

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví

# **DIPLOMOVÁ PRÁCE**

2015

Bc. Filip Pětivlas



## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

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

Jméno a příjmení diplomanta: Filip Pětivlas

Zadávající katedra: Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Zita Prostějovská, Ph.D.

Název diplomové práce: Technicko-ekonomické porovnání systémů šikmých střech

Název diplomové práce  
v anglickém jazyce: Technical-economic comparison of the pitched roof systems

Rámcový obsah diplomové práce: Varianty řešení střešních systémů plochých střech

Metodika hodnocení

Analýza a vyhodnocení

Datum zadání diplomové práce: 22.9.2014 Termín odevzdání: 19.12.2014  
(vyplňte poslední den výuky přísl. semestru)

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

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

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

vedoucí diplomové práce

vedoucí katedry

Zadání diplomové práce převzal dne: \_\_\_\_\_

diplomant

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

Nejpozději do konce 2. týdne výuky v semestru odešle katedra 1 kopii zadání DP na studijní oddělení a provede zápis údajů týkajících se DP do databáze KOS.

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

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

### **Prohlášení**

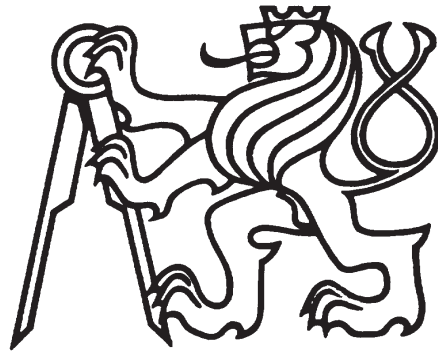
Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady (literaturu, projekty, SW atd.) uvedené v seznamu použitých zdrojů.

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

V Praze dne 6.1.2015

  
podpis

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**  
**FAKULTA STAVEBNÍ**  
**KATEDRA EKONOMIKY A ŘÍZENÍ VE STAVEBNICTVÍ**



# **Technicko-ekonomické porovnání systémů šikmých střech**

Technical-economic comparison of the pitched roof systems

Vypracoval: **Bc. Filip Pětivlas**

Vedoucí diplomové práce: **Doc. Ing. Zita Prostějovská, Ph.D.**

Studijní obor: **Projektový management a inženýring**

## **Poděkování**

Na tomto místě bych chtěl poděkovat Doc. Ing. Zitě Prostějovské, Ph.D. za odborné vedení práce a za její trpělivost.

Dále bych chtěl poděkovat mojí rodině a přítelkyni za podporu během celého mého studia.

# **Anotace**

Předmětem diplomové práce je výběr střešního systému na rodinný dům v Horní Cerekvi. V teoretické části jsou popsány technické možnosti šikmých střech a postup při vícekritériálním rozhodování. V praktické části jsou návrhy deseti střešních systémů, které splňují požadavky investora. Cíl spočívá ve výběru co nejefektivnější varianty, který vychází z technicko-ekonomického porovnání podle zadaných kritérií.

# **Klíčová slova**

Šikmá střecha

Střešní krytina

Rozhodování

Kritérium hodnocení

Rozpočet

Technicko-ekonomické porovnání

# **Annotation**

The subject of diploma thesis is the selection of the roof system on a house in Horní Cerekev. The theoretical part describes the technical possibilities of pitched roofs and multi-criteria decision-making procedure. In the practical part are ten suggestions of roofing systems that meet the requirements of the client. Objective consists in selecting the most effective options based on specific criteria.

# **Keywords**

Pitched roof

Roofing

Decision-making

Decision-making points

Budget

Technical-economic comparison

# Obsah

Úvod.....	10
1. Základní informace o šikmých střeších.....	11
1.1. Rozdělení šikmých střeš podle tvaru.....	11
1.1.1. Střechy se střešními plochami rovinnými.....	11
1.1.2. Střechy se střešními plochami zakřivenými rozvinutelnými.....	12
1.1.3. Střechy se střešními plochami zakřivenými nerozvinutelnými.....	12
1.2. Nosná střešní konstrukce.....	13
1.2.1. Typy krovů sedlových střeš.....	13
1.3. Střešní plášť.....	14
1.3.1. Jednoplášťové střechy.....	14
1.3.2. Dvoupplášťové střechy.....	14
1.3.3. Tříplášťové střechy.....	15
1.4. Krytiny.....	16
1.4.1. Betonová krytina.....	16
1.4.2. Krytina z pálených tašek.....	18
1.4.3. Plechová krytina.....	20
2. Metody vícekritériálního rozhodování.....	23
2.1. Kritéria hodnocení.....	24
2.1.1. Pořizovací náklady střešního systému.....	24
2.1.2. Životnost.....	24
2.1.3. Záruční lhůta.....	25
2.1.4. Zatížení nosné konstrukce střechy krytinou.....	25
2.1.5. Údržba a složitost případné opravy.....	26
2.2. Metody stanovení vah kritérií.....	26
2.2.1. Metody přímého stanovení vah kritérií.....	27
2.2.2. Metoda párového srovnávání (Fullerův trojúhelník).....	27
2.2.3. Saatyho metoda.....	28
2.2.4. Metoda postupného rozvrhu vah.....	28
2.2.5. Kompenzační metoda.....	28
Technicko-ekonomické porovnání šikmých střeš – praktická část.....	30
3. Popis objektu.....	30
4. Varianty řešení střešních systémů.....	33
4.1. Střešní systém BRAMAC 1.....	34
4.2. Střešní systém BRAMAC 2.....	34
4.3. Střešní systém KM Beta.....	35



4.4.	Střešní systém Tondach 1 .....	36
4.5.	Střešní systém Tondach 2 .....	36
4.6.	Střešní systém Bramac 3 .....	37
4.7.	Střešní systém Ruukki 1 .....	37
4.8.	Střešní systém Ruukki 2 .....	38
4.9.	Střešní systém Lindab 1 .....	39
4.10.	Střešní systém Lindab 2 .....	39
5.	Hodnocení střešních systémů .....	41
5.1.	Kritéria hodnocení .....	41
5.1.1.	Náklady na pořízení střešních systémů .....	41
5.1.2.	Životnost navržených střešních systémů .....	52
5.1.3.	Záruční lhůta navržených střešních systémů .....	55
5.1.4.	Zatížení konstrukce navržených střešních systémů .....	58
5.1.5.	Údržba a opravy střešních systémů .....	60
5.2.	Stanovení vah kritérií .....	62
5.3.	Hodnoty užítku pro jednotlivá kritéria .....	63
5.4.	Vyhodnocení variant .....	64
Závěr	.....	66
Seznam použité literatury	.....	67
Seznam tabulek	.....	69
Seznam obrázků	.....	69
Seznam příloh	.....	70

# Úvod

Střecha je jedním ze základních stavebních prvků, ze kterých se skládá dům. Střechy chrání stavení před nepříznivými povětrnostními vlivy (sníh, déšť, sluneční záření, vítr, atd.). Jejich hlavním úkolem je odvádět vodu ze stavby a tak zabránit jejímu pronikání do ostatních konstrukcí, které by mohla nenávratně poškodit a tím stavbu znehodnotit. Záleží nejenom na estetickém cítění ale i na technických vlastnostech různých typů střeš.

Jedním z největších problémů ve stavebnictví před realizací je návrh optimálního řešení, které splňuje jak požadavky investora, tak i technické požadavky stavby. Cíl diplomové práce spočívá ve výběru střešního systému při rekonstrukci rodinného domu v Horní Cerekvi se zohledněním technických i ekonomických faktorů. Výběrem by mělo být co nejefektivnější řešení v dané situaci. Rozhodnutím tak bude poukázáno i na způsob řešení obdobných situací ve výběru různých stavebních konstrukcí.

Prvním úskalím je rozhodnutí mezi střešou plochou a šikmou. Tato diplomová práce se věnuje návrhu nového zastřešení rodinného domu v Horní Cerekvi, kde je vzhledem k datům ze sněhové mapy a požadavkům investora vhodnější střecha šikmá. Investor je rozhodnutý pro klasicky vypadající (alespoň vzhled taškové krytiny) a do lokality se jak esteticky, tak technicky hodící šikmou střešou. Krytina a celý střešní systém ještě není blíže specifikován. Jasným požadavkem investora je pouze značka střešního systému, která by měla mít v ČR velké zastoupení a tradici a tím pádem větší jistotu při řešení nepředpokládaných problémů. Samotné rozhodnutí, jaký střešní systém zvolit, může přinést jak pozitivní tak negativní a především neefektivní výsledek.

Práce je členěna na úvodní část teoretickou a na část praktickou. V teoretické části budou představeny zásadní informace o šikmých střeších, způsob vícekritériálního hodnocení a faktory hodnocení, podle kterých se bude rozhodovat o nejefektivnější variantě řešení. Praktická část bude věnována samotnému návrhu střešních systémů, jejich analýzou a vyhodnocením podle stanovených kritérií pro daný objekt.

# **1. Základní informace o šikmých střeších**

Střechy jsou stavební konstrukce, které mají za úkol chránit shora ostatní konstrukce stavby před rozmanitými povětrnostními vlivy, jako jsou např. déšť, sníh, vítr, sluneční záření apod. Na střechy jsou kladeny různé funkční, technické ale i estetické požadavky podle typu stavby, na které se nacházejí. U uzavřených např. bytových staveb je kromě ochranné funkce před povětrnostními vlivy důležitou funkcí také tepelně izolační funkce, která bývala před několika desítkami let ještě poměrně často zanedbávána a tím pádem rostly úniky tepla až o 15% [22]. Toto dnes již není možné, protože platí závazné stavební normy, které určují minimální tepelný odpor střešního pláště pro různé typy budov, a tím se zaručuje energetická úspora.

Střechy rozdělujeme podle sklonu na střechy ploché (sklon do  $5^\circ$ ) a střechy sklonité (nad  $5^\circ$ ). Střechy sklonité se dále dělí na šikmé (do  $45^\circ$ ) a strmé (nad  $45^\circ$ ) [3]. Střechy ploché se nachází častěji v oblastech, kde nejsou časté sněhové srážky (např. tropy), v našich oblastech jsou častější střechy sklonité, které odvedou sníh rychleji mimo stavbu. V této diplomové práci budou řešeny pouze šikmé střechy.

## **1.1. Rozdělení šikmých střech podle tvaru**

Šikmé střechy mohou mít velmi rozmanité podoby a tvary. Mohou se skládat nejčastěji z rovinných, zakřivených rozvinutelných nebo zakřivených nerozvinutelných střešních ploch.

### **1.1.1. Střechy se střešními plochami rovinnými**

Jedná se o střechy, jejichž tvar je dán jednou a více různě uspořádanými rovinami. Podle tohoto uspořádání se dělí na několik typů:

- a) **pultová** – jedna nakloněná rovina
- b) **sedlová** – dvě střešní roviny stýkající se v hřebeni
- c) **valbová** – čtyři roviny stýkající se v hřebeni a nároží, přičemž okapová hrana u každé z rovin ve stejné výšce

- d) **polovalbová** – čtyři roviny stýkající se v hřebeni a v nárožích, přičemž okapová hrana u valby je výše než u okapové hrany přilehlé roviny
- e) **mansardová** – více střešních rovin s různými sklony, přičemž sklon vrchní roviny je menší, než sklon roviny spodní
- f) **křížová a polokřížová** – skládá se ze dvou protínajících se sedlových střešních ploch, přičemž u křížové jsou hřebeny ve stejné výšce a u polokřížové ve výšce různé.
- g) **stanová** – čtyři roviny stýkající se v nárožích spojujících se ve vrcholu
- h) **pilová** – střecha složená z více střešních ploch pultových seřazených za sebou. [2, 5]

### 1.1.2. Střechy se střešními plochami zakřivenými rozvinutelnými

Jedná se o střechy, jejichž tvar je zakřivený, ale jak již z názvu vyplývá, lze rozvinout do jedné roviny. Podle tvaru se dělí na několik typů:

- a) **válcová** – střecha tvaru ležící poloviny válce
- b) **válcová zvlněná** – střecha spojená z více válcových střešních ploch
- c) **ze segmentů oblouků** – dvě zakřivené plochy stýkající se v hřebeni (jde o sedlovou střechu se zakřivenými plochami)
- d) **kuželová** – na budovách s kruhovým půdorysem
- e) **věžové se zakřivenými plochami.**

Lze se setkat i s libovolnými kombinacemi různých typů střešních ploch. [2, 5]

### 1.1.3. Střechy se střešními plochami zakřivenými nerozvinutelnými

Tvar těchto zakřivených střešních ploch nelze rozvinout do jedné roviny. Podle tvaru lze tyto střechy zařadit opět do několika kategorií:

- a) **kulová** – střecha ve tvaru poloviny koule
- b) **křivková rotační**
- c) **křivková translační**
- d) **konoidová**
- e) **hyperbolicko parabolická**

Jako u předchozích typů se lze i u střešních ploch zakřivených nerozvinutelných setkat s kombinacemi několika typů. [2, 5]

## 1.2. Nosná střešní konstrukce

Nosná střešní konstrukce přenáší zatížení vzniklé hmotností pláště, sněhem, větrem apod. do ostatních konstrukcí stavby.

U šikmých střech je nosnou střešní konstrukcí nejčastěji krov, příhradové vazníky nebo méně časté nosníky.

Nejčastěji používaným materiálem nosných střešních konstrukcí je smrkové dřevo díky svým dobrým vlastnostem, ale i poměrně nízké ceně. Dnes již méně častým materiálem je dřevo borové nebo jedlové. Při řešení atypických staveb se můžeme setkat i s lepeným dřevem, ocelí nebo železobetonem. [4]

### 1.2.1. Typy krovů sedlových střech

- a) *Prostá krokevní soustava* – u malých staveb, pouze protilehlé páry krokví (zavětrované) a ukotvené pozednice. [4]
- b) *Soustava stojaté stolice* – krokve jsou u tohoto typu podepřeny vaznicemi (hřebenová + libovolný počet středových podle délky krokví). Vaznice jsou podepřeny sloupy. Je možné zpevnit konstrukci kleštinami. [4]
- c) *Soustava ležaté stolice* – systém podobný stojaté stolici, s rozdílem v podepření vaznic (u ležaté stolice šikmé vzpěry připevněné dole např. do vazního trámu). [4]
- d) *Hambalková soustava* – tento typ krovu se dříve používal u staveb s větším rozpětím. Skládá se z protilehlých párů krokví, které jsou přibližně ve třetině výšky zpevněny vodorovným trámem (hambalkem). Spodek krokví je připevněn do příčných vazních trámů. [4]
- e) *Soustava se vzpěradlem* – vaznice vyneseny pomocí vzpěradel – absence sloupů. [4]
- f) *Soustava s věšadlem* – výhodou oproti stojaté stolici je možnost stavby i bez nosné středové zdi. [4]
- g) *Ležatá stolice bez vazního trámu* – vzpěry ukotveny do tzv. bačkory uprostřed podlahy. [4]
- h) *Novodobý hambalkový krov* – vzhledem k dnešní možnosti lepšího uchycení pozednice do spodní konstrukce stavby je možné krov výrazně odlehčit.

Hambalkový krov se skládá pouze z ukotvených pozednic a párů krokví, které jsou zhruba ve třetině vyztuženy hambalkem. [4]

- i) *Novodobý krov s vaznicemi* – podobná konstrukce jako u novodobého hambalkového krovu. Místo hambalků je na každém páru krokví pár kleštín, nad kterými jsou vaznice. Tato soustava je dnes kvůli snazší stavbě asi nejpoužívanější variantou krovu u sedlových střech. [4]

### **1.3. Střešní plášť**

Střechy na různých objektech v různých oblastech mají za úkol splnit různé funkce. Základem každé šikmé střechy je nosná konstrukce a krytina. Ostatní vrstvy střešního pláště (parotěsná, pojistná hydroizolace, tepelná izolace, vzduchová mezera atd.) a jejich skladba už záleží na tom, co se od střechy očekává.

Podle skladby střešního pláště pak dělíme střechy na jednoplášťové, dvouplášťové a tříplášťové. Při tomto dělení záleží na počtu větraných vzduchových mezer, které jsou důležité pro vlastnosti střechy. [2]

#### **1.3.1. Jednoplášťové střechy**

Jednoplášťové střechy se vyznačují skladbou bez vzduchové mezery. Mohou to být buď střechy nezateplené (např. střecha nevytápěných skladových prostor) nebo střechy zateplené, u kterých se tepelná izolace nachází nad nosnou střešní konstrukcí. [5]

Zateplení je u jednoplášťových střech tvořeno tvrzenými nenasákavými tvarovanými deskami (PU<sup>1</sup> nebo XPS<sup>2</sup>), které se pokládají na nosnou konstrukci a na něž je přímo pokládána krytina. Výhodou této varianty je možnost pohledové nosné konstrukce krovu a rovnoměrné plošné zateplení bez tepelných mostů, nevýhodou kondenzace vody na spodní straně střešní krytiny. [5]

#### **1.3.2. Dvouplášťové střechy**

Nejvíce využívanou skladbou šikmých střech je v dnešní době skladba dvouplášťová. Dvouplášťové střechy se vyznačují dvěma plášti, které od sebe rozděluje vzduchová mezera.

---

<sup>1</sup> Polyuretan

<sup>2</sup> Extrudovaný polystyren

Variant sestavení pláště je mnoho (umístění tepelné izolace a vzduchové mezery) a je závislá na volbě střešní krytiny. [5]

Nejčastěji používaná skladba střešního pláště u dvouplášťových střech:

- Střešní krytina
- Laťování
- Kontralatě + vzduchová mezera
- Pojistná hydroizolace
- (Bednění)
- Nosná konstrukce + tepelná izolace
- (Tepelná izolace)
- Parotěsná izolace
- Podhled

Skladby se mohou lišit v několika detailech, ale funkčnost sestavení jednotlivých vrstev je založena stále na stejném principu, který spočívá v odvětrání kondenzátu větranou vzduchovou mezerou mezi tepelnou izolací a střešní krytinou. Nevýhodou je v zimních měsících vyšší teplota ve vzduchové mezeře než teplota krytiny (na krytině kondenzují vodní páry => nižší životnost krytiny). [5]

### **1.3.3. Tříplášťové střechy**

Tříplášťová střecha se vyznačuje dvěma větranými vzduchovými mezerami. První vzduchová mezera je stejně jako u střech dvouplášťových mezi pojistnou hydroizolační vrstvou a krytinou a druhá větraná vzduchová mezera je mezi pojistnou hydroizolační vrstvou a tepelnou izolací.

