Kč
69311003-3	geotextilie tkaná (polypropylen) FILTEK 500 g/m2	m2	1,150	49,66	57,11 Kč
712999x03	Zásyp nopové fólie drceným keramzitem, výška nopů 80 mm	m3	0,057	383,00	21,83 Kč
587615000	keramzit Liapor frakce 0-4 mm drcený VL	m3	0,057	¹ 820,00	104,10 Kč
712999x06	násyp intenzivního střešního substrátu tl. 250 mm	m2	1,000	36,00	36,00 Kč
103715x02	substrát pro intenzivní ploché střechy, Optigrün	m3	0,250	¹ 750,00	437,50 Kč
712999x08	ruční založení travního koberce osivem	m2	1,000	37,50	37,50 Kč
005724105	travní osivo parkové	kg	0,015	139,00	2,09 Kč
998712103	Přesun hmot tonážní tonážní pro krytiny povlakové v objektech v do 24 m	t	0,261	970,00	253,17 Kč
713	Izolace tepelné				437,95 Kč
713141151	Montáž izolace tepelné střech plochých kladené volně 1 vrstva desek	m2	2,000	22,50	45,00 Kč
283723120	deska z pěnového polystyrenu EPS 150S, tl. 120mm	m2	2,040	189,70	386,99 Kč
998713103	Přesun hmot tonážní tonážní pro izolace tepelné v objektech v do 24 m	t	0,007	851,00	5,96 Kč

Tab. 12: Položkový rozpočet intenzivní střechy

Náklady na údržbu střechy:

Náklady na údržbu	1. rok			2. - 30. rok		1. - 30. rok
Popis údržby	četnost údržby	(Kč/m ²)	celkem(Kč/m ²)	četnost údržby	(Kč/m ²)	celkem (Kč/m ²)
Sečení trávy	12	3	36	12	3	1 080,00 Kč
chemické odplevelení	0	0	0	1	5	145,00 Kč
přihnojení	1	5	5	1	5	150,00 Kč
spotřeba vody	1	21	21	1	21	630,00 Kč
Celkové náklady po 30 letech						2 005,00 Kč
Průměrné roční náklady na údržbu ve 4.- 30 roce (Kč/m ²)						60,50 Kč
zavlažovací systém	1	150	150	0	0	150,00 Kč

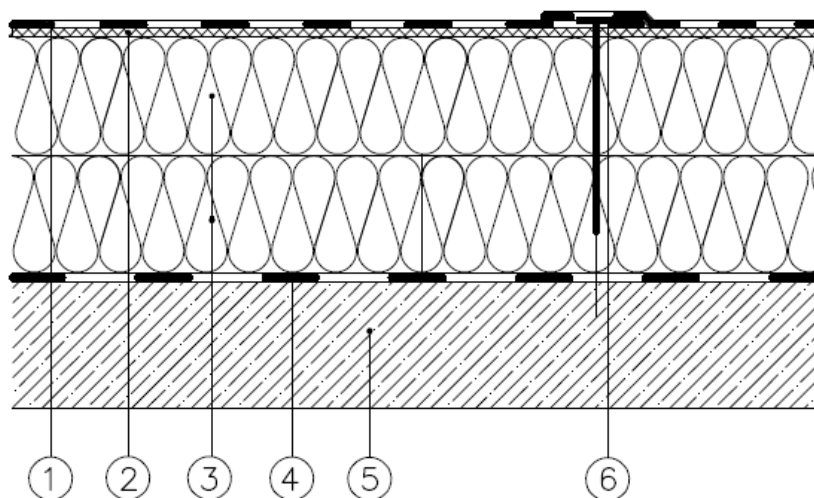
Tab. 13: Náklady na údržbu intenzivní střechy

Třetí varianta je údržbově nejnáročnější a nejnákladnější. Jde o intenzivní typ zelené střechy zatravněné travními koberci. Díky tomuto typu ozelenění, ale střecha nabízí mnohem širší možnosti využití oproti střechám extenzivním. Údržba spočívá v klasickém sekání, hnojení a zavlažování travních koberců. Frekvence takové údržby je odvislá od ročního období a klimatických podmínek. Též záleží na provozu střechy a frekvenci jeho využívání, spojenými s nároky majitele. Na střechách soukromých je taková to údržba často prováděna samotným majitelem a lze tím těžko vyčíslit náklady na údržbu a její počet. V tabulce je počítáno s pravidelným sečením od jara do podzimu, chemickým odplevelením a přihnojením. Zavlažovací systém je navržen automatický a v následném hodnocení je položka na jeho výstavbu připočtena k nákladům investičním.



Obr. 17: Intenzivní střešní terasa [5]

7.4 Plochá střecha nepochozí - mechanicky kotvená varianta



Obr. 18: Schéma mechanicky kotvené ploché střechy

- 1. Hydroizolační vrstva** - hydroizolační fólie z pvc-p, určená k mechanickému kotvení
- 2. Separátory** – separátory getoexilie 300 g/m².
- 3. Tepelně izolační vrstva** - Tepelná izolace EPS 100 S 120 mm, 2 vrstvy kladené na vazbu.
- 4. Parotěsná vrstva** – parotěsná pojistná hydroizolace z asfaltových pásů s hliníkovou vložkou.
- 5. Spádová vrstva** - souvislý monolitický podklad ve spádu
- 6. Teleskopická talířová hmoždinka** - kotvená šrouby do betonu

Zde se jedná o ukázkou typické ploché střechy, která je následně porovnávána se střechami zelenými. Jednotlivé vrstvy lze u těchto střech provádět v různých alternativách. Tepelná izolace může být nahrazena minerální vlnou, či XPS deskami. Hydroizolaci lze provádět z asfaltových pásů či fóliových hydroizolací. Celou skladbu střechy je nutno kotvit ke stropní konstrukci z důvodu nulového přetížení. V této variantě je zvoleno mechanické kotvení talířovými teleskopickými hmoždinkami, v úvahu též připadá například varianta lepení desek pomocí polyuretanových lepidel.

Výpočet stálého plošného zatížení střešního pláště:

Skladba konstrukce	Výška vrstvy	Char. zatížení	Součinitel zatížení	Návrhové zatížení
	h (mm)	g_k [kN/m ²]	γ_G	g_d [kN/m ²]
Parotěsná fólie asfaltová s ALvložkou	1	0,043	1,35	0,058
Tepelná izolace EPS 100 S	240	0,048	1,35	0,065
Separáční geotextilie PP 300 g/m ²	2	0,003	1,35	0,004
Fóliová hydroizolace PVC-P	1,5	0,018	1,35	0,024
Mechanické kotvící prvky		0,008	1,35	0,011
CELKEM		0,120		0,162

Tab. 14: Zatížení mechanicky kotvené ploché střechy

Výpočet součinitele prostupu tepla:

Skladba konstrukce	Výška vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti	Tepelný odpor R	Součinitel prostupu tepla U
	h (mm)	λ [W/m.K]	[m ² .K/W]	[W/(m ² .K)]
Parotěsná fólie asfaltová s AL vložkou	1	0,250	0,00	250
Tepelná izolace EPS 100 S	240	0,037	6,49	0,154
Separáční geotextilie PP 300 g/m ²	2	0,150	0,01	0,003
Fóliová hydroizolace PVC-P	1,5	0,220	0,01	0,000
CELKEM			6,511	0,153

Tab. 15: Prostup tepla mechanicky kotvenou plochou střešou.

Položkový rozpočet na 1 m² střešního pláště:

Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Cena celkem
PSV	Práce a dodávky PSV				1 114,46 Kč
712	Povlakové krytiny				780,29 Kč
712311101	Provedení povlakové krytiny střeš do 10° za studena lakem penetračním nebo asfaltovým	m2	1,000	6,74	6,74 Kč
111631500	lak asfaltový ALP/9 bal 9 kg	t	0,0003	45 100,0	13,53 Kč
712341559	Provedení povlakové krytiny střeš do 10° pásy NAIP přitavením v plné ploše	m2	1,000	72,40	72,40 Kč
628362010	pás asfaltový pískovaný PARABIT AL+ V S40	m2	1,150	137,00	157,55 Kč
712361701	Provedení povlakové krytiny střeš do 10° fólií položenou volně	m2	0,870	38,90	33,84 Kč
28322000-2	fólie hydroizolační FATRAFOL 810, tl 1,5 mm, šedá	m2	1,150	220,00	253,00 Kč

712391176	Provedení povlakové krytiny střech do 10° přípevnění izolace kotvicemi terči	ks	4,000	27,10	108,40 Kč
590513x01	kotvicí prvky - teleskopické talířové hmoždinky 235 mm + šroub do betonu 100 mm	ks	4,000	14,70	58,80 Kč
712391171	Provedení povlakové krytiny střech do 10° podkladní textilní vrstvy	m2	1,000	24,30	24,30 Kč
69311003-1	geotextilie tkaná (polypropylen) FILTEK 300 g/m2	m2	1,150	29,80	34,27 Kč
998712103	Přesun hmot tonážní tonážní pro krytiny povlakové v objektech v do 24 m	t	0,018	970,00	17,46 Kč
713	Izolace tepelné				334,17 Kč
713141151	Montáž izolace tepelné střech plochých kladené volně 1 vrstva desek	m2	2,000	22,50	45,00 Kč
283723120	deska z pěnového polystyrenu bílá EPS 100 S 1000 x 1000 x 120 mm	m2	2,040	140,50	286,62 Kč
998713103	Přesun hmot tonážní tonážní pro izolace tepelné v objektech v do 24 m	t	0,003	851,00	2,55 Kč

Tab. 16: Rozpočet mechanicky kotvené ploché střechy

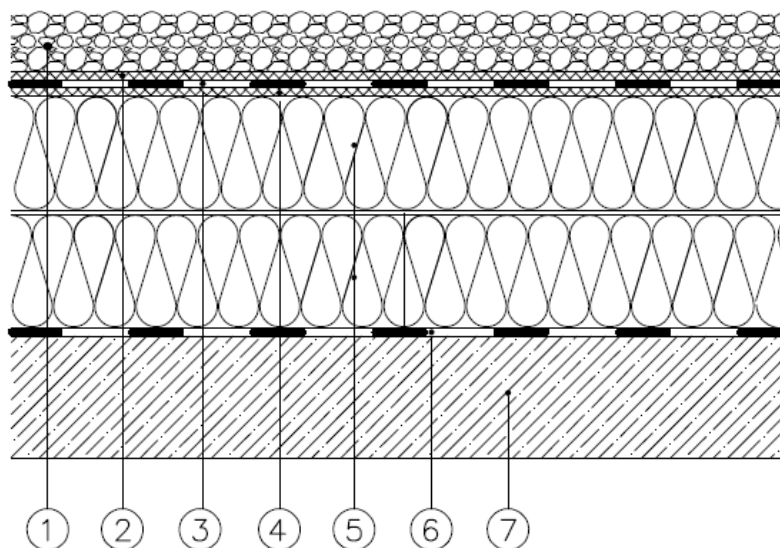
Náklady na údržbu střechy:

Náklady na údržbu	1. rok			2. - 30. rok		1. - 30. rok
	četnost údržby	(Kč/m ²)	celkem(Kč/m2)	četnost údržby	(Kč/m ²)	celkem (Kč/m ²)
odstranění mechu	0	5	0	0,2	5	29,00 Kč
odstranění nečistot	1	0,2	0,2	1	0,2	6,00 Kč
vyčištění svodů	1	0,4	0,4	1	0,4	12,00 Kč
Celkové náklady po 30 letech						47,00 Kč
Průměrné roční náklady na údržbu ve 4.- 30 roce (Kč/m ²)						1,57 Kč

Tab. 17: Náklady na údržbu mechanicky kotvené střechy

Mechanicky kotvená plochá střecha a následující varianty se v rámci údržby od sebe neliší. Jedná se zejména o odstranění nežádoucích mechu a odpadů na střešním plášti, vyčištění střešních vpustí od naplavenin a popřípadě provedení nátěru klempířských konstrukcí a oplechování střech. S touto položkou ale počítáno nebylo, protože práce se zabývá pouze střešní skladbou, nikoli klempířskými výrobky. U nich nelze předpokládat veliký rozdíl v údržbě u jednotlivých variant. Celkově lze tedy údržbu klasických plochých střech shrnout na jednorozční vyčištění vpustí a očištění střešního pláště.

7.5 Plochá střecha nepochozí - varianta zatížená kamenivem



Obr. 19: Schéma ploché střechy zatížené kamenivem

1. **Ochranná vrstva** - prané říční kamenivo frakce 16 – 32 mm
2. **Ochranná vrstva** - geotextilie z PP 500 g/m²
3. **Hydroizolační vrstva** - hydroizolační fólie z PVC-P určena pod zatěžovanou vrstvou
4. **Separační vrstva** - geotextilie z PP 300 g/m
5. **Tepelně izolační vrstva** – Tepelná izolace EPS 100 S, 2 vrstvy kladené na vazbu
6. **Parotěsná vrstva**- parotěsná pojistná hydroizolace z asfaltových pásů s hliníkovou vložkou.
7. **Spádová vrstva** – souvislý monolitický podklad ve spádu

V tomto případě se jedná o podobnou skladbu jako v předchozí variantě ploché střechy, jen kotvení jednotlivých vrstev je vyřešeno přitížením kamenivem. Kamenivo na střeše plní funkci ochrany izolačních vrstev proti přírodním vlivům (vítr, UV záření, atd.) a částečně vylepšuje vzhled střechy. Nevýhodou této varianty je naopak vyšší zatížení nosné konstrukce a horší přístupnost k izolačním vrstvám v případě poruchy.

