

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Nadrchal** Jméno: **Lukáš** Osobní číslo: **484414**
 Fakulta/ústav: **Fakulta stavební**
 Zadávací katedra/ústav: **Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví**
 Studijní program: **Stavební inženýrství**
 Studijní obor: **Management a ekonomika ve stavebnictví**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Posouzení střešních variant pro rodinný dům

Název bakalářské práce anglicky:

Assessment of roof variations for a detached house

Pokyny pro vypracování:

Varianty skladeb ploché střechy a střechy sedlové
 Ocenění variant v CS ÚRS CZ programu KROS 4 v CH 2023/I
 Posouzení variant z ekonomického hlediska (náklady na pořízení, údržba a opravy)
 Ekonomické vyhodnocení a doporučení

Seznam doporučené literatury:

HANZALOVÁ - ŠILAROVÁ a kol.: Ploché střechy. Praha, IC ČKAIT 2005, ISBN 80-86769-71-2
 KOPTA, P., JANOUŠKOVÁ, J.: Šikmé střechy. Grada Praha, 2012, ISBN 978-80-247-3484-2
 SCHNEIDEROVÁ HERALOVÁ, R., VITÁSEK, S., BROŽOVÁ, L., STŘELCOVÁ, I. Oceňování staveb. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2020. ISBN 978-80-01-06748-2

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

Ing. Iveta Střelcová, Ph.D. katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví FSv

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **22.02.2023** Termín odevzdání bakalářské práce: **22.05.2023**

Platnost zadání bakalářské práce: _____

Ing. Iveta Střelcová, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) práce

prof. Ing. Renáta Schneiderová Heralová, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. Ing. Jiří Máca, CSc.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

_____ Datum převzetí zadání

_____ Podpis studenta

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, pouze za odborného vedení vedoucího bakalářské práce Ing. Ivety Střelcové, PhD.

Dále prohlašuji, že veškeré podklady, ze kterých jsem čerpal(a), jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

V Praze dne 22. 5. 2023

.....

Podpis

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval své vedoucí Ing. Ivetě Střelcové, PhD. za odborné vedení této bakalářské práce. Její cenné rady, ochota, trpělivost a rychlá komunikace velkou měrou pomohly k dokončení této práce. Chci poděkovat také mé rodině a všem blízkým za podporu během celého studia.

**POSOUZENÍ STŘEŠNÍCH VARIANT
PRO RODINNÝ DŮM**

**ASSESSMENT OF ROOF VARIATIONS
FOR A DETACHED HOUSE**

Anotace

Bakalářská práce si klade za cíl ekonomicky zhodnotit a doporučit nejvhodnější způsob zastřešení pro konkrétní objekt, v tomto případě se jedná o jednopodlažní rodinný dům. Stanoveny jsou 4 základní hodnotící kritéria, kterými jsou pořizovací náklady, provozní náklady, náklady na případné opravy a možnost využití dotačního programu. Náklady jsou stanoveny za pomoci rozpočtářského programu KROS 4 v cenové soustavě CS ÚRS (cenová hladina 2023/I), výpočtem dle příslušných dokumentů a vyměřením na základě konzultace s odborníky. Výsledné doporučení jedné z navrhovaných variant zohledňuje tato kritéria a zároveň přihlíží k ostatním faktorům, které mohou ovlivnit výběr střechy.

Klíčová slova

Šikmá střecha, plochá střecha, poruchy střech, položkový rozpočet, realizační náklady, posouzení

Summary

The bachelor thesis aims to economically evaluate and recommend the most suitable roofing method for a specific object, in this case a single-storey family house. There are 4 basic evaluation criteria, which are implementation costs, operating costs, costs of possible repairs and the possibility of using a subsidy program. The costs are determined using the budgeting software KROS 4 in the CS ÚRS price system (price level 2023/I), by calculation according to the relevant documents and measurement based on consultation with experts. The resulting recommendation of one of the proposed options takes into account these criteria as well as other factors that may influence the choice of roof.

Key words

Pitched roof, flat roof, roof failures, itemized budget, implementation costs, assessment

Obsah práce

TEORETICKÁ ČÁST.....	1
1 Úvod.....	1
1.1 Cíl práce	2
1.2 Metodika práce.....	2
2 Obecná charakteristika střech.....	3
2.1 Definice a funkce střechy	3
2.2 Skladba střešních pláštů.....	3
2.3 Rozdělení střešních pláštů	4
3 Šikmé střechy	5
3.1 Historický vývoj šikmých střech.....	5
3.2 Obecná charakteristika šikmých střech	5
3.3 Typy šikmých střech	6
3.3.1 Sedlová střecha.....	7
3.3.2 Valbová střecha	7
3.3.3 Stanová střecha.....	8
3.3.4 Pultová střecha	9
3.3.5 Mansardová střecha.....	10
4 Ploché střechy.....	11
4.1 Historický vývoj plochých střech.....	11
4.2 Obecná charakteristika plochých střech	11
4.3 Typy plochých střech	11
4.3.1 Jednoplášťová plochá střecha s klasickým pořadím vrstev	12
4.3.2 Jednoplášťová plochá střecha s opačným pořadím vrstev.....	12
4.3.3 Jednoplášťová střecha kombinovaná se střechou s opačným pořadím vrstev	13
4.3.4 Provozní střechy	13
4.3.5 Víceplášťové ploché střechy	16
5 Střešní krytiny	18
5.1 Skládané střešní krytiny	18

5.1.1	Pálená střešní krytina.....	18
5.1.2	Betonová střešní krytina.....	19
5.1.3	Vláknocementová střešní krytina.....	19
5.2	Povlakové krytiny.....	20
5.2.1	Asfaltové pásy.....	20
5.2.2	Hydroizolační fólie.....	21
6	Poruchy střešních plášťů.....	22
6.1	Obecná charakteristika.....	22
6.2	Poruchy z hlediska technického.....	22
6.2.1	Statické poruchy.....	22
6.2.2	Poruchy stavebně fyzikální.....	23
6.2.3	Poruchy vodotěsnosti.....	23
6.3	Poruchy z hlediska příčiny.....	24
6.3.1	Poruchy způsobené vadou v projektu střechy.....	24
6.3.2	Poruchy způsobené nekvalitním provedením.....	24
6.3.3	Poruchy způsobené zanedbanou údržbou.....	24
	PRAKTICKÁ ČÁST.....	26
7	Rodinný dům Velký Beranov.....	26
7.1	Architektonické řešení.....	26
7.2	Stavební řešení.....	27
8	Kritéria hodnocení.....	29
8.1	Požizovací náklady.....	29
8.2	Provozní náklady.....	29
8.3	Náklady na opravu.....	29
8.4	Možnost využití dotačního programu.....	29
9	Návrh variant zastřešení.....	31
9.1	Šikmá jednoplášťová valbová střecha.....	31
9.2	Plochá jednoplášťová střecha s asfaltovým pásem.....	31
9.3	Plochá jednoplášťová extenzivní střecha.....	32

10	Stanovení nákladů jednotlivých variant	33
10.1	Šikmá jednoplášťová valbová střecha	33
10.1.1	Pořizovací náklady	33
10.1.2	Provozní náklady	34
10.1.3	Náklady na opravy.....	35
10.2	Plochá jednoplášťová střecha s asfaltovým pláštěm	35
10.2.1	Pořizovací náklady	35
10.2.2	Provozní náklady	37
10.2.3	Náklady na opravu.....	38
10.3	Plochá jednoplášťová extenzivní střecha	38
10.3.1	Pořizovací náklady	39
10.3.2	Provozní náklady	40
10.3.3	Náklady na opravy.....	41
10.3.4	Možnost čerpání dotací.....	41
11	Vyhodnocení a doporučení nejvhodnější varianty	42
11.1	Pořizovací náklady	42
11.2	Provozní náklady	43
11.3	Náklady na opravu.....	44
11.4	Využití dotace.....	45
11.5	Posouzení.....	45
12	Závěr.....	48
	Seznam použité literatury	49
	Seznam obrázků	54
	Seznam tabulek.....	56
	Přílohy	57

TEORETICKÁ ČÁST

1 Úvod

Mít „střechu nad hlavou“ je bezesporu jedna ze základních životních potřeb člověka. Poskytuje nám ochranu před nepříznivým počasím a dotváří místo, které je člověku nejmilejší, domov. Tato bakalářská práce se zaměřuje na různé typy střešních konstrukcí, které jsou běžně využívány k zastřešení pozemních staveb.

Teoretická část práce slouží jako úvod do problematiky různých typů střešních pláštů a klade si za cíl nejčastější typy zastřešení představit, vysvětlit čtenáři za jakých okolností daný typ zvolit a jaké výhody či nevýhody toto rozhodnutí přináší.

V úvodu práce je definován pojem střecha a její základní funkce. Stručně je objasněna střešní skladba a dělení střešních pláštů. Dále práce podrobněji seznamuje čtenáře s problematikou šikmých i plochých střech. Stručně je popsán vývoj těchto konstrukcí v průběhu historie a zásadní milníky. Rozebrány jsou také typy šikmých a plochých střech, je rozebírána podstata jejich konstrukce, výskyt a výhody včetně nevýhod, které jejich využití přináší.

Závěr teoretické části se věnuje nejčastějším poruchám, které mohou v případě střešních konstrukcí nastat. Na poruchy je nahlíženo ze dvou hledisek. Nejdříve z hlediska technického, poté z hlediska příčiny vzniku.

Praktická část bakalářské práce si dává za úkol navrhnout nejvhodnější variantu zastřešení pro konkrétní objekt, kterým je jednopodlažní rodinný dům. Porovnávány jsou celkem 3 varianty střešních konstrukcí, které pro řešený objekt mohou být použity. První z nich je převzata z původního řešení a jedná se o šikmou valbovou střechu s keramickou střešní krytinou. Další dvě varianty jsou typově ploché jednoplášťové střechy. Jedna s asfaltovou povlakovou krytinou a druhá zelená extenzivní.

Pro zřízení všech výše zmíněných variant střech jsou vypracovány položkové rozpočty v rozpočtářském softwaru KROS 4 od společnosti ÚRS CZ a.s. v cenové hladině 2023/I. Dále jsou oceněny náklady na údržbu, možnost využití dotačního programu a případné náklady na opravu. Dohromady tyto náklady posloužily jako kritéria pro vyhodnocení nejoptimálnější varianty zastřešení pro daný objekt.

1.1 Cíl práce

Cílem této práce je navržené varianty zastřešení porovnat z několika hledisek a vyhodnotit. Práce hledá odpověď na otázku, která z těchto variant bude nejvhodnější pro řešení rodinný dům v časovém horizontu 50 let.

1.2 Metodika práce

Výběr neoptimálnější varianty zastřešení je učiněn především na základě ekonomického posouzení. Posuzovány jsou pořizovací náklady, provozní náklady, náklady na případnou opravu a faktorem je také možné využití dotačního programu. Jako nástroje pro porovnání variant slouží položkové rozpočty zohledňující pořizovací náklady a náklady oprav. Provozní náklady byly stanoveny s pomocí odborných firem. Na základě komunikace s nimi byly stanoveny jednotkové ceny za metr čtvereční plochy střechy a vypočtena výsledná cena. Možná výše příspěvku z dotačního programu byla vyměřena za pomoci příručky se závaznými pokyny pro získání dotace dostupné na stránkách NZÚ (Nová zelená úsporám)

2 Obecná charakteristika střech

Tato kapitola slouží jako úvod do problematiky střešních konstrukcí. Zaměřuje se především na funkci střechy, obecnou skladbu a jejich dělení.

2.1 Definice a funkce střechy

Střecha je stavební konstrukce nad chráněným (vnitřním) prostředím, která se podílí na zabezpečení a zajištění požadovaného stavu prostředí uvnitř objektu. Její konstrukce musí být navržena tak, aby odolávala vnějším vlivům a chránila vnitřní prostředí budovy. Za vnější vlivy se považuje déšť, vítr, sníh, vlhkost, teplota, sluneční záření a jiné. [1; 2]

Úkolem střechy je odvádět vodu z horní části stavby a zabraňovat jejímu nahromadění. V důsledku toho může postupně docházet k poškození konstrukce vlivem zatékání nebo růstu dřevokazných hub a plísní. Konstrukce střechy musí být navržena s ohledem na umístění stavby. Např. v oblastech s častým výskytem sněhových srážek musí být konstrukce střechy schopna unést váhu hromadícího se sněhu. [3]

Správná funkce střechy je esenciální pro výslednou životnost celé budovy. Mimo jiné také plní funkci estetickou a zásadním způsobem tak ovlivňuje architektonický výraz nejen exteriéru, ale také interiéru budovy. [2]

2.2 Skladba střešních pláštů

Konstrukce střechy se běžně skládá ze 3 částí. První z nich je nosná střešní konstrukce. Za nosnou střešní konstrukci považujeme tu část střechy, která veškerá zatížení od střešního pláště, větru, sněhu apod. přenáší do ostatních nosných konstrukcí budovy. Často ji obstarávají konstrukce ze železobetonu (monolitické ŽB desky nebo prefabrikované panely), ocelové profilované plechy nebo v případě šikmých střech tesařský krov. [2]

Na nosné konstrukci se nachází střešní plášť (případně více střešních pláštů oddělených vzduchovými vrstvami). Střešní plášť je část střechy skládající se z nosné vrstvy střešního pláště, hydroizolace a dalších vrstev (tepelná izolace, parozábrana, spádová vrstva apod.), které společně tvoří střešní skladbu. Střešní plášť plní funkci ochrany objektu před vnějšími vlivy a pomáhá zabezpečovat a udržovat požadovaný stav vnitřního prostředí. [2]

Třetí částí jsou doplňkové konstrukce a prvky. Pod těmi je možné si představit například hromosvody, solární panely, sněhové zábrany, pojistné a tepelné izolace nebo okapové systémy. [2]

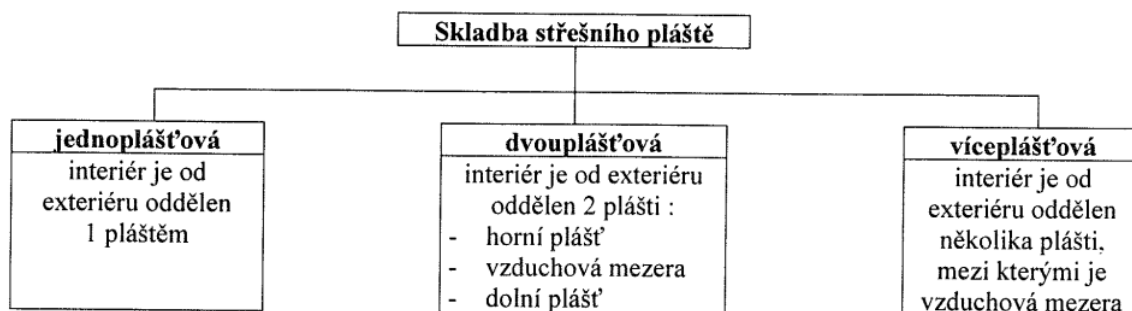
2.3 Rozdělení střešních pláštů

Střešní pláště lze dělit dle různých kritérií. Typicky se střechy dělí podle sklonu na ploché, šikmé (sklonité) a strmé. Pokud sklon střechy odpovídá intervalu 0-5°, můžeme ji zařadit mezi ploché střechy. Za střechu šikmou můžeme považovat střechu, jejíž sklon nepřesáhne 45°. Jakmile je navržen sklon vyšší než 45°, hovoříme již o střeše strmé. Sklon střechy lze vyjádřit ve stupních nebo je přepočítáván na procenta. [4]

1. Plochá střecha	střecha se sklonem vnějšího povrchu $\alpha \leq 5^\circ$
2. Šikmá střecha	střecha se sklonem vnějšího povrchu $5^\circ < \alpha \leq 45^\circ$
3. Strmá střecha	střecha se sklonem vnějšího povrchu $45^\circ < \alpha \leq 90^\circ$

Obr.1 Rozdělení střešních pláštů podle sklonu [4]

Dále střechy můžeme dělit podle konstrukčního řešení. Z tohoto hlediska můžeme střechy rozlišit na jednoplášťové, dvouplášťové a víceplášťové. [4]



Obr.2 Dělení střech podle konstrukčního řešení [1]

Jednoplášťové střechy se skládají z jednoho uceleného střešního pláště. Znamená to, že součástí skladby není vzduchová mezera a vrstvy střešního pláště jsou napojeny kontaktně. Je pro ně typická vysoká rozmanitost skladeb a povrchových úprav. [1]

Střechy dvouplášťové oddělují vnitřní prostředí budovy od vnějšího dvěma střešními plášti, mezi kterými se nachází vzduchová mezera. Ta může být navržena jako neprůlezná, průlezná/průchozí, případně může být využívána jako půdní prostor. [4]

Víceplášťové střechy disponují třemi nebo více plášti, mezi kterými je vzduchová vrstva. Ve většině případů se navrhuje jako šikmé střechy. K jejich návrhu se projektant uchyluje v případě, že je nutné omezit odtávání sněhu na střeše, zvýšit hydroizolační bezpečnost nebo minimalizovat vyhřívání podstřešního prostoru v létě. [1]

3 Šikmé střechy

V této kapitole se práce zaměřuje na šikmé střechy. Podrobněji jsou zde popsány jednotlivé varianty šikmých střech a výhody či nevýhody, které se s nimi pojí.

