

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra technologie staveb



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Výměna střešní krytiny – Vláknocementové
s příměsí azbestu**

Jan Krisman

2019

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

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

V Praze

.....

Jan Krisman

Poděkování

Chtěl bych poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Václavu Pospíchalovi, Ph.D. za cenné rady a vedení při zpracování této bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat panu Jonovi Olssonovi za cenné rady a svým rodičům za podporu při studiu.

Anotace

Tato bakalářská práce se zabývá variantami rekonstrukce střešního pláště tvořeného vláknocementovou střešní krytinou s příměsí azbestu. Cílem bylo zjistit jaká konstrukční varianta bude dle multikriteriálního hodnocení nejvýhodnější. V praktické části budu popisovat a porovnávat rekonstrukci právě prováděné střechy s výsledky multikriteriálního hodnocení.

Annotation

This work deals with variants of reconstruction of roof cladding made of fiber-cement roofing with admixture of asbestos. The aim was to find out which design variant would be the most suitable according to the multi-criteria evaluation. In the practical part I will describe and compare the reconstruction of the current roof with the results of the multi-criteria evaluation.

Klíčová slova

střešní krytina, vláknocementové krytiny, Eternit, rekonstrukce, výměna, multikriteriální hodnocení

Key words

roofing, fiber cement coverings, Eternit, renovation, replacement, multi-criteria evaluation

Obsah

1. Úvod.....	9
2. Azbest obecně.....	10
2.1 Základní informace.....	10
2.2 Historie využití azbestu.....	11
2.3 Důležité milníky.....	12
2.4 Výrobky a výrobci.....	12
2.4.1 Střešní krytina obecně.....	12
2.4.2 Maloplošná skládaná krytina.....	13
2.4.3 Velkoplošná krytina (vlnité desky)	14
2.4.4 Nejběžnější výrobky.....	16
2.4.5 Nejčastější poruchy střešní krytiny.....	16
2.5 Vliv na lidské zdraví.....	19
2.5.1 Zhoubná onemocnění.....	19
2.5.2 Nezhoubná onemocnění.....	19
2.6 Legislativa.....	20
2.7 Postup odstranění azbestových materiálů.....	21
2.7.1 Zjednodušený postup odstranění azbestových materiálů.....	21
2.7.2 Vybavení osob pracujících v kontaminovaném prostředí.....	23
2.8 Skládkování.....	23
2.9 Závěr kapitoly.....	24
3. Praktická část.....	25
3.1 Úvod praktické části.....	25
3.2 Varianty rekonstrukce.....	25
3.2.1 Varianta 1 – Betonová střešní krytina.....	25
3.2.2 Varianta 2 – Keramická střešní krytina.....	26
3.2.3 Varianta 3 – Profilovaná plechová krytina.....	28
3.2.4 Varianta 4 – Trapézová plechová krytina.....	29
3.2.5 Varianta 5 – Bitumenové šindele.....	30
3.2.6 Varianta 6 – Maloformátová vláknocementová krytina bez příměsí azbestu.....	31

3.2.7	Varianta 7 – Maloplošná plastová krytina.....	33
3.3	Multikriteriální analýza.....	34
3.3.1	Kritéria hodnocení.....	34
3.3.1.1	Ekonomická kalkulace.....	35
3.3.2	Hodnocení kritérií.....	36
3.3.2.1	Ekonomická náročnost.....	36
3.3.2.2	Hmotnost.....	39
3.3.2.3	Záruka.....	40
3.3.2.4	Dodatečné úpravy.....	40
3.3.2.5	Sklon.....	41
3.3.2.6	Rychlost montáže.....	42
3.3.3	Porovnání hodnocení.....	43
3.4.	Vyhodnocení variant.....	43
3.4.1	Váha jednotlivých kritérií.....	43
3.4.2	Vyhodnocení variant, stanovení pořadí.....	44
3.5	Závěr kapitoly.....	44
4.	Porovnání prováděné střechy se závěry z praktické části.....	45
4.1.	Popis prováděné střechy.....	45
4.2	Volba nové krytiny.....	45
4.3	Odstranění stávající krytiny.....	45
4.4	Postup rekonstrukce.....	45
4.5	Rozpočet.....	48
4.6	Závěr kapitoly.....	50
5.	Závěr.....	51
	Použitá literatura.....	52
	Přílohy.....	54
	Seznam používaných programů.....	54
	Seznam použitých tabulek.....	54
	Seznam použitých obrázků.....	54

1. Úvod

Téma mé bakalářské práce jsem si zvolil proto, že podnikám v oblasti výškových prací a mám osobní zkušenost při rekonstrukcích různých druhů střech. Při své činnosti jsem se setkal s různými variantami při výměně vláknocementových krytin z příměsí azbestu.

V dnešní době většina střech realizovaných v průběhu 60.-80. let akorát dosluhuje a je nutná rekonstrukce. Investoři musejí řešit za jaký druh krytiny stávající krytinu vymění a žádají realizační firmy o doporučení. Tato bakalářská práce by jim měla díky multikriteriálnímu vyhodnocení pomoci při výběru.

V praktické části se zabývám zdokumentováním průběhu rekonstrukce střechy z vláknocementové krytiny na profilovanou plechovou krytinu na objektu rodinného domu v obci Město Touškov. Realizovanou střechu porovnám s výsledky multikriteriální analýzy.

2. Azbest obecně

2.1 Základní informace

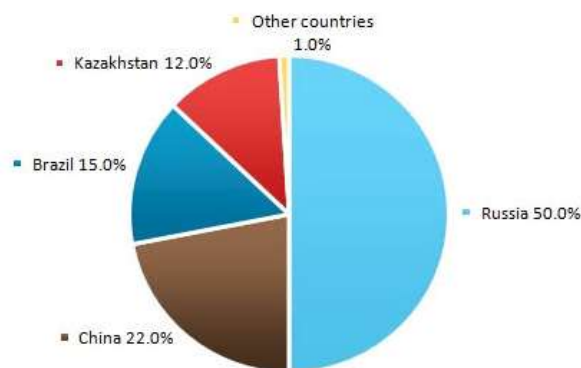
Azbest je komerční souhrnný název pro skupinu minerálů ze skupiny silikátů, jejichž vlákna o specifických rozměrech (tzv. respirabilní) se dostávají s vdechovaným vzduchem až do plicních sklípků, kde působí dráždivou místní reakci a tím mohou iniciovat vznik vážného dýchacího onemocnění. Jedná se o označení šesti křemičitých minerálů, které se běžně vyskytují v přírodě. Na základě své struktury jsou řazeny do dvou skupin serpentinity a amfibolity. (4)

Další hojně používaný azbestový minerál je modře zbarvený krokodyolit, méně používaný hnědě zbarvený amosit a dále aktonolit, antofylit, tremolit. Všechny tyto minerály byly zařazeny podle Mezinárodní agentury pro výzkum rakoviny (IARC) mezi prokázané lidské karcinogeny (5). Na území bývalého Československa se těžily pouze v malé míře v Dobšínách. Většina azbestu k nám byla importována a na našem území pouze zpracována. (6) (4) (7)

Významná naleziště azbestu nalezneme v Austrálii, USA, Kanadě, Jižní Africe, Indii, Číně či Kazachstánu. Nejhojněji využívaným azbestovým minerálem pro technické účely byl chryzotil, nazývaný též jako bílý azbest, který tvořil podíl v produkci a spotřebě azbestů přibližně 90 %. (8)

Azbest se typicky vyskytuje ve formě dlouhých, tenkých vláken, které při narušení povrchu mají tendenci se podélně štěpit a uvolňovat do ovzduší. Jejich sedimentační rychlost v ovzduší je malá. Díky tomu se po zvíření šíří do velkých vzdáleností. Vlákna jsou bez chuti a zápachu a velmi dobře odolávají vysokým teplotám. Jsou nerozpustná a rezistentní proti přírodním materiálům. Díky těmto vlastnostem byl azbest využíván k výrobě mnoha produktů, především ve stavebnictví. (7) (6)

V současné době se můžeme s vlákny azbestu setkat během rekonstrukcí, údržby a demolice budov. Údržby a rekonstrukce střešních krytin z azbestocementových materiálů, výměn kanalizačních potrubí a komínových průduchů. Zdrojem azbestu jsou starší stavební materiály, hmoty a přípravky, které obsahují azbest v množství kolem hmotnostních 5%. (7) (6)



Obrázek 1, Globální produkce azbestu v roce 2012 (24)

2.2 Historie využití azbestu

První historické zmínky o zdravotních rizicích azbestu jsou již z dob prvního století našeho letopočtu z Řecka. Řecký geograf Strabotón popsal zdravotní potíže otroků, kteří azbest těžili, zpracovávali a šili z nich oblečení. Všiml si jejich problémů s plícemi a dýcháním a upozornil na neprodejnost otroků pracujících v azbestových dolech, jelikož umírají mladí. (9) (23)

V 18.-19. století vlivem průmyslové revoluce se objevily první pokusy o průmyslové zpracování azbestu, a to na severu Itálie roku 1808, kde byly těženy amfibolové azbesty. V 19. století se azbest používal převážně jako izolační materiál, např. železniční konstruktéři používali azbestové materiály jako izolace kotlů a potrubí v parních lokomotivách. (14, 15, 16, 17)

Na přelomu 19. a 20. století se v Horním Rakousku začal vyrábět materiál, kde smíšením azbestových vláken s portlandským cementem (90% cementu, 10% azbestu) získal materiál s ideálními vlastnostmi (nízká hmotnost, dlouhá životnost, nehořlavost) a byl v roce 1930 pod názvem Eternit patentován jako nehořlavá střešní krytina. (14, 15, 16, 17)

Vrcholu dosáhla produkce azbestu v 70. a 80. letech 20. století, kdy většina vytěženého azbestu našla uplatnění ve stavebnictví (střešní krytina, protipožární zábrany, izolace potrubí a elektro, izolace boilerů, pecí), kde nyní znamená riziko např. pro hasiče, demoliční pracovníky, instalatéry, elektrikáře, údržbáře, ale dostával se i do celé řady průmyslových výrobků, jako je obložení brzd, vodní filtry, cigaretové filtry, zvuková izolace a třeba i zahradní nábytek. (14, 15, 16, 17)

V letech 1975-1990 se v České Republice spotřebovalo přibližně 50000 tun azbestu ročně, z toho přibližně 70 % bylo využito ve stavebnictví. (34)



Obrázek 2, Graf světové produkce azbestu v letech 1900-2010 (34)

2.3 Důležité milníky

1984 Používání azbestových výrobků bylo omezeno pouze na případy, kdy nelze užít jiných materiálů. Byla zakázána aplikace azbestu nástřikem.

1997 zakázáno povolování výroby azbestových materiálů

1999 definovány látky (azbest), jejichž dovoz, výroba a distribuce jsou v ČR zakázány. Sem byla zařazena amfibolová vlákna krokydolit, amosit, antofylit, aktinolit a tremolit.

2005 zakazuje Směrnice EU č. 1999/77/ES použití veškerých druhů azbestu. Směrnice EU č. 2003/18/ES pak zcela zakazuje těžbu a zpracování azbestu. (12)

V České republice byly definitivně zakázány práce s azbestem zákonem č 309/2006 Sb., zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. (3) V tomto zákoně se v § 8 dočteme: „Zakázány jsou práce s azbestem. Zakáz těchto prací neplatí, jde-li o výzkumné laboratorní práce, analytické práce, práce při likvidaci zásob, odpadů a zařízení, která obsahují azbest a práce při odstraňování staveb a částí staveb obsahující azbest, nebo opravy a udržovací práce na stavbách nebo práce s ojedinělou krátkodobou expozicí.“ (3)

2.4 Výrobky a výrobci

Azbest se nejvíce využíval ve stavebnictví, které spotřebovávalo přes 90% vytěženého azbestu a kde momentálně představuje největší problém. Při rekonstrukci objektů postavených před rokem 1990 se většinou setkáme s nějakým materiálem který azbest obsahuje, záleží akorát na jeho množství. Proto musíme brát v potaz bezpečnostní rizika související s jeho odstraněním. (18)

Kvalita azbestu je dána délkou vláken a jejich ohebností. Azbest díky svým velice dobrým žáruvzdorným a izolačním vlastnostem je především využíván jako střešní krytina Eternit. Eternit je registrovaná ochranná známka pro vláknitý cement vlastněná belgickou firmou Etex Group S.A. (mateřskou společností německé firmy Eternit GmbH). Název „Eternit“ je mezi širokou veřejností brán jako obecný výraz pro vláknitý cement. Mezi dalšími výrobky, kde byla používána azbestová vlákna byli izolace v protipožárních přepážkách, izolační fasádní desky a v pláštích přiček. U vícepodlažních staveb a u nechráněných ocelových nosníků se používal žáruvzdorný azbestový nástřik. (18)

2.4.1 Střešní krytina obecně

Eternitová krytina existuje v rozličných tvarech jako například azbestocementové šablony nebo vlnité desky. Kdysi moderní krytinou se rekonstruovaly staré střechy ze štípaných šindelů, hojně se používala i na novostavby.

