

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



**DIPLOMOVÁ PRÁCE
Multikriteriální hodnocení konstrukcí
střešního pláště**

Bc. Jan Kašpar

2017

Vedoucí diplomové práce: Ing. Rostislav Šulc, Ph.D.



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Kašpar Jméno: Jan Osobní číslo: 460263
Zadávací katedra: Katedra technologie staveb - k122
Studijní program: (N3607) Stavební inženýrství
Studijní obor: (3607T045) Příprava, realizace a provoz staveb

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Multikriteriální hodnocení konstrukcí střešního pláště
Název diplomové práce anglicky: Multicriterial Evaluation of roof cladding structure

Pokyny pro vypracování:

- Zpracování základního přehledu konstrukčních řešení provádění skladby střešních konstrukcí pro šikmé a ploché střechy.
- Pro šikmé střechy zpracovat 4 rozdílné skladby střešního pláště s různým umístěním funkčních vrstev, každou skladbu zpracovat v různých materiálových řešeních.
- Pro ploché střechy zpracovat alespoň 2 varianty skladby střešního pláště.
- Každá varianta bude obsahovat: detail skladby střechy, popis, tepelně technické posouzení, rozpočet, tech. postup.
- Popis výhod a nevýhod jednotlivých konstrukčních řešení, zpracovat detail - nároží, úžlabí, hřeben - vaznice.
- Kritéria hodnocení jednotlivých skladeb součinitel prostupu tepla, cenová kalkulace, tech. náročnost atd.
- Vyhodnocení jednotlivých variant.

Seznam doporučené literatury:

- ČESKO. 2005. Tepelná ochrana budov - Část 1: Terminologie. 2005. ČSN 73 0540-1
- ČESKO. 2005. Tepelná ochrana budov - Část 3: Návrhové hodnoty veličin. 2005. ČSN 73 0540-3
- ČESKO. 2012. Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky. 2012. ČSN 73 0540-2
- KUTNAR, Z., et al. Šikmé střechy.
- KUTNAR, Z., et al. Ploché střechy.

Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Rostislav Šulc, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 3.10.2016 Termín odevzdání diplomové práce: 8.1.2017
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

Prohlášení

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

V Příbrami 6. 1. 2017

.....

Bc. Jan Kašpar

Poděkování

Děkuji panu Ing. Rostislav Šulc, Ph.D. za odborné vedení při psaní diplomové práce. Také bych rád poděkoval panu Cejnarovi za zapůjčení studentské verze programů Kros 4. V neposlední řadě bych též chtěl poděkovat své rodině za podporu, která mi byla poskytnuta během psaní.

Abstrakt

Diplomová práce se bude zabývat multikriteriálním hodnocením konstrukcí střešního pláště. Teoretická část bude zaměřena především na vlivy působící na střešní konstrukce, popis vrstev šikmé a ploché střechy a v neposlední řadě budou popsány tepelně technické požadavky, které jsou kladeny na střešní konstrukce.

Aplikační část bude rozdělena na dvě části. V první části se budu zaměřovat na posouzení jednotlivých variant skladeb šikmé střechy na vybraném objektu. Z konstrukčního hlediska se jedná o tepelnou izolaci umístěnou pod nosnou konstrukci, tepelnou izolaci umístěnou pod a mezi nosnou konstrukcí, tepelnou izolaci umístěnou mezi a nad nosnou konstrukcí a skladbu s nadkroevním zateplením. Všechny navržené skladby budou posuzovány z hlediska součinitele prostupu tepla, kondenzace vodní páry a další. Také bude vyhotoveno grafické znázornění pole teplot, rozložení relativní vlhkosti a průběh izotermu. Dále bude vyhotovena kalkulace celé konstrukce šikmé střechy, ze které bude poté provedeno vyhodnocení ekonomických nákladů na šikmou střechu dle jednotlivých schémat. Druhá část bude zaměřena na plochou střechu. Bude obsahovat dvě varianty, na kterých bude provedeno ekonomické vyhodnocení a tepelně technické posouzení stejně jako v první části aplikační části.

Klíčová slova

Střešní konstrukce, šikmá střecha, plochá střecha, tepelná izolace, materiál, součinitel prostupu tepla, parozábrana, kondenzace, detail, teplota, výhody a nevýhody, pole teplot.

Abstract

This thesis will deal with multi-criteria evaluation of roof system construction. The theoretical part will mainly focus on the influences affecting the roof structure, description of sloped and flat roof layers. And finally but not last, a description of thermotechnical requirements imposing roof construction.

The application part will be divided into two parts. The first part will focus on the assessment of individual variants of sloped roof strata on a selected object. From a structural point of view we can place thermal insulation below the supporting structure, below and in between of the supporting structure, below and above of the supporting structure or we can make a roof strata with thermal insulation placed above the rafters. All designed roof compositions will be evaluated in term of heat transfer coefficient, water vapor condensation and others. A graphical representation of range of temperatures will also be made as well as distribution of relative humidity and the isotherm curve. Thereafter a calculation of a whole construction of a sloped roof will be made, from which the economic costs on a sloped roof will be evaluated according to various schemes. The second part will focus on the flat roof containing two variants of the roof layers composition. Same economic evaluations and thermotechnical assessments will be carried out as in the first application part.

KeyWords

Roof construction, sloped roof, flat roof, thermal insulation, heat transfer coefficient, vapor barrier, condensation, detail, temperature, advantages and disadvantages, range of temperatures

Obsah

1. Úvod.....	1
2. Cíl práce	2
3. Teoreticko-metodická část	3
3.1. Literární rešerše a úvod do problému.....	3
3.1.5 Tepelně technické požadavky	13
3.1.6 Střešní plášť	23
3.1.7 Typologie skladeb střešního pláště – Šikmá střecha.....	36
3.1.8 Typologie skladeb střešního pláště – Plochá střecha.....	44
3.1.9 Softwary a programy.....	49
3.2. Hypotézy.....	51
3.3. Metodika práce	52
4. Aplikační část a diskuse výsledků.....	53
4.1. Aplikační části.....	53
4.1.1 Kritéria hodnocení	54
4.1.2 Hodnocené varianty šikmých střech.....	55
4.1.3 Hodnocené varianty plochých střech.....	160
4.2. Diskuse výsledků.....	185
4.2.1. Vyhodnocení hypotéz.....	185
4.2.2. Multikriteriální hodnocení skladeb	186
5. Závěr	189
Seznam zdrojů.....	190
Seznam obrázků	193
Seznam tabulek	198

1. Úvod

V dnešní době jsou velké nároky na vytápění objektu, a proto tyto požadavky vedou k vyvíjení dokonalejších zateplovacích systémů. Tyto systémy vedou k finančním úsporám při vytápění.