Výhoda této skladby spočívá v tom, že ohřátý vzduch odvětrá spodní vzduchovou mezerou a ve vrchní vzduchové mezeře už je teplota shodná s teplotou krytiny. Na krytině z tohoto důvodu nekondenzují vodní páry, které střešní krytinu degradují. [5]

Tento typ střechy je nejvíce využíván v chladných oblastech. Na krytině zůstává déle sněhová pokrývka, která se stává další izolační vrstvou.

## 1.4. Krytiny

### 1.4.1. Betonová krytina

Betonová krytina patří v našich klimatických podmínkách díky svým vlastnostem a také kvůli své relativně nízké ceně ke krytinám nejvíce používaným. Betonové krytiny jsou na trhu v podobě maloformátových tašek. Mezi suroviny používané k výrobě těchto tašek patří praný křemičitý písek určité hrubosti – frakce pod 4 mm (cca 71%), cement (cca 18%), voda (cca 7,5%), minerální moučky (cca 3%) a barevné pigmenty na bázi oxidů kovů – především železa (cca 0,5%) [3]. Tyto složky jsou rozmíchány v protiběžné míchačce s nuceným mícháním [3]. Vzniklá směs se dále vytvaruje a ztuhne do nekonečného pásu požadovaného tvaru, který je posléze rozdělen na jednotlivé tašky [2]. Tašky (s akrylátovým nástřikem) poté putují do vytvrzovací komory, kde získají 60-70% konečné pevnosti [3]. Následuje konečná povrchová úprava a proces zrání, který zajistí požadovanou nosnost [3]. Důležitými požadavky hotového výrobku je tvarová shodnost, rozměry a barva jednotlivých tašek [3]. Velký výběr barev je tvořen anorganickými pigmenty, které zajišťují barevnou stálost tašek [3].

Tašky jsou kladeny na střechu pomocí tzv. nosů, které jsou uchyceny ve většině případů na sucho za střešní latě (40/60 mm). Rozměr laťování se odvíjí od velikosti tašky tak, aby byly dodrženy přesahy tašek a tím pádem byla voda z povrchu střechy za pomoci spádu odvedena k okapové hraně. Pokud je sklon střechy větší než 45°, je třeba každou třetí tašku připevnit hřebíkem popř. vrutem (při sklonu větším než 60° je třeba připevnit všechny tašky) [3]. Štítové a hřebenové tašky se připevňují vždy. Problematická místa střechy zajišťují speciální doplňky (hřebenové pásy, těsnicí pásy, klempířské výrobky atd.).

#### **Výhody betonových tašek [2, 3]:**

- rychlejší realizace pokládky díky větším formátům oproti taškám keramickým
- poměrně nízká cena
- vyšší přesnost s porovnáním s keramickou taškou
- vysoká pevnost
- mrazuvzdornost
- velký výběr tvarů, barev, doplňků, povrchových úprav (možný i hrubý povrch)
- životnost
- nízká energetická náročnost výroby



### **Nevýhody betonových tašek [2, 3]:**

- nižší barevná stálost než u tašek keramických (s probarvováním betonu už není barevná nestálost tak markantní)
- vysoká hmotnost? (jednotlivé tašky bývají díky větším formátům těžší, než tašky keramické, ale plošná hmotnost je velmi podobná)

Na trhu v České republice se nachází několik výrobců betonové krytiny. Patří mezi ně např. Bramac střešní systémy spol. s r.o., KM Beta a.s, Mediterran CZ s.r.o., Betonpres Týn nad Vltavou s.r.o., Besk, spol. s r.o., aj. Z těchto společností jednoznačně v našich končinách vládnu značky Bramac a KM Beta.

- **Bramac střešní systémy spol. s r.o.**

Dne 28. března 1991 založila rakouská firma BRAMAC Dachsystem International GmbH (Pöchlarn), jejímž 100 % vlastníkem je společnost Braas Monier Building Group, společný podnik s akciovou společností LATER Chrudim (vznik dceřiné společnosti BRAMAC spol. s r.o. se sídlem v Praze). [10]

BRAMAC spol. s r.o. se postupem času stále rozrůstala a roku 1993 získala další výrobní závod (první v Chrudimi) v Olbramovicích u Moravského Krumlova a roku 1994 prodejní sklad v Písku. Jako dceřinná společnost s obrovským „know how“ začala firma BRAMAC spol. s r.o. spolupracovat s mnoha stavebními a pokrývačskými firmami a získala velmi významné postavení na trhu. Roku 1998 byl postaven v Protivíně třetí výrobní závod na území České republiky. Roku 2001 došlo k přejmenování společnosti z BRAMAC spol. s r.o. na BRAMAC střešní systémy spol. s r.o. [10]

Společnost Bramac střešní systémy spol. s r.o. nabízí v současné době především kvalitní betonové a pálené tašky. Sortiment se skládá z deseti typů betonových a šesti typů pálených tašek v mnoha barevných a povrchových variantách. [17]

Kromě střešních tašek nabízí firma, jak už její název napovídá, doplňky pro kompletaci celého střešního systému (pojistné hydroizolace, střešní plechování, solární systémy, nadkroevní tepelnou izolaci, hřebenové pásy atd.). V sortimentu nechybí ani originální okapový systém StabiCor ve dvou variantách provedení. [17]

Záruční lhůta je 30 let na betonovou i pálenou krytinu a 10 až 15 let (podle typu doplňků) na funkčnost celého střešního systému. [17]

- **KM Beta a.s.**

„Společnost KM Beta a.s., největší český výrobce betonové střešní krytiny, vápenopískových cihel a nyní i páleného systému, je ryze českou firmou se sídlem v Hodoníně. Založena byla v listopadu 1996, čímž navázala na dlouholetou tradici výroby vápenopískových cihel a betonové střešní krytiny na jižní Moravě. Ta se datuje od roku 1912, kdy byl postaven v Bzenci - Přívozu závod na výrobu vápenopískových cihel. Ten vyrostl v blízkosti rozsáhlé lokality vátých křemičitých písků též nazývané Moravská Sahara, která dodnes slouží jako optimální surovinový zdroj pro výrobu. Tato lokalita je známá svými velmi kvalitními písky se stejnou zrnitostí, čímž je dosaženo velmi vysoké kvality výrobků. V roce 1982 byla zahájena výstavba výrobního závodu v Bzenci - Přívozu na výrobu betonové střešní krytiny. S výrobou se začalo v listopadu 1983, kdy byl zahájen zkušební provoz. V letech 1988 - 1989 byl v Kyjově postaven druhý závod na výrobu betonové krytiny. Od listopadu 2009 vlastní KM Beta a.s. také závod Cihelna Hodonín na výrobu páleného cihelného systému, jehož výrobní tradice začíná již v roce 1860. Nejnovějším závodem společnosti KM Beta a.s. je nedávno dokončený závod v Bzenci na výrobu maltových a omítkových směsí.“ [12]

V sortimentu KM Beta a.s. nejsou pouze betonové tašky (3 typy v široké barevné škále ve třech povrchových úpravách), ale i zdící prvky SENDWIX, zdící prvky Profiblok a suché maltové směsi Profimix. Stejně jako společnost BRAMAC nabízí KM Beta ke střešní krytině i ostatní prvky střešního systému (pojistná hydroizolace, střešní klempířské prvky, systém odvětrání, výstupní střešní okna aj.). [18]

Společnost nabízí na všechny typy tašek záruční lhůtu 30 let a 15 let na funkčnost výrobků střešního příslušenství. [18]

### **1.4.2. Krytina z pálených tašek**

Keramická krytina z vypálené cihlářské hlíny patří v České republice k tradičním a nejrozšířenějším krytinám vůbec. Surovinami potřebnými k výrobě keramické tašky jsou cihlářské hlíny, do kterých se přidává křemenná moučka nebo křemenný písek. Vzniká křemenný jíl s obsahem hlíny kolem 50%. Podle struktury se přidá určité množství jemného křemenného písku nebo cihelných úlomků nebo se naopak složky křemíku vyplavují. Tato směs se rozemele na určitou hrubost a smíchá se s přísadami (odmašťovací prostředky, mastné hlíny, vápno atd.). Tašky se vyrábějí tažením (odřezávání z nekonečného hliněného

pásku) nebo ražením (oboustranné ražení v lisu) podle požadovaného tvaru. Následuje proces pálení, kterým taška získá konečnou pevnost. Před pálením se tašky nejdříve vysuší a poté se vypalují při teplotách kolem 1050 °C. Tašky se po tomto procesu smrští o 8 – 12% podle kvality hlíny a vznikají větší rozměrové nepřesnosti než u tašek betonových. [2, 3]

Pálené tašky mohou být buď bez povrchových úprav (režné) nebo opatřeny engobou popř. glazurou. Engoba spočívá v nanesení speciálně upraveného jílovitého bahna s příslušnými minerálními barvivy a následném vysušení a vypálení společně s taškou. S touto úpravou se mění barva, ale kvalita tašky zůstává stejná. Při glazuře se nanáší lehce tavitelné hlíny s větším podílem skelných příměsí a následně se vypálí podobně jako u engoby. Vznikne lesklá taška požadované barvy s plně uzavřenými póry (ochrana tašky). [3]

Pokládka pálené krytiny je téměř shodná s pokládkou tašek betonových. Výjimku tvoří snad jen památkové objekty, kde se v mnohých detailech (např. hřebenové tašky) používá pokrývačská malta.

#### **Výhody pálených tašek [2,3]:**

- stálobarevnost
- životnost
- vzdušnost
- tradice (jistota)
- široký sortiment tvarů, barev, doplňků, povrchových úprav
- vysoká odolnost vůči klimatickým jevům
- ekologie

#### **Nevýhody pálených tašek [2,3]:**

- vyšší cena
- u některých vyšší hmotnost (např. bobrovky)
- vyšší energetická náročnost výroby
- menší přesnost jednotlivých kusů

Nejdůležitějšími producenty pálených tašek na trhu v ČR jsou společnosti Tondach Česká republika s.r.o. a BRAMAC střešní systémy spol. s r.o. Dováží se i krytiny čistě zahraničních výrobců. Jedná se např. o značky Creaton, Erlus, Jungmeier aj.

- **Tondach Česká republika, s.r.o.**

„Firma TONDACH v roce 2012 slavila 20 let od vstupu na český trh. Působí tedy na našem území od roku 1992. První kroky tehdy vedly ke zdejším firmám Hranice s. r. o. a Šlapanice s. r. o., v nichž byly nejprve získány obchodní podíly. V průběhu let došlo u obou těchto závodů k rozsáhlým rekonstrukcím a modernizacím, jejichž částka přesáhla 1 miliardu korun. V roce 1998 pracovala firma TONDACH na dalším rozšíření své výroby na našem území. Od francouzského koncernu byly získány podíly společnosti Jirčany a.s. Na přelomu tisíciletí, přesněji řečeno v roce 2000, se podniky na českém území sloučily a vytvořily společnost TONDACH Česká republika s.r.o. Následovaly další expanzivní kroky, které byly spojeny s odkoupením České cihelny Josef Meindl s.r.o. Zatím posledním krokem na našem území je uvedení do provozu nové linky v závodě v Hranicích v roce 2009.“ [13]

Firma Tondach je se svými třinácti typy pálených tašek (v různých barvách a povrchových úpravách) v základní nabídce nejrozšířenějším výrobcem pálené krytiny v České republice. Podobně jako u jiných společností zabývajících se střešními krytinami i Tondach nabízí široký sortiment prvků tvořících celý střešní systém. Tondach vyrábí kromě střešních prvků i velkoformátové tvárnice Keratherm. [14]

Záruční lhůta na pálené tašky je 33 let (nejvíce v České republice) a na ostatní prvky střešního systému 10 let. [19]

### **1.4.3. Plechová krytina**

Kovová krytina je díky svým odlišným vlastnostem od krytin tradičních velmi často vyhledávanou variantou. Vedle falcované krytiny se těší velké oblibě především krytina z ocelových profilovaných povrchově upravených (pokovování, poplastování,...) tabulí.

Povrchové vrstvy (u krytiny z ocelových povrchově upravených tabulí) chrání ocel před korozí a dávají krytině konečný vzhled. Tato vrstva se nanáší před tvarováním plechu. Na plech se nanáší plasty, které musí být pružné tak, aby odolaly následnému tvarování. Pásky tvarovaného plechu mají délku podle přání zákazníka (bývá závislá spíše na dopravě krytiny). [3]

Profilované tabule se montují s požadovaným překrytím na laťování (lať 40/60 mm) pomocí samořezných šroubů s vodotěsnou podložkou.

V práci bude řešena varianta plechové krytiny z příčně profilovaných (taškových) tabulí, protože splňuje požadavek investora „vzhled taškové krytiny“.

**Výhody plechové krytiny [2, 3]:**

- nízká plošná hmotnost (vhodné pro rekonstrukce pro krovy s nižší nosností)
- vodotěsnost
- vysoký difúzní odpor
- dobrá odolnost vůči klimatickým jevům
- variabilita a široká škála barev
- kluzký povrch (nedrží se sníh ani nečistoty)
- možnost pokrytí střech s menším sklonem

**Nevýhody plechové krytiny [2, 3]:**

- náchylná na zatížení větrem
- hlučnost
- tepelná vodivost
- vysoká kondenzace vodních par
- složitější opravy

Nejvýznamnějšími výrobci krytin z ocelových profilovaných plechů na českém trhu jsou společnosti Lindab s.r.o., Ruukki CZ s.r.o., SATJAM, s.r.o., Balex Metal, s.r.o. aj.

• **Ruukki CZ s.r.o.**

„Ke dni 29.7.2014 se Ruukki stává součástí společnosti SSAB. Společně tvoří ocelářskou společnost se zastoupením ve Skandinávii a v USA, která je předním výrobcem na světovém trhu pokročilých vysokopevnostních ocelí (AHSS), kalených a popouštěných ocelí (Q&T), standardních svitkových, kvarto a trubkových výrobků a rovněž řešení pro stavebnictví.“ [15]

„V roce 2013 činil předběžný celkový čistý obrat těchto společností 56 mld. SEK (6,4 mld. EUR) a společnosti SSAB a Rautaruukki měly dohromady kolem 17 300 zaměstnanců. Roční výrobní kapacita společnosti představuje 8,8 mil. tun oceli. SSAB má centrálu ve Stockholmu ve Švédsku. Její největší výrobní závody se nacházejí ve městech Oxelösund, Borlänge a Luleå (Švédsko), Raahelä a Hämeenlinna (Finsko) a Montpellier a Mobile (USA).“ [15]

V sortimentu společnosti Ruukki je mimo jiné ocelářské výrobky i několik typů střešních krytin včetně okapových systémů a ostatních doplňků tvořících kompletní střešní systém. Záruční lhůta je v závislosti na povrchové úpravě krytiny v rozmezí 10 až 50 let. [20]

- **Lindab s.r.o.**

„Společnost Lindab s.r.o. patří do mezinárodního koncernu Lindab AB se sídlem ve Švédsku, která vyrábí a dodává na český trh lehké střešní krytiny, okapový systém Rainline, rovinné a trapézové plechy, konstrukční systémy pro průmyslové stavby, systémy pro zastřešení plochých střech a řadu komponentů pro stavebnictví z tenkostěnných ocelových plechů. Filozofií společnosti je nabízet vysoce kvalitní výrobky z ocelového plechu tak, aby co nejvíce usnadňovaly výstavbu a zastřešení různých typů budov. Proto jsou všechny střešní systémy a další produkty Lindab neustále vyvíjeny a vylepšovány pro potřeby zákazníka a zároveň splňují požadavky kladené na ochranu životního prostředí.

V České republice působí společnost Lindab již od roku 1993 a nabízí komplexní systémy řešení v oblastech zastřešení v divizi Stavební komponenty a v oblasti ventilací v divizi Vzduchotechnika.“ [16]

Záruční lhůta na krytiny a okapové systémy je v závislosti na povrchové úpravě v rozmezí 10 až 30 let. [21]

## **2. Metody vícekritériálního rozhodování**

Život přináší mnohokrát situace, při kterých je nutné se rozhodnout, jak postupovat dál. Některá z metod vícekritériálního rozhodování může pomoci s řešením. Ani před samotnou realizací kterékoliv stavební konstrukce tomu není jinak. Nejdříve se musí určit, jak bude samotná konstrukce vypadat a z čeho bude konstruována. Záleží na volbě materiálu, na výrobci komponentů, na jejich typu atd. Rozhodování o konečném řešení závisí na různých faktorech. Výjimkou není ani výběr střešního systému.

Jakým způsobem ale vybrat tu nejlepší a nejefektivnější variantu v daném případě? Pokud by záviselo pouze na pořizovací ceně nebo na jiném jediném kritériu, byl by výběr velmi jednoduchý. U střešního systému se však očekává, že bude splňovat více faktorů. Bohužel neexistuje střešní systém, který by byl ve všech faktorech nejlepší (s cenou zpravidla roste kvalita atd.) a proto záleží na každém rozhodovateli (v mnoha případech investorovi), které faktory jsou pro něj v dané situaci nejdůležitější a jakou měrou mohou ovlivnit konečné rozhodnutí.

Vzhledem k počtu důležitých faktorů u výběru střešního systému dopomůže k co možná nejefektivnějšímu řešení jedna z metod vícekritériálního rozhodování s váhami, kde mají váhy za úkol specifikovat důležitost kritérií.

Váhy jsou číselně vyjádřeným odrazem významnosti kritérií. Čím významnější faktor (kritérium) je, tím je jeho váha vyšší. Po stanovení jejich číselného vyjádření se váhy tzv. normují tak, aby jejich součet byl roven jedné. [1]

Metod stanovení vah kritérií je hned několik (viz kapitola 2.2). Která z metod bude vybrána jako nejvýhodnější pro stavbu v praktické části práce, bude rozhodnuto až v této části. Bez předchozího nastudování hodnocených dat u jednotlivých variant by mohlo být předchozí rozhodnutí o metodě stanovení vah poněkud nešťastné a výsledek by mohl být nepřesný a nepravdivý.