Významnou roli také hrála u průmyslových staveb (výrobní haly, zemědělské stavby). Oproti dřevěným šindelům měla tato krytina neopominutelné výhody. Nemusela se nijak zásadně udržovat, pokládka byla rychlejší, měla větší životnost a především byla nehořlavá. Vzhledem k nízké hmotnosti se nejvíce používala v horských oblastech, nicméně rozšířena byla prakticky po celém našem území. V dnešní době je rozšíření této krytiny u nás značně regionální, v Evropě je především v Belgii, Německu a v některých částech Francie. (18)

Dle velikosti se dělí do dvou základních skupin:

- Maloplošná skládaná krytina (šablony)
- Velkoplošná krytina (vlnité desky)

2.4.2 Maloplošná skládaná krytina

Vyráběla se v poměrně široké škále tvarů, ale nejběžnějším tvarem historicky používaném na našem území je tzv. česká šablona. Má rozměr 40x40 cm a pokládá se na koso. V západním příhraničí se často používá německý čtverec (německé krytí), které má jednu hranu zaoblenou a pokládá se šikmo směrem od okapu. Nejčastěji má rozměr 30x30cm. Většina typů šablon má z výroby již zhotovené otvory pro upevnění. Nejčastěji se vyráběli v tloušťce 4mm ovšem i v tloušťce 5mm která se hodila do oblastí s vyšší nadmořskou výškou či do oblastí s vyšším sněhovým zatížením.



Obrázek 3, Pohled na střechu (česká šablona)



Obrázek 4, Pohled na Eternitovou krytinu (česká šablona) detail

Česká šablona v novém stavu vážila cca 14kg/m^2 obdélníky a typy v silnějším provedení mají hmotnost lehce přes 18kg/m^2 .

Typická skladba střešního pláště

Minimální sklon střechy se u jednotlivých typů zásadně liší. Česká šablona se obecně používala od sklonu 30° do 90° bylo s ní tedy možné obložit i pro obklady štítů apod. Podkladem byly povětšinou dřevěná prkna (záklop) přibitá na krokve jednou stranou dolů aby nevznikalo vlivem jejich vysoušení ke vzniku nerovnosti podkladu. Na podkladu ležela papírová lepenka, která je vlivem působení po letech horka zkrhlá a již neplní funkci pojistné hydroizolace. Krytina typu české šablony se přibíjela dvěma hřebíky po stranách a v dolním rohu se kotvila na vichrovou sponu, která se protahovala skrze třetí otvor. Prostor pod bedněním musel být větraný, aby nedocházelo ke kondenzaci na spodní vrstvě lepenky a následné degradaci prkenného bednění.

Při opravách se setkáváme se sjetými šablonami a uvolněnými hřebenáči. Opravy jsou složité díky nemožnosti se na střeše plnohodnotně pohybovat, jelikož hrozí další poškození ostatních šablon vlivem zatížení pracovníka.

Demontáž je oproti deskám složitější a časově náročnější. Šablony se vlivem stáří rozpadají a je s nimi horší manipulace při přemístění do pytlů. Lepenka je téměř vždy poničená a rozpadlá. V místech zatékání je dřevěné prkenné bednění napadeno hnilobou.

2.4.3 Velkoplošná krytina (vlnité desky)

Na našem území se tradičně využívali zejména k zastřešení hospodářských budov, průmyslových staveb, skladových hal apod. Nicméně se s nimi můžeme setkat i na objektech rodinných domů. Vynikali velice rychlou pokládkou. Minimální sklon je 10° bez zvláštního opatření od 15° . Vlákocementová velkoplošná krytina se vyráběla ve tvaru vlnitých desek nejčastěji v šířce cca 1m a délky 1,25m nebo 2,5m.

Počet vln je 5 až 8, jejich výška je adekvátní jejich počtu. Tloušťka materiálu byla nejčastěji 6mm. Hmotnost je přibližně 13kg/m².

Desky se montovali na dřevěné nebo ocelové vaznice z roztečí závislou na sklonu střechy (většinou do 1,1m). Vaznice bývají o nejmenším rozměru 50x80mm (průřez měl být zvolen statickým výpočtem). Desky se do dřevěných latí kotvily pomocí originálních vrutů s kovovou a pryžovou podložkou. Otvory bylo nutné předvrtat o polovinu větší, než byl vrut aby se umožnilo dilataci vlivem teplotní roztažnosti materiálu. Standartní spotřeba vrutů byla 2ks na jednu desku. V místech přesahů jsou rohy desek upravené (ušťipnuté), tak aby nedošlo k navrstvení tří a více desek na sebe. Pojistná hydroizolace u desek není řešena.

Při demontáži se často setkáváme s částečně nebo úplně povolenými šrouby. Šrouby mohou tvořit místa kde zatéká, jelikož vlivem působení povětrnostních podmínek se pryžová podložka rozpadla. Zatékání je ale většinou nepatrné, jelikož je místo v horní vlně a nestahuje se k němu proud vody. Zatékání se často objeví jen na dřevěné lati, která tím může ztrácet svoji pevnost. Dále jsou desky podélně prasklé vlivem chůze po střeše při opravách, přílišnému utažení kotvicích šroubů, kominických pracích nebo dodatečném kotvení. Nad budovami pro chov dobytka se setkáváme s degradovanou dřevěnou nosnou konstrukcí vlivem nadměrnému vzniku par od zvířat a jejich vysrážení u hřebene díky nedostatečnému odvětrání.

Demontáž desek je oproti šablonám velice rychlá.



Obrázek 5, Pohled na velkoformátovou Eternitovou krytinu



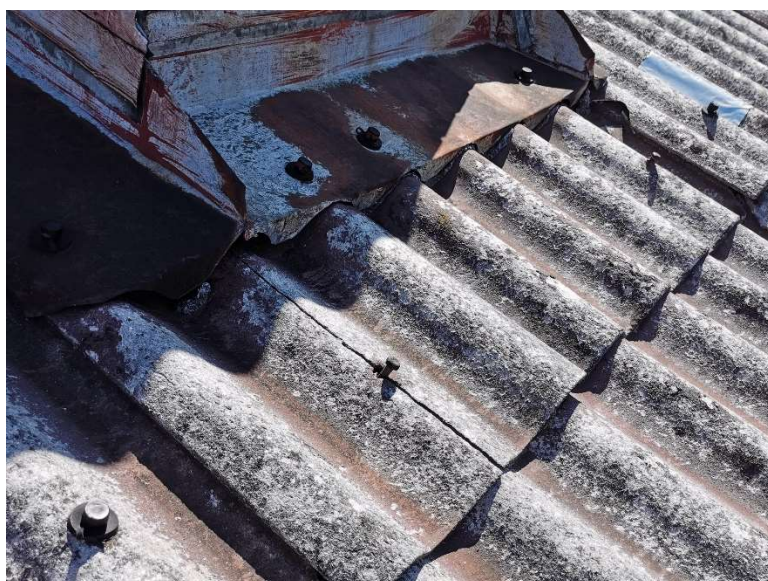
Obrázek 6, Pohled na velkoformátovou Eternitovou krytinu detail

2.4.4 Nejběžnější výrobky ve stavebnictví:

- Eternit: střešní krytina, obsahoval méně než 10% azbestu
- Ezalit A, Ezalit B: obklady stěn, stropů a příček, obsahoval 40% azbestu (později jen 18%), křehký, vlákna se snadno uvolňují
- Dupronit: podobné jako Ezalit
- Unicel: obklady stěn a stropů, obsah azbestu 22%
- IDK 30: izolační desky, 30% azbestu
- Izomin: zvuková a tepelná izolace, nízký obsah azbestu
- Limperit, Pyrotherm: nástříky konstrukcí budov

Dále: Lignát, Lignopal, Unicel, Cembalit, HORP, Amprobit 200, Cemboplast (34)

2.4.5 Nejčastější poruchy střešní krytiny



Obrázek 7, Podélná prasklina v horní vlně



Obrázek 8, Proražená krytina (dle majitele od krup)



Obrázek 9, Mechanické poškození



Obrázek 10, Povolný šroub



Obrázek 11, Uvolněné šablony (25)



Obrázek 12, Rozpadající se šablony

2.5 Vliv na lidské zdraví

Azbest má velice negativní dopad na lidské zdraví. Je to ověřený lidský karcinogen (IARC skupina 1). Dlouhá a tenká vlákna azbestu se při vdechnutí mohou dostat hluboko do plic a plicních sklípků. Lidské tělo nás před nimi nevaruje, protože jsou vlákna pouhým okem neviditelná a bez zápachu. (9) (16) (21)

Závažnost onemocnění vždy závisí na celkovém množství vdechnutých částic, jejich velikosti a délce expozice. Za respirativní vlákna se považují vlákna menší než 5 μ m a tenčí než 3 μ m. Vlákna větší než 10 μ m se do plic nedostanou, jsou zachyceny v horních cestách dýchacích. Většina onemocnění se neprojeví hned ale až po mnoha letech od první expozici azbestovým vláknům. Často se nemoc projeví až v důchodovém věku. (9) (16) (21)

Nejohroženějšími se v dnešní době stávají pracovníci na stavbách, kde je azbest přítomný ve stavebním materiálu. Dříve to byli lidé, kteří pracovali přímo v továrnách na jeho zpracování. Dále může expozice azbestu vyvolat nádorové bujení v jícnu, hrtanu, dutině ústní, žaludku, střeva, ledvin. (9) (16) (21)

Onemocnění vlivem azbestu rozdělujeme na:

- Zhoubná
- Nezhoubná

2.5.1 Zhoubná onemocnění

- Karcinom plic – Jedná se o zhoubný nádor plic, ke kterému může dojít např také kouřením než pouze vdechováním azbestových vláken. Ve většině případů je smrtelný. Kombinace kouření a styku s prací s azbestem výrazně zvyšuje riziko karcinomu plic.
- Maligní mezotelion – Jedná se o zhoubný nádor postihující blánu kolem plic. Nádor postupně ohrožuje i další orgány v dutině břišní. Onemocnění je agresivní a velice špatně léčitelné.