Výpočet stálého plošného zatížení střešního pláště:

Skladba konstrukce	Výška vrstvy	Char. zatížení	Součinitel zatížení	Návrhové zatížení
	h (mm)	g_k [kN/m ²]	Y_G	g_d [kN/m ²]
Parotěsná fólie asfaltová s ALvložkou	1	0,043	1,35	0,058
Tepelná izolace EPS 100 S	240	0,048	1,35	0,065
separační geotextilie PP 300 g/m ²	2	0,003	1,35	0,004
Fóliová hydroizolace PVC-P	1,5	0,018	1,35	0,024
separační geotextilie PP 500 g/m ²	2	0,005	1,35	0,007
zásyp kamenivem	70	0,980	1,35	1,323
CELKEM		1,097		1,481

Tab. 18: zatížení ploché střechy zatížené kamenivem

Výpočet součinitele prostupu tepla:

Skladba konstrukce	Výška vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti	Tepelný odpor R	Součinitel prostupu tepla U
	h (mm)	λ [W/m.K]	[m ² .K/W]	[W/(m ² .K)]
Parotěsná fólie asfaltová s AL vložkou	1	0,25	0,00	250
Tepelná izolace EPS 100 S	240	0,037	6,49	0,154
separační geotextilie PP 300 g/m ²	2	0,15	0,01	0,003
Fóliová hydroizolace PVC-P	1,5	0,22	0,01	0,000
separační geotextilie PP 500 g/m ²	2	0,15	0,01	0,002
zásyp práným kamenivem	70	-	-	-
CELKEM			6,524	0,153

Tab. 19: Prostup tepla plochou střechou zatíženou kamenivem

Položkový rozpočet na 1 m² střešního pláště

Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Cena celkem
PSV	Práce a dodávky PSV				1 153,25 Kč
712	Povlakové krytiny				819,08 Kč
712311101	Provedení povlakové krytiny střech do 10° za studena lakem penetračním nebo asfaltovým	m2	1,000	6,74	6,74 Kč
111631500	lak asfaltový ALP/9 bal 9 kg	t	0,0003	45 100,00	13,53 Kč
712341559	Provedení povlakové krytiny střech do 10° pásy NAIP přitavením v plné ploše	m2	1,000	72,40	72,40 Kč
628362010	pás asfaltový pískovaný PARABIT AL+ V S40	m2	1,150	137,00	157,55 Kč
712361701	Provedení povlakové krytiny střech do 10° fólií položenou volně	m2	0,870	38,90	33,84 Kč

28323500-1	fólie hydroizolační FATRAFOL 810 tl 1,5 mm, šedá	m2	1,150	205,00	235,75 Kč
712391171	Provedení povlakové krytiny střech do 10° podkladní textilní vrstvy	m2	1,000	28,30	28,30 Kč
69311003-1	geotextilie tkaná (polypropylen) FILTEK 300 g/m2	m2	1,150	29,80	34,27 Kč
712391172	Provedení povlakové krytiny střech do 10° ochranné textilní vrstvy	m2	1,000	34,60	34,60 Kč
69311003-2	geotextilie tkaná (polypropylen) FILTEK 500 g/m2	m2	1,150	49,66	57,11 Kč
712391382	Provedení povlakové krytiny střech do 10° násypem z hrubého kameniva tl 50 mm	m2	1,000	4,51	4,51
712391482	Příplatek k povlakové krytině střech do 10° ZKD 10 mm násypu z hrubého kameniva	m2	2,000	0,50	1,00
583374030	kamenivo dekorační (kačírek) frakce 16/32	t	0,035	693,00	24,26
998712103	Přesun hmot tonážní tonážní pro krytiny povlakové v objektech v do 24 m	t	0,101	970,00	97,97 Kč
713	Izolace tepelné				334,17 Kč
713141151	Montáž izolace tepelné střech plochých kladené volně 1 vrstva desek	m2	2,000	22,50	45,00 Kč
283723120	deska z pěnového polystyrenu bílá EPS 100 S 1000 x 1000 x 120 mm	m2	2,040	140,50	286,62 Kč
998713103	Přesun hmot tonážní tonážní pro izolace tepelné v objektech v do 24 m	t	0,003	851,00	2,55 Kč

Tab. 20: rozpočet ploché střechy zatížená kamenivem

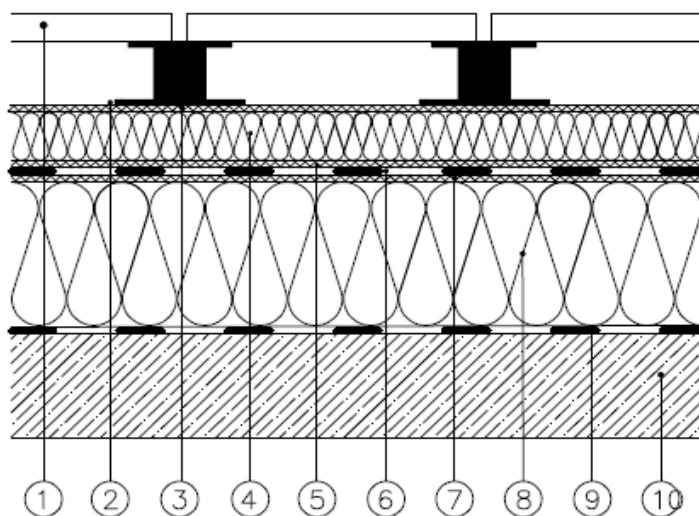
Náklady na údržbu střechy:

Náklady jsou stejné jako u předchozí varianty 7.4 klasické ploché střechy.



Obr. 20: Plochá střecha přitížená kamenivem [23]

7.6 Plochá střecha pochozí – varianta s dlažbou



Obr. 21: Schéma pochozí střechy pokryté dlažbou

1. **Nášlapná vrstva** - betonové dlaždice 40x40x4,5 cm
2. **Podkladní vrstva** – nastavitelné plastové terče pod dlažbu
3. **Ochranná vrstva** - geotextilie z PP 500 g/m²
4. **Roznášecí vrstva** – desky z XPS polystyrenu, tl.60 mm
5. **Separační vrstva** - geotextilie z PP 300 g/m²
6. **Hydroizolační vrstva** - hydroizolační folie z PVC-P určena pod zatěžované vrstvy
7. **Separační vrstva** - geotextilie z PP 300 g/m²
8. **Tepelně izolační vrstva** – Tepelná izolace EPS 150 S, tl. 180 mm.
9. **Parotěsná vrstva**- parotěsná pojistná hydroizolace z asfaltových pásů s hliníkovou vložkou.
10. **Spádová vrstva** - – souvislý monolitický podklad ve spádu

V tomto případě se jedná o návrh pochozí zateplené ploché střechy pokryté dlažbou. Tato skladba je vhodná zejména na terasy, její uplatnění na celé střeše je velmi nepravděpodobné a jednalo by se též o velmi drahou variantu. Systém uchycení dlažby byl zvolen pomocí plastových nastavitelných terčů, vyrovnávajících spád střechy. Tato varianta má výhodu ve snadném rozebrání dlažby při poruše hydroizolační vrstvy, též umožňuje

vést rozvody ve vzduchové mezeře mezi hydroizolací a dlažbou. Dlažba též může kopírovat spád střechy a být lepena pomocí flexibilního lepidla.

Výpočet stálého plošného zatížení střešního pláště:

Skladba konstrukce	Výška vrstvy	Char. zatížení	Součinitel zatížení	Návrhové zatížení
	h (mm)	g_k [kN/m ²]	γ_G	g_d [kN/m ²]
Parotěsná fólie asfaltová s ALvložkou	2	0,042	1,35	0,057
Tepelná izolace EPS 150 S	180	0,047	1,35	0,063
Separáční geotextilie PP 300 g/m ²	2	0,003	1,35	0,004
F�liov� hydroizolace PVC-P	1,5	0,018	1,35	0,024
Separáční geotextilie PP 300 g/m ²	2	0,003	1,35	0,004
Tepeln� izolace XPS	60	0,19	1,35	0,256
Ochrann� geotextilie PP 500 g/m ²	2	0,005	1,35	0,006
Betonov� dlažba s s terčů	40	0,96	1,35	1,296
CELKEM		1,269		1,713

Tab. 21: zatížení pochozí střechy pokryt  dlažbou

Výpočet součinitele prostupu tepla:

Skladba konstrukce	Výška vrstvy	Součinitel tepeln� vodivosti	Tepeln� odpor R	Součinitel prostupu tepla U
	h (mm)	λ [W/m.K]	[m ² .K/W]	[W/(m ² .K)]
Parotěsná fólie asfaltov� s AL vložkou	2	0,25	0,008	125
Tepeln� izolace EPS 150 S	180	0,037	4,860	0,19
Separáční geotextilie PP 300 g/m ²	2	0,15	0,013	75
F�liov� hydroizolace PVC-P	1,5	0,22	0,006	146,66
Separáční geotextilie PP 300 g/m ²	2	0,15	0,013	75
Tepeln� izolace XPS	60	0,035	1,714	0,58
Ochrann� geotextilie PP 500 g/m ²	2	0,15	0,013	75
CELKEM			6,631	0,151

Tab. 22: Prostup tepla pochozí střechy pokryt  dlažbou

Položkový rozpočet na 1 m² střešního pláště:

Kód polořky	Popis	MJ	Mnořtv� celkem	Cena jednotkov�	Cena celkem
	Celkem, práce a dodávky HSV + PSV				2 680,54 K�
HSV	Práce a dodávky HSV				1 029,14 K�
6	úpravy povrchů, podlahy a osazování v�pln�				1 029,14 Kč

636311112	Kladení dlažby z betonových dlaždic 40x40cm na sucho na terče z umělé hmoty do 70 mm	m2	1	704	704,00 Kč
592453200	dlažba desková betonová BENA S 40x40x4,5 cm šedá	m2	1,02	285	290,70 Kč
998011003	Přesun hmot pro budovy zděné v do 24 m	t	0,14	246	34,44 Kč
PSV	Práce a dodávky PSV				1 651,40 Kč
712	Povlakové krytiny				1 035,88 Kč
712311101	Provedení povlakové krytiny střech do 10° za studena lakem penetračním nebo asfaltovým	m2	1,000	6,74	6,74 Kč
111631500	lak asfaltový ALP/9 bal 9 kg	t	0,0003	45 100,00	13,53 Kč
712341559	Provedení povlakové krytiny střech do 10° pásy NAIP přitavením v plné ploše	m2	1,000	72,40	72,40 Kč
628362010	pás asfaltový pískovaný PARABIT AL+ V S40	m2	1,150	137,00	157,55 Kč
712361701	Provedení povlakové krytiny střech do 10° fólií položenou volně	m2	0,870	38,90	33,84 Kč
28322000-3	fólie hydroizolační FATRAFOL 814 tl 2,5 mm, šedá	m2	1,150	380,00	437,00 Kč
712391171	Provedení povlakové krytiny střech do 10° podkladní textilní vrstvy	m2	2,000	28,30	56,60 Kč
693110030	geotextilie tkaná (polypropylen) FILTEK 300 g/m2	m2	2,300	29,80	68,54 Kč
712391172	Provedení povlakové krytiny střech do 10° ochranné textilní vrstvy	m2	1,000	34,60	34,60 Kč
693110030	geotextilie tkaná (polypropylen) FILTEK 500 g/m2	m2	1,150	49,66	57,11 Kč
998712103	Přesun hmot tonážní tonážní pro krytiny povlakové v objektech v do 24 m	t	0,101	970,00	97,97 Kč
713	Izolace tepelné				615,52 Kč
713141151	Montáž izolace tepelné střech plochých kladené volně 1 vrstva desek	m2	2,000	22,50	45,00 Kč
283723200	deska z pěnového polystyrenu bílá EPS 100 S 1000 x 1000 x 120 mm	m2	1,020	284,50	290,19 Kč
28376370-1	polystyren extrudovaný FIBRAN 500L, 80 mm	m3	0,080	3 472,20	277,78 Kč
998713103	Přesun hmot tonážní tonážní pro izolace tepelné v objektech v do 24 m	t	0,003	851,00	2,55 Kč

Tab. 23: rozpočet pochozí střechy pokryté dlažbou

Náklady na údržbu střechy:

Náklady jsou stejné jako u varianty klasické ploché střechy v kapitole 7.4.