3.1 Historický vývoj šikmých střech

Šikmé střechy mají podstatně bohatší a delší historii než střechy ploché. Základ šikmé střechy odjakživa tvoří nosná konstrukce a krytina, která se ale postupem času proměňovala a vyvíjela. [5]

V pravěku funkci střechy nejčastěji plnilo nejrůznější chvojí, palmové listy či rákos. Postupem času byly tyto primitivní materiály nahrazeny kůžemi, dřevem, kameny či došky. [5; 6]

Došek považujeme za jednu z prvních hromadně využívaných krytin. Střecha pak byla tvořena soustavou došků, které se vyráběly svázáním slámy, rákosí či orobince. Došková krytina však měla jednu velkou nevýhodu, a tou byla velmi slabá požární odolnost. [5; 6]

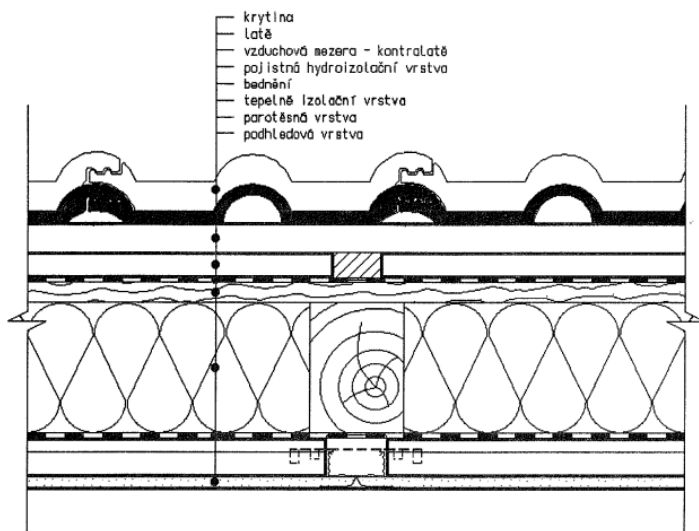
Další hojně využívanou krytinou byly hliněné pálené tašky. Poprvé byly sice vyrobeny už v Sumeru (3 tisíce let př. n. l.), ale v Evropě zažily svůj rozkvět v období antiky, na našem území dokonce až ve středověku. [5]

Vynálezem cementu koncem 19. století byla odstartována éra betonových tašek, kterou později vystřídala azbestocementová krytina, tzv. eternit. Azbest byl však později shledán jako zdravotně závadný a byl v krytině nahrazen směsí vláken buničiny a vláken umělých. Tato krytina nese název vláknocementová, nadále je však lidově označována jako eternit. [5; 7]

V dnešní době jsou stále nejčastěji užívanými krytinami pálené tašky, betonové tašky, ale také například plechové krytiny.

3.2 Obecná charakteristika šikmých střech

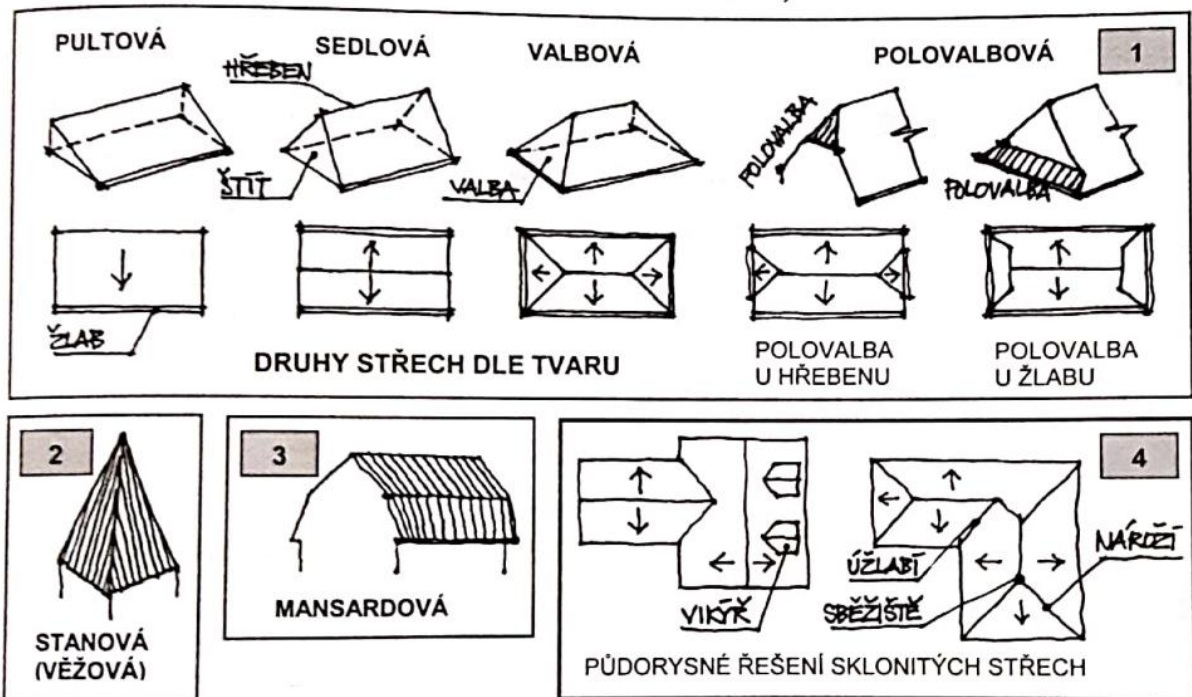
Šikmá střecha je jednou z variant konstrukce střechy, kdy je sklon střešního pláště větší než 5 stupňů. Tvoří ji dřevěná konstrukce krovu (tato varianta umožňuje využívat nebo přímo obývat podkroví) nebo střešní vazník. Skladbu dále doplňuje parozábrana, tepelná izolace, pojistná hydroizolace (difúzní fólie), kontralatě, latě a střešní krytina. Tepelná izolace může být umístěna mezi krokvy, mezi krokvy a pod krokvy, nad krokvy nebo pouze pod krokvy. Nad nevytápěnými prostory lze navrhnout skladbu bez použití tepelné izolace. [1; 8]



Obr.3 Skladba pláště s tepelnou izolací mezi krokviemi [1]

3.3 Typy šikmých střech

Šikmé střechy mohou mít různé tvary z čistě estetického hlediska nebo v závislosti na tom, kde a pro jaký objekt jsou navrhovány. Tato podkapitola nabízí výčet nejčastěji konstruovaných šikmých střech.



Obr.4 Typy šikmých střech [9]

3.3.1 Sedlová střecha

Tento typ střechy je historicky tím nejběžněji užívaným typem šikmé střechy na našem území. Skládá se z přímočarého hřebenu a dvou střešních rovin, které jsou ohraničeny dvojicí okapů a štítů. Její oblíbenost tkví zejména v jednoduchosti montáže a s tím související cenovou dostupností. [3]

Díky jejímu tvaru je také vhodnou volbou pro všechny, kteří uvažují nad instalací fotovoltaických systémů, které v posledních letech rostou v popularitě. Nabízí také možnost využívat podkroví, které je díky kolmým štítům možné dobře a efektivně prosvětlit. Podkroví ovšem nemůže být využíváno naplno, jelikož je limitováno sklonem střechy, následkem které dochází ke snižování světlé výšky směrem od středu místnosti. Nevýhodou potom ovšem může být limitované využití podkroví objektu z důvodu sklonu střechy. [3; 10]



Obr.5 Sedlová střecha [3]

3.3.2 Valbová střecha

Střecha valbová vychází ze střechy sedlové, ale na rozdíl od ní se na obou koncích namísto štítů nachází šikmé střešní roviny, kterým říkáme valby. Využívá se nejčastěji pro stavby obdélníkového půdorysu, ale běžně je využívána i k zastřešení objektů s půdorysem ve tvaru L. Pokud jsou okapy umístěné v odlišných výškách, hovoříme o střeše polovalbové [3]

Valbová střecha je optimální variantou pro oblasti, které jsou typické častým výskytem silných dešťů, povětrnostních poryvů či hustého sněžení. Na vysoké odolnosti vůči přírodním vlivům se výraznou měrou podílí absence kolmých štítů. Tím je dosaženo velmi nízkého aerodynamického odporu, který zajišťuje stabilitu. [11]

V současnosti se navrhuje u většiny novostaveb pro svoji estetičnost, vysokou odolnost a možnost umístění fotovoltaických panelů. Její poněkud složitější konstrukce má však za následek vyšší náklady na realizaci a náročnější provedení střešních detailů. Absence štítových stěn také komplikuje umístění oken a tím tak prosvětlení podkrovních prostor. [3; 12]



Obr.6 Valbová střecha [12]



Obr.7 Polovalbová střecha [13]

3.3.3 Stanová střecha

Stanová (jehlanová) střecha je tvořena čtyřmi střešními rovinami, jejichž průnik se nachází ve středovém vrcholu, kde se všechny sbíhají. Je to ve své podstatě typ valbové střechy s absencí hřebenu. [3; 14]

Bývá aplikována především u staveb se čtvercovým půdorysem. Často ji můžeme pozorovat na sakrálních stavbách, pergolách, altáncích a obecně u staveb, kde hraje prim estetičnost. Pracná pokládka střešní krytiny a značné materiálové ztráty v důsledku řezání mají za následek velký úbytek těchto střech. [3; 15]



Obr.8 Stanová střecha [3]

3.3.4 Pultová střecha

Pultovou střechu tvoří pouze jedna nakloněná rovina střešního pláště, po které je odváděna dešťová voda. Aktuálně ji nejčastěji můžeme spatřit u moderních novostaveb s důrazem na nízkoenergetickou náročnost. Důvodem je redukce zateplované plochy střechy (poloviční v porovnání se sedlovou střechou) a úbytek střešních prvků jako jsou vikýře, úžlabí a další technické detaily, což vede k minimalizaci problematických míst, přes které může unikat teplo. Uplatnění pultových střech není omezeno pouze na pasivní domy. Hodí se i na běžné rodinné domy a na stavby menšího rozsahu (např. garáže a pergoly). [3; 16; 17; 18; 19]

Výstavba této střechy je poměrně snadná, rychlá, a tudíž i levná. Má zpravidla delší životnost a je relativně bezúdržbová. Nevýhodou může být naprostá absence podkroví či možný problém s odvodem dešťové vody a v zimě se sněhem v případě nízkého sklonu. [3; 17]



Obr.9 Pultová střecha [17]

3.3.5 Mansardová střecha

Pro mansardovou střechu jsou typické dva štítů a lomené spojení spodní střešní roviny s velkým sklonem a horní střešní roviny se sklonem mírným. Tato konstrukce umožňuje vzniku prostorného, obyvatelného podkroví, zvaného mansarda. [20; 21]

S příchodem nových materiálů a technologií ve stavebnictví šlo využití mansardových střech do ústraní. Můžeme se s nimi tedy setkat převážně u historických budov (zámků, klášterů nebo farních staveb). [20]

V současné době se ovšem spíše setkáme s tzv. falešnou mansardovou střechou. Té se využívá v případě dodatečné půdní nástavby, kdy na původní sedlovou či valbovou střechu navazuje pokládka tašek z vrchního patra budovy. [3; 20]

Jak již asi vyplynulo z textu, náročná konstrukce a pokládka ve velkém sklonu si vybere svou daň na ceně, která je poměrně vysoká. Pro někoho je tato skutečnost ovšem vyvážena zvýšenou využitelností, obyvatelností podkroví a originálním vzhledem. [20]



Obr.10 Mansardová střecha [20]

4 Ploché střechy

Kapitola se zabývá problematikou plochých střech. Podrobněji jsou zde popsány jednotlivé varianty plochých střech a výhody či nevýhody, které se s nimi pojí.

4.1 Historický vývoj plochých střech

První zmínky o plochých střechách se objevují v Egyptě v polovině 3. tisíciletí před Kristem. Egypťané využívali kamenné desky pro zastřešení hrobek dvořanů a úředníků. Dalším příkladem historického využití plochých střech jsou visuté zahrady v Babylonii či vily s terasami na střechách v antickém Řecku. Historicky bylo možné ploché střechy realizovat pouze v oblastech s nízkými srážkami, a proto se v ostatních evropských zemích používaly pouze šikmé střechy. [22; 23]

K rozkvětu plochých střech ve velkém měřítku došlo v období funkcionalismu ve 30. letech 20. století po vynalezení dehtové lepenky. Znamý francouzský architekt Le Corbusier označil ploché střechy jako jeden z pěti základních znaků funkcionalistické architektury. Další masivní rozvoj byl zaznamenán v 60. letech v důsledku požadavku na hromadnou bytovou a občanskou panelovou výstavbu. [22; 23]

4.2 Obecná charakteristika plochých střech

Za plochou střechu norma ČSN 73 1901 považuje takovou střechu, jejíž sklon vnějšího povrchu je menší nebo roven 5° . Střechy jsou nejčastěji navrhovány ve sklonech $3-5^\circ$ (cca 5-9 %). V případě návrhu nižšího (nulového) sklonu, by častěji docházelo k hromadění stojaté vody, což by mohlo vést k poruchám hydroizolace nebo růstu mikroorganismů. [9; 23; 24]

Odvodnění se u plochých střech řeší spádováním střešní plochy do žlabů nebo do vnitřních odpadů (vpustí). V případě dvouplášťové střechy mohou být žlaby umístěny podél delší strany budovy. Ve většině případů se ovšem ploché střechy odvodňují dovnitř dispozice. [9; 25]

4.3 Typy plochých střech

Plochým střechám se v minulosti projektanti vyhýbali zejména kvůli jejich nízké spolehlivosti. V dnešní době už tomu tak není. Ploché střechy jsou mnohem spolehlivější a existuje velká rozmanitost skladeb v závislosti na účelu využití.

4.3.1 Jednoplášťová plochá střecha s klasickým pořadím vrstev

Tento typ ploché střechy je bezesporu tím nejrozšířenějším, a to především díky spoustě výhod, které se k němu pojí. Náklady na realizaci jsou poměrně nízké a samotná realizace je poté velmi rychlá a jednoduchá s možností snadno dodatečně plášť zateplit či opravit. To vše při zachování značně menší tloušťky oproti ostatním typům střech. [1]

Nezbytný je ovšem správný tepelně technický návrh a důkladné provedení. V opačném případě hrozí zvýšení vlhkosti ve skladbě střešního pláště, které může vést k porušení hydroizolační funkce střešního pláště. [1]

Skladba střechy tvoří několik vrstev. Pokud není požadovaný spád střešní konstrukce zajištěn nosnou konstrukcí, přichází na řadu spádová vrstva. Ta může být tvořena spádovými klíny či lehkým monolitickým betonem. [1]

Na nosné konstrukci je uložena parotěsnicí vrstva. Tato vrstva pomáhá omezovat kondenzaci vlhkosti tím, že zabraňuje prostupu vodních par do skladby střechy. Toho nejlépe docílíme, pokud parotěsnou vrstvu klademe co nejbliže k vnitřnímu povrchu skladby, optimálně pod tepelnou izolaci. [1]

Na parotěsnicí vrstvu navazuje tepelně izolační vrstva. Její funkce spočívá v omezení tepelných ztrát a udržení požadovaného stavu v interiéru. Zvolení tloušťky tepelné izolace se odvíjí od součinitele tepelné vodivosti daného materiálu, od požadovaných teplotních podmínek v interiéru a od klimatických podmínek exteriéru. [26]

Poslední vrstvou je vrstva hydroizolační. Jedná se bezesporu o tu nejdůležitější vrstvu a podstatu střešního pláště. Má za úkol zajistit střeše naprostou voděnepropustnost. [26]

4.3.2 Jednoplášťová plochá střecha s opačným pořadím vrstev

Tato skladba je charakteristická záměnou polohy tepelně izolační vrstvy a hydroizolace. Zatímco u střechy s klasickým pořadím vrstev je vodotěsnicí vrstva umístěna nad tepelnou izolací, v tomto případě se nachází pod ní. Hydroizolace díky tomu zastává nejen funkci vodotěsnicí, ale i parotěsnicí. Obvyklý problém klasických jednoplášťových střech, kondenzace vodních par, je tak prakticky eliminován. [1]

„Schování“ hydroizolace pod tepelnou izolaci přináší další obrovskou výhodu. Tou je výrazné prodloužení životnosti hydroizolace v důsledku ochrany proti UV záření či povětrnostním vlivům. [1; 23]

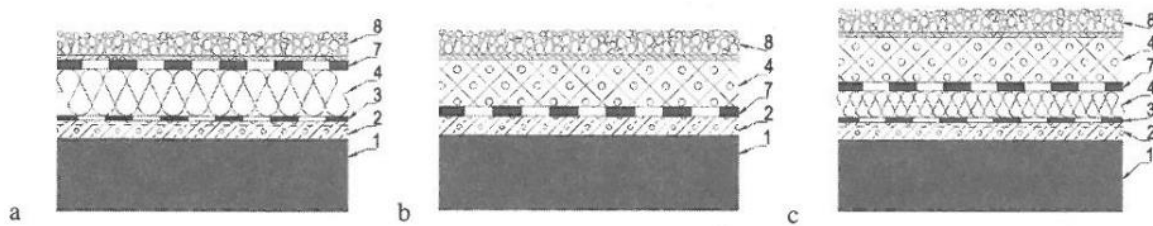
Nic ovšem není zadarmo a je tak nezbytné, aby zvolená tepelná izolace splňovala specifické podmínky. Nutná je její nenasákavost, pevnost a objemová stálost. Tyto vlastnosti nejlépe splňuje extrudovaný polystyren (XPS). [1; 23; 27]

Problém může nastat v období častých dešťových srážek nebo tajícího sněhu. Voda proteče tepelnou izolací a dostane se až k hydroizolaci, kde může kondenzovat. [23]

4.3.3 Jednoplášťová střecha kombinovaná se střechou s opačným pořadím vrstev

Jedná se o „hybrid“, který kombinuje výhody střechy s klasickým pořadím vrstev a střechy s opačným pořadím vrstev. Jsou pro ni typické dvě vrstvy tepelné izolace. První se umístí stejně jako v případě střechy s klasickým pořadím vrstev pod hlavní hydroizolaci, zatímco druhá vrstva se po vzoru střechy s opačným pořadím vrstev umístí nad hydroizolaci. [23]

Duo střechy jsou hojně využívány při rekonstrukcích stávajících plochých střech, kde je zjištěna nedostatečná tloušťka tepelné izolace a nefunkční hydroizolace. [1; 23]



Obr. 253. Základní skladby plochých střešních pláštů
a – s klasickým pořadím vrstev, b – s obráceným pořadím vrstev (tepelná izolace je nad hydroizolací),
c – typu DUO (tepelná izolace je nad i pod hydroizolací),
1 – nosná konstrukce, 2 – spádová vrstva, 3 – parotěsná vrstva, 4 – tepelně izolační vrstva, 7 – hydroizolační vrstva, 8 – zásyp praným říčním kamenivem

Obr.11 Skladby plochých střešních pláštů [4]

4.3.4 Provozní střechy

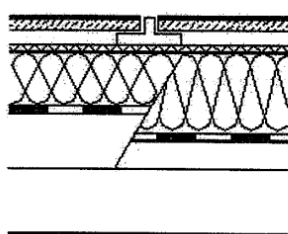
Provozními střechami nazýváme skupinu střešních pláštů, které jsou budovány pro aktivní využívání. Jsou na ně tak kladeny ještě vyšší nároky z hlediska správného návrhu skladby střešního souvrství a s tím spojené vyšší finanční náklady na realizaci a eventuální opravy. Na druhou stranu se ale jedná o architektonicky i urbanisticky zajímavé řešení, které objektu přináší novou využitelnou plochu. Jmenovitě se jedná o pochůzná střechy, pojízdné střechy a střechy zelené. [1; 23]