Tato diplomová práce se zaměřuje na konstrukční a na materiálové varianty tepelných izolací střešní konstrukce.

Střecha musí plnit určité funkce, mezi které patří ochrana proti klimatickým vlivům a zabezpečení požadovaného stavu vnitřního prostředí budovy. Proto se střešní konstrukce řadí mezi kritické části objektu.

Zateplení střechy se provádí, aby bylo zabráněno úniku tepla a bylo umožněno využití podkroví jako obytný prostor. V posledních letech prošly tepelné izolace velkou inovací, protože se snažíme snížit tepelné mosty a zlepšit součinitel prostupu tepla, abychom dosáhli minimálních nákladů na vytápění.

Diplomová práce je rozdělena na teoretickou a aplikační část. V teoretické části jsou uvedeny informace o základních vlivů působící na střešní konstrukci. Dále tato část obsahuje základní požadavky na zateplení střech, konstrukční řešení střešních pláštů s popisem jednotlivých vrstev, které přímo ovlivňují tepelně-technické posouzení.

Aplikační část je rozdělena na dvě části. První část je zaměřena na šikmou střechu, kde bude navrženo 8 skladeb dle předem určených kritérií. Bude se jednat o 4 rozdílné skladby střešního pláště s různým umístěním funkčních vrstev. Zároveň však bude každá varianta zpracovaná ve dvou materiálových řešeních. Druhá část bude zaměřena na plochou střechu. V této části se bude jednat o 2 varianty skladeb střešního pláště s rozdílnými materiály. V obou částech budou popsány výhody a nevýhody jednotlivých skladeb. U každé skladby budou zpracovány dva detaily u šikmých střech (nároží, hřeben/vaznice) u plochých střech (atika, vpust). Všechny skladby budou též vyhodnoceny hrubým rozpočtem dle přiloženého schématu střechy.

2. Cíl práce

Cílem (diplomové) práce je zpracovat multikriteriální hodnocení konstrukcí střešního pláště. Zpracovat základní přehled konstrukčních řešení provádění tepelné izolace šikmých a plochých střech. Popsat výhody a nevýhody jednotlivých konstrukčních řešení a vyhotovit základní rozpočet. Celkové vyhodnocení jednotlivých variant.

3. Teoreticko-metodická část

3.1. Literární rešerše a úvod do problému

Ve 21. století jsou kladeny velké požadavky na snížení energetické náročnosti budov. Těmito požadavky a další problematikou střešních konstrukcí, jako je například zvolení správného materiálového a konstrukčního systému tepelné izolace, se zabývá mnoho odborných publikací.

Mezi nejčastější používané pojmy, které jsou skloňovány s touto problematikou, patří ekonomika a ekologie. Tyto slova vyjadřují především vztah člověka k životnímu prostředí, který je v protikladu k jeho pohodlnosti. Jak je uvedeno v publikaci od Romana Šubrta.

„Zvykli jsme si na teplo po celý rok a protože víme, že jeho výroba poškozuje nenávratným způsobem přírodu a koneckonců je i finančně náročná, snažíme se vyrobené teplo uchovat a využít ho co nejvíce. S novými materiály a technologiemi není již možné ke stavbě přistupovat empiricky a říci, že se to prostě dělalo vždycky tak a tak, tudíž to budeme dělat stále stejně. Tento přístup, mnohdy prosazovaný dělníky neochotnými se nechat poučit nebo se naučit něco nového, vede k zakonzervování chybných technologií a postupů. I u nových domů, kde by měly být tepelné izolace v pořádku, tím vznikají problematická místa“ [1].

Mnoho autorů odborných publikací popisuje střešní konstrukci jako celek, který chrání před ochlazováním v zimě a přehříváním v létě. Návrh konstrukčního řešení střešní konstrukce ovlivňuje tepelnou stabilitu, odvádění dešťové vody a také zamezuje pronikání vlhkosti, která vznikla vnitřním provozem, směrem do konstrukce. Dále se v odborných knihách uvádí, že navlhání tepelné izolace zhoršuje tepelně technické vlastnosti izolací a kondenzace může vést až k uhnívání, či destrukci dřevěných prvků.

Spatně navržená skladba střešní konstrukce může mít fatální následky na mikroklima v objektu. Jak je uvedeno v publikaci od Romana Šubrta.

„Je samozřejmě nutné vždy najít optimální způsob řešení daného problému, protože jeho nevhodné řešení může napáchat více škody než užitku. Například do ploché střechy nevhodně přidaná tepelná izolace či hydroizolace může ve svém důsledku zhoršit její kvalitu při zvýšených nákladech ne realizaci“ [1].

V dnešní době dochází k mnoha výzkumům nových možných variant, jak z hlediska materiálového tak technologického složení střešního pláště. Avšak musíme uvažovat a dbát na okrajové podmínky, mezi které patří například tvar a sklon střechy, nadmořská výška a charakteristika vzduchu.

3.1.1 Termíny a definice – obecně o střeše

Dle ČSN-73-1901_2011 Navrhování střeš [2],

- **střecha; střešní konstrukce:**

stavební konstrukce nad chráněným (vnitřním) prostředím, vystavená přímému působení atmosférických vlivů, podílející se na zabezpečení požadovaného stavu prostředí v objektu; sestává z nosné střešní konstrukce, jednoho nebo několika střešních pláštů oddělených vzduchovými vrstvami a doplňkových konstrukcí a prvků.

