

**ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE**

**FAKULTA
STAVEBNÍ
KATEDRA TECHNOLOGIE STAVEB**



DIPLOMOVÁ PRÁCE

**K PROBLEMATICE
REKONSTRUKCE STŘECH**

2020

**BC. JAN
KRISMAN**

**VEDOUČÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE:
ING. VÁCLAV POSPÍCHAL, PH.D.**

Prohlašuji, že jsem předkládanou diplomovou práci vypracoval samostatně
pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

V Praze

.....

Jan Krisman

Poděkování

Chtěl bych poděkovat svému vedoucímu diplomové práce Ing. Václavu Pospíchalovi, Ph.D. za cenné rady a vedení při zpracování této diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat pracovníkům z Obecního úřadu Chrást za ochotu a poskytnutí podkladů a svým rodičům za podporu při studiu.



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Krisman</u>	Jméno: <u>Jan</u>	Osobní číslo: <u>438110</u>
Zadávající katedra: <u>Katedra technologie staveb</u>		
Studijní program: <u>Stavební inženýrství</u>		
Studijní obor: <u>Příprava, realizace a provoz staveb</u>		

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: <u>K problematice rekonstrukce střech</u>	
Název diplomové práce anglicky: <u>To the issue of roof reconstruction</u>	
Pokyny pro vypracování: -požadavky na vlastnosti střech -nejčastější poruchy střech -způsoby odstranění problémů -hledání vhodné varianty a způsobu rekonstrukce střech na objektu multikulturního centra	
Seznam doporučené literatury: [1] SPENCE W. P., Roofing: Material and Instalation, Sterling, 2004. ISBN: 13: 9780806992969 [2] HOLZAPFEL W., Poruchy střech, Jaga, 2008. ISBN: 978-80-8076-067-0	
Jméno vedoucího diplomové práce: <u>Ing. Václav Pospíchal, Ph.D.</u>	
Datum zadání diplomové práce: <u>30.9.2020</u>	Termín odevzdání diplomové práce: <u>3.1.2021</u> <small>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</small>
_____ Podpis vedoucího práce	_____ Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

30.9.2020

Datum převzetí zadání

[Signature]
Podpis studenta(ky)

Anotace

Tato diplomová práce se zabývá problematikou rekonstrukce střech. V teoretické části jsou popsány vlivy působící na střešní konstrukci a poruchy střešních konstrukcí. V první kapitole praktické části je na příkladech ukázáno, jak analyzovat příčinu poruchy a návrh řešení rekonstrukce. V druhé kapitole je zanalyzován konkrétní objekt před rekonstrukcí, na který jsou navrhnuty varianty řešení nové střešní krytiny. Cílem je zjistit jaká konstrukční varianta bude dle multikriteriálního hodnocení nejvýhodnější.

Anotation

This diploma thesis deals with the issue of roof reconstruction. The theoretical part describes the effects on the roof structure and failures of roof structures. In the first chapter of the practical part, the examples show how to analyze the cause of the failure and design a solution for reconstruction. The second chapter analyzes a specific building before reconstruction, for which variants of the new roofing solution are proposed. The aim is to find out which design variant will be the most advantageous according to the multicriteria evaluation.

Klíčová slova

Střecha, porucha, analýza, rekonstrukce, střešní krytina, multikriteriální hodnocení

Key words

Roof, defect, analysis, renovation, roof covering, multi-criteria evaluation

Obsah

1.	Úvod.....	10
2.	Teoretická část.....	11
2.1	Technické požadavky na střešní konstrukce	11
2.2	Názvosloví.....	11
2.3	Legislativa.....	13
2.4	Vlivy působící na střešní konstrukce	14
2.4.1	Vlivy zeměpisné polohy.....	15
2.4.2	Vlivy teploty vzduchu a jejího kolísání.....	15
2.4.3	Vlivy slunečního záření.....	16
2.4.4	Vlivy deště a jeho intenzity.....	16
2.4.5	Vlivy sněhu a sněhové pokrývky.....	16
2.4.6	Vlivy zatížení větrem	17
2.4.7	Vlivy seizmicity.....	17
2.4.8	Vlivy spadu a chemických exhalací.....	17
2.4.9	Vlivy biologické a bakteriologické.....	17
2.4.10	Vlivy hluku a chvění	18
2.4.11	Vlivy vlastní tíhy střešní konstrukce	18
2.5	Tepelně technické požadavky.....	18
2.5.1	Součinitel prostupu tepla.....	19
2.5.2	Zkondenzované množství par ve střeše.....	20
2.5.3	Nejnižší vnitřní povrchová teplota.....	21
2.6	Poruchy střešních konstrukcí	21
2.6.1	Diagnostika poruch, vodotěsnosti a stavebně fyzikálních poruch.....	22
2.6.2	Druhy a důvody rekonstrukce.....	23
2.6.3	Příčiny poruch.....	23
2.6.3.1	Poruchy způsobené nesprávným projektem.....	23
2.6.3.2	Poruchy způsobené vadami použitých materiálů.....	25
2.6.3.3	Poruchy způsobené nekvalitní realizací střechy.....	25

2.6.3.4	Poruchy způsobené zanedbanou údržbou.....	26
2.6.3.5	Poruchy způsobené překročením předpokládané životnosti	26
2.6.3.6	Poruchy způsobené změnami okrajových podmínek.....	27
2.6.3.7	Poruchy vzniklé havárií.....	27
3.	Praktická část – první kapitola.....	28
3.1	Příklady poruch střech	28
3.1.1	Bytový dům v obci Jarov.....	28
3.1.2	Budova čistící techniky v ZD Dobříč.....	30
3.1.3	Skladový objekt v průmyslovém areálu Dýšina.....	32
3.1.4	Rodinný dům v obci Dobříč.....	33
3.1.5	Objekt pro zemědělskou techniku ZD Dobříč.....	35
3.1.6	Výrobní hala č.1 v průmyslovém areálu Dýšina.....	37
3.1.7	Výrobní hala č.2 v průmyslovém areálu Dýšina.....	38
3.1.8	Výrobní hala v průmyslovém areálu Rokycany.....	41
3.1.9	Rodinný dům v obci Chrást.....	42
4.	Praktická část – druhá kapitola.....	44
4.1	Multikulturní centrum	44
4.2	Podmínky návrhu.....	47
4.3	ČÁST A - Šikmá střecha nad restaurací a byty.....	48
4.3.1	Analýza.....	48
4.3.2	Varianty rekonstrukce.....	52
4.3.2.1	Varianta 1 Vrácení původní krytiny a její doplnění	52
4.3.2.2	Varianta 2 – Betonová střešní krytina	53
4.3.2.3	Varianta 3 – Keramická střešní krytina	54
4.3.2.4	Varianta 4 – Profilovaná plechová krytina	54
4.4	ČÁST B – Šikmá střecha nad koncertním sálem.....	55
4.4.1	Analýza.....	55
4.4.2	Varianty rekonstrukce.....	59
4.4.2.1	Varianta 1 – Maloformátová vláknocementová krytina bez příměsí azbestu	59

4.4.2.2	Varianta 2 – Profilovaná plechová krytina.....	60
4.4.2.1	Varianta 3 – Bitumenové šindele.....	60
4.4.2.1	Varianta 4 – Maloplošná plastová krytina.....	61
4.5	ČÁST C –Plochá střecha nad přednáškovým sálem a technickým zázemím	62
4.5.1	Analýza.....	62
4.5.2	Varianty rekonstrukce.....	66
4.5.2.1	Varianta 1 – Asfaltový pás.....	66
4.5.2.2	Varianta 2 – Pvc folie	67
4.6	Multikriteriální analýza.....	68
4.6.1	Kritéria hodnocení.....	68
4.6.2	Hodnocení kritérií - ČÁST A	69
4.6.2.1	Porovnání hodnocení	71
4.6.3	Hodnocení kritérií ČÁST B	71
4.6.2.1	Porovnání hodnocení	73
4.6.4	Hodnocení kritérií ČÁST C	74
4.6.2.1	Porovnání hodnocení	75
4.6.5	Vyhodnocení variant	75
4.6.5.1	Váha jednotlivých kritérií.....	75
4.6.5.2	Vyhodnocení variant, stanovení pořadí.....	76
5.	Závěr.....	78
	Použitá literatura.....	79
	Použitý software.....	81
	Seznam použitých tabulek.....	81
	Seznam použitých obrázků.....	82
	Seznam příloh.....	84

1. Úvod

Téma mé diplomové práce jsem si zvolil proto, že podnikám v oblasti pokrývačských a tesařských prací a mám osobní zkušenost při rekonstrukcích různých druhů střech. Při své činnosti řeším dotazy investorů, jaká je možná příčina nefunkčnosti střešní konstrukce a jak ji lze opravit. Častou příčinou je chybně navržená konstrukce, neznalost technologických postupů, nevhodně použité materiály, špatně provedené detaily či jen snaha provést rekonstrukci nejlevnějším možným způsobem. Nekvalitně provedená rekonstrukce v konečném důsledku investované peníze neušetří, jelikož její trvanlivost nebývá dlouhotrvající. Myslím si, že důslednou analýzou, odborným návrhem a kvalitním provedením lze těmto problémům předejít. Tato diplomová práce by měla ukázat, jak k rekonstrukci přistupovat, jak určit možné varianty rekonstrukce a výběr té nejlepší.

V teoretické části nejprve uvedu technické požadavky na vlastnosti střech a vlivy působící na střešní konstrukce. Dále popíšu příčiny vzniku poruch a co má návrhu nové skladby předcházet.

V první kapitole praktické části ukazuji na příkladech nejčastější poruchy střešních konstrukcí, se kterými jsem se mohl osobně setkat. U každého příkladu uvádím popis konstrukce, analýzu problému, a návrh odstranění problému.

V další kapitole se budu věnovat problematice rekonstrukce střešních krytin na objektu multikulturního centra v obci Chrást u Plzně. Provedu rozbor a průzkum stávajícího řešení. Zkonzultuji požadavky a celkový záměr rekonstrukce s investorem. Navrhnu možná řešení jednotlivých skladeb s ohledem na budoucí využití a vyhodnotím podle multikriteriálního hodnocení nejlepší možné řešení.

2. Teoretická část

2.1 Technické požadavky na střešní konstrukce

Střešní konstrukce patří mezi nejexponovanější části stavebního objektu. Z pravidla sestávají z nosné konstrukce a střešního pláště. Základní funkcí střechy je chránit objekt proti nepříznivým klimatickým vlivům. Podílí se také na zabezpečení požadovaného stavu vnitřního prostředí v objektu. Je tedy zřejmé, že střešní konstrukce jsou jednou ze základních konstrukcí a jejich správné řešení významně přispívá k celkové trvanlivosti a životnosti stavby. (6)

Tak jako všechny stavební konstrukce musejí tyto po dobu své životnosti splňovat zejména požadavky dle vyhlášky MMR 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby, a to:

- Mechanickou odolnost a stabilitu
- Požární bezpečnost
- Ochranu zdraví, zdravích životních podmínek a životního prostředí,
- Ochranu proti hluku
- Tepelnou ochranu a úsporu energie,
- Bezpečnost při užívání (4)

Mezi další důležité požadavky patří také celkový architektonický vzhled stavebního objektu. Tvar a konstrukce šikmých střech jsou závislé na konstrukčním a dispozičním řešení stavebního objektu. Mnohdy jsou také požadavky na tvary, sklony a samotné střešní krytiny stanoveny v regulativních požadavcích územního plánu měst a obcí anebo jsou dány památkovou ochranou staveb. (7)

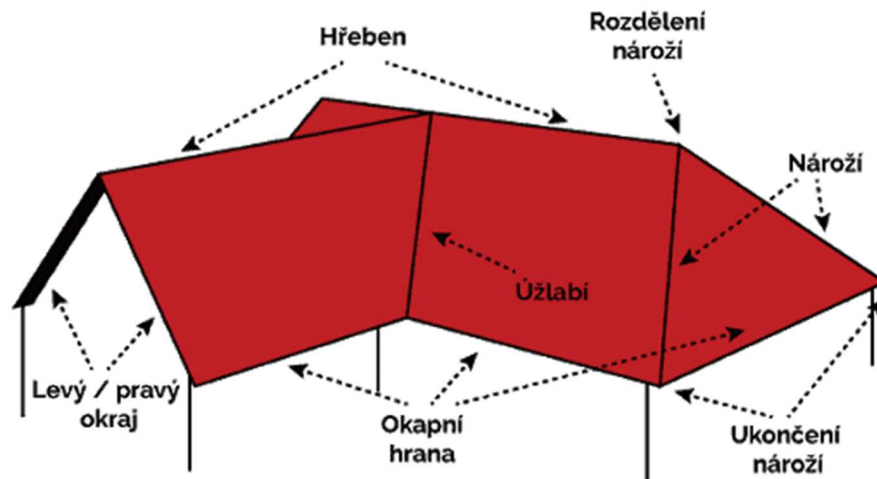
2.2 Názvosloví

Uvádím názvosloví, které budu zmiňovat ve své diplomové práci.

- Plochá střecha
Střecha se sklonem vnějšího povrchu a menší než 5°
- Šikmá střecha
Střecha se sklonem vnějšího povrchu 5° - 45°
- Nosná střešní konstrukce
Část střechy přenášející zatížení od jednoho, či několika střešních pláštů, doplňkových konstrukcí i od vody, sněhu, větru, provozu apod. do ostatních nosných částí objektu

- **Střešní plášť**
Část střechy tvořená nosnou vrstvou střešního pláště, k níž jsou zpravidla přiřazeny některé další vrstvy závislosti na funkci pláště (vrstva hydroizolační, tepelněizolační, spádová, podkladní, parotěsná, expanzní, pojistná, doplňková)
- **Jednoplášťová střecha**
Střecha zajišťující všechny funkce jedním střešním pláštěm
- **Dvoupplášťová střecha**
Střecha, zajišťující všechny funkce dvěma střešními plášti, mezi nimiž je vzduchová mezera napojená na vnější prostředí umožňující proudění vzduchu.
- **Tepelněizolační vrstva**
Vrstva zajišťující požadovaný teplotní stav vnitřního prostředí, brání nežádoucímu úniku tepla
- **Podhled**
Část střešní konstrukce umístěná na jejím vnitřním povrchu z důvodu vzhledových, akustických, tepelněizolačních, hygienických, protipožárních a jiných důvodů
- **Větraná vzduchová vrstva pod skládanou krytinou**
Odvádí vlhkost ze spodního povrchu krytiny a zvyšuje tím její odolnost proti vlhkosti a mrazu. Při použití difúzně otevřené doplňkové hydroizolace rovněž napomáhá v režimu difuze vodní páry z interiéru
- **Pojistná hydroizolace**
Vrstva vkládaná pod skládané krytiny, zachycující a odvádějící vodu proniklou skládanou krytinou při extrémním počasí mimo konstrukci střech, případně odvádějící kondenzát tvořící se v některých klimatických situacích na spodním povrchu skládaných krytin
- **Parozábrana, parotěsníci vrstva**
Hydroizolační vrstva podstatně omezující nebo zamezující pronikání vodní páry do stavební konstrukce nebo do vnitřního či vnějšího prostředí
- **Separační vrstva**
Vrstva plošně oddělující materiály. Zamezuje vzájemnému působení mezi dvěma vrstvami

- Spádová vrstva
Vytváří potřebný sklon následujících vrstev střešního pláště
- Systémové díly
Výrobky nebo konstrukce, které se obvykle shodují svým tvarem, barvou, a vlastnostmi s hlavním materiálem (příklad: větrací a krajové tašky)
- Záklop
Nosná konstrukce pod střešní krytinou. Standartně bývá provedena z hrubých nehoblovaných prken nebo OSB desek.
- Tepelný most
Místo v konstrukci, kde uniká více tepla, než v ostatních místech tepelné obálky objektu



Obrázek 1, Schéma šikmého střešního pláště s názvoslovím (32)

2.3 Legislativa

Dané zákony a nařízení tykající se požadavků na střešní konstrukce.

ČSN 73 1901 – Navrhování střech

ČSN 73 0540 -2,3,4 – Tepelná ochrana budov

ČSN 73 0035 – Zatížení stavebních konstrukcí

ČSN ENV 1991 – Zásady navrhování zatížení konstrukcí

ČSN 73 0600 – Hydroizolace staveb

ČSN 73 3610 – Navrhování klempířských konstrukcí

ČSN 73 0532 – Akustika opatření proti hluku, požadavky

ČSN 73 0802 – Požární bezpečnost staveb/nevýrobní objekty

ČSN 73 0804 – Požární bezpečnost staveb/výrobní objekty

ČSN 73 0810 – Požadavky na požární odolnost stavebních konstrukcí

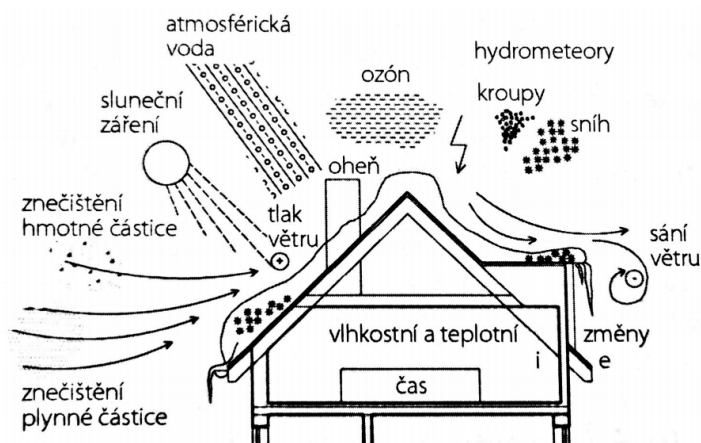
ČSN EN ISO 6946 – Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla – výpočtová metoda

Provádění pro navrhování a provádění střech – Cech klempířů, pokrývačů a tesařů
ČR

2.4 Vlivy působící na střešní konstrukce

Střešní konstrukce, společně s obvodovým pláštěm, oddělují vnitřní prostor od vnějšího, a proto jsou výrazně namáhány zejména povětrnostními vlivy. Dle využití podstřešního prostoru přibývají pak další aspekty, které na střešní konstrukci působí. Obě tato prostředí jsou charakterizována řadou vlivů. Rozhodující vlivy, které je nutné zohlednit při návrhu nosné konstrukce a střešního pláště jsou:

- Zeměpisná poloha a s ní spojené charakteristiky vnitřního prostředí
 - Teplota vzduchu
 - Sluneční záření
 - Déšť
 - Sněhová pokrývka
 - Vítr
- Seismicita
- Spad a chemické exhalace
- Biologické a bakteriologické vlivy
- Hluk a chvění
- Vlivy vnějšího a vnitřního provozu



Obrázek 2, Vlivy působící na střešní konstrukce (7)

Tyto vlivy se liší svojí intenzitou, dobou a délkou působení. Podle délky působení jsou vlivy rozděleny na:

- stále (zeměpisná poloha)
- dlouhodobé (exhalace)
- periodicky se opakující
- (sluneční záření, kolísání teplot)
- krátkodobé (déšť, sníh, vítr)
- mimořádné (seizmicita).

Cílem návrhu, realizace i následné údržby je vytvořit v prostorách podkroví a podstřešního prostoru požadované podmínky, tj. dosáhnout optimální kvality vnitřního prostředí během celého roku, aby vyhovovalo nárokům uživatelů. (6)

2.4.1 Vlivy zeměpisné polohy

Polohopisné a výškopisné umístění objektu určuje hlavní povětrnostní vlivy působící na obvodový plášť objektu. Důležité je také umístění objektu s ohledem na okolní zástavbu. Budova umístěná na samotě na kopci nechráněná okolní zástavbou ani stromy bude výrazněji namáhána než budova v husté zástavbě. Pro vyšší nadmořskou výšku je charakteristické vzájemné působení větru a srážek, jak ve formě deště, sněhu či krup. (6)(7)

2.4.2 Vlivy teploty vzduchu a jejího kolísání

Vnější teplota je hlavním činitelem, který ovlivňuje především tepelně technický režim konstrukce. Zejména s ochranu tepla, možnost kondenzace vodní páry, průvzdušnost a ovlivňování teplot vnitřního vzduchu v objektu. Změny teplot vnějšího vzduchu mají za následek objemové změny materiálů a s nimi související napjatosti a případné destrukce. Teplota povrchu střechy je závislá také na působení slunečního záření, barvě, emisivitě a struktuře povrchu krytiny a na tepelné vodivosti vrstev pod povrchem.

V současné době, kdy je často diskutována energetická náročnost budov zahrnující také množství energie potřebné pro chlazení interiéru, narůstá na významu posouzení tepelné stability objektu v letním období. (5)(6)

2.4.3 Vlivy slunečního záření

Při návrhu střechy je nutné uvažovat i s ochranu proti slunečnímu záření, z něhož je velmi nebezpečné jeho ultrafialové spektrum, které způsobuje degradaci řady stavebních materiálů, především střešní krytiny. Jedním ze základních požadavků na krytiny je tedy stupeň nebo míra či schopnost tomuto UV spektru slunečního záření dlouhodobě odolávat. Odolnost materiálů je specifikována dle ČSN 731901. Pokud se nachází v konstrukci materiál, který odolnost nemá, musí být do konstrukce zabudován tak, aby po celou dobu životnosti nebyl vystaven přímému ani odraženému slunečnímu záření.

Nejméně odolávají materiály na bázi plastů a asfaltů, kde bylo nutné odolnost získat dlouhodobým vývojem. Některé krytiny odolávají už se své podstaty lépe, jedná se o přírodní břidlice, betonové nebo pálené tašky, měděné plechy a sklo.

Další negativní věcí je zvyšování povrchové teploty materiálů.

2.4.4 Vlivy deště a jeho intenzity

Dle požadavků stanovených v ČSN 73 1901 se střecha navrhuje tak, aby voda nepronikla do chráněných konstrukcí ani do podstřešních prostor a byla bezpečně odváděna odvodňovacím systémem. Potřebné profily odvodňovacích prvků lze stanovit v souladu s ČSN 73 3610. Vydatnost deště v dané lokalitě lze určit dle ČSN 75 6760. Dalším způsobem, jak se intenzity deště dopracovat je dlouhodobé měření.

