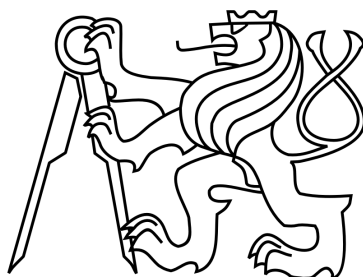


České vysoké učení technické
Fakulta stavební
Katedra technologie staveb

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ FAKULTA STAVEBNÍ

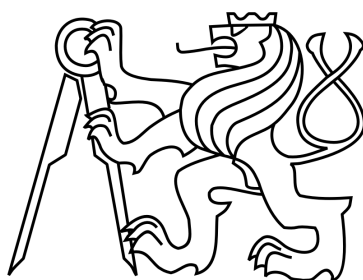


BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2019

Daniel Ruprecht

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
FAKULTA STAVEBNÍ
Katedra technologie staveb**



**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
Vegetační střechy jako revitalizace měst**

Daniel Ruprecht

2019

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Václav Pospíchal, Ph.D.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem předkládanou bakalářskou práci vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. 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: 26. 5. 2019

Daniel Ruprecht

Poděkování:

Rád bych poděkoval za cenné připomínky lidem, kteří mají mnohaleté zkušenosti ať už přímo s projektováním, výstavbou zelených střech, navrhováním staveb z finančního hlediska a v neposlední řadě s vedením bakalářských prací. Proto moje poděkování patří mému vedoucímu bakalářské práce Ing. Václavovi Pospíchalovi, Ph.D. za ochotu, odbornou pomoc a cenné rady při vypracovávání mé bakalářské práce. Další poděkování patří společnosti Zahradní architektura Pardubice s.r.o., v čele s Jaromírem Kulhánkem, za rady v oblasti složení střechy a využití rostlin na střechách. Tímto bych chtěl poděkovat i Ing. Lukášovi Skokanovi za rady do finanční části bakalářské práce a v neposlední řadě mé rodině za podporu po celou dobu studia.

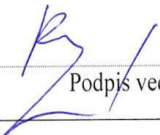



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE


Příjmení: <u>Ruprecht</u>	Jméno: <u>Daniel</u>	Osobní číslo: <u>458579</u>
Zadávací katedra: <u>Katedra technologie staveb</u>		
Studijní program: <u>Stavební inženýrství</u>		
Studijní obor: <u>Příprava, realizace a provoz staveb</u>		

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: <u>Realizace vegetačních střech jako revitalizace měst</u>	
Název bakalářské práce anglicky: <u>Realization of vegetation roofs as a city revitalization</u>	
Pokyny pro vypracování: - Historie vegetačních střech - Výhody a nevýhody zelených střech, dělení vegetačních střech - Finanční podpora od státu - Návrh střech ve variantách a porovnání vlastností - Problematika zvolené vegetační střechy - analýza, návrh opatření	
Seznam doporučené literatury: Lockett, Kelly.,: Green roof construction and maintenance. New York : McGraw-Hill, 2009, ISBN:978-0-07-160880-0 Čermáková Barbora, Mužíková Radka.,:Ozeleněné střechy Praha : Grada, 2009,ISBN: 978-80-247-1802-6 Česká rada pro šetrné budovy.,:Zelené střechy : naděje pro budoucnost II., Brno : Svaz zakládání a údržby zeleně, z.s., 2016 , ISBN: 978-80-270-1072-1	
Jméno vedoucího bakalářské práce: <u>Ing. Václav Pospíchal Ph.D.</u>	
Datum zadání bakalářské práce: <u>19.2.2019</u>	Termín odevzdání bakalářské práce: <u>26.5.2019</u> <i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i>
 Podpis vedoucího práce	 Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

<u>19.2.2019</u> Datum převzetí zadání	 Podpis studenta(ky)
---	---

Anotace:

Autor bakalářské práce se zabývá problematikou stavby, provozu a údržby vegetačních střeš v porovnání se střechami klasickými. Tato práce je zaměřena na ploché střechy. Součástí je návržení plochých vegetačních střeš a klasické střechy. Dané střechy budou porovnávány jak z hlediska tepelného, technologického, statického i ekonomického. Dalším cílem je snaha o vyřešení problematiky jedné vybrané střechy, zjištění problémů a následné návržení opatření. Posledním úkolem je popis a důvody přehřívání měst v letních měsících, ale také názorná ukázka porovnání teplot vegetace se zastavěnými plochami pomocí využití termokamery.

Klíčová slova:

Vegetační střecha, plochá střecha, revitalizace

Abstract:

The author of the bachelor thesis deals with the construction, operation and maintenance of vegetation roofs compared with classical roofs. This work is focused on flat roofs. A part of this work is designing of both vegetation and classical roofs as well. The above mentioned roofs will be compared in terms of construction, technology, statistics and economics. Another aim is an attempt to solve the problem of one given roof. The third task is the description and reasons of overheating of towns in summer months but also a sample of comparison of the temperatures of vegetation with built areas with help of usage of thermocameras.

Key words:

Vegetation roof, flat roof, revitalization

Obsah

ÚVOD	9
1. HISTORIE VEGETAČNÍCH STŘECH	10
1.1 Vegetační střechy ve světě od historie po současnost	10
1.2 Porovnání aktuální situace v České republice s „městem zelených střech“	13
1.3 Zelená střecha z tradiční oblasti	15
2. VÝZNAM ZELENÝCH STŘECH A JEJICH VÝHODY A NEVÝHODY	16
3. ROZDĚLENÍ VEGETAČNÍCH STŘECH	18
3.1 Rozdělení střech podle sklonu	18
3.2 Typy vegetačních střech	19
3.3 Rozdělení podle přístupnosti	22
4. FINANČNÍ PODPORA OD STÁTU NA ZELENÉ STŘECHY	23
5. VYTVOŘENÍ VEGETAČNÍCH STŘECH A JEJICH VLASTNOSTI	24
5.1 Tvorba intenzivní, extenzivní a klasické střechy	25
5.2 Výpočet plošných zatížení střešní skladby včetně návrhu výztuže	28
5.3 Výpočet prostupu tepla skrz navržené střešní konstrukce	35
5.4 Z hlediska stavební technologie	37
6. FINANČNÍ NÁKLADY NAVRŽENÝCH STŘECH	39
6.1 Náklady na stavbu	39
6.2 Náklady na údržbu	40
6.3 Úspora nákladů na provoz	41
7. PROBLEMATIKA VYBRANÉ STŘECHY RODINNÉHO DOMU	44
7.1 Popis střechy a její vlastnosti	44
7.2 Popis a porovnání vysazených rostlin	46
7.3 Zjištění problémů a jejich řešení	47
7.4 Dotace od státu na danou střechu	48
8. POROVNÁNÍ NAVRŽENÝCH STŘEŠNÍCH PLÁŠŤŮ	49
9. PROBLEMATIKA TEPLoty VE MĚSTECH	50
ZÁVĚR	51
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	53
SEZNAM OBRÁZKŮ	55
SEZNAM TABULEK	56
PŘÍLOHY	56

Úvod

Má bakalářská práce je rozdělena na dvě části a to na teoretickou a praktickou část. Teoretická část slouží jako přiblížení vegetačních střech lidem, kteří se o daný typ střech nezajímají.

V první třetině teoretické části jsou stručně popsány vegetační střechy od historie po současnost, porovnání aktuální situace v České republice s Lincem (městem zelených střech) a v obsahu je také zmínka o vegetační střeše z historicky tradiční oblasti. V další části je zmínka o výhodách a nevýhodách vegetačních střech, které je potřeba zdůraznit, ale také jejich základní dělení podle kterých se tyto střechy dělí. V poslední části teoretické práce je finanční přiblížení s využitím dotací od státu.

V počátku praktické části je návrh tří střešních skladeb pro zastřešení budovy. Jelikož se bakalářská práce zabývá vegetačními střechami, tak dvě ze tří navržených střech jsou zelené střechy. Mezi ně patří extenzivní a intenzivní skladba. Poslední skladba střešního pláště je klasická pochozí plochá střecha.

Ke každému střešnímu plášti je uveden řez s daným materiálovým složením a popisem jaký úkol má každá skladba. Dále bude ke každé střeše vypočteno zatížení, přestup tepla, zjednodušeně navržena výztuž a také finanční náklady spojené s výrobou střechy. Navržené střešní skladby budou společně porovnávány a s popisem vysvětleny.

V průběhu bakalářské práce je zahrnuto i vyřešení problematiky střechy rodinného domu, která byla navržena od autorizovaného architekta.

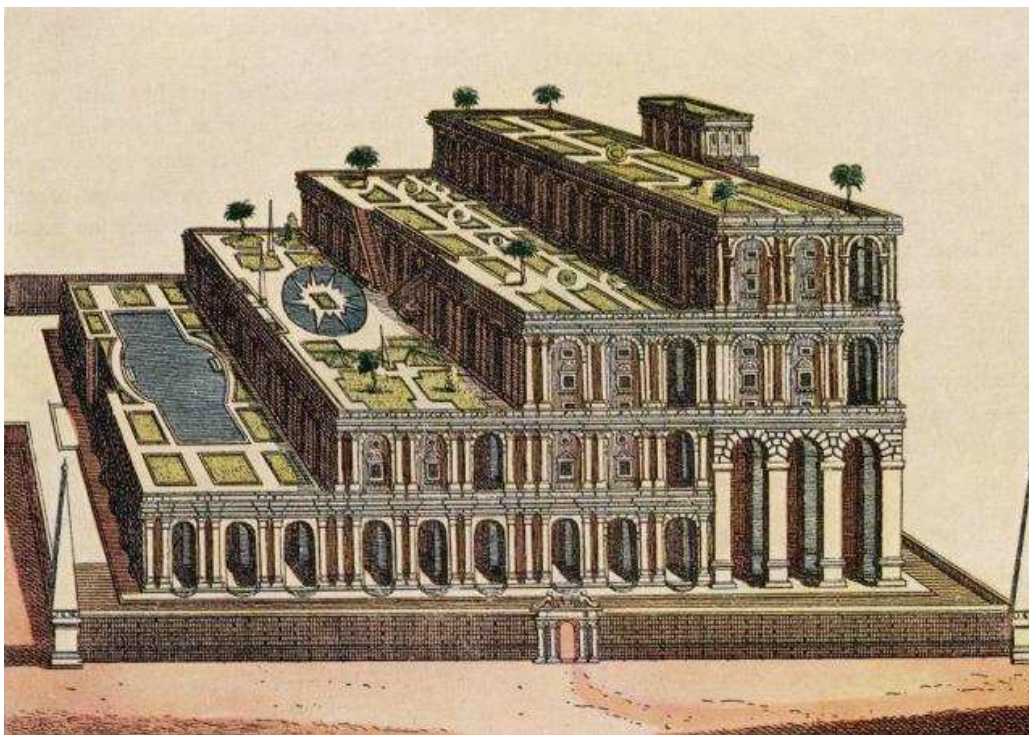
Závěrečná část se zabývá problematikou teplot ve městech a na venkově. Pro aplikaci teoretických poznatků byla využita termokamera, která zobrazuje teploty na daných površích.

1. Historie vegetačních střech

1.1 Vegetační střechy ve světě od historie po současnost

Vegetační neboli zelené střechy jsou známé již několik staletí. Tyto střechy se vyskytovaly a stále vyskytují, jak ve studeném (Dánsko, Norsko, Švédsko, Finsko a Island), tak v teplém klimatu (Tanzanie). Původ střech je dle nalezených pozůstatků s největší pravděpodobností v okolí Středního východu, konkrétně v oblasti Babylonu a Mezopotámie. Jako první nevznikaly střechy, jak je známe dnes, ale jednalo se o sady na střechách domů. Konkrétní letopočet, který je uveden v několika odborných literaturách je na přelomu 8. a 7. století před našim letopočtem, kdy byly nalezeny reliéfy, na kterých byly několikapatrové terasy se zelení a zavlažováním. [1]

Mezi nejznámější historické stavby z let před našim letopočtem (6. st. př. n. l.) jsou Semiramidiny visuté zahrady, které patří mezi sedm klasických divů světa a nacházely se v Babylóně, který byl v té době hlavním městem Mezopotámie. Zahrady byly tvořeny ustupující kaskádou, které nesly mohutné sloupy a klenby. Potřebné zavlažování měli zajišťovat otroci, kteří otáčeli s výtlačným kolem. [3]



Obr. 1: Předpokládaná podoba Semiramidiných visutých zahrad [22]

Pád Mezopotámie neznamenal konec pro střešní zahrady. Vegetační střechy a jejich využití se postupně, v průběhu několika století, rozšířilo do dalších evropských zemí a to především do jižní části Evropy. Pravděpodobně první stavbu tohoto typu nechal postavit císař August a jednalo se o monumentální hrobku (mauzoleum). Na střeše mauzolea nechal vystavět terasu se zelení v keramických nádobách. [1] [4]

Ve starém Římě se staly střešní zahrady, u většiny paláců a domů, hlavní ozdobou patricijských rodin. První zmínky z Itálie o stavbách takového typu jsou z období 11. století (nejznámější z roku 1400 Medicejský palác s vegetační střechou o rozloze přes 100 m²). V této zemi, v některých městských státech, se dokonce začaly přijímat první předpisy o stavebních pravidlech, kde se nařizuje výstavba vegetačních střech. První muzeum zelených střech a teras nechal v roce 1530 v Římě postavit kardinál Andrea del Vale. V průběhu 17. století se vegetační střechy stávají, v tehdejší době, moderními i v bohatších městech, jako například ve Francii, Anglii či Německu. [1]

První doporučení, aby šikmé střechy nahradily střechy ploché, jsou z přelomu 17. a 18. století. Toto doporučení umožnilo střechy využívat k odpočinku, ale také k zasazení využitelných rostlin jako jsou byliny, okrasné květiny a podobně. K významnému posunu a zjednodušení výstavby vegetačních střech patří rok 1868. V tomto roce došlo k vynálezu železobetonu (konstrukce z betonu s ocelovou výztuží), který výrazně prodlužuje životnost konstrukcí, protože má vyšší odolnost pevnosti v tahu. V roce 1887 nechal architekt F. Hennebiquem postavit jednu z prvních vegetačních střech, kde se použil jako podklad železobeton. [3]

„Za další mezník související s přístupem k ozeleňování střech se považuje rok 1923, kdy významný švýcarský funkcionalistický architekt žijící ve Francii Le Corbusier napsal: „Střešní zahrady se stanou vyhledávanými místy v domě a budou znamenat navrácení zastavěné plochy městu.“ K této myšlence se obrací i celá řada architektů 20. a 21. století, kteří si uvědomili, že neustálou novou výstavbu jsou krajinně zabírány plochy, které jí můžeme vrátit zpět právě díky ozeleňování střech.

V roce 1923 Le Corbusier rovněž napsal: „Končí doba, kdy střešní zahrada byla spíše kuriozitou než skutečnou spotřebou. V budoucnu by měla mít střešní zahrada a všechny její prvky podstatný vliv na životní prostředí města jako celku i na prostředí samotného bydlení.“ [1]

V předválečné době se budovaly velké průmyslové továrny. V mnoha odborných spisech je zdůrazněno, že zelené střechy jsou nedílnou součástí továren, a to zejména z ekonomického a ekologického důvodu. Jednou z mnoha překážek ve větším rozvoji byla především velká hmotnost stavebních prvků, ale také půdního substrátu. Toto se částečně vyřešilo po druhé světové válce, kdy dochází k druhému velkému posunu, a to ve výzkumu průmyslové chemie a plastických hmot. [4]

V průběhu dalších desítek let se střechy stávají nedílnou součástí většiny moderních architektů. I z toho důvodu, že jsou postupně zelené střechy odlehčovány a jsou cenově dostupnější.

Vegetační střechy se do Čech dostaly poměrně pozdě, a to až v polovině 19. století. Mnoho staveb se u nás nedochovalo, ale můžeme obdivovat například vegetační střechu (zahradu) na zámku Konopiště z počátku 20. století. Nejstarší vegetační střecha je v České republice na zámku v Lipníku nad Bečvou, a to na střeše jízdárny. Střecha jízdárny má rozlohu přibližně 600 m², což odpovídá pro představu třem tenisovým kurtům. [5]



Obr. 2: Pohled na vegetační střechu nad konírnu na Zámku v Lipníku nad Bečvou [23]

Jedním z posledních velkých projektů moderní doby s využitím zelené střechy je obchodní a kulturní dům Nový Smíchov, přičemž celková plocha střechy je 40 000 m², ze kterých je 60 % vegetační střecha. [6]

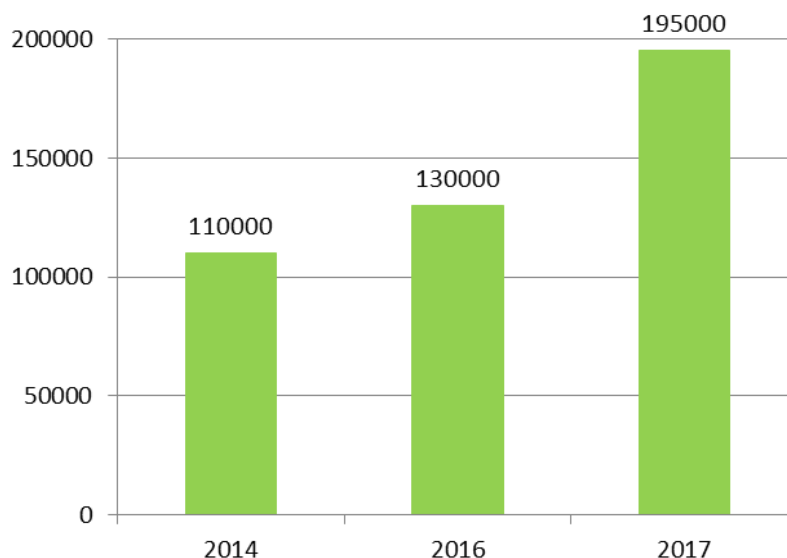
1.2 Porovnání aktuální situace v České republice s „městem zelených střech“

V České republice jsou vegetační střechy oproti ostatním evropským, ale i světovým zemím poměrně nový prvek. O tom, že nemají velkou tradici se lze dočíst v kapitole 1.1 „Vegetační střechy ve světě od historie po současnost“. V naší zemi dosud nikdy nepopsal přesnou rozlohu vegetačních střech, ale lze alespoň najít zmínky o jejich počtech. [7]

V České republice byly dlouho vegetační střechy vnímány spíše jako estetický prvek než jako prvek funkční. Hlavním problémem měst je nedostatek zelených ploch a s tím související znečištěné ovzduší nebo zvýšený hluk.

V České republice existují programy na výstavbu zelených střech. Největším programem je „Nová zelenám úsporám“. Tento program přispívá na výstavbu zelených střech jak pro soukromý, tak pro veřejný sektor. Více informací o tomto naleznete programu v kapitole 4. Za průkopníka můžeme u nás považovat Ing. Jana Ondřeje. [1]

V následujícím grafu lze vidět, že v průběhu posledních let je obliba zelených střech stále větší. Na ose x jsou vyobrazeny roky, ve kterých se data zjišťovala a na ose y je počet nových vegetačních střech za daný rok v m². V roce 2015 nebyl zjišťován přírůstek vegetační střech v České republice.



Obr. 3: Skutečný roční přírůstek plochy zelených střech v České Republice

K porovnání jsem si vybral rakouské město Linz, jehož historie vegetační střech je obdobě dlouhá jako historie těchto střech v České Republice. Oproti tomu mají zelené střechy ve skandinávských zemích výrazně delší tradici. Toto město by mělo být příkladem pro ostatní města. V následujícím obrázku můžeme vidět, že toto město dokonale skrylo rychlostní silnici uprostřed města pod zelenou střechu. V tomto případě mohu říci, že zahradu, která je vytvořena na této stavbě může být dále obyvateli využívána.