- **plochá střecha**

střecha se sklonem vnějšího povrchu $\alpha \leq 5^\circ$

- **šikmá střecha**

střecha se sklonem vnějšího povrchu $5^\circ < \alpha \leq 45^\circ$

- **strmá střecha**

střecha se sklonem vnějšího povrchu $45^\circ < \alpha < 90^\circ$

- **nepochůzná střecha**

střecha, umožňující přístup pouze pro kontrolu stavu konstrukce i zařízení na střeše a nezbytnou údržbu

- **pochůzná střecha; provozní střecha**

střecha využívaná pro účely dopravy, rekreace, umístění speciálního technologického vybavení objektů apod.

- **nosná konstrukce střechy; nosná střešní konstrukce**

část střechy přenášející zatížení od jednoho nebo několika střešních pláštů, doplňkových konstrukcí a prvků i vody, sněhu, větru, provozu apod. do ostatních nosných částí a konstrukcí stavby

- **střešní plášť**

část střechy tvořená nosnou vrstvou střešního pláště, k níž jsou zpravidla přiřazeny některé další vrstvy v závislosti na funkci pláště (vrstva hydroizolační, tepelněizolační, spádová, podkladní, parotěsná, expanzní, pojistná, doplňková nebo pomocná hydroizolační, vzduchotěsná, ochranná, provozní, pohledová, dilatační, separační, spojovací, stabilizační, drenážní, filtrační, hydroakumulační a podhledová).

- **skladba střechy; střešní souvrství**

výsek ze střešní konstrukce tvořený vrstvami střechy

- **jednoplášťová střecha**

střecha zajišťující všechny funkce jedním střešním pláštěm

- **jednoplášťová střecha klasické skladby**

střecha s hydroizolační vrstvou nad tepelněizolační vrstvou

- **jednoplášťová střecha inverzní skladby; střecha o opačném pořadí vrstev či střecha obrácená**

střecha s hydroizolační vrstvou umístěnou pod vrstvou tepelněizolační

- **dvouplášťová střecha**

střecha, zajišťující všechny funkce dvěma střešními plášti (horní plášť – dolní plášť, nebo také vnější plášť – vnitřní plášť), mezi nimiž je vzduchová vrstva

- **dvouplášťová střecha nevětraná**

dvouplášťová střecha, jejíž vzduchová vrstva je vůči vnějšímu prostředí uzavřena

- **dvouplášťová střecha větraná**

dvouplášťová střecha, jejíž vzduchová vrstva je napojena na vnější prostředí způsobem, který umožňuje proudění vzduchu v meziplášťovém prostoru

- **několikaplášťová střecha**

střecha vytvořená několika střešními plášti oddělenými od sebe vzduchovými vrstvami

- **kombinovaná střecha**

střecha vytvořená kombinací klasické a inverzní skladby v rámci jednoplášťové konstrukce či v rámci dvouplášťové konstrukce užitím inverzní skladby v horním plášti

3.1.2 Termíny a definice – vrstvy a konstrukční části střechy

Dle ČSN-73-1901_2011 Navrhování střech [2],

- **hydroizolace**

izolace chránící stavební konstrukci nebo její část, popř. vnitřní nebo vnější prostředí před nežádoucím vnikáním vody

- **hlavní hydroizolační vrstva**

vrstva s hlavní hydroizolační funkcí ve stavební konstrukci, vystavená přímému namáhání vodou

- **pojistná hydroizolační vrstva**

vrstva chránící stavební konstrukci nebo prostředí před vodou v případě poruchy hlavní hydroizolační vrstvy

- **doplňková hydroizolační vrstva**

vrstva vkládaná pod skládané krytiny, zachycující a odvádějící vodu proniklou skládanou krytinou při extrémním počasí mimo konstrukci střechy (při extrémní hydrofyzikální expozici), příp. odvádějící ze střechy kondenzát tvořící se v některých klimatických situacích na spodním povrchu skládaných krytin

- **parotěsná vrstva, parozábrana**

hydroizolační vrstva podstatně omezující nebo zamezující pronikání vodní páry do stavební konstrukce nebo do vnitřního nebo vnějšího prostředí

- **nosná vrstva**

část střešního pláště přenášející zatížení od vlastní hmotnosti a všech zatížení na ni působících do nosné konstrukce střechy; vymezuje polohu dalších vrstev střešního pláště

- **tepelněizolační vrstva; termoizolační vrstva**

vrstva významně se podílející na dosažení požadovaného teplotního stavu vnitřního prostředí, bránící zejména nežádoucímu úniku tepla vedením z objektů, popř. chránící stavební konstrukce před nepříznivým působením teploty

- **detail střechy; konstrukční detail**

část střechy, kde dochází ke kontaktu skladeb s prostupujícími, ohraničujícími a navazujícími konstrukcemi nebo ke kontaktu různých střešních skladeb a střešních ploch

3.1.3 Termíny a definice – vrstvy a konstrukční části střechy

ČSN-73-0540-1_2005 Tepelná ochrana budov [3],

- **materiál**

hmota, ze které je výrobek/konstrukce nebo jeho vrstva/část vyrobena, bez deklarovaných vlastností, povrchové úpravy, určení způsobu dodání, zabudování do stavby apod.