2.5.2 Nezhoubná onemocnění

- Azbestóza – nejčastější onemocnění při němž dochází k nahrazení funkční plicní tkáně nefunkčním vazivem, které způsobují dušnost. Projevuje se 20–30 let po expozici.
- Pleurální hyalinóza (postižení pohrudnice a poplicnice) velice časté onemocnění projevující se nejdříve 15 let po expozici. Způsobuje pokles plicních funkcí.
- Benigní pleurální výpotek

2.6 Legislativa

Dané zákony a nařízení se týkají kategorizace, uskladňování a nakládání s materiály obsahující azbest. (3)

- Zákon č. 183/2006 sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)
- Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů
 - Vyhláška č. 93/2016 Sb., Vyhláška o Katalogu odpadů
 - Vyhláška MŽP č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, ve znění pozdějších předpisů
 - Vyhláška MŽP a MZ č. 376/2001 Sb., o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů, ve znění pozdějších předpisů. (Zrušena vyhláškou č. 93/2016 Sb.)
 - Vyhláška MŽP č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využití na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady (platná od 5. srpna 2005)
- Zákon č. 356/2003 Sb., o chemických látkách a chemických přípravcích a o změně některých zákonů, ve znění zákona č. 186/2004 Sb. a pozdějších předpisů
 - Vyhláška MŽP č. 221/2004 Sb., kterou se stanoví seznamy nebezpečných chemických látek a nebezpečných chemických přípravků, jejichž uvádění na trh je zakázáno nebo jejichž uvádění na trh, do oběhu nebo používání je omezeno
 - Vyhláška MPO č. 232/2004 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona o chemických látkách a chemických přípravcích a o změně některých zákonů, týkající se klasifikace, balení a označování nebezpečných chemických látek a chemických přípravků.
- Zákon č. 309/2006 Sb., kterým se upravují požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy (zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci)
 - Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., Nařízení vlády, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci
 - Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., Nařízení vlády, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci

- Zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce
- Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů
 - Vyhláška MZ č. 432/2003 Sb., kterou se stanoví podmínky zařazování prací do kategorií, limitní hodnoty ukazatelů biologických expozičních testů, podmínky odběru biologického materiálu pro provádění biologických expozičních testů a náležitosti hlášení prací s azbestem a biologickými činiteli
 - Vyhláška MZ č. 394/2006 Sb., kterou se stanoví práce s ojedinělou a krátkodobou expozicí azbestu a postup při určení ojedinělé a krátkodobé expozice těchto prací (ze dne 24. července 2006)
 - Vyhláška MZ č. 6/2002 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb

2.7 Postup odstranění azbestových materiálů

2.7.1 Zjednodušený postup odstranění azbestových materiálů

Technologický postup odstranění azbestových materiálů vychází z legislativy České republiky a německých norem TRGS 519, VDI 17025, VDI 3492. (22)

Při provádění jakýchkoliv prací s azbestem je nutné postupovat v souladu s předpisy ČR (viz. sekce legislativa) (22)

Před zahájením prací předchází nahlášení o práci s azbestem podané min. 30 dní předem na úřad životního prostředí. (22)

Objekt, ve kterém bude realizována demontáž azbestových materiálů bude začleněn do prostoru otevřeného nebo uzavřeného kontrolovaného pásma, jehož rozsah musí být ohraničen výstražní páskou a výstražným značením. (22)



Obrázek 13, Prostředky ohraničení kontrolovaného pásma (26)

Při vstupu a výstupu z ochranného prostoru je nutné projít přes dekontaminační komoru. Nejčastěji je to jednorázová, rychle složitelná komora rozdělená do tří částí vybavená vzduchovými sprchami a odsávacím zařízením s HEPA filtry třídy H13. (13)



Obrázek 14, Dekontaminační komora s pracovníkem v OOP (26)

Před demontáží azbestu musí být proveden nástřik všech jeho přístupných povrchů chemickým prostředkem, který je schopen zajistit zvlhčení volných vláken a uzavření povrchu samotného materiálu. Při demontáži musí být proveden opětovný nástřik neošetřených povrchů. (21) (22)

Materiály se vkládají vcelku do předem připravených obalů a po naplnění jsou neprodyšně uzavřeny a ošetřeny těž zvlhčujícím nástřikem. Je zakázáno desky jakkoliv lámat, řezat, vrtat. Krytina je demontována z vrchu dolů (obrácený postup montáže) aby bylo zabráněno mechanickému namáhání krytiny. (21) (22)

Obalový materiálem je PE folie minimálně o dvou vrstvách, která musí být označena jednoznačným popisem, že se jedná o azbest. (21) (22)



Obrázek 15, Označení azbestu

Po odstranění všech azbestových materiálů se musí celý prostor vysát vysavači opatřenými filtrací HEPA H13. (21) (22)

Zaměstnanci, kteří pracují v azbestovém prostředí musí procházet preventivními lékařskými prohlídkami. (21) (22)

Základním pravidlem je co nejohleduplnější demontáž tak, aby postupem prací nedocházelo k nadměrnému uvolňování azbestových vláken do okolního prostoru.

2.7.2 Vybavení osob pracujících v kontaminovaném prostoru:

- polomaska s filtry 91-P3
- ochranný overal kategorie III, Typ 5 a 6
- rukavice
- pracovní obuv

S použitými pracovními pomůckami je nakládáno jako s nebezpečným odpadem (22)

Odvoz a ukládání je popsán v sekci Skladování.

2.8 Skládkování

V zákoně č.185/2001 Sb. O odpadech v dílu 6 (odpady z azbestu), zákon 35 (Povinnosti při nakládání s odpady z azbestu stojí:

- *Původce odpadů obsahující azbest a oprávněná osoba, která nakládá s odpady obsahující azbest, jsou povinni zajistit, aby se z odpadů do ovzduší neuvolňovaly azbestová vlákna či azbestový prach a dále aby nedošlo k rozlití kapaliny obsahující azbestová vlákna.*
- *Odpady s obsahem azbestu lze ukládat pouze na skládkách k tomu určených. Odpady musí být upraveny, zabaleny nebo ihned po uložení na skládku zakryty. Provozovatel skládky je povinen zajistit, aby se částice azbestu nemohly uvolňovat do ovzduší.*
- *Ministerstvo stanoví provádění právním předpisem požadavky na ukládání odpadů z azbestu na skládky. (3)*

V 2.3.3 v evropské směrnici 1999/31/ES a její přílohy II jsou určeny podmínky, za kterých je možné ukládat materiály s příměsí azbestu na jiných než na skládkách nebezpečného odpadu. Ale musí splňovat tyto podmínky:

- *Odpad neobsahuje žádné jiné nebezpečné látky než vázaný azbest, včetně vláken vázaných pojivem nebo zabalených v plastu.*
- *Skládka přijímá pouze stavební materiál obsahující azbest a další vhodné azbestové odpady. Tyto odpady mohou být také uloženy v odděleném prostoru skládky odpadů neklasifikovaných jako nebezpečné, pokud je prostor dostatečně samostatně uzavřený.*
- *Aby se zabránilo rozptýlení vláken, úložná zóna musí být denně a před každým stlačením překryta vhodným materiálem, a pokud odpad není zabalený, musí se pravidelně kropit.*

- Na skládce se nesmí provádět práce, které by mohly vést k uvolnění vláken (například vrtání děr).
- Po uzavření skládky se uchovává plánek umístění skládky/prostoru, který svědčí o tom, že jsou zde uloženy azbestové odpady.
- Musí být přijata vhodná opatření, aby se zabránilo případnému použití půdy po uzavření skládky, kvůli zabránění kontaktu lidí s odpadem. (3)

Firmy a občané mohou také odvázet azbestový odpad do sběrných dvorů odpadů, které mají povoleno tyto odpady přijímat. Je však nutné, aby všechny přivezené azbestové odpady byly zabaleny v neprodyšném obalu nebo uzavíratelném kontejneru a musí být řádně označeny. (10)



Obrázek 16, Pytel na střešní desky (26)

Další možností, jak nakládat s materiálem obsahující azbest je vitrifikace, která spočívá v proměně nebezpečného materiálu v inertní odpad za působení vysoké teploty (přibližně 1200 C°). Tato metoda se používá např.ve Francii a USA. V ČR se vitrifikace neprovádí, ale mohla by být vhodným způsobem pro likvidaci azbestocementu do budoucnosti. (11)

2.9 Závěr kapitoly

Požadavky na demontáž jsou sice v ČR legislativně upraveny, ale nejsou dostatečně kontrolovány. Normy vycházejí z německých TRGS 519. V ČR velice často dochází ke zpochybňování těchto pravidel, ale je zřejmé, že bez těchto nařízení nelze zajistit, aby nebylo poškozeno zdraví občanů a pracovníků.

Absence nedostatečné kontroly nahrává neodborným firmám, které provádějí práce bez příslušných opatření. Ty jsou poté levnější oproti firmám toto dodržující. Běžný zákazník poté volí cestu nižší cenové zátěže.

3. Praktická část

3.1 Úvod praktické části

V praktické části Bakalářské práce jsou porovnávány a posouzeny materiálové řešení rekonstrukce azbestocementové střešní krytiny. Všechny skladby jsou posuzovány a hodnoceny podle fyzikálních a ekonomických kritérií. Při návrhu skladeb jsem čerpal z nabitých znalostí, z katalogů výrobců, použité literatury a z poznatků z teoretické části. Cílem bude zjistit jaká skladba bude nejvýhodnější.

Mezi hodnocené varianty nové krytiny patří:

- Betonová střešní krytina
- Keramická střešní krytina
- Profilovaná plechová krytina (imitace skládané krytiny)
- Trapézová plechová krytina
- Bitumenové šindele
- Maloformátová vlákno cementová krytina bez příměsi azbestu
- Plastová krytina

Každá varianta bude obsahovat popis krytiny, výhody a nevýhody, obrázky krytiny, přední výrobce, orientační cenu za 1m² krytiny. U každého typu krytiny bude vybrán jeden typický zástupce a ten bude použit pro multikriteriální hodnocení. Všechny uváděné ceny jsou bez DPH.

3.2 Varianty rekonstrukce

3.2.1 Varianta 1 - Betonová střešní krytina

Hlavní výrobci: Bramac, KM Beta, Betonpres

Výhody: jednoduchá pokládka vzhledem k posuvnosti (tolerují drobné nerovnosti v latování) široká nabídka doplňků, od 12°sklon, snadná dodatečná instalace nových prvků (střešní okno odvětrání) dá se po ní chodit, pokud to dovolí sklon bez rizika proslápnutí, cena, životnost

Nevýhody: nižší odolnost povrchové úpravy vůči řasám a mechům, menší výběr tvarů a povrchových úprav, možné zafoukání sněhu prachu (nemají horní zámek)

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

Přední pozici na našem trhu má výrobce Bramac, druhým největším výrobcem je KM Beta. Betonová krytina je v základním provedení cenově dostupná, cena se pohybuje 240-500 Kč/m². Cena doplňků (krajové, větrací tašky, hřebenáče,

apod) jsou výrazně dražší, ale nedosahují cen doplňků u pálených tašek. Záruka je většinou 30 let. (19)



Obrázek 17, Betonová střešní krytina

Zástupce: krytina Bramac Classic Star. Taška klasického tvaru s nejlepší dostupnou povrchovou úpravou. Detaily jsou řešeny pomocí doplňkových tašek. Difúzní folie Bramac Pro Plus. Laťování po cca 330mm. Existuje standartně v pěti barevných provedeních (28)



Obrázek 18, Krytina Bramac Classic Star (28)

3.2.2 Varianta 2 - Keramická střešní krytina

Významní výrobci: Tondach, Bramac, Roben

Výhody: velmi široká nabídka nejrůznějších tvarů, velikostí a povrchových úprav, bobrovkami lze zakrýt zaoblené plochy, nedochází k vizuálním změnám (engoba, glazura) dlouhá životnost, u rezných tašek poměr cena životnost

Nevýhody: pokládka neposuvných tašek vyžaduje zručnost a pečlivost, vyšší cena za montáž než u betonových, většina typů tašek se nehodí na nízké sklony, odlesky a sjíždění sněhu (glazované)

Základním materiálem pro výrobu je cihlářská hlína, která se odleží, namele a po přidání přísad se vypaluje v pecích při vysokých teplotách. Vyrábí se dvěma způsoby tažením a ražením. Před samotným vypálením se na tašky nanáší povrchová úprava (engoba, glazura).