Pochůzné střechy

Tyto střechy jsou určeny pro pravidelné využívání osobami a při návrhu její skladby je nutné na tento fakt dbát. Nejčastěji bývají navrhovány na terasy či balkony, ale také jako střechy nadzemních i podzemních objektů. [1]

Vrchní pochůzná vrstva musí umožňovat bezpečný pohyb osob. Pro tyto účely je z technického hlediska nejvýhodnější volbou dlažba na podložkách, která je navíc nejlépe konfigurovatelná, co se týče materiálu a tvaru. Na výběr jsou keramické, kamenné, betonové, ale i dřevěné dlaždice. U méně náročných objektů může provozní vrstvu tvořit betonová mazanina. [1]

Je také velmi důležité zaměřit se na ochranu hydroizolační vrstvy. Aktivní užívání střechy zvyšuje pravděpodobnost jejího poškození, a proto se často projektanti uchylují k opačné skladbě střechy, kde je hydroizolace chráněna tepelnou izolací. [1; 28]



- A. - dlaždice
- podložka
- separační vrstva – celoplošná (např. umělohmotné rouno)
- a) souvrství jednoplášťové střechy – kombinované
- b) souvrství jednoplášťové střechy s obráceným pořadím vrstev
- nosná stropní konstrukce vč.vnitřní úpravy

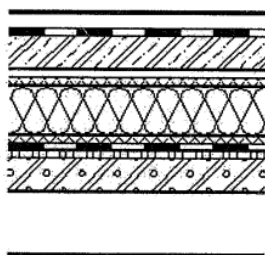
Obr.12 Skladba ploché jednoplášťové pochůzné střechy, dlažba na podložkách [1]

Pojížděné střechy

Stejně jako v případě pochůzných střech i střechy pojížděné jsou určeny pro trvalé užívání, nejčastěji parkování automobilů. Pohybem vozidel po střeše jsou na střešní skladbu vyvíjeny silné tlakové síly (vozidlo v klidu) a smykové síly (vozidlo v pohybu), a proto je třeba používat materiály, které jsou těmto silám schopny odolávat. V praxi to například znamená upřednostnit XPS (extrudovaný polystyren) nebo pěnové sklo jako tepelnou izolaci. [1]

Speciálním případem jsou střechy určeny pro přistání vrtulníků (heliporty), a střechy určené pro vlakový nebo tramvajový provoz. Tyto střechy jsou konstruovány s ohledem na odlišné zatížení, které na ně působí, což je obvykle pouze tlakové nebo pouze smykové namáhání. [1]

Provozní vrstvu nejčastěji tvoří asfaltobeton, litý asfalt nebo dlažba. Pokud je očekávané provozní zatížení velmi vysoké navrhuje se železobetonová deska dále chráněna nátěrem nebo stěrkou. [1]



- A. - litý asfalt- 2 vrstvy
 - speciální asfaltový pás
 - železobetonová deska
 - separační vrstva (např. PE fólie)
 - dilatační, expanzní a drenážní vrstva (např. PES rohož)
 - tepelně izolační vrstva (extrudovaný polystyren)
 - dilatační a drenážní vrstva (např. PES rohož)
 - hydroizolační vrstva (např. fólie z mPVC)
 - separační a expanzní vrstva (např.umělohmotné rouno)
 - spádová vrstva (např. z lehkého betonu)
 - nosná stropní konstrukce vč.vnitřní úpravy

Obr.13 Skladba ploché jednoplašťové pojížděné střechy, provozní vrstva z litého asfaltu [1]

Zelené střechy

Jak již název napovídá jedná se o typ střechy, jejíž vrchní vrstva je pokrytá zelení. Co ale možná překvapí je fakt, že se nejedná pouze o estetické řešení, ale především řešení plně funkční, přinášející spoustu výhod, které u jiných typů střech nenajdeme. [23; 29]

Zatímco u střechy s klasickým pořadím vrstev je hydroizolační vrchní pás či fólie vystavena působení vnějších vlivů (UV záření, vítr, déšť atd.), v případě zelené střechy je „schovaná“ pod vegetační vrstvou, což vede k výraznému prodloužení její životnosti. [23]

Instalace zelené střechy s sebou přináší celou řadu pozitivních aspektů vzhledem k životnímu prostředí. Bylo dokázáno, že významného zlepšení ovzduší lze dosáhnout již při vytvoření sítě několika zelených střeš. K redukci nepříznivých vlivů okolí snižujících kvalitu ovzduší tak není zapotřebí ozelenit každou střechu. [30]

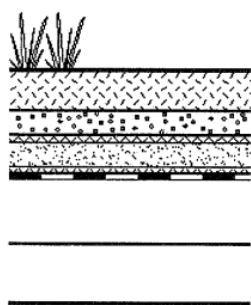
Vegetační souvrství zelené střechy dokáže díky schopnosti retence srážkové vody a jejímu následnému odpařování velmi účinně regulovat výkyvy teplot během roku a výrazně tak přispívá k udržení tepelného komfortu v interiéru. Bylo zjištěno, že odpařením 1 litru vody dokáže ušetřit průměrně 0,7 kWh energie, která by jinak musela být vynaložena k ochlazení budovy v letních vedrech. Zejména v létě tak působí jako aktivní tepelná izolace objektu. [31]

Ke schopnosti zadržení srážkové vody se pojí další výhoda. Přebytečná srážková voda, která se neodpaří, odtéká do kanalizace utlumeně a s časovým zpožděním. Dojde tak k výraznému snížení náporu na kanalizační síť, která bývá často v hustě zastavěných oblastech přetížená. [30]

Vegetaci zelené střechy může tvořit extenzivní střešní zeleň nebo střešní zeleň intenzivní. Další možnou, méně využívanou variantou, je tzv. přemístitelná zeleň (rostliny jsou umístěny v květináčích) [1]

Mezi extenzivní střešní zeleň patří nejčastěji mechy, suchomilné trávy, skalničky a další odolné, nenáročné rostliny. Tyto rostliny se schopností přizpůsobit se dané lokalitě vyžadují minimální péči (pouze několikrát do roka) k tomu, aby prosperovaly. Tloušťka vegetačního souvrství se nejčastěji pohybuje v rozmezí 50-200 mm v závislosti na zvolených rostlinách. Střechy s tímto typem zeleně se zpravidla navrhují jako nepochozí a plní funkci okrasnou, případně tepelně izolační) Často je tedy nazýváme jako pohledové střechy. [30; 32; 33]

Pod pojmem intenzivní střešní zeleň si můžeme představit trávníky, trvalky, různé druhy keřů nebo užitkové rostliny. Všeobecně se jedná o rostliny, které ke svému správnému fungování vyžadují intenzivní a pravidelnou péči ve formě závlahy, přihnojování, kultivace apod. Mocnost vegetační vrstvy většinou neklesá pod 300 mm a může se vyšplhat až na 1000 mm, což s sebou přináší vyšší zatížení pro střešní konstrukci, než je tomu u extenzivní zelené střechy. Střechy s tímto typem zeleně jsou ve většině případů navrhovány jako pochozí, a proto se na nich zřizují i zpevněné plochy. [30; 32]



- A. - vegetační vrstva
- hydroakumulační vrstva (např. nasákové desky z minerálních vláken)
 - filtrační vrstva (např. geotextilie)
 - drenážní vrstva
 - dilatační a separační vrstva (např. kaširovaná fólie z mPVC)
 - souvrství jednovrstevných střešních s klasickým pořadím vrstev a parozábranou
 - nosná stropní konstrukce vč.vnitřní úpravy

Obr.14 Skladba ploché jednovrstevné zelené střechy

4.3.5 Vícevrstevné ploché střechy

Jako vícevrstevné střechy jsou označovány střechy, které jsou tvořeny dvěma a více střešními pláštěmi. V praxi se v drtivé většině případů projektant setká se střešními dvouvrstevnými, výjimečně potom se střešními třívrstevnými. [1; 23]

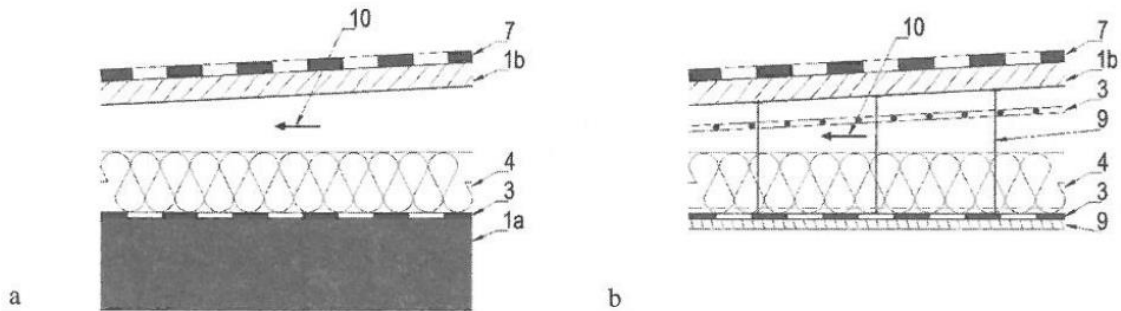
4.3.5.1 Dvouvrstevné ploché střechy

Dvouvrstevné střechy tvoří dva střešní pláště oddělené větranou či nevětranou vzduchovou vrstvou. Principem nevětrané střechy je uzavřenost vzduchové mezery, která tak slouží jako tepelná izolace. S návrhem těchto střešních se v dnešní době lze setkat jen výjimečně, většinou v rámci rekonstrukce dvouvrstevné větrané střechy v důsledku kondenzace vodní páry ve vzduchové mezeře. [1; 23]

U větraných střešních je vzduchová mezera naopak otevřená a umožňuje proudícím vzduchem odvádět vznikající vlhkost větracími otvory do vnějšího prostředí. Nejčastěji se vyskytují nad plaveckými

bazény, vodojemy, v průmyslových provozech a obecně u staveb s vysokou relativní vlhkostí vzduchu v interiéru. [1]

V dnešní době se s dvouplášťovými střechami nelze setkat zdaleka tak často, jak tomu bylo dříve. Hlavní roli sehrává dostupná rozmanitost tepelných izolací a hydroizolací, a především také zdokonalení jednoplášťových střech a jejich spolehlivost. [23]



Obr. 254. Základní skladby dvou- a víceplášťových střech

a – dvouplášťová střecha, b – tříplášťová střecha (s vloženou pojistnou hydroizolací)

1a (dolní), 1b (horní) nosná konstrukce, 3a – parotěsná vrstva, 3b – pojistná hydroizolace, 4 – tepelně izolační vrstva, 7 – hydroizolační vrstva, 9 – vnitřní povrchová úprava (v tomto případě podhled), 10 – provětrávaná vzduchová mezera

Obr.15 Dvouplášťová a tříplášťová plochá střecha [1]

5 Střešní krytiny

Střešní krytina je charakterizována jako vnější povrch střechy, který chrání budovu před nepříznivými vlivy počasí a zajišťuje komfortní podmínky interiéru. Dělí se na skládané střešní krytiny, které jsou využívány v případě šikmých střech a povlakové střešní krytiny, které nejčastěji nacházejí uplatnění u střech plochých. [34]

5.1 Skládané střešní krytiny

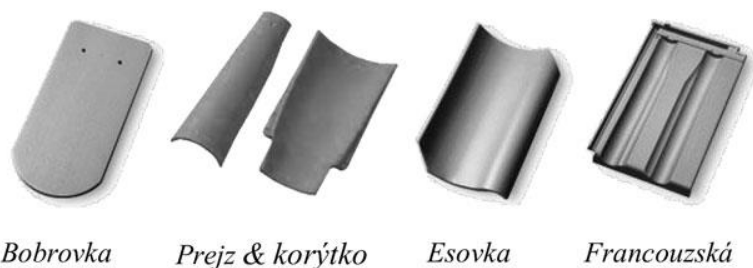
Střešní skládaná krytina je tvořena plošnými prvky, které mohou být rovinné či tvarované. Tyto prvky jsou navzájem napojeny přesahem, v některých případech mohou být spojeny drážkami či lištami. Je podstatné zmínit, že skládané střešní krytiny fungují na principu odvádění vody a nejsou tak sami o sobě nepropustné. Důležitou roli ve správném odvodu vody ze střechy sehrává tvar krytiny, přesahy a sklon střechy. Ten bývá pro každý druh střechy krytiny odlišný, a proto výrobce nejčastěji udává sklon vhodný pro daný typ krytiny. Podrobněji jsou popsány 3 často užívané skládané krytiny. [1; 35]

5.1.1 Pálená střešní krytina

Pálené střešní taška je zástupcem těžkých střešních krytin s hmotností nad 25 kg/m². Je vyráběna z cihlářské hlíny, která se po vytvarování do požadovaného tvaru nechá vypálit. Na trhu se vyskytují tašky mnohých tvarů (prejzy, bobrovky, esovky atd.), tašky s povrchovou úpravou nebo bez povrchové úpravy. [23; 36]

Tašky bez povrchové úpravy nazýváme rezné. Jejich barva se odvíjí od typu použité cihelné hlíny. Na tašky ovšem může být aplikována povrchová úprava ve formě engoby či glazury. Engoba tašce propůjčuje hladce matný vzhled, zatímco glazura se postará o hladký sklovitý povrch tašky. [23; 36]

K výhodám této krytiny patří její vysoká pevnost, široká nabídka tvarů, barev a velikostí či dlouhá životnost. Nevýhodou je bezesporu vyšší cena a náročnější pokládka. [36]



Obr.16 Tvary pálených tašek [37]

5.1.2 Betonová střešní krytina

Betonové tašky, jak již název napovídá, jsou vyráběny z betonové směsi, která se lisuje do požadovaných tvarů. Svůj finální vzhled a pevnost získávají po nástřiku a usušení. Betonové tašky mohou být profilované (např. celá vlna, půl vlna, sinusová vlna atd.), rovné nebo mohou také imitovat jiný typ tašky (např. bobrovku). [23; 38]

Betonové tašky bývají jen málokdy ochuzeny o povrchovou úpravu, jejíž kvalita má velký vliv na životnost krytiny. Dostupné jsou v matné i lesklé variantě a v rozmanitých barevných odstínech. Předností betonových krytin je především jejich vysoká pevnost, odolnost vůči větru a dlouhá životnost. Nevýhodou může být náročnější pokládka (vyšší hmotnost tašek) a barevná nestálost. [23; 38]

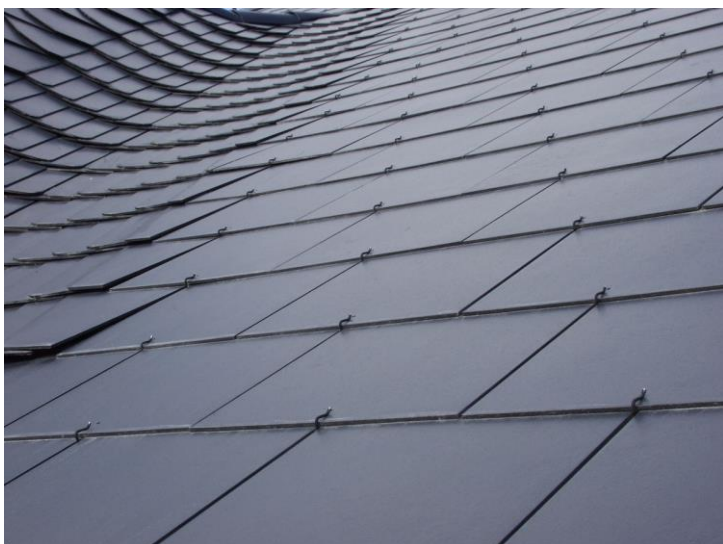


Obr.17 Betonová střešní taška typu celá vlna [39]

5.1.3 Vláknocementová střešní krytina

Vláknocementová střešní krytina je zástupcem lehkých střešních krytin (hmotnost do 25 kg/m²) a nástupcem azbestocementových krytin. Výroba spočívá v lisování směsi vláken a cementu do šablon či vlnitých desek. Krytina se podle velikost dělí na maloplošné (šablony) a velkoplošné (vlnité desky). [1; 7]

Jejich povrch bývá ošetřován akrylátovým nástřikem, který krytině poskytuje zvýšenou odolnost. Výhodou této krytiny je její nízká hmotnost, nehořlavost a vysoká odolnost vůči povětrnostním vlivům. Nevýhodou může být komplikovaná výměna poškozených šablon či desek a kratší životnost. [1; 7]



Obr.18 Vápencementová krytina (šablona Anglický obdélník) [40]

5.2 Povlakové krytiny

Povlaková krytina je tvořena souvislým a kompletně vodotěsným povlakem, který je tvořen hydroizolačními materiály. Využívány jsou nejčastěji u plochých střech, ale použití je možné i u střech šikmých. [34]

5.2.1 Asfaltové pásy

Asfalt je chemická sloučenina, která se získává jako vedlejší produkt při destilaci ropy. Patří mezi nejstarší známé stavební materiály, využívané již ve starověkém Egyptě. Podle způsobu výroby je dělíme na oxidované a modifikované. [34]

Oxidované asfaltové pásy neobsahují žádné modifikační přísady a jsou charakteristické velmi nízkým bodem měknutí. Pokud je tato teplota překonána snadno dojde k vytvoření trhlin. Využití u plochých střech v podobě krytiny je tedy minimální. [1; 34]

Modifikované asfaltové pásy vznikají přidáním modifikátoru, díky kterému dojde ke zlepšení technických vlastností pásu. V praxi to znamená prodlouženou životnost, a hlavně větší teplotní rezistenci. Nejčastějšími modifikacemi jsou SBS a APP asfaltové pásy, které jsou hojně využívány u plochých střech. [1; 34]



Obr.19 Hydroizolace z asfaltových pásů [41]

5.2.2 Hydroizolační fólie

Mezi nejdéle používané hydroizolační fólie můžeme zařadit ty z měkčeného PVC (mPVC), které se řadí do kategorie termoplastických fólií. PVC je sám o sobě tvrdý materiál, proto musí být do fólií přidávány změkčovadla. Aby nedocházelo k jejich uvolňování, musí být od okolních materiálů fólie oddělena separační vrstvou. Je pro ně typická nízká plošná hmotnost, možnost aplikace v jedné vrstvě a dobrá ohebnost a tvárnost i za nízkých teplot. [1]

Dalšími představiteli z řady termoplastických fólií jsou fólie na bázi polyolefinů, polyetylenchloridů či etylen-vinyl-acetátů. Oproti mPVC fóliím vynikají tím, že neobsahují změkčovadla a není tedy potřeba navrhovat separační vrstvu. [1]



Obr.20 Lepená střecha PVC fólií [42]

6 Poruchy střešních pláštů

V této kapitole je pozornost věnována nejčastějším poruchám střešních pláštů a příčinám, které stojí za jejich vznikem.