Nejlepší varianta střešního systému bude vybrána za předpokladu znalosti vah kritérií a dílčích funkcí utility jednotlivých kritérií pomocí vztahu z [1]:

$$u(X) = \sum_{i=1}^n v_i \times u_i(x_i), \quad (2.1)$$

kde  $X$  ... varianta rozhodování,  
 $u_i(x_i)$  ... dílčí funkce utility za jistoty  $i$ -tého kritéria,  
 $x_i$  ... důsledek varianty vzhledem k  $i$ -tému kritériu ( $i$ -tý dílčí důsledek),  
 $v_i$  ... váha  $i$ -tého kritéria,  
 $n$  ... počet kritérií hodnocení.

Tato funkce vyjádří užitek každé z hodnocených variant reálným číslem. Čím větší toto číslo je, tím větší je užitek hodnocené varianty. Varianta s největším užitekem bude vybrána jako nejlepší a nejefektivnější řešení pro daný objekt. [1]

## 2.1. Kritéria hodnocení

V této kapitole budou vybrána a popsána jednotlivá kritéria, podle kterých se bude řídit rozhodování o výběru střešního systému na danou stavbu. Výběr kritérií je zásadním okamžikem pro následující hodnocení.

Kritéria, podle kterých se budou střešní systémy hodnotit, jsou: životnost, záruční lhůta, zatížení nosné konstrukce krytinou, údržba a opravy a pro mnohé investory nejdůležitější kritérium pořizovací náklady střešního systému.

### 2.1.1. Pořizovací náklady střešního systému

Pořizovací náklady střešního systému představují u drtivé většiny investorů nejdůležitější kritérium pro pořízení. Náklady nejsou závislé pouze a jen na ceně materiálu, ale také na obtížnosti a době trvání montáže.

### 2.1.2. Životnost

Životnost je vlastnost předmětu, určující dobu, po kterou předmět udrží stejné nebo podobné vlastnosti. U životnosti střešních systémů nezáleží jenom na funkčnosti střešního



systému (hydroizolační, zvukově a tepelně izolační funkce), ale v neposlední řadě také na udržení estetických vlastností.

Životnost střešního systému není závislá pouze a jen na volbě vhodných materiálů. Mohou ji ovlivnit také ostatní faktory jako je sklon střechy, neodborná montáž prvků do střešní konstrukce, nevhodné spojení různých materiálů (nesnášenlivost některých kovů, např. pozinkovaná ocel s mědí) nebo i cyklus údržby. Životnost střešních systémů také závisí na okolních podmínkách. Ovlivňují jí jak klimatické podmínky, tak i okolní prostředí (např. výskyt listnatých stromů, prašnost okolí, atd.). Objekt má 45° sklon střechy a nachází se v prostředí, ve kterém se negativní vlivy prostředí vyskytují ve velmi malé míře. Proto může být uvažováno s běžnou životností pro dané materiály.

Životnost funkčnosti střešního systému je závislá především na životnosti krytiny a na doplňkových vnějších konstrukcích jako jsou okapové systémy a různé typy lemování.

### **2.1.3. Záruční lhůta**

Záruční lhůta je doba, kdy je možné zboží reklamovat (prodávající nese zodpovědnost za projevené vady, pokud nejsou způsobeny zhotovitelem neodbornou montáží). Záruční doba je velmi důležitým aspektem pro kupujícího, jelikož je velmi úzce spjata s životností a vypovídá o kvalitě výrobku. Výrobci střešních systémů dávají garanci na střešní krytinu, na okapový systém a někteří navíc na celý střešní systém (difúzní fólie, doplňky, atd.).

Ze zákona je dána minimální základní záruční lhůta, která je nastavena na 24 měsíců. U střešních systémů se u většiny prvků setkáváme se záruční lhůtou prodlouženou.

### **2.1.4. Zatížení nosné konstrukce střechy krytinou**

Poměrně důležitým aspektem pro ekonomické posouzení je i zatížení krytiny na nosnou konstrukci střechy. Toto kritérium určuje pevnost a tím pádem i masivnost a cenu nosné konstrukce (krovu). Výhodou krytin s nižším zatížením při stejné nosnosti krovu je logicky vyšší únosnost pro přechodné zatížení (zatížení sněhem, větrem, atd.) a menší pravděpodobnost zhroucení střešní nosné konstrukce při neočekávaných událostech a poškození.

### **2.1.5. Údržba a složitost případné opravy**

Jako téměř všechny stavební konstrukce potřebují i střešní systémy udržovat a v případě potřeby opravit. Do oprav patří např. výměna prasklé tašky, deformované plechové střešní krytiny po pádu větve ze stromu atd. Pravidelnou údržbou se rozumí činnosti, kterými je zachována funkčnost a vzhled (natírání pozinkovaných okapových systémů, odstranění mechů a nečistot z krytiny apod.). Tyto faktory jsou úzce spjaty nejen s vynaložením finančních nákladů, ale také s možnými problémy během životního cyklu a proto je třeba je zohlednit při hodnocení jako další kritérium.

## **2.2. Metody stanovení vah kritérií**

Prvním krokem u téměř všech metod vícekritériálního hodnocení je stanovení vah (koeficientů významnosti) pro jednotlivá kritéria [1]. Váha je jakýmsi číselným vyjádřením významnosti daného kritéria [1]. Hodnocení variant bez vah by znamenalo, že nejdůležitější kritéria by měla stejnou možnost změnit výsledek rozhodování jako kritéria okrajová, ne tak významná. Takové rozhodování by mohlo vést k velmi nepřesným výsledkům a případné správné řešení by bylo spíše náhodným jevem.

Po číselném vyjádření důležitostí kritérií se váhy většinou normují tak, aby součet koeficientů bylo roven jedné [1].

Metod stanovení vah je hned několik. Existují metody přímého stanovení vah (bodová stupnice, alokace 100 bodů, porovnání kritérií pomocí jejich preferenčního pořadí), metody založené na párovém srovnávání (tzv. Fullerův trojúhelník), Saatyho metoda, metoda postupného rozvrhu vah, stanovení vah kompenzační metodou atd [1].

V následujících podkapitolách budou popsány možné postupy při stanovení vah různými metodami.

### 2.2.1. Metody přímého stanovení vah kritérií

V metodách přímého stanovení vah se významnost jednotlivých kritérií určuje přímo bez jiných výpočtů [1].

#### a) Bodová stupnice

Tato metoda spočívá v jednoduchém přiřazení bodů k danému kritériu. Rozhodovatel si nejdříve určí bodovou stupnici (např. 1-10) a poté podle důležitosti z této stupnice přiřadí body ke každému kritériu. Opět platí, že čím důležitější faktor rozhodování, tím vyšší počet bodů. [1]

Obodováním vlastně vznikají nenormované váhy, které je potřeba znormovat aby byl součet roven jedné. [1]

#### b) Alokace 100 bodů

V této metodě rozhodovatel rozdělí 100 bodů mezi kritéria takovým způsobem, aby nejdůležitější kritérium mělo nejvíce bodů a naopak. Musí být dbáno na to, aby součet bodů byl roven 100. V tom je tato metoda oproti bodové stupnici nevýhodná a složitější. [1]

#### c) Porovnání kritérií pomocí jejich preferenčního pořadí

V této metodě se nejprve sestaví pořadí kritérií. V tomto pořadí jsou kritéria seřazena od nejméně důležitého až po kritérium s největším vlivem. Kritérium s nejmenším vlivem má váhu rovnu jedné. Ostatní váhy se určují porovnáním s tímto kritériem a zjišťuje se, kolikrát je další kritérium významnější. Tímto porovnáním vzniknou nenormované váhy, které se stejně jako v ostatních metodách znormují. [1]

### 2.2.2. Metoda párového srovnávání (Fullerův trojúhelník)

Tato metoda spočívá v porovnání všech kritérií navzájem mezi sebou. U každé dvojice kritérií se vybere důležitější kritérium a přidá se u něho hodnota váhy jedna (pokud jsou kritéria na stejné úrovni, může s k oběma přidat hodnota 0,5). Pokud tedy bude např. šest kritérií, tak kritérium s nejvyšší vahou bude mít váhu rovnu pěti a nejnižší váha bude rovna nule, přestože kritérium nemusí být úplně bezvýznamné. Tento nedostatek se může řešit přidáním jakékoliv stejné hodnoty (nejčastěji 1) ke každé váze. [1]

Váhy budou nakonec znormovány jako u ostatních metod. [1]

### **2.2.3. Saatyho metoda**

Tato metoda je velmi podobná metodě párového srovnávání, ale dokáže reflektovat velikost rozdílu mezi jednotlivými kritérii. Podobně jako u párového srovnávání se každý pár porovná s rozdílem, že pokud je jedno kritérium pětkrát důležitější než kritérium druhé, dá se k významnějšímu kritériu hodnota pět a ke slabšímu jedna pětina. Po srovnání každého kritéria s každým se z těchto hodnot vypočítá geometrický průměr a tím vznikne nenormovaná váha. [1]

### **2.2.4. Metoda postupného rozvrhu vah**

Metoda postupného rozvrhu vah je vhodná v případech, kdy je velké množství příbuzných kritérií a kde by byla práce s ostatními metodami složitá. Příbuzná kritéria se nejdříve seskupí. U jednotlivých skupin kritérií se určí váhy některou z popsaných metod stanovení vah. Tyto váhy se znormují. Dalším krokem je určení vah kritérií v rámci každé skupiny zvlášť. V každé skupině kritérií musí být váhy znormovány tak, aby byl součet roven jedné. Výsledná váha každého kritéria vznikne vynásobením váhy kritéria ve skupině s váhou skupiny. Protože váhy skupin i váhy kritérií uvnitř skupin byly již jednou znormovány, je i výsledná váha kritéria normovaná. [1]

### **2.2.5. Kompenzační metoda**

Tato metoda reflektuje na rozdíl od ostatních metod rozsah důsledků variant vzhledem k jednotlivým faktorům hodnocení [1]. Pokud mají varianty pro daný faktor hodnocení důsledky přibližně stejné, nebude mít váha pro toto kritérium vysokou hodnotu i kdyby se jednalo o kritérium velmi významné [1]. Toto lze simulovat na příkladu koupě rodinného automobilu. Řeklo by se, že pro většinu rodin by byla nejdůležitějším kritériem hodnocení cena. Vybíralo by se mezi dvěma variantami automobilů, kde by byl propastný rozdíl v kvalitě, ale cenový rozdíl by byl např. 500 Kč, což je při koupi nového automobilu zcela zanedbatelná částka. Pokud by byla použita jiná metoda stanovení vah než kompenzační, která dokáže zachytit rozsah důsledků variant vzhledem ke kritériím, byla by nesprávně vybrána varianta o 500 Kč levnějšího automobilu neporovnatelně horší kvality.

U této metody se nehodnotí kritéria, ale rozdíl mezi nejlepší a nejhorší variantou u každého kritéria zvlášť. Pro každé kritérium se tedy najde nejlepší a nejhorší varianta a vyhodnotí se význam tohoto rozdílu. Nejvýznamnější rozdíl mezi nejlepší a nejhorší variantou

dostane váhu např. 100 (váha kritéria, u kterého nejvýznamnější rozdíl vznikl). Ostatní rozdíly mezi nejlepšími a nejhoršími variantami v rámci jednotlivých kritérií dostanou váhu porovnáním s rozdílem nejvýznamnějším. Např. druhá nejvýznamnější změna z nejlepší na nejhorší variantu je ze 75 % tak významná jako první nejvýznamnější změna, a proto dostane druhé kritérium váhu 75. Tímto způsobem se zhodnotí všechny rozsahy důsledků. Výsledné váhy se znormují. [1]

# Technicko-ekonomické porovnání šikmých střech – praktická část

## 3. Popis objektu

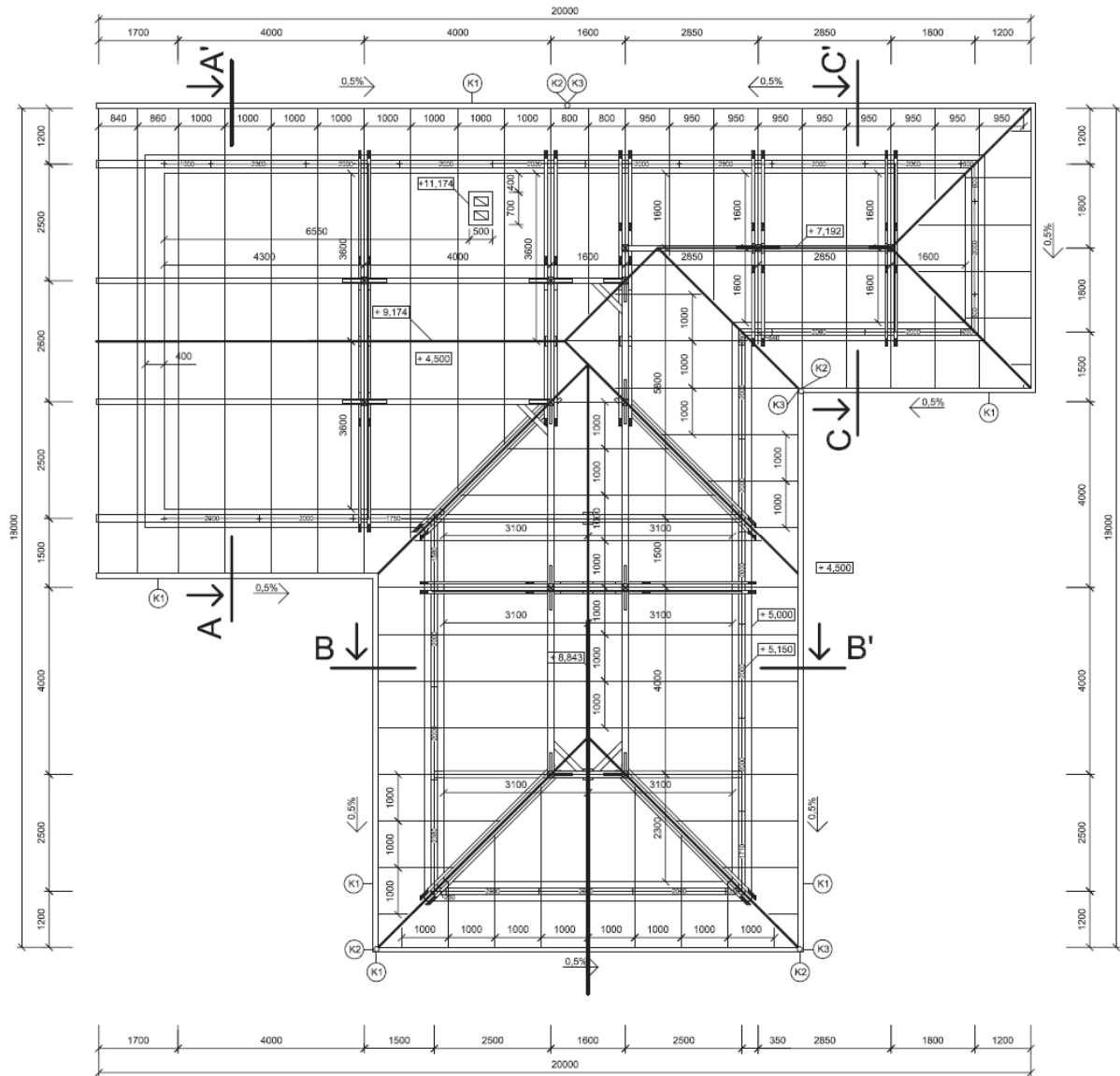
Objekt je stará zemědělská usedlost z konce první poloviny 20. století nacházející se ve městě Horní Cerekev. Zastavěná plocha je 180 m<sup>2</sup>. Jedná se o jednopodlažní částečně podsklepený objekt nepravidelného tvaru s členitou šikmou střechou. Objekt je členěn na zázemí a obsluhu bydlení v 1PP (kotelna, garáž, dílna) a na obytnou část v 1NP.

Objekt je zčásti zrekonstruován (přibližně 2/3 1NP). V následujících letech je plánována další část rekonstrukce, kdy bude zrekonstruována zbylá část prvního NP, bude stržena stará střecha, která je v havarijním stavu a bude nahrazena střechou novou. Podkroví bude z větší části připravené na pozdější rekonstrukci a na bydlení. Celý objekt bude zateplen.

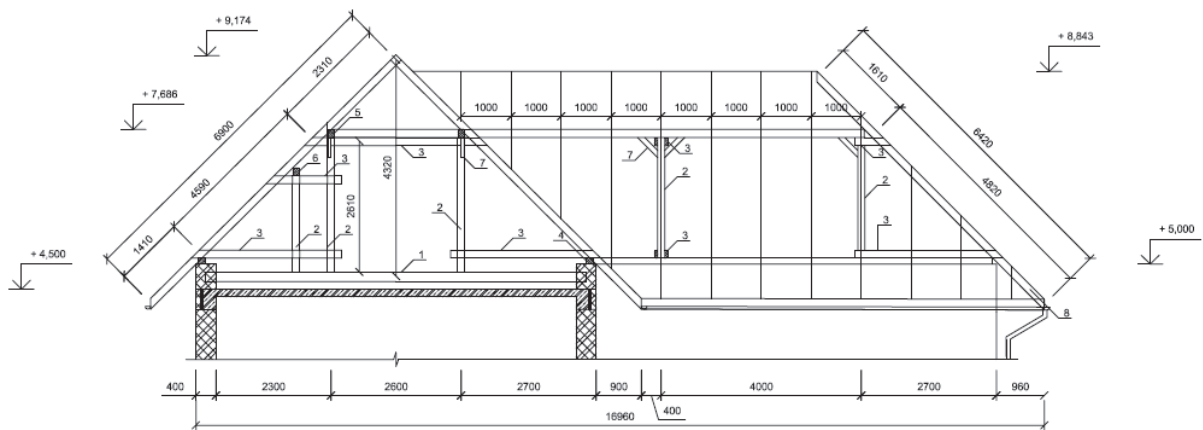
Investor ještě není pevně rozhodnut, jakou krytinou objekt zastřeší, aby bylo řešení co nejefektivnější jak z technické, tak z ekonomické stránky. Jeho hlavními požadavky jsou vzhled taškové krytiny, snadná dostupnost celého střešního systému a tradice společnosti, zabývající se výrobou krytiny na území České republiky.