V ČR je jediný výrobce střešních tašek, a to společnost Tondach, zbylí výrobci tašky dovážejí z jiných zemí. Ceny jsou velmi odlišné. Nejlevnější tašky (režné) lze pořídit od 290 Kč/m², engobované od 350-400 Kč/m² a glazované od 420-500 Kč/m². Doplnkové tašky (krajové, větrací, hřebenáče, apod) jsou výrazně dražší. Cena doplňků se většinou vyrovná ceně základních tašek. Záruka je nejčastěji 30let ale i 50let. (19)



Obrázek 19, Keramická střešní krytina

Zástupce: krytina Tondach Stodo 12 (glazura). Detaily jsou řešeny pomocí doplňkových tašek. Difúzní folie Tondach FOL S. Laťování po cca 345mm. V nejvyšší úpravě glazura se vyrábí ve čtyřech barevných provedení. (29)



Obrázek 20, Krytina Tondach Stodo 12 (glazura) (29)

3.2.3 Varianta 3 - Profilovaná plechová krytina

Významní výrobci: Lindab, Blachotrapez, Ruukki

Výhody: možnost pokládky od nízkých sklonů, nízká hmotnost, velmi rychlá montáž, cenová dostupnost, veliký výběr tvarů barev a povrchových úprav

Neváhody: nevhodné pro složitější typy střech, prořezy – spotřeba materiálu, povrchová úprava je tenká – velká pozornost při manipulaci, sjíždění sněhu ze střechy, hlučnější při dešti, opatrná pochůznost – hrozí prošlápnutí, možná kondenzace na spodní straně

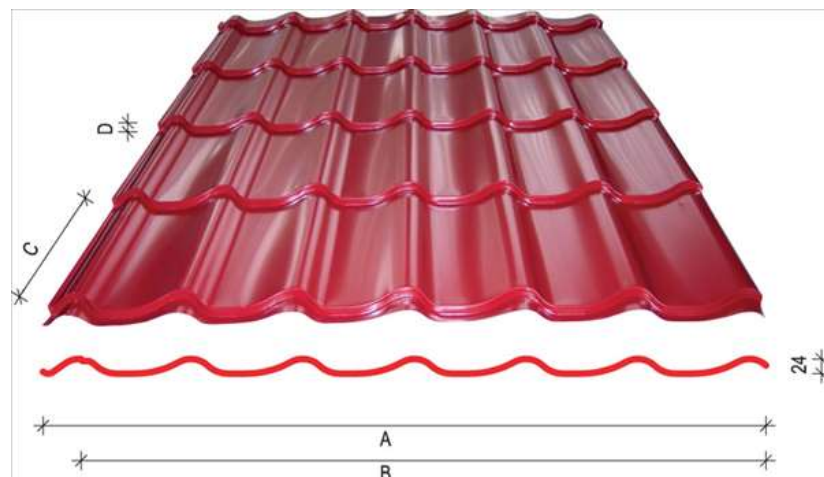
Profilované krytiny se dodávají většinou v pásech o krycí šířce cca 100cm. Výhradně se vyrábí z pozinkovaného plechu o tloušťce 0,5mm nebo hliníkovém o tloušťce 0,6mm. Horní strana je opatřena základní barvou s vrstvou polyesterové barvy v tloušťce 0,25-0,5mm v různých odstínech a kvalitě. Délka pruhů je na objednávku maximálně však 6-8m. Při delších rozměrech je deskami složitá manipulace.

Přední výrobci pocházejí ze skandinávských zemí jako je Lindab nebo Ruukki. Dále se na našem trhu vyskytují společnosti z Polska, kteří se vyznačují především nižší cenou. Největší českým výrobcem je společnost Satjam. Ceny krytin se mohou výrazně lišit, záleží na povrchové úpravě. Ceny se pohybují od 140-430 Kč/m². Záruka se pohybuje od 10 let a výše (záleží na povrchové úpravě). (19)



Obrázek 21, Profilovaná plechová krytina

Zástupce: krytina Satjam Roof Classic ve standardní lesklé povrchové úpravě PE25 o síle 25 μ m. Detaily jsou řešeny klempířským způsobem. Difúzní fólie Guttafol DO 135 S. Laťování po 350mm. Standardně dodávaná v 15 barevných provedeníh. (30)



Obrázek 22, Krytina Satjam Roof Classic (30)

3.2.4 Varianta 4 - Trapézová plechová krytina

Významní výrobci: Lindab, Satjam, Ruukki

Výhody: možnost pokládky od minimálních sklonů, nízká hmotnost, velmi rychlá montáž, cenová dostupnost

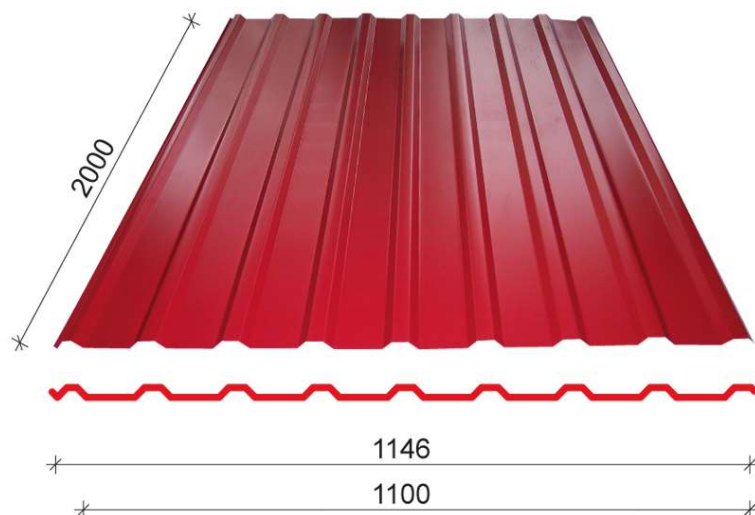
Nevýhody: na RD průmyslový vzhled, nevhodné pro složitější typy střech, prořezy – spotřeba materiálu, povrchová úprava je tenká, velká pozornost při manipulaci, sjíždění sněhu ze střechy, hlučnější při dešti,

Trapézové plechy se vyrábějí obdobně jako profilovaná plechová krytina viz kapitola 3.3.3. Ale vyrábí se v délkách až do 12m.



Obrázek 23, Trapézová plechová krytina

Zástupce: trapézový plech Satjam T40 PMN s matnou povrchovou úpravou o tloušťce 35um. Detaily jsou řešeny klempířským způsobem. Difúzní fólie Guttafol DO 135 S. Laťování po 500mm. Dodávaný ve čtyřech barevných provedení. (30)



Obrázek 24, Krytina Satjam T40 (30)

3.2.5 Varianta 5 - Bitumenové šindele

Významní výrobci: IKO Schindel, Gutta, Isola

Výhody: různé tvary a barevná provedení, jednoduchá pokládka, možnost pokládky na extrémně členité a zaoblené střechy, nízká hmotnost krytiny, jednoduchá doprava, jednoduché zpracování, větší odolnost proti sjíždění sněhu

Nevýhody nižší životnost, nedýchá (kondenzace), špatně se dodělávají různé úpravy do krytiny, na drsném povrchu se mohou usazovat nečistoty, lišejníky, mechy, pomalá pokládka velkých ploch

Základní surovinou pro výrobu je bitumen neboli asfalt. Nosnou složkou bývá skelné nebo polyesterové vlákno. Vložka je po obou stranách obalená bitumenem a na horní straně opatřena barevným posypem. Existuje v mnoha provedeních a tvarech.

Na trhu si můžeme vybrat z nepřehledného množství výrobců. Kvalita závisí na vstupních surovinách, které výrazně ovlivňují výsledný výrobek. Největším celosvětovým výrobcem je společnost IKO Schindel. Dalšími předními výrobci jsou Tegola, Isola. Nejlevnější šindele v hobbymarketech stojí kolem 100Kč/m² ale ceny od renomovaných výrobců se pohybují od 160-300 Kč/m². Standartní záruka se pohybuje 10 let a výše. (19)



Obrázek 25, Bitumenová krytina

Zástupce: bitumenové šindele IKO Superglass. Základ tvoří sklená vložka a povrchovou úpravou je drčená břidlice. Hřeben a okapní pás se řeší pomocí přířezů ze šindelů, okapová a štítová hrana klempířským lemováním. Podkladem je dřevěné prkenné bednění, na kterém leží podkladní vyrovnávací pás. Dodává se ve 13 barevných provedení.
(31)



Obrázek 26, Krytina Iko Superglass (31)

3.2.6 Varianta 6 - Maloformátová vláknocementová krytina bez příměsí azbestu

Významní výrobci: Cembrit, Eternit (bez azbestu)

Výhody: nízká hmotnost, moderní i historický vzhled, velmi jednoduché dělení pomocí kleští, široký výběr tvarů a barev, poměrně nízká cena (česká šablona)

Nevýhody: časově náročnější pokládka, nutnost pokládky na střešní latě (Cembrit), obtížná pochůznost, vyšší cena za pokládku

Azbest v původním eternitu se nahradil směsí vláken buničiny a vláken umělých. Vyrábí se jako maloformátové šablony a velkoformátové desky. Krytina se vyrábí s povrchovou úpravou. Horní povrch bývá stříkán ve více vrstvách a spodní bývá voskovaný v podobném odstínu jako horní povrch. K šablonám se vyrábí řada originálních doplňků.

Jediným Českým výrobcem je společnost Cembrit, která produkuje velké množství krytiny i pro evropské trhy. Dále se můžeme setkat s Německým Eternitem. Ceny se liší nejlevnější je česká šablona v hladkém provedení cca 240 Kč/m² po obdélníky, jejichž cena je od 460-600 Kč/m² (19)



Obrázek 27, Vláknocementová krytina bez příměsy azbestu

Zástupce: vláknocementová krytina ve tvaru české šablony Cembrit v povrchové úpravě Dominant (imitace přírodní břidlice). Hřeben a okapní pás se řeší pomocí šablon a štítová hrana klempířsky. Krytina je montována na latě po 210mm a pojistnou hydroizolaci tvoří difúzní folie. Dodává se v pěti barevných provedení. (32)



Obrázek 28, Krytina Cembrit Dominant česká šablona (32)

3.2.7 Varianta 7 - Maloplošná plastová krytina

Významní výrobci: Eureka, Ekoternit, Capacco

Výhody: velmi nízká hmotnost, nižší cena oproti skutečným přírodním krytinám, ekologické většinou se na výrobu používají recyklované plasty

Nevýhody: životnost je pouze předpokládána vyrábějí se poměrně krátkou dobu, tmavé barvy mohou vlivem slunečních paprsků světlat a deformovat, velká teplotní roztažnost, minimum doplňků, jsou hořlavé

Plastové krytiny u nás nemají dlouhou tradici, objevili se v devadesátých letech. Většina výrobců používá k výrobě recyklované plasty, buď jako přísadu nebo dokonce z jako jedinou surovinu. Nejčastěji se vyrábějí krytiny imitující přírodní břidlice. Dále se vyrábí ve tvaru došek nebo klasických betonových tašek.

Mezi přední výrobce patří společnosti Eureka, imitace přírodní břidlice a došek, cena 310-440 Kč/m². Capacco ta vyrábí pouze šablony imitující přírodní břidlici cena 200-250 Kč/m². Záruka se pohybuje v rozmezí 20-30let. (19)



Obrázek 29, Maloplošná plastová krytina

Zástupce: plastová krytina ve tvaru české šablony Eureka CPS v imitaci přírodní břidlice. Detaily se řeší pomocí doplňkových šablon. Montáž je na prkenném bednění a jako podklad je hydroizolační folie Tyvek Solid. Dodává se v jediném barevném provedení (imitace břidlice) (33)



Obrázek 30, Krytina Eureka CPS (2)

3.3 Multikriteriální analýza

Hodnocení je provedeno na základě zjištěných informací. Byla zahrnuta následující hlediska: cenová kalkulace, hmotnost, záruka, dodatečné úpravy, sklon, rychlost montáže. Cílem hodnocení je stanovit pořadí krytin od nevhodnější po nejméně výhodnou.