Zatížení od vlastní tíhy dešťových srážek se při návrhu střechy obvykle neuvažuje, pokud se nejedná o konstrukci s možností nashromáždění dešťové vody (např. při nefunkčnosti střešního vtoku u plochých střech, u zelených střech nebo v místech překážek toku vody)

Dešťové srážky mohou navíc ovlivňovat konstrukci mechanickým působením nebo i chemickým působením (kyselé deště). (5)(6)

2.4.5 Vlivy sněhu a sněhové pokrývky

Vliv sněhové pokrývky na střešní plášť se posuzuje jako zatížení vlastní hmotností. Hodnoty charakteristické tíhy sněhu jsou pro dané místo stavby uvedeny v mapě sněhových oblastí ČR obsažené v příloze ČSN EN1991-1-3 (Eurokód 1). Nejvyšší zatížení se vyskytuje v horských oblastech, které odpovídají 8. sněhové oblasti (charakteristická hodnota větší než 4 kN/m^2 půdorysné plochy střechy. Střešní konstrukce je vhodné navrhovat tak, abychom omezili ukládání sněhu. Z toho vyplývá, že velikost zatížení při návrhu je daná tvarem, sklonem a adhezí střešní krytiny. (5)(6)

Pohyb sněhu na střeše je dynamické namáhání konstrukce, které je přímo ovlivněno návrhem tvaru a sklonu střechy. Toto namáhání může způsobit poškození krytiny a konstrukcí, avšak může dojít i k ohrožení osob sesuvem ze střechy. Z tohoto důvodu se při návrhu postupuje tak, aby nedošlo k ohrožení provozu okolí a stavby (protisněhové háky, mříže, zachytávače či rozrážející klíny) (17)

2.4.6 Vlivy zatížení větrem

Statické posouzení konstrukce vůči působení větru vychází z ČSN EN 1991-1-4 (Eurokód 1). Proudění vzduchu je dané rychlostí větru, vyvolává v závislosti na tvaru střechy účinky statické (tlak, sání) a účinky dynamické (kmitání). Vliv zatížení vzrůstá s výškou objektu s ohledem na tvar střechy a hmotnost samotné konstrukce. Výraznější namáhání větrem je uvažováno u okrajových částí střech, například u okapů, rohových oblastí atik, kde je pak potřeba řešit výraznější kotvení jednotlivých vrstev a částí střech. (7)

2.4.7 Vlivy seizmicity

Zatížení a systém výpočtu popisuje ČSN EN 1998-1 (Eurokód 8). U střešních konstrukcí se bude jednat z tohoto pohledu o vhodné vytvoření prostorového nosného systému střechy, správné řešení kotvení a dalších detailů. (7)

2.4.8 Vlivy spadu a chemických exhalací

V ovzduší se běžně vyskytují znečišťující plynné kapalné i pevné částice, které mají na obvodové pláště negativní přímý nebo nepřímý vliv. Nebezpečné plynné látky jsou oxid siřičitý, oxid dusíku nebo chlorovodík, které způsobují korozi oceli a degradaci materiálu jako je pryž plast a nátěry.

Negativní vliv mají částice způsobující abrazi nebo zašpinění povrchu (např. saze, popílek). Největším problémem spadu je usazování nečistot a zrníček zeminy a následný růst vegetace na střeších. (6)(7)

2.4.9 Vlivy biologické a bakteriologické

V ovzduší se nacházejí bakterie a biologické látky, které se do něj dostávají prouděním vzduchu. Jedná se zejména o dřevokazné houby, plísně nebo hmyz, který pak napadá dřevěné konstrukce. Proto je nutné konstrukce chránit např. použitím hloubkové impregnace, mříže a sítě proti ptactvu.

2.4.10 Vlivy hluku a chvění

Při návrhu střešní konstrukce je potřeba zohlednit také akustické namáhání konstrukce, jehož původcem může být zdroj umístěný mimo objekt, zdroj připevněný ke střeše nebo situovaný v interiéru budovy a rovněž dynamické účinky větru. Vzduchová neprůzvučnost musí vyhovovat minimálním požadovaným hodnotám technických norem. Proto je nutné navrhnout taková opatření, která účinky hluku ztlumí. (5)

2.4.11 Vlivy vlastní tíhy střešní konstrukce

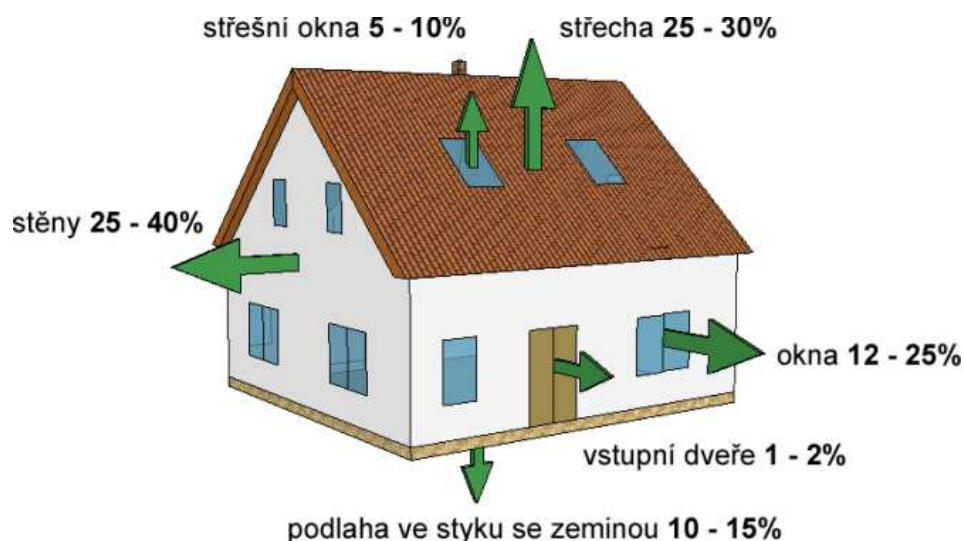
U vlastní hmotnosti střešního pláště hraje výraznou roli tíha samotné krytiny, v případě využívaného podstřešního prostoru pak také typ použité podhledové konstrukce. Z hlediska možných skladeb jsou nejtěžší tzv. zelené střechy a pojezdové střechy. Nejlehčí jsou hliníkové krytiny. Značnou roli při návrhu mají klimatické vlivy, jako je sníh a vítr. (7)

2.5 Tepelně technické požadavky

Ať se jedná o novostavbu, či rekonstrukci, tak se při tepelně technickém návrhu střešního pláště vychází z ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov. Při návrhu se vychází z jejich závazných požadavků uvedených v části 2 Funkční požadavky. Nejdůležitější z nich jsou:

- Součinitel prostupu tepla
- Zkondenzované množství par uvnitř konstrukce
- Nejnižší vnitřní povrchová teplota

Střešní plášť má značný vliv na tepelné ztráty objektu, uvádí se mezi 15 % - 25 % z celkových ztrát rodinných domů. (10) Šíření tepla konstrukcí vedením omezuje tepelněizolační vrstva, šíření tepla sáláním lze omezit reflexními a emisními vlastnostmi povrchu krytin a vrstev ve skladbě střechy a šíření tepla prouděním omezuje vzduchotěsnicí vrstva. (11)



Obrázek 3, Typické rozložení úniků tepla z rodinného domu (31)

2.5.1 Součinitel prostupu tepla

Součinitel prostupu tepla je základní veličinou, která charakterizuje tepelně izolační vlastnosti konstrukce. Je to údaj, který nám určuje, kolik tepla projde m^2 konstrukce při teplotním spádu 1K. Teplota je udávána ve Wattech.

Při výpočtu součinitele prostupu tepla je nutné uvažovat s vlivem tepelných mostů, uložením a ochranou tepelné izolace. Ve skladbě je velmi důležité minimalizovat tepelné mosty. (12)

Požadavky na součinitel prostupu tepla uvádí ČSN 73 0540–2. Pro každou stavební konstrukci musí být splněna podmínka:

$$U \leq U_n$$

U ...je součinitel prostupu tepla konstrukce (W/(m².K))

U_n ...je normou požadovaný součinitel prostupu konstrukce (W/(m².K))

Výpočet:

$$U = \frac{1}{R_t} \qquad U = \frac{1}{(R_{si}+R+R_{se})} \qquad R = \frac{d}{\lambda}$$

U ...je součinitel prostupu tepla (W/(m².K))

R_t ...je odpor konstrukce

R_{si} ...je odpor konstrukce při přestupu tepla na vnitřní stranu

R_{se} ...je odpor konstrukce při přestupu tepla na vnější stranu

R ...je tepelný odpor konstrukce

λ ...je součinitel tepelné vodivosti(W/(m.K))

d ...je tloušťka konstrukce (m)

Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla pro budovy a převažující návrhovou vnitřní teplotou θ_{im} v intervalu 18°C až 22°C včetně. (8)

Tab. 1, Vybrané hodnoty součinitele prostupu tepla dle ČSN 730540 (2011)

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla (W/(m ² .K))		
	Požadované hodnoty $U_{n,20}$	Doporučené hodnoty $U_{rec,20}$	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy $U_{pas,20}$
Střeška strmá se sklonem nad 45°	0,30	0,20	0,18 – 0,12
Střeška plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně	0,24	0,16	0,15 – 0,10

(13)

2.5.2 Zkondenzované množství par ve střeše

Při návrhu podkrovních prostor je mimořádně důležité zvolit vhodnou skladbu z hlediska vlhkostního režimu. Pokud se toto nepodaří úspěšně zvládnout, střeška je postižena trvalou poruchou, kterou obvykle nelze odstranit jinak než výměnou celé konstrukce nebo zásadní rekonstrukcí. (4)

Základním předpokladem je také neporušená parozábrana na spodní části střešní konstrukce.

V souladu s ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov by měl být střešní plášť navržen rovněž tak, aby v něm nedocházelo ke kondenzaci vodní páry. Tento požadavek je však splněn pouze za toho předpokladu, že každém místě střešního pláště je po celý rok částečný tlak vodních par nižší než tlak nasycených vodních par při dané teplotě.

Empirickým předpokladem je řazení vrstev střešního pláště tak, aby se při jeho vnitřním povrchu nacházely vrstvy s nejvyšším difúzním odporem a směrem k vnějšímu povrchu se difúzní odpor snižoval. Praktické uplatnění této zásady je však velmi problematické, zvláště u jednoplášťových střeš (s výjimkou střeš s opačným pořadím vrstev)

Proto ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov za určitých předpokladů určité množství kondenzace vodních par ve střešním plášti připouští. Připouští – li se však kondenzace ve střešním plášti, je nutné zajistit, aby při zpětné přeměně kondenzátu do plynného skupenství měly vzniklé vodní páry možnost se ze střešního pláště odpařit do vnějšího ovzduší. (10)

Dle ČSN 73 0540 (2011) musí platit

$$M_c < M_{cv}$$

M_c ... je roční množství zkondenzované vodní páry (kg/(m².a))

M_{cv} ...je roční množství vypařitelné vodní páry ($\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$)

Současně však platí pro jednoplášťové střech, že M_c je menší nebo rovno 0,1 ($\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$)

Pro ostatní střechy, že M_c je menší nebo rovno 0,5 ($\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$)

Tento požadavek platí pro všechny konstrukce (tedy i střechy) u novostaveb. U rekonstrukcí jednoplášťových střech je pouze doporučený. (5)

2.5.3 Nejnižší vnitřní povrchová teplota

Nejnižší vnitřní povrchová teplota hodnotí rizika vniku plísní a hnilob na vnitřním povrchu konstrukce. Klesnutím vnitřní povrchové teploty pod teplotu rosného bodu, jsou splněny podmínky pro výskyt kondenzace vodní páry na vnitřním povrchu konstrukce. Tento jev nastává především v zimním období, kdy je venkovní teplota nejnižší.

Normové požadavky na hodnoty nejnižší vnitřní povrchové teploty stanoví ČSN 73 0540–2. Jedná se o veličinu, která je na rozdíl od vnitřní povrchové teploty vlastností konstrukce a nezávisí na působících teplotách. Jsou zvlášť stanoveny pro neprůsvitné konstrukce (stěny, stropy, střechy) a zvlášť pro průhledové konstrukce (okna, dveře, osvětlovací části zasklených obvodových pláštů)

Za hranici vyloučení vzniku plísní je pokládána relativní vlhkost 80 %. Pokud je vlhkost dlouhodobě vyšší, riziko vniku plísní se zvyšuje, pokud je naopak nižší, tak je vznik plísní prakticky vyloučen. Kritická povrchová relativní vlhkost pro vyloučení povrchové kondenzace je 100 % - při nižších vlhkostech ke kondenzaci vodní páry na povrchu konstrukce nedochází. (6)

2.6 Poruchy střešních konstrukcí

Závady střech se neprojevují pouze zatékáním, ale také zvýšenou vnitřní kondenzací, která se projeví později. Řada závad je ve střešním plášti dokonce skrytá, takže je těžké pro mnoho uživatelů na první pohled závalu zjistit a je nutná důkladná analýza odborníkem. Nepříjemným následným jevem těchto závad je snížená tepelněizolační schopnost střechy. Tím dochází v chladnějších ročních obdobích k většímu teplotnímu uniku u střešním pláštěm. Tento fakt se poté zákonitě projeví ve zvýšené spotřebě energie nutné pro vytápění. V létě naopak dochází

k intenzivnějšímu prohřívání podstřešních prostor, kde pak lze jen obtížně bydlet či pracovat. Výsledkem jsou poté zvýšené náklady na klimatizování místnosti. Všechny tyto náklady, v zimě na zvýšené vytápění a v létě na zvýšení klimatizace či mechanického větrání, velmi nepříjemně ovlivňují celkovou ekonomiku provozu budovy. (6)

Veškeré negativní účinky jsou ještě tím větší, čím je větší plocha střechy. Nejhorší vliv mají nefunkční střechy na přízemní půdorysně velké objekty jako jsou průmyslové haly, zemědělské objekty či skladové haly.

Neplatí úměra, že tím starší střecha, tím více poruch. Často se objevují závady na budovách postavených v době nedávno minulých. Z těchto skutečností lze tedy konstatovat, že v nejbližších letech budou i nadále převládat opravy a rekonstrukce střech nad novými realizacemi.

K opravám a rekonstrukcím je nutné přistupovat systematicky zodpovědně a počítat s budoucím využitím podstřešního prostoru. Řešením není, nekvalifikovaná či jinak nevhodně provedená rekonstrukce, která bude během několika let příčinou poruch a bude nutné provést další rekonstrukci

I když bylo na poli teoretického, technologického i materiálového vývoje dosaženo mnoho pokroků a řada příčin poruch a nevhodných materiálů odhalena, mnohé stavební firmy i projektanti jedou podle svých naučených schémat, které nemusejí být vždy správné. Buď z neznalosti, či finančních důvodů navrhují a realizují nejen levné střechy, ale také levné a lehce proveditelné rekonstrukce. U nichž často využívají ještě zastaralých technologií a stejně tak zastaralých, a proto levných materiálů. Důsledky pro investora jsou krátkozraké, neboť velmi často v krátké době vyvstane nutnost další menší, či větší rekonstrukce a v celkovém efektu se toto řešení prodraží. (8)(17)

2.6.1 Diagnostika poruch, vodotěsnosti a stavebně fyzikálních poruch

Oprava nebo rekonstrukce musí být navržena a provedena odborně. Proto návrhu opravy či rekonstrukce musí vždy předcházet průzkum stávajícího stavebního řešení a přesná diagnóza poruch. (15)

Návrhu předchází:

- Vizuální prohlídka střechy zevnitř i zvenku, včetně prohlídky jednotlivých detailů (okrajů, prostupů, úžlabí, vpustí atd.)
- Posouzení projektové dokumentace, pokud je k dispozici, jinak je nutné zaměření stávajícího stavu.

- Popis odběru jednotlivých sond a jejich vyhodnocení – složení tloušťek jednotlivých vrstev střešního pláště - mechanický stav jednotlivých vrstev střešního pláště – vlhkostní stav jednotlivých vrstev
- Tepelně technické posouzení střechy provedené v souladu z ČSN 73 0540–2
- Posouzení stavu nosných konstrukcí – ověření dimenzí pro statický výpočet, zjištění zda nedošlo v průběhu užívání k úpravám, či odstranění některých prvků, ověření stavu materiálů, zejména dřevěných konstrukcí v místech s možným výskytem vlhkosti, zjištění deformací střešní konstrukce, posouzení statického výpočtu. (7)

2.6.2 Druhy a důvody rekonstrukce

Poruchy střech mohou vznikat následkem jedné nebo více příčin. Tyto příčiny spočívají:

- v nesprávném projektu střechy
- ve vadách použitých materiálů
- v nekvalitním provedení
- v zanedbané údržbě
- v překročení předpokládané životnosti
- ve změnách okrajových podmínek působících na střešní plášť
- v havárii

Nutnost rekonstrukce střešního pláště potom může být vyvolána nejen následkem poruch, ale také požadavkem na změnu vnějšího provozu (např. změna z nepochozí střechy na pochozí) nebo požadavkem na zvýšení užitelských parametrů (např. zvýšení tepelněizolačních schopností střechy). Případně změnou vnitřní teploty a relativní vlhkosti. (33)

2.6.3 Příčiny poruch

2.6.3.1 Poruchy způsobené nesprávným projektem

Na základě dlouhodobých zkušeností lze konstatovat, že většina problémů v projektu střešních konstrukcí se vyskytuje v souvislosti s nesprávným konstrukčním řešením jejich detailů. Jedná se o detaily na vnějším obvodu střechy (okapy, římsy, atiky) ale také v rovině střechy v oblasti prostupů střešním pláštěm (okna, světlíky, pronikající potrubí, dilatace), případně v okolí střešních oken.

Častou poruchou je vznik tepelných mostů. Tepelné mosty způsobují vlhnutí vnitřního povrchu stropu nebo vnitřní stěny pod stropem. Nejvýrazněji se toto vlhnutí

projevuje u styku obvodové stěny a nosné střešní konstrukce, tepelně nezaizolovaných střešních vtoků, průniků větracího potrubí, světlíků.

Při návrhu se doporučuje v co největší míře využívání systémových prvků jako jsou střešní krajové a nárožní tašky, systémové protisněhové zábrany, průchodky pro odvětrání kanalizačního potrubí a antén apod. Platí zde zásada, že nejspolehlivější detail je ten, ve kterém se klempířské konstrukce buď vůbec nevyskytují nebo jen v minimálním rozsahu. (7)

Všechny tyto chyby mohou být způsobené špatnou realizací v průběhu výstavby, nicméně většina má prapůvodní příčinu v projekčních nedostatcích.

Příkladné chyby:

- Nevhodná kombinace použitých materiálů (např. u šikmých střech použití nekontaktní difúzně propustné pojistné hydroizolace přímo na tepelnou izolaci nebo na bednění bez vzduchové dutiny, např. nesnášenlivost mědi s hliníkem nebo pozinkovanou ocelí)
- Návrh skládané nebo jinak spojované krytiny na nedostatečný sklon (např. návrh betonové krytiny Bramac na sklon 20° bez použití nutných doplňkových opatření)
- Opomenutí návrhu některé důležité vrstvy (např. parozábrany, pojistné hydroizolace)
- Použití nevhodných materiálů pro jednotlivé vrstvy střešního pláště (např. pro izolaci podkroví použití pěnového polystyrenu)
- Chybějící návrh kontralatí nad pojistnou hydroizolační vrstvou u šikmých střech se skládanou krytinou
- Poddimenzování nosných prvků střešního pláště (např. latí pro větší než standardní rozpon krokví nebo nevhodný typ trapézového plechu a jeho nadměrné prohýbání)



Obrázek 4, Tepelné mosty u vnějších okrajů střech způsobené nevhodným návrhem tepelné izolace (8)

2.6.3.2 Poruchy způsobené vadami použitých materiálů

Poruchy způsobené vadami materiálů nemůže ani projektant ani realizační firma předpokládat. Vlastnosti materiálu musí vždy garantovat výrobce, který je povinen doložit technické parametry a příslušné atesty výrobku. Neplatí, že je materiál nekvalitní, pokud je špatně navrhnuto pro dané podmínky.

Vadami materiálů mohou být např.

- bobtnání puchýře na keramických taškách
- špatná svařitelnost některých umělohmotných fólií
- nestejně barevný, či nedržící posyp na asfaltových páslech či šindelích.

2.6.3.3 Poruchy způsobené nekvalitní realizací střechy

Těchto typů poruch je značné množství vycházejí buď z neznalostí technologického postupu nebo z nezodpovědnosti či usnadnění při vlastním provádění. (5)

Příklady nejčastějších nedostatků:

- Nedostatečné vzájemné slepení dvou na sobě položených asfaltových pásů.
Při tomto natavování musí být intenzita plamene tak vysoká, aby umožnila roztavení spodního a horního asfaltového pásu tak, aby došlo k vzájemnému plnoplošnému přilepení. Důsledkem špatného natavení je uzavření vlhkosti v místech, kde pásy nejsou slepené a následný vznik výdutí.
- Nedostatečné slepení přesahů PVC střešních fólií.
U této situace je zvláště nebezpečné, že se PVC střešní fólie navrhuje v jedné vrstvě a pronikající voda způsobuje vlhnutí vrstvy která se nachází přímo pod hydroizolací, což je většinou vrstva tepelněizolační. Zprvu se projeví ztráta vlastností tepelné izolace, poté už proniká voda do interiéru se všemi negativními důsledky.
- Zabudování mokrých materiálů do střešní konstrukce.
Vlhkost materiálů zabudovaných do konstrukce je zvláště nebezpečná u tepelných izolací. Zvyšuje se tím jejich tepelná vodivost. V letních měsících se tato zabudovaná voda začne měnit v páru. Pokud jí expanzní systém neodvede, tak vzniká pod hydroizolací přetlak vodních pák, který má za následky odtrhávání a výdutě hydroizolačního souvrství. Vlhkost má také negativní vliv na dřevěné prvky krovu, umožňuje jejich napadení dřevokazným hmyzem, houbami, plísněmi.