Nový krov bude klasické vaznicové soustavy ze smrkového dřeva. Vazný trám je navržen 190 \* 150 mm, krokve a nárožny 160 \* 120 mm, pozednice 150 \* 150 mm, kleštiny 160 \* 62,5 mm, vaznice vrcholová a vaznice středové 160 \* 120 mm. Středové vaznice budou podepřeny sloupky (140 \* 140 mm). Spoj mezi vaznicemi a sloupky bude zavětrován 80 cm pásky (80 \* 60 mm).

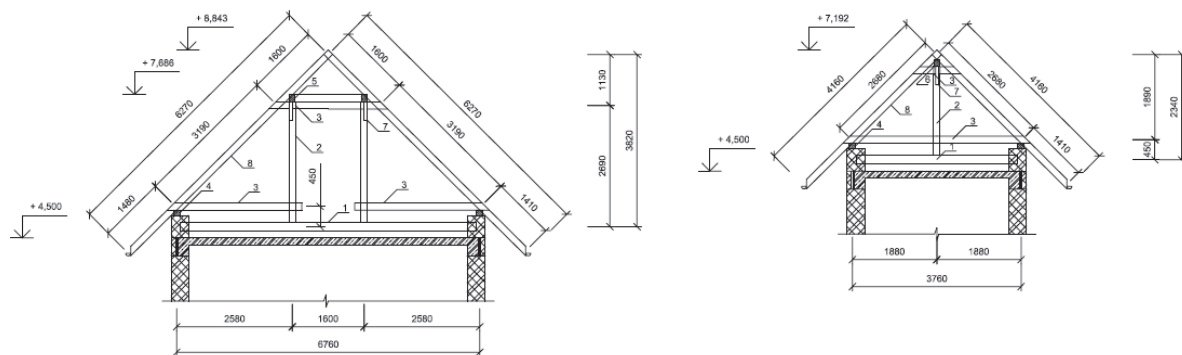
Prostorové řešení krovu je znázorněno ve výkresech krovu (viz obrázek 1, 2 a 3).



Obrázek 1 - výkres krovu (půdorys)



Obrázek 2 - výkres krovu (řez A)



Obrázek 3 - výkres krovu (řez B a řez C)

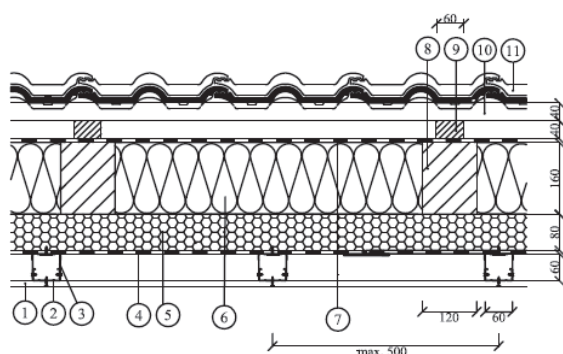


## 4. Varianty řešení střešních systémů

V této kapitole jsou navrženy možné varianty běžně dostupných střešních systémů. Snadná dostupnost střešního systému a vzhled, alespoň připomínající taškovou krytinu, byly hlavními kritérii investora.

Rozvržení skladby střešního pláště bude u všech variant velmi podobné. Střešní plášť se bude skládat ze sádkartonového podhledu s parotěsnou izolací Jutafol N, tepelné izolace Isover Orsik tl. 80 mm kladené pod krokve a Isover Orsik tl. 160 mm kladené mezi krokve, paropropustné fólie vybrané podle výrobce daného střešního systému, laťování a navržené krytiny.

Na obrázku č. 4 je skladba střešního pláště (řez) znázorněna graficky.



1. Sádkartonová konstrukce
2. Přímý závěs pro CD 60 x 27 - osová rozteč jednotlivých prvků je max. 500 mm
3. Konstrukce z CD profilů
4. Parozábrana Jutafol N
5. Tepelná izolace Isover ORSIK - pod krokve + dřevěný rošt
6. Tepelná izolace Isover ORSIK - mezi krokve
7. Kontaktní difúzní fólie
8. Krokve
9. Kontralať
10. Střešní lať
11. Střešní krytina

**Obrázek 4 - řez navrženým střešním pláštěm**

V jednotlivých střešních systémech bude kromě krytiny a difúzní fólie navrženo i ostatní dostupné příslušenství (sněhové háky, protisněhové tašky, střešní prostupy, hřebenové, nárožní a úžlabní pásy, lemování kolem komína, větrací mřížky, střešní lávky, apod.) a okapový systém od stejného výrobce, pokud ovšem tyto prvky výrobce krytiny nabízí. V opačném případě budou chybějící komponenty nahrazeny ze sortimentu jiných běžných výrobců.

## **4.1. Střešní systém BRAMAC 1**

Střešní systém Bramac 1 je navržen jako cenově dostupnější varianta s originálními prvky Bramac.

Střecha je navržena dvouplášťová s betonovou krytinou Bramac MAX (7,5 ks/m<sup>2</sup>). Střešní plášť bude zateplen mezi a pod krokvemi tepelnou izolací ISOVER ISOPHEN (160 + 80 mm). Tepelná izolace bude proti srážkové vodě a prachu chráněna pojistnou difúzní fólií Bramac PRO Plus, z vnitřní strany izolace je navržena parozábrana Jutafol N. Podhled bude tvořen sádrokartonovými deskami s nosnou konstrukcí CD/UD.

Okapový systém (StabiCor - M) a ostatní klempířské výrobky (úžlabí, okapnice) jsou navrženy z příslušenství Bramac. Napojení prostupů (komín) na krytinu je řešeno pomocí pásu EasyFlash šířky 300 mm. Ochrana proti sesuvu sněhu bude řešena pomocí protisněhových tašek.

### **Skladba pro systém BRAMAC 1**

- Krytina Bramac MAX
- Laťování 60/40 mm..... 40 mm
- Kontralatě 60/40 mm..... 40 mm
- Pojistná hydroizolační fólie Bramac PRO Plus..... 1 mm
- Krokve + tepelná izolace Isover ORSIK..... 160 mm
- Latě + tepelná izolace Isover ORSIK..... 80 mm
- Parotěsná zábrana Jutafol N ..... 1 mm
- Nosná konstrukce SDK ..... 60 mm
- Sádrokarton ..... 12,5 mm

## **4.2. Střešní systém BRAMAC 2**

Druhá varianta střešního systému Bramac s oblíbenou betonovou krytinou Bramac Tegalit je navržena spíše pro náročnější zákazníky, kteří vyžadují nejvyšší kvalitu u všech prvků.

Dvouplášťová střecha bude u této varianty zateplena stejným způsobem jako u varianty první (ISOVER ISOPHEN 160 + 80 mm). Parotěsná vrstva bude také totožná (Jutafol N). Funkci pojistné hydroizolace bude zastávat difúzní fólie Bramac UNI 2S se dvěma samolepícími pruhy.

Úžlabí a okapnice budou řešeny profilovaným pozinkovaným plechem Bramac. Okapový systém je kvůli vyšší životnosti navržen StabiCor – P. Na střeše budou rozmístěny protisněhové tašky s háky proti sesuvu sněhu. Napojení střešní krytiny na komín bude řešeno pásem Wakaflex s krycí lištou.

#### **Skladba pro systém BRAMAC 2**

- Krytina Bramac Tegalit
- Laťování 60/40 mm ..... 40 mm
- Kontralatě 60/40 mm ..... 40 mm
- Pojistná hydroizolační fólie Bramac UNI 2S ..... 1 mm
- Krokve + tepelná izolace Isover ORSIK ..... 160 mm
- Latě + tepelná izolace Isover ORSIK ..... 80 mm
- Parotěsná zábrana Jutafol N ..... 1 mm
- Nosná konstrukce SDK ..... 60 mm
- Sádrokarton ..... 12,5 mm

### **4.3. Střešní systém KM Beta**

Střešní systém KM Beta se střešní krytinou KMB Beta je jedním z nejpoužívanějších systémů v České republice především díky svému vynikajícímu poměru cena – užitná hodnota.

Skladba střešního pláště bude obdobná jako u střešních systémů BRAMAC.

Úžlabí bude tvořeno profilovaným hliníkovým pásem KM Beta. Okapnice jsou provedeny rovněž hliníkové z nabídky KM Beta. Lemování komína je provedeno pásem Topflex s krycí lištou.

Okapový systém společnost KM Beta a.s. nenabízí, proto bude proveden z dostupného pozinkovaného plechu.

#### **Skladba pro systém KM Beta**

- Krytina KMB Beta
- Laťování 60/40 mm ..... 40 mm
- Kontralatě 60/40 mm ..... 40 mm
- Pojistná hydroizolační fólie Betadach - 115 ..... 1 mm
- Krokve + tepelná izolace Isover ORSIK ..... 160 mm
- Latě + tepelná izolace Isover ORSIK ..... 80 mm
- Parotěsná zábrana Jutafol N ..... 1 mm
- Nosná konstrukce SDK ..... 60 mm
- Sádrokarton ..... 12,5 mm

## **4.4. Střešní systém Tondach 1**

Střešní systém Tondach 1 s pálenou krytinou Francouzská 12 s originálním příslušenstvím je navržen rovněž do dvouplášťové konstrukce střechy.

Střecha bude zateplena jako u předchozích variant mezi a pod krokviemi tepelnou izolací ISOVER ISOPHEN (160 + 80 mm). Funkci pojistné hydroizolace plní difúzně otevřená hydroizolace TONDACH TUNING FOL – N a funkci parozábrany Jutafol N.

Úžlabí tvoří hliníkový profilovaný pás. Okapový systém společnost Tondach nenabízí a proto bude z pozinkovaného plechu. Okapová hrana je řešena pomocí barvené hliníkové okapnice z nabídky Tondach . Komín bude klasicky olemován barevným hliníkovým pásem. Prostupy střechou jsou řešeny pomocí speciálních tašek Tondach. Na ochranu proti sesuvu sněhu jsou navrženy protisněhové háky Samba 12.

### **Skladba pro systém Tondach 1**

- Pálená střešní taška Tondach Francouzská 12
- Latování 60/40 mm..... 40 mm
- Kontralatě 60/40 mm..... 40 mm
- Pojistná hydroizolační fólie TONDACH TUNING FOL - N ..... 1 mm
- Krokve + tepelná izolace Isover ORSIK..... 160 mm
- Latě + tepelná izolace Isover ORSIK..... 80 mm
- Parotěsná zábrana Jutafol N ..... 1 mm
- Nosná konstrukce SDK ..... 60 mm
- Sádrokarton ..... 12,5 mm

## **4.5. Střešní systém Tondach 2**

Střešní systém Tondach 2 je navržen s tradiční krytinou Bobrovka s kulatým řezem. Tašky budou položeny tzv. korunovým krytím.

Ostatní prvky systému (zateplení, pojistná hydroizolace, parozábrana, prostupy střechou, lemování,...) jsou shodné se systémem Tondach 1.

Okapový systém je zhotoven z měděného plechu.

### **Skladba pro systém Tondach 2**

- Pálená střešní taška Tondach Bobrovka (korunové krytí)
- Laťování 60/40 mm..... 40 mm
- Kontralatě 60/40 mm..... 40 mm
- Pojistná hydroizolační fólie TONDACH TUNING FOL - N ..... 1 mm
- Krokve + tepelná izolace Isover ORSIK..... 160 mm
- Latě + tepelná izolace Isover ORSIK..... 80 mm
- Parotěsná zábrana Jutafol N ..... 1 mm
- Nosná konstrukce SDK ..... 60 mm
- Sádrokarton ..... 12,5 mm

## **4.6. Střešní systém Bramac 3**

Střešní systém Bramac 3 je navržen jako alternativa systému Tondach 2 pro porovnání výrobců pálených tašek na českém trhu.

Navržena je střešní krytina Opál (korunové krytí), která je tvarově podobná krytině Tondach Bobrovka. Pojistnou hydroizolační vrstvu v dvouplášťové střešní konstrukci tvoří difúzní fólie Bramac PRO Plus.

Okapnice jsou z profilovaných pozinkovaných plechů Bramac. Úžlabí tvoří úžlabní hliníkový pás z nabídky Bramac. Okapový systém je kvůli vyšší životnosti a vyšší záruce na systém navržen StabiCor – P.. Napojení střešní krytiny na komín bude řešeno pásem Wakaflex s krycí lištou.

### **Skladba pro systém Bramac 3**

- Pálená střešní taška Bramac Opál (korunové krytí)
- Laťování 60/40 mm..... 40 mm
- Kontralatě 60/40 mm..... 40 mm
- Pojistná hydroizolační fólie Bramac PRO Plus..... 1 mm
- Krokve + tepelná izolace Isover ORSIK..... 160 mm
- Latě + tepelná izolace Isover ORSIK..... 80 mm
- Parotěsná zábrana Jutafol N ..... 1 mm
- Nosná konstrukce SDK ..... 60 mm
- Sádrokarton ..... 12,5 mm

## **4.7. Střešní systém Ruukki 1**

Střešní systém Ruukki 1 je navržen jako systém s cenově dostupnější plechovou krytinou.

Střeška je navržena dvouplášťová s krytinou Ruukki Monterrey standard. Střešní konstrukce bude zateplena mezi a pod krokve mi tepelnou izolací ISOVER ISOPHEN (160 + 80 mm) a proti vlhkosti chráněna zevnitř parotěsnou fólií Jutafol N. Funkci pojistné hydroizolace plní difúzně otevřená fólie Ruukki 140. Podhled bude tvořen sádrokartonovými deskami s nosnou konstrukcí CD/UD.

Veškeré klempířské konstrukce budou ze sortimentu výrobků Ruukki v odpovídající povrchové úpravě (okapnice, štítovka, lemování komína, úžlabí, okapový systém – povrchová úprava Pural,...). Ochranu proti sněhu budou zastávat sněhové zábrany Ruukki.

#### **Skladba pro systém Ruukki 1**

- Krytina Ruukki Monterrey standard
- Laťování 60/40 mm ..... 40 mm
- Kontralatě 60/40 mm ..... 40 mm
- Pojistná hydroizolační fólie Ruukki 140 ..... 1 mm
- Krokve + tepelná izolace Isover ORSIK ..... 160 mm
- Latě + tepelná izolace Isover ORSIK ..... 80 mm
- Parotěsná zábrana Jutafol N ..... 1 mm
- Nosná konstrukce SDK ..... 60 mm
- Sádrokarton ..... 12,5 mm

### **4.8. Střešní systém Ruukki 2**

V systému Ruukki 2 je navržena krytina pro náročnější uživatele Ruukki Elite s povrchovou úpravou Pural Matt.

Veškeré klempířské výrobky jsou také v povrchové úpravě Pural Matt. Ostatní prvky systému jsou shodné se systémem Ruukki 1.

#### **Skladba pro systém Ruukki 2**

- Krytina Ruukki Elite Pural Matt
- Laťování 60/40 mm ..... 40 mm
- Kontralatě 60/40 mm ..... 40 mm
- Pojistná hydroizolační fólie Ruukki 140 ..... 1 mm
- Krokve + tepelná izolace Isover ORSIK ..... 160 mm
- Latě + tepelná izolace Isover ORSIK ..... 80 mm
- Parotěsná zábrana Jutafol N ..... 1 mm
- Nosná konstrukce SDK ..... 60 mm
- Sádrokarton ..... 12,5 mm

## **4.9. Střešní systém Lindab 1**

Střešní systém Lindab 1 se střešní krytinou Topline LPA Classic je cenově dostupnější variantou střechy s profilovaným plechem.

Konstrukce střechy je řešena stejným způsobem jako u předchozích střešních pláštů. Pojistnou hydroizolaci tvoří difúzní fólie Lindab LTF 135.

Veškeré klempířské konstrukce budou ze sortimentu výrobků Lindab v povrchové úpravě Classic (okapnice, štítové lemování, úžlabí,...). Odvod vody ze střechy je řešen okapovým systémem Lindab Rainline. Krytina je napojena na komín klasickým plechovým lemováním. Ochranu proti sněhu tvoří prvky systému Lindab Protectline.

### **Skladba pro systém Lindab 1**

- Krytina Lindab Topline LPA Classic
- Laťování 60/40 mm ..... 40 mm
- Kontralatě 60/40 mm ..... 40 mm
- Pojistná hydroizolační fólie Lindab LTF 135 ..... 1 mm
- Krokve + tepelná izolace Isover ORSIK ..... 160 mm
- Latě + tepelná izolace Isover ORSIK ..... 80 mm
- Parotěsná zábrana Jutafol N ..... 1 mm
- Nosná konstrukce SDK ..... 60 mm
- Sádrokarton ..... 12,5 mm

## **4.10. Střešní systém Lindab 2**

Systém Lindab 2 s krytinou Lindab Topline LPA Elite je kvalitnější variantou systému Lindab.

Všechny ostatní prvky jsou shodné se systémem Lindab 1. U všech klempířských prvků je navržena nejkvalitnější povrchová úprava Elite.

## **Skladba pro systém Lindab 2**

- Krytina Lindab Topline LPA Elite
- Latování 60/40 mm ..... 40 mm
- Kontralatě 60/40 mm ..... 40 mm
- Pojistná hydroizolační fólie Lindab LTF 135 ..... 1 mm
- Krokve + tepelná izolace Isover ORSIK ..... 160 mm
- Latě + tepelná izolace Isover ORSIK ..... 80 mm
- Parotěsná zábrana Jutafol N ..... 1 mm
- Nosná konstrukce SDK ..... 60 mm
- Sádrokarton ..... 12,5 mm



# **5. Hodnocení střešních systémů**

## **5.1. Kritéria hodnocení**

### **5.1.1. Náklady na pořízení střešních systémů**

Toto kritérium je v drtivé většině případů hlavním kritériem pro výběr varianty řešení ať už se jedná o střešní systém, jinou stavební konstrukci nebo jakýkoliv jiný výrobek z naprosto odlišného odvětví.