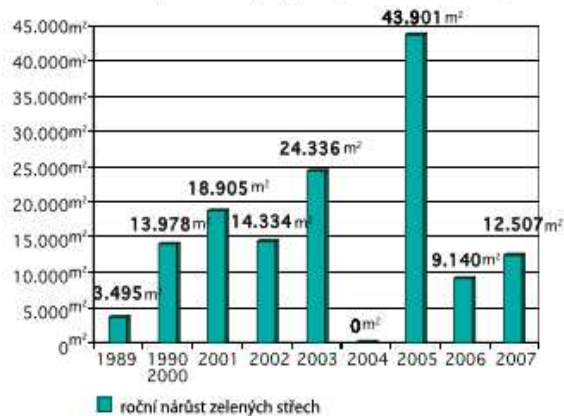


Obr. 4: Pohled na vegetační střech nad obchvatem v Rakouském Linci [24]

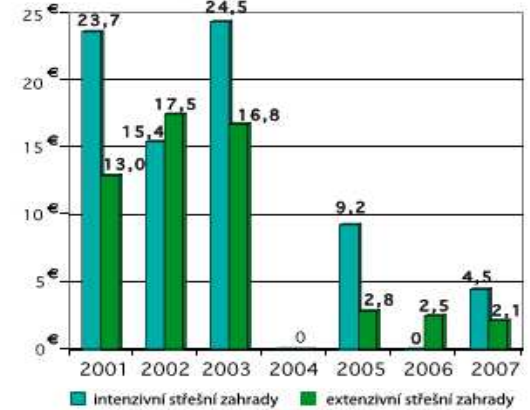
Linz v šedesátých a sedmdesátých letech 20. století zažil hospodářský růst, ale na úkor životního prostředí. Město zelených střech, jak se jinak toto město nazývá, má v současnosti 470 vegetačních střech s rozlohou 517 000 m². Mezi roky 1989 - 2005 měla velký vliv na výstavbu střech dotace od města a to až ve výši 30 % ceny střechy. Od roku 2005 město poskytuje už jen 5 % celkové střechy a maximum získané částky je 7500 Euro. [9] [10]

V Linci je průměrně 2,7 m² ozeleněných střech na jednoho obyvatele. Všechny tyto údaje můžeme porovnávat v následujících grafech, kde je vidět závislost veřejnosti a investorů na dotaci od města. [8]

Roční nárůst zelených střech podpořených dotacemi (v m²)



Finanční podpora vyplácená v letech 2001–2007 (v € / m²)



Obr. 5 a 6: Roční nárůst zelených střech podpořených dotacemi; Finan. podpora vyplácená v letech 2001-07[22]

Na obrázku číslo 5 můžeme vidět roční nárůst zelených střech v rakouském Linci za přispění dotace od města. Na obrázku číslo 6 je zobrazena finanční podpora od města v eurech za m² a také kolik bylo vypláceno na intenzivní vegetační střechy a kolik na extenzivní.

1.3 Zelená střecha z tradiční oblasti

Další zemí na porovnání je Norsko, kde je tradice zcela odlišná oproti naší zemi a Rakousku. Celkově ve Skandinávii je dlouholetá tradice vegetačních střech.

V pravěku se střechy pokrývaly březovou kůrou. Až do konce 19. století byla střecha nazývána „Sod roof“, nejběžnější střechou venkovských domků velké části Skandinávie. Zvláště v Norsku, kde je chladné podnebí jsou domky často zanořené do země nebo z části zasypané do svahu. Tento typ překrytí zeminou se využíval kvůli účinné izolace. Z důvodu krátkého období léta se domky musely stavět velmi rychle, dokud půda nebyla zmrzlá. Další variantou, která se v Norsku používá je pokládání plátů březové kůry na dřevěné střešní desky tak aby voda odtékala správným směrem. Na to se dále pokládají dvě vrstvy drnů, první se zatravněnou stranou dolů a druhá opačně. Životnost tradičních takto budovaných střech je třicet až čtyřicet let. [11]

2. Význam zelených střech a jejich výhody a nevýhody

Vegetační střechy mají mnoho výhod. Není to již jen estetické hledisko, ale postupně se přístup mění a svět se začíná učit využívat střechy s travnatým porostem z praktických důvodů. Vedou ke zlepšení života v zastavěných městech a k lepšímu pocitu ekologie.

Zelené střechy se v teplých podmínkách používají k ochlazování interiéru a v chladných podmínkách naopak k udržení tepla. O vegetačních střechách se obecně říká, že mohou snížit tepelné ztráty o 10 až 30 %. Pro administrativní i bytové domy to může znamenat značnou úsporu peněz, ale z hlediska zatížení je potřeba větší investice oproti klasickým střechám.

V následující tabulce jsou zobrazeny výhody a nevýhody v porovnání s klasickými střechami. Skutečné porovnání financí, zatížení a prostup tepla konstrukcí je provedeno v kapitole 5.

Tabulka č. 1 : Výhody a nevýhody vegetačních střech

Výhody	Nevýhody
Produkce O ₂	Vyšší finanční náklady až o 30 %
Zadržování CO ₂	Statika střešního pláště
Redukce výkyvů teplot mezi dnem a nocí	Statika budovy
Tepelná izolace a zvuková izolace	Pravidelná údržba rostlin
Nižší náklady na vytápění	Pracnost výstavby
Zadržení srážkové vody	Kvalita provedení
Estetická funkce	Alergeny
Zvyšuje účinnost fotovoltaických panelů	Minimální podpora od státu

Funkce zelených střech je rozmanitá, ale pokusím se zdůraznit jen ty nejdůležitější.

A. Funkce krajinářská a urbanistická

Vegetační střechy a jakékoliv fasádní plochy mají pozitivní účinek na životní prostředí. Střechy mají potenciál, k odpočinku a pobytu, kterých je ve městech málo.

„Mezi významné urbanistické funkce patří:

- *Vytvoření nových ploch zeleně*
- *Zvýšení podílu zeleně v sídlech a urbanizované krajině*
- *Zlepšení vzhledu měst a krajin“* [6]

B. Environmentální funkce

Kladný účinek vegetačních střech na kvalitu ovzduší se může zdát vzhledem k celkové velikosti Země zanedbatelná, ale dle zjištěných výzkumů je to přesně naopak. Ovzduší se zlepšuje při každém vytvoření zástavby s těmito střechami

„K hlavním environmentálním funkcím patří:

- *Vyrovnění extrémních teplot*
- *Snížení prašnosti*
- *Zlepšení mikroklimatu ve srovnání se střechami s holou hydroizolací nebo vrstvou šěrku“ [6]*

C. Ekonomická funkce a ochranné působení

- *„Snížení hluchnosti z důvodu nižší zvukové odrazivosti vegetačních ploch*
- *Zvýšení užitné hodnoty nemovitosti*
- *Zlepšení tepelné ochrany v zimě a především v létě“ [6]*

3. Rozdělení vegetačních střech

Vegetační střechy mohou být postaveny ze široké škály stavebních materiálů, architektonických návrhů, ale také v různých konstrukčních systémech. Tyto střechy se mohou lišit i sklonem. Z takových důvodů je složité navrhnout a zrealizovat vegetační střechy. Dále se budu v kapitole 3.1 a kapitole 3.2 zabývat jejich rozdělením.

3.1 Rozdělení střech podle sklonu

Spád střechy je jeden z mnoha ukazatelů vegetačních střech. Z důvodu odvodu vody při dešti je důležité, aby měly střechy i minimální sklon.



Obr. 7: Zobrazení možnosti sklonu zelených střech na střeše [25]

V případě jednoduché intenzivní střešní zahrady a extenzivní střešní zahrady, by měl být dodržet sklon střechy minimálně 2 % a maximálně 60 %. Se zvětšujícím se sklonem střechy se i zhoršují podmínky, které na ni působí. Například vítr, sluneční záření, větrná a vodní eroze. [1]

Rozlišujeme čtyři typy střech dle jejich sklonu. Sklony také určují opatření pro zajištění stability substrátu a zeleně. Sklony střechy jsou uvedeny dle ČSN 73 1901 – Navrhování střech.

A. Ploché střechy (0° - 5°)

Tyto střechy mají největší pravděpodobnost poškození ze všech typů. A to především z důvodu těžšího odvodu vodních srážek ze střech. Jejím výhodou je však možnost vzniku opravdové zahrady.

Plochá střecha je namáhána velkým rozdílem vlhkosti v průběhu roku a tím vzniká riziko, že vegetace (půda) bude mít nedostatek kyslíku. Proto musíme do střech tohoto typu umístit pro odvod vody drenážní vrstvu. Pokud bychom tuto vrstvu neumístili, bude docházet k hromadění vody v místech, kde je to nežádoucí a také k zatěžování nosné konstrukce střešní skladby. Pro průmyslové stavby nebo pro bytové domy je plochá střecha příliš drahá. [12]

B. Střecha s mírným sklonem (5° - 20°)

Střechy s mírným sklonem jsou lepší k vysetí zeleně a také finanční hledisko je výhodnější než u střech plochých. U střech tohoto typu nemusí být brán zřetel na zajištění půdy proti sesuvu. V případě, že se sklon blíží k horní hranici je důležité, částečně zabránit případnému sesuvu. [13]

C. Střecha s velkým sklonem (20° - 40°)

U střech tohoto typu musí být substrát zajištěn jakýmkoliv technickým způsobem proti sesuvu. Z tohoto důvodu je důležité dbát při návrhu na spád střechy, tloušťku substrátu, klimatické specifika a plánovanou vegetaci. [13]

D. Strmé střechy (> 40°)

U strmých střech, které mají sklon větší než 40° je potřeba zajistit substrát proti sesuvu a z tohoto důvodu se využívají konstrukce islandských střech. Islandské střechy jsou složeny ze dvou vrstev travnatých koberců. První vrstva je položena zatravněnou plochou směrem dolů a tím je vytvořen substrát pro horní vrstvu. Další systém proti sesuvu je skládaný rošt z profilů z recyklovaného plastu. Tento typ střech je nejméně rozšířený v naší zemi. [13]

3.2 Typy vegetačních střech

Vytvořit na střeše zahradu na pěstování rostlin nebo na rekreaci je možné, není to však výhodné z hlediska využití. Je celkem logické, že vegetace, která je poměrně vysoko oproti obyčejné zahradě, je více namáhána větrem.

Při menší výšce substrátu je velmi častá změna vlhkosti a teploty, což rostlinám neprospívá. Z tohoto vyplývá, že pěstování zeleniny a ovoce patří ve většině případů na klasickou zahradu na zemi. Z literatury víme, že zelené střechy dělíme na dvě skupiny:

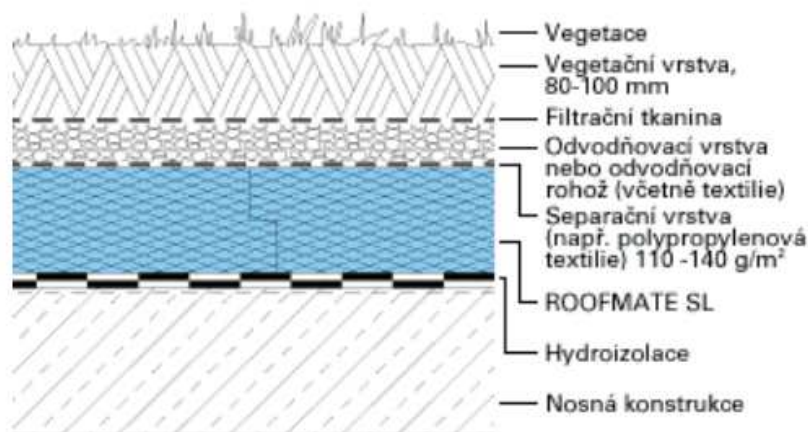
A. Extenzivní vegetační střecha

Tento typ střešní zahrady je využíván častěji než druhá, později zmiňovaná střecha. Není to pouze z finančního důvodu, extenzivní střecha je také konstrukčně jednodušší a zároveň má nižší hmotnost skladby střechy. Výhodou je, že lze zasadit zeleň později bez narušení statiky vrstev, ale je potřeba s ní dopředu v návrhu počítat. Není ideální pro častější pohyb osob po střeše a lze je použít pro střechy šikmé i ploché.

Střecha se navrhuje tak, aby se co nejlépe přizpůsobila klimatickým podmínkám v místech, kde je umístěna. Její zásobení živinami a vodou je na přírodním koloběhu. Péče o zeleň je minimální, i přesto střecha vyžaduje setí travných semen, hnojení a doplňování substrátu každých tři až pět let. Závlaha je potřeba dle klimatických podmínek a typu zasazených rostlin.

Extenzivní střechu lze navrhnout i na střechách s menší únosností skladby střechy (střešního pláště), avšak minimální únosnost je $0,6 \text{ kN/m}^2$. Z tohoto důvodu lze využívat jen substráty hlíny s objemovou hmotností kolem $0,17 \text{ kN/m}^2$. Ideální výška substrátu je 40 - 180 mm. Dále rozdělujeme extenzivní vegetační střechu dle tloušťky substrátu. [4]

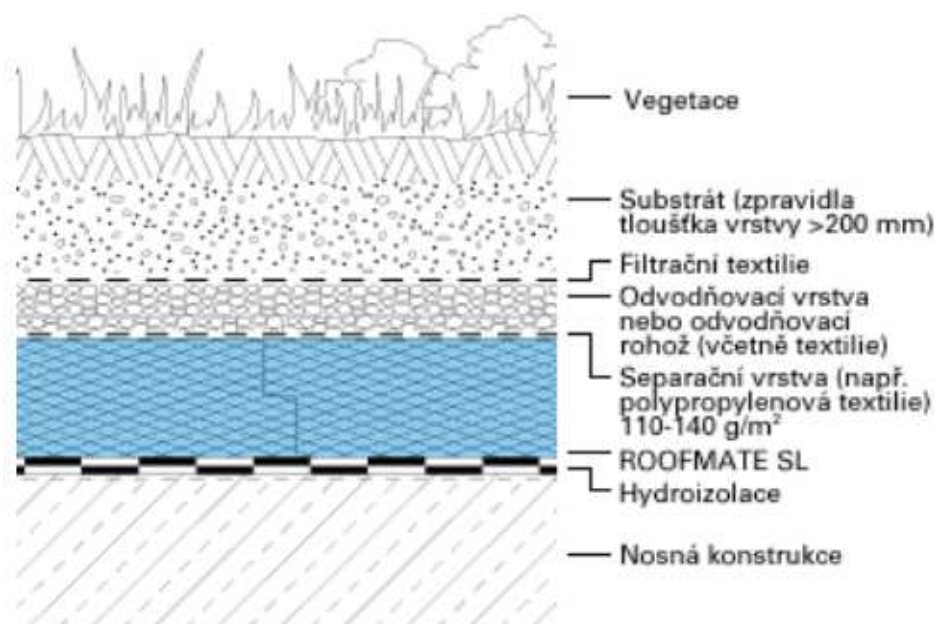
- A. 3 - 6 cm substrátu pro koberce trávy a mechy
- B. 6 - 15 cm substrátu pro skalničky a travu
- C. 15 - 20 cm substrátu pro plazivé rostliny



Obr. 8: Obecná skladba extenzivní vegetační střechy [4]

B. Intenzivní vegetační střecha

Tento typ střechy se staví na střešních pláštích, které mají únosnost až 1000 kg/m² a to je také hojně využíváno. Pokud dojde k překročení tohoto limitu je třeba zvýšit únosnost konstrukcí. Intenzivní střešní zahradu lze navrhnout pouze na plochých střechách u nových budov. V případě, že se jedná o starší budovu, je potřeba posudek statika. Jelikož tloušťka zeminy může být v rozsahu od 0,3 m až 1(1,3) m, což stačí na vytvoření ideálních podmínek pro květiny, keře ale také nízké stromy. Intenzivní střecha je dražší než extenzivní střecha. Důležité je zvážení, zda navrhnout bezúdržbovou technologii pro závlahu podzemní nebo nadzemní. Tím by se snížila částečně údržba střechy. [14]



Obr. 9: Obecná skladba intenzivní vegetační střechy [4]

Pro uživatele, kteří se chtějí přiblížit co nejvíce klasické zahradě, je tento typ ideální. Tomu odpovídá také více možností využití (rekreace, komerční využití), ale také větší práce s údržbou zeleně, která musí být pravidelná.

Tabulka č. 2 : Porovnání vlastností extenzivní a intenzivní vegetační střechy

	Extenzivní střecha	Intenzivní střecha
Výška substrátu	<200 mm	300 - 1300 mm
Únosnost střešního pláště	60 - 300 kg/m ²	až 1000 kg/m ²
Údržba	1x za 3 - 5 let	pravidelná
Zavlažovací systém	není potřeba	nutná
Rostliny	mechy, skalničky, plazivé rostliny, travní porosty	květiny, keře, nízké stromy

3.3 Rozdělení podle přístupnosti [6]

A. Nepochozí střechy

„Nepochozí zelená střecha není primárně určena k pobytu osob. Předpokládá se, že se zde pohybují pouze poučené osoby za účelem kontroly a údržby. Bezpečnost osob může být zajištěna prvky osobního jištění.

Jedná se o plochy obtížně přístupné s omezenou možností údržby, proto na těchto střechách žádoucí takový typ souvrství a vegetace, který je dlouhodobě stabilní, nejméně náchylný k zaplavení a má minimální nároky na údržbu.“

B. Pochozí střechy

„Pochozí zelená střecha je přístupná vyhrazenému okruhu poučených osob v omezeném rozsahu. Pro tyto účely je vhodné zřídit chodníčky z kameniva, dlaždic, roštů nebo kamene, aby nedocházelo k poškození vegetace. Bezpečnost osob před pádem musí být zajištěna vhodným způsobem.“

C. Pobytové střechy

„Pobytové zelené střechy jsou určeny pro pohyb osob a bývají běžně přístupné. Mohou to být např. zelené střechy soukromé, vyhrazené (přístupné zaměstnancům a klientům firem a institucí) nebo veřejné (přístupné široké veřejnosti). Bezpečnost osob před pádem musí být zajištěna zábradlím nebo jinou zábranou.“

4. Finanční podpora od státu na zelené střechy

V této kapitole bych rád přiblížil finanční podporu od státu směrem k podpoře výstavby vegetačních střech. Začátek příjmu žádostí byl 9. ledna 2017 a měl by trvat do 31. prosince 2021 nebo do vyčerpání částky, kterou stát poskytl z rozpočtu. Tento program se oficiálně jmenuje „Nová zelená úsporám“. [15]

Program zahrnuje širokou škálu okruhů, na co stát přispívá. V této kapitole se však budu zabývat jenom tématem mé bakalářské práce. Abychom získali slíbenou finanční podporu, musíme splňovat několik daných podmínek:

- Dům musí být celý zateplen včetně střechy
- Výstavba pasivního domu
- Při přestavbě domů, které na počátku nebyly určené k trvalému pobytu na rodinný dům
- Splňovat podmínky pro energeticky úsporný dům
- Vysazení minimálně pět trvale udržitelných druhů rostlinstva a pozdější péče o danou vegetaci
- Musí být dodržena minimálně 80 mm tloušťka substrátu
- 2/3 plochy střechy musí v trvání 10 let od výstavby být v dobré kondici

Na podporu dosáhnou pouze střechy, které jsou polointenzivní, extenzivní a intenzivní pouze za předpokladu, že závlaha (voda), která je potřeba na střešní zahradu nebude brána z veřejného vodovodního řádu. Pro rodinné domy v oblasti Moravskoslezského a Ústeckého kraje je podpora zvýhodněna o 10 % (koeficient $k=1,1$) pro všechny konstrukce. V těchto krajích je pravidelně nedostatek vody, a proto jsou zvýhodněny.