8 Shrnutí výsledků hodnocených variant plochých střech

V následující tabulce (Tab. 24) jsou shrnuty výsledky a vlastnosti porovnávaných variant plochých střech z předchozí kapitoly 7. Tabulka též obsahuje náklady na rekonstrukce a návrhovou životnost jednotlivých skladeb. Těmto položkám se práce podrobněji věnuje v ekonomickém porovnání (kapitola 9) a v příloze č. 2. V této kapitole jsou důkladněji rozebrány všechny náklady a úspory plynoucí z provozu a výstavby zelených střech a výsledky jsou porovnány s náklady střech klasických. Vypočtené hodnoty jsou následně v kapitole 10 aplikovány na konkrétním objektu. Druhé porovnání navrhovaných skladeb je provedeno pomocí hodnotové analýzy, kde jsou již ohodnoceny i ekologické a ostatní, těžko finančně vyjádřitelné úspory zelených střech.

hodnoty a charakteristiky vztahené na m ² střechy	varianta 1	varianta 2	varianta 3	varianta 4	varianta 5	varianta 6
typ střechy	plochá	plochá	plochá	plochá	plochá	plochá
popis	zelená	zelená	zelená	klasická	klasická	pochozí
horní vrstva	exten. zeleň	exten. zeleň	intenz zeleň	fóliová izolace	kačírek	bet. dlažba
retence střechy (l)	cca 19	cca 37	cca 75	0	0	0
ekologická hodnota (0-10)	6	9	6	1	2	2
hydroizolace	PVC-P	PVC-P	PVC-P	PVC-P	PVC-P	PVC-P
tepelná izolace	EPS	EPS	EPS	EPS	EPS	EPS, XPS
návrhová životnost (let)	45	50	55	25	25	25
tloušťka skladby (mm)	350	440	580	250	320	cca 340
hmotnost (kg/m ²)	85,9	154,5	2700	12	109,7	126,9
plošné zatížení g _d (kN/m ²)	1,16	2,08	3,64	0,16	1,48	1,71
prostup tepla (W/(m ² *K))	0,139	0,134	0,129	0,153	0,153	0,151
náklady na výstavbu (Kč)	1711,8	2 157	2 728	1 115	1 153	2680,5
náklady na údržbu (Kč/rok)	12,5	21	60,5	1,57	1,57	1,57
náklady na odstranění skladby (Kč)	249,1	324,3	445,38	113,13	201,51	228,4
náklady na rekonstrukci (Kč/30 let)	1332,2	1417,62	1730,9	1737,64	1890,25	2650,68

Tab. 24: shrnující tabulka vlastností a hodnot jednotlivých variant

9 Ekonomické porovnání navržených střešních pláštů

Jak již bylo nastíněno v předchozích kapitolách, zelené střechy mají mnoho výhod, které jsou ovšem vykoupeny vyššími investičními náklady a nutnými výdaji na údržbu. V následujících odstavcích se pokusím objasnit, jak si jednotlivé skladby obstarají v ekonomickém porovnání, zabývajícím se výstavbou a 30 let provozu střechy. V první části porovnání je počítáno s investičními náklady, náklady na údržbu a náklady vynaloženými na rekonstrukci zelené střechy (tab. 25). Náklady na rekonstrukci byly vypočteny dle návrhových životností jednotlivých skladeb a jejich výpočet je uveden v odstavci 10.3. Ostatní náklady jednotlivých variant vycházejí z výpočtu uvedených v kapitole 8. Druhá část porovnání shrnuje úspory zelených střech (tab. 27). Jelikož uvedené úspory nejsou prokazatelně podloženy, v dalších výpočtech provedených na konkrétním případě se s nimi nepočítá. V práci jsou zmíněny pouze pro úplnost a vyjadřují položky, které by se při rozhodování o realizaci zelené střechy měly brát taktéž v potaz. Hodnoty úspor vycházejí ze zdrojů uvedených pod jednotlivou kapitolou a v seznamu použité literatury.

Shrnutí nákladu výstavby a 30 let provozu střechy:

Náklady (Kč/m ²)	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3	Varianta 4	Varianta 5	Varianta 6
investiční	1711,8	2 157	2 728	1 115	1 153	2680,5
na údržbu	380	635	2005	74	74	74
na rekonstrukci	1332,2	1417,62	1730,9	1737,64	1890,25	2650,68
Celkové náklady:	3424	4209,32	6463,9	2926,14	3117,55	5405,18

Tab. 25: porovnání nákladů za dobu 30 let

9.1 Investiční náklady

Hodnota vypočtených nákladů logicky vypovídá o náročnosti provedení skladby a jejímu materiálovému složení. Do výsledných cen nejsou započítány příplatky za specifické části střešního pláště, jako je řešení instalačních prostupů, ukončení u atik, střešních výlezů a klempířských výrobků. U třetí varianty zelené intenzivní střechy je k investičním nákladům připočtena i realizace automatického zavlažovacího systému. Jelikož se jeho

cena liší u každé střechy, nebylo s ním počítáno v rozpočtech střešního pláště, ale průměrná cena přepočtená na jeden metr čtvereční střechy je připočtena až v tomto porovnání. Údaj vychází z přibližné ceny, zveřejněné na stránce dodavatele automatického zavlažovacího zařízení. [19] Jedná se tedy o přibližný odhad ceny, která se liší u každého objektu.

9.2 Náklady na údržbu

Náklady na údržbu opět vycházejí z předchozích výpočtů uvedených v kapitole 7. U vegetačních střech jsou dle předpokladu náklady na údržbu vyšší oproti střechám klasickým a jejich hodnota se může lišit v průběhu životnosti střechy. Z počátku bývají vyšší než v dalším jejím průběhu. Je to způsobeno častějším hnojením, zavlažováním a dosazováním vegetace. Samotné zavlažování střech je jedním z hlavních problémů střešních zahrad. U extenzivního ozelenění se díky výběru rostlin s pravidelným zavlažováním obvykle neuvažuje, rostliny si vystačí s dešťovými srážkami, vláhu v období sucha zajišťuje retenční vrstva a rostliny přežijí i v extrémních podmínkách. Ovšem i tak je většinou nutno počítat s vývodem vody na střechu, z důvodu potřeby zavlažování rostliny při prvotním osázení. Tato varianta zavlažování připadá v úvahu u prvních dvou navržených variant extenzivních střech. U intenzivních zahrad je pravidelné zavlažování téměř nutností. To bývá řešeno automatickým systémem a je třeba při návrhu parkové střechy s těmito náklady počítat již při návrhu. Druhou variantou je návrh méně náročné intenzivní střechy, s velkou kapacitou retenční vrstvy a plánovaným ručním zavlažováním. Automatický zavlažovací systém tvoří podstatnou položku v nákladech, ale naopak jeho provoz je úspornější oproti ručnímu zavlažování. Mnozí výrobci uvádějí návratnost investice do takového systému v rozmezí 3 – 5 let. Náklady na údržbu byly vypočteny dle nabídky a zveřejněných ceníků zahradnických firem uvedených v seznamu použité literatury a v příloze 1.

9.3 Náklady na opravy a rekonstrukce

Celkovou životnost střešního pláště ovlivňuje zejména životnost hydroizolačních a tepelně izolačních vrstev. Proto je v práci počítáno

s kompletní výměnou celé skladby ve stejnou dobu. Zdroje uvedené v seznamu literatury se shodují, že zelené střechy prodlužují životnost izolačních vrstev, ale konkrétní hodnoty se poměrně rozcházejí. Zdroj [1] počítá s prodloužením životnosti minimálně o 60 %, výrobce izolací Fatra udává prodloužení životnosti o dvojnásobek doby. Ve skutečnosti při využití moderních materiálů tato hodnota může být mnohem vyšší. S delší dobou provozu objektu než je v tomto příkladu počítáno, přichází zároveň i vyšší úspory za rekonstrukce střech. Návrhová životnost kompletní skladby klasického střešního pláště ploché střechy je uvažována na dobu 25 let.

Výrobek:	Návrhová životnost (rok)
Dlažba betonová	25
Povlaková krytina (hlavní vodotěsnící vrstva)	25
Povlaková krytina (pojistná vodotěsnící vrstva)	25
Tepelně izolační výrobky	25

Tab. 26: Životnost jednotlivých vrstev ploché střechy [9]

Životnost porovnávaných skladeb zelených střech je navržena dle autora práce a vychází z hodnot uvedených v použité literatuře. Jednotlivé životnosti navržených variant jsou uvedeny v porovnávací tabulce (tab. 24) a v popisu každé skladby.

Shrnutí nákladu na rekonstrukce po 30 letech provozu střechy:

Popis položky	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3	Varianta 4	Varianta 5	Varianta 6
odstranění původní skladby (Kč/m ²)	249,1	324,3	445,38	113,13	201,51	228,4
pokládka nové skladby (Kč/m ²)	1749,2	2038,4	2728	1334,9	1373,7	1980,5
životnost (let)	45	50	55	25	25	25
rekonstrukce (Kč/m ²)	1998,3	2362,7	3173,38	1448,03	1575,21	2208,9
rekonstrukce (Kč/m ² /rok)	44,41	47,25	57,70	57,92	63,01	88,36
rekonstrukce (Kč/m²/30 let)	1332,2	1417,62	1730,93	1737,64	1890,25	2650,68

Tab. 27: Shrnutí nákladu na rekonstrukci

Shrnutí nákladu na kompletní rekonstrukci střešního pláště se skládá ze dvou položek. První položkou je odstranění stávající vrstvy a poté výstavba skladby totožné. Výpočet uvedený v tab. 27 předpokládá lineární rozložení nákladů na rekonstrukci v průběhu celé doby životnosti každé z variant. Náklady na bourací práce jsou uvedeny v příloze č. 2 a investiční náklady nových skladeb jsou převzaty z kapitoly 7. Ceny bouracích prací jsou zjištěny na základě ceníkových cen programu KROS plus a kalkulací stavební firmy Stavomak. V nákladech rekonstrukce je uvažováno s kompletním odstraněním izolačních vrstev až na spádovou vrstvu, která zůstane v původním stavu. Demontáž klempířských výrobků není uvažována, protože se liší dle typu konkrétní střechy a s klempířskými výrobky není v práci počítáno. Ve skutečnosti budou tedy náklady rekonstrukce ještě vyšší. U pochází varianty ploché střechy je počítáno se zachováním dlažby a nastavitelných terčů, které se po rozebrání a rekonstrukci izolačních vrstev opět použijí. Z toho plyne odpočet materiálu za tyto položky v nákladech na rekonstrukci.

Shrnutí úspor po dobu 30 let provozu střechy:

Úspory (Kč/m ²)	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3	Varianta 4	Varianta 5	Varianta 6
úspory energií	115	146	178	0	0	0
stočné	304,2	354,9	405,6	0	0	0
Celkové úspory	624,2	784,9	795,6	0	0	0

Tab. 28: shrnutí úspor za dobu 30 let

Tabulka 28 znázorňuje úspory převedené do finančního měřítka, které je schopná zelená střecha generovat. Výsledné hodnoty úspor nejsou v práci dostatečně podloženy výpočty a zdroji nebo ještě nejsou zavedeny do praxe (zavedení stočného srážkových vod na stavbách určených pro bydlení). Proto se s těmito hodnotami v další části práce nepočítá a v hodnotové analýze jsou nahrazeny koeficienty. V této části jsou uvedeny pro úplnost a dokazují, že zelené střechy dokážou generovat jisté úspory. V porovnání dále nejsou započteny úspory na veřejné zdraví, vycházející z ekologických výhod a zvukově izolační schopnosti. Zejména v místech se zvýšenou

akustickou zátěží může vést varianta zastřešení zelenou střechou k podstatným úsporám na jiná protihluková opatření.

9.4 Úspory energií

Tato položka vyjadřuje úspory za energie vycházející z tepelných výhod zelených střech. Výsledná částka je závislá na celkovém provedení objektu a dalších mnoha faktorech. V možnostech práce není objektivně stanovit tuto hodnotu, proto bude určena pouze odhadem a poměrovým přepočtem vycházejícím zejména ze zahraničních analýz zelených střechy.

9.5 Stočné srážkových vod

„Základní pravidla pro odvádění srážkových vod včetně určení jejich objemu stanovuje Zákon č. 274/2001 sb. o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu. Pokud jsou srážkové vody odváděny kanalizací pro veřejnou potřebu, podléhají obecně zpoplatnění, a to ve výši stočného, které je platné v příslušné lokalitě. Povinnost platit za odvádění srážkových vod do kanalizace pro veřejnou potřebu se však nevztahuje na plochy dálnic, silnic, místních komunikací a účelových komunikací, plochy drah celostátních a regionálních, zoologické zahrady a plochy nemovitostí určených k trvalému bydlení a na domácnosti.“ (J. Hladík, 2013)

V současné době tedy při využití zelené střechy na bytovém domě nemůžeme s touto úsporou stočného počítat. Položka by se stávala aktuální při zavedení stočného i na objekty určené k trvalému bydlení nebo při realizaci střechy na objektu s podnikatelským záměrem. V cizině je situace mnohdy odlišná a jsou známy případy, kdy například obce ročně přispívá určitou částku odvíjející se z plochy střechy. Vynaložené peníze pak obce ušetří například při výstavbě retenčních nádrží s menší potřebnou kapacitou. Nebo při méně častých opravách kanalizačního potrubí spojených s menším zatížením.

Částka stanovená v tabulce úspory byla spočtena dle postupu vycházejícího ze zákona č. 274/2001 sb. Cena stočného a průměrný roční srážkový úhrn je počítán pro oblast Prahy. Odtokový součinitel S_r je stanoven autorem dle

retenční kapacity jednotlivých navrhovaných skladeb. Celkový výpočet je uveden v následujících tabulkách.

Roční množství odváděných srážkových vod:

$Q [m^3] =$ součet redukovaných ploch $[m^2]$ x dlouhodobý srážkový úhrn v $[m/rok]$

Druh plochy	Plocha (m ²)	Odtokový součinitel	Redukovaná plocha $S_R[m^2]$ (plocha x odtokový součinitel)
A - zastavěné a těžce propustné plochy	1	0,9	0,9
B - lehce propustné zpevněné plochy	1	0,4	0,4
C - plochy kryté vegetací	1	0,05	0,05

Tab. 29: výpočet redukované plochy [22]

Tento výpočet uvažovaný na navržené skladby vypadá takto:

Varianta skladby	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Plocha (m ²)	1	1	1	1	1	1
Odtokový součinitel	0,3	0,2	0,1	0,9	0,9	0,9
Redukovaná plocha $S_R [m^2]$	0,3	0,2	0,1	0,9	0,9	0,9
Roční úhrn srážek (m/rok)	0,528	0,528	0,528	0,528	0,528	0,528
Cena stočného Praha (Kč)	32	32	32	32	32	32
Roční poplatky (Kč)	5,07	3,38	1,69	15,21	15,21	15,21
roční úspora (Kč/m²)	10,14	11,83	13,52	0,00	0,00	0,00

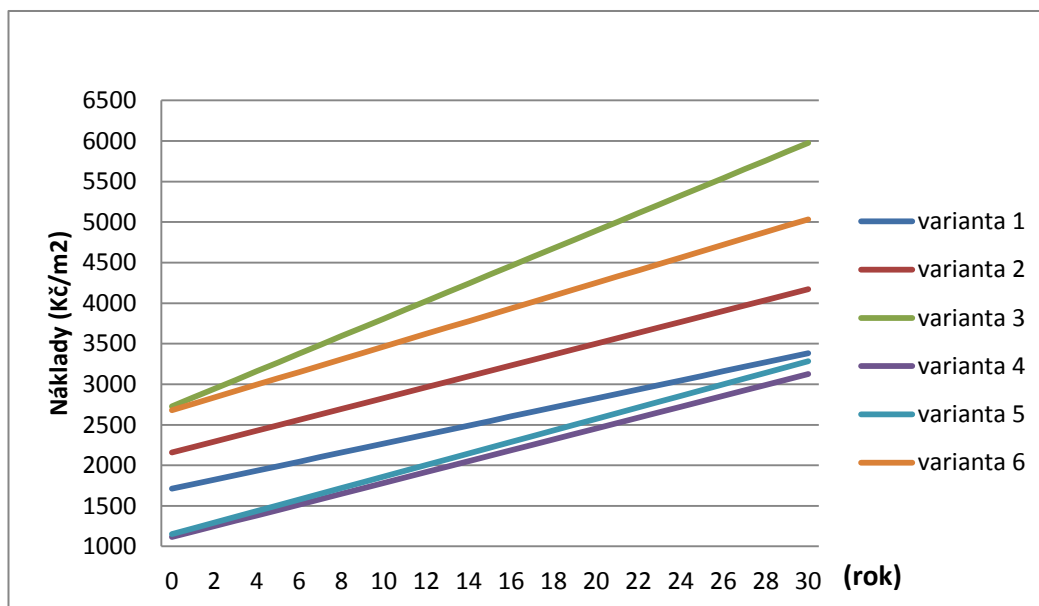
Tab. 30: výpočet odtoku srážkové vody

Z předchozí kapitoly vyplývá, že v současné době zelené střechy nedokážou ve sledovaném horizontu třiceti let finančně obstát střechám klasickým. Rozdíl nákladů tedy musí pokrýt investor, v úvahu připadá například pomoc státu nebo Evropské unie ve formě dotací. Druhou variantou, která pro investory připadá v úvahu, je zvýšit cenu bytové jednotky v souladu s vyšší prestiží objektu zastřešeného zelenou střechou. Právě této části se bude věnovat další kapitola.