Náklady na pořízení v této práci jsou vypočteny pomocí položkových rozpočtů, které vycházejí z vypracovaných výkazů výměr. Skladby střešních plášťů u všech navržených variant střešních systémů mají mnoho společných prvků. Proto je nejprve vyhotoven položkový rozpočet pro konstrukce, které jsou společné pro všechny varianty a poté ostatní rozpočty pro konstrukce, které se v různých variantách liší. Výsledné náklady na pořízení jsou potom součtem nákladů konstrukcí společných všem vybraným střešním systémům a nákladům konstrukcí odlišných pro vybrané střešní systémy.

### **Náklady na pořízení konstrukcí společných všem vybraným systémům**

#### **Popis společných konstrukcí**

Nosná střešní konstrukce bude sestavena ze smrkového dřeva. Krokve budou podepřeny vaznicemi a svázány kleštinami podle výkresu krovu. Pozednice bude ukotvena po 0,8 m do betonového věnce ocelovými svorníkovými kotvami FBN II 16/160/280 GS. Celá konstrukce bude naimpregnována běžným přípravkem proti houbám a dřevokaznému hmyzu (např. Bochemit). Podhled přesahů střechy bude ze smrkových palubek tl. 15 mm ošetřených dvojnásobným nátěrem lazurovacím lakem.

Všem konstrukcím je dále společný sádrokartonový podhled s parotěsnou zábranou Jutafol N. Zateplení bude provedeno mezi krokvemi + do roštu z latí tepelnou izolací Isover UNIROL PROFI (160 mm + 80 mm).

Výběr ostatních konstrukcí se odvíjí od zvoleného střešního systému.

## Výkaz výměr pro společné konstrukce

Prvním krokem pro určení ceny (sestavení rozpočtu) stavební konstrukce je výkaz výměr. Výkaz výměr vychází z výkresů a z technické zprávy.

<b>Tesařské konstrukce:</b>				
Název prvku	Průřez [mm]	Výpočet délky [m]	Délka [m]	Kubatura [m <sup>3</sup> ]
Vazný trám	190*150	$7,6*3+6,6*3+3,6*2$	49,8	1,42
Sloupek	140*140	$2,7*10+3*2$	33	0,65
Kleština	62,5*160	$3,7*6+3,05*12+4,2*4+1,1*6+2,7*2+4,3*8$	122	1,22
Pozednice	150*150	$18,95*2+15,75*2$	69,4	1,56
Vaznice středová	160*120	$9,85+11,45+10,75+8,15+1,75$	41,95	0,81
Vaznice vrcholová	160*120	5,85	5,85	0,11
Pásek	80*60	0,8*22	17,6	0,08
Krokve + nárožny	160*120	$7,1*18+6,35*8+4,25*6+(4,25+3,25+2,25+1,3+4,45+3,7+3,2+1,35+2,1+4+2+4,9+2,8+0,9+1,85+3,85+3,95+2,9+1,95+0,95+1,45+3,45+5,45+7,45+6,65+7,2+5,3+3,3+1,3+4,5+6,9+4,9+2,9+0,9)/0,7071+1,225*(4*6,4+4,25*3+2,85)$	420,81	8,08
Kubatura celkem				13,93
Řezivo do průřezové plochy do 120 cm <sup>2</sup>			1,3	m <sup>3</sup>
			139,6	m
Řezivo do průřezové plochy do 224 cm <sup>2</sup>			9,64	m <sup>3</sup>
			501,61	m
Řezivo do průřezové plochy do 288 cm <sup>2</sup>			2,98	m <sup>3</sup>
			119,2	m
Podbití přesahů palubkami	$(1*(6+8+8+12+5+6+19)+1,06*10)/\cos 45$		105,5	m <sup>2</sup>
	0,015*105,5		1,58	m <sup>3</sup>
Profilování zhlaví trámu dvěma řezy			60	ks
Kontralatě 60*40	$7,1*18+6,35*8+4,25*6+(4,25+3,25+2,25+1,3+4,45+3,7+3,2+1,35+2,1+4+2+4,9+2,8+0,9+1,85+3,85+3,95+2,9+1,95+0,95+1,45+3,45+5,45+7,45+6,65+7,2+5,3+3,3+1,3+4,5+6,9+4,9+2,9+0,9)/0,7071+1,225*(4*6,4+4,25*3+2,85)$		420,81	m
	0,06*0,04*420,81		1,01	m <sup>3</sup>
Spoj. prostředky	1,01+2,98+9,64+1,3		14,94	m <sup>3</sup>
Impregnace (+ rošt)	1,01+2,98+9,64+1,3+0,868		15,81	m <sup>3</sup>
<b>Sádrokarton + tepelná izolace:</b>				
SDK + parozábrana + tep. izolace	$(6*7,2+6,2*15,2+5*3,2)/\cos 45$		217	m <sup>2</sup>
Rošt z latí pod krokve	217/0,6		361,67	m
	361,67*0,04*0,06		0,868	m <sup>3</sup>

Tabulka 1 - Výkaz výměr společných konstrukcí

## Položkový rozpočet pro konstrukce společné všem systémům

Po sestavení výkazu výměr byl sestaven položkový rozpočet pro společné konstrukce (viz tabulka č. 2). Celková cena je vypočtena pomocí nabídkového rozpočtu, který byl sestaven v [7]. Náklady na umístění staveniště (NUS) byly stanoveny na běžných 5% z ostatních nákladů z důvodu malého rizika vzniku větších neočekávaných komplikací při stavebních pracích.

Kód	Popis	MJ	Výměra	Jedn. cena	Cena
<b>SO_01: Stavební objekt 01</b>					<b>597 633</b>
<b>713: Izolace tepelné</b>					<b>49 642</b>
713151111	Montáž izolace tepelné střech šikmých kladené volně mezi krokve rohoží, pásů, desek	m2	217,0	25,41	5 515
63148100	Deska minerální střešní izolační ISOVER ORSIK 600x1200 mm tl. 40 mm	m2	221,34	59,50	13 170
713191411	Montáž izolace tepelné střech šikmých provedení podkladového roštu pod krokve	m	361,67	57,37	20 750
60514101	Řezivo jehličnaté lať jakost I 10 - 25 cm2	m3	0,868	5 330,00	4 626
713151121	Montáž izolace tepelné střech šikmých kladené volně pod krokve rohoží, pásů, desek	m2	217,0	22,87	4 963
998713102	Přesun hmot tonážní tonážní pro izolace tepelné v objektech v do 12 m	t	0,805	767,58	618
<b>762: Konstrukce tesařské</b>					<b>290 057</b>
762082230	Provedení tesařského profilování zhlaví trámu jednoduchým seříznutím dvěma řezy plochy do 320 cm2	kus	60,0	95,80	5 748
762083121	Impregnace řeziva proti dřevokaznému hmyzu, houbám a plísním máčením třída ohrožení 1 a 2	m3	15,81	693,09	10 958
762085112	Montáž svorníků nebo šroubů délky do 300 mm	kus	87,0	23,91	2 080
54879041	Kotva průvleková pro střední zatížení HST M 16 x 165/50	kus	87,0	115,00	10 005
762332131	Montáž vázaných kčí krovů pravidelných z hraněného řeziva průřezové plochy do 120 cm2	m	139,0	106,02	14 737
60512001	Řezivo jehličnaté hranol jakost I do 120 cm2	m3	1,365	4 830,00	6 593
762332132	Montáž vázaných kčí krovů pravidelných z hraněného řeziva průřezové plochy do 224 cm2	m	501,53	135,02	67 715
60512011	Řezivo jehličnaté hranol jakost I nad 120 cm2	m3	10,122	4 830,00	48 889
762332133	Montáž vázaných kčí krovů pravidelných z hraněného řeziva průřezové plochy do 288 cm2	m	119,2	205,46	24 491
60512011	Řezivo jehličnaté hranol jakost I nad 120 cm2	m3	3,129	4 830,00	15 113
762342441	Montáž lišt trojúhelníkových nebo kontralatí na střeších sklonu do 60°	m	420,81	8,54	3 593
60514101	Řezivo jehličnaté lať jakost I 10 - 25 cm2	m3	1,111	5 330,00	5 922
762395000	Spojovací prostředky pro montáž krovu, bednění, laťování, světlíky, klíny	m3	14,94	974,28	14 556
762842231	Montáž podbíjení střech šikmých vnějšího přesahu š přes 0,8 m z palubek	m2	105,5	244,07	25 749
61191125	Palubky obkladové SM profil klasický 15 x 121 mm A/B	m2	116,05	178,00	20 657
762895000	Spojovací prostředky pro montáž záklopu, stropnice a podbíjení	m3	1,583	93,26	148
998762102	Přesun hmot tonážní pro kce tesařské v objektech v do 12 m	t	10,183	1 286,92	13 105

<b>763: Konstrukce montované</b>					<b>221 800</b>
763161711	SDK podkroví deska 1xA 12,5 TI 200 mm dvouvrstvá spodní kce profil CD+UD REI 15	m2	217,0	950,93	206 352
763131751	Montáž parotěsné zábrany do SDK podhledu	m2	217,0	18,91	4 103
28329260	Fólie hořlavá parotěsná JUTAFOL N Standard 140 g/m2	m2	249,55	21,10	5 266
763182313	Ostění oken z desek v SDK kci hloubky do 0,2 m	m	24,0	181,94	4 367
998763302	Přesun hmot tonážní pro sádrokartonové konstrukce v objektech v do 12 m	t	2,238	765,50	1 713

<b>783: Nátěry</b>					<b>7 675</b>
783721112	Nátěry syntetické tesařských konstrukcí barva dražší lazurovacím lakem 2x lakování	m2	105,5	72,75	7 675

<b>VRN: Vedlejší rozpočtové náklady</b>					<b>28 459</b>
07	Zařízení staveniště	%	5,0	5 691,74	28 459

**Tabulka 2 - Položkový rozpočet společných konstrukcí [7]**

Pro lepší přehled o cenách jednotlivých stavebních oddílů je v [7] vytvořena i rekapitulace rozpočtu (viz tabulka č. 3).

### **Rekapitulace rozpočtu konstrukcí společných pro všechny systémy**

Zakázka:

#### **Diplomová práce - společné objekty**

<b>Popis</b>	<b>Cena</b>	<b>Hmotnost</b>	<b>DPH</b>	<b>Cena s DPH</b>
<b>SO_01: Stavební objekt 01</b>	<b>597 633</b>	<b>13,3</b>	<b>125 503</b>	<b>723 136</b>
<b>713: Izolace tepelné</b>	<b>49 642</b>	<b>0,8</b>	<b>10 425</b>	<b>60 067</b>
<b>762: Konstrukce tesařské</b>	<b>290 057</b>	<b>10,2</b>	<b>60 912</b>	<b>350 969</b>
<b>763: Konstrukce montované</b>	<b>221 800</b>	<b>2,2</b>	<b>46 578</b>	<b>268 378</b>
<b>783: Nátěry</b>	<b>7 675</b>	<b>0,0</b>	<b>1 612</b>	<b>9 287</b>
<b>VRN: Vedlejší rozpočtové náklady</b>	<b>28 459</b>		<b>5 976</b>	<b>34 435</b>
<b>Celkem (bez DPH)</b>	<b>597 633</b>			
<b>DPH</b>	<b>125 503</b>			
<b>DPH 21 % ze základny: 597 633</b>	<b>125 503</b>			
<b>Celkem (včetně DPH)</b>	<b>723 136</b>		<b>CZK</b>	

**Tabulka 3 - Rekapitulace rozpočtu pro společné konstrukce [7]**

Z rekapitulace rozpočtu vyplývá, že stavebními oddíly s nejvyšší cenou jsou tesařské konstrukce a podhledy ze sádrokartonu.

## Cena konstrukcí odlišných u různých systémů

### Popis konstrukcí odlišných v závislosti na daném systému

Krytina, okapové systémy a ostatní střešní příslušenství budou zvoleny podle předchozí specifikace a skladby navržených střešních systémů.

Střechou procházejí 2 komíny 60\*60 cm, které budou olemovány způsobem daným předchozím popisem systémů. Do střešního pláště bude osazeno 6 střešních oken Velux 78 x 118 cm a dvě výstupní okna vhodná k danému systému. Od obou výstupních oken budou instalovány 3 stoupací plošiny ke komínům.

Střechou budou procházet 4 odvětrávací prostupy a 2 anténní výstupy.

### Společný výkaz výměr pro odlišné konstrukce

Tak jako u výpočtu ceny společných konstrukcí je i pro rozpočet odlišných konstrukcí základem výkaz výměr. Výkaz výměr odlišných konstrukcí je až na několik prvků (např. kubatura laťování) pro všechny střešní systémy totožný.

plocha střechy	$(5,9*10+18*9+6*5)/\cos 45$	354,97 m <sup>2</sup>
hřeben	10,06+5+8	23,06 m
nároží	$(2,83+0,71+4,5*2+4,25*2)*1,225$	25,77 m
štitová hrana levá	5/cos 45	7,10 m
štitová hrana pravá	5/cos 45	7,10 m
nosná plošina		6,00 ks
odvětrací prostup		4,00 ks
anténní výstup		2,00 ks
prostup pro kabel		2,00 ks
uzávěra hřebene		1,00 ks
ukončení nároží		4,00 ks
přechod z hřebene do nároží		3,00 ks
lemování kolem komínů	0,6*0,6/cos45*2	1,02 m <sup>2</sup>
	0,6*4+0,6*4/cos45	5,80 m
okapová hrana	6,06+8+9+12+5+6+20,06	66,12 m
úžlabí	$(6,4+4,25)*1,225$	13,05 m
svody	4*5,5	22,00 m

Tabulka 4 - Výkaz výměr pro odlišné konstrukce

## Rekapitulace rozpočtů odlišných konstrukcí pro různé systémy

Podle výkazu výměr byly sestaveny položkové rozpočty odlišných konstrukcí pro různé varianty střešních systémů v [7].

### a) Rekapitulace rozpočtu pro Bramac 1

<b>Bramac 1</b>					
Popis	Cena	Hmotnost	DPH	Cena s DPH	s
SO_01: Stavební objekt 01	469 186	17,4	98 529	567 715	
762: Konstrukce tesařské	23 903	1,4	5 020	28 923	
764: Konstrukce klempířské	45 414	0,0	9 537	54 951	
765: Krytiny tvrdé	317 433	15,8	66 661	384 094	
766: Konstrukce truhlářské	60 093	0,2	12 620	72 713	
VRN: Vedlejší rozpočtové náklady	22 342		4 692	27 034	
<b>Celkem (bez DPH)</b>	<b>469 186</b>				
<b>DPH</b>	<b>98 529</b>				
<b>DPH 21 % ze základny: 469 186</b>	<b>98 529</b>				
<b>Celkem (včetně DPH)</b>	<b>567 715</b>				<b>CZK</b>

Tabulka 5 - Rekapitulace rozpočtu pro Bramac 1 [7]

Celková cena odlišných konstrukcí pro střešní systém Bramac 1 je 469 186 Kč bez DPH. Nejvýznamnějšími stavebními oddíly jsou krytiny tvrdé s 68%, truhlářské konstrukce s 13% a klempířské konstrukce s 10% z celkové ceny.

### b) Rekapitulace rozpočtu pro Bramac 2

<b>Bramac 2</b>					
Popis	Cena	Hmotnost	DPH	Cena s DPH	
SO_01: Stavební objekt 01	539 233	22,4	113 239	652 472	
762: Konstrukce tesařské	32 760	1,6	6 880	39 640	
764: Konstrukce klempířské	45 414	0,0	9 537	54 951	
765: Krytiny tvrdé	375 288	20,6	78 810	454 098	
766: Konstrukce truhlářské	60 093	0,2	12 620	72 713	
VRN: Vedlejší rozpočtové náklady	25 678		5 392	31 070	
<b>Celkem (bez DPH)</b>	<b>539 233</b>				
<b>DPH</b>	<b>113 239</b>				
<b>DPH 21 % ze základny: 539 233</b>	<b>113 239</b>				
<b>Celkem (včetně DPH)</b>	<b>652 472</b>				<b>CZK</b>

Tabulka 6 - Rekapitulace rozpočtu pro Bramac 2 [7]

Celková cena odlišných konstrukcí pro střešní systém Bramac 2 je 539 233 Kč bez DPH. Nejvýznamnějšími stavebními oddíly jsou krytiny tvrdé s 70%, truhlářské konstrukce s 11% a klempířské konstrukce s 8% z celkové ceny.

**c) Rekapitulace rozpočtu pro KM Beta**

<b>KM Beta</b>				
<b>Popis</b>	<b>Cena</b>	<b>Hmotnost</b>	<b>DPH</b>	<b>Cena s DPH</b>
SO_01: Stavební objekt 01	416 109	20,6	87 383	503 492
762: Konstrukce tesařské	32 760	1,6	6 880	39 640
764: Konstrukce klempířské	21 519	0,3	4 519	26 038
765: Krytiny tvrdé	281 922	18,5	59 204	341 126
766: Konstrukce truhlářské	60 093	0,2	12 620	72 713
VRN: Vedlejší rozpočtové náklady	19 815		4 161	23 976
<b>Celkem (bez DPH)</b>	<b>416 109</b>			
<b>DPH</b>	<b>87 383</b>			
DPH 21 % ze základny: 416 109	87 383			
<b>Celkem (včetně DPH)</b>	<b>503 492</b>			<b>CZK</b>

Tabulka 7 - Rekapitulace rozpočtu pro KM Beta [7]

Celková cena odlišných konstrukcí pro střešní systém KM Beta je 416 019 Kč bez DPH. Nejvýznamnějšími stavebními oddíly jsou krytiny tvrdé s 68%, truhlářské konstrukce s 14% a tesařské konstrukce s 8% z celkové ceny.