3.3.1 Kritéria hodnocení

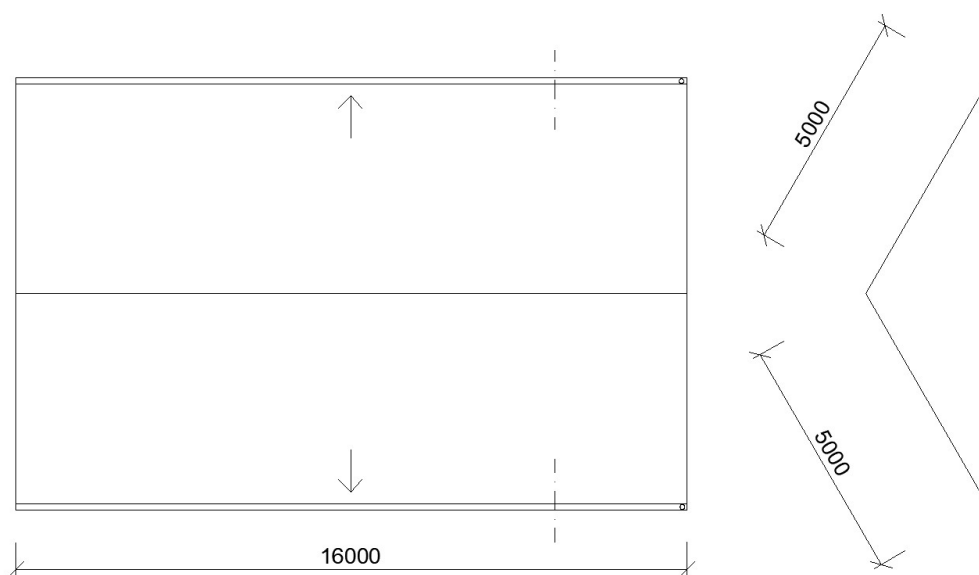
Každá skladba bude hodnocena dle předem daných kritérií. Kalkulace bude provedena dle cenové soustavy ÚRS kde budou uvedeny jak ceny za materiál tak ceny za montáž a přesun hmot po staveništi. Vzhled a tvar krytiny v tomto hodnocení nebudou zohledňovat jednalo by se o subjektivní názor.

Krytinu budu hodnotit dle těchto šesti kritérií:

- Ekonomická náročnost.
Cenová kalkulace bude vytvořena v programu KROS 4. Cena bude uvedena za celou střešní konstrukci od krokví směrem nahoru po krytinu. (dodávka a montáž) viz kapitola Ekonomická kalkulace. Hodnocení se bude odvíjet od ceny za m²
- Hmotnost.
Bude rozhodujícím kritériem při rekonstrukci, jelikož původní eternitová střecha patří mezi lehké krytiny a krov se dimenzoval ve většině případu na tuto zátěž. Hodnocení se bude odvíjet za hmotnost na m² krytiny.
- Záruka
Bude zohledněna záruka poskytovaná výrobcí (rozhodující kritérium). Dále bude uvedena životnost povrchové úpravy uváděná výrobcí.
- Dodatečné úpravy.
Bude zohledňovat obtížnost dodělání úprav do střechy, jako jsou dodatečná montáž střešních oken, protisněhové zábrany, odvětrání kanalizace ostatní prostupy apod.
- Sklon.
Parametrem bude, od jakého sklonu je možné krytinu bezpečně použít. Budu počítat s hodnotou minimálního sklonu.
- Rychlost montáže.
U tohoto parametru budu vycházet z vlastních zkušeností. Hodnocení se bude odvíjet od rychlosti pokládky a zhotovení detailů.

3.3.1.1 Ekonomická kalkulace

Ekonomická kalkulace bude obsahovat pouze skladbu od nosné konstrukce (krokví) až po samotnou krytinu. Počítám s tím, že bylo nutné demolovat starou krytinu včetně laťování a starého bednění. Do kalkulace pro zjednodušení nezapočítávám odvodnění a jakékoliv prostupy (komíny, vylézáky apod.) a jakékoliv nezbytné doplňky. Ve všech variantách počítám s tím, že tepelná izolace bude mezikrokevní nebo podkrokevní popřípadě kombinace a že musí být použita kontaktní difúzní folie. Pro cenovou kalkulaci byla zvolena sedlová střecha o ploše střechy 16 x 10 m a sklonu 30° (viz. schéma šikmé střechy) a výšce okapové hrany 6,5 m nad terénem. U každé varianty jsem vybral krytinu od předního výrobce. K výsledné ceně doplním poznámku o ceně doplňků.



Obrázek 31, Schéma vzorové střechy

Tento tvar střechy jsem vybral proto, jelikož patří mezi nejběžnější u rodinných domů.

3.3.2 Hodnocení kritérií

3.3.2.1 Ekonomická náročnost

Varianta 1 Tab. 1, Rozpočet Bramac Star Classic

Úroveň	TC	...	TV	Typ p...	Kód položky	Popis	MJ	Množství	J. cena indexov...	Index ceny	Celková cena
I			D		PSV	Práce a dodávky PSV					210 813,67
>E			D		762	Konstrukce tesařské					19 598,20
>E	oc	1	K	PSV	762342441	Montáž lišt trojúhelníkových nebo kontralatí na střeších sklonu do 60°	m	204,000	10,70	1,000	2 182,80
>E	pc	2	M	PSV	60514106	řezivo jehličnaté lat' pevnostní třída S10-13 průřez 40x60mm	m3	0,490	6 580,00	1,000	3 224,20
>E	k	3	K	PSV	762A3002	Latování střež na osovou vzdálenost do 360 mm	m2	160,000	86,40	1,000	13 824,00
>E	oc	11	K	PSV	998762102	Přesun hmot tonážní pro kce tesařské v objektech v do 12 m	t	0,270	1 360,00	1,000	367,20
>E			D		765	Krytina skládaná					191 215,47
>E	oc	4	K	PSV	76512301...	Krytina betonová drážková Bramac Classic STAR povrch s úpravou se zvýšenou ochranou sklonu do 30° na sucho	m2	160,000	695,46	1,000	111 273,60
>E	oc	5	K	PSV	76512312...	Krytina betonová okapová hrana s ochrannou větrací mřížkou Bramac	m	32,000	85,95	1,000	2 750,40
>E	oc	6	K	PSV	76512331...	Krytina betonová drážková hřeben z hřebenáčů Bramac Classic STAR se zvýšenou ochranou s větracím pásem Metaroll	m	16,000	1 153,69	1,000	18 459,04
>E	oc	7	K	PSV	76512351...	Krytina betonová drážková štítová hrana z tašek Bramac Classic STAR s povrchem se zvýšenou ochranou	m	40,000	896,10	1,000	35 844,00
>E	oc	8	K	PSV	765191011	Montáž pojistné hydroizolační fólie kladené ve sklonu do 30° volně na krokve	m2	160,000	34,60	1,000	5 536,00
>E	pc	9	M	PSV	59244081...	fólie difúzní Bramac PRO Plus - 1 m2	m2	176,000	52,22	1,000	9 190,72
>E	oc	10	K	PSV	998765102	Přesun hmot tonážní pro krytiny skládané v objektech v do 12 m	t	8,286	985,00	1,000	8 161,71

Celková cena je 210 813 Kč

Cena za m² vychází na 1317,6 Kč

Varianta 2 Tab. 2, Rozpočet Tondach Stodo 12 (glazura)

Úro...	TC	ČP	TV	Typ p...	Kód položky	Popis	MJ	Množství	J. cena indexov...	Index ceny	Celková cena
I			D		PSV	Práce a dodávky PSV					207 755,08
>E			D		762	Konstrukce tesařské					19 598,20
>E	oc	1	K	PSV	762342441	Montáž lišt trojúhelníkových nebo kontralatí na středních sklonu do 60°	m	204,000	10,70	1,000	2 182,80
>E	pc	2	M	PSV	60514106	řezivo jehličnaté lat' pevnostní třída S10-13 průřez 40x60mm	m3	0,490	6 580,00	1,000	3 224,20
>E	k	3	K	PSV	762A3002	Latování střež na osovou vzdálenost do 360 mm	m2	160,000	86,40	1,000	13 824,00
>E	oc	4	K	PSV	998762102	Přesun hmot tonážní pro kce tesařské v objektech v do 12 m	t	0,270	1 360,00	1,000	367,20
>E			D		765	Krytina skládaná					188 156,88
>E	oc	11	K	PSV	765113013....	Krytina keramická drážková glazovaná Tondach Stodo 12 sklonu do 30° na sucho	m2	160,000	711,44	1,000	113 830,40
>E	oc	12	K	PSV	765113121....	Krytina keramická okapová hrana s větrací ochrannou mřížkou jednoduchou Tondach	m	32,000	80,42	1,000	2 573,44
>E	oc	13	K	PSV	765113313....	Krytina keramická drážková hřeben z hřebenáčů glazovaných Tondach č. 2 na sucho s větracím pásem kovovým	m	16,000	1 616,39	1,000	25 862,24
>E	oc	14	K	PSV	765113553....	Krytina keramická drážková štítová hrana z okrajových tašek glazovaných Tondach Stodo 12 na sucho	m	24,000	1 087,45	1,000	26 098,80
>E	oc	9	K	PSV	765191011	Montáž pojistné hydroizolační fólie kladené ve sklonu do 30° volně na krokve	m2	160,000	34,60	1,000	5 536,00
>E	pc	10	M	PSV	59660235.TDH	Tondach FOL S 145g/m2, 75m2	m2	176,000	37,66	1,000	6 628,16
>E	oc	15	K	PSV	998765102	Přesun hmot tonážní pro krytiny skládané v objektech v do 12 m	t	7,744	985,00	1,000	7 627,84

Celková cena je 207 755 Kč

Cena za m² vychází na 1298,5 Kč.

Varianta 3 Tab. 3, Rozpočet Satjam Roof Classic

Úro...	TC	ČP	TV	Typ po...	Kód položky	Popis	MJ	Množství	J. cena indexov...	Index ceny	Celková cena
I			D	PSV		Práce a dodávky PSV					134 743,57
>E			D	762		Konstrukce tesařské					19 598,20
>E	oc	13	K	PSV	762342441	Montáž lišt trojúhelníkových nebo kontralatí na střeších sklonu do 60°	m	204,000	10,70	1,000	2 182,80
>E	pc	14	M	PSV	60514106	řezivo jehličnaté lat' pevnostní třída S10-13 průřez 40x60mm	m3	0,490	6 580,00	1,000	3 224,20
>E	k	15	K	PSV	762A3002	Latování střež na osovou vzdálenost do 360 mm	m2	160,000	86,40	1,000	13 824,00
>E	oc	16	K	PSV	998762102	Přesun hmot tonážní pro kce tesařské v objektech v do 12 m	t	0,270	1 360,00	1,000	367,20
>E			D	764		Konstrukce klempířské					105 564,90
>E	oc	5	K	PSV	764111651...	Krytina střežy rovné z taškových tabulí SATJAM ROOF Classic sklonu do 30°	m2	160,000	506,07	1,000	80 971,20
>E	oc	6	K	PSV	764211625...	Oplechování větraného hřebene plechem SATJAM PE25 s větracím pásem VPH rš 400 mm	m	16,000	540,07	1,000	8 641,12
>E	oc	17	K	PSV	764212635...	Oplechování štítu závětrnou lištou SATJAM PE25 rš 400 mm	m	24,000	317,67	1,000	7 624,08
>E	oc	18	K	PSV	764212662...	Oplechování rovné okapové hrany plechem SATJAM PE25 rš 200 mm	m	32,000	198,80	1,000	6 361,60
>E	oc	11	K	PSV	998764102	Přesun hmot tonážní pro konstrukce klempířské v objektech v do 12 m	t	1,157	1 700,00	1,000	1 966,90
>E			D	765		Krytina skládaná					9 580,47
>E	oc	9	K	PSV	765191011	Montáž pojistné hydroizolační fólie kladené ve sklonu do 30° volně na krokve	m2	160,000	34,60	1,000	5 536,00
>E	pc	10	M	PSV	28329324....	fólie Guttafol DO 135 - S vysoce difúzní (1,5 x 50 m)	m2	176,000	22,84	1,000	4 019,84
>E	oc	12	K	PSV	998765102	Přesun hmot tonážní pro krytiny skládané v objektech v do 12 m	t	0,025	985,00	1,000	24,63