9.6 Vyhodnocení ekonomického porovnání navržených skladeb

Z grafu 5 je vidět průběh investičních a provozních nákladů v třicetiletém horizontu provozu střechy. Ve výpočtu je uvažováno s lineárním rozložením nákladů na opravy v celé délce životnosti dané skladby. Z grafu lze vyčíst, že jednoznačně nejnákladnější variantou se jeví střecha intenzivní. Po nejdražší realizaci též provozní náklady rostou nejvíce. U střech intenzivních se ale rozdíl v počátečních nákladech oproti skladbám klasickým postupem času vyrovnává. Je to způsobeno delší životností pláště. Z toho vyplývající úspora na rekonstrukcích překoná výši výdajů spojených s údržbou a tím pádem jsou i náklady na provoz nižší.

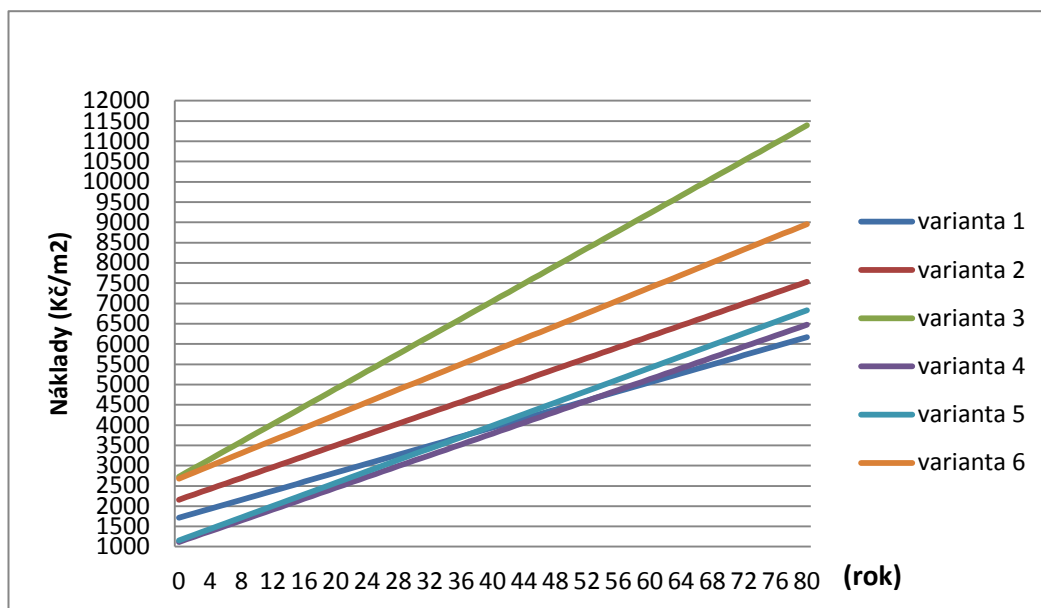
Uvedené grafy a výpočty nezohledňují inflaci a časovou hodnotu peněz. Pro přesnější výpočet je nutno i s tímto faktorem počítat. Cílem této části práce ovšem nebylo stanovit přesné konečné hodnoty nákladů na konci sledovaného časového horizontu, ale pouze poukázat na rozdíly v investičních a provozních nákladech mezi jednotlivými skladbami a porovnat jejich efektivnost.



graf 5: průběh nákladů v čase (30 let)

Pro zajímavost byl stejný výpočet proveden ještě jednou, ale tentokrát byl časový horizont sledování nákladů stanoven na 80 let. Jak je vidět z grafu 6 tak na konci tohoto období první varianta lehké extenzivní zelené střechy

překonává v ekonomické efektivnosti všechny skladby klasických plochých střech. K překonání nejúspornější 4. varianty ploché střech dojde v 53. roce od výstavby. Aby, i zbylé dvě navržené varianty zelených střech byli ekonomicky efektivnější než střechy klasické, by bylo třeba do výpočtu zohlednit i ostatní úspory, plynoucí z jejich ekologický, retenčních a dalších výhod.



Graf 6: průběh nákladů v čase (30 let)

10 Výpočet nákladů pro konkrétní objekt

Výpočet ekonomické efektivity zelené střechy nyní bude proveden na konkrétním případě bytového domu, zpracovávaného v předmětu projekt 1. Jedná se o bytový dům se čtyřmi nadzemními podlažími a jedním podzemním, řešeným jako garáže. Celková plocha střechy je 486,4 m². V 1. až 3. patře se nachází 18 bytových jednotek o dispozici 2+KK a 3+KK. Rozložení bytů je na každém patře stejné a celková užitná plocha bytů na jednom patře činí 300 m². Ve 4. patře jsou bytové jednotky pouze 4, dvě o dispozici 4+KK a dvě o dispozici 2+KK. Užitnou podlahovou plochu bytů má 4. patro stejné jako předchozí podlaží. Pro tento příklad byla cena bytů stanovena na částku 47 000 Kč/m² podlahové plochy. Při této ceně počítáme s uvažovaným návrhem klasické skladby, nepochozí ploché střechy (varianta 4). Celková tržba za prodej bytů po přenásobení podlahové plochy cenou za metr čtvereční je 14 100 000 Kč. K této částce ještě připočteme 3 000 000 Kč za 12 garážových stání o jednotkové ceně 250 000 Kč. Rekapitulace tržeb je znázorněna v tabulce 31. Jakým způsobem by se do ceny bytů projevila změna typu střešního pláště je řešeno v následujících výpočtech. Výsledné hodnoty jsou v závěru této kapitoly porovnány s výsledky vycházejícími z dotazníkové průzkumu (kapitola 12).

Tržby z prodeje nemovitostí	Cena (Kč)
byty	14 100 000,00 Kč
garáže	3 000 000,00 Kč
Celkem	17 100 000,00 Kč

Tab. 31: Shrnutí tržeb

Předpokladem pro výpočet je zachování stejné výše tržeb investora i při zvyšující se ceně objektu. Rozdíl cen bytů se tedy vlivem dražší skladby střešního pláště navyšuje dle rozdílu v investičních nákladech porovnávaných skladceb. Dále je spočten rozdíl provozních nákladů budovy převeden na poplatky pro konkrétní bytové jednotky. Výpočet je opět uvažován v třicetiletém horizontu a nadále je počítáno pouze s variantami zelených střech, porovnávanými s klasickou plochou střechou.

10.1 Investiční náklady střechy

Náklady (Kč)	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3	Varianta 4
investiční (Kč/m ²)	1711,8	2 157	2 728	1 115
plocha střechy (m ²)	486,4	486,4	486,4	486,4
celková cena střechy	832 620 Kč	1 049 019 Kč	1 326 899 Kč	542 093 Kč

Tab. 32: Celkové náklady střechy

Částky opět vycházejí z rozpočtů sestavených v kapitole 7. U třetí varianty je ještě připočteno automatické závlahové zařízení. Po rozložení rozdílů investičních nákladů mezi bytové jednotky poměrem vycházejícím z podlahové plochy bytu se ceny bytů v objektu změnilo následujícím způsobem.

Varianta 1 – lehká, nepochozí zelená střecha

Dispozice	Výměra	Původní cena	Nová cena	Nárůst cen
2 + KK	45	2 115 000 Kč	2 125 895 Kč	10 895 Kč
2 + KK	55	2 585 000 Kč	2 598 316 Kč	13 316 Kč
3 + KK	60	2 820 000 Kč	2 834 526 Kč	14 526 Kč
4 + KK	95	4 465 000 Kč	4 488 000 Kč	23 000 Kč

Tab. 33: Změna cen bytů lehká extenzivní střecha

Varianta 2 – přírodní, nepochozí zelená střecha

Dispozice	Výměra	Původní cena	Nová cena	Nárůst cen
2 + KK	45	2 115 000 Kč	2 134 010 Kč	19 010 Kč
2 + KK	55	2 585 000 Kč	2 608 234 Kč	23 234 Kč
3 + KK	60	2 820 000 Kč	2 845 346 Kč	25 346 Kč
4 + KK	95	4 465 000 Kč	4 505 132 Kč	40 132 Kč

Tab. 34: Tab. 29: Změna cen bytů přírodní extenzivní střecha

Varianta 3 – pochozí střešní zahrada

Dispozice	Výměra	Původní cena	Nová cena	Nárůst cen
2 + KK	45	2 115 000 Kč	2 144 430 Kč	29 430 Kč
2 + KK	55	2 585 000 Kč	2 620 970 Kč	35 970 Kč
3 + KK	60	2 820 000 Kč	2 859 240 Kč	39 240 Kč
4 + KK	95	4 465 000 Kč	4 527 131 Kč	62 131 Kč

Tab. 35: Tab. 29: Změna cen bytů intenzivní střecha

10.2 Provozní náklady bytů po dobu 30 let:

Náklady (Kč/30 let)	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3	Varianta 4
na údržbu (Kč/m ²)	380	635	2005	74
na rekonstrukci (Kč/m ²)	1332,2	1417,62	1730,9	1737,636
Celkem (Kč/m²)	1712	2053	3736	1812
Plocha střechy (m ²)	486,4	486,4	486,4	486,4
Celkem za provoz	832 814 Kč	998 394 Kč	1 817 142 Kč	881 180 Kč

Tab. 36: Provozní náklady střechy

Tabulka shrnuje celkové náklady na provoz a údržbu střechy v horizontu třiceti let. V následujících tabulkách je přepočteno, jak by se náklady za údržbu dané varianty zelené střechy promítly do poplatků u jednotlivých bytů.

Varianta 1 – lehká, nepochozí zelená střecha

Dispozice	Výměra	Rozdíl 30 let	Rozdíl 1 rok	Rozdíl 1 měsíc
2 + KK	45	-1 814 Kč	-60 Kč	-5,04 Kč
2 + KK	55	-2 217 Kč	-74 Kč	-6,16 Kč
3 + KK	60	-2 418 Kč	-81 Kč	-6,72 Kč
4 + KK	95	-3 829 Kč	-128 Kč	-10,64 Kč

Tab. 37: Rozdíl nákladu na provoz lehké extenzivní střechy

Varianta 2 – přírodní, nepochozí zelená střecha

Dispozice	Výměra	Rozdíl 30 let	Rozdíl 1 rok	Rozdíl 1 měsíc
2 + KK	45	4 396 Kč	147 Kč	12,21 Kč
2 + KK	55	5 372 Kč	179 Kč	14,92 Kč
3 + KK	60	5 861 Kč	195 Kč	16,28 Kč
4 + KK	95	9 279 Kč	309 Kč	25,78 Kč

Tab. 38: Rozdíl nákladu na provoz přírodní extenzivní střechy

Varianta 3 – pochozí střešní zahrada

Dispozice	Výměra	Rozdíl 30 let	Rozdíl 1 rok	Rozdíl 1 měsíc
2 + KK	45	35 099 Kč	1 170 Kč	97,50 Kč
2 + KK	55	42 898 Kč	1 430 Kč	119,16 Kč
3 + KK	60	46 798 Kč	1 560 Kč	129,99 Kč
4 + KK	95	74 097 Kč	2 470 Kč	205,82 Kč

Tab. 39: Rozdíl nákladu na provoz intenzivní střechy

10.3 Vyhodnocení finanční efektivity

U první hodnocené varianty lehké extenzivní dochází k růstu ceny objektu o zhruba 150 000 Kč. Když tento rozdíl promítneme do cen bytů, dojde k nepatrným změnám cen bytu v rozmezí 10 000 Kč – 23 000 Kč dle velikosti uvažovaného bytu. Rozdíl provozních nákladů se mění jen nepatrně ve prospěch zelené střechy, a proto ho můžeme v porovnání zanedbat. Z dotazníkového průzkumu zpracovaného v kapitole 13 vyplývá, že do této varianty by bylo ochotno investovat pouze 40% dotázaných, ale průměrná výška investice činí 28 571 Kč na dvoupokojový byt. Tuto hodnotu navržená varianta bez problému splňuje.