- **tepelně izolační materiál**

materiál výrazně omezující šíření tepla, vykazující charakteristickou hodnotu součinitele tepelné vodivosti max. 0,1 W/(mK) při referenčních teplotních a vlhkostních podmínkách a daném stáří

- **šíření tepla**

přenos energie vedením nebo prouděním nebo sáláním, nebo jejich vzájemnou kombinací

- **šíření vlhkosti**

přenos vody v kapalném nebo plynném stavu (vodní pára) na základě různých mechanismů, např. difuzí, vlhkostní vodivosti, sáním vody (vzlínavost)

- **šíření vzduchu**

přenos vzduchu na základě rozdílů tlaků vzduchu a proudění vzduchu

- **tepelný most**

část dané stavební konstrukce, kde se její tepelný odpor místně výrazně mění:

- a) úplným nebo částečným průnikem stavební konstrukce nebo vrstvy materiálu s odlišnou tepelnou vodivostí (konstrukce je tepelně nestejnorodá), nebo stavební konstrukce obsahuje alespoň jednu nestejnorodou vrstvu;
- b) změnou tloušťek vrstev stavební konstrukce;
- c) rozdíl mezi vnitřními a vnějšími plochami stavební konstrukce, např. výztužnými žebry

- **lineární tepelný most**

tepelný most (tepelná vazba) se shodnými řezy v jednom směru

- **bodový tepelný most**

tepelný most (tepelná vazba) bez shodných řezů v libovolném směru

3.1.4 Vlivy působící na střešní konstrukce

Střeška je takovou konstrukci, která ohraničuje objekt nad posledním nadzemním podlažím, výjimečně z boku. Konstrukce je namáhaná především povětrnostními vlivy:

- zeměpisná poloha,
 - Teplota,
 - vzduch,
 - sníh,
 - intenzita deště,
 - sluneční záření.
- spád a chemické exhalace,
- biologické a bakteriologické vlivy (hmyz, houby, plísně, ...),
- hluk a chvění,
- vnější a vnitřní provoz (zatížení od provozu, požární bezpečnost, ...),
- vlastní tíha.

Povětrnostní vlivy se liší intenzitou a délkou působení. Dle skupin:

- vlivy stálé (zeměpisná poloha, vlastní tíha, ...)
- vlivy dlouhodobé (např. exhalace tuhých a plyných látek)
- vlivy periodicky se opakující (sluneční záření, kolísání teplot, ...)
- vlivy krátkodobé (déšť, sníh, vítr, ...)
- vlivy mimořádné (např. seismické otřesy)

Při navrhování a dimenzování střešní konstrukce je třeba brát v úvahu zmíněné vlivy, které působí na střechu. Avšak mnoho projektantů nebere tyto faktory za důležité, a i proto nastávají problémy při realizaci a užívání objektu [4].

3.1.4.1 Vlivy zeměpisné polohy

Výškopisné a polohopisné umístění stavby nám určuje povětrnostní vlivy působící na plášť stavebního objektu. Dalším důležitým faktorem je umístění objektu z hlediska okolní zástavby a blízkého okolí.

Př. Budova postavena na návrší bez okolní zástavby bude výrazným způsobem namáhaná působením větru, oproti tomu stavba v údolí nebo v zástavě bude méně namáhaná z hlediska větru.

„Střešní konstrukce musejí být navrženy tak, aby byly schopny odolávat působení klimatických jevů bez zhoršení nebo jen s přípustným zhoršením svých fyzikálních, mechanických a jiných užitných vlastností“ [4],

3.1.4.2 Vliv teploty a vlhkosti vnějšího vzduchu

Mezi hlavní artikly ovlivňující střešní konstrukci patří teplota a vlhkost vnějšího vzduchu. Toto jsou dva faktory, které patří mezi důležité okrajové podmínky pro tepelně-vlhkostní návrh střešního pláště. V návrhu se jedná především o ochranou tepla, kondenzace vodní páry, průvzdušnost a ovlivňování teplot vnitřního vzduchu v objektu. U okrajových podmínek se analyzují především vnější poměry v zimním a letním období. Dále se analyzuje vliv kolísání teplot či vlhkosti v průběhu dne a noci.

Teplota povrchu střešní konstrukce je především závislá na barvě, emisivitě, povrchu krytiny a na tepelné vodivosti vrstev pod povrchem [2].

Při návrhu střešní konstrukce je třeba uvažovat s dilatačními spárami. Tyto spáry se používají z důvodu teplotní roztažnosti. Působení teplot urychlují chemickou korozi a stárnutí použitých materiálů. Teplota a vlhkost má také vliv na zpracování materiálu při realizaci střešní konstrukce [4].

3.1.4.3 Vliv slunečního záření

Přímé sluneční záření zvyšuje povrchovou teplotu materiálů.

Sluneční záření je složeno z více složek. Mezi nejnebezpečnější patří zejména ultrafialové spektrum, které může způsobit až degradaci materiálů. U střešního pláště se jedná především o krytiny a povlakové vrstvy. Tyto materiály musejí vykazovat dostatečnou odolnost proti UV spektru, protože jsou vystaveny přímému záření.

Návrh střešní konstrukce musí obsahovat materiály, které odolávají UV záření. Materiály, které nedokážou odolat ultrafialovému spektru, musí být ve skladbě zabudovány tak, aby nedošlo ani k odraženému záření po dobu životnosti.

3.1.4.4 Vliv atmosférických srážek

Mezi atmosférické srážky patří sníh, vítr a déšť.

Sníh

Vliv sněhu je třeba posoudit především z hlediska zatížení vlastní tíhou. Charakteristická hodnota zatížení sněhu je závislé na sněhové oblasti výskytu objektu (ČSN 73 0035) a k výpočtovému zatížení je třeba znát tíhu sněhu, tvar střechy, tíha střešní konstrukce. Všechny konstrukce a především střechy by měli být navrhovány tak, aby bylo zabráněno k ukládání sněhu.

Pohyb sněhu na střeše je dynamické namáhání konstrukce, které je přímo ovlivněno návrhem tvaru a sklonu střechy. Toto namáhání může způsobit poškození krytiny a konstrukcí, avšak může dojít i k ohrožení lidských životů. Z tohoto důvodu se při návrhu postupuje tak, aby nedošlo k ohrožení provozu okolí stavby (sněhové zachytávače či rozrážející klíny) [5].

Vítr

Stejně jako sníh i vítr způsobuje zatížení na konstrukci. Toto zatížení je větší, čím větší je výška objektu, avšak též záleží na umístění objektu. Zatížení větrem má dvě složky. První z nich je statická, která se projevuje jako tlak, sání nebo tření. Druhá složka je dynamická a ta se projevuje kmitáním konstrukcí ve směru větru.