- Nedokonalé vzájemné spojení přesahů parozábrany a nedostatečně těsné napojení prostupů.
Parozábrana spolehlivě funguje, pouze pokud je zajištěno její dokonalé spojení přesahů a prostupů pronikající konstrukce. Pokud toto neplatí, dochází k průniku vodních par do vrstev umístěných nad parozábranou a tím dochází k jejich vlhnutí a ztrátě požadovaných vlastností.
- Nesprávně položená a netěsná pojistná hydroizolační vrstva pod skládanou krytinou šikmých střech.
Je všeobecně známo, žádná skládaná krytina není vždy a za všech povětrnostních podmínek nepropustná pro vodu, zalétající sníh. Pojistná hydroizolace, jak už s jejího názvu vyplývá nám zaručuje nekompromisní požadovanou vodotěsnost střechy. Připevňujeme ji shora ke krokvím nebo na bednění. Nahoru se přibijí kontralatě, které vytvoří pod krytinou vzduchovou mezeru, tou je odvedena případná zatékající voda do žlabu. Pojistná vrstva nesmí být někde porušená, je spojitá a přikotvena může být pouze na krokvích, kde spoj překrývá kontralatě.

2.6.3.4 Poruchy způsobené zanedbanou údržbou

Mnohé materiály a konstrukce vyskytující se na povrchu střech, vyžadují pravidelnou údržbu pomocí nátěrů jejíž periodicitu obvykle určuje výrobce příslušného materiálu. Jedná se především o plechové krytiny, klempířské konstrukce z pozinkovaného plechu a dřevěné konstrukce vystavené vnějším vlivům.

Zanedbání údržby způsobuje rychlejší stárnutí materiálu a v konečném důsledku ztrátu vodotěsnosti.

Řada poruch vzniká i kvůli zanedbání čištění žlabů, vtoků i vlastních střešních ploch od nánosů listí, písku, prachu. Tyto nánosy způsobují zpomalení odtoku vody a její kumulaci zvláště ve žlabech, úžlabích a střešních plochách o malém sklonu. Místa větších nánosů slouží nejen jako nežádoucí jako živná půda pro růst nežádoucí vegetace, ale také jako místo možného zatékání. (5)

2.6.3.5 Poruchy způsobené překročením předpokládané životnosti

U střech je trvanlivost v drtivé většině udávána trvanlivostí střešní krytiny. Ta končí, pokud už krytina nedokáže vykonávat své požadované vlastnosti a její případná sanace či údržba není z dlouhodobého hlediska možná ani ekonomicky výhodná. Po takovémto rozhodnutí je potřeba vyměnit minimálně krytinu, často však i celé střešní souvrství. Některé krytiny mají trvanlivost nad 100 let (např. štípaná břidlice, měděný plech) některé nad 50 let (např. keramické a betonové střešní tašky), jiné pod 50 let (např. povlakové krytiny).

Trvanlivost je také ovlivněna správnou údržbou orientací střechy ke světovým stranám, sklonem střešní krytiny a atmosférou okolního prostředí.

2.6.3.6 Poruchy způsobené změnami okrajových podmínek

Správný návrh je přesně závislý na stanovených okrajových podmínkách. Dojde-li tedy k jejich změně, mohou nastat následkem toho i poruchy střešního pláště. Nejčastěji k poruše dochází se změnou využívání vnitřního prostoru podstřeší (realizace podkroví). Zvýší se relativní vlhkost a pokud není dokonale vyhotovena parozábrana, tak tím dochází k navlhnutí všech vrstev a jejich degradace. (5)

2.6.3.7 Poruchy vzniklé havárií

Nepatří mezi nejčastější poruchy. Mohou to být například kroupy, vichřice, požár, výbuch, zábavní pyrotechnika.

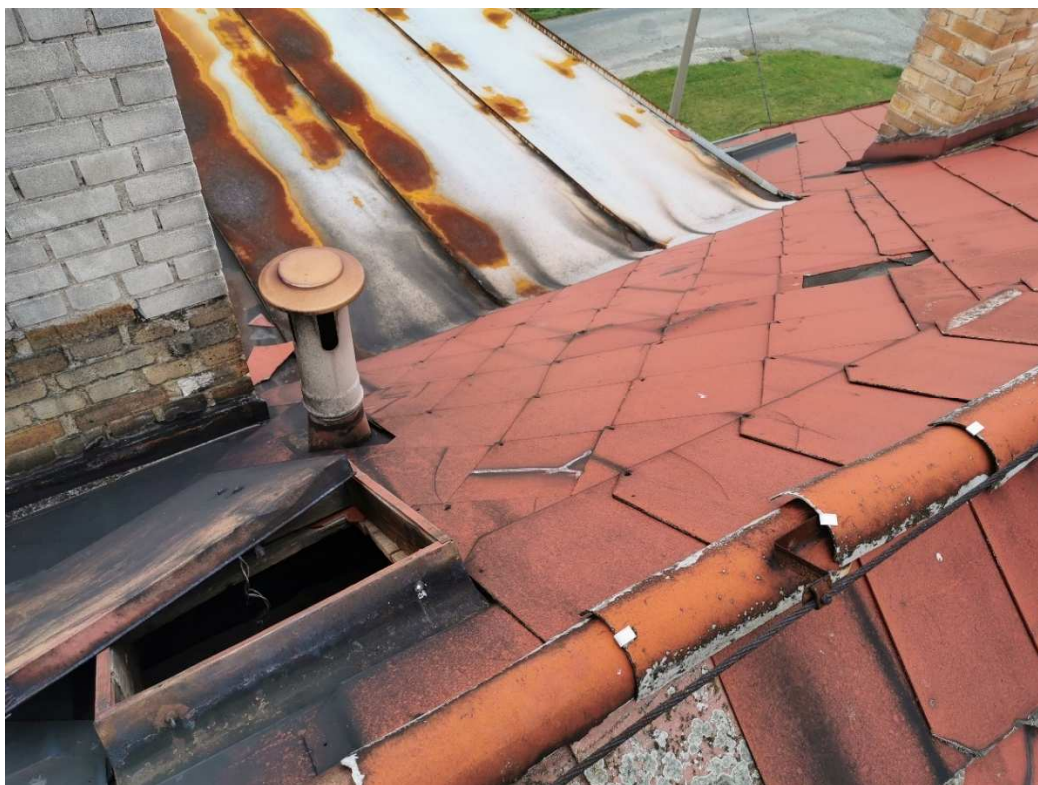
3. Praktická část – první kapitola

První kapitola praktické části se týká problémů, se kterými jsem během posledního roku při své podnikatelské činnosti přišel do styku. Vybral jsem problémy, u kterých bylo možné identifikovat příčinu jejich vzniku a mám k nim dostatečné podklady. U každého příkladu je nejprve popsáno složení střešní konstrukce, jestli se na střeše už řešila nějaká rekonstrukce či jak je o střechu pečováno. Dále jsou popsány poruchy, které se na střeše vyskytují. Většinou se jedná o problém zatékání, či jinak viditelné poruchy, které si majitel nemovitosti všimne a zavolá pokrývačskou firmu, aby mu od problému pomohla. Po prozkoumání střešní konstrukce zanalyzuji její stav a dle nabitých zkušeností ze studia, z teoretické části diplomové práce, z vlastní praxe a informací od investora se pokusím stanovit příčinu problému. Poté navrhnou možné řešení odstranění problému. Při hledání řešení uvažuji pouze s navrácením do původního funkčního stavu nebo možnost alternativního řešení krytiny. V této kapitole nezohledňuji například jestli je střešní skladba dostatečně tepelně zaizolována.

3.1 Příklady poruch střech

3.1.1 Bytový dům v obci Jarov

Na tomto objektu bytového domu byla před 14 lety rekonstruována jižně orientovaná polovina střešní krytiny. Původní krytina na šikmé části střechy byla azbestocementová česká šablona (Eternit), která se stále vyskytuje ještě na severně orientované části střechy. Část nad vikýřem je neošetřený pozinkovaný falcovaný plech stejného stáří jako rekonstruovaná krytina. Pod celou plochou krytiny je dřevěný prkenný záklop, na kterém je přibitý asfaltový hydroizolační pás (IPA) přes který je položena vláknocementová česká šablona neznámého výrobce. Na této střeše se vyskytuje více problémů, které mají různý původ, proto jsou rozděleny do pod bodů níže.



Obrázek 5, Víceru poruch na bytovém domě v obci Jarov

Poruchy:

- 1) Zkorodovaný pozinkovaný falcovaný plech
- 2) Rozpraskané a uvolněné vláknocementové šablony
- 3) Uvolněné/chybějící hřebenáče

Analýza:

1) Problémem falcovaného plechu je, že není udržován působí na něj zvýšená koncentrace chemické exhalace z komínového tělesa. Plech nebyl po celou dobu svojí životnosti nijak ošetřován. Plocha koroze je větší, čím je plech blíže ke komínu. Vytápění bytového probíhá centrálním kotlem na tuhá paliva v tomto případě černé uhlí. Ve spodinách se vyskytuje oxid siřičitý, který reaguje se vzdušnou vlhkostí a způsobuje korozi. (20)

2) Popraskané střešní šablony okolo vylézacího otvoru se dají vysvětlit tím, že se na falcované střešní krytině nachází vysílač poskytovatele internetového připojení. K vysílači není zajištěn přístup jinak než přes vylézací otvor, na který ale nenavazují stoupační konzoly pro bezpečný přechod na falcovanou krytinu. Při revizi a opravách zařízení vysílače dochází ke zvýšenému pohybu osob, kteří krytinu při přechodu k vysílači rozšlapou.

Defekty vláknocementových šablon jsou ale viditelné i v ploše, tudíž je možná vada materiálů střešní krytiny nebo je překročena doba její životnosti.

3) Uvolněné či chybějící hřebenáče jsou způsobené shnilou hřebenovou latí. Vruty, které drží přichytku hřebenáče nemají tak v čem držet a jsou uvolněné.

Řešení:

1) Tloušťka plechu na místech s největší korozí je už tak nízká, téměř nulová, že nátěr plech už nezachrání. Je nutná kompletní výměna falcovaného plechu a jeho správná údržba či přechod na ekologičtější způsob vytápění které bude mít za následek snížení vzniku chemických exhalací proudících z komína.

2) Zajištění přístupu pomocí střešních konzol na falcovanou krytinu tak, aby byl umožněn bezpečný pohyb pro osoby poskytovatele internetové připojení, aby nedocházelo k poruše krytiny.

Výměna uvolněných či jinak poškozených šablon.

3) Rozebrání hřebenáčů, nahrazení novou hřebenovou latí a jejich zpětná montáž s doplněním chybějících nebo při demontáži zničených kusů.

Vzhledem ke všem poruchám a dosud nerekonstruované severní části střechy s příměsí azbestu, která je za svojí předpokládanou životností bych doporučoval kompletní rekonstrukci střešního pláště.

3.1.2 Budova čistící techniky v ZD Dobříč

Krytinu tohoto objektu tvoří azbestocementová velkoformátová vlnitá deska (Eternit). Nosnou konstrukcí je dřevěný krov, který je zateplený mezikrokevní tepelnou izolací se sklených tepelněizolačních desek. Podhled je tvořen sádrokartonový na rošt s hliníkových profilů s parozábranou.



Obrázek 6, Podélná prasklina v eternitové desce



Obrázek 7, Navlhlá tepelná izolace a krov

Poruchy:

Viditelné praskliny ve střešní krytině

Analýza:

Problém byl v poškozené střešní krytině. Podélné praskliny viditelné na první fotce mohou být způsobeny přílišným utáhnutím kotevních šroubů v kombinaci se stářím krytiny. Podélné praskliny přecházeli i do dolní vlny, kde při dešti stéká větší množství vody a hrozí tak rozsáhlejší zatékání.. Po odborné demontáži desky byl zjištěn rozsah škod zatékáním. Tepelná izolace byla na místech zatékání zvlhá, tím pádem nefunkční. Na dřevěných prvcích krovu se tvořila řasa a plíseň.

Řešení:

Bezpečné a odborné odstranění a likvidace azbestocementových desek. Výměna navlhle tepelné izolace a demontáž laťování. Vysušení krokví a jejich následná ošetření proti dřevokazným houbám a plísním. Pokud krokve bude hloubkově poškozena hnilobou, tak její výměna. Montáž kontaktní pojistné hydroizolační fólie. Montáž kontralátí a latí dle předepsaných požadavků výrobce střešní krytiny. Jako alternativa krytiny místo azbestocementových vlnitých desek může být trapézový plech. (21)

3.1.3 Skladový objekt v průmyslovém areálu Dýšíná

Nově postavené zastřešení nad jeřábovou drahou, které slouží ke skladování ocelových plátů a svitků. Krytinou je barvený pozinkovaný trapézový plech. Nosným prvkem je ocelová příhradová konstrukce.



Obrázek 8, Rez na trapézové krytině

Problém:

Korodující vrchní strana nové plechové krytiny

Analýza:

Problém rezavějící vrchní vrstvy barveného pozinkovaného plechu je způsoben neodstraněním špon vzniklých při kotvení plechu k ocelové nosné konstrukci samořeznými šrouby. Tento rez se vyskytuje u každého šroubu ve větší, či menší míře. Estetickým následkem je špinění plechu od rzi. V dlouhodobém horizontu, může povrchová rez proniknout ochranou složkou plechové krytiny a způsobit degradaci krytiny.

Řešení:

Mělo proběhnout důsledné odstranění špon vzniklých při šroubování konstrukce pomocí magnetického sběrače špon, či jiného způsobu odstranění. Požadování „Nároku na slevu z ceny díla“.

3.1.4 Rodinný dům v obci Dobříč

Šikmou střešní krytinu tvoří betonové tašky Bramac se sklonem 35° na latích a kontralatích. Pojistná hydroizolační vrstva je řešena igelitovou fólií s výztužným rastrem. Dosud neobývané podkroví se má v budoucnu předělat na obytné pokoje.



Obrázek 9, Pohled na degdovanou pojistnou hydroizolaci



Obrázek 10, Detail degradované pojistná hydroizolace

Problémy:

Zatékání do podkrovních prostorů

Analýza:

Problém byl v netěsné pojistné hydroizolační vrstvě. Žádná skládaná krytina není dokonale těsná a při intenzivnějším dešti docházelo k zatékání do podkrovních prostorů. Její struktura byla degradovaná a zkřehlá a v celé její ploše vykazovala trhliny. Tento problém se dal zjistit už zběžným pohledem zvenku ke štítům. Bylo zde vidět narušení pojistné hydroizolace. Problém v těchto prostorech by ale mohl být způsobený odraženým slunečním zářením, které má na životnost pojistných hydroizolačních fólií z PE nebo PP negativní vliv. Po prozkoumání vnitřních prostorů byl problém zjištěn po celé ploše pojistné hydroizolace. Střecha je dle majitele 14 let stará, majitel střešní krytinu realizoval svépomocí a bylo mi řečeno, že byla nějakou dobu pouze pod fólií. Tím lze vyvodit, že byla překročena doba vystavení přímému slunečnímu záření, bez toho aby byla fólie překryta krytinou. U dnes běžně používaných standartních hydroizolačních podstřešních fólií je tato doba 1 měsíc (např. Guttafol DO 135 S, přibližná cena 30 Kč/m²) u nejlepších je tato doba 2 měsíce (Dekten Multi-Pro II, přibližná cena 135 Kč/m²) (19)

Řešení:

Podkroví, které se má do budoucna upravit pro obytné účely, nutně potřebuje pojistné opatření pod střešní krytinou. Bude nutné vyměnit původní fólii za novou, což obnáší demontáž krytiny a klempířských prvků a odlaťování. Poté montáž nové fólie a následné montáž nových střešních kontralatí a latí a montáž původní krytiny. Téměř vždy dojde k rozbití nebo poškození části střešní krytiny a klempířských prvků, tak bude nutné jejich doplnění o nové kusy.

3.1.5 Objekt pro zemědělskou techniku ZD Dobříč

Krytinu na sedlové střeše objektu o půdorysné ploše 70 x 12 m a sklonu 5° tvoří asfaltový pás v celkem třech vrstvách. Na původní dvě vrstvy, kterými dříve zatékalo se natavila další vrstva asfaltového pásu. Stáří této rekonstrukce je přibližně 25 let. V průběhu posledních let ještě proběhl nátěr Reflexolem. Spádová a zároveň nosná vrstva je tvořena železobetonovými panely. Na panelech je jako roznášející vrstva lehčený beton o tloušťce 40 mm.



Obrázek 11, Prošláplý puchýř v asfaltovém pásu



Obrázek 12, Porušený puchýř v asfaltovém pásu a v něm viditelná voda



Obrázek 13, Detail porušeného asfaltového pásu

Problémy:

Zatékání do objektu

Analýza:

Tyto puchýře se vytváří mezi původní druhou vrstvou a novější třetí vrstvou asfaltového pásu, kterou byla krytina opravována. Množství těchto puchýřů se více vyskytuje nad částí autolakovny, která je při práci temperována. Zbytek budovy je nvytápěný skouží jako sklad zemědělské techniky. Lze předpokládat, že tyto puchýře má na starosti vzdušná vlhkost, která pronikla z interiéru netěsnou první a druhou vrstvou asfaltového pásu do prostoru mezi druhou a třetí těsnou vrstvou asfaltového pásu kde se prozatím zarazila. Vlhkost se při větších teplotách rozpíná a tlačí na asfaltový pás a při zchladnutí se zase vrací do svého původního tvaru. Toto se opakuje ož do doby kdy puchýř praskne a vlkost se uvolní do prostoru. Temito prasklinami pak dochází k zatékání do konstrukce. Větší množství puchýřů nad částí autolakovny se dá vysvětlit zvýšenou produkcí vzdušné vlhkosti.

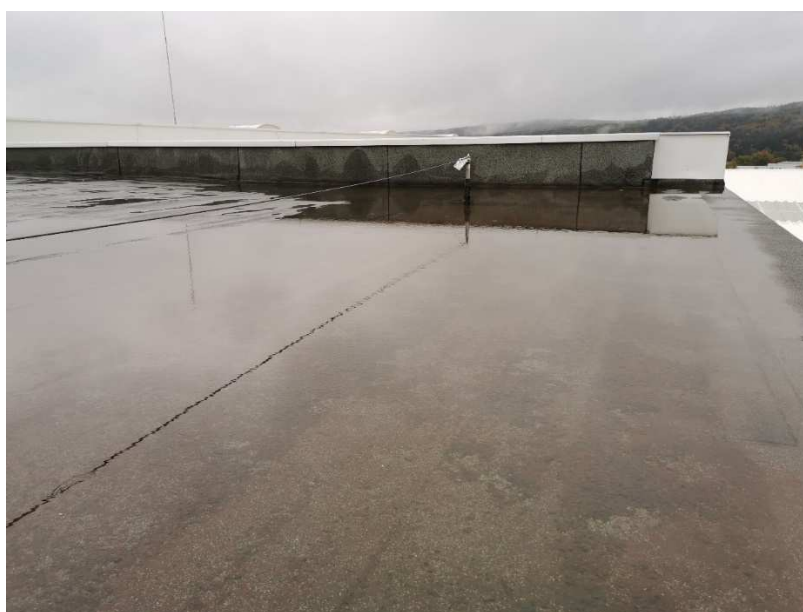
Řešení:

Odstranění stávajících vrstev asfaltového pásu. Kontrola a vyspravení roznášející vrstvy. Aplikace penetračního nátěru a celoplošné natavení podkladního modifikovaného pásu. Poté natavení vrchního modifikovaného pásu ideálně s břidličným posypem. Při této velikostni objektu neopomenout správné řešení dilatace.

Další alternativou by mohlo být vytvoření dřevěného roštu kotveného až do nosných železobetonových panelů a montáž trapézové střešní krytiny, jelikož sklon střechy dovoluje její použití za použití nutných doplňkových opatření.

3.1.6 Výrobní hala č.1 v průmyslovém areálu Dýšina

Jednoplášťová zateplená střecha nad výrobní halou. Krytinou je asfaltový pás. Spádová a tepelněizolační vrstva je tvořena expandovaným polystyrenem. Nosnou konstrukcí jsou předpjaté železobetonové panely.



Obrázek 14, Stojící voda na ploché střeše



Obrázek 15, Stojící voda na ploché střeše, pohled k okapní hraně

Problémy:

Neodtékající voda ze střešní krytiny

Analýza:

Není dodržen požadovaný sklon povrchu střech. Tvorba kaluží v místě před okapovou hranou, okapová hrana tvoří jakousi „přehradu“, která zabraňuje odtoku vody do žlabu. Problém mohl vzniknout přílišným zatížením střechy například od neodklizeného sněhu nebo chybě při pokládce střešního souvrství. Tepelná izolace tvořená expandovaným polystyrenem se dotvarovala více než měla a propadla se. U okapové hrany k propadu nedošlo, háky žlabu jsou realizované na OSB deskách, které jsou částečně podepřené fasádním panelem. Hloubka stojící vody je v některých místech až 3 cm.

Řešení:

Řešením by mohlo být rozebrání střešní konstrukce v prostoru u okapové hrany, její snížení a následné uvedení do vodotěsného stavu. Jelikož ale došlo k deformaci tepelné izolace či jiných vrstev pod krytinou měla by být střešní konstrukce demontována, zjištěna příčina propadu, vytvoření funkční spádové vrstvy a obnovení do vodotěsného stavu.

3.1.7 Výrobní hala č.2 v průmyslovém areálu Dýšina

Povlakovou krytinou je mechanicky kotvená střešní fólie do železobetonového stropního panelu. Tepelnou izolaci tvoří minerální vata. Parotěsnou vrstvou je natavovaný asfaltový pás.