Celková cena je 134 743 Kč
Cena za m² vychází na 842,2 Kč

Varianta 4 Tab. 4, Rozpočet Satjam T40

Úr...	TC	ČP	TV	Typ po...	Kód položky	Popis	MJ	Množství	J. cena indexov...	Index ceny	Celková cena
I			D	PSV		Práce a dodávky PSV					114 564,17
>E			D	762		Konstrukce tesařské					14 436,60
>E	oc	1	K	PSV	762342441	Montáž lišt trojúhelníkových nebo kontralatí na střeších sklonu do 60°	m	204,000	10,70	1,000	2 182,80
>E	pc	2	M	PSV	60514106	řezivo jehličnaté lat' pevnostní třída S10-13 průřez 40x60mm	m3	0,490	6 580,00	1,000	3 224,20
>E	k	5	K	PSV	762A3003	Latování střež na osovou vzdálenost do 600 mm	m2	160,000	54,14	1,000	8 662,40
>E	oc	4	K	PSV	998762102	Přesun hmot tonážní pro kce tesařské v objektech v do 12 m	t	0,270	1 360,00	1,000	367,20
>E			D	764		Konstrukce klempířské					90 547,10
>E	oc	11	K	PSV	764101141	Montáž krytiny střežy rovné z taškových tabulí sklonu do 30°	m2	160,000	135,00	1,000	21 600,00
>E	pc	12	M	PSV	15485162....	profil trapézový T40 40/266/1064 PM/PMN tl.plechu 0,5 mm	m2	160,000	287,00	1,000	45 920,00
>E	oc	6	K	PSV	764211405	Oplechování větraného hřebene s větrací mřížkou z Pz plechu rš 400 mm	m	16,000	386,00	1,000	6 176,00
>E	pc	16	M	PSV	15485205....	šroub samovrtný s povrch.úpravou SO3T 4,8x22 povrch.úprava bal.250 kusů	kus	640,000	1,80	1,000	1 152,00
>E	pc	17	M	PSV	15485206....	šroub samovrtný s povrch.úpravou SOST 5,5x35 povrch.úprava bal.200 kusů	kus	1 120,000	3,00	1,000	3 360,00
>E	oc	7	K	PSV	764212405	Oplechování štítu závětrnou lištou z Pz plechu rš 400 mm	m	24,000	246,00	1,000	5 904,00
>E	oc	8	K	PSV	764212432	Oplechování rovné okapové hrany z Pz plechu rš 200 mm	m	32,000	151,00	1,000	4 832,00
>E	oc	9	K	PSV	998764102	Přesun hmot tonážní pro konstrukce klempířské v objektech v do 12 m	t	0,943	1 700,00	1,000	1 603,10
>E			D	765		Krytina skládaná					9 580,47
>E	oc	13	K	PSV	765191011	Montáž pojistné hydroizolační fólie kladené ve sklonu do 30° volně na krokve	m2	160,000	34,60	1,000	5 536,00
>E	pc	14	M	PSV	28329324....	fólie Guttafol DO 135 - S vysoce difúzní (1,5 x 50 m)	m2	176,000	22,84	1,000	4 019,84
>E	oc	15	K	PSV	998765102	Přesun hmot tonážní pro krytiny skládané v objektech v do 12 m	t	0,025	985,00	1,000	24,63

Celková cena je 114 564 Kč
Cena za m² vychází na 716 Kč

Varianta 5 Tab. 5, Rozpočet IKO Superglass

Úro...	TC	ČP	TV	Typ pol...	Kód položky	Popis	MJ	Množství	J. cena indexov...	Index ceny	Celková cena
I			D	PSV		Práce a dodávky PSV					182 611,78
>E			D		762	Konstrukce tesařské					46 110,40
>E	k	16	K	PSV	762A3101	Bednění střech z prken hrubých	m2	160,000	281,73	1,000	45 076,80
>E	oc	12	K	PSV	998762102	Přesun hmot tonážní pro kce tesařské v objektech v do 12 m	t	0,760	1 360,00	1,000	1 033,60
>E			D		764	Konstrukce klempířské					10 242,90
>E	oc	3	K	PSV	764212404	Oplechování štítu závětrnou lištou z Pz plechu rš 330 mm	m	24,000	220,00	1,000	5 280,00
>E	oc	4	K	PSV	764212432	Oplechování rovné okapové hrany z Pz plechu rš 200 mm	m	32,000	151,00	1,000	4 832,00
>E	oc	13	K	PSV	998764102	Přesun hmot tonážní pro konstrukce klempířské v objektech v do 12 m	t	0,077	1 700,00	1,000	130,90
>E			D		765	Krytina skládaná					126 258,48
>E	oc	1	K	PSV	765153022	Krytina bitumenová ze šindelů obdélníkového tvaru sklonu přes 20 do 30°	m2	160,000	565,00	1,000	90 400,00
>E	pc	8	M	PSV	62865015	větrák pro pravouhlo šablonu (plast) asfaltového šindele	kus	32,000	201,00	1,000	6 432,00
>E	pc	9	M	PSV	62822003...	Bitumenový tmel kartuše 310 g	litr	2,000	210,95	1,000	421,90
>E	oc	6	K	PSV	765153102	Krytina bitumenová okapová hrana ze šindelů bez rozlišení tvaru	m	32,000	252,00	1,000	8 064,00
>E	oc	5	K	PSV	765153122	Krytina bitumenová hřebene oboustranně ze šindelů bez rozlišení	m	16,000	375,00	1,000	6 000,00
>E	oc	7	K	PSV	765155001	Montáž střešních doplňků krytiny bitumenové ze šindelů speciálních plochy do 0,2 m2	kus	32,000	25,90	1,000	828,80
>E	oc	14	K	PSV	765193001	Montáž podkladního vyrovnávачho pásu	m2	160,000	22,60	1,000	3 616,00
>E	pc	15	M	PSV	62866520	pás podkladní tl 0,5mm asfaltového šindele	m2	176,000	50,30	1,000	8 852,80
>E	oc	2	K	PSV	998765102	Přesun hmot tonážní pro krytiny skládané v objektech v do 12 m	t	1,668	985,00	1,000	1 642,98

Celková cena je 182 612 Kč

Cena za m² vychází na 1141,3 Kč

Varianta 6 Tab. 6, Rozpočet Cembrit Dominant

Úro...	TC	ČP	TV	Typ po...	Kód položky	Popis	MJ	Množství	J. cena indexov...	Index ceny	Celková cena
I			D	PSV		Práce a dodávky PSV					180 450,34
>E			D		762	Konstrukce tesařské					19 598,20
>E	oc	4	K	PSV	762342441	Montáž lišt trojúhelníkových nebo kontralatí na střeších sklonu do 60°	m	204,000	10,70	1,000	2 182,80
>E	pc	5	M	PSV	60514106	řezivo jehličnaté lat' pevnostní třída S10-13 průřez 40x60mm	m3	0,490	6 580,00	1,000	3 224,20
>E	k	8	K	PSV	762A3002	Latování střech na osovou vzdálenost do 360 mm	m2	160,000	86,40	1,000	13 824,00
>E	oc	7	K	PSV	998762102	Přesun hmot tonážní pro kce tesařské v objektech v do 12 m	t	0,270	1 360,00	1,000	367,20
>E			D		764	Konstrukce klempířské					5 351,40
>E	oc	9	K	PSV	764212404	Oplechování štítu závětrnou lištou z Pz plechu rš 330 mm	m	24,000	220,00	1,000	5 280,00
>E	oc	10	K	PSV	998764102	Přesun hmot tonážní pro konstrukce klempířské v objektech v do 12 m	t	0,042	1 700,00	1,000	71,40
>E			D		765	Krytina skládaná					155 500,74
>E	oc	1	K	PSV	765133003	Krytina vláknocementová sklonu do 30°skládaná ze šablon s povrchem břídlíčným	m2	160,000	734,00	1,000	117 440,00
>E	oc	2	K	PSV	765133013	Okapová hrana vláknocementové krytiny jednoduché krytí s povrchem břídlíčným	m	32,000	292,00	1,000	9 344,00
>E	oc	3	K	PSV	765133035	Hřeben vláknocementové krytiny z hřebenáčů s větracím pásem	m	16,000	1 050,00	1,000	16 800,00
>E	oc	12	K	PSV	765191011	Montáž pojistné hydroizolační fólie kladené ve sklonu do 30° volně na krokve	m2	160,000	34,60	1,000	5 536,00
>E	pc	13	M	PSV	28329324	fólie podstřešní paropropustná difúzní kontaktní 135 g/m2 (1,5 x 50 m)	m2	176,000	22,80	1,000	4 012,80
>E	oc	11	K	PSV	998765102	Přesun hmot tonážní pro krytiny skládané v objektech v do 12 m	t	2,404	985,00	1,000	2 367,94

Celková cena je 180 450 Kč

Cena za m² vychází na 1127,8 Kč

Varianta 7 Tab. 7, Rozpočet Eureko CPS

Úr...	TC	ČP	TV	Typ po...	Kód položky	Popis	MJ	Množství	J. cena indexo...	Index ceny	Celková cena
1			D	PSV		Práce a dodávky PSV					191 241,38
>2			D		762	Konstrukce tesařské					46 110,40
>3	k	11	K	PSV	762A3101	Bednění střech z prken hrubých	m2	160,000	281,73	1,000	45 076,80
>3	oc	4	K	PSV	998762102	Přesun hmot tonážní pro kce tesařské v objektech v do 12 m	t	0,760	1 360,00	1,000	1 033,60
>2			D		765	Krytina skládaná					145 130,98
>3	oc	5	K	PSV	765131061	Montáž vláknocementové krytiny do 30° skládané ze šablon jednoduché krytí počtu do 20ks/m2	m2	160,000	384,00	1,000	61 440,00
>3	pc	6	M	PSV	56289130	krytina střešní plastová břidlice, 20 ks/1 m2 šablona tl. 3,1 mm, černá	kus	3 200,000	16,80	1,000	53 760,00
>3	pc	7	M	PSV	56289141	krytina střešní plastová hřebenáč břidlice 5 ks/bm	kus	80,000	36,60	1,000	2 928,00
>3	pc	8	M	PSV	56289140	krytina střešní plastová krajovka břidlice levá/pravá 5 ks/bm	kus	120,000	43,40	1,000	5 208,00
>3	oc	9	K	PSV	765131131	Montáž okapové hrany skládané vláknocementové krytiny do 30° jednoduché krytí	m	32,000	169,00	1,000	5 408,00
>3	pc	10	M	PSV	56289130	krytina střešní plastová břidlice, 20 ks/1 m2 šablona tl. 3,1 mm, černá	kus	160,000	16,80	1,000	2 688,00
>3	oc	12	K	PSV	765191013	Montáž pojistné hydroizolační fólie kladené přes 20° volně na bednění nebo tepelhou izolaci	m2	160,000	31,40	1,000	5 024,00
>3	pc	13	M	PSV	6315081...	TYVEK SOLID, 50 000 × 1500mm, role 75 m², kontaktní pojistná hydroizolace určená pro šikmé střechy a aplikaci na bednění.	m2	176,000	40,85	1,000	7 189,60
>3	oc	14	K	PSV	998765102	Přesun hmot tonážní pro krytiny skládané v objektech v do 12 m	t	1,508	985,00	1,000	1 485,38

Celková cena je 191 241 Kč

Cena za m² vychází na 1195,3 Kč

3.3.2.2 Hmotnost

Varianta 1

Hmotnost je 43kg/m²

Varianta 2

Hmotnost je 43,2kg/m²

Varianta 3

Hmotnost je 4,8 kg/m²

Varianta 4

Hmotnost je 5,1 kg/m²

Varianta 5

Hmotnost krytiny je 9,6kg/m²

Varianta 6

Hmotnost krytiny je 13,4kg/m²

Varianta 7

Hmotnost krytiny je do 6kg/m²

3.3.2.3 Záruka

Varianta 1

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

Varianta 2

Na keramickou střešní tašku Tondach Stodo 12 je záruka 33 let.

Varianta 3

Na profilovanou střešní krytinu Satjam Roof Classic v provedení PE25 je záruka 20 let na funkčnost a 10 let na trvanlivost povrchové úpravy.

Varianta 4

Na trapézovou krytinu Satjam T40 PMN v matném provedení 35um je záruka 20 let na funkčnost a 10 let na trvanlivost povrchové úpravy.

Varianta 5

Na bitumenové šindele IKO Superglass je záruka 15 let

Varianta 6

Na vláknocementovou krytinu Cembrit Dominant je záruka 30 let.

Varianta 7

Na plastovou krytinu Eureko CPS je záruka 30 let.

3.3.2.4 Dodatečné úpravy

Varianta 1

Výhodou skládané krytiny je snadná demontáž, instalace příslušného prvku a následné úpravy kolem otvoru. Existuje velké množství doplňkových tašek, které stačí pouze vyměnit za tašku základní. Díky svislé drážce je vysunutí tašek jednodušší oproti krytině Tondach.