Ideální rostlinou pro vegetační střechy jsou rozchodníky. Rozchodníků je mnoho druhů, ale vydrží i v letních podmínkách, které byly u nás v posledních dvou letech. To znamená vysoké teploty a málo deště. Tato rostlina potřebuje minimum vodních srážek a to je jedna z podmínek Ministerstva životního prostředí. [16]

Názorný příklad:

„Plocha fasády 200 m ²	dotace: 500Kč/m ²
Plocha střechy 140 m ²	dotace: 500Kč/m ²
Plocha zelené střechy 130 m ²	dotace: 500Kč/m ²
Celková dotace na dům může být až 235 000 Kč“. [17]	

5. Vytvoření vegetačních střech a jejich vlastnosti

V kapitole 5 a následných podkapitolách se budu zabývat navrhnutím zelené intenzivní střechy, zelené extenzivní střechy a také klasické střechy. Všechny typy střech jsem navrhl sám. V podkapitolách 5.1 budu tyto střechy navrhovat a následně v kapitolách 5.2, 5.3 a 5.4 zjišťovat pomocí výpočtů jejich vlastnosti. Jelikož každá střecha má jiné zatížení, jinou skladbu i jiný technologický postup musíme posoudit každou střechu zvlášť. Nakonec rozhodnu, která varianta je z daného postupu nejlepší.

Tato kapitola obsahuje dvě skladby vegetační ploché střechy a jednu skladbu klasické ploché střechy. Skladby vegetačních střech se liší vegetací a také rozdílnou tloušťkou substrátu. Navrhovaná skladba číslo 1 je intenzivní vegetační střecha, číslo 2 je extenzivní vegetační střecha a číslo 3 je plochá střecha na rodinném domě. U každého návrhu je znázorněn schématický řez s jednotlivým popisem vrstev a názvem materiálu, který jsem na daný typ vrstvy navrhl. Tyto souvrství se dají použít jak na obytných budovách, administrativních budovách ale také na rodinném domě.

K navrhování skladeb jsem používal technické listy výrobců. Měl jsem také možnost konzultace s profesionály, kteří se vegetačními střechami zabývají. Mé výpočty se budou zaměřovat na střechy, které se nacházejí na obytných budovách. Pro zjednodušení a lepší porovnání budu využívat plochu 1 m² střešního pláště.

Střešní pláště nemohou být porovnávány podle skladby, neboť mé skladby jsou zcela odlišné a mají také jiné využití. Nakonec znázorněné výsledky budou snadno porovnatelné ale z jiných hledisek. U střešních zahrad jsem jak pro číslo 1 tak pro číslo 2 použil stejnou vrstvu v případech pouze tehdy, když by se vlastnosti hodně lišily, ale také kdyby to nebylo ideální využití a to v případech:

- Pro akumulaci vody na střeše je použit drenážní a vodozadržný systém
- Pro přilnavost asfaltových pasů k nosné železobetonové konstrukce je využita asfaltová penetrace DEKPRIMER

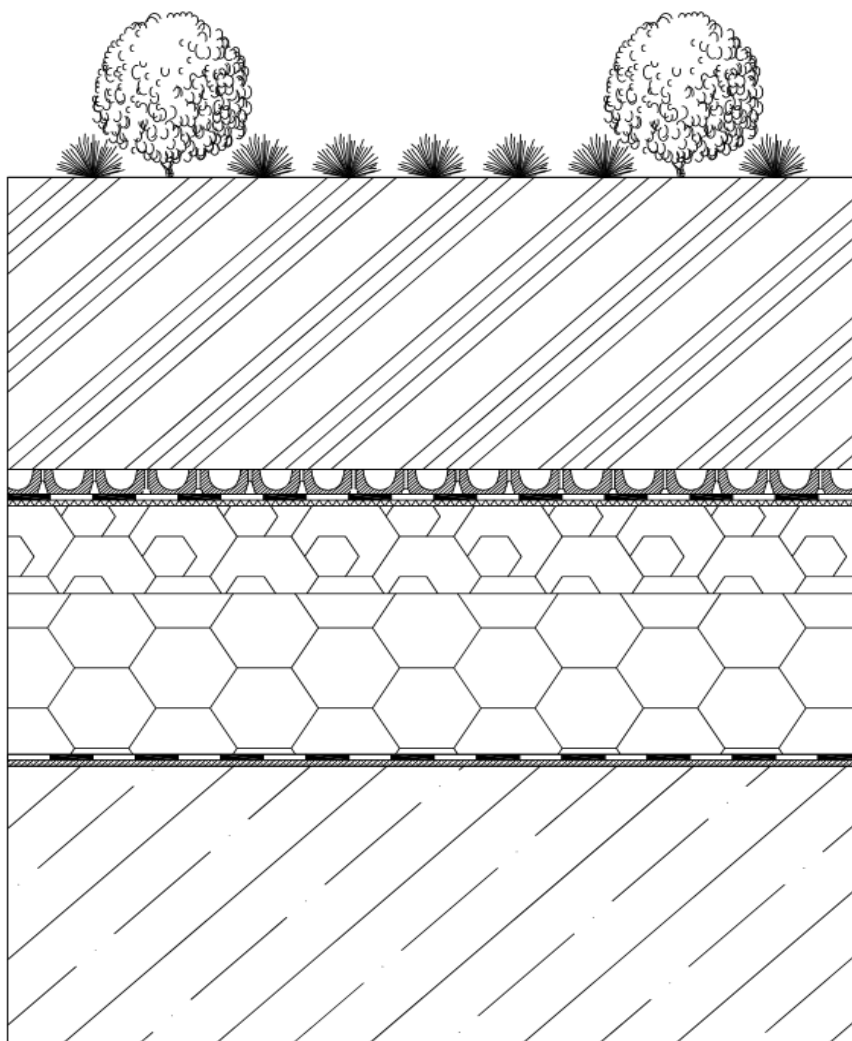
Výpočty zatížení, statické a také tepelné výpočty vychází z daných vlastností jednotlivých vrstev. Tyto vlastnosti jsou specifikovány u výrobců, které dané prvky vyrábějí v technologických listech. Použité zkratky ve výpočtech jsou vysvětleny blíže v příloze č. 1

Každá vegetační střecha musí mít svůj řád, musí obsahovat všechny části střechy jinak by sice fungovala, ale nedokázali bychom zaručit 100% funkční vlastnosti, kvůli kterým jsme tuto střechu stavěli. Skladby střech budou psát od vrchní ke spodní vrstvě. Všechny navrhované střechy budov se nacházejí v Pardubicích. S umístěním souvisí i zatížení sněhem (nejnepříznivější případ) a pro toto město je $70 \text{ kg/m}^2 = 0,7 \text{ kN/m}^2$. Každá střecha by měla obsahovat kontrolní šachtu nebo revizní šachtu na gulu. Neměli bychom také zapomenout na přivedení potrubí s vodou, ať už s kohoutem nebo malé zavlažování.

5.1 Tvorba intenzivní, extenzivní a klasické střechy

Při návrhu vegetačních střech nemůžu definovat celkovou tloušťka a vyztužení železobetonové konstrukce, neboť výpočet zatížení se zabývám v kapitole 5.2.

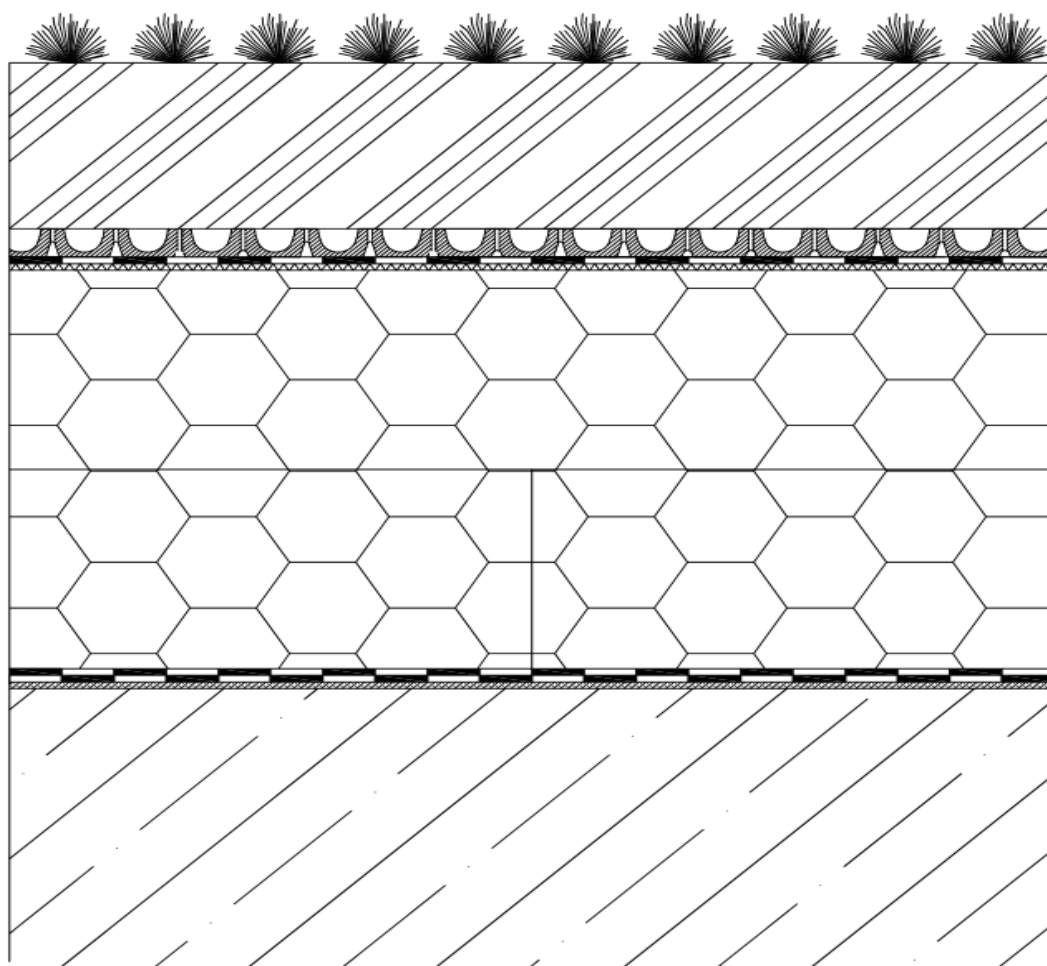
A. Návrh skladby Intenzivní vegetační střechy



Obr. 10: Řez navrženou intenzivní vegetační střechou

- 1) **Vegetační vrstva** - trávnickový koberec a menší stromy, tl. 30 mm
- 2) **Substrát** - substrát střešní intenzivní DEK S300, tl. 800 mm
- 3) **Hydroakumulační vrstva** - drenážní a vodozadržný systém ND4+1h, tl. 17 mm
- 4) **Hydroizolační vrstva** – hydroiz. folie z PVC – ALKORPLAN 35177, tl.1,5 mm
- 5) **Separáčn**í vrstva - geotextilie separační – FILTEK 200 g/m², tl.1 mm
- 6) **Tepelná vrstva č.1** - extrudovaný polystyren SPX 30SF tl. 80 mm
- 7) **Tepelná vrstva č.2** - tepelná izolace ISOVER EPS 100, tl. 140 mm
- 8) **Parozábrana** - hydroiz. asphalt. pás ELASTEK 40 SPECIAL MINERAL, tl. 4 mm
- 9) **Penetrace na podklad** - asphaltová penetrace DEKPRIMER
- 10) **Nosná konstrukce** - železobetonová konstrukce, tl. =X mm (viz kapitola 5.2)

B. Návrh střešní skladby Extenzivní zelené střechy

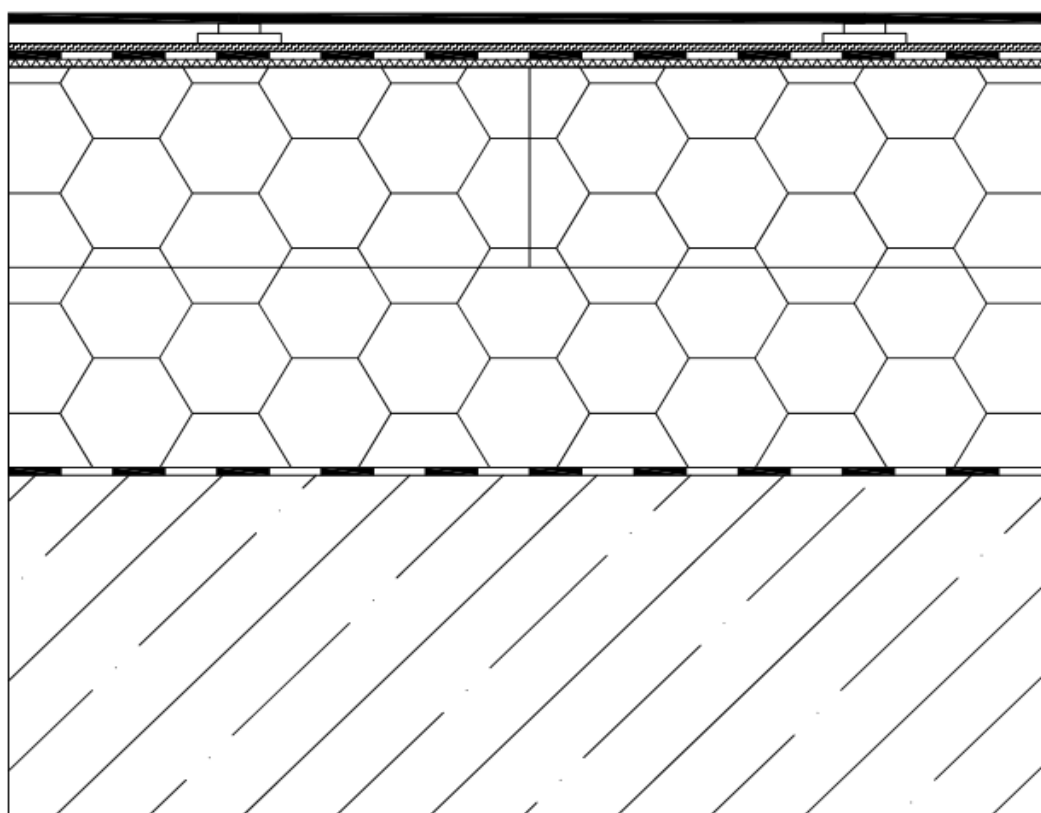


Obr. 11: Řez navrženou extenzivní vegetační střechou

- 1) **Vegetační vrstva** - trávnickový koberec, tl. 30 mm
- 2) **Substrát** - substrát střešní extenzivní, tl. 100 mm

- 3) **Hydroakumulační vrstva** - drenážní a vodozádržný systém ND4+1h, tl. 17 mm
- 4) **Hydroizolační vrstva** - hydroizolační folie z PVC- DEKPLAN 77, tl. 1,5 mm
- 5) **Separační vrstva** - geotextili separační – FILTEK 200g/m², tl. 1 mm
- 6) **Tepelná vrstva** - tepelná izolace ISOVER EPS 150(S), tl. 2 x 120 mm
- 7) **Parozábrana** - hydroiz. asfaltový pás GLASTEK AL 40 MINERAL, tl. 2x 4 mm
- 8) **Penetrace na podklad** - asfaltová penetrace DEKPRIMER
- 9) **Nosná konstrukce** - nosná železobetonová konstrukce, tl. = X mm

C. Návrh klasické ploché pochozí střechy



Obr. 12: Řez navrženou klasickou pochozí střechou

- 1) **Pochozí vrstva** - Dlažba hladká betonová 40 x 40 x 4 šedá Hronek
- 2) **Pomocná nosná vrstva** - Podložka new maxi pro dlažbu 25 - 40 mm
- 3) **Separační vrstva** - Polyethylenová PE folie tl. 1 mm (geotextilie)
- 4) **Hydroizolační vrstva** - Hydroizolační folie z PVC- DEKPLAN77, tl. 1,5 mm
- 5) **Separační vrstva** - Separační textilie – FILTEK 300 g/m²
- 6) **Tepelná vrstva** - ISOVER EPS 200S, tl. 200 mm
- 7) **Parozábrana** - hydroiz. asfaltový pás GLASTEK AL 40 MINERAL, tl. 2 x 4 mm
- 8) **Nosná konstrukce** - Železobetonová nosná konstrukce tl. X mm

5.2 Výpočet plošných zatížení střešní skladby včetně návrhu výztuže

I. Návrh tloušťky desky

Další částí této práce a co k největšímu přiblížení ve finanční části (viz kapitola číslo 6) je potřeba posoudit a navrhnout výztuž, která bude použita v navržených střeších. To znamená jak v extenzivní, intenzivní zelené střeše ale i klasické střeše. Všechny výpočty jsou provedeny zjednodušeně a vycházejí z empirických předmětů. Jako nosnou konstrukci jsem si vybral železobetonový strop.

Pro výpočet všech skladeb střech je potřeba nejdříve zjistit tloušťku nosné konstrukce. Délka rozpětí, na kterém bude stropní deska působit je $L = 5$ m. Deska je jednosměrná pnutá. Tento výpočet **nezohledňuje zatížení** a mocnost vrstev nad železobetonovým stropem.

Postup výpočtu tloušťky stropní desky dle empirických vzorců je :

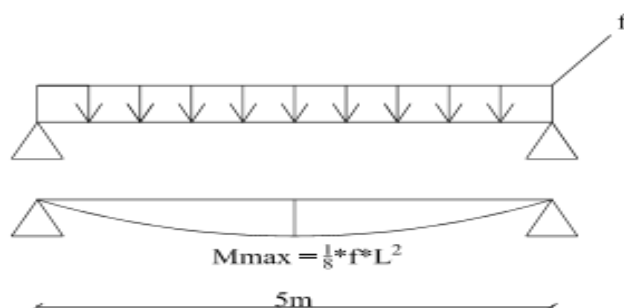
$$h = \left(\frac{1}{30} \approx \frac{1}{25} \right) * L$$

h..... tloušťka stropní desky

L.....délka rozpětí

Z empirického vztahu můžeme vidět, že máme možnost výběru tloušťky desky a to od 166 mm do 200 mm. Jelikož předpokládám vzhledem k větší tloušťce substrátu, že u varianty číslo 1 bude větší zatížení, volím větší tloušťku stropní desky. Pro variantu č. 1 $h = 240$ mm, č. 2 $h = 190$ mm a č. 3 $h = 170$ mm. Zatížení dělíme na zatížení stálé a proměnné neboli provozní. Proměnné zatížení je například pohyb osob na střeše nebo jak uvažují já zatížení sněhem.

Toto schéma platí pro všechny skladby střech.



Obr. 13: Zobrazení statického schématu konstrukce

Pro intenzivní zelenou střechu je zatížení 20,18 kN/m, pro extenzivní zelenou střechu je 9,53 kN/m a pro klasickou plochou je 6,96 kN/m.

Z daných zatížení konstrukcí je možnost zjistit i maximální moment na dané konstrukci. Z toho vyplývá, že pro střechu intenzivní je moment 66,82 kNm/m, extenzivní střechu 31,73 kNm/m a klasickou pochozí střechu 23,17 kNm/m.

Tabulka č.3 : Název a vlastnosti použitých materiálů

Beton C 30/37	Ocel B500B
$f_{ck} = 30 \text{ MP}_a$	$f_{yk} = 500 \text{ MP}_a$
$f_{cd} = 20 \text{ MP}_a$	$f_{yd} = 435 \text{ MP}_a$
$f_{ctm} = 2,9 \text{ MP}_a$	$M_{ed1} = X \text{ kNm}$
$c = 25 \text{ mm}$	$h = Y \text{ m}$

II. Návrh výztuže

Velikost výztuže volím odhadem, ale pokud nesplní všechny dané podmínky bude výztuž změněna nebo jejich počet upraven.

$$a_s = \pi * \left(\frac{d}{2}\right)^2$$

$$d = h - c - \frac{1}{2} * \emptyset_s$$

$$\mu = \frac{M_{ed}}{b * d^2 * f_{cd}} \quad \xrightarrow{\text{z tabulky}} \quad \xi =$$

$$a_{s,req} = \frac{M_{ed}}{\xi * d * f_{yd}}$$

Tabulka č.4 : Tabulka průběžných výsledků A

	Intenzivní střecha	Extenzivní střecha	Klasická střecha	
volba \emptyset výztuže	14	10	10	m
As	153,94	78,5	78,5	m ²
d	208	160	140	mm
μ	0,073	0,058	0,056	-
ξ	0,962	0,97	0,971	-
As,req	724,48	441,11	367,81	mm ² /m

Z tabulky v řádku As,req můžeme vidět jakou plochu výztuže minimálně potřebujeme mít v navržené tloušťce desky. As,prov znamená skutečnou plochu výztuže, protože musí platit, že: **As,prov > As,req**.