Obrázek 16, Pohled na vyšponovanou střešní fólii



Obrázek 17, Pohled na vyšponovanou střešní fólii přes vnitřní atiku



Obrázek 18, Vytržená střešní fólie, přímé zatékání do tepelné izolace



Obrázek 19, Detail pnutí vnitřní výztužné vložky

Problém:

Zatékání do objektu v místě utržené hydroizolační fólie

Analýza:

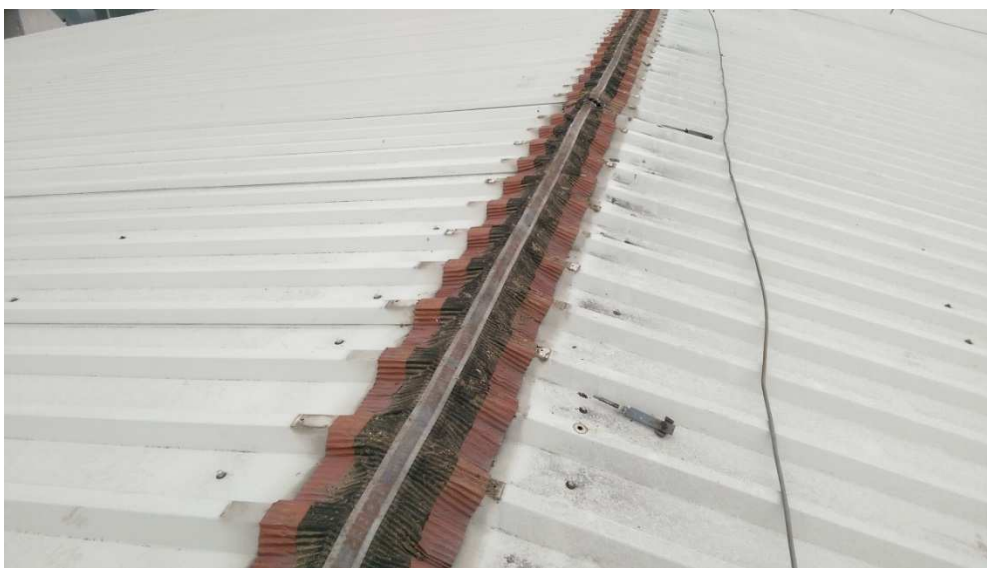
Na první pohled je vidět značné pnutí ve střešní hydroizolační fólii. Talířové kotvy v přesazích jsou místy utržené. Při detailním pohledu je vidět deformace vnitřní výstužné tkaniny střešní fólie. Vnitřní pnutí bylo tak vysoké, že došlo k odtržení části fólie od fasádního panelu a tím je umožněno přímé zatékání do konstrukce. V tomto případě značně navlhla tepelná izolace neplní funkci izolantu. Tím se zvyšují náklady potřebné k vytápění objektu, ale hlavně se značně přitěžuje stropní/střešní nosná konstrukce. S tímto zatížením není v návrhu počítáno a v kombinaci s velkým nahodilým zatížením by mohlo dojít i ke kolapsu střešní konstrukce. V důsledku sálání větru by mohlo také dojít k odtržení celé střešní fólie.

Řešení:

Plocha střechy se musí stabilizovat a je potřeba sanovat tepelnou izolaci. Je potřeba odstranit povlakovou krytinu, tepelnou izolaci a parozábranu. Na proděravělou parozábranu od původních kotev bude nutné udělat novou. Degradovanou tepelnou izolaci bude potřeba vyměnit za novou. Poté návrh nové vhodné střešní fólie, která bude dostatečně mechanicky kotvená. Návrh kotvení vychází z ČSN EN 1991-1-4 Zatížení konstrukcí větrem a ETAG006 Systémy mechanicky kotvených pružných střešních hydroizolačních povlaků. (33)

3.1.8 Výrobní hala v průmyslovém areálu Rokycany

Střešní plášť tvoří zateplené panely Kingspan, které jsou kotvené do ocelové příhradové konstrukce. Sklon sedlové střechy je 6°.



Obrázek 20, Pohled na nesprávné řešení hřebene

Problém:

Zatékání v místě hřebenu

Analýza:

Pod hřebenovým lemováním, bylo jako těsnění použit nárožní pás určený pod skládané krytiny jako podkladní pás do nároží. Tento pás má pod hliníkovou částí lepící vrstvu, která se lepí na skládanou krytinu. V tomto případě došlo k odlepení od střešní krytiny a tím vzniku mezery mezi trapézovým plechem a nárožního pásu. Při dešti kombinovaném se silným větrem docházelo k zatékání v oblasti hřebene. Po odkrytí nárožního pásu byla zjištěna chybějící tepelná izolace, jelikož místo ní byla umístěna volně položená lať, na kterou byl pás připevněn pomocí sponek.

Řešení:

Odstranění nárožního pásu a latě. Vyplnění prostoru tepelnou izolací s minerální vaty a montáž nového hřebenového plechu s dostatečným přesahem doplněným o originální těsnění pro střešní panely Kingspan.

3.1.9 Rodinný dům v obci Chrást

Rodinný dům se sedlovou střechou, kde střešní krytinu tvoří asfaltové šindele na prkenném záklopu. Tepelná izolace je mezikrokevní o tloušťce 160 mm. Pohled sádrokartonový.



Obrázek 21, Pohled na nefunkční skladbu střešní konstrukce



Obrázek 22, Plíseň na podhledu

Problém:

Vznik plísní v obytném podkroví

Analýza:

Při ranním pohledu zvenku na krytinu je viditelné dřívější tání námrazy v prostoru mezi krokvemi. Kdyby toto bylo naopak, že námraza odtává dříve v prostorách nad krokvemi, dalo by se říct, že je to způsobené tepelnými mosty v místě krokví, jelikož dřevo má horší tepelněizolační vlastnosti než jakákoliv používaná tepelná izolace. Tím, že dříve taje námraza na krytině v prostoru tepelné izolace dá se předpokládat, že tepelná izolace nemá své požadované vlastnosti. Je nejspíše navlhá od netěsné parotěsné vrstvy. Tím, že se pokoj již nevytápí na pokojovou teplotu, vnitřní povrchová teplota konstrukce klesla natolik, že umožnila vzniku plísní na sádrokartonu. Pro přesné zjištění stavu tepelné izolace by bylo nutné provést sondu.

Řešení:

Dočasným řešením je zvýšit vnitřní teplotu v podkroví, aby se zabránilo vzniku plísní, tím se ale neodstraní příčina problému a zvýší se náklady na vytápění. Řešením odkrytí sádrokartonových desek, výměna navlhle tepelné izolace, zhotovení dokonale těsné parozábrany a vytvoření nového sádrokartonového podhledu. Vzhledem k dnes již nedostatečné tepelné izolaci navíc přidání podkroevní tepelné izolace.

4. Praktická část – druhá kapitola

Tato kapitola se bude týkat analýzy problémů střešních krytin a hledání nejvhodnějších nových skladeb na objektu multikulturního centra. Nejprve je popsán samotný objekt, jeho dosavadní a plánované využití. Je prozkoumán a zanalyzován stávající stav střešní konstrukce. Střechy jsou rozděleny na tři části: část A (šikmá střecha nad restaurací a byty), část B (šikmá střecha nad koncertním sálem), část C (plochá střecha nad přednáškovou místností a technickým zázemím). Jsou popsány stávající problémy se střešní konstrukcí. Nově navržené skladby jsou posuzovány a hodnoceny podle fyzikálních a ekonomických kritérií. Při návrhu skladem jsem čerpal z nabitých znalostí, z katalogů výrobců a použité literatury. Cílem bude zjistit jaká varianta rekonstrukce jednotlivých částí je nejlepší.

4.1 Multikulturní centrum

Multikulturní centrum se nachází v obci Chrást, ležící severozápadně 12 km od centra města Plzně na křižovatce cest od Plzně, Třemošné, Stupna a Dýšiny. Katastrálně i stavebně správně spadá pod okres Plzeň – město. Obec má k roku 2020 evidováno 1867 obyvatel. (1)

Objekt se nachází v severovýchodní části obce na křižovatce silnice II. Třída (II/233) a místní komunikací Vilová. V okolí se nachází rodinná i bytová výstavba.



Obrázek 23, Mapa s vyznačením umístěním multikulturního centra (16)

Základní údaje o stavbě

První údaje o stavbě se datují od roku 1927, přistavováno bylo poprvé v roce 1936 (koncertní sál), podruhé v roce 1976 (přednášková síň a technické zázemí).

Celková zastavěná plocha je 914 m². Svislé konstrukce objektu jsou zděné z cihel pálených. Vodorovné konstrukce jsou železobetonové nebo dřevěné trámové. Krovny dřevěné. Objekt je napojený na všechny inženýrské sítě. (2)(3)

Plánem obce je celková rekonstrukce objektu a jeho nové efektivnější využití. Rekonstrukce by měla být započata v roce 2021/2022. Přáním obce je, pokud to bude možné zachování stávajících nosné konstrukce z důvodů ekonomických, pouhá výměna degradovaných nosných prvků

Dosavadní využití

V 1.NP je restaurace s kuchyní, kterou obec pronajímá. Zbytek prostorů jako je koncertní sál a přednáškový sál využívá obec pro veřejné zasedání obce, bály a jarmarky. Koncertní sál příležitostně pronajímán na pořádání koncertů a prodejních akcí. Přednáškový sál pravidelně využívají místní sdružení a spolky. V podkroví v prostoru nad restaurací se nachází tři dlouhodobě neobývané pokoje sloužící jako sklad. Podzemní podlaží, které je z jihovýchodní části na úrovni vnějšího terénu dříve sloužilo jako autodílna.

Plánované využití

Záměrem vedení obce je vytvoření multikulturního centra kde část bude sloužit k dlouhodobému pronájmu restaurace s kuchyní a dva nově zrekonstruované byty v podkroví. Koncertní a přednáškový sál bude možné krátkodobě pronajímat a obec je bude využívat pro své aktivity. Místo bývalé autodílny chce obec vytvořit klubovny pro zájmové oddíly.

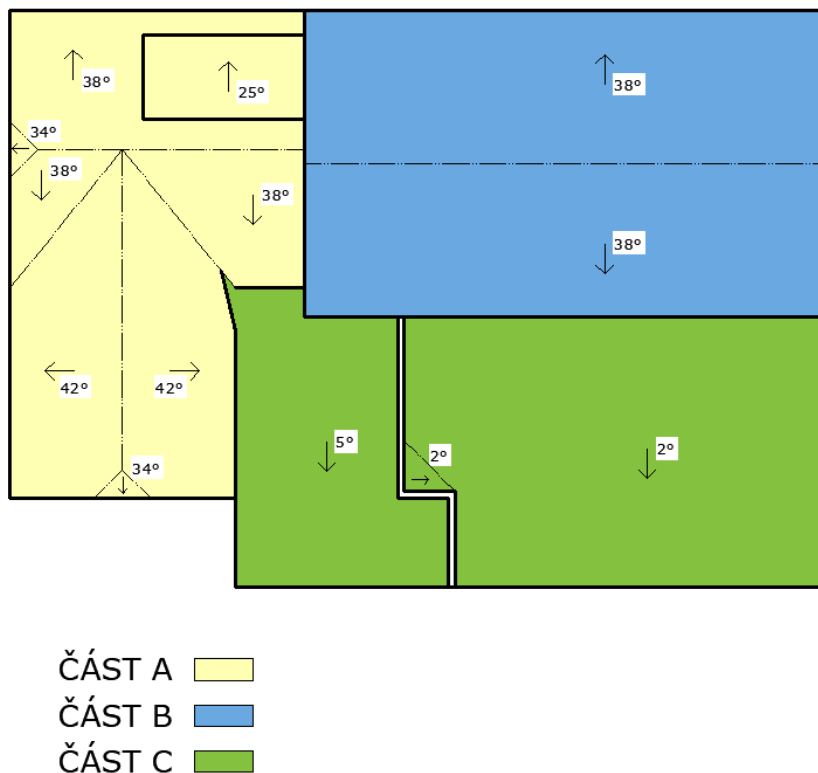


Obrázek 24, Multikulturní centrum

Rozdělení na části

Jelikož je objekt rozsáhlý a na každou jeho část jsou podle budoucího využití kladeny jiné požadavky, rozdělil jsem objekt na tři části. Toto rozdělení odpovídá i postupnému přistavování objektu.

- ČÁST A – Šikmá střecha nad restaurací a byty
Tato polovalbová střecha se dá připodobnit ke střechám u rodinných domů využitím podkroví. Jsou na ní kladeny požadavky ochrany proti povětrnostním vlivům, tak požadavky tepelněizolační.
- ČÁST B – Šikmá střecha nad koncertním sálem
Tato sedlová střecha se dá připodobnit ke střechám u zemědělských objektů, výrobních a skladovacích hal kde původní krytinou je relativně lehký eternit a nosná konstrukce krovu není dimenzována na vysoké zatížení od střešní krytiny. Na tuto střechu je kladen požadavek ochrany proti povětrnostním podmínkám. Tepelně izolační vrstva je umístěna na podhledu, mezi kterým je provětrávaná vzduchová mezera.
- ČÁST C – Plochá střecha nad přednáškovou místností a technickým zázemím
Tato plochá se dá připodobnit ke střechám u širokého spektra stavem, kde je kladen požadavek na funkci ochrany proti povětrnostním podmínkám a zároveň tepelněizolační.



Obrázek 25, Rozdělení střešních konstrukcí

K objektu vzhledem k jeho stáří není dochována projektová dokumentace. V archivu obce je pouze částečná dokumentace k ČÁSTI C, která byla přistavována v roce 1976. Naměření rozměrů objektu a sklonů šikmých střešních krytin proběhlo pomocí laserového dálkoměru SNDWAY SW-50G. U ploché střechy byl sklon z důvodu přesnosti změřen nivelačním přístrojem Bosch GOL 26 G.



Obrázek 26, Laserový dálkoměr SNDWAY (vlevo), nivelační přístroj Bosch (vpravo)

4.2 Podmínky návrhu

Při návrhu skladeb pro jednotlivé části vycházím z podmínky, že statika nosné části konstrukce (krovu, střešních panelů) je schopná přenést alespoň takové stálé zatížení od krytiny, které přenášela od původní střešní krytiny. Proto nově navržené krytiny jsou buď lehčí nebo srovnatelně těžké s původní krytinou.

Detailní rozpis skladby a materiálů v ní použitých je v příloze „Cenové kalkulace pro jednotlivé varianty rekonstrukcí z programu KROS 4“.

4.3 ČÁST A – Šikmá střecha nad restaurací a byty

Šikmá polovalbová střecha do tvaru T se sklonem 38° a 42°. Na severní části střechy je vikýř široký 7,2 m se sklonem 25°.

Původní krytinou byla keramická taška v havarijním stavu, která byla v roce 2010 rekonstruována za betonovou střešní krytinu Bramac Classic Protector Plus. Při této rekonstrukci byla pouze demontována stará keramická krytina a původní laťování. Bylo zřízeno nové laťování, nové střešní tašky Bramac a klempířské konstrukce z barveného pozinkovaného plechu. Dřívějším požadavkem obce bylo pouze rychle zamezit zatékání původní krytinou při zachování nízké ceny a vzhledu skládané krytiny.

4.3.1 Analýza:

Deset let stará krytina nevykazuje žádné zjevné poruchy. Pro stávající využití tato skladba plně dostačuje. I kdyby došlo k záletu sněhu nebo zafoukání vody při dešti, tak se voda v nevyužívaných a odvětrávaných půdních prostorech dokáže odpařit. Krytina je pouze lehce zašpiněná. Poruchy, které jsem zaznamenal musely vzniknout už při předešlé rekonstrukci nebo v průběhu užívání. Detaily jako úžlabí, nároží a hřeben nevykazují žádné pochybení. Komínové tělesa jsou v havarijním stavu a musela být i v průběhu původní rekonstrukce. Spárování je odpraskané, nebo dokonce chybí. Oplechování komínů na některých místech nedoléhá ke komínovému tělesu. Dřevěné konstrukce jsou v některých místech blíže než 5 cm od komínového tělesa. Ostatní lemování přiléhající ke svislým konstrukcím vykazuje netěsnosti. Na místech, kde byl krov přístupný je v pořádku.

Zamyslel bych se nad využitím všech stávajících komínových těles. Z většiny jsou v havarijním stavu a nevyužívaná, jelikož je objekt vytápěn centrálním plynovým kotlem a ostatní odvětrání by bylo lepší řešit systémovými prostupy.

Stávající střešní skladba (od interiéru po exteriér)

- vnitřní omítka
- rákosový rošt
- prkenné bednění
- krokve 100x160 mm, á=1000 mm
- latě 60x40 mm
- střešní tašky Bramac Classic Protector Plus

Plošná hmotnost stávající skladby:

- latě 3,6kg/m²
- krytina: 38 kg/m²
- Celkem: 41,6kg/m²

Požadavky

V plánovaném využití se počítá s vybudováním dvou bytových jednotek. Střešní konstrukce tedy bude muset splňovat jak funkci ochrannou, tak funkci tepelněizolační.

Pro plánované využití chybí v konstrukci vrstva pojistné hydroizolace, tepelněizolační vrstva a parotěsná vrstva a podhled. Proto, že chybí hydroizolační vrstva bude nutné rozebrat krytinu, odlatovat, vložit pojistnou hydroizolační vrstvu a střechu znovu položit včetně doplnění o kontralatě a vrstev pod pojistnou hydroizolací.

Tepelná izolace

Vzhledem k dostatečné výšce v podkroví a na pohled nevzhledným trámům navrhuji tepelnou izolaci řešit jako mezikrokevní a podkrokevní. Materiál tepelné izolace doporučuji použít minerální vatu Isover UNIROL Plus. Dle posouzení v programu TEPLO 2017 EDU vychází tloušťka izolace 160 mm mezikrokevní (dle výšky krokví) a 100 mm podkrokevní. Skladba konstrukce je navržena tak, aby vyhověla doporučeným hodnotám dle ČSN. Modelová konstrukce je navržena s pojistnou hydroizolační fólií s nejhorším faktorem difúzního odporu, které jsou uvažovány (Bramac PRO), přesto v konstrukci nedochází ke kondenzaci vodní páry.

Komplexní posouzení skladby je v příloze „Komplexní posouzení skladem z programu Teplo 2017 EDU“.

Navrhovaná skladba

- | | |
|---|---------|
| ○ sádrokartonový podhled – sádrokartonové desky
přípevněné na montážní profily | 12,5 mm |
| ○ parozábrana např. JUTAFOL N 140 | - |
| ○ minerální vata Isover UNIROL Plus | 120 mm |
| ○ min. vata Isover UNIROL Plus + krokve 160x100 á=1000 mm | 160 mm |
| ○ kontaktní pojistná hydroizolační vrstva
(různá – dle doporučení výrobce krytiny) | - |
| ○ kontralatě | 40 mm |
| ○ latě | 40 mm |
| ○ střešní krytina (různá) | - |



Obrázek 27, Jižní pohled na Část A



Obrázek 28, Pohled od hřebene na Část A

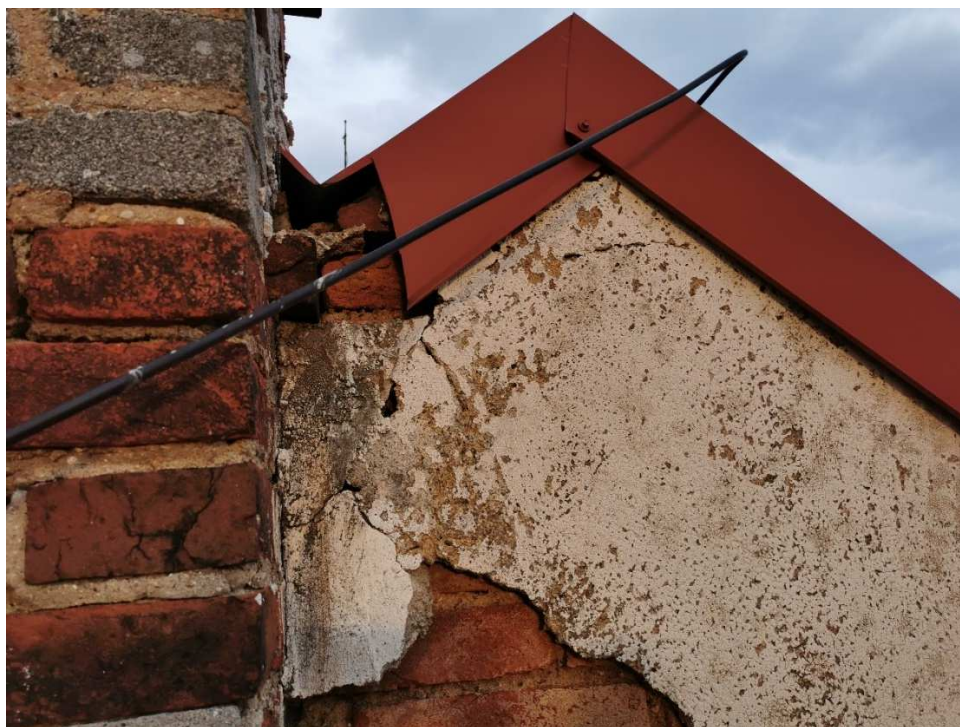


Obrázek 29, Prasklá větrací taška

Obrázek 30, Pohled do úžlabí



Obrázek 31, Komín v havarijním stavu



Obrázek 32, Netěsné provedení oplechování štítu

4.3.2 Varianty rekonstrukce:

4.3.2.1 Varianta 1 Vrácení původní krytiny a její doplnění

V této variantě počítám s opatrným sundáním stávající krytiny, tak aby bylo co nejméně střešních prvků poškozeno a mohlo být navráceno. Počítám s tím, že budu muset využít nové latě a že původní krytinu včetně doplňků využiji na 90 % a zbytek 10 % budu muset doplnit o nové kusy. Udávanou záruku pokrátím o dobu, po kterou je krytina namontována.

Popis krytiny je totožný s Variantou 2, tašky se od sebe liší akorát povrchovou úpravou.

- Stávající krytinou je Bramac Classic Protector Plus
Details jsou řešeny doplňkovými taškami. Difúzní fólie je doporučena Bramac Pro Plus. Lat'ování v rozmezí 315–340 mm.



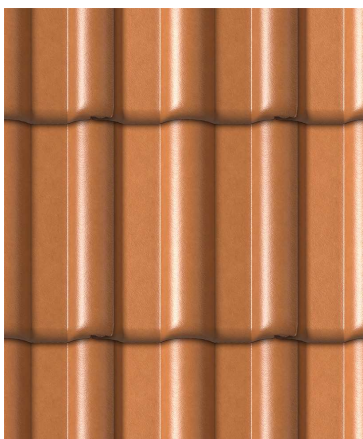
Obrázek 33, Stávající střešní krytina Bramac Classic Protector Plus

4.3.2.2 Varianta 2 – Betonová střešní krytina

Mezi její přednosti patří životnost, jednoduchá pokládka, široká nabídka doplňků, cena, toleruje drobné nerovnosti v laťování. Mezi nevýhody patří nižší odolnost proti řasám a mechům a možné zafoukání sněhu, prachu (nemají horní zámek).