6.1 Obecná charakteristika

Střechy je možné zařadit mezi nejvíce namáhané stavební konstrukce na objektu, a proto je pravděpodobnost výskytu poruchy vyšší než u jiných konstrukcí. Existují tak určité zásady, které je nezbytné dodržovat pro minimalizaci výskytu poruch. [43]

- 1) Zpracovat podrobné technické i materiálové řešení, které bude znát odpověď na alespoň 80 % situací, které mohou nastat.
- 2) Používat pouze kvalitní materiály a kontrolovat jejich jakost před použitím.
- 3) Realizaci svěřit do rukou kvalifikovaným osobám, které si dokážou poradit i se zbylými 20 % neplánovaných situací.
- 4) Zařadit si dozor, který bude dohlížet na průběh realizace a poukazovat na nedostatky.

Obecně platí, že čím je objekt vyšší a půdorysně menší, tak jsou důsledky poruch střech méně fatální, jelikož ovlivňují pouze nejvyšší podlaží. Poruchami střech tedy nejvíce trpí jednopodlažní haly a rodinné domy. [43]

6.2 Poruchy z hlediska technického

Na střešní poruchy je nejčastěji nahlíženo ze dvou hledisek. Nejprve z hlediska technického, kde je snahou zjistit, zda se jedná o poruchu statickou, stavebně fyzikální, případně poruchu způsobenou nedokonalou vodotěsností. [44]

6.2.1 Statické poruchy

Poruchy tohoto typu nejčastěji vznikají už ve fázi navrhování, ale také ve fázi užívání a výjimečně ve fázi provádění. [44]

Časté jsou poruchy vzniklé přetížením konstrukce plynoucí ze špatného nadimenzování nosných konstrukcí střechy. Na vině může být projektant s chybným návrhem nebo firma provádějící realizace chybným způsobem. [4; 44]

Další problém může nastat při rekonstrukcích, které jsou prováděny stylem přidávání hydroizolačních vrstev. Důsledkem toho dojde ke zvýšení stálého zatížení působící na nosnou konstrukci střešního pláště a ta ztratí svoji únosnost. [4; 44]

K poruchám nebo případnému kolapsu střešní konstrukce může dojít také při změně způsobu užívání, na který byl střešní plášť původně navržen. Například při změně z nepochůzné střechy na pochůznou se zatížení diametrálně promění, a to může způsobit problémy. [4; 44]

Mezi statické poruchy se řadí mimo jiné také poruchy soudržnosti střešního pláště, při kterých může dojít k ulétnutí některých jeho částí a v extrémních případech i k ulétnutí celého pláště. Příčinou můžeme například hledat v nedostatečném mechanickém kotvení nebo korozi kotvicích prvků. [4; 44]

6.2.2 Poruchy stavebně fyzikální

Tyto poruchy se mohou vyskytnout ve fázi navrhování i provádění. Výjimečně vznikají i v průběhu užívání v případě markantních změn klimatu uvnitř či vně budovy. [44]

Projevem poruch tohoto typu je nadměrná kondenzace vodní páry uvnitř střešního pláště, která je zapříčiněna nedostatečným množstvím tepelné izolace nebo chybně odizolovanými detaily. [4; 44]

Do této kategorie také spadají poruchy akustických vlastností střechy, zejména nedostatečná vzduchová nebo kročejová neprůzvučnost. Také nadměrná hlučnost, způsobená poryvy větru nebo dopadem srážek na povrch střechy v jejichž důsledku kmitá střešní konstrukce, může být příčinou poruchy. [44]

6.2.3 Poruchy vodotěsnosti

V procesu navrhování, realizace i užívání střešního pláště mohou nastat problémy s vodotěsností, které se projevují zatékáním srážkové vody do vrstev střešního pláště nebo do prostoru pod střechou. [44]

Jako častá porucha bývá identifikována zdegradovaná hydroizolace. Ta se může vyskytnout, pokud nedochází k pravidelným údržbám střechy nebo nejsou prováděny s náležitou kázní. [4; 44]

Použití rizikových hydroizolačních materiálů si často také vybírá daň v podobě problémů s vodotěsností. Problém může nastat, pokud je zvolený materiál v dané situaci nevhodný, např. neodpovídá našim klimatickým podmínkám. [4; 44]

Pokud je střecha realizována nekvalifikovanými pracovníky, může být velmi rizikové i provedení detailů. Nesprávným řešením může velmi snadno dojít k zatékání vody do střešního souvrství. [44]

6.3 Poruchy z hlediska příčiny

Druhým hlediskem, které se zkoumá, je příčina poruch. Zde se zabýváme, kdo, nebo co stojí za vznikem poruchy. [44]

6.3.1 Poruchy způsobené vadou v projektu střechy

Vady v projektu nejčastěji vznikají při řešení detailů projektantem. Na chyby jsou náchylné detaily atik, okapů, říms a další detaily na vnějším obvodu střechy. Na vině bývá nedostatečná tepelná izolace v jejímž důsledku dochází ke vzniku tepelného mostu. Postiženým místem jsou styky obvodové stěny a nosné konstrukce střechy, kde začne kondenzovat vodní pára. Stejně vady se mohou vyskytnout také u detailů v ploše střechy (vpusti, komíny, střešní okna apod.). Zde ke kondenzaci dochází u vnitřního povrchu stropu nebo na stěně pod ním. [44]

6.3.2 Poruchy způsobené nekvalitním provedením

Neznalost technologického postupu či jeho zanedbání při realizaci jsou nejčastější příčinou těchto poruch. Vyskytují se ve spoustě variantách, ale nejčastěji je můžeme spojovat s kladením asfaltových pásů a fólií. [44]

Nedostatečným slepením dvou přesahujících asfaltových pásů může dojít k pronikání vody do vrstev střešního pláště. Ta nejenže se může dostat až do interiéru, ale také smáčí tepelnou izolaci, čímž výrazně oslabuje její tepelně izolační vlastnosti. Výsledkem je růst součinitele prostupu tepla a kondenzace v daném místě. [44]

Poruchy se často také tvoří v blízkosti střešních vtoků. Chybným napojením hydroizolace a střešního vtoku může docházet k zatékání. Problém může také nastat nevhodným výškovým osazením vtoku. Pokud není osazen v nejnižším místě začnou se v jeho okolí tvořit kaluže, které nadměrně namáhají hydroizolaci. Kaluže se mohou tvořit také chybným provedením spádu střechy. [44]

6.3.3 Poruchy způsobené zanedbanou údržbou

Pravidelná údržba je základem pro dlouhodobou životnost a bezporuchovost střešního pláště. Její zanedbávání nebo absolutní absence vede k rychlejšímu stárnutí prvků, jako jsou hydroizolace nebo klempířské konstrukce, v jejímž důsledku dochází k zatékání a ztrátě vodotěsnosti. [44]

Hromaděním nečistot na ploše střechy nebo ve žlabech a vtocích dochází ke zpomalení odtoku vody. Ta nestíhá efektivně odtékat a hromadí se, čímž urychluje degradaci krytiny a žlabů. [44]



Obr.21 Zamokření podhledu následkem zatékání [44]



Obr.23 Zanedbaná údržba střešní krytiny [44]



Obr.22 Trhlina v povlakové krytině způsobena nerovnoměrným sedáním [44]



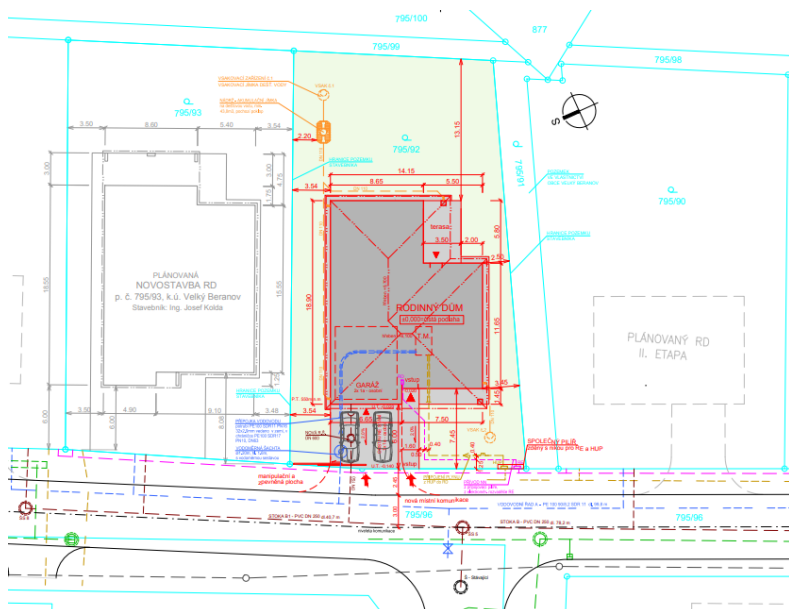
Obr.24 Zkondenzovaná voda na povrchu pojistné hydroizolace [44]

PRAKTICKÁ ČÁST

7 Rodinný dům Velký Beranov

Stavba rodinného domu se nachází v obci Velký Beranov nedaleko města Jihlava v Kraji Vysočina. Dům se nachází v lokalitě zvané Nové Domky, která je jednou ze 6 základních sídelních jednotek obce. Dům vznikl jako součást projektu výstavby 20 nových rodinných domů podél nových úseků místní komunikace. [45]

Parcela, na niž se rodinný dům nachází, je označena č. 795/92. Terén parcely je převážně rovinný, v nadmořské výšce 550 m. n. m. Umístění stavby na pozemku je patrné z přiloženého obrázku. [45]

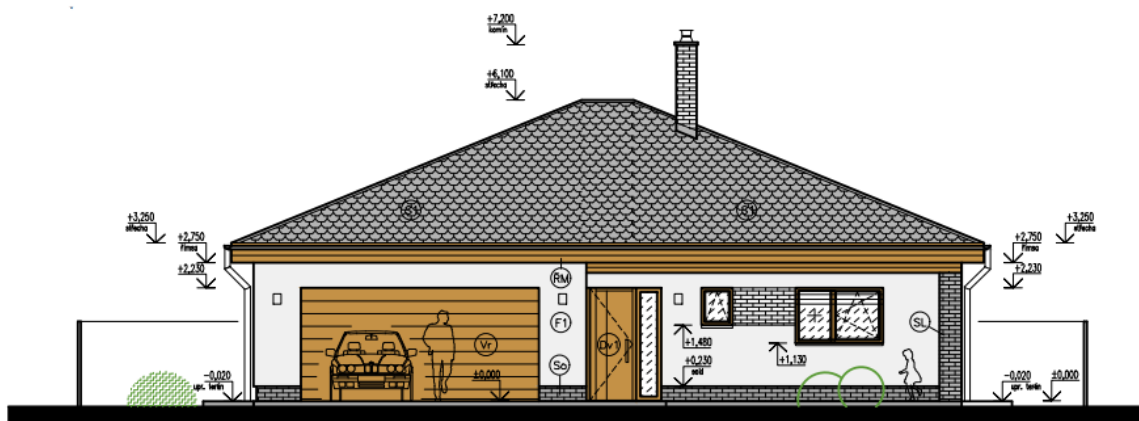


Obr.25 Koordinační situace [45]

7.1 Architektonické řešení

Stavba je kategorizována jako jednopodlažní, nepodsklepený rodinný dům o celkové výměře 183,7 m². Na parcele je zřízen samostatný vjezd s branou pro automobily a vstupní branka. Obě branky jsou zabudovány v uličním oplocení, kterým je pozemek kompletně obehnan. [45]

Hlavní vstup je situován směrem do ulice, k nově zřízené místní komunikaci. Za hlavním vstupem se nachází zádveř, na které přímo navazuje chodba propojující všechny místnosti dohromady. Součástí řešení je i venkovní terasa situována k jižní straně domu do klidové části zahrady. Terasa slouží zároveň jako letní vstup do domu. Dům dále disponuje garáží s kapacitou pro 2 osobní automobily. [45]



Obr.26 Pohled západní [45]



Obr.27 Pohled jižní [45]

7.2 Stavební řešení

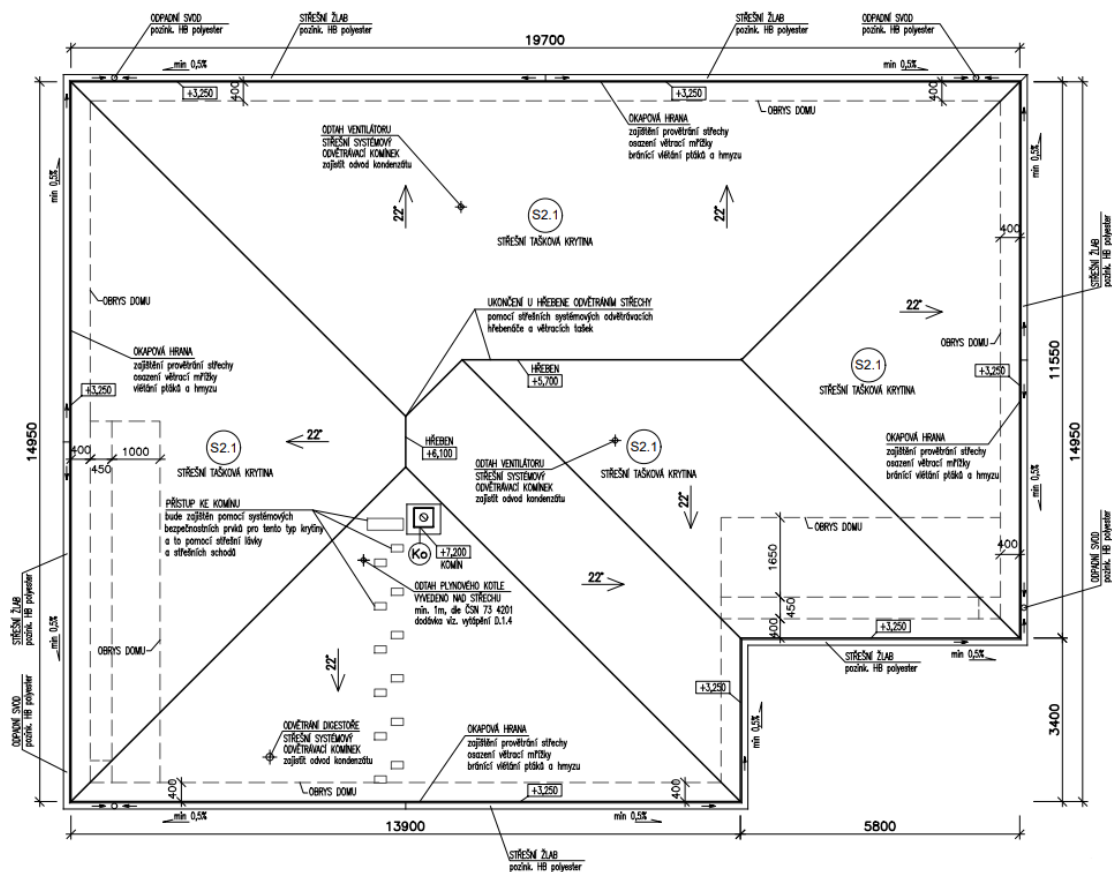
Stavba je založena na monolitických základových pasech šířky 600 mm, z prostého betonu třídy C20/25 – XC2. Stejný beton je použit také na železobetonovou desku tloušťky 150 mm, která je zřízena na základových pasech. Deska je vyztužena KARI sítěmi s oky 100/100 mm o průměru drátu 6 mm. Hydroizolace a protiradonová izolace desky bude provedena z PVC-P fólie tloušťky 1,5 mm. [45]

Objekt je z hlediska konstrukčního systému navržen jako stěnový zděný. Nosnou konstrukci objektů tvoří obvodové zdivo z keramických broušených bloků Porotherm 44 EKO+ Profi tloušťky 440 mm kladených na tenkovrstvou maltu M10. Změna nastává v případě soklu, který je proveden ze soklových cihel Porotherm 38 S Profi tloušťky 380 mm. [45]

V místech, kde střecha přesahuje přes obvodové stěny (u vstupu a venkovní terasy) je nesena ocelobetonovými průvlaky výšky 330 mm provedenými z vzájemně svařených profilů IPE 240

a IPE 200, které jsou uloženy do bednění ze štěpkocementových desek a obetonovány. Stejným způsobem jsou zřízeny na kolmo uložené příčné nosníky z IPE 240, IPE 200 a průvlaky vnitřních nosných stěn z IPE 180. [45]

Objekt je zastřešen pomocí šikmé valbové střechy se sklonem 22° o ploše 274,8 m², jejíž nosnou konstrukci tvoří dřevěný tesařský krov, který je tvořen soustavou krokví, sloupků, vaznic a pozednic. Zvoleným materiálem pro krov je rostlé dřevo s třídou pevnosti C24, chemicky ošetřené a impregnované. Na střešní latě je položena keramická střešní krytina. [45]



Obr.28 Půdorys střechy rodinného domu [45]

8 Kritéria hodnocení

Jednotlivá kritéria jsou zvolena tak, aby byly vzaty v potaz náklady a příspěvky, které s pořízením střešní konstrukce souvisí, a pomocí kterých budeme schopni vybrat nejvhodnější variantu. **Jsou jimi pořizovací náklady, náklady na údržbu, náklady na opravy a možnost využití dotace.**

8.1 Pořizovací náklady

Pořizovací náklady zahrnují všechny položky skladby střešního pláště včetně nosné konstrukce a také doplňkové konstrukce a prvky potřebné ke správnému plnění funkce střešního pláště.

Položky budou oceněny směrnými cenami v rozpočtářském programu KROS 4 od společnosti ÚRS CZ a.s., který využívá nejaktuálnější verzi cenové soustavy ÚRS 2023/I.

8.2 Provozní náklady

Žádná střecha není bezúdržbová a pravidelnými kontrolami můžeme předejít poruchám, které zkracují jejich životnost. Ke každé střešní konstrukci by měl být zpracován plán kontrol a údržby, který definuje, jak často by kontroly měly být prováděny a v jakém rozsahu. Zpravidla by měly být prováděny minimálně jednou za rok, odborníky je však doporučováno je vykonávat dvakrát za rok, a to na podzim po opadu listí a po zimě.