- rychlost větru (Rychlost větru neustále kolísá, proto je třeba rozlišovat okamžitou rychlost a střední rychlost)
- směr větru (Směr větru se neustále mění, větrná ružice)
- hustota vzduchu (Mění se podle geografické polohy, teploty, složení vzduchu a nadmořské výšky)
- místní podmínky (Jedná se o stínění objektu)
- atmosférický tlak (Pro celkový tlak vzduchu platí Bernoulliho rovnice)

Výraznější namáhání větrem je u okapů, atik, apod. Zde je třeba řešit kotvení jednotlivých vrstev a částí střech. Na zatížení větrem je třeba navrhnout konstrukci a střešní plášť, tak aby nedošlo k porušení materiálu a konstrukce [4].

Děšť

Vliv srážek na zatížení konstrukce se navrhuje dle oblasti intenzity srážek.

Zatížení se dá rozdělit:

- vlastní tíha,
- přímé působení na vnější povrch,
- mechanické účinky.

Střecha musí být navržena tak, aby nedošlo k proniknutí vody do skladby střešního pláště a do interiéru objektu. Při návrhu se musí dbát na dobře navržený odvodňovací systém.

3.1.4.5 Vliv seismicity

U střešní konstrukce se jedná především o správný návrh řešení kotvení a dalších detailů. Hlavní jsou účinné výztužné a stabilizační systémy.

3.1.4.6 Hluk a chvění

Zdroj hluku může být situovaný mimo objekt, připevněný ke střeše nebo umístěný v interiéru budovy i dynamické účinky od větru. Při návrhu je tedy třeba počítat s akustickým namáháním konstrukce.

- Obytné podkroví – posouzení šíření hluku z exteriéru do interiéru,
- výrobní hala – posouzení šíření hluku z interiéru do exteriéru.

Rozlišujeme dvě varianty šíření hluku.

- Přenos hluku vlněním v prostředí, kde je zdroj hluku,
- přenos zvuku kmitáním či chvěním.

Všechny požadavky, které jsou kladeny na konstrukce, z hlediska akustiky jsou uvedeny v ČSN 73 0532 [6].

3.1.5 Tepelně technické požadavky

V této kapitole se budu zabývat tepelně-technickými požadavky na střešní konstrukce. Tyto požadavky jsou uvedeny v ČSN 73 0540-2 a patří mezi ně například [7] : nejnižší povrchová teplota konstrukce, součinitel prostupu tepla, lineární a bodový činitel prostupu tepla, kondenzace vodní páry v konstrukci. V této kapitole se budu také zabývat tepelnými mosty, vzduchotěsností, difúzním odpore, hydroizolační bezpečností a obecnými informacemi o akustice. Akustika bude řešena jen okrajově a řešení požárního hlediska střešních konstrukcí není součástí této diplomové práce.

3.1.5.1 Nejnížší vnitřní povrchová teplota konstrukce

Vnitřní povrchová teplota má velmi velký a přímý vliv na uživatelský komfort. Klesnutím vnitřní povrchové teploty konstrukce pod teplotu rosného bodu, jsou splněny podmínky pro výskyt kondenzace vodní páry na vnitřním povrchu konstrukce. Toto nastává hlavně v zimním období, kdy je venkovní teplota na nejnižší hodnotě.

Při návrhu je tedy důležité provést výpočet nejnižší povrchové teploty dané konstrukce (teplota rosného bodu).

Hlavním důvodem proč je důležité zamezit vzniku kondenzace je výskyt plísní. Riziko vzniku plísně se zvyšuje pokud, relativní vlhkost vnitřního vzduchu v kontaktu s vnitřním povrchem, dosahuje dlouhodobě přes 80 %.

Výpočet dle ČSN 73 0540 (2011)

$$f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N}$$

f_{Rsi} teplotní faktor vnitřního povrchu

$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_{ai} - \theta_e} = 1 - \frac{\theta_{ai} - \theta_{si}}{\theta_{ai} - \theta_e}; \quad \theta_{si} = \theta_{ai} - (1 - f_{Rsi}) \times (\theta_{ai} - \theta_e); \quad f_{Rsi} = 1 - U_x \times R_{si}$$

U_x lokální součinitel prostupu tepla v místě x vnitřního povrchu

$f_{Rsi,N}$ požadovaná hodnota nejnižšího teplotního faktoru vnitřního povrchu, která se určí:

$$f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr}$$

$f_{Rsi,cr}$ je kritický teplotní faktor vnitřního povrchu

$$f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 1 - \frac{237,3 + 2,1 \times \theta_{ai}}{\theta_{ai} - \theta_{ex}} \times \frac{1}{1,1 - 17,269 / \ln \left(\frac{\varphi_{i,r}}{\varphi_{si,cr}} \right)}$$

- θ_{ai} návrhová teplota vnitřního vzduchu [°C]
- θ_{ex} návrhová teplota prostředí přilehlého k vnější straně konstrukce v zimním období [°C]
- θ_{si} vnitřní povrchová teplota v daném místě [°C]
- θ_e návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období [°C]
- R_{si} odpor při přestupu tepla na vnitřní straně [W/(m²K)]
- $\varphi_{i,r}$ relativní vlhkost vnitřního vzduchu [%]
- $\varphi_{si,cr}$ kritická vnitřní povrchová vlhkost [%], nesmí být pro danou konstrukci překročena. Pro výplně otvoru $\varphi_{si,cr} = 100$ % (riziko orosování) a pro ostatní konstrukce $\varphi_{si,cr} = 80$ % (riziko růstů plísní).

Tabulka 1: Kritický teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$ pro návrhovou relativní vlhkost vnitřního vzduchu $\varphi_{i,r} = 50$ % / Teplota odpovídající teplotnímu faktoru vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$ pro návrhovou relativní vlhkost vnitřního vzduchu $\varphi_{i,r} = 50$ %.