Nejčastějším tvarem je klasická vlnovka, dále se vyrábějí tašky rovné a imitace bobrovek. Většina tašek je opatřena povrchovou úpravou, nástřikem, který se provádí v jedné nebo více vrstvách. Více vrstev zaručuje vyšší životnost povrchové úpravy, ale navyšuje cenu.

- Jako zástupce byla vybrána krytina Bramac Classic Star
Detaily jsou řešeny doplňkovými taškami. Difúzní fólie je doporučena Bramac Pro Plus. Laťování v rozmezí 315–340 mm. Oproti betonové krytině se tato liší pouze lepší povrchovou úpravou.



Obrázek 34, Střešní krytina Bramac Classic Star (23)

4.3.2.3 Varianta 3 – Keramická střešní krytina

Mezi její přednosti patří velmi vysoká nabídka nejrůznějších tvarů, velikostí a povrchových úprav, nedochází k vizuálním změnám (engoba, glazura), dlouhá životnost. Mezi nevýhody patří vyšší cena u povrchových úprav (engoba, glazura), pokládka neposuvných tašek vyžaduje větší zručnost a pečlivost při pokládce, odlesky a sjíždění sněhu (glazura)

Základním materiálem pro výrobu je cihlářská hlína, která se odtěží namele a po přidání přísad se vypaluje v pecích při vysokých teplotách. Před samotným vypálením se na tašky nanáší povrchová úprava (engoba, glazura) nebo se ponechá bez úpravy (rezná).

- Jako zástupce byla vybrána krytina Tondach Stodo 12 (glazura)
Detaily jsou řešeny doplňkovými taškami. Difúzní fólie je při sklonu nad 22° při daném počtu zvýšených požadavků doporučena Tondach FOL S. Latování v rozmezí 323–363 mm



Obrázek 35, Střešní krytina Tondach Stodo glazura (24)

4.3.2.4 Varianta 4 – Profilovaná plechová krytina

Mezi její přednosti patří možnost pokládky od nízkých sklonů, nízká hmotnost, velmi rychlá montáž, nízká cena. Mezi nevýhody patří tenká povrchová úprava – opatrnost při manipulaci, hlučnost při dešti, opatrná pochůznost – riziko proslápnutí, při složitějších tvarech střechy větší prořezy, sjíždění sněhu.

Výhradně se vyrábí z pozinkovaného plechu o tloušťce 0,5 mm nebo hliníkovém plechu o tloušťce 0,6 mm. Horní strana se opatřuje základní barvou s vrstvou polyesterové barvy v tloušťce 25–50 µm v různých odstínech a kvalitě. Délka pruhů je na objednávku maximálně však kolem 6 m.

- Jako zástupce byla vybrána krytina Satjam Roof Classic PE25
Detaily jsou řešeny klempířským způsobem ze stejného plechu jako je krytina.
Difúzní fólie je Guttafol DO 150S Plus. Lat'ování po 350 mm



Obrázek 36, Střešní krytina Satjam Roof Classic (25)

4.4 ČÁST B – Šikmá střecha nad koncertním sálem

Šikmá sedlová střecha se sklonem 38° a rozponem 12,6 m. Krov je dřevěný doplněný o ocelová táhla.

4.4.1 Analýza:

Eternitová krytina překročila dobu svojí předpokládané životnosti. Některé šablony jsou uvolněné či rozpraskané. Asfaltová lepenka je nejspíše zkřehlá a neplní svojí funkci pojistné hydroizolace, na půdě jsou v prachu vidět stopy po zatékající vodě. Prkenný záklop při pohledu z půdy vypadá v pořádku. Některé prvky krovu byli v minulosti napadené dřevokazným hmyzem. Napadené trámy byly dodatečně vyztužené příložkami. Před rekonstrukcí bych doporučoval zkontrolovat krov statikem. Vzhledem k velkému rozponu krovu a relativně lehké původní krytině se dá předpokládat omezená únosnost krovu.

Podhled je tvořený vnitřní omítkou s rákosovou vložkou, prkenným záklopem a tepelnou izolací ze skelné vaty. Mezi podhledem a střešní konstrukcí je provětrávaná půda.

Na tepelné izolaci i na půdních lávkách jsou rozbité šablony, proto bych při rekonstrukci doporučil odstranit i původní tepelnou izolaci a nahradit ji novou a kompletně vyčistit půdní prostor od zbytků azbestu. Sanuje se tak objekt od jeho přítomnosti. Azbest má velice negativní dopad na lidské zdraví, je ověřený lidský

karcinogen. Proto při demontáži a skládkování s ním musí být nakládáno jako s nebezpečným odpadem. (21)

Stávající střešní skladba (od interiéru po exteriér)

- vnitřní omítka
- rákosový rošt
- prkenné bednění
- tepelná izolace – skelná vata

- provětrávaný půdní prostor

- krokve 120x160 á=1000 mm
- prkenný záklop 25 mm
- asfaltová lepenka (IPA)
- azbestocementová česká šablona

Plošná hmotnost stávající skladby:

- | | |
|-----------------------|------------------------|
| ○ prkenný záklop | 11,5kg/m ² |
| ○ asfaltový pás (IPA) | 1,4kg/m ² |
| ○ krytina | 15,3kg/m ² |
| Celkem: | 28,2 kg/m ² |

Požadavky

Při navrhování nové krytiny se bude muset zohlednit především její hmotnost. Původní krov je staticky navržený na azbestocementovou šablону, která je relativně lehká. Proto v návrhu variant budu uvažovat pouze s krytinou lehčí nebo srovnatelně těžkou jako je krytina stávající.

Tato střešní konstrukce na rozdíl od zbylých částí nemusí splňovat funkci tepelněizolační, jelikož je tato funkce součástí podhledu. Od této střešní konstrukce se očekává ochrana proti povětrnostním vlivům.

Tepelná izolace

V této části střechy se návrhu tepelné izolace nevěnuji, jelikož není součástí střešního pláště.

Navrhovaná skladba

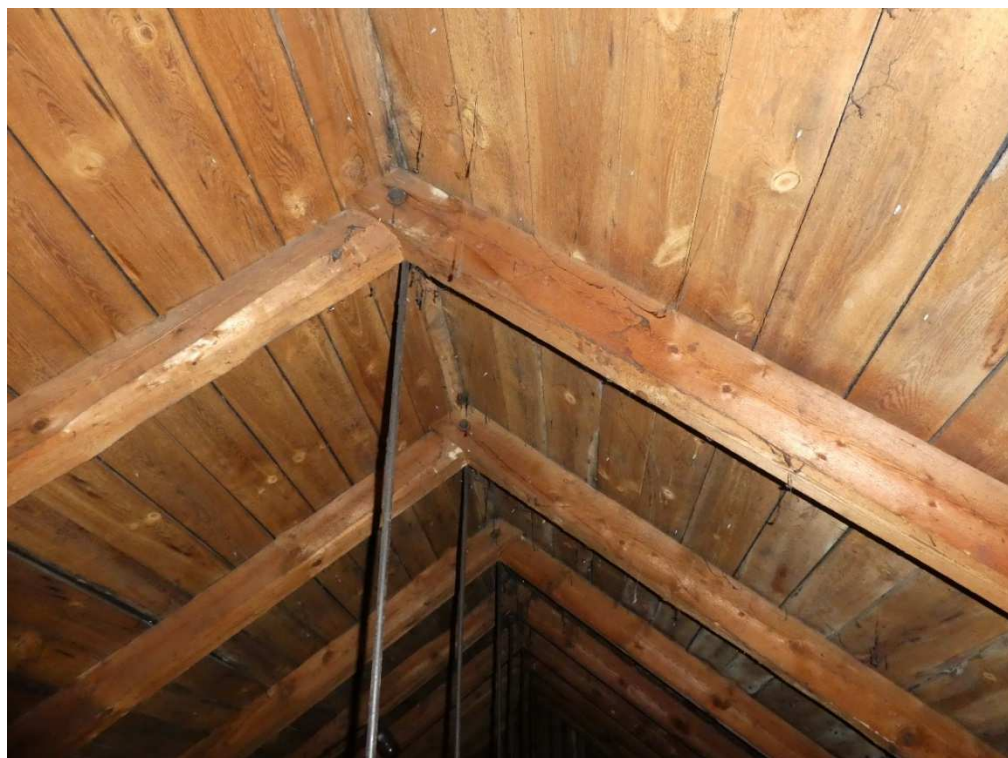
- podhled
- provětrávaný půdní prostor
- krokve 120x160 á=1000 mm
- prkenný záklop 25 mm
- pojistná hydroizolační vrstva -
(různé – dle doporučení výrobce a skladby)
- Kontralatě (eventuelně) 40 mm
- Late (eventuelně) 40 mm
- Střešní krytina -



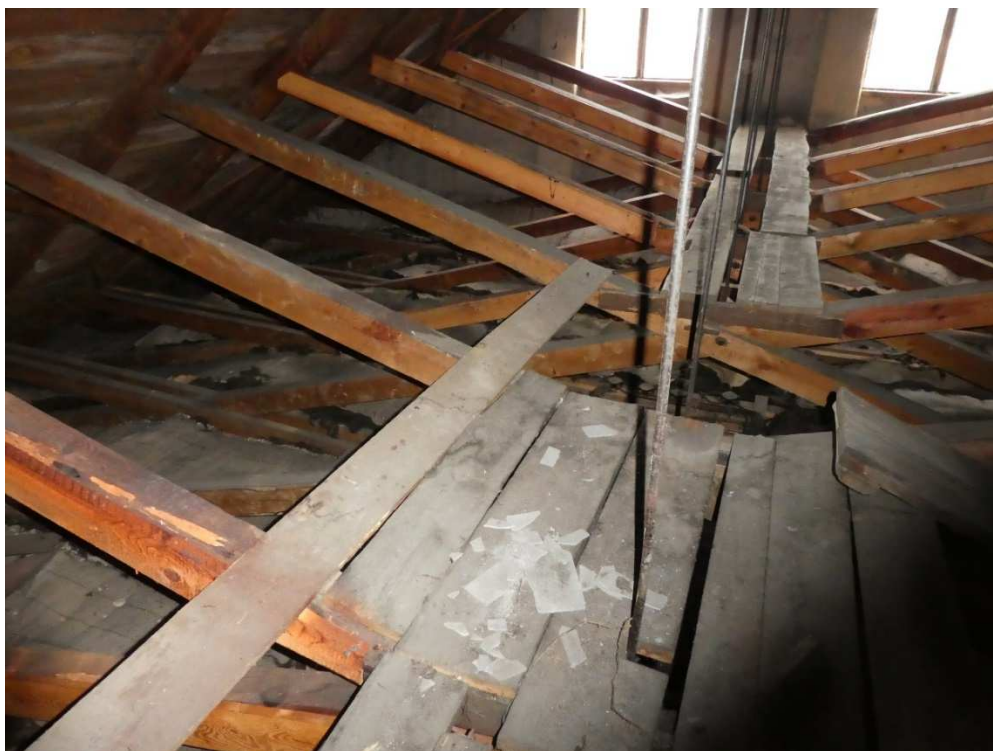
Obrázek 37, Severní pohled na Část B



Obrázek 38, Krov Části B



Obrázek 39, Pohled na prkenné bednění Části B



Obrázek 40, Přítomnost azbestu v podstřešních prostorech

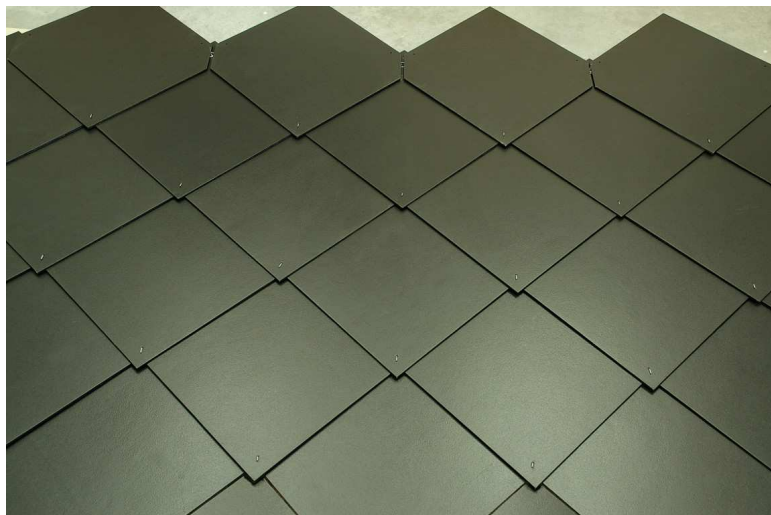
4.4.2 Varianty rekonstrukce:

4.4.2.1 Varianta 1 – Maloformátová vláknocementová krytina bez příměsí azbestu

Mezi její přednosti patří nízká hmotnost, široký výběr druhů a barev, poměrně nízká cena (česká šablona). Mezi nevýhody patří obtížná pochůznost, vyšší cena za pokládku, časově náročnější pokládka.

Původní azbestová vlákna jsou nahrazena směsí vláken a buničiny a vláken umělých. Vyrábí se jako maloformátové šablony a velkoformátové desky. Horní povrch je opatřen povrchovou úpravou.

- Jako zástupce byla vybrána krytina Cembrit Dominant. Detaily jako hřeben, nároží a okapní pás jsou řešeny systémově, štítová hrana klempířským způsobem. Pojistná hydroizolace splňující požadavky je Guttafol DO 135 S. Laťování po 210 mm



Obrázek 41, Střešní krytina Cembit Dominant (26)

4.4.2.2 Varianta 2 – Profilovaná plechová krytina

Popis varianty je stejný jako v ČÁSTI A 4.3.2.4 *Varianta 4 – Profilovaná plechová krytina* na straně 52/53.

4.4.2.1 Varianta 3 – Bitumenové šindele

Mezi jejich přednosti patří možnost pokládky na členité a zaoblené střechy, jednoduché zpracování, velký výběr tvarů a provedení. Mezi nevýhody patří nižší životnost, nedýchá (možnost kondenzace), špatně se dodatečně upravuje, pomalá pokládka velkých ploch.

Základní surovinou pro výrobu je bitumen neboli asfalt. Nosnou vložkou bývá polyesterové nebo skelné vlákno. Na horní části je krytina opatřena barevným břidličným posypem.

- Jako zástupce byla vybrána krytina IKO Superglass
Hřeben, nároží a okapní pás se řeší pomocí přířezů ze šindelů, štítová a okapová hrana klempířským způsobem. Montáž se provádí na prkenné bednění nebo OSB desky a jako podklad je vyrovnávací hydroizolační pás. Počítám s využitím původního prkenného bednění, pouze s jeho opravou v rozsahu 20 % z celkové plochy.



Obrázek 42, Asfaltové šindele IKO Superglass (35)

4.4.2.1 Varianta 4 – Maloplošná plastová krytina

Mezi její přednosti patří nízká hmotnost, ekologičnost – vyrábí se z recyklovaných plastů, nižší cena oproti přírodním materiálům. Mezi nevýhody patří velká teplotní roztažnost, blednutí a deformace vlivem slunečního záření.

Většinou se vyrábí z recyklovaných plastů. V České republice nemá dlouhou tradici, první krytiny se objevují v 90. letech. Tvarem imitují přírodní břidlici, došky nebo skládanou krytinu.

- Jako zástupce byla vybrána krytina Eureko CPS
Detaily se řeší stejně jako u vláknocementové krytiny. Hřeben, nároží a okapní hrana systematicky a štítová hrana klempířským způsobem. Montáž se provádí na prkenné bednění nebo OSB desky a jako podklad pod krytinu je hydroizolační fólie Tyvek Solid. Počítám s využitím původního prkenného bednění, pouze s jeho opravou v rozsahu 20 % z celkové plochy.



Obrázek 43, Plastová krytina Eureko CPS (34)

4.5 ČÁST C – Plochá střecha nad přednáškovým sálem a technickým zázemím

Plochá střecha nad přednáškovým sálem a technickým zázemím je nejmladší ze střech. Původní krytina asfaltový střešní pás byla z důvodu zatékání v minulosti překryta falcovaným pozinkovaným plechem.

4.5.1 Analýza:

Falcovaný plech je místy zoxidovaný. Červený nátěr je oloupaný, nebyl zajištěn pravidelný nátěr konstrukce. Na části střechy je novější falcovaný pozinkovaný plech, který není ošetřen nátěrem a začíná oxidovat. Tento plech je starý 10 let a dělal se společně s rekonstrukcí střešní krytiny v Části A. Pod krytinou se nachází původní natavovaný asfaltový pás a 2x IPA. Cementový potěr v mocnosti 20 mm. Stropní nosné panely jsou uloženy ve spádu 2° a 5°, proto zde není nutná spádová vrstva. Vnitřní omítka je vápenná, v místě zatékání je odpadlá.

Minimální sklon střechy z falcovaného plechu je v závislosti na druhu spoje 7°. Pokud bude užito dodatečných opatření jako je například bezpečnější provedení podstřeší nebo těsnění do falce, může být sklon snížen až na 3° (v závislosti na účinnosti opatření). (22)

Z tohoto pravidla vyplývá, že stávající krytina požadavku na minimální sklon nevyhoví. Nejmenší sklon krytiny je 2°.

K této části byla jako k jediné dostupná částečná výkresová dokumentace, skladba byla převzata s ní.

Stávající skladba (od interiéru po exteriér)

○ vnitřní štuková omítka	20 mm
○ stropní panel – železobeton 150/540	250 mm
○ cementový potěr	20 mm
○ 2x IPA natavovaná	2x 3 mm
○ svařovaný asfaltový pás	4 mm
○ Falcovaný pozinkovaný plech	-

Plošná hmotnost stávající sklady

○ 2x Ipa pás	2x1,4 kg/m ²
○ asfaltový pás	4,8 kg/m ²
○ krytina	5,5 kg/m ²
Celkem:	12,7 kg/m ²

Požadavky

V plánovaném využití se počítá s vybudováním prostor, které budou navrženy na návrhovou teplotu v intervalu 18°C až 22°C.

Oproti původní skladbě je tedy nutné střechu doplnit o tepelněizolační vrstvu a parotěsnou vrstvu, která ve stávající vrstvě chybí. Střecha bude ve všech variantách navržena jako jednoplášťová s klasickým pořadím vrstev, mechanicky kotvená do železobetonového stropního panelu.

Tepelná izolace

Tepelnou izolaci navrhuji z expandovaného polystyrenu ISOVER EPS 150. Dle posouzení v programu TEPLO 2017 vychází tloušťka izolace 220 mm. Skladba konstrukce je navržena tak, aby vyhověla doporučeným hodnotám dle ČSN. Návrh byl proveden pro Variantu 1, jelikož má souvrství asfaltových pásů horší difúzní vlastnosti. V konstrukci bude během modelového roku docházet ke kondenzaci, avšak na konci modelového roku bude zóna suchá.

Komplexní posouzení skladby je v příloze „Komplexní posouzení skladem z programu Teplo 2017 EDU“.

Navrhovaná skladba

- | | |
|--|--------|
| ○ vnitřní omítka vápenná | 20 mm |
| ○ stropní panel – železobeton 150/540 | 250 mm |
| ○ cementový potěr (vyspravený) | 20 mm |
| ○ penetrační nátěr | - |
| ○ parozábrana – asfaltový pás natavovaný Bitagit AL + V60 35 | 3,5 mm |
| ○ tepelná izolace Isover EPS 150 | 220 mm |
| ○ separační vrstva (eventuelně) | - |
| ○ hydroizolační vrstva (2x asfaltový pás/střešní fólie) | - |



Obrázek 44, Východní pohled na Část C



Obrázek 45, Pohled shora na Část C



Obrázek 46, Netěsné oplechování atiky



Obrázek 47, Zatékání do přednáškové místnosti



Obrázek 48, Rezavějící neošetřený trapézový plech

4.5.2 Varianty rekonstrukce

4.5.2.1 Varianta 1 – Asfaltový pás

Mezi přednosti patří dobrá snášenlivost s polystyrenem, mechanická odolnost, dobrá opravitelnost. Mezi nevýhody patří vyšší hmotnost oproti hydroizolačním fóliím, měknutí ve vysokých teplotách, nutnost natavování plamenem.

Základní surovinou pro výrobu je bitumen neboli asfalt, kterým je zpravidla obalená nosná vložka, která může být ze skelného, polyesterového rouna nebo polyesterové tkaniny. Dělíme je podle materiálu asfaltu na oxidované, SBS a APP modifikované. Celková tloušťka pásu je minimálně 4 mm. Na obytné budovy se navrhuje v minimálně dvou vrstvách. Vrchní vrstva bývá často opatřena povrchovou úpravou v podobě drcené břídlíce. (27)

- Jako zástupce byl vybrán asfaltový pás ELASTEK 50 Special Dekor
Detaily se provádí s přířezů asfaltového pásu. Jako podkladní pás je použit GLASTEK 30 Sticker Ultra, který se lepí na tepelnou izolaci. Oplechování a okapní hrana je řešeno klempířským způsobem. Oplechování atik je řešeno z barveného pozinkovaného plechu.



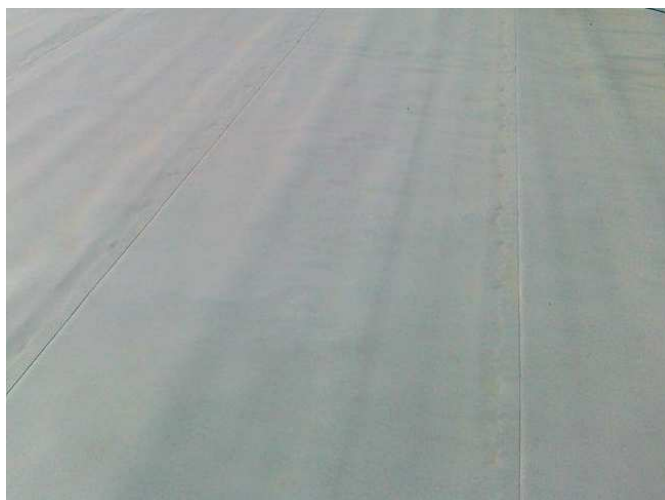
Obrázek 49, Asfaltový střešní pás ELASTEK 50 Special Dekor (19)

4.5.2.2 Varianta 2 – PVC fólie

Mezi přednosti patří nízká hmotnost, zpracovatelnost v širokém pásmu teplot, možnost sváření horkým vzduchem nebo lepidly. Mezi nevýhody patří špatná optická kontrola těsnosti spojů, vyšší náchylnost k mechanickému poškození, nesnášenlivost s polystyreny a asfalty.