V tomto důsledku volím pro intenzivní vegetační střechu 5 prutů s průměrem 14 mm/bm (As,prov = 769,5 mm²/m), pro extenzivní vegetační střechu 6 prutů s průměrem 10 mm/bm (As,prov = 471 mm²/m) a pro klasickou pochozí střechu 5 prutů s průměrem 10 mm/bm (As,prov = 392,5 mm²/m).

III. Konstrukční zásady

Před konečným posouzením je potřeba ověřit, zda mé návrhy splňují dané konstrukční podmínky. Pokud je jedna ze čtyř podmínek nesplněna, tak daný návrh nevyhovuje.

1) Minimální plocha výztuže

Plocha výztuže musí být větší než minimální, aby bylo zabráněno nechtěnému porušení daného prvku křehkým lomem.

$$A_{s,prov} > A_{s,min} = \max\left(0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d ; 0,0013 \cdot b \cdot d\right)$$

$$A_{s,prov} > A_{s,min}$$

2) Maximální plocha výztuže

Z důvodu umožnění dostatečného probetonování konstrukce a hospodárného návrhu by měla být plocha výztuže menší než maximální

$$A_{s,prov} < A_{s,max} = 0,04 \cdot b \cdot d$$

$$A_{s,prov} < A_{s,max}$$

3) Maximální rozteč prutů

Aby bylo možné zajistit stejné působení betonu a výztuže je potřeba určit maximální osová vzdálenost prutů

$$s < \min(2 \cdot h ; 250 \text{ mm})$$

4) Minimální světlá vzdálenosti prvků

Z důvodu probetonování mezer mezi pruty je potřeba určit i minimální světlou vzdálenost.

$$s_e \geq \max(20 \text{ mm} ; 1,2 \cdot \phi_s ; D_{max} + 5)$$

Tabulka č.5 : Tabulka průběžných výsledků B

	Intenzivní střecha	Extenzivní střecha	Klasická střecha
$A_{s,prov}$	769,50	471,00	392,50
$A_{s,min}$	313,66	241,28	211,12
$A_{s,max}$	9600,00	7600,00	6800,00
s	200,00	166,67	200,00
se	186,00	156,67	190,00
min. rozteč	250	250	250
max. vzdále.	21	21	21

IV. Posouzení návrhu

$$F_c = F_s$$

$$0,8 \cdot x \cdot b \cdot f_{cd} \cdot \eta = A_{s,prov} \cdot f_{yd}$$

$$x = \frac{A_{s,prov} \cdot f_{yd}}{0,8 \cdot b \cdot f_{cd}}$$

$$z = d - 0,4 \cdot x$$

$$M_{rd} = f_{yd} \cdot A_{s,prov} \cdot z$$

$$M_{rd} > M_{ed}$$

Tabulka č.6 : Tabulka průběžných výsledků C

	Intenzivní střecha	Extenzivní střecha	Klasická střecha	Jednotky
b	1000,00			mm
η	1,00			-
f _{cd}	20,00			Mpa
A _{s,prov}	769,50	471,00	392,50	mm ² /m
x	20,92	12,81	10,67	mm
f _{yd}	435,00			Mpa
d	208,00	160,00	140,00	mm
z	199,63	154,88	135,73	mm
Med	66,82	31,73	23,17	kNm/m
Mrd	63,06	29,78	21,75	kNm/m

Navržená výztuž a jejich následné konstrukční zásady byly splněny pro všechny typy střech. Pro intenzivní střechu je splněna výztuž 5 x ø 14 mm. Pro extenzivní střechu je splněna výztuž 6 x ø 10 mm a u klasické střechu je splněna výztuž 5 x ø 10 mm

V. Používané materiály

V následující části jsou rozepsány používané materiály a jejich vlastnosti. K větší přehlednosti je přiložen i mezivýpočet navrhovaných materiálů a to z důvodu přehlednosti pro následující výpočty. Jelikož se snažím, přiblížit mou bakalářskou práci i lidem, kteří se nezajímají o danou problematiku, z tohoto důvodu jsou přiloženy mezivýpočty. Dané skladby jsou popisovány od vrchní vrstvy směrem dolů. Z technických listů výrobců daných materiál je někdy možnost výběru mezi plošným zatížením prvku, a proto je tučně zvýrazněna varianta, kterou volím já.

1. Trávníkový koberec a menší stromy

Plocha uvažované střech je $6 \times 6 \text{ m} = 36 \text{ m}^2$. Hmotnost trávníkového koberce může dosahovat mezi 20 - **30 kg/m²**. Na střeše jsou umístěny 2 menší stromy a to borovice černá se vzrůstem 2 m a průměrem kmene 20 mm. Abych nezapomněl započítat, i hmotnost stromů do skladby střechy uvažuju u borovice zatížení 670 kg/m^3 . Objem stromů je $0,5 \text{ m}^3 \Rightarrow$ že zatížení je 335 kg na celou střechu. Předem jsem řekl, že navržené střechy jsou počítány na m^2 , uvažuji průměrné zatížení stromů na 1 m^2 střechy $335/36$. To znamená, že celková hmotnost trávníkového koberce je i se stromy menšího vzrůstu $30 + 9,3 = 39,6 \text{ kg/m}^2 \Rightarrow 0,396 \text{ kN/m}^2$.

2. Substrát střešní intenzivní DEK S300

Tento substrát má objemovou hmotnost v suchém stavu 450 kg/m^3 , ale já předpokládám maximální nasycení substrátu, abych dostal maximální zatížení střechy. Objemová hmotnost v plně nasyceném stavu je 950 kg/m^3 .

3. Drenážní a vodozádržný systém ND4+1h

Tento systém dle technických listů dokáže zadržet až $4,3 \text{ l/m}^3 \Rightarrow 4,3 \text{ kg/m}^3$ a má vlastní hmotnost $1,017 \text{ kg/m}^3$. To znamená, že celková hmotnost této vrstvy je $(4,3+1,017)/100 = 0,05817 \text{ kN/m}^2$.

4. Hydroizolační folie z PVC Arkoplan 35177 - plošná hmotnost je $1,86 \text{ kg/m}^2$

5. Geotextilie separační FILTEK 200 g/m^2 - plošná hmotnost je $0,2 \text{ kg/m}^2$

6. Extrudovaný polystyren XPS 30SF

Objemová hmotnost je $30 \text{ kg/m}^3 \Rightarrow 0,3 \text{ kN/m}^3 * 0,08 = 0,024 \text{ kN/m}^2$.

7. Tepelná izolace ISOVER EPS 100

Objemová hmotnost je $18-20 \text{ kg/m}^3 \Rightarrow 0,2 \text{ kN/m}^3 * 0,14 = 0,28 \text{ kN/m}^2$.

8. Hydroizolační asfaltový pás ELASTEK 40 SPECIAL MINERAL

Jeho plošná hmotnost je $4,54 \text{ kg/m}^2 = 0,0454 \text{ kN/m}^2$.

9. Asfaltová penetrace DEPRIMER

Asfaltová penetrace se nanáší dle podkladu, má uvažovaná spotřeba je $0,2 \text{ kg/m}^2$.

10. Železobetonová konstrukce

Nejběžnější objemové hmotnosti střechy jsou od 2000 do **2500 kg/m³**, vzhledem k velké tloušťce substrátu uvažuji 2500 kg/m^3 .

11. Trávníkový koberec a menší stromy

Plocha uvažované střechy je $6 \times 6 \text{ m} = 36 \text{ m}^2$. Hmotnost trávníkového koberce může dosahovat 20 - 30 kg/m².

12. Extenzivní český střešní substrát

Tento substrát má objemovou hmotnost v suchém stavu 475 kg/m³ ale já předpokládám maximální nasycení substrátu, abych dostal maximální zatížení střechy. Objemová hmotnost v plně nasyceném stavu je 1020 kg/m³. Je vhodný pro luční vegetaci a pro rozchodníky. Tento substrát má větší hmotnost z toho důvodu, že se obsahuje složky, které vážou lépe vodu jako např. liapor, rozdrčenou cihlu, rašelinu, atd.

13. Viz bod číslo 3

14. Hydroizolační folie z PVC DEKPLAN 77 - plošná hmotnost je 1,8 kg/m²

15. Viz bod číslo 5

16. Tepelná izolace ISOVER EPS 150(S) .

Orientační objemová hmotnost: $23 - 28 \text{ kg/m}^3 \Rightarrow 0,28 \text{ kN/m}^3 * 0,24 = 0,0672 \text{ kN/m}^2$.

17. Hydroizolační asfaltový pás GLASTEK AL 40 MINERAL

Plošná hmotnost je $4,27 \text{ kg/m}^2 = 0,0427 \text{ kN/m}^2$.

18. Asfaltová penetrace DEKPRIMER

Viz bod číslo 9

19. Železobetonová konstrukce - viz bod číslo 10

20. Dlažba hladká betonová 40x40x4 šedá Hronek – hmotnost dlažby je 16 kg a spotřeba je $6,25 \text{ ks/m}^2 \Rightarrow 6,25 * 16 = 100 \text{ kg/m}^2 \Rightarrow 1 \text{ kN/m}^2$

21. Podložka newmaxi pro dlažbu 25 - 40mm – hmot. podložek je 0,018 kN/m²

22. Polyethylenová PE folie tl.1mm - plošná hmotnost = 0,0001 kN/m².

23. Hydroizolační folie DEKPLAN77, tl. 1,5 mm - viz bod číslo 14

24. Filtek 300g/ m² - plošná hmotnost je 0,3 kg/m²

25. ISOVER 200S, tl.200mm - orientační objemová hmotnost: $32 \text{ kg/m}^3 \Rightarrow 0,32 \text{ kN/m}^3 * 0,20 = 0,064 \text{ kN/m}^2$

26. Hydroizolační asfaltový pás ELASTEK 40 SPECIAL MINERAL – viz bod číslo 8

27. Železobetonová konstrukce - viz bod číslo 10

Tabulka č.7, 8, 9 : Zatížení intenzivní, extenzivní a klasické střechy vegetační střechy

Typ	Skladba stropní konstrukce	Tloušťka vrstvy [m]	gk [kN/m ²]	Dílčí souč. zatížení [-]	gd [kN/m ²]
Stále	Trávníkový koberec a menší stromy	0,030	0,393	1,350	0,531
	Substrát střešní intenzivní DEK S300	0,800	7,600		10,260
	Drenážní a vodozadržný systém ND4+1h	0,017	0,058		0,079
	Hydroizola. folie z PVC Arkoplan 35177	0,002	0,019		0,025
	Geotextilie separ. FILTEK 200g/m2	0,003	0,002		0,003
	XPS polys. AUSTROTHERM XPS 30SF	0,080	0,024		0,032
	Tepelná izolace ISOVER EPS 100	0,140	0,028		0,038
	Hydro.asfal. pás ELASTEK 40 SPECIAL MINERAL	0,004	0,045		0,061
	Asfaltová penetrace DEKPRIMER	0,000	0,002		0,003
	Železobetonová konstrukce	0,240	6,000		8,100
Užitné	Užitné zatížení sněhem	-	0,700	1,500	1,050
CELKOVÉ ZATÍŽENÍ INTENZIVNÍ ZELENÉ STŘECHY					20,181

Typ	Skladba stropní konstrukce	Tloušťka vrstvy [m]	gk [kN/m ²]	Dílčí souč. zatížení [-]	gd [kN/m ²]
Stále	Trávníkový koberec	0,300	0,300	1,350	0,405
	Substrát střešní extenzivní český ekrost	0,100	1,002		1,353
	Drenážní a vodozadržný systém ND4+1h	0,017	0,058		0,079
	Hydroizola. folie z PVC DEKPLAN 77	0,002	0,018		0,024
	Geotextilie separ. FILTEK 200g/m2	0,003	0,002		0,003
	Tepelná izolace ISOVER EPS 150(S) 2x	0,240	0,067		0,091
	Hydro. Asfal. pás GLASTEK AL 40 MINERAL 2x	0,008	0,085		0,115
	Asfaltová penetrace DEKPRIMER	0,000	0,002		0,003
Železobetonová konstrukce	0,190	4,750	6,413		
Užitné	Užitné zatížení sněhem	-	0,700	1,500	1,050
CELKOVÉ ZATÍŽENÍ EXTENZIVNÍ ZELENÉ STŘECHY					9,534

Typ	Skladba stropní konstrukce	Tloušťka vrstvy [m]	gk [kN/m ²]	Dílčí souč. zatížení [-]	gd [kN/m ²]
Stále	Dlažba hladká beton. 40x40x4 šedá Hrozek	0,040	1,000	1,350	1,350
	Podložky New maxi pro dlažbu 25-40 dek	0,040	0,018		0,024
	Stavební folie PE -ochrana (separační vrstva)	0,000	0,000		0,000
	Hydroizola. folie z PVC DEKPLAN 77	0,000	0,000		0,000
	Separační textilie FILTEK 300 g/m2	0,004	0,003		0,004
	isover EPS 200S	0,200	0,064		0,086
	Hydro.asfal. pás ELASTEK 40 SPECIAL MINERAL	0,000	0,000		0,000
	Železobetonová konstrukce	0,170	4,250		5,738
Užitné	Užitné zatížení sněhem	-	0,700	1,500	1,050
CELKOVÉ ZATÍŽENÍ KLASICKÉ PLOCHÉ STŘECHY					6,878

5.3 Výpočet prostupu tepla skrz navržené střešní konstrukce

Pro výpočet a porovnání tepelného hlediska střech je lepší provádět výpočet skladby střešního pláště bez vrchní vrstvy neboli bez vegetace. Pokud bych vegetaci uvažoval ve výpočtu, může dojít ke zkreslení informací hodnoty prostupu tepla. Součinitel prostupu tepla pro ploché střechy dle ČSN 73 0540-2:2011 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky je doporučená hodnota 0,16 [W/(m²·K)] a pro stavby pasivní je doporučená 0,15-0,10 [W/(m²·K)].

Z důvodu finanční náročnosti zelené střechy oproti klasickým střechám je lepší dělat výpočet střechy bez vegetace, protože tato vrstva může být realizována později, nebo z jiných důvodů nerealizována vůbec, ale také odstraněna ze střešního pláště.

Skrz konstrukci prochází vodní pára a je potřeba také splnit požadavky ČSN 73 0540-2, v lepším případě tyto požadavky překročit s výraznou rezervou protože vegetace (menší stromy, květiny,...) zmenšuje kladný vliv slunečního záření na vypařování vodní páry ze střechy do exteriéru. Součinitele tepelné vodivosti byly nalezeny v technických listech výrobců nebo případně v tabulkách. Při kontrole kondenzace v konstrukci je používán program EDU teplo, který je k dispozici všem studentů a je využíván k tomuto účelu. Dle výpočtů bylo zjištěno, že ani v jedné konstrukci nedochází ke kondenzaci.

Dle ČSN 73 0540-3 je součinitele tepelného odporu při přestupu tepla na vnitřní a vnější straně konstrukce a je směrem vzhůru $R_{si} = 0,10$ [W/(m²·K)] a $R_{se} = 0,10$ [W/(m²·K)] [18]

Výpočet vychází ze známých vzorců :

$$R = \frac{d}{\lambda} \left[\frac{m^2 \cdot K}{W} \right]$$

d..... tloušťka navrhované vrstvy v [m]

λ součinitel tepelné vodivosti [W/m.K]

R..... tepelný odpor vrstev [(m².K/W)]

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum R_x + R_{se}}$$

R_{si} (R_{se}) součinitel tepelného odporu na vnitřní (vnější) straně konstrukce[(m².K/W)]

$\sum R_x$ součet tepelných odporů vrstev [(m².K/W)]

U součinitel prostupu tepla konstrukcí [(m².K/W)]

Tabulka č.10 : Prostup tepla intenzivní vegetační střechou

Skladba stropní konstrukce	Tloušťka vrstvy [m]	Součinitel tepelné vodivosti [W/m.K]	Tepelný odpor [m ² .K/W]
Substrát střešní intenzivní DEK S300	0,800	0,380	2,105
Drenážní a vodozádržný systém ND4+1h	0,017	0,050	0,340
Hydroizola. folie z PVC Arkoplan 35177	0,002	0,160	0,009
Geotextilie separ. FILTEK 200g/m ²	0,003	0,150	0,019
Extrudovaný polys. AUSTROTHERM XPS 30SF	0,080	0,035	2,286
Tepelná izolace ISOVER EPS 100	0,140	0,037	3,784
Hydro.asfal. pás ELASTEK 40 SPECIAL MINERAL	0,004	0,210	0,019
Asfaltová penetrace DEKPRIMER	0,000	0,000	0,000
Železobetonová konstrukce	0,240	1,740	0,138

Σ = 8,700

Tabulka č.11 : Prostup tepla extenzivní vegetační střechou

Skladba stropní konstrukce	Tloušťka vrstvy [m]	Součinitel tepelné vodivosti [W/m.K]	Tepelný odpor [m ² .K/W]
Substrát střešní extenzivní	0,100	0,330	0,303
Drenážní a vodozádržný systém ND4+1h	0,017	0,050	0,340
Hydroizola. folie z PVC DEKPLAN 77	0,002	0,160	0,009
Geotextilie separ. FILTEK 200g/m ²	0,001	0,150	0,007
Tepelná izolace ISOVER EPS 150(S) 2x120mm	0,240	0,035	6,857
Hydro. Asfal. pás GLASTEK AL 40 MINERAL	0,008	0,210	0,038
Asfaltová penetrace DEKPRIMER	0,001	0,200	0,005
Železobetonová konstrukce	0,190	1,740	0,109

Σ = 7,669

Tabulka č.12 : Prostup tepla klasickou pochozí střechou

Skladba stropní konstrukce	Tloušťka vrstvy [m]	Součinitel tepelné vodivosti [W/m.K]	Tepelný odpor [m ² .K/W]
Stavební folie PE -ochrana (separační vrstva)	0,00001	0,100	0,0001
Hydroizola. folie z PVC DEKPLAN 77	0,002	0,160	0,009
Separační textilie FILTEK 300 g/m ²	0,004	0,100	0,039
isover EPS 200S	0,200	0,034	5,882
Hydro.asfal. pás ELASTEK 40 SPECIAL MINERAL	0,004	0,210	0,019
Železobetonová konstrukce	0,170	1,740	0,098

Σ = 6,048

K finálnímu výpočtu prostupu tepla je potřeba ještě připočíst přestup tepla na vnitřní a vnější straně. Celkový součet prostupu tepla pro intenzivní střechu je 0,11 m²*K/W, pro extenzivní 0,13 m²*K/W a pro klasickou pochozí střechu 0,16 m²*K/W.

Všechny tři navržené střechy splňují požadavek dle ČSN 73 0540 - 2:2011 Tepelná ochrana budov – Část 2 pro doporučené hodnoty, to znamená, že mají prostup tepla nižší nebo roven než 0,16 [(m²*K/W)] a jako jediná nespĺňuje klasická pochozí střecha také požadavek pro stavby pasivní, kdy je doporučená hodnota 0,15 - 0,10 [(m²*K/W)].

5.4 Z hlediska stavební technologie

A. Vegetační střecha extenzivní a intenzivní

Základem každé vegetační střechy je nosná konstrukce. V případě navržení vegetačních střech se jednalo o železobetonovou desku. První část je postavení bednění a následné položení a vázání výztuže. Výpočet výztuže pro střechu číslo 1, 2 i 3 je pro střechy v kapitole 5.2. Po tomto kroku je možné začít s betonáží a záleží v jaké výšce je daná realizovaná střecha.