U druhé varianty dochází k navýšení investičních nákladů téměř dvojnásobně oproti předchozí variantě. Rozdíl cen bytů se pohybuje v rozmezí od 19 000 Kč do 40 000 Kč. Také provozní náklady již nelze zanedbat. V třicetiletém horizontu činí zhruba o 10 000 Kč více než náklady běžné ploché střechy, ale i po sečtení těchto nákladů je tato varianta hluboko pod průměrnou investiční částkou 65 306 Kč vypočtenou z průzkumu.

Pro třetí variantu tato částka činí 105 102 Kč a i zde investiční náklady vypočtené v tabulce 39 tuto hodnotu nepřekročí. Ovšem podstatnou částku intenzivní varianty zelené pochozí střechy tvoří náklady na provoz. Například měsíční provozní náklady čtyřpokojového bytu stoupnou o zhruba 200 Kč. V třicetiletém horizontu se tato částka blíží 75 000 Kč a je jen otázkou, jaký vliv by měl tento fakt na prodejnost bytů.



Obr. 22: Central Park Praha, ilustrační foto [5]

11 Hodnotová analýza navrhovaných střech

„Hodnotová analýza je účelně sestavený soubor metod, jehož smyslem je hledání a navrhování zlepšeného nebo až zásadně nového řešení analyzovaného objektu s cílem zvýšit jeho efektivnost. Je založena na analýze a všestranném posouzení vztahů mezi užitečností výrobku, materiálovými zdroji, kapitálem, investičními prostředky a disponibilními pracovními zdroji.“ (R. Vysloužil, 2003)

V našem případě bude zkoumána efektivnost navrhovaných typů skladeb plochých střech při jejich využití v bytové výstavbě. V potaz jsou brány jednotlivé funkce a výhody střech, dále pak investiční a provozní náklady vycházející z kapitol 7 a 9. Význam ekologických, urbanistických a technických funkcí je stanoven na základě dotazníkové průzkumu zpracovaného v kapitole 12.

Pro vyhodnocení efektivnosti navržených řešení střechy je třeba stanovit jejich míru efektivnosti a jednotlivé míry efektivnosti porovnat mezi sebou. Řešení s nejvyšší mírou efektivnosti je považováno za optimální. Cílem hodnotové analýzy je tedy dosáhnout optimálního poměru mezi užitkem a náklady plochých střech.

11.1 Postup výpočtu efektivnosti

„Kritérium efektivnosti je poměr mezi úrovní uspokojené potřeby vyjádřenou stupněm splnění funkcí a náklady na její zajištění.“ (Vysloužil, 2003)

Výpočet míry efektivnosti:

$$E = U / C$$

- E...míra efektivnosti nebo taky kritérium efektivnosti
- U...celková užitečnost řešení
- C...celkové náklady

Výpočet užitečnosti řešení:

$$U = k \cdot b$$

- k...koeficient významu funkce
- b...koeficient plnění dané funkce

11.2 Klasifikační metoda

„Klasifikační metodu je třeba zvolit pro stanovení celkové funkčnosti objektu při různém významu funkcí. Stupeň plnění funkcí je kvantifikovaným vyjádřením úrovně uspokojování potřeb provedené pomocí hodnocení funkce. Je to tedy číselný údaj, kterým se vyjadřuje úroveň splnění, překročení nebo dosažení potřebného optima funkčnosti dané funkce. V případech, kdy jde o vlastnosti neměřitelné, lze kvantifikaci provést pomocí stupnic, které mohou být nominální nebo ordinární a z nich je pak možno odvodit hodnocení ve stupnici kardinální.“ (R. Vysloužil, 2003)

k - koeficient významnosti jednotlivých funkcí střechy

nejvyšší význam	5
velmi vysoký význam	4
vysoký význam	3
nižší význam	2
minimální význam	1
bezvýznamná	0

Hodnoty koeficientu významnosti na zkoumaných variantách plochých střech vycházejí z dotazníkového průzkumu zpracovaného v následující kapitole 13. Dotázaní hodnotili každou funkci dle významu na stupnici od nuly do pěti. Průměrný význam jednotlivých funkcí je zpracován ve zjištěném poměru v následujících tabulkách. Zkoumány byly funkce střešních pláštů, které se přímo nepromítají do nákladů obsažených ve výpočtu. Ve výpočtu jsou tedy zahrnuty ekologické, technické a urbanistické výhody a nevýhody zelených plochých střech.

plnění významu funkce střechy - koeficient b

nejvyšší	10
velmi vysoké	9
vysoké	8
nadprůměrné	7
lehce nadprůměrné	6
lehce podprůměrné	5
malé	4
velmi malé	3
minimální	2
žádné	1
nevyhovující	0

Koeficient významu jednotlivých funkcí je stanoven autorem práce a vyjadřuje stupeň plnění dané funkce. Hodnoty koeficientu vycházejí z vlastností definovaných v předchozích kapitolách. Životnost je ohodnocena v procentní stupnici. Zelené střechy mají uvažovanou životnost 25 let, navržené zelené střechy od 45 do 55 let. V tepelně a akusticky izolační funkci jsou zohledněny například hodnoty součinitele prostupu tepla konstrukcí, zvuková pohltivost konstrukce a ostatní tepelné a akustické výhody. Ekologická funkce je odvozena dle typu a hustoty ozelenění střechy, vychází též z hodnocení firem zabývajících se výstavbou zelených střech. Retenční funkce opět vyjadřuje procentní snížení odtoku průměrných ročních srážek a je v přímé úměrnosti s retenční schopností střechy. Urbanistická funkce zohledňuje vylepšení vzhledu objektu a zkvalitnění městského života s příznivým vlivem na psychiku lidí. Dále vyjadřuje růst prestiže objektu a tím plynoucí zisky, například z vyššího nájemného. Rekreační funkce hodnotí možnosti využití střechy k pobytu, rekreaci a dalším činnostem. Posledním parametrem zohledněným v analýze je funkce statická, udávající plošné zatížení střešního pláště působícího na nosnou konstrukci a její případné nutné zesílení. Všechny tyto parametry, po vynásobení koeficientem významnosti, udávají celkovou užitečnost dané varianty. Výsledná efektivnost je vyjádřena jako poměr celkových nákladů k celkové užitečnosti hodnocené varianty zastřešení.

11.3 Hodnotová analýza zelené střechy

Funkce	k	Zelené střechy					
		1.		2.		3.	
		b	U	b	U	b	U
Prodloužení životnosti	0,141	4	0,6	4,5	0,6	5	0,7
Tepelně a akusticky izolační	0,162	7	1	8	1,1	9	1,3
Ekologická (čištění vzduchu, omezení šíření prachu, regulace povrchových teplot)	0,136	5	0,7	7	1	6	0,8
Retenční	0,105	5	0,7	7	1	9	1,3
Urbanistická (vzhled a prestiž)	0,129	6	0,8	6	0,8	8	1,1
Rekreační využití	0,170	4	0,6	5	0,7	10	1,4
Zatížení nosné konstrukce	0,158	6	0,8	3	0,4	1	0,1
Součet U	1	4,361		5,275		6,611	
Investiční náklady		1711,8		2157		2728	
Náklady na údržbu		380		635		2005	
Náklady na opravy		1332,2		1417,62		1730,9	
Celkové náklady		3424		4209,62		6463,9	
Míra efektivnosti		0,127		0,125		0,102	

Tab. 40: Hodnotová analýza zelených střech

11.4 Hodnotová analýza klasické střechy

Funkce	k	Klasické střechy					
		4.		5.		6.	
		b	U	b	U	b	U
Prodloužení životnosti	0,141	2,5	0,4	3	0,4	3	0,4
Tepelně a akusticky izolační	0,162	4	0,6	5	0,8	5	0,8
Ekologická (čištění vzduchu, omezení šíření prachu, regulace povrchových teplot)	0,136	1	0,1	2	0,3	2	0,3
Retenční	0,105	1	0,1	2	0,2	1	0,1
Urbanistická (vzhled a prestiž)	0,129	2	0,3	3	0,4	4	0,5
Rekreační využití	0,170	1	0,2	1	0,2	9	1,5
Zatížení nosné konstrukce	0,158	9	1,4	5	0,8	5	0,8
Součet U	1	1,668		2,270		3,651	
Investiční náklady		1115		1153		2680,5	
Náklady na údržbu		74		74		74	
Náklady na opravy		1373,6		1890,3		2650,7	
Celkové náklady		2562,6		3117,3		5405,2	
Míra efektivnosti		0,065		0,073		0,068	

Tab. 41: Hodnotová analýza klasických střech

11.5 Vyhodnocení hodnotové analýzy

Z výsledků hodnotové analýzy vyplývá, že všechny varianty zelených střech mají vyšší celkovou efektivnost než běžné ploché střechy. Oproti předchozí kapitole 9, v které naopak byla hodnocena ekonomická efektivnost, jsou výsledky téměř opačné. Sledování nákladů v poměru s užitečností daných funkcí vyznělo jednoznačně lépe pro klasické střechy. Je to samozřejmě způsobeno vyšším počtem výhod zelených střech a poměrně kladným hodnocením respondentů v dotazníkovém průzkumu. Nevýhody zelených střech byly obsaženy pouze v nákladech a ve vyšším zatížení konstrukce.

Jako nejefektivnější varianta řešení vyšla varianta druhá, přírodní extenzivní střecha. Lze jí tedy označit za variantu nejlépe plnící dané funkce v poměru k jejím nákladům. Porovnávaná efektivnost všech skladeb zelených střech, i přes velké rozdíly v jejich nákladech, je velmi podobná. Jako nejméně efektivní řešení se ukázala běžná, mechanicky kotvená, plochá střecha. Ta obstála pouze v porovnání nákladů a v malém zatížení nosné konstrukce. Také pochozí plochá střecha pokrytá dlažbou v hodnocení neobstála. Z důvodu vysokých nákladů je spíše vhodná pro střešní terasy o menší ploše, kde upřednostňuje své výhody ve využití.



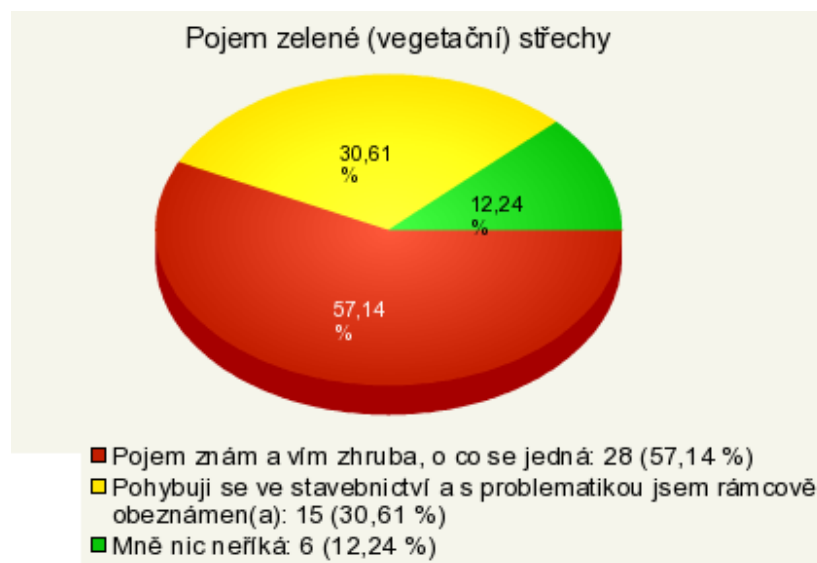
Obr. 23: Zelené střechy na bytových domech [24]

12 Vyhodnocení dotazníkového průzkumu

Dotazníkový průzkum byl proveden mezi širokou veřejností a měl několik cílů. Prvním z cílů bylo zjistit obeznámenost dotázaných s problematikou zelených střech a vnímání výhod a nevýhod zelených střech veřejností. Z této části poté vychází kritéria funkcí zelených střech využitá v hodnotové analýze navrhovaných skladeb (kapitola 11). V průzkumu byla také zkoumána ochota dotázaných investovat do zelených střech a za jakých podmínek. Další z výsledků měl vypovídat o možnostech využití vegetačních střech k rekreaci a pobytu. Spektrum dotázaných bylo tvořeno lidmi zabývajícími se jinými obory, přes studenty stavebnictví až po odborníky pohybujícími se v oboru.

Samotný dotazník byl složen z deseti otázek. Prvních sedm se týkalo problematiky vegetačních střech a další tři popisovaly dotázaného. Celý dotazník byl směřován zejména na bydlení a bytovou výstavbu. Výsledky byly pro lepší přehlednost zpracovány do grafů (Graf 7 – 10).

První otázka zkoumala seznámenou dotázaného s pojmem a problematikou zelených střech. Z celkového počtu 49 kompletně vyplněných dotazníků 6 pojem neznalo. Tudíž jejich odpovědi nebyly v dalším průzkumu brány v potaz a byly vyřazeny.