Nejpoužívanějšími materiály pro výrobu jsou měkčené PVC nebo elastomer. Dělíme je podle použití k mechanickému kotvení, přitížení, fólie vhodné pro zelené střechy. Běžné tloušťky jsou 1,2 – 1,5 mm. Navrhují se v jedné vrstvě.

- Jako zástupce byla vybrána střešní fólie DEKPLAN 76 kotvený
Jako separační vrstva mezi tepelnou izolací z EPS a střešní fólií je použita geotextilie geoNetex. Oplechování atik je řešené z barveného pozinkovaného plechu. Lemování pro střešní fólii z viplanly.



Obrázek 50, Střešní fólie DEKPLAN 76 (19)

4.6 Multikriteriální analýza

Hodnocení je provedeno na základě zjištěných informací. Byla zahrnuta následující kritéria: ekonomická náročnost, záruka, životnost, hmotnost, složitost oprav a úprav. Hodnocení je rozděleno po částech střešní krytiny, tzn. pro každou část střechy je stanoveno pořadí variant krytiny od nejvýhodnější po nejméně výhodnou.

4.6.1 Kritéria hodnocení

Každá skladba bude hodnocena dle předem daných kritérií. Kalkulace bude provedena dle cenové soustavy ÚRS v programu KROS 4 kde budou uvedeny jak ceny za materiál, tak ceny za montáž a přesun hmot po staveništi.

Krytinu budu hodnotit dle těchto kritérií:

- **Ekonomická náročnost**
Celková kalkulace bude obsahovat celou skladbu od nosné konstrukce (krokví, železobetonové desky) až po samotnou krytinu. Do kalkulace pro zjednodušení nezapočítávám odvodnění, jelikož bude pro každou skladbu stejné a ostatní doplňky (opatření proti sesuvu sněhu, prostupy odvětrání, komínků, lemování komínů). Klempířské prvky u každé skladby uvažuji na cenové úrovni barveného pozinkovaného plechu.
Kompletní cenové kalkulace jsou v příloze „Cenové kalkulace pro jednotlivé varianty rekonstrukcí z programu KROS 4“
- **Záruka**
Bude zohledněna záruka poskytována výrobcem krytin.
- **Životnost**
Životnost úzce souvisí s druhem použitého materiálu a jeho kvalitou. Hodnocení se bude odvíjet od údajů o minimální životnosti z dostupných zdrojů. (29)(30)
- **Hmotnost**
Bude zohledňovat, jak nová skladba přitíží stávající nosnou konstrukci střechy. Hodnocení se bude odvíjet za hmotnost na m² skladby.
- **Složitost případných úprav a oprav**
Bude zohledňovat, jak je složité krytinu opravit v případě nečekaného zásahu nebo upravit např. nové střešní okno, nový vstup. Při tomto hodnocení vycházím z vlastních zkušeností.

4.6.2 Hodnocení kritérií – ČÁST A

Ekonomická náročnost

Varianta 1

Celková cena je 322 538 Kč

Varianta 2

Celková cena je 455 094 Kč

Varianta 3

Celková cena je 506 096 Kč

Varianta 4

Celková cena je 304 441 Kč

Záruka

Varianta 1

V této variantě je od standartní záruky poskytované v době montáže odečtena doba stáří krytiny. V tomto případě platí záruka 20 let.

Varianta 2

Na betonovou střešní krytinu Bramac je záruka 30 let a 15 let na funkčnost střešního systému při dodržení doporučené skladby.

Varianta 3

Na keramickou střešní krytinu Tondach je záruka 33 let.

Varianta 4

Na plechovou krytinu Satjam Roof Classic PE 25 je záruka 20 let na funkčnost a 10 let na trvanlivost povrchové úpravy.

Životnost

Varianta 1

Od celkové životnosti u této varianty je odečtena doba stáří krytiny. V tomto případě je životnost 40 let.

Varianta 2

Životnost betonových tašek je minimálně 50 let

Varianta 3

Životnost pálené krytiny s povrchovou úpravou glazura je minimálně 70 let

Varianta 4

Životnost plechové barvené pozinkované krytiny je minimálně 30 let

Hmotnost

Varianta 1

Hmotnost je 42,8 kg/m²

Varianta 2

Hmotnost je 42,8 kg

Varianta 3

Hmotnost je 43,2 kg

Varianta 4

Hmotnost je 9,5 kg

Složitost případných úprav a oprav

Varianta 1

Betonová skládaná má výhodu ve snadné demontáži, instalaci příslušného prvku a následné úpravy kolem otvoru. Existuje velké množství doplňkových a prostupových tašek, které stačí pouze vyměnit za základní tašku.

Varianta 2

Platí to samé jako pro Variantu 1.

Varianta 3

Platí to samé jako pro Variantu 1, avšak díky vodorovné drážce, která tvoří zámek je výměna o něco složitější.

Varianta 4

Pro malé prostupy (např. antény, odvětrání) se používají prostupové manžety nebo plechové tašky kopírující profil krytiny. Při větších prostupech je nutné dostat stékající vodu z bočního lemování zpět na povrch krytiny a zamezit tak průniku vody do podstřeší. Je možné pomocí klempířského lemování zakrýt prostor mezi otvorem a hřebenem a zamezit vodě stýkat přes otvor nebo pokud je to možné vyměnit celý kus plechu za nový.

4.6.2.1 Porovnání hodnocení

Tab. 2, Porovnání kritérií u vybraných variant pro ČÁST A (1 nejlepší, 4 nejhorší)

Varianta	Ekonomická náročnost	Záruka	Životnost	Hmotnost	Složitost př. úprav a oprav
1	2	3	3	2	1
2	3	2	2	2	1
3	4	1	1	3	2
4	1	3	4	1	3

4.6.3 Hodnocení kritérií ČÁST B

Ekonomická náročnost

Varianta 1

Celková cena je 493 063 Kč

Varianta 2

Celková cena je 349 614 Kč

Varianta 3

Celková cena je 372 589 Kč

Varianta 4

Celková cena je 447 923 Kč

Záruka

Varianta 1

Na vláknocementovou českou šablonu Cembrit Dominant je záruka 30 let.

Varianta 2

Na plechovou krytinu Satjam Roof Classic PE 25 je záruka 20 let na funkčnost a 10 let na trvanlivost povrchové úpravy.

Varianta 3

Na bitumenové šindele IKO Superglass je záruka 15 let.

Varianta 4

Na plastovou krytinu Eureka EPS je záruka 30 let.

Životnost

Varianta 1

Životnost vláknocementové krytiny je minimálně 40 let.

Varianta 2

Životnost plechové barvené pozinkované krytiny je minimálně 30 let.

Varianta 3

Životnost bitumenových šindelů je minimálně 15 let.

Varianta 4

Minimální životnost plastové krytiny zatím není známa, vycházím z hodnoty záruky a to je 30 let.

Hmotnost

Varianta 1

Hmotnost je 19,4 kg

Varianta 2

Hmotnost je 9,5 kg

Varianta 3

Hmotnost je 24,8kg

Varianta 4

Hmotnost je 23,1 kg

Složitost případných úprav a oprav

Varianta 1

Šablony se navzájem překrývají což znesnadňuje přístup k hřebíkům, kterými jsou kotveny. Při zpětné montáži musejí být poslední šablony zajištěny kotvenou vichrovou sponou.

Varianta 2

Viz Část A Varianta 4

Varianta 3

Do bitumenové krytiny se obtížně dodělávají jakékoliv úpravy. Nevýhodou je probití několika vrstev šindele v jednom kotvicím bodě a s tím související složitost přípravy otvoru pro prostup a následné bezchybné uvedení do vodotěsného stavu.

Varianta 4

U plastové krytiny je to obdobné jako u vláknocementové krytiny, avšak u plastové hrozí menší riziko proslápnutí šablony.

4.6.2.1 Porovnání hodnocení

Tab. 3, Porovnání kritérií u vybraných variant pro ČÁST B (1 nejlepší, 4 nejhorší)

Varianta	Ekonomická náročnost	Záruka	Životnost	Hmotnost	Složitost př. úprav a oprav
1	4	1	1	2	2
2	1	2	2	1	3
3	2	3	3	4	4
4	3	1	2	3	1

4.6.4 Hodnocení kritérií ČÁST C

Ekonomická náročnost

Varianta 1

Celková cena je 240 752 Kč

Varianta 2

Celková cena je 224 218 Kč

Záruka

Varianta 1

Na asfaltový střešní pás ELASTEK 50 Special Dekor je záruka 10 let.

Varianta 2

Na střešní fólii DEKPLAN 76 je za předpokladu, že je správně zabudována záruka 10 let.

Životnost

Varianta 1

Životnost SBS modifikovaných asfaltových pásů je minimálně 30 let.

Varianta 2

Životnost mPVC střešních fólií je minimálně 30 let.

Hmotnost (bez izolace a parotěsné vrstvy)

Varianta 1

Hmotnost je 9,9kg

Varianta 2

Hmotnost je 3,15kg

Složitost případných úprav a oprav

Varianta 1

Do povlakové krytiny se všeobecně špatně dodělávají jakékoliv otvory, či prostupy. Při opravách asfaltových pásů se porušené místo přelepí záplatou.

Varianta 2

Situace je obdobná, jakou asfaltového pásu, avšak tuto skladbu budu hodnotit lépe, jelikož práce se třesní fólií je z mého pohledu snazší.

4.6.2.1 Porovnání hodnocení

Tab. 4, Porovnání kritérií u vybraných variant pro ČÁST C (1 nejlepší, 4 nejhorší)

Varianta	Ekonomická náročnost	Záruka	Životnost	Hmotnost	Složitost př. úprav a oprav
1	2	1	1	2	2
2	1	1	1	1	1

4.6.5 Vyhodnocení variant

Vyhodnocení skladeb je bráno z pohledu investora. Za nejdůležitější hlediska jsou brána ekonomická náročnost a záruka. Méně důležitým hlediskem je životnost. Nejméně důležitým hlediskem je složitost případných úprav a hmotnost.

4.6.5.1 Váha jednotlivých kritérií

Váhu kritérií jsem zvolil pomocí Fullerovy metody. Tato metoda se používá při větším počtu kritérií. Je zde základní předpoklad a tím je, že jednotlivá kritéria musejí být pevně očíslována. Fullerův trojúhelník je tvořen dvojřádky, ve kterých je každá dvojice právě jedním kritériem. U dvojice se zvolí, které kritérium je považováno za důležitější. Lze také uvažovat s možností, že si jsou obě kritéria rovná. Pokud některé kritérium bude mít nulovou hodnotu, je potřeba přičíst hodnotu 1 ke každému řádku, vzorec poté upravíme tak, že jmenovatel zlomku zvýšíme o n. Váhu jednotlivých kritérií ukazuje tabulka níže.

$$w_i = f_i / [(n*(n-1)/2) + n]$$

w_i = váha daného kritéria, součet všech vah se musí rovnat 1

n = počet kritérií

f_i = počet preferencí + 1)

Tab. 5, Tabulka stanovení vah jednotlivých kritérií

n	Kritérium	1	2	3	4	5		f_i	Váha w_i
1	Ekonomická náročnost		1	1	1	1	1	6	0,375
2	Záruka	0		1	1	1	1	4	0,25
3	Životnost	0	0		1	1	1	3	0,1875
4	Hmotnost	0	0	0		0	1	1	0,0625
5	Složitost příp. úp. a op.	0	0	0	1		1	2	0,125
								Σ	1

4.6.5.2 Vyhodnocení variant, stanovení pořadí

Je vypočteno součinem pořadí jednotlivých hledisek a jejich stanovenou váhou. Nejvýhodnější varianta má součet součinů nejnižší. Nejméně výhodná součet součinů nejvyšší.

Vyhodnocení ČÁSTI A

Tab. 6, Vyhodnocení variant rekonstrukce pro ČÁST A

Varianta	Ekonomická náročnost	Záruka	Životnost	Hmotnost	Složitost př. úprav a oprav	Vážený součet pořadí	Pořadí
1	$2*0,375$	$3*0,25$	$3*0,1875$	$2*0,0625$	$1*0,125$		2
	0,75	0,75	0,5625	0,125	0,125	2,3125	
2	$3*0,375$	$2*0,25$	$2*0,1875$	$2*0,0625$	$1*0,125$		1
	1,125	0,5	0,375	0,125	0,125	2,25	
3	$4*0,375$	$1*0,25$	$1*0,1875$	$3*0,0625$	$2*0,125$		3
	1,5	0,25	0,1875	0,1875	0,25	2,375	
4	$1*0,375$	$3*0,25$	$4*0,1875$	$1*0,0625$	$3*0,125$		2
	0,375	0,75	0,75	0,0625	0,375	2,3125	

Z výsledků lze říci, že pořadí je velice těsné. Nejlépe vyšla betonová střešní taška Bramac Classic Star. Poté shodně vyšla varianta sundání a zpětné namontování původní střešní krytiny Bramac společně s plechovou profilovanou krytinou Satjam. Nejhůře dopadla keramická krytina Tondach.

Vyhodnocení ČÁSTI B

Tab. 7, Vyhodnocení variant rekonstrukce pro ČÁST B

Varianta	Ekonomická náročnost	Záruka	Životnost	Hmotnost	Složitost př. úprav a oprav	Vážený součet pořadí	Pořadí
1	4*0,375	1*0,25	1*0,1875	2*0,0625	2*0,125		3
	1,5	0,25	0,1875	0,125	0,25	2,3125	
2	1*0,375	2*0,25	2*0,1875	1*0,0625	3*0,125		1
	0,375	0,5	0,375	0,0625	0,375	1,6875	
3	2*0,375	3*0,25	3*0,1875	4*0,0625	4*0,125		4
	0,75	0,75	0,5625	0,25	0,5	2,8125	
4	3*0,375	1*0,25	2*0,1875	3*0,0625	1*0,125		2
	1,125	0,25	0,375	0,1875	0,125	2,0625	

Rozdíly ve výsledcích pro tuto část střechy jsou více jednoznačné. Nejlépe dopadla profilovaná plechová krytina Satjam Roof Classic. Následuje jí plastová krytina Eureko, u které kdyby nebylo využito stávající bednění a bylo nutné realizovat nové, tak by se posunula místo v pořadí třetí vláknocementovou krytinu Cembrit. Nejhůře dopadly asfaltové šindele IKO.

Vyhodnocení ČÁSTI C

Tab. 8, Vyhodnocení variant rekonstrukce pro ČÁST C

Varianta	Ekonomická náročnost	Záruka	Životnost	Hmotnost	Složitost př. úprav a oprav	Vážený součet pořadí	Pořadí
1	2*0,375	1*0,25	1*0,1875	2*0,0625	2*0,125		2
	0,75	0,25	0,1875	0,125	0,25	1,5625	
2	1*0,375	1*0,25	1*0,1875	1*0,0625	1*0,125		1
	0,375	0,25	0,1875	0,0625	0,125	1	

Podle výsledků dopadla lépe střešní fólie DEKPLAN 76 než asfaltový střešní pás ELASTEK.

5. Závěr

Diplomová práce byla zaměřena na popsání problematiky při rekonstrukcích střech.

V teoretické části byly popsány technické požadavky na vlastnosti střech a vlivy působící na střešní konstrukce. Kapitola o poruchách se zabývala, jak poruchy diagnostikovat, co předchází návrhu opravy a popis příčin poruch s uvedením obecných příkladů. Tyto informace byly použity při analýze poruch v praktické části, Díky nim mohla být zjištěna příčina jejich vzniku a jak se jim při návrhu nové krytiny vyvarovat. Dále byly popsány tepelně technické požadavky, které byly využity při posuzování v programu TEPLO.

V první kapitole praktické části bylo ukázáno na devíti případech, jak analyzovat příčinu poruchy, návrh a postup odstranění problému. Poruchy byly převážně způsobené špatným návrhem materiálů, neodbornou montáží, neznalostí technologických postupů, špatnou nebo žádnou údržbou či jen snahou o co nejlevnější způsob řešení. Z této kapitoly je důležité si odnést myšlenku, že každá oprava nebo rekonstrukce musí být navržena a provedena odborně. Proto návrhu opravy či rekonstrukce musí vždy předcházet průzkum stávajícího stavebního řešení, přesná diagnóza poruch a návrh nového funkčního a trvanlivého řešení.

Druhá kapitola byla věnována výběru nové střešní krytiny na objektu multikulturního centra v Chrástu. Nejprve byl popsán objekt jako takový, jeho stávající využití a po konzultaci se zástupci obecního úřadu bylo zjištěno jeho plánované budoucí využití. Byl analyzován stávající stav a byly vypsány požadavky na novou střešní skladbu. Pro skladby vyžadující tepelněizolační funkci byla navržena a posouzena tloušťka a materiál tepelné izolace. Kvůli rozdílnému typu střešních konstrukcí byl objekt rozdělen na tři části. Pro každou část byly vybrány možné varianty rekonstrukce. Každá varianta byla stručně charakterizována a byl vybrán výrobce a typ krytiny pro multikriteriální hodnocení. Kritérií do hodnocení bylo vybráno pět a byla u nich určena jejich váha. U každé varianty byly vypsány hodnoty kritérií a bylo stanoveno jejich pořadí. U každé části střechy bylo stanoveno pořadí variant. Pro ČÁST A vyšla nejlépe betonová střešní taška Bramac Classic Star, která se vyznačuje dlouhou zárukou, životností a relativně příznivou cenou. Pořadí v této části bylo velice těsné a pokud by investor vybíral především podle ceny, mohl vybrat demontáž a následnou montáž původní krytiny nebo plechovou profilovanou krytinu. V ČÁSTI B byly rozdíly v pořadí větší. Nejlépe vyšla profilovaná plechová krytina, která se vyznačuje nízkou cenou a hmotností. V ČÁSTI C vyšla lépe střešní PVC fólie před asfaltovým pásem, a to díky lepší ceně a nižší hmotnosti.

Cíl práce byl splněn. Tato práce může sloužit jako podklad při výběru nové krytiny při plánované rekonstrukci multikulturního centra.

Použitá literatura

- (1) *Internetové stránky obce Chrást, Obec Chrást* (online) <http://www.obecchrast.cz/Default.aspx>
- (2) *Kronika obce Chrást, Obec Chrást*
- (3) *Nahlížení do katastru nemovitostí* (online) <https://nahlizeniidokn.cuzk.cz/>
- (4) J. Oláh, M. Mikuláš, D. Mikulášová, *Šikmé střechy*, Praha: Jaga group 2003, ISBN: 80-88905-77-X
- (5) A. Fajkoš, M. Novotný, B. Straka, *Střechy I - Opravy a rekonstrukce*, Praha: Grada, 2000, ISBN: 8071698253
- (6) A. Fajkoš., M. Novotný, *Střechy – základní konstrukce*, Praha: Grada, 2003, ISBN: 80-247-0681-4
- (7) B. Straka, M. Novotný, J. Krupicová, M. Šmak, Z. Vejpustek, *Konstrukce šikmých střech*, Praha: Grada, 2013, ISBN: 978-80-247-4205-2
- (8) M. Novotný, *Hydroizolace plochých střech - Poruchy střešních pláštů*, Praha: Grada, 2014, ISBN: 978-80-247-5002-6
- (9) C.N. Mindham, *Roof Construction and Loft Conversion*, Wiley – Blackwell, 2006, ISBN 978-1405139632
- (10) *Tepelné ztráty objektu* (online) https://www.izolace-info.cz/aktuality/21684-tepelne-ztraty-a.html#.X88_erNCeUk
- (11) *Systémy pro skladby šikmých střech*, Bc. David Čermák (online) <https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/67986/F1-DP-2017-Cermak-David-Sytemy%20pro%20skladby%20sikmych%20strech.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- (12) Z. Kutnar, *Střechy se skládanou krytinou*, DEK a.s., 2018, ISBN: 978-80-906119-0-0
- (13) *Normové hodnoty součinitelel prostupu tepla* (online) <https://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/136-normove-hodnoty-soucinitele-prostupu-tepla-un-20-jednotlivych-konstrukci-dle-csn-73-0540-2-2011-tepelna-ochrana-budov-cast-2-pozadavky>
- (14) *Nejnižší povrchová teplota konstrukce* (online) https://www.stavebniklub.cz/searchcontent.phtml?getFile=2AXR_TUAMiBFGAgUc6BzY5pKR4a_RmSdJyeRJhvhWt6GT3USXlrOM1TL05UgePQ0x1QXBY3TI0kniCBTIj6JA

- (15) Pozemní stavitelství IV. - *Poruchy střech* (online) <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/ps4/11.html>
- (16) *Mapa Chrástu*, (online) <https://mapy.cz>
- (17) W. Spence, *Roofing: Materiál and Instalation*, Sterling, 2004, ISBN: 978-0806992969
- (18) *Střešní systémy – základní informace* (online) <https://stavba.tzb-info.cz/strechy/3792-stresni-systemy-zakladni-informace-nazvoslovi-a-pozadavky-na-stresni-konstrukce>
- (19) *Katalog stavebnin DEK 2020*, Stavebniny DEK
- (20) *Uhlí* (online) <https://cs.wikipedia.org/wiki/Uhl%C3%AD>
- (21) *Azbest* (online) <https://www.wikiskripta.eu/w/Azbest>
- (22) *Základní pravidla pro klempířské práce Cechu klempířů, pokrývačů a tesařů* (online) <https://www.cech-kpt.cz/cz/informace-o-cechu/>
- (23) *Betonové střešní tašky 2020 – technická příručka*, Bramac (online) <https://www.bramac.cz/uploads/assets/a4-tp-bramac-12x2014-na-web.pdf>
- (24) *Katalog střešní krytiny Tondach*, Tondach (online) https://www.wienerberger.cz/content/dam/wienerberger/czech-republic/marketing/documents-magazines/brochures/catalogues/CZ_TON_Katalog_produkту_Tondach.pdf
- (25) *Produktový katalog*, Satjam (online) <https://www.satjam.cz/katalogy-ceniky?idDocument=2532582/50076899&idPdf=222>
- (26) *Montážní návod – skládaná krytina*, Cembrit (online) <https://www.cembrit.cz/media/6653/mont%C3%A1%C5%BEen%C3%AD-n%C3%A1vod-skl%C3%A1dan%C3%A1-krytina-2020.pdf>
- (27) *Hydroizolace - asfaltové pásy a střešní fólie - seriál Moderní střecha* (online) https://www.krytiny-strechy.cz/technicke_info-k-navrhovani-strech/ploche-strechy/6708-hydroizolace-asfaltove-pasy-a-stresni-folie-serial-moderni-strecha-a.html#.X-nZVBZCeUk
- (28) *Srovnání střešních krytin* (online) <http://www.stresni-krytiny-srovnani.cz/>
- (29) *Jak vybrat střešní krytinu na plochou střechu* (online) <https://napovime.cz/navod/jak-vybrat-stresni-krytinu-na-plochou-strechu/>
- (30) *Umístění tepelné izolace a parozábrany ve střeše* (online) <https://www.estav.cz/cz/5655.umisteni-tepelne-izolace-a-parozabrany-ve-strese/gallery?photo=18>