Konstrukce	Návrhová teplota vnitřního vzduchu θ_{ai} [°C]	Návrhová venkovní teplota θ_e [°C]			
		-13	-16	-18	-21
		Kritický teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$ [-] / vnitřní povrchová teplota odpovídající kritickému teplotnímu faktoru $f_{Rsi,cr}$ [°C]			
Stavební konstrukce	20,0	0,748/11,68	0,751/11,02	0,764/11,02	0,781/11,02
	20,3	0,750/11,98	0,752/11,30	0,765/11,30	0,782/11,30
	20,6	0,751/12,23	0,754/11,58	0,766/11,58	0,783/11,58
	20,9	0,753/12,50	0,755/11,86	0,768/11,86	0,784/11,86
	21,0	0,753/12,60	0,756/11,96	0,768/11,96	0,785/11,96

Zdroj: ČSN 73 0540 (2011)

Hodnoty jsou s bezpečnostní vlhkostní přírůzkou $\Delta \varphi_i = 5$ %.

3.1.5.2 Součinitel prostupu tepla

Součinitel prostupu tepla je základní veličinou, která charakterizuje tepelně izolační vlastnosti konstrukce. Je to údaj, který nám určuje, kolik tepla projde m² konstrukce při teplotním spádu 1K. Teplota je udávána ve Watech.

Při výpočtu součinitele prostupu tepla je nutné uvažovat s vlivem tepelných mostů, uložením a ochranou tepelné izolace. Ve skladbě je velmi důležité minimalizovat tepelné mosty [8].

Součinitel prostupu tepla se vypočte:

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_{si} + R + R_{se}}$$

$$R_{si} = \frac{1}{h_{si}}, \quad R = \frac{d}{\lambda}, \quad R_{se} = \frac{1}{h_{se}}, \quad \lambda = L \times d$$

U je součinitel prostupu tepla [W/(m²K)]

R_T je odpor konstrukce [(m²K)/W]

R_{si} je odpor konstrukce při přestupu tepla na vnitřní stranu [(m²K)/W]

R_{se} je odpor konstrukce při přestupu tepla na vnější stranu [(m²K)/W]

R je tepelná odpor konstrukce [(m²K)/W]

h_{si} je součinitel přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce [W/(m²K)]

h_{se} je součinitel přestupu tepla na vnější straně konstrukce [W/(m²K)]

λ je součinitel tepelné vodivosti [W/(mK)]

d je tloušťka konstrukce (vrstvy) [m]

Pro šikmé střechy, které jsou umístěny nad prostory, kde relativní vlhkost vnitřního vzduchu je φ_{i,r}<60% a návrhová vnitřní teplota θ_{ai} = 20 °C¹ platí hodnoty z tabulky 2.

Tabulka 2: Vybrané hodnoty součinitele prostupu tepla

Konstrukce	U _{N,20} [W/(m ² K)]		
	Požadovaná hodnota U _{n,20}	Doporučená hodnota U _{rec,20}	Doporučená hodnoty pro pasivní domy U _{pas,20}
Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Střecha strmá se sklonem nad 45°	0,30	0,20	0,18 až 0,12

Zdroj: ČSN 73 0540 (2011)

¹ Návrhová vnitřní teplota 20 °C se uvažuje pro všechny obytné a občanské budovy s dlouhodobým pobytem lidí. Pro jiné budovy se uvažuje návrhová vnitřní teplota v intervalu mezi 18 °C a 22 °C včetně.

3.1.5.3 Lineární a bodový činitel prostupu tepla

Lineárním či bodovým činitelem prostupu tepla je zvýšení tepelného toku a označuje se ψ [W/(m.K)] a χ [W/K]. Zároveň je třeba si uvědomit, že tyto pojmy nemají žádný fyzikální opodstatnění. To znamená, že se nejedná o fyzikální veličiny, ale pouze o zavedené konstanty, které vyjadřují rozdíl mezi jednorozměrným vedením a dvoj- či trojrozměrným. Jedná se tedy o rozdíl skutečného stacionárního vedení tepla a teoretickým jednorozměrným stacionárním vedením tepla, nikoli o vlastnosti materiálu (konstrukce) či geometrické řešení.

V ČSN 73 0540-2 jsou uvedeny požadavky na lineární činitele prostupu tepla. Pro každou tepelnou vazbu musí být splněna podmínka:

$$\psi_k \leq \psi_{k,N}$$

ψ_k lineární činitel prostupu tepla [W/(mK)]

$\psi_{k,N}$ požadovanou hodnotou lineárního činitele prostupu tepla [W/(mK)]

$$\psi_{k,N} = \psi_{k,N,20} \times \frac{700}{\theta_{ai} \times (\theta_{ai} - \theta_e)}$$

$\psi_{k,N,20}$ základní hodnotou lineárního činitele prostupu tepla z tabulky 3 [W/(mK)]

θ_{ai} návrhová teplota vnitřního vzduchu [°C]

θ_e návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období [°C]

$$\chi \leq \chi_N$$

χ bodový činitel prostupu tepla [W/K]

χ_N požadovanou hodnotou bodového činitele prostupu tepla z tabulky 3 [W/K].

Tabulka 3: Vybrané hodnoty lineárního činitele prostupu tepla

Lineární tepelná vazba	Lineární činitel prostupu tepla [W/(mK)]		
	Požadovaná hodnota $\psi_{k,N}$	Doporučená hodnota ψ_{rec}	Doporučená hodnota pro pasivní budovy ψ_{pas}
Vazba mezi vnější stěnou a další konstrukci s výjimkou výplně otvorů (např. strop, střecha, balkon,...)	0,20	0,10	0,05
Vazba mezi střechou a výplní otvoru (např. střešní okno, světlík,...)	0,30	0,10	0,02
Bodová tepelná vazba	Bodový činitel prostupu tepla [W/K]		
	χ_N	χ_{rec}	χ_{pas}
Průnik tyčových konstrukcí (např. sloupy, nosníky, konzoly,...) vnější stěnou, podhledem nebo střechou	0,4	0,1	0,02

Zdroj: ČSN 73 0540 (2011)

3.1.5.4 Kondenzace vodní páry v konstrukci

Kondenzace vodní páry vzniká, když je teplota na vnitřním povrchu konstrukce nižší, než je teplota rosného bodu. U stavební konstrukce, která je vystavena rozdílné vlhkosti v obklopujícím vzduchu, dochází k průchodu vodní páry. V místě, kde je teplota nízká se změní vodní pára v kondenzát (změna skupenství)². Kondenzace je nežádoucí, protože zhoršuje mechanické a stavebně fyzikální vlastnosti materiálu, který je umístěn uvnitř střešního pláště. Dále tento negativní proces ovlivňuje nosnou konstrukci střechy a především její životnost [9].