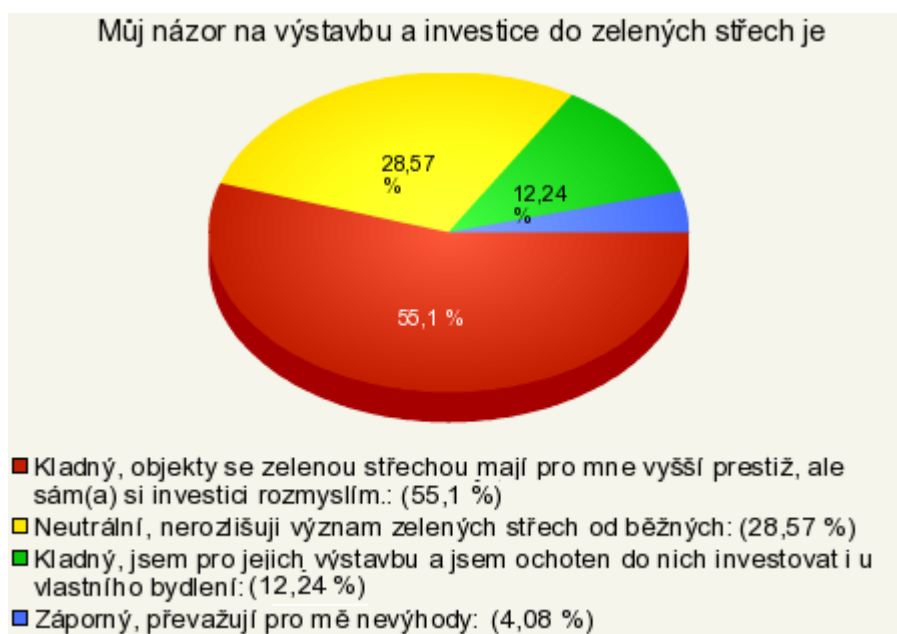


Graf 7: Obeznámenost dotázaných s pojmem zelená střecha

Druhá a třetí otázka se věnovala výhodám a nevýhodám zelených střech. Každá funkce byla obodována na stupnici od 0 do 5 dle důležitosti. Výsledné hodnoty byly následně využity v hodnotové analýze zelených střech jako koeficient významnosti dané funkce. Z odpovědí vyplývá, že nejvýše hodnocenou funkcí zelených střechy je možnost využití střechy k pobytu a rekreaci, následují tepelně a zvukově izolační výhody. Střední váhou byly ohodnoceny funkce prodloužení životnosti střešního pláště a ekologické výhody. Naopak lepší vzhled střechy hodnotili dotázaní až na předposledním místě a retenční výhody zelených střech zaznamenaly nejnižší váhu.

U nevýhod uvedených v dotazníku byla situace o trošku jiná a váhy se u všech uvedených funkcí, týkajících se vyšších nákladů na výstavbu, provoz a náročnosti eventuálních oprav, lišili pouze v setinách. Jejich váhu lze tedy uvést za totožnou.

Po hodnocení výhod a nevýhod následovala otázka zaměřená na pohled dotázaného směřovaného k výstavbě a ochotě investovat do zelené střechy. Většina dotázaných měla postoj k výstavbě zelených střech kladný, ale vlastní investicí do takové střechy si nebyla jistá. Naopak skupina lidí nerozlišující význam zelené střechy od běžné byla větší, než skupina lidí ochotných investovat do tohoto typu zastřešení.



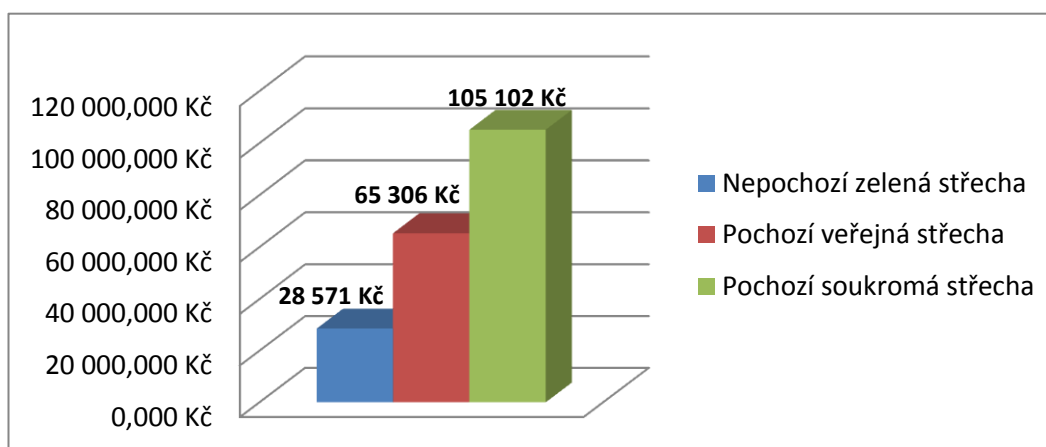
Graf 8: Názor dotázaných zaměřený na výstavbu zelených střech

Investicím do bydlení a postavení zelených střech v tomto rozhodování se věnovali i následující dvě otázky. První zkoumá různé varianty zelených střech s odlišnou možností využití s tím, že dotázaný k dané variantě definuje hodnotu, kterou je ochoten investovat navíc do dané varianty. Otázka byla definována na modelovou situaci investice do nového dvoupokojového bytu v novostavbě situované ve městě v silně zastavěném území. Cena nemovitosti byla stanovena na 2 500 000 Kč s běžnou plochou střechou.

Z výsledků vyplývá, že u první varianty navrhované zelené extenzivní střechy bez možnosti využití by 60% dotázaných nebylo ochotno investovat žádnou sumu navíc k základní ceně nemovitosti. Naopak zbylých 30% by bylo ochotno investovat pouze o 50 000 Kč více.

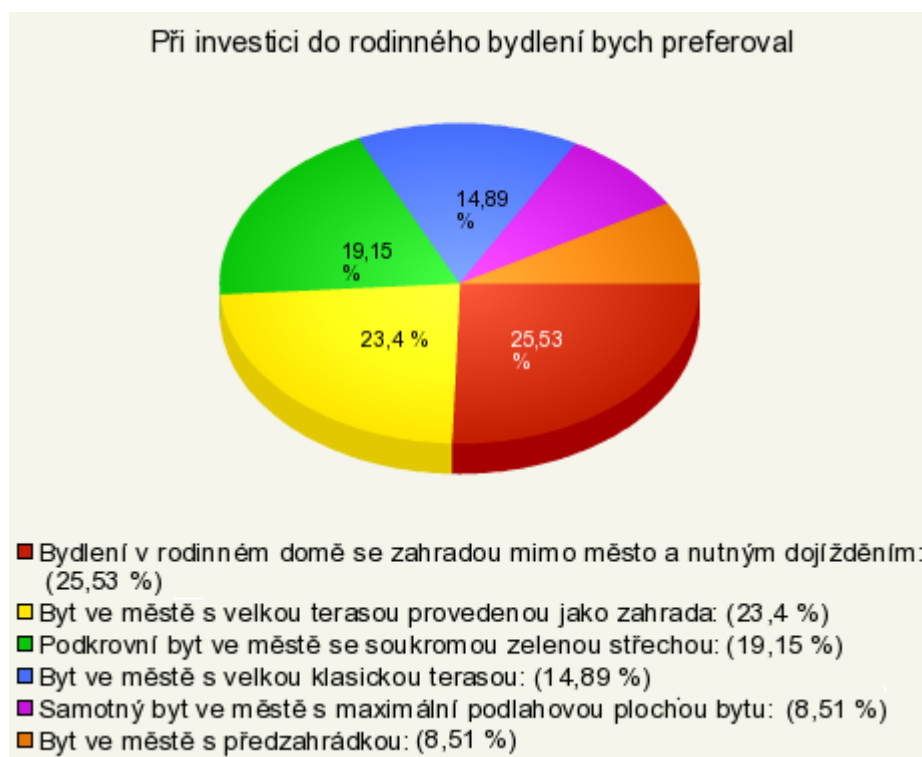
U druhé varianty střechy určené i k rekreačnímu využití nebylo ochotno investovat žádnou částku 16 % dotázaných. Předpokladem investice bylo umožnění přístupnosti střechy všem vlastníkům nebo nájemcům objektu. Nejvíce, 49% dotázaných bylo rozhodnuto investovat menší částku pohybující se mezi 20 000 - 50 000 Kč, 28 % dotázaných by investovalo částku do 100 000 Kč a zbylých 7 % částku vyšší.

Poslední variantou byla pochozí zelená střecha využitelná jako soukromá zahrada o ploše stejné, jako je plocha bytu. Žádnou sumu do této varianty by neinvestovalo pouze 6% dotázaných. 26,5 % by investovalo částku do 50 000 Kč a 43 % do 100 000 Kč. Částku přesahující 100 000 Kč by bylo ochotno investovat 18,5 % a přesahující 200 000 Kč 6 % dotázaných.



Graf 9: Průměrné navýšení investic z pohledu dotázaných

Druhá otázka se zabývala preferovaným typem nemovitosti při rozhodování o koupi nového bydlení pro čtyřčlennou rodinu. Všechny navrhované možnosti byly uvažovány ve stejné cenové kategorii. Porovnání, kromě navrhovaných odlišných typů městských bytů, zahrnovalo i menší rodinný dům situovaný mimo město s nutným dojížděním jeho obyvatel do zaměstnání a školy.

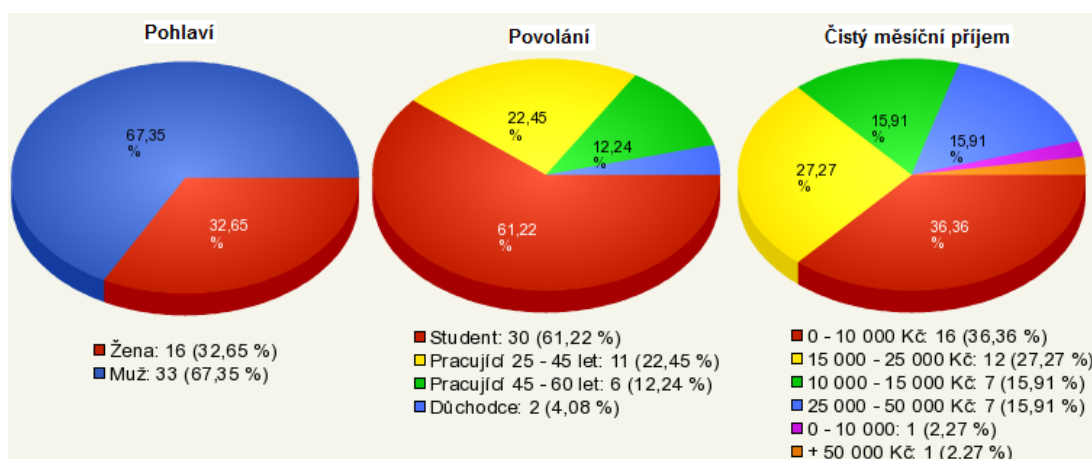


Graf 10: Preference bydlení dle dotázaného

Z výsledků vyplývá, že 75 % dotázaných by preferovalo bydlení v bytě situovaném ve městě před 25 % respondentů preferujících rodinný dům mimo město. Poměrně dobře si v hodnocení obstáli i zelené střechy. Například byt s terasou provedenou jako zelená střecha upřednostňuje před klasickou terasou pokrytou dlažbou větší procento respondentů. Též z průzkumu vyplývá, že více dotázaných dává přednost bytu s terasou, předzahrádkou, či střešní zahradou na úkor celkové podlahové plochy bytu. Ve výsledcích týkající se přímo zelených střech lze vyzdvihnout variantu bytu v posledním patře bytového domu s přístupem na střechu řešenou jako soukromá zahrada. Tuto variantu preferovala téměř pětina respondentů a více než dvojnásobně převýšila preferenci varianty bytu s předzahrádkou.

Poslední otázka se zabývá možnostmi využití střešní zahrady. Otázka opět dává dotázanému možnost odhodit každou variantu váhou od 0 do pěti. Výsledkem, s nejvyšší váhou hodnocení, se z průzkumu jeví využití zelené střechy k pasivní rekreaci spočívající například v opalování, spánku nebo čtení. Druhá skončila varianta využití střechy ke stolování, piknikům, grilování a posezení s návštěvami. Aktivní odpočinek spočívající v hrách a drobnějších sportech dostal třetí nejvyšší váhu. Nejnižší váhu obdržela možnost zahrádkaření a pěstování zeleně. Zelené střechy ovšem nabízejí i další, méně časté možnosti využití neobsažené v dotazníku. Například to může být včelařství, které mnohdy spojuje koníček a podnikání. Tyto méně časté varianty ovšem nebyly v průzkumu zmíněny.

Dotazník byl kompletně vyplněn ve 49 případech, 6 dotazníků nebylo úplných a chyběli v něm některé odpovědi. Základní informace o dotázaných zodpovídají následující tři grafy. Nejčastějším profilem dotázaného byl studující muž nižšího věku. Vyšší podíl mužů lze vysvětlit jejich větším zastoupením v oboru stavitelství. Studentský věk je spojen z mnohonásobně vyšší návratností rozeslaných dotazníků. Z toho faktu vyplývají i nižší příjmy respondentů a pravděpodobně také poměrně kladný pohled na zelené střechy.



Graf 11: Skladba respondentů

ZÁVĚR

Prvním z cílů diplomové práce bylo obeznámení široké veřejnosti s problematikou výstavby zelených střech. V teoretické části je shrnuto jejich základní dělení, výhody, nevýhody a materiálové složení jednotlivých vrstev. V praktické části pak může čtenář vidět několik konkrétních návrhů odlišných skladeb plochých střech s podrobným rozbohem každé skladby a s výpočtem investičních a provozních nákladů. Práce, shromážděním těchto informací a nabídnutím odkazů na prameny popisující dané téma podrobněji umožňuje čtenářům blíže se v dané problematice orientovat.

Druhým cílem práce bylo vyhodnocení efektivnosti zelených střech v porovnání se střechami klasickými. Z výsledků vyplývá, že z ekonomického hlediska, i přes jisté úspory, zelené střechy stále těžko konkurují levnějším variantám klasických nepochozích střech. Ovšem v tomto hodnocení nebyly zohledněny všechny výhody a funkce zelených střech. Proto následovalo porovnání s využitím hodnotové analýzy. Výsledky této analýzy, zohledňující i údaje získané v dotazníkovém průzkumu, naopak hovoří ve prospěch zelených střech.

Právě z výsledků dotazníkového průzkumu vyplývá poslední cíl práce. Jeho vyhodnocení poukazuje na kladný vztah dotázaných k realizaci zelených střech a objasňuje ochotu investovat vlastní finance do jejich výstavby.