Betonáž je možné provádět s pomocí bádie, mobilních čerpadel, ale i domíchávače s čerpadlem na vozidle. Standartní doba zrání se může lišit dle příměsí a přísad, ale ve většině případů pokud je teplota vyšší než 5 stupňů Celsia, 28 dní. V případě nižších teplot celková pevnost může trvat i delší časový úsek.

Další vrstva je asfaltová penetrace. Abychom mohli nanášet tento materiál, musí být nosná konstrukce suchá, čistá a soudržná. Minimální teplota pro zpracování DEKPRIMERU je 5 stupňů Celsia. Následné položení asfaltových pásů ať už GLASTEK AL 40 MINERAL nebo ELASTEK 40 SPECIAL MINERAL je prováděno po zaschnutí penetrace.

Po této části je vhodné provést zátopovou zkoušku, abychom zjistili, zda je provedení podkladu správné. V případě špatného provedení a zjištění po dokončení střechy je složité a nákladné hledat chyby. Tepelné vrstvy se skládají vedle sebe „na sraz“, v případě více vrstev na sobě probíhá pokládka na „vazbu“. Separální vrstva se používá pro oddělení vrstev, který nemůžou „ležet“ na sobě jako v mém případě tepelná vrstva ať už EPS nebo XPS s hydroizolační vrstvou.

ND 4+1h drenážní a vodozádržný systém má za úkol udržet a odvést vodu. Skládá se z filtrační geotextilie, která má za úkol nechat propustit vodu a zachytit nečistoty. V tomto systému se vrstvy dodávají předem připravené spojené k sobě.

Největší problém této střechy je jak umístit substrát na střechu. Máme přitom několik možností. V případě extenzivní střechy, kde je extenzivní substrát v malé

tloušťce je možné v pytlech vynést nahoru nebo pomocí bádíe. V případě intenzivní střechy lze uvažovat o bádii nebo v případě velkých objemů o čerpání substrátu pomocí pneumatické dopravy.

Poslední vrstva vegetační střechy je vrstva vegetační. Trávníkový koberec jsem vybral z časových důvodů. Tento koberec je během 14 - 21 dnů schopný zátěže a to v případě vysetí trávního semena nemůže ani zdaleka dosáhnout.

B. Klasická pochozí střecha

Začátek nosné konstrukce je stejný jako v případě části A s rozdílem tloušťky desky a množství výztuže, která bude v železobetonové nosné konstrukci. Na nosnou konstrukce bude náležet parozábrana ELASTEK 40 SPECIAL MINERAL, přičemž pruhy fólie by měly mít přesah přes sebe minimálně 100 mm a musejí se kotvit k nosné konstrukci. Tepelné vrstvy se skládají vedle sebe „na sraz“, v případě více vrstev na sobě probíhá pokládka „na vazbu“. V našem případě má tepelná izolace 2 vrstvy po 100 mm a 100 mm. Separální vrstvu znovu používám pro oddělení pěnové tepelné izolace od hydroizolační části střechy. Spoje hydroizolační části by měli být ve směru toku vody a měli by se částečně navzájem překrývat. Při natavování by neměla teplota klesnout po 5 stupňů Celsia. Pro ochranu hydroizolační fólie je použita polyethylenová PE fólie a na ni bude následně položena podložka, která je přizpůsobena pro držení betonová dlažby v dané výšce a v dané vzdálenosti.

6. Finanční náklady navržených střech

Náklady a jejich výše na realizaci a údržbu se nedají přesně definovat. Celkovou cenu může ovlivnit několik parametrů: náklady na dopravu (pohonné hmoty mění svoji cenu), roční období (v zimě je v některých odvětvích méně práce) a také kolik práce je na daném trhu. V letošním roce z důvodu nedostatku kvalifikovaných pracovníků a stavebnímu boomu mají stavební firmy dostatek práce. Z tohoto důvodu nejsou nuceny, jako v době stavební krize dávat slevy protože když odmítnou jednu zakázku následuje další. Již při projektování je nutno myslet na provedení, protože další opravy můžou zvýšit cenu střešního pláště. Při oceňování střech hraje velkou roli vybraný typ zeleně, sklon střechy, místo umístění stavby, ale také například k jakému způsobu využití je určena.

Vegetační střecha nepatří mezi nejlevnější typy střech, ale s příspěvkem od státu, který budu zahrnovat i ve svých výpočtech, vychází levněji i z důvodu úspory financí na vytápění, zadržování vody a mnoho dalších. Tyto úspory nemůžeme přesně vypočítat, ale lze je snadno přiblížit. Další náklady, které musíme vynaložit budou na údržbu střechy, které budu zmiňovat v následující kapitole. V rozpočtech není započítána střešní vpust' a na ní nasazená krycí vrstva (plastová, kovová,...), odvodňovací žlab, kačírková lišta, spojovací prvek pro kačírkovu lištu, kontrolní šachta atd.

6.1 Náklady na stavbu

Jak již bylo nastíněno v předchozích kapitolách, zelené střechy mají mnoho výhod, které jsou ovšem vykoupeny vyššími investičními náklady a nutnými výdaji na údržbu. Finanční náklady, které jsou potřeba vynaložit na výstavbu mnou navržených střech jsou platné v době, kdy byla tato práce zpracovávána (duben 2019) a jsou vytvořeny ve spolupráci s Ing. Lukášem Skokanem v rozpočtovém programu KROS. Ceny za materiál jsou brány z programového ceníku. Všechny ceny jsou za 1 m² běžné střechy, z čehož vyplývá, že v případě větších ploch by byla možná vyjednat u firem následná sleva pro větší množství materiálu. Podrobný soupis prací je v příloze číslo 2. Pokud by se člověk rozhodl postavit danou střešní skladby střechy svépomocí, pravděpodobně by nedohledal ceny tak výhodné jako když mají firmy nasmlouvané ceny s ostatními subdodavateli, ale závisí na

parametrech, které byly zmíněny v úvodní části kapitoly 6. Podrobný výpočet se nachází v příloze č. 2.

Celková cena jednotlivých střech je pro:

- Intenzivní střechu 6 618,54 Kč bez DPH/m²
- Extenzivní střechu 3 997,86 Kč bez DPH/m²
- Klasickou střechu 3 871,66 Kč bez DPH/m²

6.2 Náklady na údržbu

Náklady na údržbu vycházejí z navržených skladeb střech v kapitole č. 5.1. Je jasné, že náklady na zelenou střechu budou vyšší než na střechu klasickou. Náklady nemusí být v průběhu let stejné, protože v posledních letech je počasí velice proměnlivé (malé tornáda, přívalové deště, vichřice apod.), ale já budu předpokládat, že u střechy intenzivní se stromy uchytily a nebudou muset být v následujících letech vyměňovány a nebude se muset intenzivněji investovat do jejich obnovy.

Životnost vegetační střech v případě dobrého návržení může být až 100 let což je 2x víc než je životnost klasických střech. Ve Skandinávských zemích před několika set lety byla životnost mnohem delší, ale zároveň byly jiné skladby střech. Na střechách je potřeba zajistit pravidelnou kontrolu vtoků, odvodňovacích žlabů, kontrolních šachet a i dalších komponentů. V případě zanesení vtoků by mohlo dojít k hromadění vody na střeše. I když v návrhu neposuzuji zatížení střešního pláště a jejich vliv na nosnou konstrukci v mém případě by to mohlo být zdivo nosné (například Porotherm 30 Profi Dryfix), ale předpokládám, že jak nosný střešní plášť (železobetonová konstrukce), tak nosné zdivo by vyhovělo. Projektanti by měli předpokládat a počítat s koeficienty, které nám vydrží nepředpokládané zatížení například již zmiňované hromadění vody na střeše.

Na údržbu zeleně je potřeba nemálo postupů, jako například zavlažování, hnojení, sečení, údržba o dřeviny. Proto v případě, že si člověk nechává postavit intenzivní vegetační střechu, je lepší si na začátku pozvat odborníky, abychom předešli dalším investicím při špatném udržování zeleně. V případě, že na střeše pěstujeme zeleninu a ovoce je samozřejmostí každodenní péče o rostlinstvo. U intenzivních střech v letních měsících je třeba pravidelné sečení dle výšky travin, ale alespoň jednou až dvakrát týdně. Pokud používáme intenzivní střechu na relaxaci je lepší provést i vertikutaci. Pokud je střecha velkých rozloh, lze také uvažovat pro

zjednodušení údržby o automatické sekačce. V případě extenzivních střešních není potřeba pravidelná údržba, protože například přechodníky, ale i jiné rostliny, které se dávají na tento typ střešních nemají tak výrazný růst a spíše patří mezi plazivé rostliny.

Dalším prvkem údržby je zavlažování. V případě první střešních (intenzivní) je potřeba zajistit v letních měsících každodenní závlahu, zároveň záleží na daných rostlinách, teplotách nebo větru. V ideálním případě je třeba si navrhnout automatický závlahový systém, které už v dnešní době hlídají klimatické podmínky a podle toho dochází k úpravě přísunu vody. Pokud je vegetační střešních správně navržena můžeme přebytečnou vodu zachycovat zpátky přes filtraci a další části systému používat k závlaze, čímž ušetříme nemalé finanční prostředky. Z finančního hlediska nejde o malou investici, ale vzhledem k pravidelnosti a úspoře času se určitě vyplatí. U extenzivních střešních se vysazují takové rostliny, které nepotřebují pravidelnou závlahu a s tím spojenou péčí. To znamená, že by si měli vystačit s deštěm, zároveň ve skladbě je drenážní vrstva, která dokáže vodu zadržet a díky tomu je rostlinstvo vyživováno i v období sucha. V případě delšího období bez dešťových srážek je však potřeba zajistit vodu pro zeleň z jiného zdroje.

Celkové náklady za 30 let provozování střešních jsou pro intenzivní vegetační střešních 2 005 Kč/m², pro extenzivní vegetační střešních 380 Kč/m² a pro klasickou střešních 47 Kč/m². [21]

6.3 Úspora nákladů na provoz

Úspory vycházejí z rozlohy a skladby střešních, poloze umístění, ale také z kvalitního provedení celého objektu. Každá střešních má jiný prostup tepla a to znamená, že se dá ušetřit na vytápění. Předpokládáme, že střešních jsou postaveny na stejných budovách a tudíž můžeme uvažovat jenom rozdílný prostup tepla střešních.

Součinitele prostupu tepla střešních jsou :

- Extenzivní střešních 0,13 W/m²*K
- Intenzivní střešních 0,11 W/m²*K
- Klasická střešních 0,16 W/m²*K

Ceny tepla v místě mého bydliště se liší dodavatel od dodavatele, ale v průměru je cena za jednotku GJ 501 Kč. Velikost mé střešních je 36 m². Při uvažování, že má navržena budova bude pro všechny skladby stejná a budou se lišit v prostupu tepla jenom na střešních, tak se dají vykalkulovat úspory nákladů na provoz.

Jelikož v zimě jsou nejkritičtější podmínky a v létě není předpokládáno vytápění. Topná sezóna (otopné období) začíná 1. září a končí 31. května následujícího roku. Budu porovnávat pouze toto období, to znamená, že rozdíl úspory nákladů bude zobrazen na 9 měsíců. I když toto období nebývá delší než 6 měsíců, tak stejně budu používat délku otopné sezóny dle zákona. Po přepočtech na dané časové období bylo zjištěno:

Tabulka č.12 : Přepočet tepla ne peníze za otopné období

Intenzivní střecha	Extenzivní střecha	Klasická střecha
7,83 MWh/9m	9,25 MWh/9m	11,39 MWh/9m
28,19 GJ	33,3 GJ	41,00 GJ
14 095 Kč	16 650 Kč	20 050 Kč

Průměrná celková roční potřeba energie objektu na vytápění a ohřev teplé vody v Pardubicích a okolí je 135,9 GJ/rok neboli 37,7 MWh/rok.

Další vlastností je zadržování vody a její následné využití k zavlažování a jinému použití. Z vyhledaných údajů víme, že roční úhrn srážek v Pardubickém kraji pro rok 2018 byl 455 mm za rok. [19] Z tohoto údaje víme, že to je 455 l/m². Při 36 m² mé střechy je celkový zachycený úhrn dešťových srážek 16380 l. Při cenách v Pardubicích, kde je vodné (44,90 Kč/m³) a stočné (48.60 Kč/m³) lze zjistit finanční úsporu, která v případě pořízení klasických střech nelze. U klasických střech, pokud to velikost zahrady a podloží dovolí, lze uvažovat o retenčních nádržích ze kterých můžeme využívat vodu k dalším účelům. Jelikož v případě zadržení a využití vody není předpokládána úprava vody, lze využívat tuto vodu pouze na splachování a další takové využití, kde není ohrožena hygiena lidí. Předpokládám, že zachycená voda je použita pouze jednou a tím pádem platíme pouze stočné. V některých krajích se neplatí ani cena stočného, a to při zachycení vodní srážek na střeše. Celková ušetřená částka by mohla být až 1 573,61 Kč/rok.

Z uvedeného výpočtu můžeme vidět, že tato částka není rozhodně velká, ale i přesto přináší nepatrnou finanční úsporu. V případě již zmiňované střechy OC Nový Smíchov, kdy rozloha zelené střech je 60 % ze 40 000 m² to znamená 24 000 m². V tomto případě množství vody, které tato střecha zachytí je, jak z hlediska finančního pro investora, tak z hlediska ekologického nezanedbatelná. Vyjádřeno

penězi $(423 \text{ l} * 24 \text{ 000 m}^2 / 1 \text{ 000} * (\text{cena stočného}) = 493 \text{ 382 Kč}$, ale pouze za předpokladu, že by rostliny propustily veškerou vodu kterou zachytí.

Jedna z posledních možností jak uspořit náklady na provoz střechy i přes velké pořizovací náklady, je umístění solárních nebo fotovoltaických zařízení. Tyto zařízení mohou vyžadovat dodatečné průniky střech, které musí být utěsněny do střešní krytiny nebo hydroizolace. Studie totiž ukázaly, že schopnost zelených střech snížit teploty okolního vzduchu v blízkosti povrchu střechy zvyšuje efektivitu fotovoltaického provozu. [2]

7. Problematika vybrané střechy rodinného domu

7.1 Popis střechy a její vlastnosti

V této části kapitoly se budu zabývat problematikou vybrané střechy, na jejíž kontrole při realizaci jsem se mohl, po dohodě s investorem, podílet. Ozeleněná střecha, která se nachází v ulici Na Bukovině 1619 v obci Pardubice byla postavena v roce 2017. Součástí přestavby na pozemku byla novostavba parkovacího přístřešku, zahradní úpravy a přístavba rodinného domu. Pro nás je nejdůležitější stavba, na které vznikla zelená střecha. Tato část stavby vznikla z přestavby původní garáže. Plocha, kterou zabírá zahradní domek je, a tím pádem i zelená střecha, $12,59 * 5,02 \text{ m}^2$. Výška atiky je $+ 2,350 \text{ m}$ a světlá výška v místnostech je $2,65 \text{ m}$.

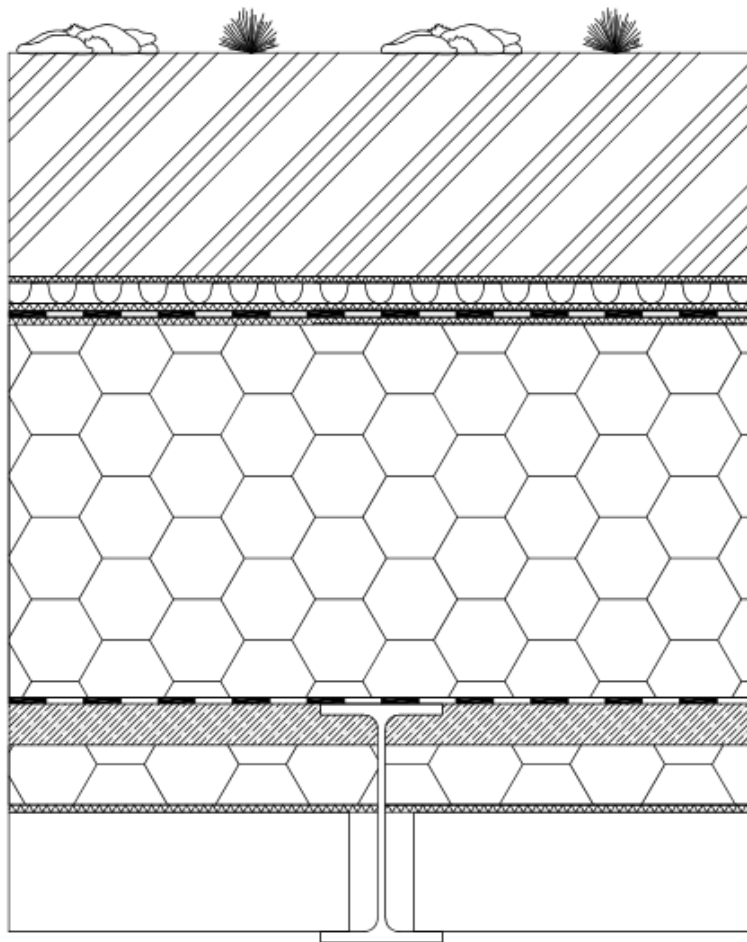
Jedná se o konstrukční stěnový systém založený na pasech, nosné obvodové stěny stávající z plných cihel se zateplením ze šedého polystyrenu, příčky stávající z dutinových tvárnic nebo nové z Ytongu tl. 100 mm , stropy stávající tvořeny vložkami Hurdis uloženými do I nosníků, část nové střechy je zateplena polystyrenem a střecha je tvořena extenzivní zelení.

Fasáda byla natahovaná dle volby investora. Sokl fasády, dle dokumentace, je tvořen obkladem z cihelných pásků, výplně otvorů plastové s izolačním trojsklem v barvě šedá a klempířské prvky z plechu PREFA. Při přestavbách rodinných domů a následných úpravách je kladen důraz (v našem městě), aby plocha pozemku, na které je možné zasakovat dešťovou vodu byl vyšší než požadovaných 40% .

Celková plocha pozemku je 830 m^2 . Plocha nezpevněná (možnost zasakování) je celkem cca $365 \text{ m}^2 = 44 \%$. V této části je i zahrnuta zelená střecha, protože se na ní dají zadržovat vodní srážky. Plocha zelené střechy je cca $63,2 \text{ m}^2$.

Splaškové a dešťové vody ze střechy rodinného domu, nové garáže a zelené střechy budou odváděny do stávající kanalizace a část dešťových vod do vsakovací rýhy na pozemku.

Skladbu celé konstrukce můžeme vidět v následující tabulce. Tato skladba konstrukce byla navržena kvalifikovaným projektantem.



Obr. 14: Řez střechou navržené projektantem

Tato navržená extenzivní střecha projektantem se skládá z 12 vrstev.

Název se skládá z typu vrstvy a následuje vybraný materiál.

- 1) **Vegetační vrstva** – substrát střešní extenzivní, tl. 150 mm
- 2) **Substrát** - substrát střešní extenzivní český ekrost
- 3) **Separáční vrstva** - geotextilie separáční – FILTEK 200g/m², tl. 2,8 mm
- 4) **Hydroakumulační vrstva** – dekdren T20 garden (nopová folie), tl. 20 mm
- 5) **Separáční vrstva** - geotextilie separáční – FILTEK 200g/m², tl. 3,9 mm
- 6) **Hydroizolační vrstva** - hydroizolační folie DEKPLAN 77, tl. 1,5 mm
- 7) **Separáční vrstva** - geotextilie separáční – FILTEK 200g/m², tl. 3,9 mm
- 8) **Tepelná vrstva** - tepelná izolace ISOVER EPS 100S , tl .250 mm
- 8) **Parozábrana** - hydroizolační asfalt. pás GLASTEK Al 40 mineral
- 9) **Nosná konstrukce** – konstrukční beton C16/20
- 10) **Výplňový materiál** do 900 kg/m³ – ISOVER EPS 100S, tl. 40 mm
- 11) **Separáční vrstva** - geotextilie separáční – FILTEK 200 g/m², tl. 3,9 mm
- 12) **Nosná konstrukce** - stropní panel hurdis (80 mm) a IPE 160

7.2 Popis a porovnání vysazených rostlin

V této kapitole se budu zabývat rostlinami dle projektové dokumentace. Rostliny jsou porovnávány dle nároku na slunce, vláhu a výšku rostliny. Navržení rostlin závisí na typu střechy, ale hlavně na tloušťce substrátu na vegetační střeše. Jelikož střecha, kterou se zabývám a na které jsou rostliny navrženy, je extenzivní střecha, tak tloušťka substrátu se pohybuje okolo 150 mm dle návržení projektanta. Informace o rostlinách byly zjištěny na základě konzultace s odborníky na zahradnictví. Na vegetační střechu měly být umístěny tyto rostliny v daném počtu ks.