Norma ČSN 73 0540-2 v čl. 6.1.1 vyžaduje, aby byly bez kondenzace vodní páry uvnitř konstrukce navrženy všechny konstrukce, u kterých by zkondenzovaná vodní pára ohrozila jejich požadovanou funkci. Za ohrožení je považováno snížení životnosti, objemové změny materiálů, výrazné zvýšení hmotnosti či taková vlhkost materiálu, který by mohl způsobit degradaci materiálu.

² Změna skupenství z plynného na kapalné, opak tohoto procesu je vypařování (změna skupenství z kapalné na plynné)

Dle normy ČSN 73 0540-2 a článku v této normě 6.1.2. je u ostatních konstrukcích kondenzace vodní páry uvnitř skladby přípustná, pokud jsou splněny následující podmínky:

- Zkondenzovaná vodní pára neohrozí požadovanou funkci konstrukce.
- U stavební konstrukce, kde by mohla zkondenzovaná vodní pára ohrozit požadovanou funkci, nesmí dojít ke kondenzaci vodní páry uvnitř konstrukce, platí tedy:

$$M_c = 0 \text{ [kg/(m}^2 \cdot \text{a)]}$$

- U stavební konstrukce, kde kondenzace vodní pára uvnitř konstrukce neohrozí požadovanou funkci, je vyžadováno omezení množství zkondenzované páry dle podmínky:

$$M_c \leq M_{c,N} \text{ [kg/(m}^2 \cdot \text{a)]}$$

- Pro jednoplášťovou střechu, ve které jsou zabudovány dřevěné prvky, vnější tepelněizolační systém, vnější obklad nebo se jedná o jinou obvodovou konstrukci s difúzně málo propustným vnějším povrchem, je nižší z hodnot:

$$M_{c,N} = 0,10 \text{ [kg/(m}^2 \cdot \text{a)]}$$

- nebo 3% plošné hmotnosti materiálu, ve kterém dochází ke kondenzaci, pokud je jeho objemová hmotnost vyšší než 100 kg/m^3 . U materiálů s objemovou hmotností $\rho \leq 100 \text{ kg/m}^3$ se používá 6% jeho plošné hmotnosti.

Pro ostatní stavební konstrukce je nižší z hodnot:

$$M_{c,N} = 0,50 \text{ [kg/(m}^2 \cdot \text{a)]}$$

- Nebo 3% plošné hmotnosti materiálu, ve kterém dochází ke kondenzaci, pokud je jeho objemová hmotnost vyšší než 100 kg/m^3 . U materiálů s objemovou hmotností $\rho \leq 100 \text{ kg/m}^3$ se používá 6% jeho plošné hmotnosti.

U konstrukcí, které mají připuštěnou omezenou kondenzaci vodní páry uvnitř konstrukce, musí dojít během roční bilance kondenzátu k vypaření. Vypaření znamená to, že v konstrukci po roční bilanci nesmí zůstat žádná zkondenzovaná vodní pára, která by trvale zvyšovala vlhkost stavební konstrukce.

Dle ČSN 73 0540 (2011) Musí platit:

$$M_c < M_{cv}$$

M_c je roční množství zkondenzované vodní páry $[\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})]$

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

Hlavních nosné prvky:

Hlavní nosné prvky³, u kterých by zvýšená vlhkost znamenala snížení životnosti či dokonce destrukci je vhodné volit umístění mimo kondenzační zónu. Tyto prvky též nesmí být umístěny mezi vrstvami, které mají omezenou propustnost vodní páry. Nejlepší variantou je, aby nosné prvky neprocházely tepelně izolační obálkou budovy do venkovního prostředí.⁴

3.1.5.5 Tepelné mosty

Tepelným mostem je místo, ve kterém dochází k vícerozměrnému vedení tepla. Tepelné mosty mohou být způsobeny prouděním, vedením či sáláním. Ve stavebnictví se setkáváme především s tepelnými mosty způsobeny vedením.

a) Tepelné mosty vedením

Rozdělení:

- Tepelná vazba: typ tepelného mostu vznikající stykem dvou různých konstrukcí (např. okenní ostění, roh budovy) viz. 3.1.5.3
- Tepelné mosty v konstrukci:
 - Nahodilé: způsobené nepravidelným promaltováním cihel nebo konzolou na parabolu, která jde skrz tepelnou izolaci
 - Systematické: krokve nebo hmoždinky kotvící tepelnou izolaci apod.

Všechny důležité detaily je třeba řešit tak aby splňovali:

- po celou dobu životnosti nesmí dojít k porušení konstrukce,
- vnitřní povrch konstrukce musí mít takovou teplotu, aby na ní nerostly plísně,
- detail musí umožňovat, aby stavba byla plně funkční, tedy musí mít příslušnou nosnost dle umístění,
- musí být vzduchotěsný,
- musí být na stavbě realizovatelný [10].

b) Tepelné mosty prouděním:

Tyto tepelné mosty mohou vznikat především tam, kde do konstrukce proniká vzduch z exteriéru.

c) Tepelné mosty sáláním:

Mohou vznikat tam, kde tepelná izolace z reflexního materiálu a ten se dotýká jiné konstrukce, tak tam dochází k omezení výměny tepla jako v ostatních místech.