Závěrem bych rád zmínil, že ze svého pohledu považuji celkový rozsah zpracování problematiky zelených střech v České republice za velmi kvalitní. Díky řadě výzkumných projektů, specializovaných firem a množství odborné literatury je zde dostatek znalostí a informací, které by mohly pomoci zvyšovat podíl zelených střech v bytové výstavbě a podpořit rostoucí trend jejich výstavby. Omezujícím faktorem častější realizace jsou ovšem v dnešní době stále jejich vyšší náklady. Developeři se snaží podřídit poptávce po co nejlevnějších bytech na úkor jejich kvality. Zelené střechy, jak vyplývá z výsledků práce, nejsou pro takové projekty vhodné. Vyšší míře výstavby zelených střech mohou pomoci dotace nebo další úspory, plynoucí například z finanční úlevy zelených střech při zavedení stočného dešťové vody.

Seznam použité literatury

- [1] P. BOHUSLÁVEK, V. HORSKÝ, Š. JAKOUBKOVÁ. Vegetační střechy a střešní zahrady [online]. Praha, 2009 [cit. 2014-10-19]. Dostupné z <https://dektrade.cz/docs/publikace/vegetacni_strechy_03_2009.pdf> ISBN 978-80-87215-05-0
- [2] J. ŠIMIEČKOVÁ, I. VEČEŘOVÁ. Zelené střechy – naděje pro budoucnost. Svaz zakládání a údržby zeleně [online]. Brno, 2010 [cit. 2014-10-28]. Dostupné z <http://www.zelenestrechy.info/UserFiles/File/szuz_zelene-strechy_indd.pdf>
- [3] J. DOSTÁLOVÁ. Základy správného navrhování zelených střech. [online]. 2008. [cit. 2014-10-15]. Dostupné z <<http://www.tzb-info.cz/4921-zaklady-spravneho-navrhovani-zelenych-strech>>
- [4] DEKTRADE a.s. Materiálové charakteristiky firmy, návrhové skladby a fotografie [online]. [cit. 2014-11-11]. Dostupné z <<https://dektrade.cz>>
- [5] OPTIGRÜN INTERNATIONAL AG. Materiálové charakteristiky firmy, návrhové skladby, odborné články a fotografie [online]. [cit. 2014-11-11]. Dostupné z <<http://www.optigreen.cz/>>
- [6] KUTNAR. Ploché střechy, skladby a detaily [online]. 2014. [cit. 2014-11-21]. Dostupné z <https://dektrade.cz/docs/publikace/ploche_strechy.pdf>
- [7] J. KNOB. Ekonomické a ekologické výhody zelených střech [online]. 2006. [vid. 2014-11-03]. Dostupné z <<http://www.tzb-info.cz/4874-sikme-zelene-strechy-ekologicke-a-ekonomicke-vyhody-pasivni-vytapeci-a-chladici-efekt#>>
- [8] CH. WARK. Obrázky a grafy z článku: Energy and green roofs [online]. 2010, Překlad [cit. 2014-10-21]. Dostupné z <http://www.greenroofs.com/archives/energy_editor.htm>
- [9] J.KLOCOVÁ. Fotografie k článku: Komu vadí hotel Praha? [online]. 2013 [cit. 2014-10-27]. Dostupné z

- <http://modernibyt.dumabyt.cz/rubriky/blog/marketa-klocova-komu-vadi-hotel-praha_2025_fotogalerie.html>
- [10] SVAZ ZAKLÁDÁNÍ A ÚDRŽBY ZELENĚ. Odborné články na téma zelené střechy [online]. [cit. 2013-10-29]. Dostupné z <<http://www.zelenestrechy.info/cs/strechy/kdo-jsme/>>
- [11] GREEN ROOFS OF NORWAY. Galerie obrázku [online]. 2012 [cit. 2013-10-29]. Dostupné z <<https://calculatedmess.wordpress.com/2012/07/13/green-roofs-of-norway/>>
- [12] SKOŘEPA s.r.o. Ceníky a firemní materiály [online]. [cit. 2013-05-04]. Dostupné z <<http://www.zahradnickeprace.cz/>>
- [13] MASTNÝ R. Ceník zahradnických služeb [online]. [cit. 2013-05-04]. Dostupné z <<http://www.zahradnicke-sluzby.cz/>>
- [14] M. NIEDOBOVÁ Ceníky materiálu a prací zelená zahrada [online]. [cit. 2013-05-04]. Dostupné z <<http://www.zelena-zahrada.cz/>>
- [15] TALBOT, CLARK, ADRIAENS. Benefit analýza zelených střech. [online] 2006. Překlad [cit. 2014-10-29]. Dostupné z <http://www.erb.umich.edu/News-and-Events/colloquium_papers/Clarketal.pdf>
- [16] AMERICAN ARCHITEKTURAL FOUNDATION .Fotografie Chicago Hall [online]. [vid. 2013-05-04]. Dostupné z <<http://www.archfoundation.org/2011/10/the-art-of-being-a-mayor/>>
- [17] MICKA. Výpočet zatížení konstrukce [online]. [vid. 2014-10-15]. Dostupné z <http://mech.fd.cvut.cz/members/micka/design_projektovani/zatizeni/Zatizeni.pdf>
- [18] TZB-info, odborný článek Výpočet součinitele prostupu tepla. [online]. [cit. 2014-10-16]. Dostupné z <<http://stavba.tzb-info.cz/prostup-tepla-stavebni-konstrukci/soucinitel-prostupu-tepla>>
- [19] ZAHRADA BRNO. Zavlažovací systémy na klíč odborný článek Výpočet součinitele prostupu tepla. [online]. [cit. 2014-10-16]. Dostupné z <<http://www.zahradabrno.cz/zavlazovani-zahrad/>>

- [20] R. VYSLOUŽIL. Uplatnění hodnotové analýzy v praxi. [online]. Brno, 2003 [cit. 2014-11-10]. Dostupné z <<http://www.fce.vutbr.cz/veda/dk2003texty/pdf/5-1/rp/vyslouzil.pdf>>
- [21] J. HLADÍK. „Zpoplatníme déšť?“ [online]. 2013. [cit. 2014-12-10]. Dostupné z <<http://www.vakinfo.cz/kanalizace/zpoplatnime-dest-201c-aneb-nektera-fakta-o-destovych-vodach>>
- [22] D. KOPÁČKOVÁ. Platba za srážkové vody [online]. 2005. [cit. 2014-12-10]. Dostupné z <<http://www.tzb-info.cz/2713-platba-za-srazkove-vody>>
- [23] IZOTEX. Fotogalerie firmy [online] [cit. 2014-12-18]. Dostupné z <<http://www.izolex.cz/reference-spolecnosti/rekonstrukce-ms-na-odpoledni/51>>
- [24] M. BAUHMANOVÁ. Vegetační střechy na bytových domech [online] [cit. 2014-12-18]. Dostupné z <<http://www.strechy-fasady-izolace.cz/temata/slovoodbornika/vegetacni-strechy-na-bytovych-domech>>
- [25] GSA. Cost benefit analysis [online] [vid. 2014-12-14]. Dostupné z <http://www.gsa.gov/portal/mediald/167839/fileName/Cost_Benefit_Analysis.action>
- [26] BLACKHURST, HENDRICKSON, MATTHEWS. Cost-Effectiveness of Green Roofs [online] [vid. 2014-12-14]. Dostupné z <<http://www.cmu.edu/gdi/docs/cost-effectiveness.pdf> >
- [25] COLEMAN S.I., a.s. Kalkulace a ceníky firmy
- [26] STAVOMAK s.r.o Kalkulace a ceníky firmy
- [27] FASTRADE s.r.o Firemní ceníky materiálu [online] [vid. 2014-12-14]. Dostupné z <<http://www.fastrade.cz>>
- [28] FATRA s.r.o Firemní ceníky hydroizolačních fólií [online] [vid. 2014-11-14]. Dostupné z <<http://www.fatrafol.cz> >
- [29] KROS plus. Studentská demoverze programu [cit. 2014-11-14]. Dostupná z <<http://pro-rozpocety.cz/cs/software-a-data/kros-plus/>>

Seznam obrázků

Obr. 1: Stavba zastřešená zelenou střechou, Norsko [12].....	10
Obr. 2: Babylonské visuté zahrady [2]	11
Obr. 3: Hotel Praha [9]	12
Obr. 4: Porovnání vegetace extenzivní a intenzivní střechy [5].....	13
Obr. 5: Sklonitá zelená střecha [10].	14
Obr. 6: Porovnání snímků pořízených termokamerou [12].....	19
Obr. 7: Střešní zahrada na Rockefeller Center 78 let stará [12]	20
Obr. 8: Neudržovaná střecha v Norsku [11].....	21
Obr. 9: Chicago City Hall [16].....	22
Obr. 10: Porovnání nákladů a úspor střech v čase [15]	23
Obr. 11: Skladba zelené střechy [5]	24
Obr. 12: Schéma lehké extenzivní střechy	31
Obr. 13: zelená extenzivní střecha - úsporná varianta [5].....	34
Obr. 14: Schéma přírodní extenzivní střechy	35
Obr. 15: Přírodní extenzivní střecha [5]	38
Obr. 16: Schéma intenzivní střechy	39
Obr. 17: Intenzivní střešní terasa [5]	42
Obr. 18: Schéma mechanicky kotvené ploché střechy	43
Obr. 19: Schéma ploché střechy zatížené kamenivem	46
Obr. 20: Plochá střecha přitížená kamenivem [23]	48
Obr. 21: Schéma pochozí střechy pokryté dlažbou.....	49
Obr. 22: Central Park Praha, ilustrační foto [5]	64
Obr. 23: Zelené střechy na bytových domech [24].....	69

Seznam tabulek

Tab. 1: Potřebná mocnost substrátu k růstu daných rostlin [2]	28
Tab. 2: Zatížení lehké extenzivní střechy	32
Tab. 3: Prostup tepla extenzivní zelenou střechou	32
Tab. 4: Rozpočet lehké extenzivní střechy	33
Tab. 5: Náklady na údržbu lehké extenzivní střechy	34
Tab. 6: zatížení extenzivní přírodní střechy	36
Tab. 7: Prostup tepla extenzivní přírodní střechou.....	36
Tab. 8: Rozpočet přírodní extenzivní střechy.....	37
Tab. 9: Náklady na údržbu přírodní extenzivní střechy.....	38
Tab. 10: Zatížení intenzivní střechy	40
Tab. 11: Prostup tepla intenzivní střechou	40
Tab. 12: Položkový rozpočet intenzivní střechy	41
Tab. 13: Náklady na údržbu intenzivní střechy	42
Tab. 14: Zatížení mechanicky kotvené ploché střechy	44
Tab. 15: Prostup tepla mechanicky kotvenou plochou střechou.	44
Tab. 16: Rozpočet mechanicky kotvené ploché střechy	45
Tab. 17: Náklady na údržbu mechanicky kotvené střechy	45
Tab. 18: zatížení ploché střechy zatížené kamenivem	47
Tab. 19: Prostup tepla plochou střechou zatíženou kamenivem.....	47
Tab. 20: rozpočet ploché střechy zatížené kamenivem	48
Tab. 21: zatížení pochozí střechy pokryté dlažbou	50
Tab. 22: Prostup tepla pochozí střechy pokryté dlažbou	50
Tab. 23: rozpočet pochozí střechy pokryté dlažbou.....	51
Tab. 24: shrnující tabulka vlastností a hodnot jednotlivých variant	52
Tab. 25: porovnání nákladů za dobu 30 let.....	53
Tab. 26: Životnost jednotlivých vrstev ploché střechy [9]	55
Tab. 27: Shrnutí nákladu na rekonstrukci	55
Tab. 28: shrnutí úspor za dobu 30 let	56
Tab. 29: výpočet redukované plochy [22]	58
Tab. 30: výpočet odtoku srážkové vody.....	58

Tab. 31: Shrnutí tržeb	61
Tab. 32: Celkové náklady střechy	62
Tab. 33: Změna cen bytů lehká extenzivní střecha	62
Tab. 34: Tab. 29: Změna cen bytů přírodní extenzivní střecha	62
Tab. 35: Tab. 29: Změna cen bytů intenzivní střecha	62
Tab. 36: Provozní náklady střechy	63
Tab. 37: Rozdíl nákladu na provoz lehké extenzivní střechy	63
Tab. 38: Rozdíl nákladu na provoz přírodní extenzivní střechy	63
Tab. 39: Rozdíl nákladu na provoz intenzivní střechy	63
Tab. 40: Hodnotová analýza zelených střech	68
Tab. 41: Hodnotová analýza klasických střech	68

Seznam grafů:

Graf 1: zelené střechy v Kasselu, Německo, průběh teplot během září [7]..	15
Graf 2: Teploty zelené střechy v Kasselu, Německo, během ledna [7]	16
Graf 3: Množství srážek (rainfall) a odtoku (drain) šikmé zelené střechy po 18 hodinovém dešti v září 1989 v Kasselu, Germany [7]	17
Graf 4: Povrchové teploty plochých střech [8].....	18
graf 5: průběh nákladů v čase (30 let).....	59
Graf 6: průběh nákladů v čase (30 let).....	60
Graf 7: Obeznamenost dotázaných s pojmem zelená střecha.....	70
Graf 8: Názor dotázaných zaměřený na výstavbu zelených střech.....	71
Graf 9: Průměrné navýšení investic z pohledu dotázaných	72
Graf 10: Preference bydlení dle dotázaného	73
Graf 11: Skladba respondentů	74

Seznam příloh:

Příloha 1 : Zdroj jednotlivých položek uvedených v rozpočtech

Příloha 2 : Rozpočty bouracích prací pro jednotlivé varianty

Příloha 1

Položky neobsažené v ceníku prací a dodávek programu KROS plus

Číslo položky	Popis položky	Zdroj
28323500-1	fólie hydroizolační FATRAFOL 818, tl 1,5 mm, šedá	[28]
28322000-2	fólie hydroizolační FATRAFOL 810, tl 1,5 mm, šedá	[28]
28322000-3	fólie hydroizolační FATRAFOL 814 tl 2,5 mm, šedá	[28]
69311003-1	geotextilie tkaná (polypropylen) FILTEK 300 g/m2	[4]
69311003-2	geotextilie tkaná (polypropylen) FILTEK 500 g/m2	[4]
28323500-1	Nopová fólie profilovaná, výška nopů 20 mm	[4]
28323500-2	Nopová fólie profilovaná, výška nopů 40 mm, DEKDREN L40	[4]
28323500-3	Nopová fólie profilovaná, výška nopů 80 mm, DEKDREN L80	[4]
583111x01	substrát pro extenzivní ploché střechy, Optigrün	[5]
583111x02	substrát pro intenzivní ploché střechy, Optigrün	[5]
005999x01	osivo pro intenzivní zelené střechy, Optigrün rozchodníky	[5]
005999x02	osivo pro intenzivní zelené střechy, Optigrün typ E	[5]
590513x01	kotvící prvky - teleskopické talířové hmoždinky 235 mm + šroub do betonu 100 mm	[27]
28376370-1	polystyren extrudovaný FIBRAN 500L, 80 mm	[4]
712999x01	Zásyp nopové fólie drceným keramzitem, výška nopů 20 mm	[25]
712999x02	Zásyp nopové fólie drceným keramzitem, výška nopů 40 mm	[25]
712999x03	Zásyp nopové fólie drceným keramzitem, výška nopů 80 mm	[25]
712999x04	násyp extenzivního střešního substrátu tl. 80 mm	[25]
712999x05	násyp extenzivního střešního substrátu tl. 150 mm	[25]
712999x06	násyp intenzivního střešního substrátu tl. 250 mm	[25]
712999x07	Ruční založení extenzivní zeleně osivem	[12] [13] [14]
712999x08	ruční založení travního koberce osivem	[12] [13] [14]
	údržba zelených střech	[12] [13] [14]
	automatický zavlažovací systém	[19]
x položky	bourací práce	[26]

Příloha 2

Orientační rozpočty bouracích prací naceněné v programu KROS plus a doceněné firmou Stavomak.