Stanovení jednotlivých činností kontrol a údržby proběhlo po konzultaci s odbornými firmami, které se touto činností zabývají a stejně tomu bylo i v případě nacenění.

8.3 Náklady na opravu

I pokud je bráno v potaz, že je střecha provedena v souladu s technologickými předpisy a dle norem, může dojít k poruchám, které vyžadují více či méně nákladné opravy. Oprava šikmých střech je zpravidla daleko snadnější a méně nákladná než v případě plochých střech.

Podrobněji je poruchám, které u střešních plášťů mohou nastat, věnován prostor v 6. kapitole této práce. **V tomto případě je u plochých střech uvažována jedna z nejčastějších poruch, a to degradace hydroizolace.**

8.4 Možnost využití dotačního programu

Ministerstvo životního prostředí již od roku 2014 aktivně podporuje snižování energetické náročnosti budov v programu Zelená úsporám. V říjnu roku 2021 byla spuštěna druhá etapa tohoto dotačního

programu s názvem Nová zelená úsporám, která výši podpory dále navýšila a rozšířila její působení také na energetické úspory u bytových domů, program Dešťovka poskytující podporu pro systémy hospodařící s dešťovou vodou a systémy pro ohřev vody pomocí tepelného čerpadla. [46]

Podpora je poskytována celkově v 5 oblastech značených A, B, C, D, E. Oblast A se zaměřuje na zateplení objektu, oblast B na opatření pro novostavby, výměnou zdrojů energie se zabývá oblast C, oblast D specifikuje adaptační a mitigační opatření, zatímco oblast E stanovuje podmínky projektové podpory. [46; 47]

Práce se bude dále věnovat pouze oblasti D, jelikož druhá její podoblast stanovuje podmínky pro získání dotace na vybudování zelené střechy. [46]

9 Návrh variant zastřešení

Tato práce si dává za cíl porovnat různé varianty zastřešení a na základě stanovených kritérií vyhodnotit, která z nich bude pro daný objekt nejvhodnější. S vybranými variantami čtenáře práce seznamuje níže.

9.1 Šikmá jednoplášťová valbová střecha

Tento typ střechy a její skladba je převzata z projektové dokumentace daného rodinného domu. Jedná se o tradiční valbovou střechu se sklonem 22°. Nosná konstrukce se skládá z krokví podepřených vrcholovými vaznicemi z profilu 160/250 mm a nárožními krokviemi z profilu 140/250 mm. Vrcholové vaznice jsou podpírány sloupky z profilu 160/160 mm.

Na krokvích je přibit prkenný záklop, který ztužuje střechu a slouží jako podklad pro doplňkovou hydroizolaci. Provětrávanou mezeru tvoří kontralatě z profilu 50/40 mm. Kolmo na ně jsou umístěny střešní latě z profilu 60/40 mm, na které je upevněna keramická střešní krytina.

VRSTVA	MATERIÁL	TLOUŠŤKA (mm)
Krytina	Keramická střešní krytina	-
Střešní latě	Střešní latě 60×40 mm, impregnované	40
Kontralatě	Kontralatě 50×40 mm, impregnované	40
Pojistná hydroizolace	Difúzně propustná PP fólie	-
Podklad pro hydroizolaci	Prkenný záklop na krokvích z OSB desek	25
Nosná konstrukce	Dřevěný tesařský krov	-

Tab.1 Skladba šikmé jednoplášťové valbové střechy [45]

9.2 Plochá jednoplášťová střecha s asfaltovým pásem

Další variantou je plochá jednoplášťová s klasickým pořadím vrstev, kde povlakovou krytinu tvoří modifikované asfaltové pásy. Nosnou konstrukci tvoří systémový strop tvořený cihelnými vložkami a vyztuženými stropními trámy, na který je natavena parotěsnicí vrstva. Spád střechy je vytvářen spádovými klíny z pěnového polystyrenu, na které je uložena tepelná izolace také z pěnového polystyrenu. Půdorys objektu zůstane nezměněn.

VRSTVA	MATERIÁL	TLOUŠŤKA (mm)
Hydroizolační vrchní	Natavitelný pás z modifikovaného asfaltu SBS	5,0
Hydroizolační podkladní	Samolepící pás z modifikovaného asfaltu SBS	3,0
Tepelněizolační	Desky z pěnového EPS 100	180
Tepelněizolační spádová	Spádové klíny EPS 100	min. 30, ø 80
Parotěsnící	Natavitelný pás z modifikovaného asfaltu SBS	4,0
Přípravná	Asfaltová penetrační emulze	-
Nosná konstrukce	Keramický strop	210

Tab.2 Skladba ploché jednoplášťové asfaltové střechy (Zdroj: autor)

9.3 Plochá jednoplášťová extenzivní střecha

Vegetační střecha si v dnešní době získává čím dál tím větší popularitu díky množství výhod, které jsou podrobněji rozebírány v podkapitole 4.3.4.

Střecha je navržena jako extenzivní, kde je zeleň pokládána formou předpěstovaných rohoží. Výhodou těchto rohoží je okamžité dosažení finálního vzhledu vegetační plochy. Zeleň je uložena do substrátu s převažující anorganickou složkou, který je netkanou textilií z polypropylenu ve dvou vrstvách a fólií z PVC oddělen od tepelně izolační vrstvy. Aby byla splněna podmínka pro získání příspěvku z programu NZÚ, musí textilie, která tvoří ochranu vrstvu ve skladbě střechy, disponovat minimální plošnou hmotností 500 g/m². Nesmírně důležitá je také přítomnost perforované nopové fólie mezi vrstvami textilie. Jejím úkolem je zadržování závlahy ve skladbě střechy, kterou rostliny mohou absorbovat mezi závlahami a v období sucha.

Tepelná izolace je kladena ve dvou vrstvách. V obou případech se jedná o desky z pěnového polystyrenu lepené polyuretanovým lepidlem. Nosnou konstrukci tvoří systémový strop tvořený cihelnými vložkami a vyztuženými stropními trámy. Půdorys objektu zůstane nezměněn.

VRSTVA	MATERIÁL	TLOUŠŤKA (mm)
Vegetační	Předpěstovaná vegetační rohož	25 - 40
Stabilizační	Substrát pro extenzivní zeleň	80
Filtrační	Netkaná textilie z polyprop. vláken, 200 g/m ²	2,0
Drenážní	HDPE (nopová) fólie	20
Ochranná	Netkaná textilie z polyprop. vláken, 500 g/m ²	2,9
Hydroizolační	mechanicky kotvená PVC fólie	1,8
Separační	Netkaná textilie z polyprop. vláken, 300 g/m ²	2,9
Tepelněizolační	Desky z pěnového EPS 150	80
Tepelněizolační spádová	Spádové klíny EPS 150	160
Parotěsnící	Natavitelný pás z modifikovaného asfaltu SBS	4,0
Přípravná	Asfaltová penetrační emulze	-
Nosná konstrukce	Keramický strop	210

Tab.3 Skladba ploché jednoplášťové extenzivní střechy (Zdroj: autor)

10 Stanovení nákladů jednotlivých variant

V této kapitole jsou vyčísleny jednotlivé náklady u každé z variant střešního pláště. Jedná se o základní rozpočtové náklady (ZRN). Vedlejší rozpočtové náklady (VRN) nejsou uvažovány. K jejich stanovení poslouží cenové soustavy CS ÚRS v hladině 2023/I a získané podklady. Z hlediska životnosti jsou jednotlivé varianty sledovány po dobu 50 let.

10.1 Šikmá jednoplášťová valbová střecha

U tohoto typu střechy jsou očekávány nejvyšší pořizovací náklady. Předpokládáme ovšem nižší provozní náklady a náklady na opravu oproti ostatním variantám.

10.1.1 Pořizovací náklady

V realizačních nákladech jsou zahrnuty veškeré prvky tesařského krovu, střešní krytina a další položky skladby. Dále nejsou opomenuty ani klempířské prvky a stropní konstrukce včetně sádkartonových podhledů. Některé pomocné prvky, jako např. „Lešení lehké pracovní pomocné“ v pořizovacích nákladech není zahrnuto, jelikož se objevuje u všech 3 variant.

Základní rozpočtové náklady (ZRN), jsou pro tuto variantu zastřešení stanoveny za pomoci programu KROS 4. Výstup z programu je přiložen v příloze. Uvedeny jsou nejprve náklady bez DPH, poté je určena a připočítána příslušná sazba DPH.

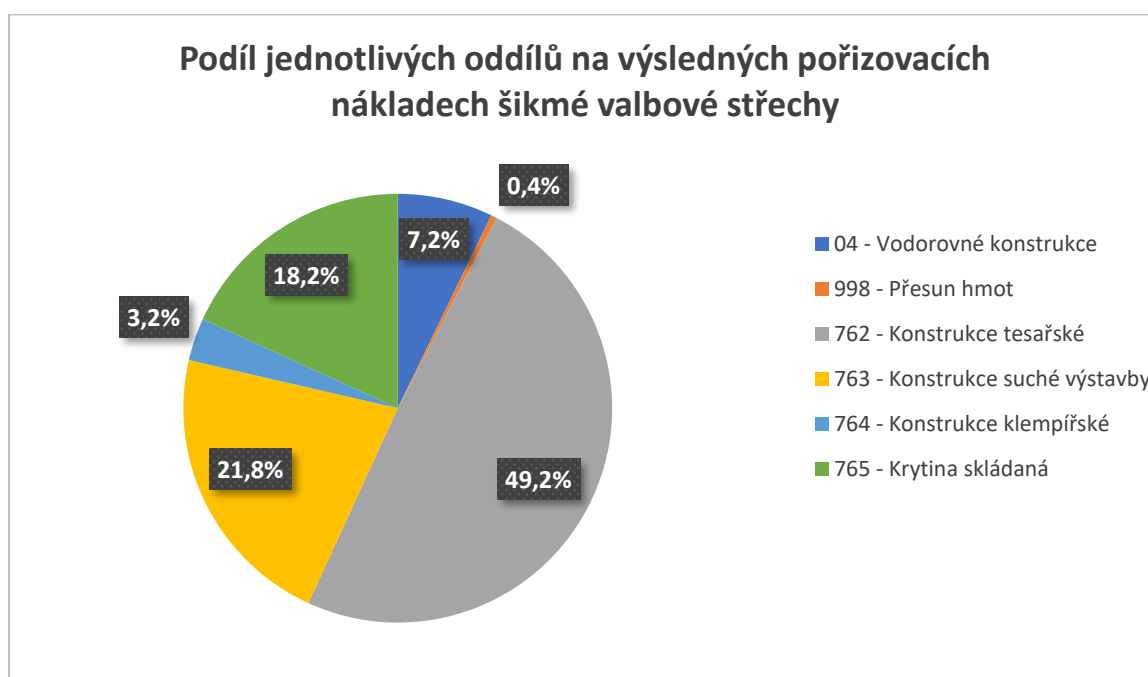
Stavby pro bydlení mohou dle §48a, odst. 1 Zákona o DPH a §121, odst. 1 zákona č. 40/1964 Sb., Občanského zákoníku uplatňovat sníženou sazbu DPH 15 %.

Zřízení šikmé jednoplášťové valbové střechy vyjde celkově na 1 741 035 Kč bez DPH, respektive 2 002 190 Kč s DPH. Pokud bereme v potaz pouze střechu samotnou bez stropní konstrukce náklady činí 1 091 158 Kč bez DPH, respektive 1 254 832 Kč s DPH.

Nejvíce nákladným oddílem je oddíl 762 – Konstrukce tesařské, který kompletně oceňuje tesařský krov a stropní trámy. Do celkových nákladů přispívá částkou 856 786 Kč bez DPH, respektive 985 304 Kč s DPH.

Náklady ze soupisu prací		1 741 034,51
HSV - Práce a dodávky HSV		132 903,82
4 - Vodorovné konstrukce		125 252,00
998 - Přesun hmot		7 651,82
PSV - Práce a dodávky PSV		1 608 130,69
762 - Konstrukce tesařské		856 785,88
763 - Konstrukce suché výstavby		378 885,68
764 - Konstrukce klempířské		55 986,45
765 - Krytina skládaná		316 472,68

Obr.29 Pořizovací náklady (bez DPH) na šikmou valbovou střechu (Zdroj: autor)



Obr.30 Graf zobrazující podíl jednotlivých oddílů na výsledných pořizovacích nákladech šikmé valbové střechy (Zdroj: autor)

10.1.2 Provozní náklady

Je známo, že šikmé střechy jsou na údržbu poměrně nenáročné a kontroly nejsou zdaleka tak časté, jako v případě plochých střech. Zpravidla platí, že pokud je krytina provedena v souladu s doporučením výrobce, tak by měla být bezúdržbová. Dotázané firmy se shodly a doporučily údržbu provést před vypršením záruky na střešní krytinu. V případě keramických střešních krytin bývá garantována záruka po dobu 30 let.

V případě, že se pro kontrolu rozhodneme, začíná nejčastěji vizuální prohlídkou, kde dochází ke kontrole samotné krytiny. Pozornost je upřena na poškozené kusy tašek s patrnými trhlinami, které musí být vyměněny. Prověřeno musí také být upevnění řezaných tašek v úžlabí a nároží, které bývají

vystaveny náporu větru. V neposlední řadě proběhne kontrola klempířských prvků a je ověřena průchodnost vodních odtoků.

Údržba šikmé střechy je finančně i časově o něco náročnější oproti klasickým plochým střechám. Důvodem je nutnost jištění pracovníků proti pádu a stejně tak nutnost provedení záchytného systému na střeše.

Provozní náklady pro tento typ zastřešení byly stanoveny na základě konzultace s odborníky ve firmách, které se zabývají údržbou a čištěním střech. Prostřednictvím emailové a telefonické komunikace byla sdělena doporučení a cenové odhady pro tuto variantu. Obdržené odhady byly poté zprůměrovány a byla stanovena jednotková cena v Kč/m².

Údržba bude tedy provedena v 30. roce provozu střechy před vypršením záruky. Jednotková cena v tomto případě stanula na 46 Kč/m² plochy šikmé střechy. **Celkové náklady na údržbu této varianty zastřešení vycházejí na 12 641 Kč bez DPH za celou dobu provozu střechy.**

10.1.3 Náklady na opravy

Opravy šikmých střech nejsou zdaleka tak časté jako u plochých střech. Nahrává tomu fakt, že skladba střechy je lépe přístupná a pozorovatelná. Většinu případných vad a poruch jsme tak schopni odhalit již v počátku jejich vzniku.

Udávaná životnost střešní krytiny je výrobcem stanovena na 80-100 let, což výrazně převyšuje sledované období 50 let. Z konzultací s odbornými pracovníky vyplynulo, že pokud střecha byla provedena kvalitně a byly dodrženy technologické předpisy a normy, rozsáhlým opravám se v horizontu 50 let vyhneme.

10.2 Plochá jednoplášťová střecha s asfaltovým pláštěm

Předpokladem pro tuto variantu zastřešení jsou nižší pořizovací náklady vzhledem k šikmé střeše i ploché extenzivní střeše. Náklady na provoz a opravy by ovšem mohly vyšplhat do vyšších částek. Uvedeny jsou nejprve náklady bez DPH, poté je určena a připočítána příslušná sazba DPH.

10.2.1 Pořizovací náklady

V pořizovacích nákladech se promítne změna v nosné konstrukci střechy. Namísto trémového stropu bude zřízen systémový strop tvořený cihelnými vložkami a vyztuženými stropními trámy, který splňuje podmínky pro využití této skladby. V nákladech je zahrnuta i atika, jejíž návrh i skladba je převzata od výrobce stropní konstrukce. Dále jsou oceněny všechny položky střešní skladby

a doplňkové konstrukce. Některé pomocné prvky, jako např. „Lešení lehké pracovní pomocné“ v pořizovacích nákladech není zahrnuto, jelikož se objevuje u všech 3 variant.

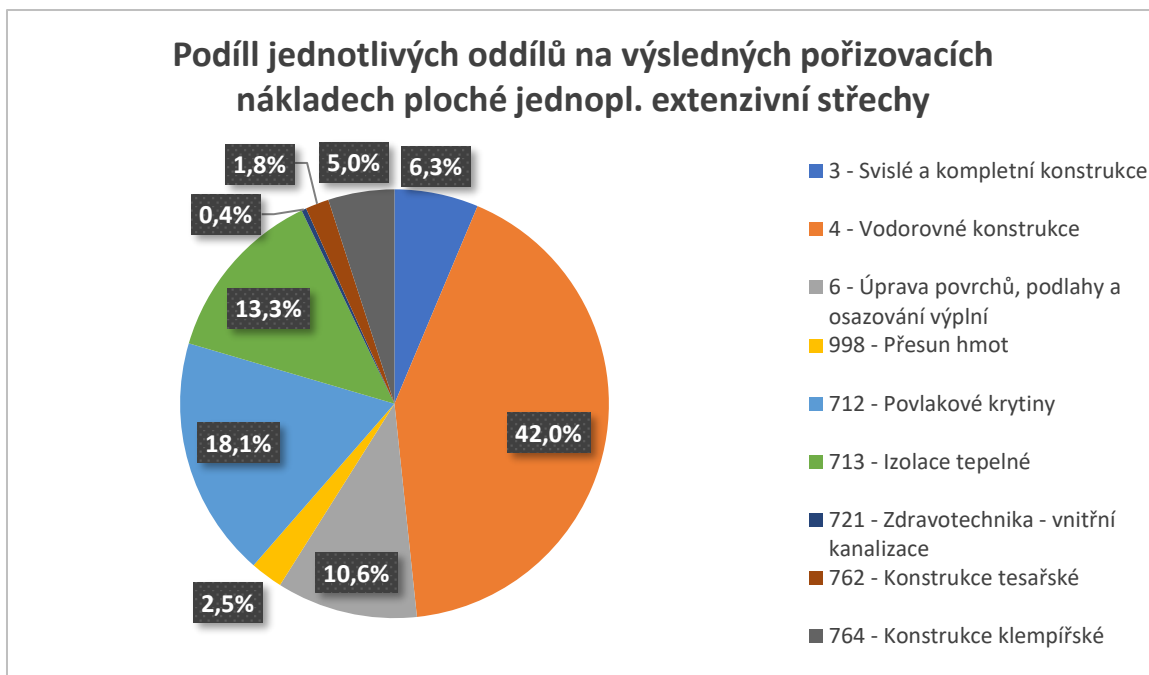
Obr.31 blíže specifikuje základní rozpočtové náklady, které bude třeba vynaložit na zastřešení pomocí jednoplášťové střechy s asfaltovými pásy. Uvedeny jsou nejprve náklady bez DPH, poté je určena a připočítána příslušná sazba DPH.