- (31) *Jak zaměřit střechu* (online) <http://www.hlinikova-strecha.cz/jak-zamerit-strechu>
- (32) W. Holzapfel, *Poruchy střech*, Jaga, 2008, ISBN: 978-80-8076-067-0
- (33) *Jak správně navrhnout mechanické kotvení střešního pláště* (online) <https://www.hipos.cz/jak-spravne-navrhnout-mechanicke-kotveni-stresniho-plaste>
- (34) *Eureko CPS*, Eureko (online) <http://www.eureko.org/vyrobky.html>
- (35) *Produktová nabídka Iko*, IKO Schindel (online) https://www.iko.be/sites/default/files/Navrhovani%20skladeb%20sindelovyc h%20strech%20_8.pdf

Použitý software

KROS 4

Teplo 2017 EDU

Autodesk Autocad 2018

MS Word

MS Excel

Seznam použitých tabulek

Tab. 1, Vybrané hodnoty součinitele prostupu tepla dle ČSN 730540 (2011)	20
Tab. 2, Porovnání kritérií u vybraných variant pro ČÁST A	71
Tab. 3, Porovnání kritérií u vybraných variant pro ČÁST B	73
Tab. 4, Porovnání kritérií u vybraných variant pro ČÁST C	75
Tab. 5, Tabulka stanovení vah jednotlivých kritérií	76
Tab. 6, Vyhodnocení variant rekonstrukce pro ČÁST A	76
Tab. 7, Vyhodnocení variant rekonstrukce pro ČÁST B	77

Seznam použitých obrázků

Obrázek 1, Schéma šikmého střešního pláště s názvoslovím.....	13
Obrázek 2, Vlivy působící na střešní konstrukce.....	14
Obrázek 3, Typické rozložení úniků tepla z rodinného domu	19
Obrázek 4, Tepelné mosty u vnějších okrajů střech způsobené nevhodným návrhem tepelné izolace	24
Obrázek 5, Víceru poruch na bytovém domě v obci Jarov.....	29
Obrázek 6, Podélná prasklina v eternitové desce.....	31
Obrázek 7, Navlhlá tepelná izolace a krov.....	31
Obrázek 8, Rez na trapézové krytině.....	32
Obrázek 9, Pohled na degradovanou pojistnou hydroizolaci.....	33
Obrázek 10, Detail degradované pojistná hydroizolace.....	34
Obrázek 11, Prošláplý puchýř v asfaltovém pásu.....	35
Obrázek 12, Porušený puchýř v asfaltovém pásu a v něm viditelná voda.....	35
Obrázek 13, Detail porušeného asfaltového pásu.....	36
Obrázek 14, Stojící voda na ploché střeše.....	37
Obrázek 15, Stojící voda na ploché střeše, pohled k okapní hraně.....	37
Obrázek 16, Pohled na vyšponovanou střešní fólii.....	39
Obrázek 17, Pohled na vyšponovanou střešní fólii přes vnitřní atiku.....	39
Obrázek 18, Vytržená střešní fólie, přímé zatékání do tepelné izolace.....	40
Obrázek 19, Detail pnutí vnitřní výztužné vložky.....	40
Obrázek 20, Pohled na nesprávné řešení hřebene.....	41
Obrázek 21, Pohled na nefunkční skladbu střešní konstrukce.....	42
Obrázek 22, Plíseň na podhledu.....	43
Obrázek 23, Mapa s vyznačením umístěním multikulturního centra.....	44
Obrázek 24, Multikulturní centrum.....	45

Obrázek 25, Rozdělení střešních konstrukcí.....	46
Obrázek 26, Laserový dálkoměr SNDWAY (vlevo), nivelační přístroj Bosch (vpravo)	47
Obrázek 27, Jižní pohled na Část A.....	50
Obrázek 28, Pohled od hřebene na Část A.....	50
Obrázek 29, Prasklá větrací taška	51
Obrázek 30, Pohled do úžlabí.....	51
Obrázek 31, Komín v havarijním stavu.....	51
Obrázek 32, Netěsné provedení oplechování štítu	52
Obrázek 33, Stávající střešní krytina Bramac Classic Protector Plus.....	53
Obrázek 34, Střešní krytina Bramac Classic Star.....	53
Obrázek 35, Střešní krytina Tondach Stodo glazura.....	54
Obrázek 36, Střešní krytina Satjam Roof Classic.....	55
Obrázek 37, Severní pohled na Část B.....	57
Obrázek 38, Krov Části B.....	58
Obrázek 39, Pohled na prkenné bednění Části B.....	58
Obrázek 40, Přítomnost azbestu v podstřešních prostorách.....	59
Obrázek 41, Střešní krytina Cembrit Dominant.....	60
Obrázek 42, Asfaltové šindele IKO Superglass.....	61
Obrázek 43, Plastová krytina Eureka CPS.....	61
Obrázek 44, Východní pohled na Část C.....	64
Obrázek 45, Pohled shora na Část C.....	64
Obrázek 46, Netěsné oplechování atiky.....	65
Obrázek 47, Zatékání do přednáškové místnosti.....	65
Obrázek 48, Rezavějící neošetřený trapézový plech.....	66
Obrázek 49, Asfaltový střešní pás ELASTEK 50 Special Dekor.....	67
Obrázek 50, Střešní fólie DEKPLAN 76.....	67

Seznam příloh

- Příloha 1: Cenové kalkulace pro jednotlivé varianty rekonstrukcí z programu KROS 4
- Příloha 2: Komplexní posouzení skladem z programu Teplo 2017 EDU

Příloha 1: Cenové kalkulace pro jednotlivé varianty rekonstrukcí z programu KROS 4

Cenová kalkulace Část A – Varianta 1

Úrov...	TC	ČP	TV	Typ položky	Kód položky	Popis	MJ	Množství	J. cena indexovaná	Index ceny	Celková cena	
I			D		PSV	Práce a dodávky PSV					322 537,61	
>	E		D		762	Konstrukce tesařské					45 591,08	
>	E	oc	3	K	PSV	762342214		m2	320,500	54,40	1,000	17 435,20
>	E	pc	4	M	PSV	60514106	řezivo jehličnaté lat' pevnostní třída S10-13 průřez 40x60mm	m3	2,308	6 460,00	1,000	14 909,68
>	E	oc	5	K	PSV	762342441	Montáž listů trojúhelníkových nebo kontralatí na střeších sklonu do 60°	m	384,600	12,10	1,000	4 653,66
>	E	pc	6	M	PSV	60514106	řezivo jehličnaté lat' pevnostní třída S10-13 průřez 40x60mm	m3	0,923	6 460,00	1,000	5 962,58
>	E	oc	7	K	PSV	998762102	Přesun hmot tonážní pro kce tesařské v objektech v do 12 m	t	1,777	1 480,00	1,000	2 629,96
>	E		D		764	Konstrukce klempířské					15 337,22	
>	E	oc	2	K	PSV	764212607.LND	Oplechování úžlabí LINDAB FOP-CL rš 670 mm	m	19,600	471,17	1,000	9 234,93
>	E	oc	1	K	PSV	764311616.LND	Lemování rovných zdí LINDAB FOP-CL střech s krytinou skládanou rš 500 mm	m	16,100	357,31	1,000	5 752,69
>	E	oc	9	K	PSV	998764102	Přesun hmot tonážní pro konstrukce klempířské v objektech v do 12 m	t	0,184	1 900,00	1,000	349,60
>	E		D		765	Krytina skládaná					261 609,31	
>	E	oc	16	K	PSV	765121014	Montáž krytiny betonové sklonu do 30° na sucho přes 8 do 10 ks/m2	m2	320,500	234,00	1,000	74 997,00
>	E	pc	21	M	PSV	BRM.11PROTE...	původní taška Classic Protector Plus základní 1/1 33,5x42cm	kus	320,500	41,96	1,000	13 448,18
>	E	fc	17	M	PSV	BRM.11PROTE...	původní taška Classic Protector Plus základní 1/1 33,5x42cm	kus	2 884,500	0,00	1,000	0,00
>	E	oc	22	K	PSV	765121202	Montáž krytiny betonové okapní větrací mřížka	m	42,210	67,80	1,000	2 861,84
>	E	pc	23	M	PSV	BRM.55	mřížka větrací dl. 100cm	m	42,210	28,31	1,000	1 194,97
>	E	oc	28	K	PSV	765121221	Montáž krytiny betonové nároží na sucho s větracím pásem lepícím	m	9,100	766,00	1,000	6 970,60
>	E	pc	29	M	PSV	BRM.61.2	taška Classic Protector Plus hřebenáč s jednou přichytkou	kus	2,730	124,47	1,000	339,80
>	E	oc	24	K	PSV	765121251	Montáž krytiny betonové hřeben na sucho s větracím pásem	m	26,100	506,00	1,000	13 206,60
>	E	pc	25	M	PSV	BRM.613	pás větrací hřebene a nároží - Figaroll, 1role/5m	kus	26,100	1 297,10	1,000	33 854,31
>	E	fc	26	M	PSV	59244478	taška betonová hladká symetrická uzávěra hřebene betonová	kus	70,470	0,00	1,000	0,00
>	E	pc	27	M	PSV	BRM.61.2	taška Classic Protector Plus hřebenáč s jednou přichytkou	kus	7,830	124,47	1,000	974,60
>	E	oc	20	K	PSV	765121301	Montáž krytiny betonové úžlabí na plech na sucho na molitanové pásy	m	19,600	807,00	1,000	15 817,20
>	E	oc	32	K	PSV	765121341	Montáž krytiny betonové štítové hrany na sucho okrajovými taškami	m	22,660	458,00	1,000	10 378,28
>	E	fc	34	M	PSV	BRM.31.1	taška Classic Protector Plus krajní levá, pravá	kus	61,182	0,00	1,000	0,00
>	E	pc	33	M	PSV	BRM.31.1	taška Classic Protector Plus krajní levá, pravá	kus	6,798	164,92	1,000	1 121,13
>	E	oc	18	K	PSV	765121503	Příplatek k montáži krytiny betonové za připevňovací prostředky za sklon přes 30° do 40°	m2	134,000	86,10	1,000	11 537,40
>	E	oc	19	K	PSV	765121504	Příplatek k montáži krytiny betonové za připevňovací prostředky za sklon přes 40° do 50°	m2	156,600	115,00	1,000	18 009,00
>	E	fc	12	K	PSV	765121802	Demontáž krytiny betonové sklonu do 30° na sucho k dalšímu použití oproti demontáži do sutě	m2	320,500	17,00	1,000	5 448,50
>	E	fc	13	K	PSV	765121822	Příplatek k demontáži krytiny betonové k dalšímu použití oproti demontáži do sutě za sklon přes 30°	m2	320,500	4,70	1,000	1 506,35
>	E	oc	14	K	PSV	765121882	Demontáž hřebenů a nároží krytiny betonové sklonu do 30° na sucho k dalšímu použití	m	35,200	77,40	1,000	2 724,48
>	E	oc	15	K	PSV	765121892	Příplatek k demontáži hřebenů a nároží krytiny betonové k dalšímu použití za sklon přes 30°	m	35,200	32,60	1,000	1 147,52
>	E	oc	10	K	PSV	998765102	Přesun hmot tonážní pro krytiny skládané v objektech v do 12 m	t	14,735	1 090,00	1,000	16 061,15
>	E	oc	11	K	PSV	998765192	Příplatek k přesunu hmot tonážní 765 za zvětšený přesun do 100 m	t	14,735	694,00	1,000	10 226,09

Cenová kalkulace Část A – Varianta 2

Úrov...	TC	ČP	TV	Typ položky	Kód položky	Popis	MJ	Množství	J. cena indexovaná	Index ceny	Celková cena
1			D	PSV		Práce a dodávky PSV					455 093,94
> 2			D		762	Konstrukce tesařské					45 591,08
> 3	oc	1	K	PSV	762342214	Montáž latování na střeších jednoduchých sklonu do 60° osové vzdálenosti do 360 mm	m2	320,500	54,40	1,000	17 435,20
> 3	pc	2	M	PSV	60514106	řezivo jehličnaté lat' pevnostní třída S10-13 průřez 40x60mm	m3	2,308	6 460,00	1,000	14 909,68
> 3	oc	3	K	PSV	762342441	Montáž listů trojúhelníkových nebo kontralatí na střeších sklonu do 60°	m	384,600	12,10	1,000	4 653,66
> 3	pc	4	M	PSV	60514106	řezivo jehličnaté lat' pevnostní třída S10-13 průřez 40x60mm	m3	0,923	6 460,00	1,000	5 962,58
> 3	oc	5	K	PSV	998762102	Přesun hmot tonážní pro kce tesařské v objektech v do 12 m	t	1,777	1 480,00	1,000	2 629,96
> 2			D		764	Konstrukce klempířské					5 885,69
> 3	oc	9	K	PSV	764311616.LND	Lemování rovných zdí LINDAB FOP-CL střeš s krytinou skládanou rš 500 mm	m	16,100	357,31	1,000	5 752,69
> 3	oc	6	K	PSV	998764102	Přesun hmot tonážní pro konstrukce klempířské v objektech v do 12 m	t	0,070	1 900,00	1,000	133,00
> 2			D		765	Krytina skládaná					403 617,17
> 3	oc	10	K	PSV	765123013.BRM	Krytina betonová BRAMAC Classic STAR skládání na sucho sklonu do 30°	m2	320,500	752,14	1,000	241 060,87
> 3	oc	11	K	PSV	765123121.BRM	Krytina betonová - ochranná a větrávací mřížka okapové hrany BRAMAC	m	42,210	97,00	1,000	4 094,37
> 3	oc	12	K	PSV	765123213.BRM	Krytina betonová - nárožní hrana z hřebenačů BRAMAC Classic STAR s větracím pásem Metaroll	m	9,100	1 533,80	1,000	13 957,58
> 3	oc	13	K	PSV	765123313.BRM	Krytina betonová - hřeben provětrávaný z hřebenačů BRAMAC Classic STAR s větracím pásem Metaroll	m	26,100	1 274,51	1,000	33 264,71
> 3	oc	14	K	PSV	765123411.BRM	Krytina betonová drážková - útlabí ze systémového hliníkového pásu BRAMAC s barevnou povrchovou úpravou	m	19,600	1 355,70	1,000	26 571,72
> 3	oc	15	K	PSV	765123513.BRM	Krytina betonová - štítová hrana z tašek okrajových BRAMAC Classic STAR	m	22,660	1 004,15	1,000	22 754,04
> 3	oc	16	K	PSV	765123911	Příplatek ke krytině betonové za sklon přes 30° do 40°	m2	134,000	86,10	1,000	11 537,40
> 3	oc	18	K	PSV	765123912	Příplatek ke krytině betonové za sklon přes 40° do 50°	m2	156,600	115,00	1,000	18 009,00
> 3	oc	19	K	PSV	765191011	Montáž pojistné hydroizolační nebo parotěsné fólie kladené ve sklonu do 30° volně na krokve	m2	156,600	39,90	1,000	6 248,34
> 3	pc	20	M	PSV	BRM.0007404.U...	fólie difúzní Bramac PRO Plus - 1m2	m2	172,260	54,44	1,000	9 377,83
> 3	oc	7	K	PSV	998765102	Přesun hmot tonážní pro krytiny skládané v objektech v do 12 m	t	15,359	1 090,00	1,000	16 741,31

Cenová kalkulace Část A – Varianta 3

Úrov...	TC	ČP	TV	Typ položky	Kód položky	Popis	MJ	Množství	J. cena indexovaná	Index ceny	Celková cena
1			D	PSV		Práce a dodávky PSV					506 096,21
> 2			D		762	Konstrukce tesařské					45 591,08
> 3	oc	1	K	PSV	762342214	Montáž latování na střeších jednoduchých sklonu do 60° osové vzdálenosti do 360 mm	m2	320,500	54,40	1,000	17 435,20
> 3	pc	2	M	PSV	60514106	řezivo jehličnaté lat' pevnostní třída S10-13 průřez 40x60mm	m3	2,308	6 460,00	1,000	14 909,68
> 3	oc	3	K	PSV	762342441	Montáž listů trojúhelníkových nebo kontralatí na střeších sklonu do 60°	m	384,600	12,10	1,000	4 653,66
> 3	pc	4	M	PSV	60514106	řezivo jehličnaté lat' pevnostní třída S10-13 průřez 40x60mm	m3	0,923	6 460,00	1,000	5 962,58
> 3	oc	5	K	PSV	998762102	Přesun hmot tonážní pro kce tesařské v objektech v do 12 m	t	1,777	1 480,00	1,000	2 629,96
> 2			D		764	Konstrukce klempířské					15 337,22
> 3	oc	18	K	PSV	764212607.LND	Oplechování útlabí LINDAB FOP-CL rš 670 mm	m	19,600	471,17	1,000	9 234,93
> 3	oc	17	K	PSV	764311616.LND	Lemování rovných zdí LINDAB FOP-CL střeš s krytinou skládanou rš 500 mm	m	16,100	357,31	1,000	5 752,69
> 3	oc	19	K	PSV	998764102	Přesun hmot tonážní pro konstrukce klempířské v objektech v do 12 m	t	0,184	1 900,00	1,000	349,60
> 2			D		765	Krytina skládaná					445 167,91
> 3	oc	7	K	PSV	765113013.WN...	Krytina keramická drážková glazovaná Tondach Stodo 12 natur glazura Amadeus sklonu do 30° na sucho	m2	320,500	827,22	1,000	265 124,01
> 3	oc	8	K	PSV	765113121.WNR	Krytina keramická okapová hrana s větrací ochrannou mřížkou jednoduchou Tondach	m	42,210	89,22	1,000	3 765,98
> 3	oc	14	K	PSV	765113213.WN...	Krytina keramická drážková nárožní hrana z hřebenačů Tondach č. 2 červená glazura Amadeus na sucho s větracím pásem kovovým	m	9,100	1 752,42	1,000	15 947,02
> 3	oc	9	K	PSV	765113323.WN...	Krytina keramická drážková hřeben z hřebenačů Tondach č. 2 červená glazura Amadeus na sucho s větracím pásem s kartáčem	m	26,100	1 363,84	1,000	35 596,22
> 3	oc	10	K	PSV	765113412.WNR	Krytina keramická útlabí na plech na sucho s těsnícím samolepicím pásem Tondach	m	19,600	938,69	1,000	18 398,32
> 3	oc	11	K	PSV	765113553.WN...	Krytina keramická drážková štítová hrana z okrajových tašek Tondach Stodo 12 natur glazura Amadeus na sucho	m	22,660	1 155,71	1,000	26 188,39
> 3	oc	13	K	PSV	765113911	Příplatek ke krytině keramické za sklon přes 30° do 40°	m2	134,000	116,00	1,000	15 544,00
> 3	oc	12	K	PSV	765113912	Příplatek ke krytině keramické za sklon přes 40° do 50°	m2	156,600	145,00	1,000	22 707,00
> 3	oc	15	K	PSV	765191011	Montáž pojistné hydroizolační nebo parotěsné fólie kladené ve sklonu do 30° volně na krokve	m2	320,500	39,90	1,000	12 787,95
> 3	pc	16	M	PSV	WNR.6100044	Tondach FOL S - 145 g/m2 (75m2)	kus	4,700	2 722,57	1,000	12 796,08
> 3	oc	6	K	PSV	998765102	Přesun hmot tonážní pro krytiny skládané v objektech v do 12 m	t	14,966	1 090,00	1,000	16 312,94