Varianta 1 – lehká extenzivní střecha

Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednot.	Cena celkem
	Celkem				249,10 Kč
	Bourací práce				166,63 Kč
460030011	sejmutí drnů jakékoliv tloušťky	m2	1,00	35,6	35,60 Kč
460030x01	odstranění střešního substrátu ručně	m3	0,08	259,00	20,72 Kč
712300x01	odstranění zásypu střechy z kameniva dekoračního	m3	0,00	209,00	0,00 Kč
114203x01	rozebrání betonových dlaždic kladených na sucho	m2	0,00	27,50	0,00 Kč
712300831	Odstranění povlakové krytiny střech do 10° jednovrstvé	m2	1,00	11,60	11,60 Kč
712300x02	Odstranění pojistné hydroizolační vrstvy	m2	1,00	27,50	27,50 Kč
712300x03	odstranění separační geotextilie	m2	3,00	4,50	13,50 Kč
712300x04	Odstranění zásypu nopové fólie keramzitem	m3	0,014	208,00	2,91 Kč
712300x05	Odstranění nopové fólie	m2	1,00	16,40	16,40 Kč
712300x06	Odstranění tepelné izolace střech z volně kladených desek tl. Přes 100 mm	m2	2,00	19,20	38,40 Kč
	Přesun sutě				82,46 Kč
997013x01	Vnitrostaveništní doprava suti a vybouraných hmot pro budovy v do 20 m	t	0,086	543,00	46,70 Kč
997013501	Odvoz suti na skládku a vybouraných hmot nebo meziskládku do 1 km se složením	t	0,086	120,65	10,38 Kč
997013509	Příplatek k odvozu suti a vybouraných hmot na skládku ZKD 1 km přes 1 km	t	0,086	5,23	0,45 Kč
997013814	Poplatek za uložení stavebního odpadu z izolačních hmot na skládce (skládkovné)	t	0,012	1 400,0	16,80 Kč
171201211	Poplatek za uložení odpadu ze sypaniny na skládce (skládkovné)	t	0,074	110,00	8,14 Kč

Varianta 2 – přírodní extenzivní střecha

Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednot.	Cena celkem
	Celkem				324,30 Kč
	Bourací práce				188,09 Kč
460030011	sejmutí drnů jakékoliv tloušťky	m2	1,00	35,60	35,60 Kč
460030x01	odstranění střešního substrátu ručně	m3	0,15	259,00	38,85 Kč
712300x01	odstranění zásypu střechy z kameniva dekoračního	m3	0,00	209,00	0,00 Kč
114203x01	rozebrání betonových dlaždic kladených na sucho	m2	0,00	27,50	0,00 Kč
712300831	Odstranění povlakové krytiny střech do 10° jednovrstvé	m2	1,00	11,60	11,60 Kč
712300x02	Odstranění pojistné hydroizolační vrstvy	m2	1,00	27,50	27,50 Kč
712300x03	odstranění separační geotextilie	m2	3,00	4,50	13,50 Kč
712300x04	Odstranění zásypu nopové fólie keramzitem	m3	0,03	208,00	6,24 Kč
712300x05	Odstranění nopové fólie	m2	1,00	16,40	16,40 Kč
712300x06	Odstranění tepelné izolace střech z volně kladených desek tl. Přes 100 mm	m2	2,00	19,20	38,40 Kč
	Přesun sutě				136,2 Kč
997013x01	Vnitrostaveništní doprava suti a vybouraných hmot pro budovy v do 20 m	t	0,155	543,00	84,17 Kč
997013501	Odvoz suti na skládku a vybouraných hmot nebo meziskládku do 1 km se složením	t	0,155	120,65	18,70 Kč
997013509	Příplatek k odvozu suti a vybouraných hmot na skládku ZKD 1 km přes 1 km	t	0,155	5,23	0,81 Kč
997013814	Poplatek za uložení stavebního odpadu z izolačních hmot na skládce (skládkovné)	t	0,012	1 400,0	16,80 Kč
171201211	Poplatek za uložení odpadu ze sypaniny na skládce (skládkovné)	t	0,143	110,00	15,73 Kč

Varianta 3 – intenzivní střecha

Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednot.	Cena celkem
	Celkem				445,38 Kč
	Bourací práce				219,61 Kč
460030011	sejmutí drnů jakékoliv tloušťky	m2	1,00	35,60	35,60 Kč
460030x01	odstranění střešního substrátu ručně	m3	0,25	259,00	64,75 Kč
712300x01	odstranění zásypu střechy z kameniva dekoračního	m3	0,00	209,00	0,00 Kč
114203x01	rozebrání betonových dlaždic kladených na sucho	m2	0,00	27,50	0,00 Kč
712300831	Odstranění povlakové krytiny střech do 10° jednovrstvé	m2	1,00	11,60	11,60 Kč
712300x02	Odstranění pojistné hydroizolační vrstvy	m2	1,00	27,50	27,50 Kč
712300x03	odstranění separační geotextilie	m2	3,00	4,50	13,50 Kč
712300x04	Odstranění zásypu nopové fólie keramzitem	m3	0,06	208,00	11,86 Kč
712300x05	Odstranění nopové fólie	m2	1,00	16,40	16,40 Kč
712300x06	Odstranění tepelné izolace střech z volně kladených desek tl. Přes 100 mm	m2	2,00	19,20	38,40 Kč
	Přesun sutě				225,8 Kč
997013x01	Vnitrostaveništní doprava suti a vybouraných hmot pro budovy v do 20 m	t	0,270	543,00	146,61 Kč
997013501	Odvoz suti na skládku a vybouraných hmot nebo meziskládku do 1 km se složením	t	0,270	120,65	32,58 Kč
997013509	Příplatek k odvozu suti a vybouraných hmot na skládku ZKD 1 km přes 1 km	t	0,270	5,23	1,41 Kč
997013814	Poplatek za uložení stavebního odpadu z izolačních hmot na skládce (skládkovné)	t	0,012	1 400,0	16,80 Kč
171201211	Poplatek za uložení odpadu ze sypaniny na skládce (skládkovné)	t	0,258	110,00	28,38 Kč

Varianta 4 – nepochozí, mechanicky kotvená střecha

Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednot.	Cena celkem
	Celkem				133,13 Kč
	Bourací práce				108,30 Kč
460030011	sejmutí drnů jakékoliv tloušťky	m2	0,00	35,6	0,00 Kč
460030x01	odstranění střešního substrátu ručně	m3	0,00	259,00	0,00 Kč
712300x01	odstranění zásypu střechy z kameniva dekoračního	m3	0,00	209,00	0,00 Kč
114203x01	rozebrání betonových dlaždic kladených na sucho	m2	0,00	27,50	0,00 Kč
71230083-1	Odstranění povlakové krytiny střech do 10° jednovrstvé, mechanicky kotvené	m2	1,00	37,90	37,90 Kč
712300x02	Odstranění pojistné hydroizolační vrstvy	m2	1,00	27,50	27,50 Kč
712300x03	odstranění separační geotextilie	m2	1,00	4,50	4,50 Kč
712300x04	Odstranění zásypu nopové fólie keramzitem	m3	0,00	208,00	0,00 Kč
712300x05	Odstranění nopové fólie	m2	0,00	16,40	0,00 Kč
712300x06	Odstranění tepelné izolace střech z volně kladených desek tl. Přes 100 mm	m2	2,00	19,20	38,40 Kč
	Přesun sutě				24,83 Kč
997013x01	Vnitrostaveništní doprava suti a vybouraných hmot pro budovy v do 20 m	t	0,012	543,00	6,52 Kč
997013501	Odvoz suti na skládku a vybouraných hmot nebo meziskládku do 1 km se složením	t	0,012	120,65	1,45 Kč
997013509	Příplatek k odvozu suti a vybouraných hmot na skládku ZKD 1 km přes 1 km	t	0,012	5,23	0,06 Kč
997013814	Poplatek za uložení stavebního odpadu z izolačních hmot na skládce (skládkovné)	t	0,012	1 400,0	16,80 Kč
171201211	Poplatek za uložení odpadu ze sypaniny na skládce (skládkovné)	t	0,000	110,00	0,00 Kč

Varianta 5 – nepochozí střecha přitížená kamenivem

Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednot.	Cena celkem
	Celkem				201,51 Kč
	Bourací práce				101,13 Kč
460030011	sejmutí drnů jakékoliv tloušťky	m2	0,00	35,6	0,00 Kč
460030x01	odstranění střešního substrátu ručně	m3	0,00	259,00	0,00 Kč
712300x01	odstranění zásypu střechy z kameniva dekoračního	m3	0,07	209,00	14,63 Kč
114203x01	rozebrání betonových dlaždic kladených na sucho	m2	0,00	27,50	0,00 Kč
712300831	Odstranění povlakové krytiny střech do 10° jednovrstvé	m2	1,00	11,60	11,60 Kč
712300x02	Odstranění pojistné hydroizolační vrstvy	m2	1,00	27,50	27,50 Kč
712300x03	odstranění separační geotextilie	m2	2,00	4,50	9,00 Kč
712300x04	Odstranění zásypu nopové fólie keramzitem	m3	0,00	208,00	0,00 Kč
712300x05	Odstranění nopové fólie	m2	0,00	16,40	0,00 Kč
712300x06	Odstranění tepelné izolace střech z volně kladených desek tl. Přes 100 mm	m2	2,00	19,20	38,40 Kč
	Přesun sutě				100,4 Kč
997013x01	Vnitrostaveništní doprava suti a vybouraných hmot pro budovy v do 20 m	t	0,109	543,00	59,19 Kč
997013501	Odvoz suti na skládku a vybouraných hmot nebo meziskládku do 1 km se složením	t	0,109	120,65	13,15 Kč
997013509	Příplatek k odvozu suti a vybouraných hmot na skládku ZKD 1 km přes 1 km	t	0,109	5,23	0,57 Kč
997013814	Poplatek za uložení stavebního odpadu z izolačních hmot na skládce (skládkovné)	t	0,012	1 400,0	16,80 Kč
171201211	Poplatek za uložení odpadu ze sypaniny na skládce (skládkovné)	t	0,097	110,00	10,67 Kč

Varianta 6 – pochozí střecha pokrytá dlažbou

Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednot.	Cena celkem
	Celkem				228,40 Kč
	Bourací práce				114,00 Kč
460030011	sejmutí drnů jakékoliv tloušťky	m2	0	35,6	0,00 Kč
460030x01	odstranění střešního substrátu ručně	m3	0,00	259,00	0,00 Kč
712300x01	odstranění zásypu střechy z kameniva dekoračního	m3	0,00	209,00	0,00 Kč
114203x01	rozebrání betonových dlaždic kladených na sucho	m2	1,00	27,50	27,50 Kč
712300831	Odstranění povlakové krytiny střech do 10° jednovrstvé	m2	1,00	11,60	11,60 Kč
712300x02	Odstranění pojistné hydroizolační vrstvy	m2	1,00	27,50	27,50 Kč
712300x03	odstranění separační geotextilie	m2	2,00	4,50	9,00 Kč
712300x04	Odstranění zásypu nopové fólie keramzitem	m3	0,00	208,00	0,00 Kč
712300x05	Odstranění nopové fólie	m2	0,00	16,40	0,00 Kč
712300x06	Odstranění tepelné izolace střech z volně kladených desek tl. Přes 100 mm	m2	2,00	19,20	38,40 Kč
	Přesun sutě				114,4 Kč
997013x01	Vnitrostaveništní doprava suti a vybouraných hmot pro budovy v do 20 m	t	0,127	543,00	68,96 Kč
997013501	Odvoz suti na skládku a vybouraných hmot nebo meziskládku do 1 km se složením	t	0,127	120,65	15,32 Kč
997013509	Příplatek k odvozu suti a vybouraných hmot na skládku ZKD 1 km přes 1 km	t	0,127	5,23	0,66 Kč
997013814	Poplatek za uložení stavebního odpadu z izolačních hmot na skládce (skládkovné)	t	0,012	1 400,0	16,80 Kč
171201211	Poplatek za uložení odpadu ze sypaniny na skládce (skládkovné)	t	0,115	110,00	12,65 Kč