Výstavba jednoplášťové asfaltové střechy se vyšplhá na 1 585 529 Kč bez DPH, tedy 1 823 358 Kč s DPH. Střecha samotná, pokud neuvažujeme stropní konstrukci, nás vyjde celkem na 851 810 Kč bez DPH, tedy 979 582 Kč s DPH.

Nejnákladnějším oddílem je oddíl 04 – Vodorovné konstrukce, který oceňuje stropní nosnou konstrukci. S částkou 665 823 Kč bez DPH, tedy 765 697 Kč s DPH, tvoří 42 % celkových nákladů na tuto variantu zastřešení.

Kód dílu - Popis	Cena celkem [CZK]
Náklady ze soupisu prací	1 585 528,91
HSV - Práce a dodávky HSV	973 751,56
3 - Svislé a kompletní konstrukce	100 444,50
4 - Vodorovné konstrukce	665 823,30
6 - Úpravy povrchů, podlahy a osazování výplní	168 608,24
998 - Přesun hmot	38 875,52
PSV - Práce a dodávky PSV	611 777,35
712 - Povlakové krytiny	287 451,73
713 - Izolace tepelné	211 283,40
721 - Zdravotechnika - vnitřní kanalizace	5 763,23
762 - Konstrukce tesařské	28 103,44
764 - Konstrukce klempířské	79 175,55

Obr.31 Pořizovací náklady (bez DPH) na plochou jednoplášťovou asfaltovou střechu (Zdroj: autor)



Obr.32 Graf zobrazující podíl jednotlivých oddílů na výsledných pořizovacích nákladech ploché jednopl. extenzivní střechy (Zdroj: autor)

10.2.2 Provozní náklady

Povrchovou vrstvu střešního pláště tvoří hydroizolace z asfaltových pláštů. K tomu se pojí jedno zásadní pravidlo, která je třeba dodržet při provádění kontrol a údržby. Na střechu je zakázáno vstupovat, pokud venkovní teplota přesáhne teplotu 25 °C. Dojde-li k neuposlechnutí tohoto pravidla, obuv pracovníků může protlačit stopy do asfaltové krytiny, které mohou zapříčinit vznik prohlubní a trhlin.

Prvním krokem při údržbě střešního pláště je vizuální kontrola podstřeší. Cílem je odhalit veškeré stopy po vlhkosti nebo plísni, které mohou signalizovat výskyt poruchy.

Dále následuje prohlídka střechy s cílem identifikovat vše, co znečišťuje povrch střechy. Ať už se jedná o nežádoucí zeleň či nánosy bahna a větví, všechny nepůvodní předměty musí být odstraněny.

V dalším kroku pracovníci zkontrolují stav vtoků, žlabů a veškerých svodů. Je důležité dbát na to, aby byly průchodné a nedocházelo tak k zadržování vody. Prověřen musí být také stav oplechování a tmelení.

V neposlední řadě musí proběhnout kontrola napojení krytiny na komín, střešní vtoky, výlez a další prostupující konstrukce, protože tyto detaily jsou náchylné na poruchy. Ověřena musí být také neporušenost hydroizolace a těsnost jejich spojů.

Cena údržby byla stanovena jako součin jednotkové ceny za metr čtvereční a plochy střechy, která činí 183,7 m². Jednotková cena byla stanovena na základě oslovení odborných firem, které se zabývají touto činností. Nabídky byly zprůměrovány a byla stanovena jednotková cena 28 Kč/m².

Údržbu střechy je doporučeno provádět dvakrát za rok, a to na jaře a na podzim. Náklady na údržbu ploché jednoplášťové asfaltové střechy tedy činí 10 287 Kč/rok bez DPH.

10.2.3 Náklady na opravu

Životnost střešních asfaltových pásů je odhadována v rozmezí 20-50 let. Pokud dojde ke zprůměrování tohoto intervalu, životnost se změní na 35 let. To značí, že ve sledovaném období pravděpodobně dojde k poničení hydroizolace i přes pravidelnou a poctivou kontrolu.

Degradaci má na svědomí UV záření a dalších vnější vlivy, kterým se dá jen těžce ubránit. Postupnou degradací dojde, k již zmiňovanému poničení hydroizolace, což vede k zatékání, které má za následek znehodnocení všech vrstev střešního pláště. Musí nastat rekonstrukce v podobě odstranění všech vrstev střechy až po stropní konstrukci a bude vybudována nová střešní konstrukce.

Obr.33 zobrazuje, jaké náklady je nutné vynaložit na stržení skladby střechy v rámci rozsáhlé opravy v průběhu sledovaného období, jejíž příčinou je silné zatékání do vrstev střešní skladby způsobené kompletně zdegradovanou hydroizolací.

Náklady na kompletní opravu této varianty zastřešení se zastavily na částce 155 611 Kč bez DPH, tedy 178 953 Kč s DPH. V ceně je zahrnuto odstranění atiky, zlikvidování vrstev skladby střechy a oplechování, manipulace se sutí a převoz vzniklé suti na nejbližší skládku.

Kód dílu - Popis	Cena celkem [CZK]
Náklady ze soupisu prací	155 611,13
HSV - Práce a dodávky HSV	101 345,78
9 - Ostatní konstrukce a práce, bourání	13 404,53
997 - Přesun sutě	87 941,25
PSV - Práce a dodávky PSV	54 265,35
712 - Povlakové krytiny	27 122,29
713 - Izolace tepelné	12 822,26
764 - Konstrukce klempířské	14 320,80

Obr.33 Náklady na opravu (bez DPH) ploché jednoplášťové asfaltové střechy (Zdroj: autor)

10.3 Plochá jednoplášťová extenzivní střecha

Specifické požadavky skladby extenzivní střechy napovídají tomu, že pořizovací náklady budou poměrně vysoké, ne ovšem vyšší ve srovnání se šikmou střechou. Zeleň také vyžaduje zvláštní péči, což by se mohlo negativně podepsat na výši provozních nákladů.

10.3.1 Pořizovací náklady

Pořizovací náklady opět počítají s nosnou konstrukcí střechy v podobě systémového stropu z cihelných vložek a stejně jako v případě jednoplášťové ploché asfaltové střechy je i zde zahrnuta atika. Dále jsou oceněny všechny položky střešní skladby, doplňkové konstrukce a obsypové plochy v šířce 500 mm podél atiky. Některé pomocné prvky, jako např. „Lešení lehké pracovní pomocné“ v pořizovacích nákladech není zahrnuto, jelikož se objevuje u všech 3 variant.

Obr.34 blíže specifikuje na kolik vyjde zřízení jednoplášťové ploché extenzivní střechy. Uvedeny jsou nejprve náklady bez DPH, poté je určena a připočítána příslušná sazba DPH.

Na vybudování jednoplášťové extenzivní střechy bude nutno vynaložit celkových 1 888 034 Kč bez DPH, respektive 2 171 239 Kč s DPH. Pokud si odmyslíme stropní konstrukci a uvažujeme pouze samotnou střechu, náklady činí 1 154 314 Kč bez DPH, respektive 1 327 461 Kč s DPH.

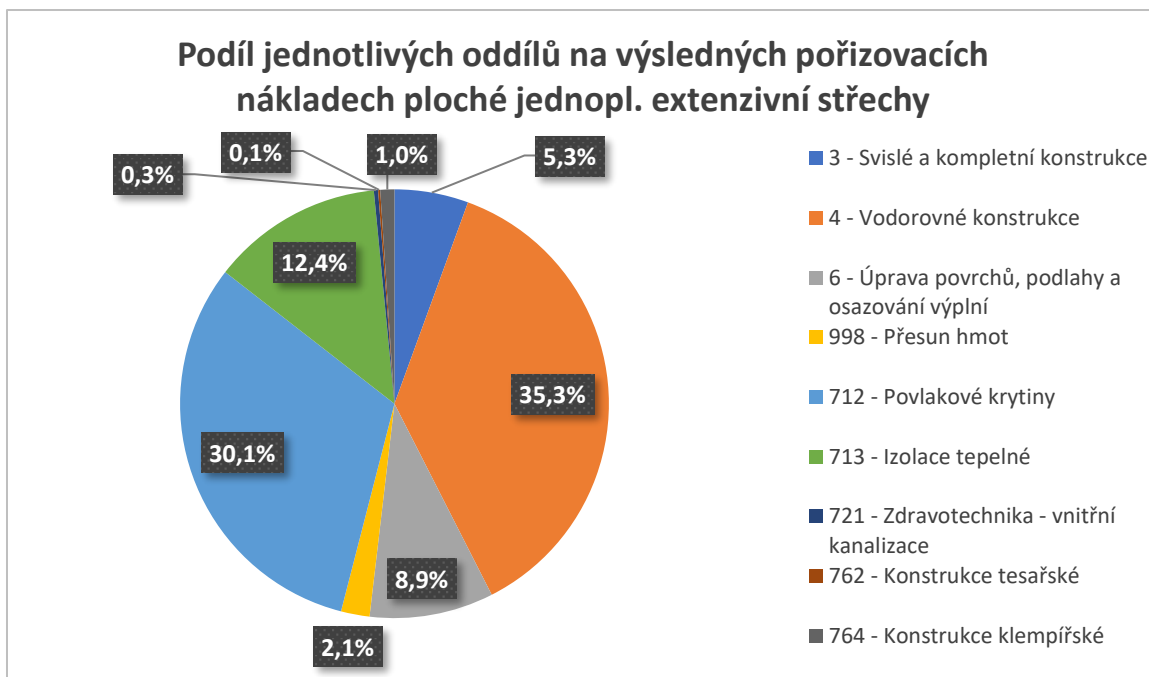
Nejnákladnějším oddílem je nadále oddíl 04 – Konstrukce vodorovné s částkou 665 823 Kč bez DPH, respektive 765 697 Kč s DPH. Největší skok v nákladech byl zaznamenán v oddílu 712 – Povlakové krytiny, který oceňuje skladbu střechy s výjimkou tepelné izolace. Oproti předchozí variantě náklady v tomto oddílu vzrostly o 280 522 Kč bez DPH, respektive 322 600 Kč s DPH.

Kód dílu - Popis

Cena celkem [CZK]

Náklady ze soupisu prací	1 888 033,08
HSV - Práce a dodávky HSV	973 751,56
3 - Svislé a kompletní konstrukce	100 444,50
4 - Vodorovné konstrukce	665 823,30
6 - Úpravy povrchů, podlahy a osazování výplní	168 608,24
998 - Přesun hmot	38 875,52
PSV - Práce a dodávky PSV	914 281,52
712 - Povlakové krytiny	567 973,74
713 - Izolace tepelné	233 265,56
721 - Zdravotechnika - vnitřní kanalizace	5 763,23
762 - Konstrukce tesařské	28 103,44
764 - Konstrukce klempířské	79 175,55

Obr.34 Pořizovací náklady (bez DPH) na plochou jednoplášťovou extenzivní střechu (Zdroj: autor)



Obr.35 Graf zobrazující podíl jednotlivých oddílů na výsledných pořizovacích nákladech ploché jednopl. extenzivní střechy (Zdroj: autor)

10.3.2 Provozní náklady

Extenzivní střecha není svojí údržbou o tolik náročnější oproti ostatním typům střech. Využití předpěstované vegetační rohože oproti klasické výsadbě na místě bude v prvním roce užívání vyžadovat větší péči. Výrazně je ovšem sníženo riziko špatného uchycení vegetace a opakování výsadby.

V první řadě je stěžejní zajistit a pohlídat, aby kořeny vysazených rostlin nepronikly hydroizolací. V rámci údržby je dále prováděno odstraňování nežádoucí a odumřelé vegetace. Probíhá odstranění náletových dřevin a odplevelení zeleně. Plevel je také nutno odstranit z obsypových ploch.

V neposlední řadě probíhá pohnojení zeleně hnojivem společně s doplněním substrátu. Údržba je završena kontrolou průchodnosti odvodňovacích prvků.

Pro stanovení provozních nákladů byly znovu využity rady a cenové odhady poptaných odborných firem, které se údržbou zelených střech zabývají. Po emailové a telefonické komunikaci byly obdržené odhady zprůměrovány získána jednotková cena 34 Kč/m². Plocha střechy činí 183,7 m².

I v případě extenzivní zelené střechy je údržbu střechy doporučeno provádět dvakrát za rok, a to na jaře a na podzim. Náklady na údržbu ploché jednoplášťové zelené střechy se tedy vyšplhají na 12 492 Kč/rok bez DPH.

10.3.3 Náklady na opravy

Pro zelené střechy je charakteristické, že pokud byly při provádění dodrženy provedeny technologické předpisy a normy, životnost nebývá nijak omezena. Velkou měrou tomu napomáhá šikovní umístění hydroizolace, která je v podstatě „schovaná“ pod vegetační vrstvou. Je tak zabráněno její degradaci působením vnějších vlivů, jako je UV záření, sníh, vítr či déšť.

Tato skutečnost byla potvrzena i dotázanými odborníky, a proto bude předpokládáno, že k opravám v rámci námi sledovaného období nedojde.

10.3.4 Možnost čerpání dotací

Zelená střecha s sebou přináší nespornou výhodu v podobě možnosti získat příspěvek na její zřízení v rámci programu Nová zelená úsporám. Pro žádnou jinou z těchto variant zastřešení zisk dotace není umožněn. Možnost získat příspěvek v rámci NZÚ nabízí i šikmá střecha, pokud je provedena jako vegetační. Příspěvek by v tomto případě byl vyšší, ale stejně tak by vzrostly vynaložené náklady na realizaci této střechy.

Podmínky pro získání dotace jsou stanoveny v příručce s názvem Závazné pokyny pro žadatele a příjemce podpory programu Nová zelená úsporám v podkapitole 4.4.2.2 kapitoly D.

Pro vyměření výše přispívané částky využijeme Tab.4 uveřejněnou v již zmiňované příručce. Výše podpory je stanovena na základě plochy zelené střechy. Maximální výše podpory je zastropována na 100 000 Kč.

Typ zelené střechy	Plochá střecha [Kč/m ²]	Šikmá střecha se sklonem nad 12° [Kč/m ²]
Extenzivní	700	800
Intenzivní a polointenzivní	900	1000

Tab.4 Výše podpory v podoblasti D.2 [47]

Pronásobením odpovídající jednotkové ceny z Tab.4 s plochou extenzivní zelené střechy byl vyměřen příspěvek 128 590 Kč. Tím by však byla překročena maximální možná výše příspěvku stanovena vyhlášovatelem dotačního programu. **Stavba bude tedy čerpat maximální možný příspěvek ve výši 100 000 Kč.**

11 Vyhodnocení a doporučení nejvhodnější varianty

V této kapitole dochází ke zhodnocení nabytých poznatků a informací za účelem doporučení té neoptimálnější varianty zastřešení pro daný řešený objekt. Jednotlivé varianty střešních pláštů jsou ekonomicky vyhodnoceny na základě stanovených kritérií. Jsou jimi pořizovací náklady, provozní náklady po dobu 50 let, náklady na případné opravy vážných poruch a možnost získání příspěvku z dotačního programu. Diskutovány jsou také ostatní potenciální faktory, které mohou sehrát roli při rozhodování o výběru nejvhodnější varianty zastřešení.

Náklady jednotlivých kritérií jsou stanoveny za pomoci rozpočtářského programu KROS 4 cenové soustavy CS ÚRS, výpočtem dle příslušných dokumentů a vyměřením na základě konzultace s odborníky. Budou porovnávány náklady bez započtení sazby DPH.

11.1 Pořizovací náklady

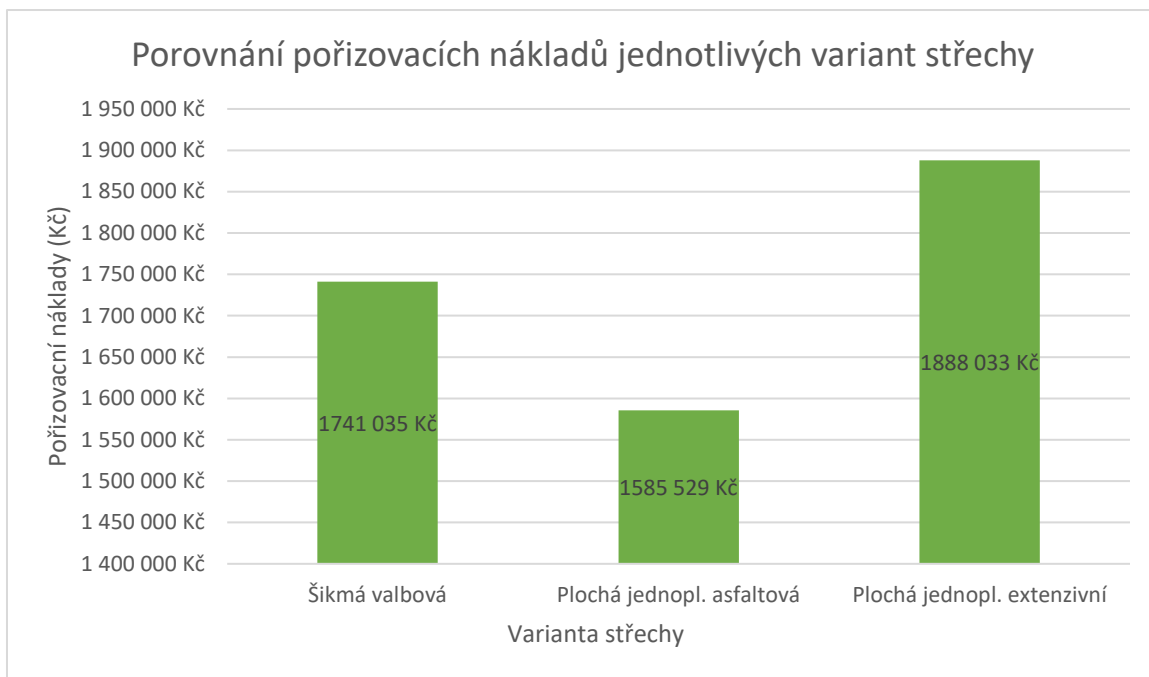
Pořizovací náklady byly stanoveny jako základní rozpočtové náklady (ZRN) střešního pláště. Vedlejší rozpočtové náklady (VRN) nejsou v tomto případě uvažovány. Veškeré montážní i specificační položky jsou oceněny směrnými cenami v aktuální cenové soustavě ÚRS 2023/I.