Varianta 2

Postup úprav je stejný jako u Varianty 1, ale díky svislé a vodorovné drážce, která tvoří zámek je výměna o něco složitější než u krytiny Bramac.

Varianta 3

Prostupy pro malé otvory (odvětrání, anténní prostupy, apod.) se používají prostupové manžety nebo plechové tašky kopírující profil krytiny. Při dodatečné montáži střešních oken je nutné přerušit pruh a pomocí přířezu krytinu doplnit. Je nutné dostat stékající vodu z bočního lemování prostupu zpět na povrch krytiny.

Varianta 4

Situace při málem prostupu je stejná jak u Varianty 3. V případě větších prostupů je možnost pomocí klempířského lemování zakrýt prostor mezi prostupem a hřebenem střechy a zamezit tak průniku vody do podstřeší.

Varianta 5

Do bitumenové krytiny se velice 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 původního vodotěsného stavu.

Varianta 6

Při přípravě otvoru pro prostup krytinou Cembrit je nevýhodou překrytí hřebíků další řadou šablon. Při zpětné montáži musejí být poslední šablony zajištěny kotvenou vichrovou sponou.

Varianta 7

U plastové krytiny je to obdobné jako u vláknocementové maloformátové. Oproti ní je výhoda, že u plastových šablon nehrozí takové riziko proslápnutí (prasknutí).

3.3.2.5 Sklon

Varianta 1

Bezpečný sklon u krytiny Bramac Classic Star je 22°. Minimální sklon je 12° při nutných doplňkových opatřeních.

Varianta 2

Bezpečný sklon u krytiny Tondach Stodo 12 je 25° na většině území ČR jinak 30°. Minimální sklon je 20° s doplňkovou hydroizolační vrstvou.

Varianta 3

Minimální sklon u krytiny Satjam Roof Classic je 10°

Varianta 4

Minimální sklon u trapézového plechu Satjam T40 je 8° pokud je plech po délce napojovaný je minimální sklon 15°.

Varianta 5

Minimální sklon u krytiny IKO Superglass je 15°.

Varianta 6

Minimální sklon u krytiny Cembrit česká šablona je 18°

Varianta 7

Minimální sklon u šablony Eureko CPS je 25°.

3.3.2.6 Rychlost montáže

Varianta 1

Hustota laťování je 315–340mm. Rychlost pokládky ovlivňuje počet tašek do m². (10ks/m²). Nutnost použití mechanizace při dopravě krytiny na střeche.

Varianta 2

Obdobná jako u Varianty 1 jen zhoršená o větší počet tašek do m² (12-14ks/m²)

Varianta 3

Hustota laťování je podobná jako u ostatních krytin á=350mm nebo 400mm. Oproti trapézovému plechu hrozí při manipulaci s krytinou její poškození prolomením.

Varianta 4

Montáž trapézových plechů je velice rychlá díky větší rozteči laťování a menšímu počtu kotevních šroubů a velkému formátu krytiny a malé hmotnosti.

Varianta 5

Rychlost pokládky zpomaluje nutnost vytvořit celoplošné bednění a kotvení každé šindele pomocí čtyř hřebů.

Varianta 6

Hustota laťování po 210mm. Šablony se kotví pomocí dvou hřebů a vichrové spony do předpřipravených otvorů.

Varianta 7

Pokládka je stejná jako u Varianty 6 akorát je nutné vytvořit celoplošné bednění.

3.3.3 Porovnání hodnocení

Tab. 8, Porovnání kritérií u vybraných variant (1 nejvýhodnější, 6 nejhorší)

číslo varianty	Ekonomická náročnost	Hmotnost	Záruka	Dodatečné úpravy	Sklon	Rychlost montáže
1	7	6	2	1	5	3
2	6	7	1	2	6	4
3	2	1	3	4	2	2
4	1	2	3	3	1	1
5	4	4	4	5	3	6
6	3	5	2	6	4	5
7	5	3	2	5	6	7

3.4 Vyhodnocení variant

Vyhodnocení skladeb bude bráno z pohledu investora. Za nejdůležitější hlediska je brána hmotnost, sklon, ekonomická náročnost a životnost. Hmotnost bude stěžejním kritériem při výběru nové krytiny. Investor si bude muset před prováděním rekonstrukce zjistit stav svého krovu a jeho únosnost. Nejméně důležité hlediskem jsou dodatečné úpravy společně s rychlostí montáže.

3.4.1 Váha jednotlivých kritérií

Váhu kritérií jsem stanovil 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. Uvažuji také s možností, že si 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. (27)

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

(w_i = váha daného kriteria, součet všech vah se musí rovnat 1, n = počet kritérií, f_i = počet preferencí +1)

Tab. 9, Tabulka stanovení vah jednotlivých kritérií

n	Kritérium	1	2	3	4	5	6		f_i	Váha w_i
1	Ekonomická nár.		0	1	1	0	1	1	4	0,192
2	Hmotnost	1		1	1	1	1	1	6	0,288
3	Záruka	0	0		1	0	1	1	3	0,144
4	Dodatečné úpravy	0	0	0		0	0,5	1	1,5	0,072
5	Sklon	1	0	1	1		1	1	5	0,24
6	Rychlost montáže	0	0	0	0,5	0		1	1,5	0,072
									Σ	1

3.4.2 Vyhodnocení variant, stanovení pořadí

Bude vypočteno součinem pořadí jednotlivých hledisek a jejich stanovenou váhou. Nejvýhodnější varianta má součet nejnižší

Tab. 10, Stanovení pořadí variant rekonstrukce

Varianta	Ekonomická náročnost	Hmotnost	Záruka	Dodatečné úpravy	Sklon	Rychlost montáže	Vážený součet pořadí	Pořadí
1	7*0,192	6*0,288	2*0,144	1*0,072	5*0,24	3*0,072		6
	1,344	1,728	0,288	0,072	1,2	0,216	4,848	
2	6*0,192	7*0,288	1*0,144	2*0,072	6*0,24	4*0,078		7
	1,152	2,016	0,144	0,144	1,44	0,312	5,208	
3	2*0,192	1*0,288	3*0,144	4*0,092	2*0,24	2*0,078		2
	0,384	0,288	0,432	0,288	0,48	0,156	2,028	
4	1*0,192	2*0,288	3*0,144	3*0,072	1*0,24	1*0,072		1
	0,192	0,576	0,432	0,216	0,24	0,072	1,728	
5	4*0,192	4*0,288	4*0,144	5*0,072	3*0,24	6*0,072		3
	0,768	1,152	0,576	0,36	0,72	0,432	4,008	
6	3*0,192	5*0,288	2*0,144	6*0,072	4*0,24	5*0,072		4
	0,576	1,44	0,288	0,432	0,96	0,36	4,056	
7	5*0,192	3*0,288	2*0,144	5*0,072	6*0,24	7*0,072		5
	0,96	0,864	0,288	0,36	1,44	0,504	4,416	

Podle výsledků lze krytiny rozdělit do čtyř kategorií. Nejlepší vyšly krytiny plechové, poté bitumenová společně s vláknocementovou poté plastová a nejhůře dopadly krytiny skládané především díky své hmotnosti.

3.5 Závěr kapitoly

Při výběru nové krytiny by mělo být prvním krokem zjištění stavu krovu a jestli objekt není dotčený památkovou péčí či regulačním plánem. V dalším kroku lze použít výsledky z multikriteriálního hodnocení a popřípadě z nich vyškrtnout varianty které nelze použít. Při konečném rozhodování investora o finální volbě materiálu rozhoduje subjektivní hodnocení čímž je vzhled a v neposlední řadě také vlastní finanční možnosti.

4. Porovnání prováděné střechy se závěry z praktické části

4.1 Popis prováděné střechy

Pro porovnání s teoretickými závěry jsem zvolil právě rekonstruovanou střechu na rodinném domě ve Městě Touškov na západním Plzeňsku. Střecha je sedlová o půdorysné ploše 14,5 x 11m, celkové ploše 170m² a sklonu 18°. Výška okapní hrany 5,8m nad terénem.

Původní krytina byly velkoformátové eternitové desky o rozměru 1,25 x 0,9m. Stáří krytiny je 26 let. Krov vazníkový sbíjený o osové vzdálenosti 1,2m. Půda je nevyužívaná a strop je zateplený foukanou celulózovou izolací. Pojistná hydroizolace zde nebyla.

Krytina byla funkční. Desky nebyly porušeny. Na pár místech byli pouze povolené šrouby, které by se při údržbě dali dotáhnout.

Investor chtěl krytinu vyměnit z důvodu obávající se zvýšené administrativy při budoucí demontáži eternitové krytiny. Nechtěl přítomnost azbestu ve své nemovitosti.

4.2 Volba nové krytiny

Stávající vazníkový krov vyloučil použití těžší krytiny, než byly původní eternitové desky. I když se nemovitost nachází v centru obce, tak nebyla dotčena žádným omezením regulačního plánu ani památkovou péčí. Pro zákazníka bylo prioritou ekonomické hledisko a vzhled skládané krytiny. Po konzultaci s realizační firmou byla vybrána profilovaná plechová krytina Blachotrapez Kingas Pladur v černé barvě. Tato krytina lze použít od sklonu 15°. Záruka na materiál 25 let.

4.3 Odstranění stávající krytiny

Stávající krytina byla odstraněna odbornou firmou. Desky byly na střeše uloženy do PE obalu a svezeny stavebním výtahem. Skládkování si investor zařizoval svépomocí. Při demontáži nebylo dodrženo mnoho předpisů: nebyl ohraničený prostor nebezpečného pásma, nebyl použit vysavač s předepsanými filtry, nebyla zřízena dekontaminační komora a dělníci neměli celotělové overaly.

4.4 Postup rekonstrukce

Postup rekonstrukce je zaznamenán příloženými fotografiemi.



Obrázek 32, Demontáž stávající krytiny a pohled na krov



Obrázek 33, Difúzní folie a nové a staré laťování



Obrázek 34, Doprava plechové profilované krytiny na střechu pomocí stavebního výtahu



Obrázek 35, Montáž nové střešní krytiny



Obrázek 36, Příprava otvoru pro komín



Obrázek 37, Detail provětrávaného hřebene



Obrázek 38, Detail hřebene a štítového lemování



Obrázek 39, Oplechování komína a střešní výlez

4.5 Rozpočet

Z poskytnutého rozpočtu jsem vytáhl pouze ty položky, které odpovídají vzorovému rozpočtu v praktické části tak, aby mohlo dojít k přímému srovnání.



VÝŠKOVÉ PRÁCE KRISMAN

pokryvačské, klempířské a výškové práce

██████████
██████████
330 33 Město Touškov

Cenový návrh na výměnu střešní krytiny, montáž podstřešní folie, laťování a výměnu klempířských prvků na objektu ██████████ Touškov vč. dodávky materiálů.

Práce:

- montáž krytiny, folie a laťování	170 m ²	35.150,-
- montáž lemování štítů	26bm	2.990,-
- montáž hřebene vč. těsnění	15 bm	1.575,-
██████████	██████████	██████████
██████████	██████████	██████████
- montáž větrací mřížky okapní	29 bm	896,-
██████████	██████████	██████████
██████████	██████████	██████████

Materiál:

- latě 6x4 impregnované	780 bm	12.324,-
- difusní folie Jutafol D 110 standard	190 m ²	3.097,-
- klempířské lemování: Pz lak RAL 9005 mat	celkem	9.238,-
- Blachotrapez Kingas Pladur mat RAL 9005	186,42 m ²	34.038,-
██████████	██████████	██████████
- těsnění profilové	26 ks	1.508,-
- větrací mřížka okapní	29 bm	696,-
██████████	██████████	██████████
██████████	██████████	██████████
- spojovací materiál	celkem	6.083,80
- manipulace materiálem	1,375 t	2.578,-
██████████	██████████	██████████

Navrhovaná cena celkem ██████████
110 173,-

K navrhované ceně bude připočtena příslušná sazba DPH dle platných předpisů.