1. *Thymus serpyllum* Rossea = mateřídouška 56 ks
2. *Thymus praecox* Bressingham = mateřídouška časná 56 ks
3. *Fragaria Mara de Bois* = jahodník stáleplodící, převislý či půdopokryvný 50ks
4. *Sedum spurium* = rozchodník pochybný 90ks
5. *Orostachys spirosus* = (nemá český název) 84 ks
6. *Lavandula Augustifolia* = levandule lékařská 28 ks

Vysvětlivky:

Požadavky na slunce: ANO – je potřeba sluneční záření k rozvoji rostliny

NE – není potřeba sluneční záření k rozvoji rostliny

1. sucho
2. polosucho
3. vlhko

Tabulka č.13 : Tabulka a porovnání vysazených rostlin

	Nároky na		Výška rostliny v dospělosti
	slunce	vláhu	
<i>Thymus serpyllum</i> Rossea	ANO	1	0,05
<i>Thymus praecox</i> Bressingham	ANO	1	0,05
<i>Fragaria Mara de Bois</i>	ANO, polostín	2	0,2
<i>Sedum spurium</i>	ANO, Polostín	2	až 0,25
<i>Orostachys spirosus</i>	ANO	2	0,07
<i>Lavandula Augustifolia</i>	ANO	1	až 0,8

Na střechu nakonec nebyla umístěna rostlina *Fragaria Mara de Bois*, která spíše patří na klasickou zahradu nebo na intenzivní zelené střechy, kde je trvalý přístup k rostlinám.

7.3 Zjištění problémů a jejich řešení

Dle zjištění a popisu od investora byly zjištěny tyto věci:

- Střecha nebyla zavlažována
- Rostliny na střeše potřebují velkou intenzitu slunečních paprsků (viz. tabulka)
- Zasazené rostliny byly špatně navrženy
- Špatné navržení drenážní vrstvy k akumulaci a odvedení vody

Každá rostlina potřebuje závlahu, ať už z přírodního zdroje nebo ze zavlažování, které může být vytvořené na střeše. V minulém roce, kdy nedocházelo k růstu rostlin na střeše, ale naopak k úhynu, byl nedostatek přírodních dešťových srážek. Rostliny, které byly zasazené na střeše nepotřebují pravidelnou závlahu. Nepravidelností myslím, že není potřeba zavlažovat každý den nebo týden. Nebyla zajištěna závlaha rostlin, ze zjištěných informací od investora, v průběhu horkých letních dní bez srážek, což by to mohl být první důvod, proč docházelo k úhynu.

Další možností byl nedostatek slunečných paprsků, který by dopadaly na vegetační střechu. Při vizuální kontrole zahradního domku na zahradě investora se tento problém se může vyloučit. Vegetační střecha není stíněna žádnou z okolních obytných budov ani jinou vegetací na okolních zahradách.

Rostliny, které byly navrženy na střechu jako *Thymus serpyllum* Rossea, *Thymus preacos* Bressingham, *Sedum spurium*, *Orostachys spirosus* a *Lavandula Augustifolia* je možné na střeše zasadit. Oproti tomu rostlina *Fragaria Mara de Bois* neboli jahodník není vhodný na extenzivní vegetační střechu.

Poslední možnost problému je špatné provedení skladby střechy a to hlavně malá tloušťka substrátu. Tloušťka substrátu, která byla zjištěna je 150 mm a to je dostatečné pro daný typ navržených rostlin. Jelikož je vyloučeno protékání skrz skladbu do obytných prostor je i zahrnuta tato možnost.

Návrh zlepšení

V případě nedostatku pravidelných dešťových srážek je potřeba zajistit zavlažování zasazených rostlin. Ideálně navrhnout a realizovat automatickou závlahu i s kontrolou vlhkosti extenzivní půdy vzhledem k nepřístupnosti extenzivní střechy. Další návrh je zasazení rostlin, které jsou ideální pro extenzivní střechu.

Dle konzultace se zahradníky bylo doporučeno tyto rostliny:

1. Sukulenty

- Sedum reflexum - rozchodník skalní
- Sempervivum arachnoideum - netřesk pavučinatý
- Jovibarba globifera - netřesk výběžkatý

2. Trvalky

- Allium schoenoprasum – pažitka pobřežní
- Thymus serpyllum – mateřídouška úzkolistá – již byla použita
- Festuca amethystina – kostřava ametystová

7.4 Dotace od státu na danou střechu

Abychom mohli získat dotaci od státu na mou navrženou střechu je potřeba vyplnit nejprve žádost o dotaci. V době kdy, byla střecha stavěna se však o dotaci nežádalo a nežádalo se ani po dostavbě rodinného domu. To znamená, že vlastník či investor v jedné osobě přišel o peníze, které mohl získat ze státních zdrojů. Abychom měli nárok na získání financí musíme splnit dané podmínky:

- Dotaci může dostat pouze první vlastník domu
- Dodavatelé při realizaci vegetační střechy musí mít příslušné oprávnění
- Velikost rodinných domů je omezena na 350 m²
- Stavba musí být dokončena do 36 měsíců od schválení žádosti
- „Rozhodné datum pro stanovení způsobilosti výdajů je max. 24 měsíců před datem evidence žádosti“

Při splnění všech těchto podmínek může investor získat, v našem případě mohl investor získat, kdyby podal žádost až 500 Kč/m². Při našem půdorysném průmětu 63,2 m² to znamená, že vlastník mohl získat 31 600 Kč.

8. Porovnání navržených střešních pláštů

V další tabulce můžeme vidět vlastnosti a výsledky všech navrhovaných skladeb ať už, které jsme zjistili výpočtem nebo jiným způsobem. V této bakalářské práci nejsou rozebírány detailně rozdílné náklady na údržbu. Veškeré finanční náklady jsou přepočítány na 1m^2 a ačkoliv střechy nejsou úplně stejné, jdou pouhým okem vidět rozdílné finanční náklady. Také lze vidět prostup tepla konstrukcí nebo náklady na údržbu.

Tabulka č.14 : Porovnání vlastností střešních pláštů

typ ploché střechy	Intenzivní	Extenzivní	Klasická
Popis	vegetační	vegetační	
Pochozí	ANO	NE	ANO
Tepelná izolace	XPS , EPS	EPS	EPS
Tloušťka skladby (m)	1,3153	0,8815	0,45941
Hmotnost (kg/m^2)	2018	953	696
Plošné zatížení g_d (kN/m^2)	20,18	9,53	6,96
Prostup tepla ($\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$)	0,11	0,13	0,16
Náklady na údržbu za 30 let ($\text{Kč}/\text{m}^2$)	2 005	380	47
Náklady na stavbu bez DPH (Kč)	6 618,54	3 997,86	3 871,66
Náklady na stavbu s DPH (Kč)	8 008,43	4 837,41	4 684,71
Dotace od státu ($\text{Kč}/\text{m}^2$)	500	500	-
Náklady s dotacemi s DPH (Kč)	7 508,43	4 337,41	4 184,71

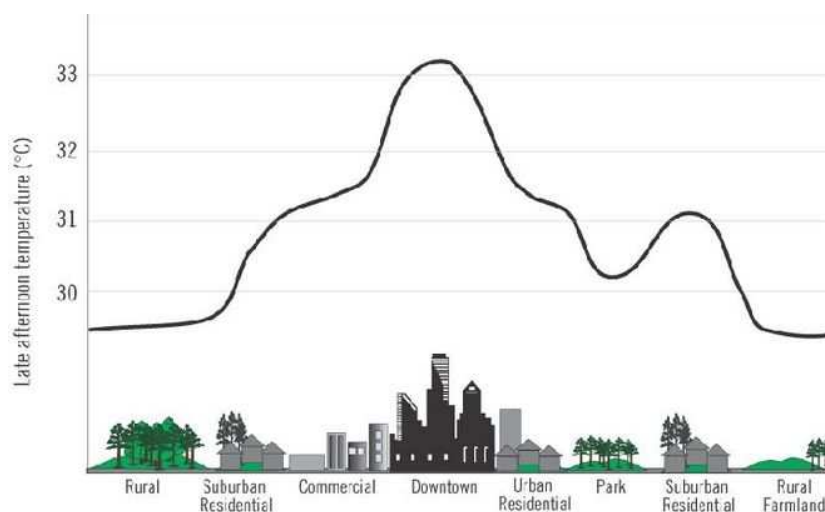
9. Problematika teploty ve městech

Ve velkých aglomeracích se dají pozorovat záporné vlivy, který jsou způsobeny zvýšeným provozem dopravy, hustotou zástavby, velkým množstvím zabetonovaných nebo nepropustných ploch či špatným navržením budov.

Je veřejně známé i vědecky podložené, že teplota ve městech je o několik stupňů vyšší než na vesnicích. Je to z důvodu nedostatku jakékoliv zeleně v centrech měst anebo přílišná betonová zástavba bez vegetace na střechách. Stromy a rostliny mají „klimatizační funkci“. Například stromy s průměrnou korunou až 5 metrů během letního a slunečního dne vypaří okolo 100 l vody a tím i zchladí okolní prostředí, protože stromy uvolňují vlhký vzduch.

Celkově jakákoliv zeleň zlepšuje nejen klimatické podmínky, ale také lepší životní úroveň pro bydlení. Protože v Praze nebo jeho okolí nejsou rozlehlé lesy jako například v Hradci Králové, tak v Praze můžeme naměřit až o 3 stupně více. Asfaltové povrchy, chodníky a mnohé další tyto povrchy nedokáží zadržet žádnou vodu a veškerá voda je odvedena do kanalizace. Abychom zamezili dalšímu přehřívání měst a zvětšili počet míst se zelení v centrech měst, tak jediná možnost je realizace zelených střech nebo dodržené urbanistických návrhů s větším počtem zeleně v městech.

Na obrázku číslo 8 můžeme vidět na svislé ose naměřené teploty v závislosti na místě měření. Na něm můžeme vidět, že kdekoliv se objeví zeleň je prostředí vhodnější, zároveň nedosahují tak vysokých teplot jako v centrech měst anebo menších zástavbách a tím pádem je pro nás pobyt kolem zeleně příjemnější.

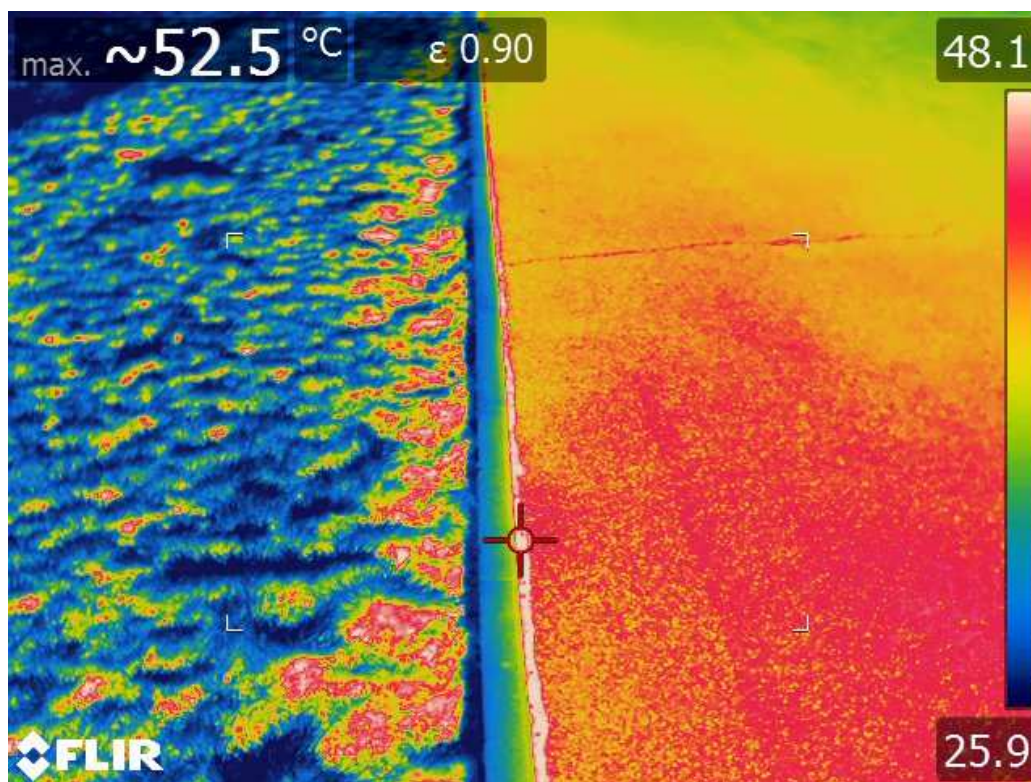


Obr. 15 : Teploty měřené v pozdním odpoledni [20]

Revitalizace měst je v tomto případě na místě, protože z přiložených údajů je vidět, že je potřeba podpořit výstavbu zelených střech nebo udržet dostatek zeleně ve městech. V každém městě se nachází mnoho „tepelných ostrovů“. To jsou místa, kde je nedostatek vody a zeleně a až příliš mnoho betonu. Z toho vyplývá, že místa z betonu budou teplejší než okolní příroda.[26]

„Například na pražském Masarykově nádraží, které je právě kvůli zástavbě betonem, nedostatku zeleně a rušné dopravě jedním z nejteplejších míst metropole (Praha)“.

V následujícím obrázku můžeme vidět mnou udělané termosnímky pomocí školní kamery od firmy FLIR.



Obr. 16 : Termovizní snímek asfaltového povrchu a travního porostu

Na obrázku číslo 16 můžeme vidět detailní pohled rozdílných teplot. V levé části je zobrazen travní porost, který má teplotu okolo 30 °C. V pravé části je asfaltové pozemní komunikace, která dosahuje teploty až 48,1 °C. Další obrázky a výstup s přesnými teplotami z programu FLIR je přiložen v příloze číslo 3. V uvedené příloze, na straně 2, je vidět, že plechová střecha (značená li1) má průměrnou teplotu 50,4 °C a zelená střecha (li2) na budově NTK má teplotu 41,3 °C. To znamená, že nedochází k přehřívání budovy NTK.

Závěr

Prvním cílem mé bakalářské práce bylo přiblížení vegetačních střech lidem, kteří se o danou problematiku nebo daný typ střechy nezajímají. V teoretické části byla stručně shrnuta historie vegetačních střech, případně počátky vegetačních zahrad, a následně zmíněna aktuální situace v České republice a v rakouském městě Linec. V další části teoretické části je zmínka o dělení zelených střech, jejich výhody a nevýhody, ale také možnost získání finanční pomoci při výstavbě od státu z programu „Zelená úsporám“.

V praktické části mohou čtenáři vidět navržené tři typy střech a to extenzivní vegetační střechu, intenzivní vegetační střechu a klasickou pochozí střechu. Každá tato skladba je podrobně rozebrána z hlediska zatížení, prostupu tepla, ale také z finančního hlediska. Pro detailnější porovnání byla i navržena výztuž do nosné konstrukce pomocí zjednodušených empirickým vzorců. Všechny tyto střechy byly porovnávány a můžeme vidět, že pokud by chtěl člověk využít vegetační střechu na dům, která by byla použita i k chození tak zatížení je o mnoho větší a tím pádem je i nákladnější výstavba. V této části jsou i zmíněny úspory nákladů, které lze získat v případě vybudování vegetační střechy.

Dalším cílem praktické části bylo vyřešení problematiky zelené střechy, která se nacházela v Pardubicích. Největším problémem je špatné navržení rostlin, které jsou zasazeny na střeše, ale také nedostatečná zvlaha v období sucha. Pro toto vyřešení bylo majiteli doporučeno zasazení jiných typů rostlin a přivedení zvlahy pro delší období bez deště.

V poslední části bakalářské práce je zmíněna problematika teploty ve městech (což pociťuje každý z nás). Pro toto dokázání byla využita termokamera. Na obrázcích z termokamery jsou vidět rozdílné teploty vegetace (ať už střešní nebo na zemi) s betonovými povrchy, kterými zastavujeme vegetační plochy.

Na závěr je potřeba říci, že vegetační střechy nejsou v mém okolí známé a v mém rodném městě nejsou budovány vůbec žádné. Dle mého názoru je třeba zvyšovat podíl těchto střech z důvodu přehřívání center měst i za cenu vyšších nákladů. Toto by měl stát podporovat mnohem výrazněji než dříve a vzít si příklad s městem zelených střech. Tím by byl tento typ střech výrazněji podpořen. Stavitel sice uspoří náklady na vytápění a využívání vody, ale to je jen nepatrné množství financí a pro menší rodinné domy vlastně zanedbatelné hledisko.

Seznam použité literatury

- [1] ČERMÁKOVÁ, Barbora a Radka MUŽÍKOVÁ. *Ozeleněné střechy*. Praha: Grada, 2009. Stavitel. ISBN 978-80-247-1802-6.
- [2] *Green roof construction and maintenance*. New York: McGraw-Hill, c2009. McGraw-Hill's GreenSource series. ISBN 978-0-07-160880-0.
- [3] MATĚJČEK, Michal. Historie zelených střech. <https://www.izolace.cz/clanky/historie-zelenych-strech/> [online]. 16. 4. 2006 [cit. 2019-02-06].
- [4] ROSZKA, MIROSLAV. Zelené střechy. https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=77453 [online]. 2013 [cit. 2019-02-06].
- [5] OLŠAVSKÝ, Milan. Zelené střechy historie a jejich význam. <http://stavebnikomunita.cz/profiles/blogs/zelene-strechy-historie-a-jejich-vyznam> [online]. 2012 [cit. 2019-02-06].
- [6] *Zelené střechy: naděje pro budoucnost II*. Brno: Svaz zakládání a údržby zeleně, 2016. ISBN 978-80-270-1072-1.
- [7] HEJL, Martin. http://www.ekomonitor.cz/sites/default/files/filepath/prezentace/15_prezentace_ing._martin_hejl.pdf [online]. 20.09.2018 [cit. 2019-02-07].
- [8] <https://livingroofs.org/garden-roof-linz-green-roof-cities/> [online]. [cit. 2019-02-07].
- [9] DOSTAL, Pavel a kolektiv. *ZPŮSOBY SYSTÉMOVÉ PODPORY VÝSTAVBY ZELENÝCH STŘECH*. Svaz zakládání a údržby zeleně, 2017.
- [10] <http://www.szuz.cz/cs/hlavni-menu/inspirace/zelene-strechy/linec-mesto-zelenych-strech/> [online]. 2014 [cit. 2019-02-07].
- [11] BAJEROVÁ, Jarmila. <https://www.nazeleno.cz/stavba/travnate-strechy-domku-s-izolaci-z-brezove-kury-mely-stejnou-zivotnost-jako-dnesni-zelene-strechy.aspx> [online]. 2014 [cit. 2019-02-07].
- [12] ŠIMEČKOVÁ, Jana a Irena VEČEŘOVÁ, ed. *Zelené střechy - naděje pro budoucnost*. Brno: Svaz zakládání a údržby zeleně, 2010. ISBN 978-80-254-9123-2.
- [13] MINKE, Gernot. *Zelené střechy: plánování, realizace, příklady z praxe*. Ostrava: HEL, 2001. ISBN 80-861-6717-8.