Jako nejnákladnější a nejméně úsporná se z hlediska pořizovacích nákladů jeví varianta ploché zelené extenzivní střechy s částkou 1 888 033 Kč.

Na druhém místě se umístila střecha šikmá valbová, jejíž realizace vychází na 1 741 035 Kč, tedy o 146 998 Kč levněji.

Nejvýhodněji při porovnání realizačních nákladů působí varianta střechy ploché jednoplášťové s asfaltovými pásy, jejíž realizace vychází na 1 585 529 Kč. To je pro kontext o 155 506 Kč méně než v případě šikmé valbové střechy. Stejně je tomu tak i v porovnání se zelenou extenzivní plochou střechou, kde rozdíl činí 302 504 Kč.

Předpoklady pro pořizovací náklady vyřčené v prvním odstavci u každé z variant v kapitole 9 se částečně naplnily. Tvrzení, že jednoplášťová plochá asfaltová střecha bude mít nejnižší pořizovací náklady, se potvrdilo. Vyvrácen byl ovšem předpoklad, že by zřízení šikmé střechy bylo nejnákladnější, stejně tak srovnatelnost nákladů šikmé valbové a ploché extenzivní střechy. Rozdíl 146 998 Kč nelze považovat za zanedbatelný.



Obr.36 Graf zobrazující porovnání pořizovacích nákladů (bez DPH) jednotlivých variant střechy (Zdroj: autor)

11.2 Provozní náklady

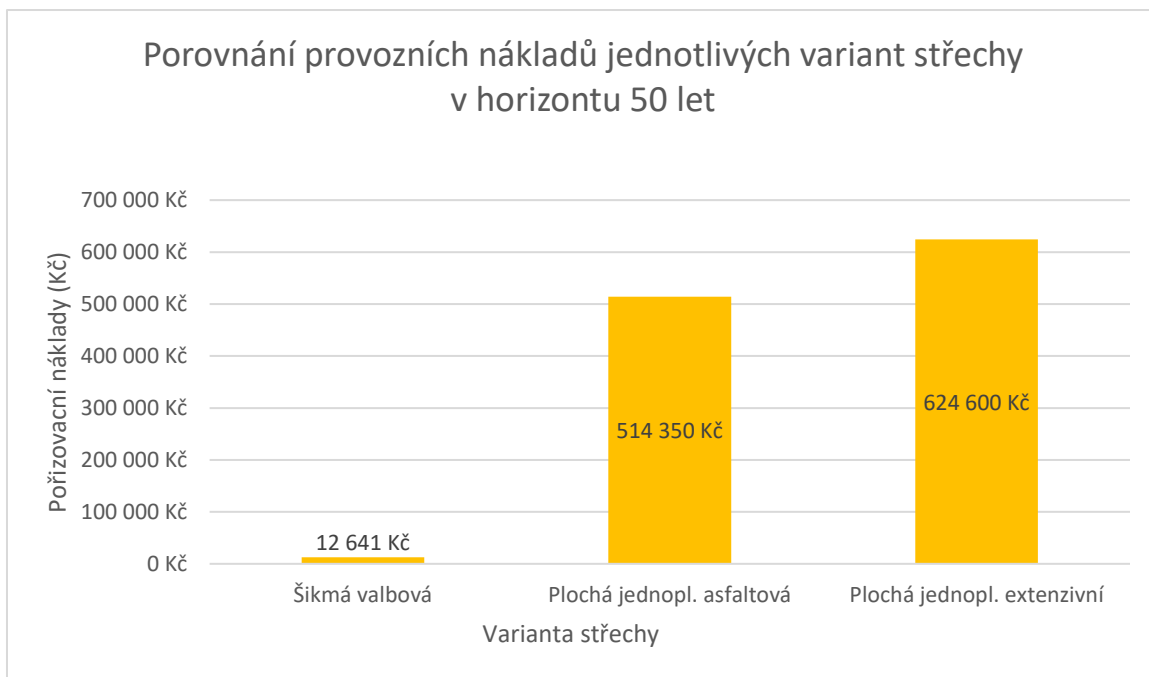
Provozní náklady byly pro všechny typy zastřešení stanoveny na základě konzultace s odborníky ve firmách, které se zabývají údržbou a čištěním střech. Sledované střešní konstrukce jsou pozorovány v horizontu 50 let. V průběhu let se tedy nasčítávaly a vytvořily poměrně významnou nákladovou položku.

Provozní náklady nejvíce postihly variantu ploché zelené extenzivní střechy. Roční náklady, které v sobě zahrnují 2 plánované kontroly, se vyšplhaly na částku 12 492 Kč/rok. Po uplynutí sledované doby 50 let se **náklady zastaví na částce 624 600 Kč.**

Druhou nejnákladnější variantou se tentokrát stala jednoplášťová plochá asfaltová střecha. Roční provozní náklady se 2 plánovanými kontrolami vychází na 10 287 Kč/rok. V 50. roce provozu se **náklady zastaví na částce 514 350 Kč.** Rozdíl mezi těmito variantami je poměrně výrazný a lze vyjádřit částkou 110 250 Kč.

Nejnižšími provozními náklady se může chlubit šikmá valbová střecha. Údržba je pro tuto variantu plánována pouze jednou za celé sledované období, a to před uplynutím záruky. Výsledné náklady se tedy rovnají stanoveným ročním nákladům a ty byly **oceněny na 12 641 Kč.**

Předpoklady hovořily jasně ve prospěch šikmé valbové střechy a ukázalo se, že byly pravdivé. Provozní náklady této varianty jsou násobně menší oproti zbylým dvěma variantám. Očekávání, že zelená extenzivní střecha bude z pohledu provozních nákladů nejnákladnější, se také potvrdila.



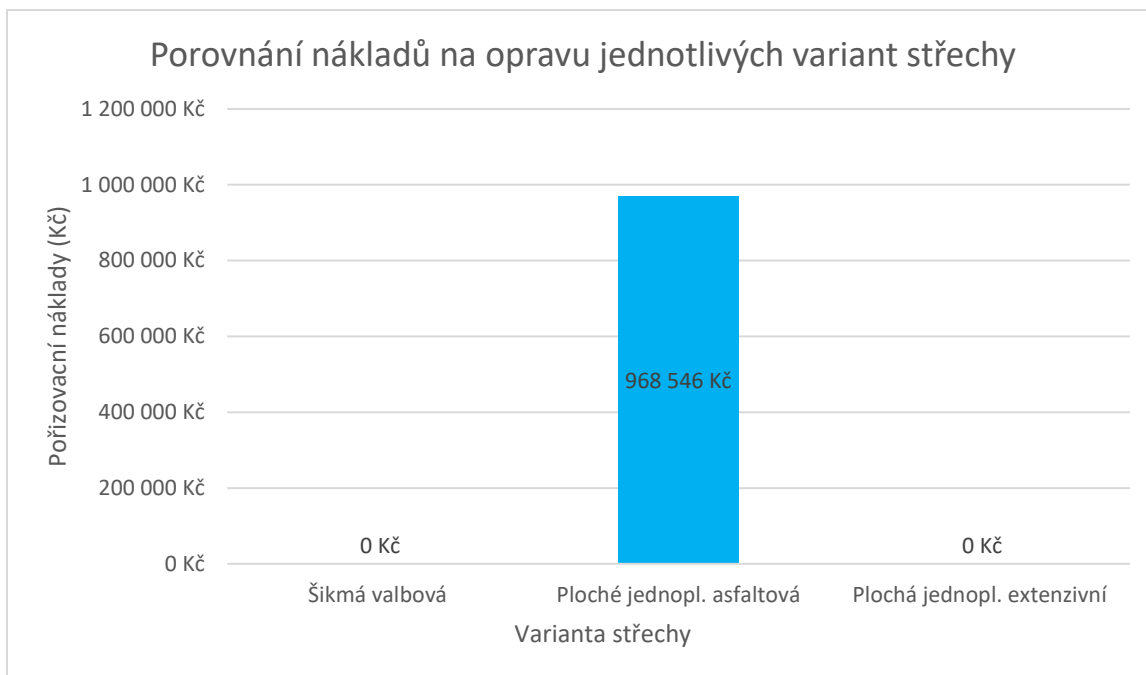
Obr.37 Graf zobrazující porovnání provozních nákladů (bez DPH) jednotlivých variant střechy v horizontu 50 let (Zdroj: autor)

11.3 Náklady na opravu

V průběhu 50 let oprava způsobená vlivem degradace hydroizolace, proběhne pouze v případě ploché jednoplášťové asfaltové střechy. U zelených střech je vrstva hydroizolace dobře chráněna vůči degradaci, protože ji zakrývá vegetační vrstva. Opravy šikmých střech nejsou tak časté, protože skladba střechy je lépe přístupná a pozorovatelná a většinu poruch jsme dokážeme odhalit již v počátku jejich vzniku.

Oprava ploché asfaltové střechy v sobě zahrnuje zlikvidování vrstev skladby střechy, odstranění atiky včetně oplechování a manipulaci a odvoz suti na skládku. Tyto činnosti jsou oceněny částkou 155 611 Kč. Po úspěšném stržení poškozených vrstev střešní skladby dojde k náhradě odstraněných materiálů v hodnotě 812 935 Kč. **Celková částka za opravu této střechy tedy činí 968 546 Kč.**

V této oblasti jsou jednoznačně vynaloženy nejvyšší náklady na variantu ploché asfaltové střechy, což předpoklady naznačovaly. U zbylých dvou variant opravy realizovány nebudou a náklady jsou tedy nulové.



Obr.38 Graf zobrazující porovnání nákladů na opravu (bez DPH) jednotlivých variant střechy (Zdroj: autor)

11.4 Využití dotace

Zelená střecha disponuje nespornou výhodou v podobě možnosti získat příspěvek na její vybudování v rámci programu Nová zelená úsporám. O příspěvek může být zažádáno i v případě šikmé střechy, musela by ovšem být zřízena jako vegetační, což by se prodražilo.

Možnost využít příspěvek z dotačního programu NZÚ umožňuje v našem případě pouze varianta ploché zelené extenzivní střechy. Pro žádnou jinou z námi zvolených vhodných variant zastřešení zisk dotace není umožněn. **Výpočtem na základě příslušné tabulky v závazných pokynech pro poskytnutí dotace bylo zjištěno, že zelená střecha o této ploše má nárok na zisk maximálního příspěvku v hodnotě 100 000 Kč.** O tuto částku budou sníženy celkové náklady na tuto variantu zastřešení.

11.5 Posouzení

Po zohlednění všech stanovených nákladů a případných úlev v podobě příspěvku z dotačního programu NZÚ se jako **nejnákladnější varianta zastřešení jeví plochá jednoplášťová asfaltová střecha s celkovými náklady ve výši 3 068 425 Kč bez DPH.**

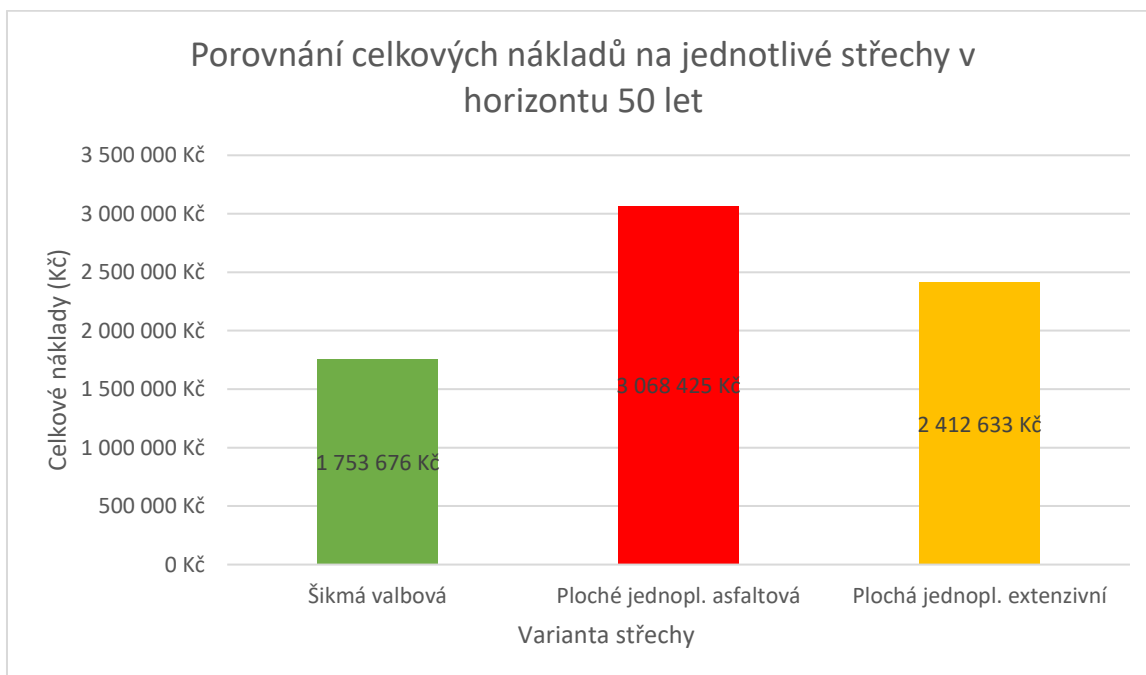
Druhé místo zaujímá plochá jednoplášťová extenzivní střecha s celkovými náklady ve výši 2 412 633 Kč bez DPH.

Náklady vynaložené na zřízení šikmé valbové střechy s keramickou krytinou jsou vyčísleny částkou 1 753 676 Kč bez DPH.

	VARIANTA STŘECHY		
	Šikmá valbová	Plochá jednopl. asfaltová	Plochá jednopl. extenzivní
Pořizovací náklady	1 741 035 Kč	1 585 529 Kč	1 888 033 Kč
Provozní náklady	12 641 Kč	514 350 Kč	624 600 Kč
Náklady na opravu	0 Kč	968 546 Kč	0 Kč
Dotační příspěvek	0 Kč	0 Kč	-100 000 Kč
Celkové náklady po 50 letech	1 753 676 Kč	3 068 425 Kč	2 412 633 Kč

Tab.5 Porovnání celkových nákladů (bez DPH) na jednotlivé varianty třeche v horizontu 50 let (Zdroj: autor)

Po zvážení a porovnání nákladů potřebných na pořízení, údržbu a případné opravy jednotlivých variant zastřešení v horizontu 50 let vyšlo najevo, že z ekonomického hlediska se jako nejvýhodnější varianta jeví již původně navržená šikmá valbová střecha s celkovými náklady ve výši 1 753 676 Kč bez DPH. Pokud by se budoucí obyvatelé domu rozhodli pro vybudování ploché střechy byla by jim doporučena zelená extenzivní střecha s celkovými náklady ve výši 2 412 633 Kč bez DPH.



Obr.39 Graf zobrazující porovnání celkových nákladů (bez DPH) na jednotlivé střechy v horizontu 50 let (Zdroj: autor)

Pokud přihlídneme i k ostatním faktorům, které mohou ovlivnit rozhodnutí nabízí varianta šikmé střechy navíc možnost využít podkroví, jako obytný prostor. V tomto případě by ovšem musela být střecha dodatečně zateplena, což povede k nárůstu pořizovacích nákladů.

Do budoucna by dalším faktorem mohla být možnost instalace fotovoltaiky. Ta musí být zohledněna již při návrhu skladby. Stanoveny jsou přísnější požadavky na hydroizolaci a požární odolnost. V případě plochých střech je nutná také doplňková konstrukce pro získání potřebného sklonu panelu, šikmé střechy doporučený sklon již mívají. Zpravidla platí, že instalace na ploché střechy je o něco nákladnější, stejně tak dodatečné zásahy do skladby, pokud nespĺňuje některý z požadavků.

Z hlediska environmentálního je jasnou volbou zelená střecha. Instalace této střechy napomáhá ke zlepšení kvality ovzduší, ale také k přispívá k udržení tepelného komfortu uvnitř objektu a snižuje náklady vynaložené na ochlazení budovy.

12 Závěr

Cílem této práce bylo nahlédnout do problematiky střešních pláštů a ekonomicky vyhodnotit a doporučit nejvhodnější způsob zastřešení pro konkrétní objekt, kterým byl v našem případě jednopodlažní rodinný dům.

Porovnávány byly celkem 3 varianty zastřešení. První varianta byla převzata z projektové dokumentace rodinného domu a objekt ji skutečně využívá. Zbylé 2 konkurenční varianty byly navrženy na základě informací obsažených v teoretické části této práce ve snaze zjistit, zda nebudou finančně výhodnější.

Stanoveny byly 4 základní hodnotící kritéria, jmenovitě pořizovací náklady, provozní náklady, náklady na případné opravy a možnost využití dotačního programu. Náklady byly pro jednotlivá kritéria oceněny za pomoci rozpočtářského programu KROS 4, výpočtem dle příslušných dokumentů či vyměřením na základě konzultace s odborníky.

Po vyčíslení jednotlivých nákladů a stanovení celkových nákladů se z ekonomického hlediska jeví jako nejvhodnější varianta zastřešení šikmá valbová střecha, která byla původně projektantem navržena. V její prospěch hovoří také poskytnutí obyvatelného prostoru v podobě podkroví, které ostatní varianty nemohou nabídnout.

Pokud by přece jenom volba padla na střechu plochou, jako výhodnější z představovaných variant vyplynula zelená extenzivní střecha. Varianta je doporučována z hlediska nákladů, kdy je možné získat příspěvek ve výši až 100 000 Kč na realizaci zelené střechy či případně nakombinovat s dalšími opatřeními dotovanými programem NZÚ a získat tak ještě vyšší příspěvek. Nemalou roli ovšem hraje i hledisko enviromentálního. Zřízení zelené střechy s sebou přináší celou řadu pozitivních aspektů vzhledem k životnímu prostředí, což by nemělo být podceňováno.

Tyto verdikty se vztahují k pozorování střechy po dobu 50 let. Ovšem i pokud bychom sledovanou dobu zkrátily na polovinu, tedy 25 let, stále místo nejméně nákladné střechy obsadí šikmá valbová střecha.

Závěrem lze vyvodit, že původní varianta střechy vyprojektovaná projektantem pro tuto stavbu, byla správnou volbou. Na tomto faktu se shodli i odborníci, kteří byli dotázáni při poptávání údržby střechy.