**d) Rekapitulace rozpočtu pro Tondach 1**

<b>Tondach 1</b>				
<b>Popis</b>	<b>Cena</b>	<b>Hmotnost</b>	<b>DPH</b>	<b>Cena s DPH</b>
SO_01: Stavební objekt 01	532 311	23,0	111 785	644 096
762: Konstrukce tesařské	23 230	1,3	4 878	28 109
764: Konstrukce klempířské	21 519	0,3	4 519	26 038
765: Krytiny tvrdé	402 120	21,1	84 445	486 565
766: Konstrukce truhlářské	60 093	0,2	12 620	72 713
VRN: Vedlejší rozpočtové náklady	25 348		5 323	30 671
<b>Celkem (bez DPH)</b>	<b>532 311</b>			
<b>DPH</b>	<b>111 785</b>			
DPH 21 % ze základny: 532 311	111 785			
<b>Celkem (včetně DPH)</b>	<b>644 096</b>			<b>CZK</b>

Tabulka 8 - Rekapitulace rozpočtu pro Tondach 1 [7]

Celková cena odlišných konstrukcí pro střešní systém Tondach 1 je 532 311 Kč bez DPH. Nejvýznamnějšími stavebními oddíly jsou krytiny tvrdé s 76% a truhlářské konstrukce s 11% z celkové ceny.

**e) Rekapitulace rozpočtu pro Tondach 2**

<b>Tondach 2</b>				
Popis	Cena	Hmotnost	DPH	Cena s DPH
SO_01: Stavební objekt 01	632 583	31,0	132 842	765 425
762: Konstrukce tesařské	27 938	1,7	5 867	33 805
764: Konstrukce klempířské	90 477	0,3	19 000	109 478
765: Krytiny tvrdé	423 951	28,8	89 030	512 981
766: Konstrukce truhlářské	60 093	0,2	12 620	72 713
VRN: Vedlejší rozpočtové náklady	30 123		6 326	36 449
<b>Celkem (bez DPH)</b>	<b>632 583</b>			
<b>DPH</b>	<b>132 842</b>			
<b>DPH 21 % ze základny: 632 583</b>	<b>132 842</b>			
<b>Celkem (včetně DPH)</b>	<b>765 425</b>	<b>CZK</b>		

Tabulka 9 - Rekapitulace rozpočtu pro Tondach 2 [7]

Celková cena odlišných konstrukcí pro střešní systém Tondach 2 je 632 583 Kč bez DPH. Nejvýznamnějšími stavebními oddíly jsou krytiny tvrdé s 67%, truhlářské konstrukce s 9% a klempířské konstrukce s 14% z celkové ceny.

**f) Rekapitulace rozpočtu pro Bramac 3**

<b>Bramac 3</b>				
Popis	Cena	Hmotnost	DPH	Cena s DPH
SO_01: Stavební objekt 01	632 470	24,1	132 819	765 289
762: Konstrukce tesařské	27 938	1,7	5 867	33 805
764: Konstrukce klempířské	45 414	0,0	9 537	54 951
765: Krytiny tvrdé	468 907	22,2	98 470	567 377
766: Konstrukce truhlářské	60 093	0,2	12 620	72 713
VRN: Vedlejší rozpočtové náklady	30 118		6 325	36 442
<b>Celkem (bez DPH)</b>	<b>632 470</b>			
<b>DPH</b>	<b>132 819</b>			
<b>DPH 21 % ze základny: 632 470</b>	<b>132 819</b>			
<b>Celkem (včetně DPH)</b>	<b>765 289</b>	<b>CZK</b>		

Tabulka 10 - Rekapitulace rozpočtu pro Bramac 3 [7]



Celková cena odlišných konstrukcí pro střešní systém Bramac 3 je 632 470 Kč bez DPH. Nejvýznamnějšími stavebními oddíly jsou krytiny tvrdé s 74%, truhlářské konstrukce s 10% a klempířské konstrukce s 7% z celkové ceny.

**g) Rekapitulace rozpočtu pro Ruukki 1**

<b>Ruukki 1</b>				
Popis	Cena	Hmotnost	DPH	Cena s DPH
SO_01: Stavební objekt 01	431 537	4,1	90 623	522 160
762: Konstrukce tesařské	31 683	1,5	6 653	38 336
764: Konstrukce klempířské	262 915	2,2	55 212	318 128
765: Krytiny tvrdé	56 296	0,1	11 822	68 118
766: Konstrukce truhlářské	60 093	0,2	12 620	72 713
VRN: Vedlejší rozpočtové náklady	20 549		4 315	24 865
<b>Celkem (bez DPH)</b>	<b>431 537</b>			
<b>DPH</b>	<b>90 623</b>			
<b>DPH 21 % ze základny: 431 537</b>	<b>90 623</b>			
<b>Celkem (včetně DPH)</b>	<b>522 160</b>	<b>CZK</b>		

**Tabulka 11 - Rekapitulace rozpočtu pro Ruukki 1 [7]**

Celková cena odlišných konstrukcí pro střešní systém Ruukki 1 je 431 537 Kč bez DPH. Nejvýznamnějšími stavebními oddíly jsou klempířské konstrukce s 61%, truhlářské konstrukce s 14% a krytiny tvrdé s 13% z celkové ceny.

**h) Rekapitulace rozpočtu pro Ruukki 2**

<b>Ruukki 2</b>				
Popis	Cena	Hmotnost	DPH	Cena s DPH
SO_01: Stavební objekt 01	502 396	4,3	105 503	607 900
762: Konstrukce tesařské	31 683	1,5	6 653	38 336
764: Konstrukce klempířské	330 401	2,4	69 384	399 785
765: Krytiny tvrdé	56 296	0,1	11 822	68 118
766: Konstrukce truhlářské	60 093	0,2	12 620	72 713
VRN: Vedlejší rozpočtové náklady	23 924		5 024	28 948
<b>Celkem (bez DPH)</b>	<b>502 396</b>			
<b>DPH</b>	<b>105 503</b>			
<b>DPH 21 % ze základny: 502 396</b>	<b>105 503</b>			
<b>Celkem (včetně DPH)</b>	<b>607 900</b>	<b>CZK</b>		

**Tabulka 12 - Rekapitulace rozpočtu pro Ruukki 2 [7]**

Celková cena odlišných konstrukcí pro střešní systém Ruukki 2 je 502 396 Kč bez DPH. Nejvýznamnějšími stavebními oddíly jsou klempířské konstrukce s 66%, truhlářské konstrukce s 12% a krytiny tvrdé s 11% z celkové ceny.

**i) Rekapitulace rozpočtu pro Lindab 1**

<b>Lindab 1</b>				
Popis	Cena	Hmotnost	DPH	Cena s DPH
SO_01: Stavební objekt 01	458 203	3,9	96 223	554 426
762: Konstrukce tesařské	22 624	1,3	4 751	27 375
764: Konstrukce klempířské	294 366	2,3	61 817	356 183
765: Krytiny tvrdé	59 300	0,1	12 453	71 754
766: Konstrukce truhlářské	60 093	0,2	12 620	72 713
VRN: Vedlejší rozpočtové náklady	21 819		4 582	26 401
<b>Celkem (bez DPH)</b>	<b>458 203</b>			
<b>DPH</b>	<b>96 223</b>			
<b>DPH 21 % ze základny: 458 203</b>	<b>96 223</b>			
<b>Celkem (včetně DPH)</b>	<b>554 426</b>	<b>CZK</b>		

Tabulka 13 - Rekapitulace rozpočtu pro Lindab 1 [7]

Celková cena odlišných konstrukcí pro střešní systém Lindab 1 je 458 203 Kč bez DPH. Nejvýznamnějšími stavebními oddíly jsou klempířské konstrukce s 64%, truhlářské konstrukce s 13% a krytiny tvrdé s 13% z celkové ceny.

**j) Rekapitulace rozpočtu pro Lindab 2**

<b>Lindab 2</b>				
Popis	Cena	Hmotnost	DPH	Cena s DPH
SO_01: Stavební objekt 01	523 540	3,9	109 943	633 484
762: Konstrukce tesařské	22 624	1,3	4 751	27 375
764: Konstrukce klempířské	356 592	2,3	74 884	431 476
765: Krytiny tvrdé	59 300	0,1	12 453	71 754
766: Konstrukce truhlářské	60 093	0,2	12 620	72 713
VRN: Vedlejší rozpočtové náklady	24 930		5 235	30 166
<b>Celkem (bez DPH)</b>	<b>523 540</b>			
<b>DPH</b>	<b>109 943</b>			
<b>DPH 21 % ze základny: 523 540</b>	<b>109 943</b>			
<b>Celkem (včetně DPH)</b>	<b>633 484</b>	<b>CZK</b>		

Tabulka 14 - Rekapitulace rozpočtu pro Lindab 2 [7]

Celková cena odlišných konstrukcí pro střešní systém Lindab 2 je 523 540 Kč bez DPH. Nejvýznamnějšími stavebními oddíly jsou klempířské konstrukce s 68%, truhlářské konstrukce s 11% a krytiny tvrdé s 11% z celkové ceny.

### **Vyhodnocení kritéria pořizovací náklady**

Podle jednotlivých položkových rozpočtů [7] lze snadno dohledat, že nejlepší výsledky (nejmenší cena) v kritériu pořizovací náklady získaly systémy na prvním místě KM Beta, na druhém Ruukki 1 a na třetím místě systém Bramac 1. Nejdražšími z vybraných systémů byly systémy s pálenou krytinou Tondach 2 a Bramac 3. Pořizovací náklady jednotlivých systémů jsou znázorněny v tabulce č. 15.

Rozdíl mezi nejlevnějším a nejdražším systémem činí 216 474 Kč bez DPH, což představuje rozdíl o 21,4 %. Průměrné náklady na pořízení střešního pláště s vybranými systémy představuje hodnota 1 111 390 Kč bez DPH.

<b>Střešní systém</b>	<b>Celkové náklady odlišných konstrukcí pro systém</b>	<b>Celkové náklady společných konstrukcí pro všechny systémy</b>	<b>Celkové náklady všech konstrukcí</b>	<b>DPH (21%)</b>	<b>Celkové náklady s DPH</b>
<b>Systémy s betonovou krytinou</b>					
<b>Bramac 1</b>	469 186 Kč	597 633 Kč	1 066 819 Kč	224 032 Kč	<b>1 290 851 Kč</b>
<b>Bramac 2</b>	539 233 Kč	597 633 Kč	1 136 866 Kč	238 742 Kč	<b>1 375 608 Kč</b>
<b>KM Beta</b>	416 109 Kč	597 633 Kč	1 013 742 Kč	212 886 Kč	<b>1 226 628 Kč</b>
<b>Systémy s pálenou krytinou</b>					
<b>Tondach 1</b>	532 311 Kč	597 633 Kč	1 129 944 Kč	237 288 Kč	<b>1 367 232 Kč</b>
<b>Tondach 2</b>	632 583 Kč	597 633 Kč	1 230 216 Kč	258 345 Kč	<b>1 488 561 Kč</b>
<b>Bramac 3</b>	632 470 Kč	597 633 Kč	1 230 103 Kč	258 322 Kč	<b>1 488 425 Kč</b>
<b>Systémy s plechovou krytinou</b>					
<b>Ruukki 1</b>	431 537 Kč	597 633 Kč	1 029 170 Kč	216 126 Kč	<b>1 245 296 Kč</b>
<b>Ruukki 2</b>	502 396 Kč	597 633 Kč	1 100 029 Kč	231 006 Kč	<b>1 331 035 Kč</b>
<b>Lindab 1</b>	458 203 Kč	597 633 Kč	1 055 836 Kč	221 726 Kč	<b>1 277 562 Kč</b>
<b>Lindab 2</b>	523 540 Kč	597 633 Kč	1 121 173 Kč	235 446 Kč	<b>1 356 619 Kč</b>

Tabulka 15 - Pořizovací náklady střešních systémů

## 5.1.2. Životnost navržených střešních systémů

### Životnost betonových krytin

Nejpoužívanější (vybrané) betonové krytiny v ČR jsou z hlediska kvality na podobné úrovni a nejsou mezi nimi velké kvalitativní rozdíly. Reálná životnost u těchto krytin je udávána kolem 100 let [8]. V dřívějších dobách bývala funkční životnost také velmi vysoká, ale problematickou stránkou se stávala barevná nestálost tašek. Estetická životnost se zvýšila s probarvováním betonu (nejen povrchové úpravy) při výrobě tašek. Díky pokročilým technologiím při výrobě by v dnešní době měla být estetická a funkční životnost na zhruba stejné úrovni.

### Životnost pálených krytin

Pálené krytiny jsou na tom s životností podobně nebo mírně lépe než krytiny betonové. Vybrané krytiny však patří mezi nejdostupnější (průměrné) a jejich životnost je stanovena také na cca 100 let [8]. Výhodou u pálených tašek je jejich estetická životnost (stálobarevnost), která je na rozdíl od tašek betonových (probarvených) prověřena časem.

### Životnost plechových krytin

Životnost plechových krytin může být velmi rozmanitá. Závisí především na materiálu, ze kterého je plech vyroben. Povrchová úprava plechové krytiny hraje mnohem významnější roli, než je tomu u krytin ostatních. K běžným plechovým krytinám s nejvyšší životností patří krytiny falcované z měděného, hliníkového nebo titanzinkového plechu. U těchto krytin životnost přesahuje i 100 let [8]. Jsou to ovšem krytiny ve vyšší cenové relaci. Z toho důvodu nepatří mezi jedny z nejpoužívanějších krytin (a tedy i střešních systémů) a nejsou zařazeny do této práce. Mezi velmi oblíbené (cenově dostupnější) patří skládané ocelové krytiny s povrchovou úpravou, na které závisí jejich životnost. Výrobci nejoblíbenějších plechových krytin v ČR nabízejí tři druhy povrchových úprav. V práci jsou vybrány základní a nejkvalitnější úpravy u obou výrobců. Krytina se standardní povrchovou úpravou má životnost 40 let a s nejkvalitnější úpravou 60 let u obou výrobců (Ruukki i Lindab) [8]. U ocelových krytin bývá problémem spíše estetická životnost z důvodu poškození povrchové úpravy a následné korozi ocelového jádra.

## Životnost okapových systémů

Okapové systémy jsou nedílnou součástí střešního systému a mají velmi důležitou funkci – odvést vodu ze střechy na místo určení. Proto je velmi důležité zajímat se o životnost těchto systémů. Okapové systémy byly do střešních systémů navrženy s ohledem na jejich cenu a také s ohledem na nabídku výrobce krytiny. Pokud výrobce krytiny okapový systém nenabízí, byl zvolen jiný běžně dostupný systém. Zvolené materiály, které nebyly v nabídce výrobců, jsou buď dostupný pozinkovaný ocelový plech, nebo měděný plech v závislosti na cenu krytiny a na snášenlivost k ostatním konstrukcím (úžlabní plech, okapnice).

Životnost je velmi závislá na kvalitě provedení (velikost spádu) a na okolním prostředí (sedimentace nečistot). Životnost vybraných okapových systémů se pohybuje v rozmezí 30 - 100 let [9]. V práci jsou uvažovány vnější podmínky bez negativních faktorů degradujících životnost okapových konstrukcí.

<b>Střešní systém</b>	<b>Životnost krytiny [8]</b>	<b>Životnost okapového systému [9]</b>
<b>Systémy s betonovou krytinou</b>		
<b>Bramac 1</b>	100 let	40 let
<b>Bramac 2</b>	100 let	50 let
<b>KM Beta</b>	100 let	30 let
<b>Systémy s pálenou krytinou</b>		
<b>Tondach 1</b>	100 let	30 let
<b>Tondach 2</b>	100 let	100 let
<b>Bramac 3</b>	100 let	50 let
<b>Systémy s plechovou krytinou</b>		
<b>Ruukki 1</b>	40 let	60 let
<b>Ruukki 2</b>	60 let	60 let
<b>Lindab 1</b>	40 let	60 let
<b>Lindab 2</b>	60 let	60 let

Tabulka 16 - Životnosti střešních systémů

### Životnost celého střešního systému jako kritérium

Životnost systému je jedním z hlavních kritérií pro výběr nejefektivnější varianty řešení. Je závislá hlavně na životnosti vrchních konstrukcí a tedy na životnosti krytiny a životnosti okapového systému. Aby životnost byla pouze jedním kritériem pro celkové hodnocení variant, vypočítá se poměrná životnost složená z obou daných životností.

Systém vypočtení poměrné životnosti nemůže být vypočítán aritmetickým průměrem dotčených životností (bylo by to nepřesné a zavádějící) a proto je založen na srovnání pořizovacích nákladů. Pořizovací náklady krytiny a okapového systému jsou porovnány a jsou vůči sobě procentuelně vyjádřeny. Výsledná životnost je potom výsledkem součtu násobků daného nákladového podílu a dané životnosti.

Střešní systém	Životnost krytiny [roky]	Životnost okapového systému [roky]	Náklady na pořízení krytiny	Náklady na pořízení okapového systému	Náklady na pořízení krytiny a okapového systému celkem	Nákladový podíl krytiny z celkových nákladů na pořízení	Nákladový podíl okapového systému z celkových nákladů na pořízení	Výsledná životnost [roky]
<b>Systémy s betonovou krytinou</b>								
<b>Bramac 1</b>	100	40	201 208 Kč	45 414 Kč	246 622 Kč	81,6%	18,4%	<b>89,0</b>
<b>Bramac 2</b>	100	50	243 738 Kč	45 414 Kč	289 152 Kč	84,3%	15,7%	<b>92,1</b>
<b>KM Beta</b>	100	30	188 835 Kč	21 519 Kč	210 354 Kč	89,8%	10,2%	<b>92,8</b>
<b>Systémy s pálenou krytinou</b>								
<b>Tondach 1</b>	100	30	299 197 Kč	21 519 Kč	320 716 Kč	93,3%	6,7%	<b>95,3</b>
<b>Tondach 2</b>	100	100	304 563 Kč	90 477 Kč	395 040 Kč	77,1%	22,9%	<b>100,0</b>
<b>Bramac 3</b>	100	50	326 152 Kč	45 414 Kč	371 566 Kč	87,8%	12,2%	<b>93,9</b>
<b>Systémy s plechovou krytinou</b>								
<b>Ruukki 1</b>	40	60	160 393 Kč	41 445 Kč	201 838 Kč	79,5%	20,5%	<b>44,1</b>
<b>Ruukki 2</b>	60	60	227 621 Kč	41 445 Kč	269 066 Kč	84,6%	15,4%	<b>60,0</b>
<b>Lindab 1</b>	40	60	183 701 Kč	46 681 Kč	230 382 Kč	79,7%	20,3%	<b>44,1</b>
<b>Lindab 2</b>	60	60	244 765 Kč	46 681 Kč	291 446 Kč	84,0%	16,0%	<b>60,0</b>

Tabulka 17 - Vyhodnocení kritéria životnost [7, 8, 9]

### Vyhodnocení kritéria životnost

Průměrná životnost betonových a pálených krytin je zhruba na stejné úrovni (přibližně 100 let) a plechové krytiny za nimi v tomto směru zaostávají. Nejdělsí životnost okapového systému má podle očekávání okapový systém z mědi (100 let) a nejnižší životnost okapový systém z pozinkovaného plechu (30 let).