Zahájení prací - po vzájemné dohodě.
Ukončení prací - do 3 týdnů od zahájení v závislosti na počasí.

Záruka na provedené dílo je 36 měsíců ode dne předání.

Obrázek 40, Rozpočet prováděné střechy

Celková cena za 170m² střešní krytiny vyšla na 110 173 Kč

Cena přepočtená na m² je 648 Kč

Při srovnání s Variantou 3 – Profilovaná plechová krytina v teoretické části, kde cena za m² dle vzorového rozpočtu z programu KROS 4 je 842,2 Kč je rozdíl na m² 194,2 Kč. Tento rozdíl je daný použitím jiné krytiny (tato krytina polského výrobce je levnější, ale má delší záruku) a podstřešní folie (nižší gramáž než u Varianty 3 a je nekontaktní). Cena za práci je také nižší než údaje z ÚRS.

4.6 Závěr kapitoly

Pro tento typ střechy za těchto podmínek bylo vybráno nejlepší řešení. Nová krytina nepřitížila krov, vyhověla technickým podmínkám a je ekonomicky nenáročná. Výsledky z multikriteriálního hodnocení se při ohledu na použití jiného materiálu a nižší ceně za montáž výrazně neliší.

Investor byl s novou krytinou spokojený.

5. Závěr

Bakalářská práce byla zaměřena na zpracování variant rekonstrukce azbestocementové krytiny s příměsí azbestu.

V teoretické části byl popsán azbest jako takový. Jeho historie, výroby a výrobci, nejčastější poruchy a důležité milníky a onemocnění plynoucí při kontaktu z azbestovými vlákny. Zvláštní pozornost byla věnována postupu odstranění azbestových materiálů ze stavby, vybavení pracovníků a následné skládkování.

V praktické části byli stanoveny varianty rekonstrukce, celkem jich bylo 7. Každá varianta byla stručně charakterizována a byl vybrán jeden zástupce pro multikriteriální hodnocení. Kritérií do hodnocení bylo vybráno 6 a byla u nich určena jejich váha. U každé varianty bylo slovně popsáno každé kritérium a bylo u nich určené číselné umístění pro stanovení pořadí. Dle výsledků lze rozdělit krytiny do 3 kategorií. Nejlépe vyšly plechové krytiny, profilovaná skončila sice až druhá po trapézové, ale myslím že pro občanskou zástavbu bude upřednostněna díky tomu, že imituje skládanou krytinu. Vyznačují se nízkou cenou a hmotností a rychlostí montáže. Další skupinou jsou bitumenová a vláknocementová krytina. Ta se vyznačuje složitými dodatečnými úpravami, nižší hmotností a delší pokládkou. Plastová maloformátová krytina je obdobná krytině vláknocementové. Každá z těchto třech krytin má své pro a proti. Poslední skupinu tvoří skládané krytiny betonová a keramická. Ty propadly díky vysoké hmotnosti a ceně.

V poslední části jsem se věnoval popisu právě prováděné střese na rodinném domu a porovnával jsem skutečnou rekonstrukci se závěry z praktické části.

Cíl práce byl splněn.

Použitá literatura

- 1) MUDr. Michael Vít, PhD. *Zdravotní rizika expozice azbestu*. místo neznámé SZÚ, 2014
- 2) *Internetové stránky společnosti Eureko* (online) <http://www.eureko.org/vyrobky.html>
- 3) *Zákony online*. (online) <https://www.zakonyprolidi.cz/>
- 4) Ing. Petr Homola, *Azbest – kvalifikace a kvantita výsledků*. H. Králové: SZÚ, 2014 (online) http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdusi/Vnitri_ovzdusi/azbest_seminar_15.12.2014/homola_identifikace.pdf
- 5) *International agency for reasearch on cancer. IARC Monographs. Supplement 7 : Asbestos*. Lion: autor neznámý, 1987 (online) <https://monographs.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/06/Suppl7-20.pdf>
- 6) Mgr. Ladislav Kleger, Ing. Petr Válek, *Azbest* (online) <http://arnika.org/azbest>.
- 7) Daniel King. *History of Asbestos* (online). <https://www.asbestos.com/asbestos/history/>
- 8) František Skácel, Zoja Guschlová a Viktor Tekáč. *Chemické listy*. 2012. (online) http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2012_10_961-970.pdf
- 9) MUDr. Michael Vít, PhD. *Zdravotní rizika expozice azbestu*. místo neznámé SZÚ, 2014
- 10) Krajská hygienická stanice Jihomoravského kraje se sídlem v Brně, *Azbest v komunálním prostředí*. (online) http://khsbrno.cz/katalog/souodkaz/azbest_v_komunalnim_prostredi.pdf.
- 11) MUDr. Magdalena Zimová, CSc. *Nakládání s odpadem obsahující azbest*. Praha (online). http://www.ekomonitor.cz/sites/default/files/05_Zimova.pdf.
- 12) *Azbest* (online). <https://en.wikipedia.org/wiki/Asbestos>
- 13) *Personální dekontaminační prostředky* (online) <https://removal.cz/aktuality/558/>
- 14) Červenka V. *Vybrané kapitoly ze základní problematiky azbestu: Azbest a jeho nebezpečnost*; Skanska: Praha, 2006.
- 15) Roberta, C.; Barbalce. *A Brief History of Asbestos Use and Associated Health*, Environmental Chemistry: 2004, (online) <http://EnvironmentalChemistry.com/yogi/environmental/asbestohistory2004.html>
- 16) Dlouhá, B. *Azbest – vliv na zdraví*. SZÚ: Praha, 2012 (online) http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdusi/konz_dny_a_seminare/2012/2_dlouha_azbest_vliv_na_zdravi.pdf
- 17) Pouzar, M. *Toxické účinky azbestu*, Pardubice, 2012 (online) http://www.mpouzar.net/prednasky_prumtox.htm
- 18) *Popis a pokládka eternitu* (online) https://www.krytiny-strechy.cz/technicke_info-k-navrhovani-strech/stresni-krytiny/9410-vlaknocementova-stresni-krytina-popis-a-pokladka-eternitu-a.html#.XNh6W6TgqUk

- 19) Kopta P., Janoušková J., *Šikmé střechy*. Praha: Grada, 2012, ISBN: 9788024734842
- 20) Matějka Libor, *Pozemní stavitelství III – Šikmé a strmé střechy*, CERM: Brno 2007, ISBN: 8072045407
- 21) Ing. Václav Červenka a kol, *Azbest a jeho nebezpečnost*. Skanska CZ: Praha, 2006
- 22) Ing. Petr Balvín, Ing. Václav Červenka, *Sanace azbestu v ČR a její nedostatky*, Praha 2006
- 23) Marek Voženílek, *Azbestocementová potrubí ve vodovodní síti*, ČVUT: Praha, 2018
- 24) *Co je to azbest* (online). 2012 <http://www.azbestbezpecne.cz/cs/o-azbestu/co-to-je-azbest/>
- 25) *Katalog krytin* (online). <https://www.strecharska-mapa.cz/>
- 26) *Katalog výrobků* (online). <https://eshop.wuerth.cz>
- 27) Kalcev Jana, *Vícekritériální hodnocení variant* (online) <http://jana.kalcev.cz/vyuka/kestazeni/EKO422-Vahy.pdf>
- 28) *Betonové střešní tašky 2019 – prospekt*, Bramac, (online) <https://www.bramac.cz/uploads/assets/a4-katalog-beton-bmi-bramac-18x1x2019.pdf>
- 29) *Katalog střešní krytiny Tondach*, Tondach (online) <https://wienerberger.cz/sluzby/dokumenty-tondach#collapse-collapse1366395387661>
- 30) *Produktový katalog*, Satjam (online) <https://www.satjam.cz/katalogy-ceniky-124.html?idDocument=2532582/46496766&idPdf=852>
- 31) *Produktová nabídka Iko*, IKO Schindel (online) <https://www.iko.be/sites/default/files/Navrhovani%20skladeb%20sindelovyc h%20strech%20 8.pdf>
- 32) *Montážní návod – skládaná krytina*, Cembrit (online) <https://www.cembrit.cz/media/6653/mont%C3%A1%C5%BEn%C3%AD-n%C3%A1vod-skl%C3%A1dan%C3%A1-krytina-2019.pdf>
- 33) *Eureko CPS*, Eureko (online) <http://www.eureko.org/vyrobky.html>
- 34) Štípek R. *Využití azbestu, sanace zamořených prostor a riziko vlivu na lidské organismus*. Praha: UK, 2013 (online)
- 35) <https://is.cuni.cz/webapps/zzp/download/130104017>

Použitý software

KROS 4

Autodesk Autocad 2019

MS Word

MS Excel

Přílohy

Seznam použitých tabulek

Tab. 1, Rozpočet Bramac Star Classic.....	36
Tab. 2, Rozpočet Tondach Stodo 12 (glazura).....	36
Tab. 3, Rozpočet Satjam Roof Classic.....	37
Tab. 4, Rozpočet Satjam T40.....	37
Tab. 5, Rozpočet IKO Superglass.....	38
Tab. 6, Rozpočet Cembrit Dominant.....	38
Tab. 7, Rozpočet Eureka CPS.....	39
Tab. 8, Porovnání kritérií u vybraných variant (1 nejvýhodnější, 6 nejhorší).....	43
Tab. 9, Tabulka stanovení vah jednotlivých kritérií.....	43
Tab. 10, Stanovení pořadí variant rekonstrukce.....	44

Seznam Použitých obrázků

Obrázek 1, Globální produkce azbestu v roce 2012 (24).....	10
Obrázek 2, Graf světové produkce azbestu v letech 1900-2010.....	11
Obrázek 3, Pohled na střechu (česká šablona).....	13
Obrázek 4, Pohled na Eternitovou krytinu (česká šablona) detail.....	14
Obrázek 5, Pohled na velkoformátovou Eternitovou krytinu.....	15
Obrázek 6, Pohled na velkoformátovou Eternitovou krytinu detail.....	16
Obrázek 7, Podélná prasklina v horní vlně.....	16
Obrázek 8, Proražená krytina (dle majitele od krup).....	17
Obrázek 9, Mechanické poškození.....	17
Obrázek 10, Povolený šroub.....	17

Obrázek 11, Uvolněné šablony	18
Obrázek 12, Rozpadající se šablony.....	18
Obrázek 13, Prostředky ohraničení kontrolovaného pásma (26).....	21
Obrázek 14, Dekontaminační komora s pracovníkem v OOP (26).....	22
Obrázek 15, Označení azbestu.....	22
Obrázek 16, Pytel na střešní desky (26).....	24
Obrázek 17, Betonová střešní krytina.....	26
Obrázek 18, Krytina Bramac Classic Star (28).....	26
Obrázek 19, Keramická střešní krytina.....	27
Obrázek 20, Krytina Tondach Stodo 12 (glazura) (29).....	27
Obrázek 21, Profilovaná plechová krytina.....	28
Obrázek 22, Krytina Satjam Roof Classic (30).....	29
Obrázek 23, Trapézová plechová krytina.....	29
Obrázek 24, Krytina Satjam T40 (30).....	30
Obrázek 25, Bitumenová krytina.....	31
Obrázek 26, Krytina Iko Superglass (31).....	31
Obrázek 27, Vlákno cementová krytina bez příměsy azbestu.....	32
Obrázek 28, Krytina Cembrit Dominant česká šablona (32).....	32
Obrázek 29, Maloplošná plastová krytina.....	33
Obrázek 30, Krytina Eureka CPS (33).....	33
Obrázek 31, Schéma vzorové střechy.....	35
Obrázek 32, Demontáž stávající krytiny a pohled na krov.....	46
Obrázek 33, Difúzní folie a nové a staré laťování.....	46
Obrázek 34, Doprava plechové profilované krytiny na střechu pomocí stavebního výtahu.....	46
Obrázek 35, Montáž nové střešní krytiny.....	47
Obrázek 36, Příprava otvoru pro komín.....	47
Obrázek 37, Detail provětrávaného hřebene.....	47
Obrázek 38, Detail hřebene a štítového lemování.....	47
Obrázek 39, Oplechování komína střešní výlez.....	48
Obrázek 40, Rozpočet prováděné střechy.....	48