- [14] GRAUPNER, Martin a Karel KOUBÍK. *Http://www1.fs.cvut.cz/stretech/2013/sbornik_2013/41.pdf* [online]. 2013 [cit. 2019-02-07].
- [15] *Https://www.novazelenausporam.cz/nabidka-dotaci/roдинne-domy-zatepleni/* [online]. 2013 [cit. 2019-02-07].
- [16] *Https://www.living.cz/zelenou-strechu-poridite-dotaci-hodi-se-novostavby-i-rekonstrukce-2/* [online]. 2018 [cit. 2019-02-07].
- [17] Knauf Insulation. [online]. 26. 6. 2017 [cit. 2019-04-23]. Dostupné z: https://www.krytiny-strechy.cz/technicke_info-k-navrhovani-strech/zelene-strechy/21250-zelena-strecha-s-dotaci-od-statu-a.html#.XL8yt-gzBIW
- [18] *Https://stavba.tzb-info.cz/prostup-tepla-stavebni-konstrukci/314-odpor-pri-prestupu-tepla* [online]. [cit. 2019-04-23].
- [19] *Http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-srazky#* [online]. [cit. 2019-04-23].
- [20] *Https://www.enviwiki.cz/wiki/Tepeln%C3%BD_ostrov* [online]. [cit. 2019-02-26].
- [21] KARAFIÁT, Jiří. Zelené střechy v bytové výstavbě [online]. Praha, 2015 [cit. 2019-04-25]. Diplomová práce. ČVUT.
- [22] *Http://www.dumazahrada.cz/zahrada/zivot-na-zahrade/2012/5/23/historie-zahrad/* [online]. [cit. 2019-02-06].
- [23] *Http://www.kultura.cz/profile/5582-zamek-lipnik-nad-becvou* [online]. [cit. 2019-02-06].
- [24] *Http://www.szuz.cz/cs/hlavni-menu/inspirace/zelene-strechy/linec-mesto-zelenych-strech/* [online]. [cit. 2019-02-06].
- [25] *Http://guzarchitects.com/#* [online]. [cit. 2019-02-06].
- [26] *Vedrem rozpálené město zachytila termokamera: Auta mají až 70 stupňů* [online]. Praha: Novinky, 2018 [cit. 2019-04-25]. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/domaci/479482-vedrem-rozpalene-mesto-zachytila-termokamera-auta-maji-az-70-stupnu.html>

Seznam obrázků

Obr. 1: Předpokládaná podoba Semiramidiných visutých zahrad	10
Obr. 2: Pohled na vege. střechu nad konírnou na Zámku v Lipníku nad Bečvou	12
Obr. 3: Graf skutečného ročního přírůstku plochy zelených střech v ČR	13
Obr. 4: Pohled na vegetační střech nad obchvatem v Rakouském linci	14
Obr. 5: Roční nárůst zelených střech podpořených dotacemi	15
Obr. 6: Finanční podpora vyplácená v letech 2001 – 2007	15
Obr. 7: Zobrazení možností sklonu zelených střech na střeše	18
Obr. 8: Obecná skladba extenzivní vegetační střechy	20
Obr. 9: Obecná skladba intenzivní vegetační střechy	21
Obr. 10: Řez mnou navrženou intenzivní vegetační střechy	25
Obr. 11: Řez mnou navrženou extenzivní vegetační střechy	26
Obr. 12: Řez mnou navrženou klasickou pochozí střechou	27
Obr. 13: Zobrazení statického schématu konstrukce	28
Obr. 14: Řez střechou navržené projektantem	45
Obr. 15: Teploty měřené v pozdním odpoledni.	50
Obr. 16: Termovizní snímek asfaltového povrchu a travního porostu.....	51

Seznam tabulek

Tab. 1: Výhody a nevýhody vegetačních střech	16
Tab. 2: Porovnání extenzivní a intenzivní vegetační střechy	21
Tab. 3: Název a vlastnosti použitých materiálů	29
Tab. 4: Tabulka průběžných vlastností A	29
Tab. 5: Tabulka průběžných vlastností B	30
Tab. 6: Tabulka průběžných vlastností C	31
Tab. 6: Výpočet zatížení intenzivní vegetační střechy	34
Tab. 7: Výpočet zatížení extenzivní vegetační střechy	34
Tab. 8: Výpočet zatížení klasické pochozí střechy	34
Tab. 9: Prostup tepla intenzivní vegetační střechou	36
Tab. 10: Prostup tepla extenzivní vegetační střechou	36
Tab. 11: Prostup tepla klasickou pochozí střechou	36
Tab. 12: Přepočtení tepla na peníze za otopné období.....	42
Tab. 13: Tabulka a porovnání zasazených rostlin	46
Tab. 14: Porovnání vlastností střešních pláštíků	49
Přílohy	
Příloha 1	57
Příloha 2	58
Příloha 3	67

Příloha číslo 1

- h tloušťka desky
- L teoretické rozpětí desky = osová vzdálenost trámů
- M_{max} maximální moment na desce
- f zatížení skladby střešního pláště
- f_{ck} charakteristická hodnota pevnosti betonu v tlaku
- f_{cd} návrhová hodnota pevnosti betonu v tlaku
- f_{yk} charakteristická mez kluzu oceli = 500 MPa
- f_{yd} návrhová mez kluzu oceli
- $M_{ed1,2,3}$ návrhový moment
- f_{ctm} střední hodnota tahové pevnosti betonu
- c požadované krytí výztuže
- a_s plocha výztuže
- π (čteme pí) je matematická konstanta
- d staticky účinná výška průřezu
- \varnothing_s průměr profilu výztuže
- μ vyjadřuje, jak je daný průřez využit působícím ohybovým momentem
- ζ vyjadřuje poměr velikosti ramene vnitřních sil ku staticky účinné výšce průřezu
- M_{rd} Moment únosnosti průřezu
- η je pro betony třídy C50/60 a nižší rovno 1,0
- b šířka tlačené části průřezu, pro desky uvažujeme 1000 mm
- $A_{s,req}$ požadovaná plocha výztuže v desce
- $A_{s,prov}$ poskytnutá plocha výztuže v desce
- $A_{s,max}$ maximální plocha výztuže v desce
- $A_{s,min}$ minimální plocha výztuže v desce
- s maximální osová vzdálenost mezi jednotlivými pruty
- se minimální světlá vzdálenost mezi jednotlivými pruty
- D_{max} je velikost největšího zrna kameniva v betonu
- x výška tlačené oblasti
- z velikost ramene vnitřních sil pro navrženou výztuž je

Příloha číslo 2

REKAPITULACE ČLENĚNÍ SOUPISU PRACÍ

Stavba: Skladby střech

Objekt:

2 - Extenzivní zelená střecha

Místo:

Zadávatel:

Uchazeč:

Daniel Ruprecht

MARHOLD a.s.

Datum:

1. 4. 2019

Projektant:

Zpracovatel:

Kód dílu - Popis

Cena celkem [CZK]

Náklady ze soupisu prací

HSV - Práce a dodávky HSV	3 997,86
4 - Vodovodné konstrukce	1 590,77
998 - Píesun hmot	1 465,80
PSV - Práce a dodávky PSV	124,97
712 - Povlakové krytiny	2 407,09
713 - Izolace tepelné	1 695,76
	711,33

SOUPIS PRACÍ

Stavba: Sklady střeš

Objekt: 2 - Extenzivní zelená střecha

Místo:

Datum: 1. 4. 2019

Zadavatel: Daniel Ruprecht
 Uchazeč: MARHOLD a.s.

Projektant:
 Zpracovatel:

Př. Typ	Kód	Popis	MJ	Množství	J.cena [CZK]	Cena celkem [CZK]
---------	-----	-------	----	----------	--------------	-------------------

Náklady soupisu celkem

3 997,86

D HSV Práce a dodávky HSV

1 590,77

D 4 Vodorovné konstrukce

1 465,80

1	K	411321616	Stropy deskové ze ZB řř. C 30/37	m3	0,190	3 410,00	647,90
	PP		Stropy z betonu železobetonu (bez výztuže) stropů deskových, plochých střeš, desek balkonových, desek nábových stropů včetně hlavic nábových sloupů řř. C 30/37				
2	K	411351011	Zřizení bednění stropů deskových tl. do 25 cm bez podpěrné kce	m2	1,000	344,00	344,00
	PP		Bednění stropních konstrukcí - bez podpěrné konstrukce desek tloušťky stropní desky přes 5 do 25 cm zřizení				
3	K	411351012	Odstaraní bednění stropů deskových tl. do 25 cm bez podpěrné kce	m2	1,000	103,00	103,00
	PP		Bednění stropních konstrukcí - bez podpěrné konstrukce desek tloušťky stropní desky přes 5 do 25 cm odstaraní				
4	K	411354313	Zřizení podpěrné konstrukce stropů výšky do 4 m tl. do 25 cm	m2	1,000	155,00	155,00
	PP		Podpěrná konstrukce stropů - desek, kleneb a skobem výška podpěření do 4 m tloušťka stropu přes 15 do 25 cm zřizení				
5	K	411354314	Odstaraní podpěrné konstrukce stropů výšky do 4 m tl. do 25 cm	m2	1,000	47,90	47,90
	PP		Podpěrná konstrukce stropů - desek, kleneb a skobem výška podpěření do 4 m tloušťka stropu přes 15 do 25 cm odstaraní				
6	K	411361821	Výztuž stropů prostě uloženy, velikých, spojích, deskových, trámových (žabových, kazetových), s keramickými a jinými vločkami, kornatými nebo betonovými, nábových včetně hlavic nábových sloupů, plochých střeš a pro zavesení železobetonových podhledů z betonátické oceli 10 50s (ř) nebo BSt 50b	t	0,004	42 000,00	168,00
	PP		Výztuž stropů prostě uloženy, velikých, spojích, deskových, trámových (žabových, kazetových), s keramickými a jinými vločkami, kornatými nebo betonovými, nábových včetně hlavic nábových sloupů, plochých střeš a pro zavesení železobetonových podhledů z betonátické oceli 10 50s (ř) nebo BSt 50b				
D		998	Přesun hmot				124,97
	PP		Přesun hmot pro budovy zděné v do 6 m	t	0,477	262,00	124,97
	PP		Přesun hmot pro budovy obkasané vyztuž. železn. výztužbu a střež s nosnou stěnou konstrukcí zděnou z cihel, tvádic nebo kamene vodorovně dopravní vzdálenosti do 100 m pro budovy výšky do 6 m				
D		PSV	Práce a dodávky PSV				2 407,09
	PP		Povlakové krytiny				1 695,76
	D	7-12					11,30
	PP		Provedení povlakové krytiny střeš do 10° za studena lakem penetracím nebo asfaltovým	m2	1,000	11,30	11,30
	PP		Provedení povlakové krytiny střeš plochých do 10° natěradly a tmeřly za studena natěrem lakem penetracím nebo asfaltovým	hr	0,400	48,60	19,44
	PP		DEKPRIMER (bal/12l)				
	PP		DEKPRIMER (bal/12l)				
10	K	712341559	Provedení povlakové krytiny střeš do 10° pásy NAPP ořřavením v plně ploše	m2	2,000	96,80	193,60

PČ	Typ	Kód	Popis	MJ	Množství	J.cena [CZK]	Cena celkem [CZK]
PP			Provedení povlakové krytiny střech plochých do 10° pásky přilepením NALP v pině ploše				
11	M	GBR.11163B	ELASTIK 40 SPECIAL DEKOR červený (rolé/7,5m ²) G.B.	m ²	2.300	186,00	427,80
PP			ELASTIK 40 SPECIAL DEKOR červený (rolé/7,5m ²) G.B.				
12	K	712361701	Provedení povlakové krytiny střech do 10° folii položenou volně s přilepením spojí	m ²	1.000	49,50	49,50
PP			Provedení povlakové krytiny střech plochých do 10° folii položenou volně s přilepením spojí				
13	M	RNL.3517703H1	Hydroizolační fólie z PVC-P DEKPLAN 77 k přilepení 1,5 mm	m ²	1.150	200,40	230,46
PP			Hydroizolační fólie z PVC-P DEKPLAN 77 k přilepení 1,5 mm				
14	K	712771001	Provedení separační nebo kluzné vrstvy z folii vegetační střechy sklon do 5°	m ²	1.000	35,20	35,20
PP			Provedení separační nebo kluzné vrstvy z folii kladených volně s přesehem, sklon střechy do 5°				
15	M	69334310R1	FLTEK 200 g/m ² neškárá geotextilie	m ²	1.100	21,20	23,32
16	K	71277130R1	Provedení hydroakumulativní vrstvy - Drenážní a vodorozdírný systém NDA+1h, tl.17mm	m ²	1.000	230,00	230,00
17	K	712771401	Provedení vegetační vrstvy ze substrátu tloušťky do 100 mm vegetační střechy sklon do 5°	m ²	1.000	46,20	46,20
PP			Provedení vegetační vrstvy vegetační střechy ze substrátu, tloušťky do 100 mm, sklon střechy do 5°				
18	M	69334007	koberlec trávníkový vegetačních střech	m ²	1.000	176,00	176,00
PP			koberlec trávníkový vegetačních střech				
19	K	712771401	Provedení vegetační vrstvy ze substrátu tloušťky do 100 mm vegetační střechy sklon do 5°	m ²	1.000	46,20	46,20
PP			Provedení vegetační vrstvy vegetační střechy ze substrátu, tloušťky do 100 mm, sklon střechy do 5°				
20	M	10321002	substrát vegetačních střech extenzivní trávníkový	m ³	0,100	1 620,00	1 62,00
PP			substrát vegetačních střech extenzivní trávníkový				
21	K	998712201	Présun hmot pro povlakové krytiny stánovéj procentní sazbu (%) z ceny vodorovná dopravní vzdálenost do 50 m v objektech výšky do 6 m	%	16,510	2,71	44,74
PP			Présun hmot pro povlakové krytiny stánovéj procentní sazbu (%) z ceny vodorovná dopravní vzdálenost do 50 m v objektech výšky do 6 m				
D 713 Izolace tepelné							
22	K	713141135	Montáž izolace tepelné střech plochých lepené za studena bodově 1 vrstva rohoží, pásů, dílců, desek	m ²	2.000	75,10	150,20
PP			Montáž tepelné izolace střech plochých rohoží, pásy, deskami, díly, bloky (izolační materiál ve specifikaci) přilepenými za studena bodově, jednovrstevá				
23	M	28375915	deska EPS 150 pro tvalé zatížení v tlaku (max. 3000 kg/m ²) tl.120mm	m ²	2,040	269,00	548,76
PP			deska EPS 150 pro tvalé zatížení v tlaku (max. 3000 kg/m ²) tl.120mm				
24	K	998713201	Présun hmot procentní pro izolace tepelné v objektech v do 6 m	%	6,990	1,77	12,37
PP			Présun hmot pro izolace tepelné stánovéj procentní sazbu (%) z ceny vodorovná dopravní vzdálenost do 50 m v objektech výšky do 6 m				

REKAPITULACE ČLENĚNÍ SOUPISU PRACÍ

Stavba: Skladby střech

Objekt: **1 - Intenzivní střecha**

Místo:

Zadavatel: Daniel Ruprecht
Uchazeč: MARHOLD a.s.

Datum: 1. 4. 2019
Projektant:
Zpracovatel:

Kód dílu - Popis

Cena celkem [CZK]

Náklady ze soupisu prací

HSV - Práce a dodávky HSV	6 618,54
4 - Vodotěsné konstrukce	1 877,76
998 - Přesun hmot	1 720,30
PSV - Práce a dodávky PSV	157,46
712 - Povlakové krytiny	4 740,78
713 - Izolace tepelné	3 715,65
	1 025,13

SOUPLIS PRACÍ

Stavba: Skladby střech

Objekt: 1 - Intenzivní střecha

Místo:

Zadavatel: Daniel Ruprecht
Uchazeč: MARHOLD a.s.

Datum: 1. 4. 2019
Projektant:
Zpracovatel:

PČ	Typ	Kód	Popis	MJ	Množství	J.cena [CZK]	Cena celkem [CZK]
----	-----	-----	-------	----	----------	--------------	-------------------

Náklady soupisu celkem

D HSV Práce a dodávky HSV

1 877,76

D 4 Vodotvrtné konstrukce

1 720,30

1	K	411321616	Stropy deskové ze ZB tř. C 30/37	m ³	0,240	3 410,00	818,40
	PP		Stropy z betonu železobetonu (bez vyztuže) stropů deskových, plochých střech, desek balkonových, desek hrbových stropů včetně hlavice hrbových sloupů tř. C 30/37				
2	K	411351011	Zřízení bednění stropů deskových tl do 25 cm bez podpěrné kee	m ²	1,000	344,00	344,00
	PP		Bednění stropních konstrukcí - bez podpěrné konstrukce desek tloušťky stropní desky přes 5 do 25 cm zřízením				
3	K	411351012	Odstranění bednění stropů deskových tl do 25 cm bez podpěrné kee	m ²	1,000	103,00	103,00
	PP		Bednění stropních konstrukcí - bez podpěrné konstrukce desek tloušťky stropní desky přes 5 do 25 cm odstranění				
4	K	411354313	Zřízení podpěrné konstrukce stropů výšky do 4 m tl do 25 cm	m ²	1,000	155,00	155,00
	PP		Podpěrná konstrukce stropů - desek, klenab a skotřepin výška podepření do 4 m tloušťka stropu přes 15 do 25 cm zřízením				
5	K	411354314	Odstranění podpěrné konstrukce stropů výšky do 4 m tl do 25 cm	m ²	1,000	47,90	47,90
	PP		Podpěrná konstrukce stropů - desek, klenab a skotřepin výška podepření do 4 m tloušťka stropu přes 15 do 25 cm odstranění				
6	K	411361821	Vyztuž stropů betonářskou ocelí 10 505	t	0,006	42 000,00	252,00
	PP		Vyztuž stropů prostě uložných, veškových, spojilých, deskových, trámových (žabrových, kazetových), s keramickými a jinými vložkami, konsolových nebo balkonových, hrbových včetně hlavice hrbových sloupů, plochých střech a pro zavěšení železobetonových podhledů z betonářské oceli 10 505 (t) nebo B51 500				
D	998		Přesun hmot				157,46
7	K	998011001	Přesun hmot pro budovy zděné v do 6 m	t	0,601	262,00	157,46
	PP		Přesun hmot pro budovy obžaněské výstavby, bydlení, výrobu a služby s nosnou svařlou konstrukcí zděnou z cihel, tvárnic nebo kamene vodotvrtná dopravní vzdálenost do 100 m pro budovy výšky do 6 m				
D	PSV		Práce a dodávky PSV				4 740,78
D	712		Povlakové krytiny				3 715,65
8	K	712311101	Provedení povlakové krytiny střech do 10° za studena lakem penetračním nebo asfaltovým	m ²	1,000	11,30	11,30
	PP		Provedení povlakové krytiny střech plochých do 10° nátěradly a tmeľy za studena nátěrem lakem penetračním nebo asfaltovým				
9	M	GBR 10422A	DEKPRIMER (bal/12l)	litr	0,400	48,60	19,44
	PP		DEKPRIMER (bal/12l)				
10	K	712341559	Provedení povlakové krytiny střech do 10° pásy NALP přitavením v plné ploše	m ²	1,000	96,80	96,80