Seznam použité literatury

- [1] HANZALOVÁ, Lenka a Šárka ŠILAROVÁ. *Konstrukce pozemních staveb 40: zastřešení*. Vyd. 1. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2002. ISBN 80-01-02604-3.
- [2] VŠB, Technická univerzita Ostrava. 1. STŘECHY - ÚČEL, FUNKCE, POŽADAVKY, ROZDĚLENÍ. In: *Fast10.vsb.cz* [online]. Ostrava: VŠB - FAST, 2010 [cit. 2023-04-02]. Dostupné z: <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/ps4/1.html>
- [3] BRAMAC CZ S.R.O. Nejznámější druhy střech - v čem je mezi nimi rozdíl?. In: *Bramac.cz* [online]. Praha: Bramac, 2016 [cit. 2023-04-02]. Dostupné z: <https://www.bramac.cz/clanek/nejznamejsi-druhy-strech-v-cem-je-mezi-nimi-rozdil>
- [4] HÁJEK, Petr. *Pozemní stavitelství II: pro 2. ročník SPŠ stavebních*. 3., přeprac. vyd. Praha: Sobotáles, 2007. ISBN 978-80-86817-22-4.
- [5] Historie šikmých střech. In: *Střechy-praha.cz* [online]. 2023 [cit. 2023-04-19]. Dostupné z: <https://www.strechy-praha.cz/cs/historie-sikmych-strech>
- [6] PARYS, Antonín. Krytiny na šikmých střechách z pohledu historického vývoje. In: *Izolace.cz* [online]. 2008 [cit. 2023-04-13]. Dostupné z: <https://www.izolace.cz/clanky/krytiny-na-sikmych-strechach-z-pohledu-historickeho-vyvoje/>
- [7] STAVINVEST.CZ. Vláknocementová střešní krytina. In: *Stavinvest.cz* [online]. c2009-2003 [cit. 2023-05-10]. Dostupné z: <https://www.stavinvest.cz/specialista-radi/vlaknocementova-stresni-krytina/>
- [8] VŠB, Technická univerzita Ostrava. 7. ŠIKMÉ STŘECHY. In: *Fast10.vsb.cz* [online]. Ostrava: VŠB - FAST, 2010 [cit. 2023-04-18]. Dostupné z: <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/ps4/7.html>
- [9] NOVOTNÝ, Jan a Josef MICHÁLEK. *Pozemní stavitelství v kresbách: pro 1. až 4. ročník SPŠ stavebních*. Vyd. 1. Praha: Sobotáles, 2006. ISBN 80-86817-16-4.

- [10] CIHLÁŘSKÝ SVAZ ČECH A MORAVY. Proč je sedlová střecha nejoblíbenější?. In: *CSCM.CZ* [online]. České Budějovice, 2020 [cit. 2023-04-02]. Dostupné z: <https://www.cscm.cz/proc-je-sedlova-strecha-nejoblibenejsi/>
- [11] ŠNAJDAROVÁ. Valbová střecha. In: *Stavimbydlim.cz* [online]. 2020 [cit. 2023-04-05]. Dostupné z: <https://stavimbydlim.cz/valbova-strecha/>
- [12] TERRAN.CZ. Co je valbová střecha a proč na ni použít betonovou střešní krytinu?. In: *Terran.cz* [online]. 2021 [cit. 2023-04-05]. Dostupné z: <https://www.terran.cz/informace/dalsi-informace/clanky/co-je-valbova-strecha-a-proc-na-ni-pouzit-betonovou-stresni-krytinu>
- [13] ŠNAJDAROVÁ. Polovalbová střecha – sklon, skladba, konstrukce. In: *Stavimbydlim.cz* [online]. 2020 [cit. 2023-03-12]. Dostupné z: <https://stavimbydlim.cz/polovalbova-strecha/>
- [14] STAVIMESTRECHY.CZ. STANOVÁ STŘECHA. In: *Stavimestrechy.cz* [online]. 2020 [cit. 2023-04-05]. Dostupné z: https://www.stavimestrechy.cz/druhy-strech/stanova-strecha/?gclid=Cj0KCQjwz6ShBhCMARIsAH9A0qUNLE19U942LZIsj9UcVN6CwcHjZxSQyhJCRLdu089fMs9w5CpNpaMaAl8zEALw_wcB
- [15] BRAMAC. STANOVÁ STŘECHA – ESTETICKÁ STŘECHA S JEDNODUCHOU KONSTRUKCÍ. In: *Bramac.cz* [online]. 2022 [cit. 2023-04-05]. Dostupné z: <https://www.bramac.cz/clanek/stanova-strecha-esteticka-strecha-s-jednoduchou-konstrukci>
- [16] KRYTINY-STRECHY. PULTOVÉ STŘECHY. In: *Krytiny-strechy.cz* [online]. 2013 [cit. 2023-04-05]. Dostupné z: <https://www.krytiny-strechy.cz/aktuality/9151-pultove-strechy-a.html#.ZC3KrnZBxPa>
- [17] DOSEDĚLOVÁ, Adriana. Co si představit pod pojmem pultová střecha?. In: *Fachmani.cz* [online]. 2019 [cit. 2023-03-28]. Dostupné z: <https://fachmani.cz/clanek-34803-co-to-je-pultova-strecha>
- [18] ŠIŠOLÁK, Matej. Střecha pasivního domu: pozor na detaily!. In: *Homebydleni.cz* [online]. 2013 [cit. 2023-04-05]. Dostupné z: <https://homebydleni.cz/dum/ned-a-pasivni-domy/strecha-pasivniho-domu-pozor-na-detaily/>
- [19] INTERNORM BLOG. Stavíme pasivní dům: Pro jaký typ zastřešení se rozhodnout?. In: *Blog.internorm.cz* [online]. [cit. 2023-04-05]. Dostupné z: <https://blog.internorm.cz/stavime-pasivni-dum-pro-jaky-typ-zastreseni-se-rozhodnout/>

- [20] BRAMAC. MANSARDOVÁ STŘECHA – KONSTRUKCE PRO ZVĚTŠENÍ MÍSTA V PODKROVÍ. In: *Bramac.cz* [online]. 2022 [cit. 2023-03-12]. Dostupné z: <https://www.bramac.cz/clanek/mansardova-strecha-zlepsi-podkrovi-pro-bydleni>
- [21] KRYTINY-STRECHY.CZ. MANSARDOVÁ STŘECHA. In: *Krytiny-strechy.cz* [online]. 2013 [cit. 2023-04-03]. Dostupné z: <https://www.krytiny-strechy.cz/aktuality/9191-mansardova-strecha-a.html#.ZC3aTXZBxPZ>
- [22] HANZALOVÁ, Lenka. Ploché střechy – 2. část. Historický vývoj. In: *Stavebnictvi3000.cz* [online]. 2005 [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: <https://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/ploche-strechy-2-dil-historicky-vyvoj>
- [23] VŠB, Technická univerzita Ostrava. 5. PLOCHÉ STŘECHY. In: *Fast10.vsb.cz* [online]. Ostrava: VŠB - FAST, 2010 [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/ps4/5.html>
- [24] PLOCHA-STRECHA.CZ. Proč musí být ploché střechy vyspádované?. In: *Plocha-strecha.cz* [online]. 2021 [cit. 2023-04-30]. Dostupné z: <https://www.plocha-strecha.cz/clanky/proc-musi-byt-ploche-strechy-vyspadovane>
- [25] VŠB, Technická univerzita Ostrava. 2. ODVODNĚNÍ STŘECH. In: *Fast10.vsb.cz* [online]. Ostrava: VŠB - FAST, 2010 [cit. 2023-04-30]. Dostupné z: <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/ps4/2.html>
- [26] STRECHY-VANICEK.CZ. Ploché střechy - skladby a typy. In: *Strechy-vanicek.cz* [online]. 2014 [cit. 2023-04-25]. Dostupné z: <https://www.strechy-vanicek.cz/cs/ploche-strechy-skladby-a-typy>
- [27] CHALOUPKA, Karel a Zbyněk SVOBODA. Obrácené střechy a DUO střechy I. In: *Tzb-info.cz* [online]. 2009 [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/strechy/6054-obracene-strechy-a-duo-strechy-i>
- [28] FIBRAN.CZ. POCHOZÍ PLOCHÁ STŘECHA. In: *Fibran.cz* [online]. [cit. 2023-04-28]. Dostupné z: <https://fibran.cz/reseni/ploche-strechy/pochozi-plocha-strecha/>
- [29] COLEMAN.CZ. Zelené střechy - jejich skladba a detaily. In: *Coleman.cz* [online]. [cit. 2023-04-23]. Dostupné z: <https://www.coleman.cz/clanky/zelene-strechy-jejich-skladba-a-detaily>
- [30] BURIAN, Samuel a kolektiv. *Standardy pro navrhování provádění a údržbu: vegetační souvrství zelených střech*. Brno: Svaz zakládání a údržby zeleně, 2020.

- [31] GREENVILLE.CZ. Výhody zelené střechy. In: *Greenville.cz* [online]. [cit. 2023-04-25]. Dostupné z: <https://www.greenville.cz/vyhody-zelene-strechy.html>
- [32] ECOSEDUM.CZ. Jaký je rozdíl mezi extenzivní a intenzivní zelenou střechou?. In: *Ecosedum.cz* [online]. 2020 [cit. 2023-04-28]. Dostupné z: <https://www.ecosedum.cz/jaky-je-rozdil-mez-extenzivni-a-intenzivni-zelenou-strechou/>
- [33] GEOMALL.CZ. Extenzivní zelená střecha svépomocí na vlastní střeše?. In: *Geomall.cz* [online]. 2020 [cit. 2023-04-28]. Dostupné z: <https://www.geomall.cz/blog/extenzivni-zelena-strecha-jak-si-vypestovat-zahradu-na-strese-domu>
- [34] VŠB, Technická univerzita Ostrava. 3. VRSTVY STŘEŠNÍHO PLÁŠTĚ. In: *Fast10.vsb.cz* [online]. Ostrava: VŠB - FAST [cit. 2023-04-29]. Dostupné z: <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/ps4/3.html>
- [35] BOHUSLÁVEK, Petr. Střešní krytina. In: *Estav.cz* [online]. c2014-2023 [cit. 2023-05-20]. Dostupné z: <https://www.estav.cz/cz/103.stresni-krytina>
- [36] STAVINVEST.CZ. Pálená střešní krytina. In: *Stavinvest.cz* [online]. c2009-2023 [cit. 2023-05-20]. Dostupné z: <https://www.stavinvest.cz/specialista-radi/palena-stresni-krytina/>
- [37] VENKOVSKYDUM.CZ. Pokládání keramických tašek - bobrovky. In: *Venkovskydum.cz* [online]. Trstěnice: venkovsky-dum.cz, 2022 [cit. 2023-05-03]. Dostupné z: <https://venkovskydum.cz/palena-krytina/>
- [38] STAVINVEST.CZ. Betonová střešní krytina. In: *Stavinvest.cz* [online]. c2009-2023 [cit. 2023-05-20]. Dostupné z: <https://www.stavinvest.cz/specialista-radi/betonova-stresni-krytina/>
- [39] Betonová střešní krytina, výhodná a kvalitní volba. In: *Estav.cz* [online]. Praha: estav.cz, 2016 [cit. 2023-04-28]. Dostupné z: <https://www.estav.cz/cz/3978.betonova-stresni-krytina-vyhodna-a-kvalitni-volba>
- [40] POJAR, Petr. Vláknocementová krytina Cembrit může nahradit keramiku, beton i plech. In: *Ceskestavby.cz* [online]. České Budějovice, 2019 [cit. 2023-05-01]. Dostupné z: <https://www.ceskestavby.cz/clanky/vlaknocementova-krytina-cembrit-muze-nahradit-keramiku-beton-i-plech-22647.html>

- [41] BOHUSLÁVEK, Petr. Pevnosti spojů při namáhání asfaltových pásů a stanovení odolnosti proti odlupování ve spojích. In: *Tzb-info.cz* [online]. Brno: tzbinfo, 2017 [cit. 2023-04-16]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/izolace-proti-vode-a-radonu/16032-pevnosti-spoju-pri-namahani-asfaltovych-pasu-a-stanoveni-odolnosti-proti-odlupovani-ve-spojich>
- [42] Produkty Fatrafol. In: *Fatrafol.cz* [online]. Praha: Fatra a.s, 2023 [cit. 2023-04-16]. Dostupné z: <https://www.fatrafol.cz/produkty/izolace-strechy/lepena-strecha/>
- [43] KRYTINY-STRECHY.CZ. Poruchy střech, respektive všech vodotěsných izolací. In: *Krytiny-strechy.cz* [online]. 2015 [cit. 2023-04-18]. Dostupné z: https://www.krytiny-strechy.cz/technicke_info-k-navrhovani-strech/ploche-strechy/20539-poruchy-strech-respektive-vsech-vodotesnych-izolaci-a.html#ZGiEn3ZByUl
- [44] VŠB, Technická univerzita Ostrava. 11. PORUCHY STŘECH. In: *Fast10.vsb.cz* [online]. Ostrava: VŠB - FAST, 2010 [cit. 2023-04-18]. Dostupné z: <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/ps4/11.html>
- [45] *PD rodinný dům Velký - Beranov - výkresová část*. Havlíčkův Brod, 2019.
- [46] Nová zelená úsporám. In: *Sfzp.cz* [online]. Praha: Státní fond životního prostředí ČR, 2022 [cit. 2023-04-18]. Dostupné z: <https://www.sfzp.cz/dotace-a-pujcky/nova-zelena-usporam/>
- [47] *Závazné pokyny pro žadatele a příjemce podpory programu Nová zelená úsporám v rámci Národního plánu obnovy - Rodinné domy* [online]. Praha: Státní fond životního prostředí ČR, 2022 [cit. 2023-04-18]. Dostupné z: <https://novazelenausporam.cz/dokument/2532>

Seznam obrázků

Obr.1	Rozdělení střešních pláštů podle sklonu [4]	4
Obr.2	Dělení střech podle konstrukčního řešení [1]	4
Obr.3	Skladba pláště s tepelnou izolací mezi krokvemi [1]	6
Obr.4	Typy šikmých střech [9]	6
Obr.5	Sedlová střecha [3]	7
Obr.6	Valbová střecha [12]	8
Obr.7	Polovalbová střecha [13]	8
Obr.8	Stanová střecha [3]	9
Obr.9	Pultová střecha [17]	9
Obr.10	Mansardová střecha [20]	10
Obr.11	Skladby plochých střešních pláštů [4]	13
Obr.12	Skladba ploché jednoplášťové pochůzní střechy, dlažba na podložkách [1]	14
Obr.13	Skladba ploché jednoplášťové pojižděné střechy, provozní vrstva z litého asfaltu [1]	15
Obr.14	Skladba ploché jednoplášťové zelené střechy	16
Obr.15	Dvouplášťová a tříplášťová plochá střecha [1]	17
Obr.16	Tvary pálených tašek [37]	18
Obr.17	Betonová střešní taška typu celá vlna [39]	19
Obr.18	Vápenocementová krytina (šablona Anglický obdélník) [40]	20
Obr.19	Hydroizolace z asfaltových pásů [41]	21
Obr.20	Lepená střecha PVC fólií [42]	21
Obr.21	Zamokření podhledu následkem zatékání [44]	25
Obr.22	Trhlina v povlakové krytině způsobena nerovnoměrným sedáním [44]	25
Obr.23	Zanedbaná údržba střešní krytiny [44]	25
Obr.24	Zkondenzovaná voda na povrchu pojistné hydroizolace [44]	25
Obr.25	Koordinační situace [45]	26
Obr.26	Pohled západní [45]	27

Obr.27	Pohled jižní [45]	27
Obr.28	Půdorys střechy rodinného domu [45].....	28
Obr.29	Pořizovací náklady (bez DPH) na šikmou valbovou střechu (Zdroj: autor).....	34
Obr.30	Graf zobrazující podíl jednotlivých oddílů na výsledných pořizovacích nákladech šikmé valbové střechy (Zdroj: autor)	34
Obr.31	Pořizovací náklady (bez DPH) na plochou jednoplášťovou asfaltovou střechu (Zdroj: autor).....	36
Obr.32	Graf zobrazující podíl jednotlivých oddílů na výsledných pořizovacích nákladech ploché jednopl. extenzivní střechy (Zdroj: autor)	37
Obr.33	Náklady na opravu (bez DPH) ploché jednoplášťové asfaltové střechy (Zdroj: autor)	38
Obr.34	Pořizovací náklady (bez DPH) na plochou jednoplášťovou extenzivní střechu (Zdroj: autor).....	39
Obr.35	Graf zobrazující podíl jednotlivých oddílů na výsledných pořizovacích nákladech ploché jednopl. extenzivní střechy (Zdroj: autor)	40
Obr.36	Graf zobrazující porovnání pořizovacích nákladů (bez DPH) jednotlivých variant střechy (Zdroj: autor)	43
Obr.37	Graf zobrazující porovnání provozních nákladů (bez DPH) jednotlivých variant střechy v horizontu 50 let (Zdroj: autor).....	44
Obr.38	Graf zobrazující porovnání nákladů na opravu (bez DPH) jednotlivých variant střechy (Zdroj: autor)	45
Obr.39	Graf zobrazující porovnání celkových nákladů (bez DPH) na jednotlivé střechy v horizontu 50 let (Zdroj: autor).....	46

Seznam tabulek

Tab.1	Skladba šikmé jednoplášťové valbové střechy [45]	31
Tab.2	Skladba ploché jednoplášťové asfaltové střechy (Zdroj: autor)	32
Tab.3	Skladba ploché jednoplášťové extenzivní střechy (Zdroj: autor).....	32
Tab.4	Výše podpory v podoblasti D.2 [47]	41
Tab.5	Porovnání celkových nákladů (bez DPH) na jednotlivé varianty třech v horizontu 50 let (Zdroj: autor)	46

Přílohy

Příloha č. 1: Položkový rozpočet pro pořizovací náklady na šikmou valbovou střechu s keramickou krytinou

Příloha č. 2: Položkový rozpočet pro pořizovací náklady na plochou jednoplášťovou střechu s asfaltovými pásy

Příloha č. 3: Položkový rozpočet pro pořizovací náklady na plochou jednoplášťovou extenzivní střechu

Příloha č. 4: Položkový rozpočet pro náklady na opravu ploché jednoplášťovou střechu s asfaltovými pásy

Příloha č. 5: Tabulky s cenovými odhady provozních nákladů jednotlivých variant

Příloha č. 6: Cenové nabídky na údržbu všech variant střechy