Nejlepší výslednou životnost (100 let) má střešní systém Tondach 2 a nejhorší (44,1 roku) střešní systémy Ruukki 1 a Lindab 1.

Rozdíl mezi systémem s nejvyšší a nejnižší životností je 55,9 roku, což představuje rozdíl o 55,9 %. Průměrnou hodnotou výsledné životnosti vybraných střešních systémů je 77,1 roku.

### **5.1.3. Záruční lhůta navržených střešních systémů**

#### **Záruční lhůta u systémů s betonovou krytinou**

Záruční lhůta u všech vybraných betonových krytin je stanovena na 30 let. V systému Bramac 1, kde je použito dostupnější příslušenství, je navíc záruční lhůta 10 let na funkčnost celého systému. U Bramac 2 a KM Beta je záruka na funkčnost celého systému 15 let. U systémů Bramac je garance celého systému zahrnuta i pro okapy, u KM Beta pouze na krytinu a střešní příslušenství. KM Beta nenabízí svůj okapový systém a zvolený pozinkovaný okapový systém má základní záruční dobu 24 měsíců. [17, 18]

#### **Záruční lhůta u systémů s pálenou krytinou**

U systémů Tondach nabízí výrobce 33 let záruky na krytinu a 10 let záruky na ostatní střešní nekeramické příslušenství. Tondach nabízí záruku „all inclusive“, která spočívá nejenom ve výměně materiálu, ale i v bezplatné montáži poškozených prvků na náklady Tondach ČR. Okapový systém u Tondach 1 (pozinkovaný plech) má pouze základní záruční dobu 24 měsíců. Měděný okapový systém u Tondach 2 nabízí záruční lhůtu na materiál 30 let. [19]

Bramac 3 nabízí 30letou garanci na střešní krytinu a 15 let na funkci celého systému včetně okapů. [17]

#### **Záruční lhůta u systémů s plechovou krytinou**

Záruční lhůta u ocelových plechových krytin závisí především na povrchové úpravě plechu.

U střešního systému Ruukki 1 dává výrobce 30 let záruky na prorezavění krytiny a 10 let na povrch (vzhled). U kvalitnější povrchové úpravy v systému Ruukki 2 je technická záruka 50 let a záruka na povrch 20 let. U obou střešních systémů je navržen okapový systém Ruukki s technickou zárukou 20 let. [20]

Střešní systém Lindab 1 nabízí záruku 15 let a Lindab 2 záruku 30 let na střešní krytinu a ostatní klempířské střešní prvky. Oba systémy mají 30letou záruku na okapový systém a 10letou na bezpečnostní prvky (sněhové zábrany,...). [21]

Střešní systém	Záruční lhůta krytiny	Záruční doba střešního systému	Záruční doba okapového systému	Záruční doba na vybrané prvky
<b>Systémy s betonovou krytinou</b>				
<b>Bramac 1</b>	30 let	10 let	10 let	-
<b>Bramac 2</b>	30 let	15 let	15 let	-
<b>KM Beta</b>	30 let	15 let	2 roky	-
<b>Systémy s pálenou krytinou</b>				
<b>Tondach 1</b>	33 let	10 let	2 roky	-
<b>Tondach 2</b>	33 let	10 let	40 let	-
<b>Bramac 3</b>	30 let	15 let	15 let	-
<b>Systémy s plechovou krytinou</b>				
<b>Ruukki 1</b>	30 (10)* let	-	20 let	-
<b>Ruukki 2</b>	50 (20)* let	-	20 let	-
<b>Lindab 1</b>	15 let	-	30 let	10 let
<b>Lindab 2</b>	30 let	-	30 let	10 let

\* záruka na vzhled povrchu

Tabulka 18 - Záruční lhůty střešních systémů [17, 18, 19, 20, 21]

### Záruční lhůta jako kritérium

Podobně jako je tomu u životností, je potřeba pro menší počet kritérií v hodnocení střešních systémů zredukovat jednotlivé záruční lhůty na jednu vypovídající hodnotu. Základ tohoto kritéria bude tvořit podobně jako u životnosti záruční lhůta stanovená pomocí procentuelního poměru pořizovacích nákladů krytin a okapových systémů. Tento základ bude opět vypočítán jako součet násobků daného nákladového podílu a dané záruční lhůty.

Někteří výrobci střešních systémů nabízejí navíc i jiné záruky (na celý střešní systém, na bezpečnostní prvky, na vzhled). Protože tyto záruky jsou nabízeny jen u některých výrobců, budou připočteny k základu formou tzv. bonusů. Bonus stanovený ze záruční lhůty na celý střešní systém se bude rovnat jedné třetině z této garance. Bonus na záruční lhůtu na vzhled bude stanoven jednou pětinou a na bezpečnostní prvky jednou desetinou z dané záruční lhůty.

Součtem základů a bonusů bude vytvořena výsledná zredukováná hodnota záručních lhůt u všech střešních systémů.



Střešní systém	Záruční lhůta krytiny [roky]	Záruční lhůta střešního systému [roky]	Záruční lhůta okapového systému [roky]	Záruční lhůta na vybrané prvky [roky]	Záruční lhůta na povrch (vzhled) [roky]	Nákladový podíl krytiny z celkových nákladů na pořízení	Nákladový podíl okapového systému z celkových nákladů na pořízení	Základ pro výslednou záruční lhůtu [roky]	Bonusy [roky]	Výsledná záruční lhůta [roky]
<b>Systémy s betonovou krytinou</b>										
<b>Bramac 1</b>	30	10	10	-	-	81,6%	18,4%	26,3	3,3	<b>29,7</b>
<b>Bramac 2</b>	30	15	15	-	-	84,3%	15,7%	27,6	5,0	<b>32,6</b>
<b>KM Beta</b>	30	15	2	-	-	89,8%	10,2%	27,1	5,0	<b>32,1</b>
<b>Systémy s pálenou krytinou</b>										
<b>Tondach 1</b>	33	10	2	-	-	93,3%	6,7%	30,9	3,3	<b>34,3</b>
<b>Tondach 2</b>	33	10	30	-	-	77,1%	22,9%	32,3	3,3	<b>35,6</b>
<b>Bramac 3</b>	30	15	15	-	-	87,8%	12,2%	28,2	5,0	<b>33,2</b>
<b>Systémy s plechovou krytinou</b>										
<b>Ruukki 1</b>	30	-	20	-	10	79,5%	20,5%	27,9	2,0	<b>29,9</b>
<b>Ruukki 2</b>	50	-	20	-	20	84,6%	15,4%	45,4	4,0	<b>49,4</b>
<b>Lindab 1</b>	15	-	30	10	-	79,7%	20,3%	18,0	1,0	<b>19,0</b>
<b>Lindab 2</b>	30	-	30	10	-	84,0%	16,0%	30,0	1,0	<b>31,0</b>

Tabulka 19 - Záruční lhůta jako kritérium

### Vyhodnocení kritéria záruční lhůta

Nejvyšší záruční lhůtu na krytinu (50 let) poskytuje firma Ruukki v systému Ruukki 2. Špičkou mezi okapovými systémy, co se záruky týče (30 let), jsou okapové systémy značky Lindab.

Nejdelší výslednou záruční lhůtu (49,4 roku) nabízí systém Ruukki 2 a nejkratší (19 let) střešní systém Lindab 1.

Rozdíl mezi systémem s nejdelší a nejkratší výslednou záruční lhůtou je 30,4 roku, což představuje rozdíl o 61,5 %. Průměrná výsledná záruční lhůta vybraných střešních systémů je 32,7 roku.

## 5.1.4. Zatížení konstrukce navržených střešních systémů

### Zatížení konstrukce betonovou krytinou

Betonová krytina představuje pro nosnou konstrukci střechy poměrně velkou zátěž. Dříve se považovala betonová krytina za těžší než pálená krytina, ale to byla jen mylná domněnka. Jednotlivé betonové tašky mají sice větší hmotnost než tašky pálené, ale mívají i větší formát (menší spotřeba na m<sup>2</sup>), který je příčinou přibližně stejného zatížení.

Ve střešním systému Bramac 1 je zvolena krytina Bramac MAX s plošným zatížením 37,5 kg/m<sup>2</sup> (7,5 ks/m<sup>2</sup>). V systému Bramac 2 s nejtěžší vybranou betonovou krytinou Bramac Tegalit zatížení činí 52 kg/m<sup>2</sup> (10 ks/m<sup>2</sup>). Krytina KMB Beta ze systému KM Beta zatěžuje střechu 45 kg/m<sup>2</sup> (10 ks/m<sup>2</sup>). [8]

### Zatížení konstrukce pálenou krytinou

Jednotlivé pálené tašky mívají menší hmotnost, ale i menší formát než tašky betonové. Proto pálená krytina představuje pro nosnou konstrukci přibližně stejné zatížení jako krytina betonová.

Krytina Francouzská 12 ze střešního systému Tondach 1 představuje pro krov zatížení 39,6 kg/m<sup>2</sup> (11,3 ks/m<sup>2</sup>). Nejtěžší pálenou krytinou díky technologii pokládání je Bobrovka ze systému Tondach 2. Přestože jedna taška váží pouhých 1,8 kg, tak zatížení na m<sup>2</sup> činí celých 64,8 kg (36 ks/m<sup>2</sup>). Bramac Opál ze střešního systému Bramac 3 je tvarově a technologicky téměř stejný s krytinou Bobrovka od Tondachu. Zatížení těchto dvou druhů krytin je také stejné (64,8 kg/m<sup>2</sup> při 36 ks/m<sup>2</sup>). [8]

### Zatížení konstrukce plechovou krytinou

Plechová krytina obecně patří k nejlehčím používaným střešním krytinám vůbec. Mezi výhody patří především nižší nároky na nosnost krovu, což bývá obrovskou výhodou při výměně střešní krytiny u rekonstrukcí, kde už má nosná konstrukce svá nejlepší léta za sebou. Další výhodou je doprava na stavbu a následná manipulace s krytinou. Bohužel nízká hmotnost nemá jenom výhody, ale i své nevýhody. Hlavní nevýhodou je nízká odolnost vůči povětrnostním podmínkám, a proto musí být krytina k nosné konstrukci velmi zodpovědně připevněna. Další nevýhodou je šíření vibrací způsobených deštěm nebo větrem. Vibrace způsobují zatížení okolí hlukem.

Ve střešních systémech Ruukki 1 a Ruukki 2 mají krytiny Ruukki Monterrey a Ruukki Elite téměř stejnou hodnotu zatížení, která činí 4,7 kg/m<sup>2</sup> a 4,8 kg/m<sup>2</sup>. Plechová imitace taškových krytin Lindab Topline LPA ze střešního systému Lindab 1 a Lindab 2 působí na střechu zatížením 5 kg/m<sup>2</sup>. [8]

<b>Střešní systém</b>	<b>Zatížení</b>	<b>Počet</b>
<b>Systémy s betonovou krytinou</b>		
<b>Bramac 1</b>	37,5 kg/m <sup>2</sup>	7,5 ks/m <sup>2</sup>
<b>Bramac 2</b>	52 kg/m <sup>2</sup>	10 ks/m <sup>2</sup>
<b>KM Beta</b>	45 kg/m <sup>2</sup>	10 ks/m <sup>2</sup>
<b>Systémy s pálenou krytinou</b>		
<b>Tondach 1</b>	43,3 kg/m <sup>2</sup>	11,7 ks/m <sup>2</sup>
<b>Tondach 2</b>	64,8 kg/m <sup>2</sup>	36 ks/m <sup>2</sup>
<b>Bramac 3</b>	64,8 kg/m <sup>2</sup>	36 ks/m <sup>2</sup>
<b>Systémy s plechovou krytinou</b>		
<b>Ruukki 1</b>	4,7 kg/m <sup>2</sup>	-
<b>Ruukki 2</b>	4,8 kg/m <sup>2</sup>	-
<b>Lindab 1</b>	5 kg/m <sup>2</sup>	-
<b>Lindab 2</b>	5 kg/m <sup>2</sup>	-

Tabulka 20 - Zatížení střešní konstrukce [8]

### **Vyhodnocení kritéria zátížení konstrukce**

V tomto kritériu jednoznačně vítězí všechny krytiny z plechu nad betonovými a pálenými krytinami. Nejlehčí krytina ze všech je Ruukki Monterrey (4,7 kg/m<sup>2</sup>) ze systému Ruukki 1, ale ostatní plechové krytiny jsou na tom téměř stejně (do 5 kg/m<sup>2</sup>). Největší zátěž pro konstrukci (64,8 kg/m<sup>2</sup>) z vybraných krytin představují krytiny Bramac Opál ze systému Bramac 3 a Tondach Bobrovka ze systému Tondach 2.

Rozdíl mezi nejlehčí a nejtěžší krytinou je propastných 60,1 kg/m<sup>2</sup>. Nejtěžší krytina je téměř čtrnáctkrát těžší, než krytina nejlehčí. Průměrná zátěž krytinou na nosnou konstrukci střechy je 32,3 kg/m<sup>2</sup>.

### 5.1.5. Údržba a opravy střešních systémů

Opravy navržených střešních krytin jsou spíše výjimečnou událostí, ale i tak je třeba toto kritérium zohlednit. U taškových krytin se může stát, že taška (většinou poškozená) ať betonová nebo pálená vlivem povětrnostních vlivů praskne. Tato skutečnost je o něco více pravděpodobná u krytin betonových než u krytin pálených. Oprava však není velký problém a taška se poměrně jednoduše vymění. U krytin plechových je riziko poškození mnohem nižší. Poškození může být způsobeno mechanickou silou (např. pád větve ze stromu). Pokud dojde k poškození profilovaného plechu, je oprava podstatně složitější, než u taškové krytiny a bez specializované firmy se prakticky neobejde.

Údržba krytin spočívá především v odstranění mechů a nečistot z jejich povrchu. Mechy se usazují na hrubších krytinách na severní straně střechy a z důvodu ohrožení životnosti je lepší je pravidelně pomocí chemických postřiků odstranit. Na usazování nečistot nejvíce trpí ze zvolených krytin krytiny pálené rezné (hrubší povrch než u ostatních). Betonové krytiny s povrchovou úpravou jsou už vůči mechům a nečistotám odolnější a u systémů s plechovou krytinou by neměl být při sklonu 45° prakticky žádný problém. Pokud pomineme odstranění mechů a nečistot, tak jsou tyto krytiny bezúdržbové.

U pozinkovaných okapových systémů je potřeba počítat v rámci údržby s nátěrem. Ostatní okapové systémy jsou bezúdržbové po celou dobu životnosti (až na čištění, které je u všech systémů stejně problematické – nebude s ním v práci uvažováno).

Velikost problému oprav a údržby byla vyhodnocena z tabulky č. 21, kde byla data (koeficient výskytu a složitost řešení) dosazena odborným odhadem a hodnota problému byla stanovena součinem těchto dat.

	konstrukce	koeficient výskytu <sup>3</sup>	složítost řešení <sup>4</sup>	hodnota problému
deformace krytiny	betonová krytina	6	1	6
	pálená krytina	4	1	4
	plechová krytina	1	9	9
údržba konstrukcí	betonová krytina	2	3	6
	pálená krytina	3	3	9
	plechová krytina	1	1	1
	pozinkovaný okapový systém	3	3	9

Tabulka 21-Údržba a opravy střešních systémů – hodnocení

Z tabulky č. 21 byla vypočítána v tabulce č. 22 hodnota pro opravy a údržby pro všechny střešní systémy (součtem dotčených hodnot).

Střešní systém	Oprava	Údržba	Celkem
<b>Systémy s betonovou krytinou</b>			
<b>Bramac 1</b>	6	6	12
<b>Bramac 2</b>	6	6	12
<b>KM Beta</b>	6	15	21
<b>Systémy s pálenou krytinou</b>			
<b>Tondach 1</b>	4	18	22
<b>Tondach 2</b>	4	9	13
<b>Bramac 3</b>	4	9	13
<b>Systémy s plechovou krytinou</b>			
<b>Ruukki 1</b>	9	1	10
<b>Ruukki 2</b>	9	1	10
<b>Lindab 1</b>	9	1	10
<b>Lindab 2</b>	9	1	10

Tabulka 22 - Údržba a opravy jako kritérium

### Vyhodnocení kritéria opravy a údržby

Hodnoty v rámci tohoto kritéria jsou tvořeny odborným odhadem. Kritérium má spíše kvalitativní než kvantitativní charakter.

<sup>3</sup> Číselné ohodnocení na stupnici 1-10, kdy 1 znamená velmi nepravděpodobnou možnost výskytu a 10 velmi pravděpodobný častý výskyt.

<sup>4</sup> Číselné ohodnocení na stupnici 1-10, kdy 1 znamená jednoduché řešení problému bez nutnosti odborné firmy a 10 složité problematické řešení s pomocí odborníka.

Nejlepší výsledky v rámci kritéria opravy a údržby mají střešní systémy s plechovou krytinou (10 bodů), se kterými se po dobu jejich životnosti nemusí většinou téměř nic dělat. Nejhorším ale přesto velmi dobrým výsledkem disponují střešní systémy KM Beta (21 bodů) a Tondach 1 (22 bodů) a to především díky navrženému okapovému systému z pozinkovaného ocelového plechu, který se musí ošetřovat nátěrem a který má sám hodnotu 9 bodů.

## 5.2. Stanovení vah kritérií

Nejefektivnější a nejpresnější metodou stanovení vah je v tomto případě metoda kompenzační z důvodu reflektování důsledků jednotlivých variant vzhledem k jednotlivým kritériím.