Cenová kalkulace Část A – Varianta 4

Úrov...	TC	ČP	TV	Typ položky	Kód položky	Popis	MJ	Množství	J. cena indexovaná	Index ceny	Celková cena
I			D	PSV		Práce a dodávky PSV					304 441,47
>E			D		762	Konstrukce tesařské					45 591,08
>E	oc	1	K	PSV	762342214	Montáž laťování na střeších jednoduchých sklonu do 60° osové vzdálenosti do 360 mm	m2	320,500	54,40	1,000	17 435,20
>E	pc	2	M	PSV	60514106	řezivo jehličnaté lať pevnostní třída S10-13 průřez 40x60mm	m3	2,308	6 460,00	1,000	14 909,68
>E	oc	3	K	PSV	762342441	Montáž listů trojúhelníkových nebo kontralatí na střeších sklonu do 60°	m	384,600	12,10	1,000	4 653,66
>E	pc	4	M	PSV	60514106	řezivo jehličnaté lať pevnostní třída S10-13 průřez 40x60mm	m3	0,923	6 460,00	1,000	5 962,58
>E	oc	19	K	PSV	998762102	Přesun hmot tonážní pro kce tesařské v objektech v do 12 m	t	1,777	1 480,00	1,000	2 629,96
>E			D		764	Konstrukce klempířské					234 271,55
>E	oc	5	K	PSV	764111651.STJ	Krytina střechy rovné z taškových tabulí SATJAM ROOF Classic sklonu do 30°	m2	29,900	524,49	1,000	15 682,25
>E	oc	6	K	PSV	764111653.STJ	Krytina střechy rovné z taškových tabulí SATJAM ROOF Classic sklonu do 60°	m2	290,600	536,57	1,000	155 927,24
>E	oc	7	K	PSV	764211625.STJ	Oplechování větráného hřebene plechem SATJAM PE 25 s větracím pásem VPH rš 400 mm	m	26,100	574,63	1,000	14 997,84
>E	oc	12	K	PSV	764211655.STJ	Oplechování větráného nároží plechem SATJAM PE 25 s větracím pásem VPH rš 400 mm	m	9,100	599,41	1,000	5 454,63
>E	oc	13	K	PSV	764212607.STJ	Oplechování úžlabí SATJAM PE 25 rš 670 mm	m	19,600	415,57	1,000	8 145,17
>E	oc	14	K	PSV	764212621.STJ	Příplatek za provedení úžlabí SATJAM PE 25 v plechové krytině	m	19,600	248,72	1,000	4 874,91
>E	oc	8	K	PSV	764212635.STJ	Oplechování štu závětrnou lištou SATJAM PE 25 rš 400 mm	m	22,660	338,80	1,000	7 677,21
>E	oc	10	K	PSV	764212664.STJ	Oplechování rovné okapové hrany plechem SATJAM PE 25 rš 330 mm	m	29,970	290,32	1,000	8 700,89
>E	oc	9	K	PSV	764212665.STJ	Oplechování rovné okapové hrany plechem SATJAM PE 25 rš 400 mm	m	12,240	323,76	1,000	3 962,82
>E	oc	22	K	PSV	764301145	Montáž lemování obých zdí střech s krytinou skládanou rš do 670 mm	m	16,100	176,00	1,000	2 833,60
>E	pc	23	M	PSV	STJ.MSPE05012...	Svítek na míru PE25 050x1250	m2	5,367	267,56	1,000	1 435,99
>E	oc	20	K	PSV	998764102	Přesun hmot tonážní pro konstrukce klempířské v objektech v do 12 m	t	2,410	1 900,00	1,000	4 579,00
>E			D		765	Krytina skládaná					24 578,84
>E	oc	17	K	PSV	765191021	Montáž pojistné hydroizolační nebo parotěsné fólie kladené ve sklonu přes 20° s lepenými spoji na krokve	m2	320,500	49,40	1,000	15 832,70
>E	pc	18	M	PSV	GTA.3750228	GUTTAFOL DO 135 Plus 1,5x50m	m2	352,550	24,70	1,000	8 707,99
>E	oc	21	K	PSV	998765102	Přesun hmot tonážní pro krytiny skládané v objektech v do 12 m	t	0,035	1 090,00	1,000	38,15

Cenová kalkulace Část B – Varianta 1

Úrov...	TC	ČP	TV	Typ položky	Kód položky	Popis	MJ	Množství	J. cena indexovaná	Index ceny	Celková cena
I			D	PSV		Práce a dodávky PSV					493 062,72
>E			D		762	Konstrukce tesařské					71 054,38
>E	oc	3	K	PSV	762342214	Montáž laťování na střeších jednoduchých sklonu do 60° osové vzdálenosti do 360 mm	m2	405,600	54,40	1,000	22 064,64
>E	pc	4	M	PSV	60514106	řezivo jehličnaté lať pevnostní třída S10-13 průřez 40x60mm	m3	4,867	6 460,00	1,000	31 440,82
>E	fc	1	K	PSV	762342441	Montáž listů trojúhelníkových nebo kontralatí na střeších do sklonu 60°	m	434,000	12,10	1,000	5 251,40
>E	pc	2	M	PSV	60514106	řezivo jehličnaté lať pevnostní třída S10-13 průřez 40x60mm	m3	1,146	6 460,00	1,000	7 403,16
>E	oc	6	K	PSV	998762102	Přesun hmot tonážní pro kce tesařské v objektech v do 12 m	t	3,307	1 480,00	1,000	4 894,36
>E			D		764	Konstrukce klempířské					8 655,12
>E	oc	5	K	PSV	764212404	Oplechování štu závětrnou lištou z Pz plechu rš 330 mm	m	34,720	246,00	1,000	8 541,12
>E	oc	7	K	PSV	998764102	Přesun hmot tonážní pro konstrukce klempířské v objektech v do 12 m	t	0,060	1 900,00	1,000	114,00
>E			D		765	Krytina skládaná					413 353,22
>E	oc	8	K	PSV	765133003	Krytina vláknocementová sklonu do 30°skládaná ze šablon s povrchem břídlícným	m2	405,600	780,00	1,000	316 368,00
>E	oc	10	K	PSV	765133013	Okapová hrana vláknocementové krytiny jednoduché krytí s povrchem břídlícným	m	46,800	317,00	1,000	14 835,60
>E	oc	11	K	PSV	765133035	Hřeben vláknocementové krytiny z hřebenáčů s větracím pásem	m	23,400	1 090,00	1,000	25 506,00
>E	oc	9	K	PSV	765133091	Příplatek k cenám vláknocementové krytiny ze šablon na laťování	m2	405,600	18,10	1,000	7 341,36
>E	oc	12	K	PSV	765191011	Montáž pojistné hydroizolační nebo parotěsné fólie kladené ve sklonu do 30° volně na krokve	m2	405,600	39,90	1,000	16 183,44
>E	oc	11	K	PSV	765133035	Hřeben vláknocementové krytiny z hřebenáčů s větracím pásem	m	23,400	1 090,00	1,000	25 506,00
>E	oc	9	K	PSV	765133091	Příplatek k cenám vláknocementové krytiny ze šablon na laťování	m2	405,600	18,10	1,000	7 341,36
>E	oc	12	K	PSV	765191011	Montáž pojistné hydroizolační nebo parotěsné fólie kladené ve sklonu do 30° volně na krokve	m2	405,600	39,90	1,000	16 183,44
>E	pc	13	M	PSV	GTA.3750224	Guttafol DO 135 S 1,5x50m,kontaktní	m2	446,160	20,76	1,000	9 262,28
>E	oc	14	K	PSV	765191091	Příplatek k cenám montáž pojistné hydroizolační nebo parotěsné fólie za sklon přes 30°	m2	405,600	43,00	1,000	17 440,80
>E	oc	15	K	PSV	998765102	Přesun hmot tonážní pro krytiny skládané v objektech v do 12 m	t	5,886	1 090,00	1,000	6 415,74

Cenová kalkulace Část B – Varianta 2

Úrov...	TC	ČP	TV	Typ položky	Kód položky	Popis	MJ	Množství	J. cena indexovaná	Index ceny	Celková cena
1			D	PSV		Práce a dodávky PSV					349 613,64
> 2			D		762	Konstrukce tesařské					56 891,68
> 3	oc	3	K	PSV	762342214	Montáž latování na střeších jednoduchých sklonu do 60° osové vzdálenosti do 360 mm	m2	405,600	54,40	1,000	22 064,64
> 3	pc	4	M	PSV	60514106	řezivo jehličnaté lat' pevnostní třída S10-13 průřez 40x60mm	m3	2,920	6 460,00	1,000	18 863,20
> 3	oc	1	K	PSV	762342441	Montáž lišt trojúhelníkových nebo kontralatí na střeších sklonu do 60°	m	434,000	12,10	1,000	5 251,40
> 3	pc	2	M	PSV	60514106	řezivo jehličnaté lat' pevnostní třída S10-13 průřez 40x60mm	m3	1,146	6 460,00	1,000	7 403,16
> 3	oc	5	K	PSV	998762102	Přesun hmot tonážní pro kce tesařské v objektech v do 12 m	t	2,236	1 480,00	1,000	3 309,28
> 2			D		764	Konstrukce klempířské					261 616,12
> 3	oc	6	K	PSV	764111653.STJ	Krytina střechy rovné z taškových tabulí SATJAM ROOF Classic sklonu do 60°	m2	405,600	536,57	1,000	217 632,79
> 3	oc	7	K	PSV	764211625.STJ	Oplechování větrného hřebene plechem SATJAM PE 25 s větracím pásem VPH rš 400 mm	m	23,400	574,63	1,000	13 446,34
> 3	oc	8	K	PSV	764212635.STJ	Oplechování štítu závětrnou lištou SATJAM PE 25 rš 400 mm	m	29,420	338,80	1,000	9 967,50
> 3	oc	9	K	PSV	764212664.STJ	Oplechování rovné okapové hrany plechem SATJAM PE 25 rš 330 mm	m	46,800	290,32	1,000	13 586,98
> 3	oc	14	K	PSV	764311605.STJ	Lemování rovných zdí SATJAM PE 25 střeš s krytinou prejazovou nebo vlnitou rš 400 mm	m	5,300	287,87	1,000	1 525,71
> 3	oc	10	K	PSV	998764102	Přesun hmot tonážní pro konstrukce klempířské v objektech v do 12 m	t	2,872	1 900,00	1,000	5 456,80
> 2			D		765	Krytina skládaná					31 105,84
> 3	oc	15	K	PSV	765191021	Montáž pojistné hydroizolační nebo parotěsné fólie kladené ve sklonu přes 20° s lepenými spoji na krokve	m2	405,600	49,40	1,000	20 036,64
> 3	pc	16	M	PSV	GTA.3750228	GUTTAFOL DO 135 Plus 1,5x50m	m2	446,160	24,70	1,000	11 020,15
> 3	oc	13	K	PSV	998765107	Přesun hmot tonážní pro krytiny skládané v objektech v do 12 m	t	0,045	1 090,00	1,000	49,05

Cenová kalkulace Část B – Varianta 3

Úrov...	TC	ČP	TV	Typ položky	Kód položky	Popis	MJ	Množství	J. cena indexovaná	Index ceny	Celková cena
1			D	PSV		Práce a dodávky PSV					372 588,91
> 2			D		762	Konstrukce tesařské					17 346,92
> 3	oc	10	K	PSV	762341210	Montáž bednění střeš rovných a šikmých sklonu do 60° z hrubých prken na sraz	m2	81,120	105,00	1,000	8 517,60
> 3	pc	11	M	PSV	60511088	řezivo jehličnaté boční omlitané š 80-160mm tl 23mm dl 3-3,5m	m3	2,028	3 540,00	1,000	7 179,12
> 3	oc	12	K	PSV	998762102	Přesun hmot tonážní pro kce tesařské v objektech v do 12 m	t	1,115	1 480,00	1,000	1 650,20
> 2			D		764	Konstrukce klempířské					20 667,28
> 3	oc	1	K	PSV	764212405	Oplechování štítu závětrnou lištou z Pz plechu rš 400 mm	m	34,720	274,00	1,000	9 513,28
> 3	oc	2	K	PSV	764212434	Oplechování rovné okapové hrany z Pz plechu rš 330 mm	m	46,800	232,00	1,000	10 857,60
> 3	oc	13	K	PSV	998764102	Přesun hmot tonážní pro konstrukce klempířské v objektech v do 12 m	t	0,156	1 900,00	1,000	296,40
> 2			D		765	Krytina skládaná					334 574,71
> 3	oc	3	K	PSV	765153013	Krytina bitumenová ze šindelů diagonálního tvaru sklonu přes 30°	m2	405,600	648,00	1,000	262 828,80
> 3	oc	4	K	PSV	765153102	Krytina bitumenová okapová hrana ze šindelů bez rozlišení tvaru	m	46,800	281,00	1,000	13 150,80
> 3	oc	5	K	PSV	765153122	Krytina bitumenová hřebene oboustranné ze šindelů bez rozlišení	m	23,400	419,00	1,000	9 804,60
> 3	oc	6	K	PSV	765155001	Montáž střešních doplňků krytiny bitumenové ze šindelů speciálních plochy do 0,2 m2	kus	44,000	29,80	1,000	1 311,20
> 3	pc	7	M	PSV	IKO.74100036	Armourvent Special Black	kus	44,000	193,55	1,000	8 516,20
> 3	oc	8	K	PSV	765193001	Montáž podkladního vyrovnávacího pásu	m2	405,600	26,00	1,000	10 545,60
> 3	pc	9	M	PSV	IKO.71190115	Armourbase PRO	m2	446,160	55,37	1,000	24 703,88
> 3	oc	14	K	PSV	998765102	Přesun hmot tonážní pro krytiny skládané v objektech v do 12 m	t	3,407	1 090,00	1,000	3 713,63

Příloha 2: Komplexní posouzení skladem z programu Teplo 2017 EDU

Komplexní posouzení skladby z hlediska šíření tepla a vodní páry – Část A

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : **ČÁST A**
Zpracovatel : Jan Krisman
Zakázka : Diplomová práce
Datum : 20.12.2020

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střeška jednoplášťová
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	Knauf White	0,0125	0,2100	1060,0	850,0	17,0	0.0000
2	Isocell Airsto	0,0003	0,3500	1500,0	300,0	61275,0	0.0000
3	Isover Unirol	0,1000	0,0330	840,0	21,5	1,0	0.0000
4	Isover Unir. P	0,1600	0,0480	800,0	40,0	1,0	0.0000
5	Bramac Pro	0,0001	0,3500	1450,0	800,0	130,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Knauf White	---
2	Isocell Airstop	---
3	Isover Unirol Profi	---
4	Isover Unir. P./krokve	---
5	Bramac Pro	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m²K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -15.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHl : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHl [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	20.6	55.4	1343.5	-4.2	81.2	348.8
2	28 672	20.6	57.4	1392.0	-2.8	80.8	390.7
3	31 744	20.6	58.7	1423.6	0.8	79.4	513.7
4	30 720	20.6	60.4	1464.8	5.2	77.7	687.0
5	31 744	20.6	64.5	1564.2	10.3	74.8	936.6
6	30 720	20.6	68.5	1661.2	13.7	72.2	1131.3
7	31 744	20.6	70.5	1709.7	15.3	70.6	1226.7
8	31 744	20.6	69.4	1683.1	14.4	71.5	1172.4
9	30 720	20.6	64.9	1573.9	10.7	74.5	958.1
10	31 744	20.6	60.7	1472.1	5.7	77.5	709.4
11	30 720	20.6	58.8	1426.0	0.9	79.5	518.1
12	31 744	20.6	57.7	1399.3	-2.6	80.7	396.8

Poznámka: Tai, RHl a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Průměrná měsíční venkovní teplota T_e byla v souladu s EN ISO 13788 snížena o 2 C (orientační zohlednění výměny tepla sáláním mezi střešou a oblohou).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Teplný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Teplný odpor konstrukce R : 6.424 m²K/W
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.152 W/m²K

U < U_{doporučená} 0,152 < 0,160 (W/m²K)

Součinitel prostupu zabudované kce U_{k,c} : 0.17 / 0.20 / 0.25 / 0.35 W/m²K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z_{pT} : 1.0E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce N_y* podle EN ISO 13786 : 70.5

Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 2.5 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 19.27 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : 0.963

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R_{si}=0,25 m²K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	80%		100%		T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
	T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}	T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}			
1	14.8	0.765	11.4	0.627	19.7	0.963	58.7
2	15.3	0.774	11.9	0.628	19.7	0.963	60.6
3	15.7	0.751	12.2	0.577	19.9	0.963	61.4
4	16.1	0.709	12.7	0.485	20.0	0.963	62.6
5	17.2	0.665	13.7	0.328	20.2	0.963	66.0
6	18.1	0.638	14.6	0.131	20.3	0.963	69.6
7	18.6	0.616	15.0	-----	20.4	0.963	71.4
8	18.3	0.631	14.8	0.065	20.4	0.963	70.4
9	17.2	0.662	13.8	0.310	20.2	0.963	66.4
10	16.2	0.704	12.7	0.473	20.0	0.963	62.8
11	15.7	0.751	12.3	0.577	19.9	0.963	61.5
12	15.4	0.776	12.0	0.628	19.7	0.963	60.9

Poznámka: RH_{si} je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T_{si} je vnitřní povrchová teplota a f_{Rsi} je teplotní faktor.

Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	e
theta [C]:	20.1	19.7	19.7	3.3	-14.8	-14.8
p [Pa]:	1334	1320	156	149	139	138
p,sat [Pa]:	2345	2299	2298	773	168	168

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Množství difundující vodní páry G_d : 1.267E-0008 kg/(m².s)

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Poznámka: Hodnocení délky vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Knauf White	90	244	31	---	---
2	Isocell Airsto	90	244	31	---	---
3	Isover Unirol	365	---	---	---	---
4	Isover Unir. P	---	---	334	31	---
5	Bramac Pro	---	---	334	31	---

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.

Komplexní posouzení skladby z hlediska šíření tepla a vodní páry - Část C

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : **ČÁST C**
Zpracovatel : Jan Krisman
Zakázka : Diplomová práce
Datum : 20.12.2020

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha jednoplášťová
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	Omítka vápenná	0,0200	0,8700	840,0	1600,0	6,0	0.0000
2	Železobeton 1	0,2500	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
3	Potěr cementov	0,0200	1,1600	840,0	2000,0	19,0	0.0000
4	Bitagit AL+V60	0,0035	0,2100	1470,0	1200,0	420000,0	0.0000
5	Isover EPS 150	0,2200	0,0350	1270,0	25,0	50,0	0.0000
6	Glastek 30 Sti	0,0030	0,2100	1470,0	1200,0	30000,0	0.0000
7	Elastodek 50 S	0,0052	0,2100	1470,0	1200,0	50000,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Omítka vápenná	---
2	Železobeton 1	---
3	Potěr cementový	---
4	Bitagit AL+V60 35 Mineral	---
5	Isover EPS 150	---
6	Glastek 30 Sticker Ultra	---
7	Elastodek 50 Special Dekor	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m²K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m²K/W
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m²K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -15.0 C
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHl : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHI [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	20.6	55.4	1343.5	-4.2	81.2	348.8
2	28 672	20.6	57.4	1392.0	-2.8	80.8	390.7
3	31 744	20.6	58.7	1423.6	0.8	79.4	513.7
4	30 720	20.6	60.4	1464.8	5.2	77.7	687.0
5	31 744	20.6	64.5	1564.2	10.3	74.8	936.6
6	30 720	20.6	68.5	1661.2	13.7	72.2	1131.3
7	31 744	20.6	70.5	1709.7	15.3	70.6	1226.7
8	31 744	20.6	69.4	1683.1	14.4	71.5	1172.4
9	30 720	20.6	64.9	1573.9	10.7	74.5	958.1
10	31 744	20.6	60.7	1472.1	5.7	77.5	709.4
11	30 720	20.6	58.8	1426.0	0.9	79.5	518.1

12 31 744 20.6 57.7 1399.3 -2.6 80.7 396.8

Poznámka: T_{ai} , R_{Hi} a P_i jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a T_e , R_{He} a P_e jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Průměrná měsíční venkovní teplota T_e byla v souladu s EN ISO 13788 snížena o 2 C (orientační zohlednění výměny tepla sáláním mezi střešou a oblohou).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 6.556 m²K/W
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.149 W/m²K

U < U_{doporučená} 0,149 < 0,160 (W/m²K)

Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc} : 0.17 / 0.20 / 0.25 / 0.35 W/m²K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z_{pT} : 9.8E+0012 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 771.8

Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 12.5 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 19.30 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : 0.963

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R_{si}=0,25 m²K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	80%		100%		T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
	T _{si} [m[C]	f _{Rsi} ,m	T _{si} ,m[C]	f _{Rsi} ,m			
1	14.8	0.765	11.4	0.627	19.7	0.963	58.6
2	15.3	0.774	11.9	0.628	19.7	0.963	60.5
3	15.7	0.751	12.2	0.577	19.9	0.963	61.4
4	16.1	0.709	12.7	0.485	20.0	0.963	62.5
5	17.2	0.665	13.7	0.328	20.2	0.963	66.0
6	18.1	0.638	14.6	0.131	20.3	0.963	69.6
7	18.6	0.616	15.0	-----	20.4	0.963	71.3
8	18.3	0.631	14.8	0.065	20.4	0.963	70.4
9	17.2	0.662	13.8	0.310	20.2	0.963	66.4
10	16.2	0.704	12.7	0.473	20.1	0.963	62.8
11	15.7	0.751	12.3	0.577	19.9	0.963	61.5
12	15.4	0.776	12.0	0.628	19.8	0.963	60.8

Poznámka: RH_{si} je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T_{si} je vnitřní povrchová teplota a f_{Rsi} je teplotní faktor.

Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:

(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
theta [C]:	20.1	19.9	19.0	18.9	18.8	-14.6	-14.7	-14.8
p [Pa]:	1334	1334	1330	1330	373	366	308	138
p _{sat} [Pa]:	2347	2329	2198	2186	2174	171	170	168

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p_{sat} je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna Hranice kondenzační zóny Kondenzující množství

číslo	levá	[m]	pravá	vodní páry [kg/(m2s)]
1	0.5135		0.5135	1.375E-0010

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.0005 kg/(m2.rok)**

Množství vypařené vodní páry za rok $M_{ev,a}$: **0.0055 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 5.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kondenzační zóna č. 1

Měsíc	Hranice kond.zóny v m od interiéru		Dif.tok do/ze zóny v kg/m2 za měsíc		Kondenz./vypař. v kg/m2 za měsíc	Akumul. vlhkost v kg/m2 za měsíc
	levá	pravá	g.in	g.out	Mc/Mev	Ma
11	0.5135	0.5135	0.0003	0.0002	0.0001	0.0001
12	0.5135	0.5135	0.0003	0.0002	0.0002	0.0002
1	0.5135	0.5135	0.0003	0.0001	0.0002	0.0004
2	0.5135	0.5135	0.0003	0.0001	0.0001	0.0005
3	0.5135	0.5135	0.0003	0.0002	0.0001	0.0006
4	0.5135	0.5135	0.0002	0.0003	-0.0001	0.0005
5	0.5135	0.5135	0.0001	0.0005	-0.0004	0.0001
6	---	---	0.0000	0.0007	-0.0006	0.0000
7	---	---	---	---	---	---
8	---	---	---	---	---	---
9	---	---	---	---	---	---
10	---	---	---	---	---	---

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.0006 kg/m2**

Množství vypařené vodní páry za rok $M_{ev,a}$ je min.: **0.0006 kg/m2**

z toho se odpaří do exteriéru: 0.0006 kg/m2

..... a do interiéru: 0.0000 kg/m2

Na konci modelového roku je zóna suchá (tj. $M_{c,a} < M_{ev,a}$).

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Omítka vápenná	90	244	31	---	---
2	Železobeton 1	31	272	62	---	---
3	Potěr cementov	31	272	62	---	---
4	Bitagit AL+V60	31	272	62	---	---
5	Isover EPS 150	---	---	92	30	243
6	Glastek 30 St	---	---	92	30	243
7	Elastodek 50 S	---	---	92	61	212

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze srovnání křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.