PČ Typ	Kód	Popis	MJ	Množství	J.cena [CZK]	Cena celkem [CZK]
PP		Provedení povlakové krytiny střech plochých do 10° pásky přiřazením NAPP v plné ploše				
11	M	GBR.111638 ELASTEK 40 SPECIAL DEKOR červený (role/7,5m2) G.B.	m2	1,150	186,00	213,90
PP		ELASTEK 40 SPECIAL DEKOR červený (role/7,5m2) G.B.				
12	K	712361701 Provedení povlakové krytiny střech do 10° folii položenou volně s přilepením spoju	m2	1,000	49,50	49,50
PP		Provedení povlakové krytiny střech plochých do 10° folii položenou volně s přilepením spoju				
13	M	RNL.35177034 ALKORPLAN 35177 pft. 1,5mm, š.2,10m šedá (31,5m2)	m2	1,150	233,00	267,95
PP		ALKORPLAN 35177 pft. 1,5mm, š.2,10m šedá (31,5m2)				
14	K	712771001 Provedení separační nebo kluzné vrstvy z folii vegetační střechy sklon do 5°	m2	1,000	35,20	35,20
PP		Provedení separační nebo kluzné vrstvy vegetační střechy z folii kladených volně s přesahem, sklon střechy do 5°				
15	M	69334310R1 FILTEK 200 g/m2 nekaná geotextilie	m2	1,100	21,20	23,32
PP		Provedení separační nebo kluzné vrstvy vegetační střechy z folii kladených volně s přesahem, sklon střechy do 5°				
16	K	71277130R1 Provedení hydroakumulací vrstvy - Drenažní a vodozadržný systém ND4+1h, tl.17mm	m2	1,000	230,00	230,00
PP		Provedení vegetační vrstvy ze substrátu tloušťky do 100 mm vegetační střechy sklon do 5°				
17	K	712771401 Provedení vegetační vrstvy ze substrátu tloušťky do 100 mm vegetační střechy sklon do 5°	m2	1,000	46,20	46,20
PP		Provedení vegetační vrstvy vegetační střechy ze substrátu, tloušťky do 100 mm, sklon střechy do 5°				
18	M	69334007 Koberec trávníkový vegetačních střech	m2	1,000	176,00	176,00
PP		koberec trávníkový vegetačních střech				
19	K	712771431 Provedení vegetační vrstvy ze substrátu tloušťky přes 300 mm vegetační střechy sklon do 5°	m3	0,800	180,00	144,00
PP		Provedení vegetační vrstvy vegetační střechy ze substrátu, tloušťky přes 300 mm, sklon střechy do 5°				
20	M	1032100R1 Substrát vegetačních střech intenzivní DEK S300	m3	0,800	2 880,00	2 304,00
PP		Presun hmot procentní pro krytiny povlakové v objektech v do 6 m	%	36,176	2,71	98,04
PP		Presun hmot pro povlakové krytiny stanovený procentní sazbou (%) z ceny vodorovná doprava vzdálenost do 50 m v objektech výšky do 6 m				
D 713 Izolace tepelné						
22	K	713141135 Montáž tepelné izolace střech plochých rohožemi, pásy, deskami, dílci, bloky (izolační materiál ve specifikaci) přilepenými za studena bodově, jednovrstvá	m2	1,000	75,10	75,10
PP		Montáž tepelné izolace střech plochých rohožemi, pásy, deskami, dílci, bloky (izolační materiál ve specifikaci) přilepenými za studena bodově, jednovrstvá				
23	M	ISV.859105751955 Isover EPS 100 - 140mm, AD = 0,035 (W·m·1-K-1)·1000 x 500 x 140 mm, stabilizované desky pro tepelné izolace konstrukcí s vysokými požadavky na zařízení, např. střešní terasy, průmyslové podlahy apod. Trvalá zatížitelnost v tlaku max. 3000 kg/m2 při del. m2 při del.	m2	1,020	313,29	319,56
PP		Isover EPS 100 - 140mm, AD = 0,035 (W·m·1-K-1)·1000 x 500 x 140 mm, stabilizované desky pro tepelné izolace konstrukcí s vysokými požadavky na zařízení, např. střešní terasy, průmyslové podlahy apod. Trvalá zatížitelnost v tlaku max. 3000 kg/m2 při del. m2 při del.				
24	K	713141135 Montáž izolace tepelné střech plochých lepené za studena bodově 1 vrstva rohoží, pásů, dílců, desek	m2	1,000	75,10	75,10
PP		Montáž tepelné izolace střech plochých rohožemi, pásy, deskami, dílci, bloky (izolační materiál ve specifikaci) přilepenými za studena bodově, jednovrstvá				
25	M	28376381 deska z polystyrenu XPS, hrana polodrážková a hladký povrch s vyšší odolností tl 80mm	m2	1,020	527,00	537,54
PP		deska z polystyrenu XPS, hrana polodrážková a hladký povrch s vyšší odolností tl 80mm				
26	K	998713201 Presun hmot procentní pro izolace tepelné v objektech v do 6 m	%	10,073	1,77	17,83
PP		Presun hmot pro izolace tepelné stanovený procentní sazbou (%) z ceny vodorovná doprava vzdálenost do 50 m v objektech výšky do 6 m				

REKAPITULACE ČLENĚNÍ SOUPISU PRACÍ

Stavba: Skladby střech

Objekt:

3 - Pochozí s dlažbou na terče

Místo:

Zadavatel: Daniel Ruprecht
Uchazeč: MARHOLD a.s.

Datum: 1. 4. 2019
Projektant:
Zpracovatel:

Kód dílu - Popis

Cena celkem [CZK]

Náklady ze soupisu prací

HSV - Práce a dodávky HSV	3 871,66
4 - Vodotěsné konstrukce	2 298,65
6 - Úpravy povrchů, podlahy a osazování výplní	1 355,60
998 - Přesun hmot	808,38
PSV - Práce a dodávky PSV	134,67
712 - Povlakové krytiny	1 573,01
713 - Izolace tepelné	730,50
	842,51

SOUPIS PRACÍ

Stavba: Sklady střech

Objekt: **3 - Pochozí s dlažbou na terče**

Místo:

Datum: 1. 4. 2019

Zadavatel: Daniel Ruprecht
Uchazeč: MARHOLD a.s.

Projektant:
Zpracovatel:

PČ	Typ	Kód	Popis	MJ	Množství	J.cena [CZK]	Cena celkem [CZK]
----	-----	-----	-------	----	----------	--------------	-------------------

Náklady soupisu celkem

3 871,66

D HSV

Práce a dodávky HSV

2 298,65

D 4

Vodotěrné konstrukce

1 355,60

1	K	411321616	Stropy deskové ze ZB tř. C 30/37 Stropy z betonu železobetonu (bez výztuže) stropů deskových, plochých střech, desek balkonových, desek hřibových stropů včetně hlavice hřibových sloupů tř. C 30/37	m3	0,170	3 410,00	579,70
2	K	411351011	Zřízení bednění stropu deskových tl do 25 cm bez podpěrné kce	m2	1,000	344,00	344,00
PP			Bednění stropních konstrukcí - bez podpěrné konstrukce desek tloušťky stropní desky přes 5 do 25 cm zřízení				
3	K	411351012	Odstranění bednění stropů deskových tl do 25 cm bez podpěrné kce	m2	1,000	103,00	103,00
PP			Bednění stropních konstrukcí - bez podpěrné konstrukce desek tloušťky stropní desky přes 5 do 25 cm odstranění				
4	K	411354313	Zřízení podpěrné konstrukce stropu výšky do 4 m tl do 25 cm	m2	1,000	155,00	155,00
PP			Podpěrná konstrukce stropu - desek, klenb a skotepin výška podepření do 4 m tloušťka stropu přes 15 do 25 cm zřízení				
5	K	411354314	Odstranění podpěrné konstrukce stropu výšky do 4 m tl do 25 cm	m2	1,000	47,90	47,90
PP			Podpěrná konstrukce stropu - desek, klenb a skotepin výška podepření do 4 m tloušťka stropu přes 15 do 25 cm odstranění				
6	K	411361821	Výztuž stropů prostě uloženy, vertikálních, spojilých, deskových, trámových (žebrových, kazetových), s keramickými a jinými vložkami, kosočtverých nebo balkonových, hřibových včetně hlavice hřibových sloupů, plochých střech a pro zavěšení železobetonových podhledů z betonářské oceli 10 50s (R) nebo BSt 500	t	0,003	42 000,00	126,00
PP			Výztuž stropů prostě uloženy, vertikálních, spojilých, deskových, trámových (žebrových, kazetových), s keramickými a jinými vložkami, kosočtverých nebo balkonových, hřibových včetně hlavice hřibových sloupů, plochých střech a pro zavěšení železobetonových podhledů z betonářské oceli 10 50s (R) nebo BSt 500				
D 6			Úpravy povrchů, podlahy a osazování výplní				808,38
7	K	636311122	Kladení dlažby z betonových dlaždic 50x50cm na sucho na terče z umělé hmoty o výšce do 70 mm	m2	1,000	432,00	432,00
PP			Kladení dlažby z betonových dlaždic na sucho na terče z umělé hmoty o rozměru dlažby 50x50 cm, o výšce terče přes 25 do 70 mm				
8	M	59246002	dlažba plošná betonová terasová tloušťka 400x400x40mm	m2	1,020	369,00	376,38
PP			dlažba plošná betonová terasová tloušťka 400x400x40mm				
D 998			Přesun hmot				134,67
9	K	998011001	Přesun hmot pro budovy zděné v do 6 m	t	0,514	262,00	134,67
PP			Přesun hmot pro budovy obětné výstavby, dydění, výrobu a služby s nosnou svislou konstrukcí zděnou z cihel, tvánic nebo kamene vodotěrná dopravní vzdálenost do 100 m pro budovy výšky do 6 m				

D PSV

Práce a dodávky PSV

1 573,01

PČ	Typ	Kód	Popis	MJ	Množství	J.cena [CZK]	Cena celkem [CZK]
Povlakové krytiny							
D	712						730,50
10	K	712341559	Provedení povlakové krytiny střešch do 10° pásky NAPP přitavením v plné ploše	m2	1,000	96,80	96,80
PP			Provedení povlakové krytiny střešch plochých do 10° pásky přitavením NAPP v plné ploše				
11	M	GBR 11163B	ELASTEK 40 SPECIAL DEKOR červený (role/7,5m2) G.B.	m2	1,150	186,00	213,90
PP			ELASTEK 40 SPECIAL DEKOR červený (role/7,5m2) G.B.				
12	K	712361701	Provedení povlakové krytiny střešch do 10° fólii položenou volně s přilepením spoju	m2	1,000	49,50	49,50
PP			Provedení povlakové krytiny střešch plochých do 10° fólii položenou volně s přilepením spoju				
13	M	RNL 3517709H1	Hydroizolační fólie z PVC-P DEKPLAN 77 k, přilížení 1,5 mm	m2	1,150	200,40	230,46
PP			Hydroizolační fólie z PVC-P DEKPLAN 77 k, přilížení 1,5 mm				
14	K	712363021	Provedení povlakové krytiny střešch do 10° fólií PEC nebo CPE rozvinutím a natažením v ploše	m2	1,000	49,40	49,40
PP			Provedení povlakové krytiny střešch plochých do 10° fólií termoplastickou PEC, popř. CPE (polyeten-chlorid) rozvinutí a natažení fólie v ploše				
15	M	2832907R1	Stavební fólie PE 0,1 mm - druh PE stavební fólie 0,1 mm	m2	1,150	5,00	5,75
16	K	712771001	Provedení separační nebo kluzné vrstvy z fólií vegetační střešch sklon do 5°	m2	1,000	35,20	35,20
PP			Provedení separační nebo kluzné vrstvy vegetační střešch z fólií kladených volně s přesahem, sklon střešch do 5°				
17	M	69334310R2	FL TEK 300 g/m2 neokaná geotextilie	m2	1,150	26,28	30,22
18	K	998712201	Presun hmot procentní pro krytiny povlakové v objektech v do 6 m	%	7,112	2,71	19,27
PP			Presun hmot pro povlakové krytiny staveny procentní sazbou (%) z ceny vodorovná dopravní vzdálenosti do 50 m v objektech výšky do 6 m				
Izolace tepelné							
D	713						842,51
19	K	713141135	Montáž izolační tepelné střešch plochých lepené za studena bodové 1 vrstva rohůží, pásu, dílců, desek	m2	1,000	75,10	75,10
PP			Montáž izolační tepelné střešch plochých nožůžemi, pásy, deskami, dílci, bloky (izolační materiál ve specifikaci) přilepenými za studena bodové, jednovrstvá				
20	M	28375963	deska EPS 200 pro tvrdé zařízení v tlaku (max. 3600 kg/m2) tl 200mm	m2	1,020	738,00	752,76
PP			deska EPS 200 pro tvrdé zařízení v tlaku (max. 3600 kg/m2) tl 200mm				
21	K	998713201	Presun hmot procentní pro izolace tepelné v objektech v do 6 m	%	8,279	1,77	14,65
PP			Presun hmot pro izolace tepelné staveny procentní sazbou (%) z ceny vodorovná dopravní vzdálenosti do 50 m v objektech výšky do 6 m				

Příloha číslo 3



Měření

Bx1	Max	46,7 °C
	Min	33,2 °C
	Average	41,0 °C
Bx2	Max	49,4 °C
	Min	34,9 °C
	Average	43,0 °C
Bx3	Max	49,8 °C
	Min	35,1 °C
	Average	43,1 °C
Bx4	Max	52,1 °C
	Min	42,1 °C
	Average	47,5 °C

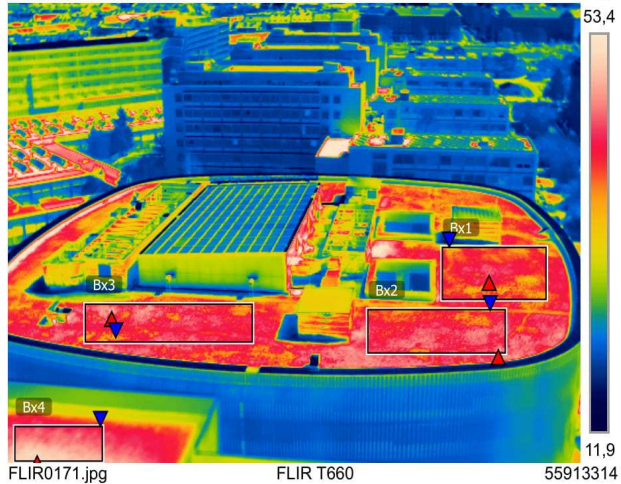
Parametry

Emisivita	0.9
Odr. tepl.	20 °C

Geolokace

Kompas	146° JV
--------	---------

24.4.2019 13:55:38



24.4.2019 13:55:38



Textové komentáře



Měření

Bx1	Max	46,5 °C
	Min	34,7 °C
	Average	41,3 °C
Bx2	Max	30,0 °C
	Min	18,0 °C
	Average	26,2 °C
Bx3	Max	31,0 °C
	Min	23,6 °C
	Average	26,7 °C
Bx4	Max	34,3 °C
	Min	25,0 °C
	Average	28,5 °C
Bx5	Max	51,4 °C
	Min	22,7 °C
	Average	38,4 °C
Li1	Max	51,2 °C
	Min	46,4 °C
	Average	50,4 °C
Li2	Max	46,3 °C
	Min	34,4 °C
	Average	41,3 °C
Li3	Max	44,0 °C
	Min	34,9 °C
	Average	41,2 °C

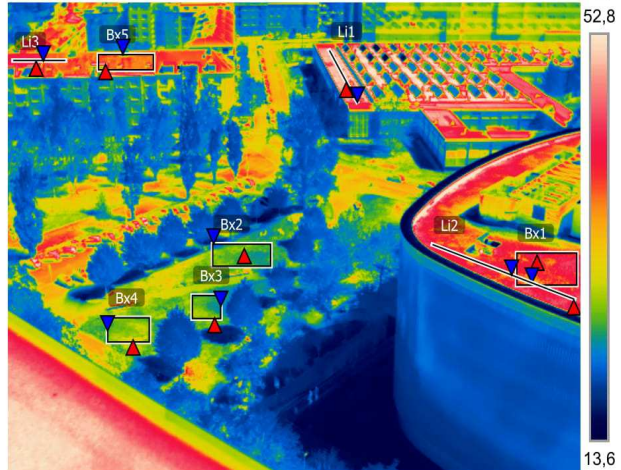
Parametry

Emisivita	0.9
Odr. tepl.	20 °C

Geolokace

Kompas	122° JV
--------	---------

24.4.2019 13:56:28

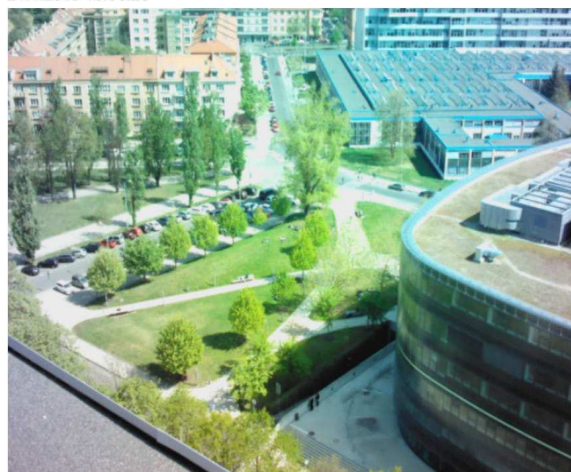


FLIR0173.jpg

FLIR T660

55913314

24.4.2019 13:56:28



FLIR0173.jpg

FLIR T660

55913314



Měření

Bx1	Max	55,0 °C
	Min	46,2 °C
	Average	53,3 °C
Bx2	Max	57,1 °C
	Min	38,6 °C
	Average	51,4 °C
E11	Max	34,7 °C
	Min	26,3 °C
	Average	30,1 °C
Dt1	Ref. tepl. - Bx1.Max	-55,0 °C

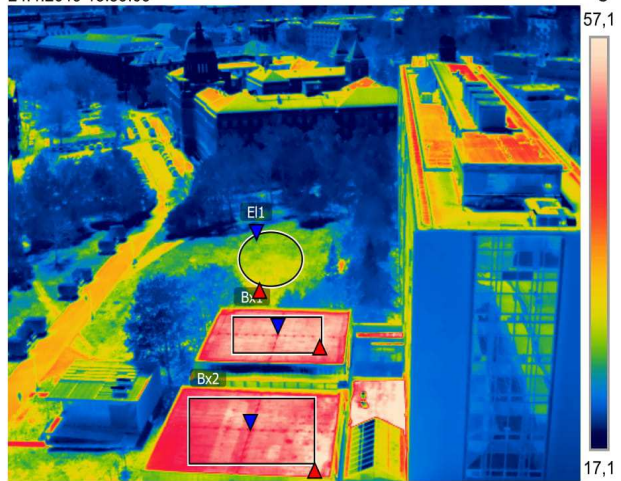
Parametry

Emisivita	0.9
Odr. tepl.	20 °C

Geolokace

Kompas	192° J
--------	--------

24.4.2019 13:59:09



FLIR0175.jpg

FLIR T660

55913314

24.4.2019 13:59:09



FLIR0175.jpg

FLIR T660

55913314



Měření

Bx1	Max	52,4 °C
	Min	44,5 °C
	Average	50,1 °C
Bx2	Max	22,9 °C
	Min	19,9 °C
	Average	21,4 °C
Li1	Max	52,7 °C
	Min	48,8 °C
	Average	51,3 °C
Li2	Max	42,5 °C
	Min	32,1 °C
	Average	35,8 °C
Li3	Max	52,0 °C
	Min	49,0 °C
	Average	51,2 °C

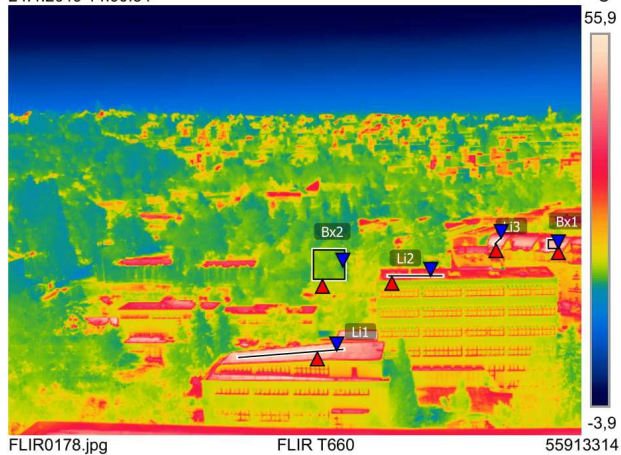
Parametry

Emisivita	0.9
Odr. tepl.	20 °C

Geolokace

Kompas	247° JZ
--------	---------

24.4.2019 14:00:34



24.4.2019 14:00:34