Stanovení váhy kompenzační metodou proběhne v následujících krocích [1]:

- 1) Určení dvou hypotetických variant, první bude z hlediska všech faktorů hodnocení nejméně výhodná (varianta  $x^0$ ) a druhá nejvýhodnější (varianta  $x^*$ )
- 2) Výpočet rozdílu mezi variantou  $x^0$  a  $x^*$  u každého kritéria (změna)
- 3) Posouzení vlivu změny a seřazení do pořadí od nejvýznamnější po nejméně významnou
- 4) Ke kritériu, jehož změna je pro rozhodování nejvíce významná, bude udělena váha 100
- 5) Porovná se důležitost změn (např. druhá nejvýznamnější změna je důležitá z 80% oproti první nejvýznamnější změně atd.)
- 6) Váhy budou znormovány tak, aby součet byl roven jedné

Kritérium	Jednotka	$x^0$	$x^*$	Změna	Pořadí	Nenormovaná váha	Normovaná váha
<b>Životnost</b>	roky	44,1	100	55,9	2.	60	0,27
<b>Záruční lhůta</b>	roky	19	49,4	30,4	3.	25	0,11
<b>Zatížení</b>	kg/m <sup>2</sup>	64,8	4,7	60,1	5.	15	0,07
<b>Údržba a opravy</b>	body	22	10	12	4.	20	0,09
<b>Cena</b>	Kč	1488561	1226628	261933	1.	100	0,45

Tabulka 23 - Stanovení vah kompenzační metodou [1]

### 5.3. Hodnoty užitku pro jednotlivá kritéria

Všechna kritéria mají kvantitativní charakter. Kritérium pořizovací cena, údržba a opravy a zatížení jsou kritéria nákladového typu (tzn. čím více, tím hůře), naopak životnost a záruční lhůta jsou kritéria výnosového typu. Před samotným hodnocením variant se nejprve sestaví tzv. matice důsledků pro přehlednější shrnutí hodnot kritérií pro jednotlivé varianty střešních systémů. V této matici jsou nashromážděna data (z kapitoly 5. 1.) pro jednotlivé varianty střešních systémů.

Varianta	Životnost [roky]	Záruční lhůta [roky]	Zatížení [kg/m <sup>2</sup> ]	Údržba a opravy [body]	Cena [Kč]
<b>Systémy s betonovou krytinou</b>					
<b>Bramac 1</b>	89	29,7	37,5	12	1 290 851
<b>Bramac 2</b>	92,1	32,6	52	12	1 375 608
<b>KM Beta</b>	92,8	32,1	45	21	1 226 628
<b>Systémy s pálenou krytinou</b>					
<b>Tondach 1</b>	95,3	34,3	39,6	22	1 367 232
<b>Tondach 2</b>	100	35,6	64,8	13	1 488 561
<b>Bramac 3</b>	93,9	33,2	64,8	13	1 488 425
<b>Systémy s plechovou krytinou</b>					
<b>Ruukki 1</b>	44,1	29,9	4,7	10	1 245 296
<b>Ruukki 2</b>	60	49,4	4,8	10	1 331 035
<b>Lindab 1</b>	44,1	19	5	10	1 277 562
<b>Lindab 2</b>	60	31	5	10	1 356 619

**Tabulka 24 – Matice důsledků**

Dílčí funkce užitku jsou dále stanoveny pomocí interpolace, kdy nejlepší varianta má hodnotu užitku rovnou jedné a nejhorší hodnotu rovnou nule. Hodnoty dílčích funkcí utility jsou vyčísleny v tabulce č. 25.

Varianta	Životnost [roky]	Záruční lhůta [roky]	Zatížení [kg/m <sup>2</sup> ]	Údržba a opravy [body]	Cena [Kč]
<b>Systémy s betonovou krytinou</b>					
<b>Bramac 1</b>	0,80	0,35	0,45	0,83	0,75
<b>Bramac 2</b>	0,86	0,45	0,21	0,83	0,43
<b>KM Beta</b>	0,87	0,43	0,33	0,08	1,00
<b>Systémy s pálenou krytinou</b>					
<b>Tondach 1</b>	0,92	0,50	0,42	0,00	0,46
<b>Tondach 2</b>	1,00	0,55	0,00	0,75	0,00
<b>Bramac 3</b>	0,89	0,47	0,00	0,75	0,00
<b>Systémy s plechovou krytinou</b>					
<b>Ruukki 1</b>	0,00	0,36	1,00	1,00	0,93
<b>Ruukki 2</b>	0,28	1,00	1,00	1,00	0,60
<b>Lindab 1</b>	0,00	0,00	1,00	1,00	0,81
<b>Lindab 2</b>	0,28	0,39	1,00	1,00	0,50

Tabulka 25 - Dílčí funkce utility

## 5.4. Vyhodnocení variant

Pokud jsou určeny váhy kritérií i hodnoty dílčích funkcí užítku pro jednotlivá kritéria, může se přistoupit k celkovému hodnocení každé varianty střešního systému (Tabulka 26). Celkovou utilitu jednotlivých variant (v tabulce druhý sloupec zprava) určíme sumou vážených průměrů dílčích ohodnocení.



Varianta	Životnost [roky]	Záruční lhůta [roky]	Zatížení [kg/m <sup>2</sup> ]	Údržba a opravy [body]	Cena [Kč]	Celková utilita	Pořadí
	<b>0,27</b>	<b>0,11</b>	<b>0,07</b>	<b>0,09</b>	<b>0,45</b>		
<b>Systémy s betonovou krytinou</b>							
<b>Bramac 1</b>	0,80	0,35	0,45	0,83	0,75	0,709	<b>2</b>
<b>Bramac 2</b>	0,86	0,45	0,21	0,83	0,43	0,571	<b>5</b>
<b>KM Beta</b>	0,87	0,43	0,33	0,08	1,00	0,771	<b>1</b>
<b>Systémy s pálenou krytinou</b>							
<b>Tondach 1</b>	0,92	0,50	0,42	0,00	0,46	0,546	<b>6</b>
<b>Tondach 2</b>	1,00	0,55	0,00	0,75	0,00	0,403	<b>9</b>
<b>Bramac 3</b>	0,89	0,47	0,00	0,75	0,00	0,364	<b>10</b>
<b>Systémy s plechovou krytinou</b>							
<b>Ruukki 1</b>	0,00	0,36	1,00	1,00	0,93	0,622	<b>4</b>
<b>Ruukki 2</b>	0,28	1,00	1,00	1,00	0,60	0,624	<b>3</b>
<b>Lindab 1</b>	0,00	0,00	1,00	1,00	0,81	0,525	<b>7</b>
<b>Lindab 2</b>	0,28	0,39	1,00	1,00	0,50	0,510	<b>8</b>

**Tabulka 26 - Vyhodnocení utilit a celkového pořadí jednotlivých variant**

Z vyhodnocení celkové utility jednotlivých variant vyšly nejlépe varianty se střešními systémy KM Beta, Bramac 1 a Ruukki 2. Tento výsledek je daný především konkrétním nastavením vah kompenzační metodou (s ohledem na postoj investora) a neznamená, že by ostatní střešní systémy byly špatné a nefunkční. Pro investora z Horní Cerekve byla nejdůležitějším kritériem pořizovací cena. Z tohoto důvodu jsou systémy s pálenou krytinou a vyšší cenou až na zadních pozicích. Nejlepším a nejefektivnějším systémem s ohledem na cenu se stal pro tuto stavbu z pohledu investora systém KM Beta, což odpovídá smýšlení a přibližnému nastavení vah většiny obyvatel ČR (KM Beta patří k nejpoužívanějším střešním krytinám u nás).

# Závěr

Tato diplomová práce je členěna na část úvodní teoretickou a část praktickou. První kapitola je věnována vymezení problému pojednáním o základních informacích a technických možnostech šikmých střech. Je zde stručně popsáno, s jakými typy šikmých střech se může obyvatel České republiky nejčastěji setkat, ať už jde o jejich tvarové rozdělení, nosnou střešní konstrukci nebo skladbu střešního pláště. Dále jsou uvedeny a blíže specifikovány tři varianty střešních krytin, jejichž vlastnosti jsou vhodné pro možné řešení rozhodovacího problému v praktické části práce.

Teoretickým základem pro vícekriteriální rozhodování v praktické části práce je druhá kapitola. V této kapitole je nastíněn způsob rozhodování, podle kterého se bude dále postupovat při reálném příkladu výběru střešního systému na daný objekt. Jsou zde i vysvětleny významy jednotlivých faktorů, které budou ovlivňovat výsledek rozhodování. Nástrojem pro reflexi důležitosti daných kritérií v celkovém rozhodovacím procesu jsou tzv. váhy, jejichž metody stanovení jsou v této kapitole definovány.

Cílem diplomové práce je výběr střešního systému na rodinný dům v částečné rekonstrukci v Horní Cerekvi tak, aby byl vybraný systém pro daný objekt co možná nejefektivnějším řešením. V první fázi rozhodování bylo navrženo deset pro investora přijatelných řešení (variant) střešního systému s betonovou, pálenou nebo plechovou krytinou a vhodným okapovým systémem. V rámci každého kritéria byla vyhledána nebo vytvořena data, podle nichž se zjistilo, která varianta střešního systému je v daném kritériu nejlepším nebo nejhorším řešením. Po stanovení vah kritérií kompenzační metodou (s ohledem na postoj investora a majitele nemovitosti) bylo pomocí jedné z metod vícekriteriálního rozhodování rozhodnuto o nejefektivnější variantě střešního systému, kterou se stal systém KM Beta, na druhém místě se umístil střešní systém Bramac 1 a na třetím místě střešní systém Ruukkí 2. Výsledky hodnocení budou předány investorovi, na kterém bude konečné rozhodnutí o volbě střešního systému.

Praktické využití postupu vícekriteriálního rozhodování v této práci je možno analogicky aplikovat nejen na volbu střešního systému, ale i na ostatní stavební konstrukce, ba i na jiná různá rozhodnutí, při kterých není výsledek na první pohled patrný.

## Seznam použité literatury

- [1] FOTR, Jiří, Lenka ŠVECOVÁ, Jiří DĚDINA, Helena HRŮZOVÁ a Jiří RICHTER. *Manažerské rozhodování: postupy, metody a nástroje*. 1. vyd. Praha: EKOPRESS, 2006. 409 s. ISBN 80-86929-15-9.
- [2] OLÁH, Jozef, Marián MIKULÁŠ a Dana MIKULÁŠOVÁ. *Šikmé střechy: konstrukce, skladby, detaily, rekonstrukce*. 1. vyd. Bratislava: Jaga, 2002. 207 s. ISBN 80-88905-77-X.
- [3] SCHUNCK, Eberhard et al. *Atlas střech: šikmé střechy*. 1. české vyd. Bratislava: Jaga, 2003. 449 s. ISBN 80-88905-58-3.
- [4] JELÍNEK, Lubomír. *Tesařské konstrukce*. 2. aktualiz. vyd. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2008. 236 s. ISBN 978-80-87093-74-0.
- [5] HANZALOVÁ, Lenka a Šárka ŠILAROVÁ. *Konstrukce pozemních staveb 40: zastřešení*. Vyd. 2. V Praze: ČVUT, 2009. 244 s. ISBN 978-80-01-04469-8.
- [6] PĚTIVLAS, Filip. *Šikmé střechy u novostaveb a v rámci rekonstrukcí*. Praha, 2012. Bakalářská práce (Bc.). České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební, katedra ekonomiky a řízení stavebnictví. Vedoucí práce Dana Měšťanová.
- [7] CALLIDA, S.R.O. *euroCalc 3* [software]. Dostupné z: [http://www.callida.cz/index.php?option=com\\_cllwebform&id=47](http://www.callida.cz/index.php?option=com_cllwebform&id=47)
- [8] SMUTNÝ, Martin. *Vyhledávání krytin* [online]. [cit. 2014-11-15]. Dostupné z: <http://www.krytiny-strechy.cz/vyhledavani/>
- [9] SMUTNÝ, Martin. *Okapové systémy* [online]. [cit. 2014-11-15]. Dostupné z: <http://www.krytiny-strechy.cz/katalog-pomocny-material/okapove-systemy/>
- [10] BRAMAC. *Historie firmy* [online]. [cit. 2014-10-05]. Dostupné z: <http://www.bramac.cz/o-spolecnosti>
- [11] KM BETA. *O společnosti KM Beta* [online]. [cit. 2014-10-05]. Dostupné z: <http://www.kmbeta.cz/onas.html#nav>
- [12] KM BETA. *KM Beta NEWS* [online]. [cit. 2014-10-05]. Dostupné z: <http://news.kmbeta.cz:85/2011-08/>
- [13] TONDACH. *Historie firmy* [online]. [cit. 2014-10-05]. Dostupné z: <http://www.tondach.cz/proc-tondach/o-spolecnosti/historie>
- [14] TONDACH. *Tondach: Ceník střešních tašek* [online]. [cit. 2014-10-05]. Dostupné z: <http://media.tondach.cz/userfiles/file/pdf/ke-stazeni/tondach-cenik-stresnich-tasek-03-2014.pdf>

- [15] RUUKKI. *Ruukki & SSAB* [online]. [cit. 2014-10-05]. Dostupné z:  
<http://www.ruukki.cz/Ruukki--SSAB>
- [16] LINDAB. *Střešní systémy LINDAB* [online]. [cit. 2014-10-05]. Dostupné z:  
<http://www.lindabstrechy.cz/>
- [17] BRAMAC. *Přehled a ceník prvků - 2014* [online]. [cit. 2014-11-08]. Dostupné z:  
<http://www.bramac.cz/uploads/assets/a4-bramac-cenik-02x2014-nahled-1.pdf>
- [18] KM BETA. *Ceník výrobků 2014* [online]. [cit. 2014-11-08]. Dostupné z:  
[http://www.kmbeta.cz/images1/pdf/spolecny\\_cenik\\_KMBETA\\_2014.pdf?v=1420018599](http://www.kmbeta.cz/images1/pdf/spolecny_cenik_KMBETA_2014.pdf?v=1420018599)
- [19] TONDACH. *ZÁRUKA TONDACH All inclusive* [online]. [cit. 2014-11-08].  
Dostupné z: <http://www.tondach.cz/proc-tondach/tondach/zaruka-tondach-all-inclusive>
- [20] RUUKKI. *Katalog produktů* [online]. [cit. 2014-11-08]. Dostupné z:  
[http://www.ruukkistrechy.cz/~/\\_media/Czech%20Republic/Files/Roofs/Brochures/Katalog%20produktu.pdf](http://www.ruukkistrechy.cz/~/_media/Czech%20Republic/Files/Roofs/Brochures/Katalog%20produktu.pdf)
- [21] LINDAB. *Záruční list* [online]. [cit. 2014-11-08]. Dostupné z:  
<http://www.lindabstrechy.cz/pdf/Lindab-zarucni-list.pdf>
- [22] SKUPINA ČEZ. *Ztráty energie* [online]. [cit. 2014-11-08]. Dostupné z:  
[http://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/encyklopedie-energetiky/06/ztraty\\_3.html](http://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/encyklopedie-energetiky/06/ztraty_3.html)

## Seznam tabulek

Tabulka 1 - Výkaz výměr společných konstrukcí .....	42
Tabulka 2 - Položkový rozpočet společných konstrukcí [7] .....	44
Tabulka 3 - Rekapitulace rozpočtu pro společné konstrukce [7] .....	44
Tabulka 4 - Výkaz výměr pro odlišné konstrukce.....	45
Tabulka 5 - Rekapitulace rozpočtu pro Bramac 1 [7] .....	46
Tabulka 6 - Rekapitulace rozpočtu pro Bramac 2 [7] .....	46
Tabulka 7 - Rekapitulace rozpočtu pro KM Beta [7] .....	47
Tabulka 8 - Rekapitulace rozpočtu pro Tondach 1 [7].....	47
Tabulka 9 - Rekapitulace rozpočtu pro Tonadach 2 [7] .....	48
Tabulka 10 - Rekapitulace rozpočtu pro Bramac 3 [7] .....	48
Tabulka 11 - Rekapitulace rozpočtu pro Ruukki 1 [7] .....	49
Tabulka 12 - Rekapitulace rozpočtu pro Ruukki 2 [7] .....	49
Tabulka 13 - Rekapitulace rozpočtu pro Lindab 1 [7].....	50
Tabulka 14 - Rekapitulace rozpočtu pro Lindab 2 [7].....	50
Tabulka 15 - Pořizovací náklady střešních systémů.....	51
Tabulka 16 - Životnosti střešních systémů .....	53
Tabulka 17 - Vyhodnocení kritéria životnost [7, 8, 9] .....	54
Tabulka 18 - Záruční lhůty střešních systémů [17, 18, 19, 20, 21] .....	56
Tabulka 19 - Záruční lhůta jako kritérium .....	57
Tabulka 20 - Zatížení střešní konstrukce [8].....	59
Tabulka 21-Údržba a opravy střešních systémů – hodnocení .....	61
Tabulka 22 - Údržba a opravy jako kritérium .....	61
Tabulka 23 - Stanovení vah kompenzační metodou [1].....	62
Tabulka 24 – Matice důsledků .....	63
Tabulka 25 - Dílčí funkce utility .....	64
Tabulka 26 - Vyhodnocení utilit a celkového pořadí jednotlivých variant .....	65

## Seznam obrázků

Obrázek 1 - výkres krovu (půdorys).....	31
Obrázek 2 - výkres krovu (řez A).....	31
Obrázek 3 - výkres krovu (řez B a řez C).....	32
Obrázek 4 - řez navrženým střešním pláštěm.....	33

# **Seznam příloh**

- Příloha 1 – Položkový rozpočet pro BRAMAC 1
- Příloha 2 – Položkový rozpočet pro BRAMAC 2
- Příloha 3 – Položkový rozpočet pro KM Beta
- Příloha 4 – Položkový rozpočet pro Tondach 1
- Příloha 5 – Položkový rozpočet pro Tondach 2
- Příloha 6 – Položkový rozpočet pro BRAMAC 3
- Příloha 7 – Položkový rozpočet pro Ruukki 1
- Příloha 8 – Položkový rozpočet pro Ruukki 2
- Příloha 9 – Položkový rozpočet pro Lindab 1
- Příloha 10 – Položkový rozpočet pro Lindab 2