³ Nosné prvky: krokve, vaznice apod.

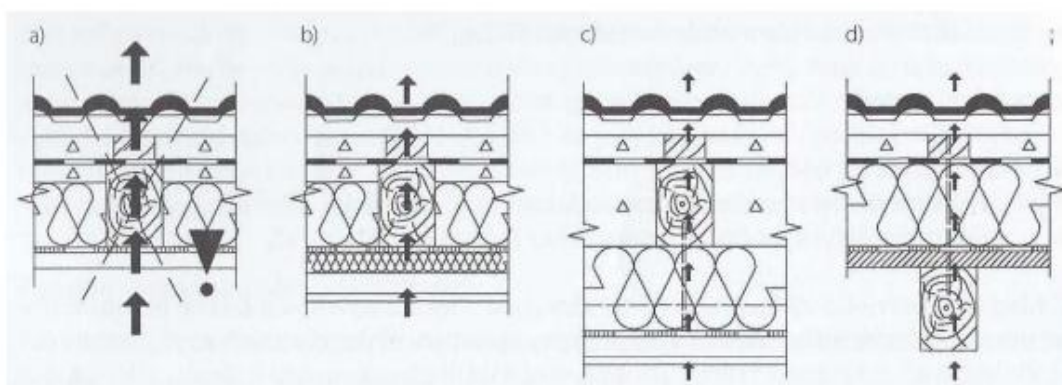
⁴ Umístění ve vnitřním prostředí.

Tepelné mosty vznikají především tam, kde je menší tloušťka tepelné izolace nebo tam kde izolaci prochází jiný stavební prvek například krokev.

Při vzniku tepelného mostu nastává:

- zvýšení tepelných ztrát budovy,
- snížení vnitřní povrchové teploty v zimním období,
- snížení součinitele prostupu tepla konstrukcí,
- riziko vzniku kondenzace [4].

Obrázek 1: Polohy tepelných mostů



Zdroj: Konstrukce šikmých střech, Straka, et al. 2013

- Tepelná izolace mezi krokvemi – chybí tepelná izolace nad nosným prvkem nebo pod nosným prvkem – Výrazný liniový tepelný most
- tepelná izolace mezi a pod krokvemi – liniový tepelný most
- tepelná izolace pod krokvemi – bodový most způsobený kotvicími prvky,
- tepelná izolace nad krokvemi – bodové mosty způsobený kotvicích prvků.

3.1.5.6 Vzduchotěsnost

Vzduchotěsníci vrstva musí především odolávat tlaku vzduchu, který vzniká v důsledku rozdílů tepla. Interiérová část skladby střechy musí být navržena jako vzduchotěsná, protože vzduch proudící z vnitřní do vnější části skladby transportuje vodní páru, která zde může zkondenzovat viz. 3.1.5.4. Naopak z exteriéru může proudit chladný vzduch, který rapidně snižuje účinnost tepelné izolace a vnitřní povrchovou teplotu podhledu.

Pokud nastanou extrémní podmínky, může dojít k tepelným ztrátám. K tepelným ztrátám dochází, pokud se chladný vzduch dostane do interiéru, kdy zvýší celkovou výměnu vzduchu v určitém místě a snižuje tím komfort interiéru.

Naopak v letních měsících často dochází k přehřívání interiéru a tím je spojená kvalita mikroklimatu, která se při přehřívání místnosti snižuje. Po souhlasu investora je možné připustit krátkodobé překročení požadované hodnoty nejvyšší denní teploty⁵ vzduchu v místnosti.

Měření vzduchotěsnosti – diagnostická metoda (tzv. Blower-door test)

Blower-door test se řadí mezi detekční metody na zjištění vzduchotěsnosti obálky budovy. Pomocí ventilátoru umístěným ve dveřním nebo okenním otvoru se uměle vytvoří podtlak či přetlak uvnitř vyšetřované stavby. Poté nastává čas sledování změn tlakových rozdílů a část výpočtová, z těchto částí se dá určit hodnota celkové intenzity. Platí čím je tato hodnota nižší, tím je obálka budovy těsnější [8].

Tabulka 4: Doporučené hodnoty celkové intenzity výměny vzduchu

Větrání v budově	Doporučená hodnota celkové intenzity výměny vzduchu $n_{50,N}$ [h^{-1}]	
	Úroveň 1	Úroveň 2
Přírozené nebo kombinované	4,5	3
Nucené	1,5	1,2
Nucené se zpětným získáním tepla	1,0	0,8
Nucené se zpětným získáním tepla - pasivních domy	0,6	0,4

Zdroj: ČSN 73 0540 (2011)

3.1.5.7 Difúzní odpor

Difuze je fyzikální veličinou, u které dochází samovolně k vyrovnání koncentrací složek v prostoru. Předpoklady vzniku difúze:

- možnost pohybu látek v prostředí,
- rozdíl koncentrace látky jen v jednom prostředí.

Difúzní odpor je fyzikální veličinou, která zmenšuje propustnost vodní páry v konstrukci či v jednotlivých materiálech. Materiály s velkým difúzním odporem jsou tzv. parotěsnící materiály.

⁵ Překročení nejvyšší denní teploty vzduchu nejvíce o 2°C na nejvýše 2 hodiny.

Další fyzikální veličiny spojené s nepropouštěním vodní páry⁶:

- faktor difuzního odporu μ [-] – veličina, která znázorňuje porovnání materiálu kolikrát je schopen propouštět páru hůř než vzduch
- ekvivalentní difuzní tloušťka S_d [m] – udává, jaká tloušťka vzduchu odpovídá svým difuzním odporem dané vrstvě $S_d = \mu \cdot d$

Skladby střech, které mají nízký difúzní odpor, mohou mít naopak problém se splněním relativní vlhkosti ve větrané vzduchové vrstvě. Může se objevit kondenzace vodní páry [8].

3.1.5.8 Hydroizolační bezpečnost

U hydroizolační bezpečnosti se jedná především o doplňkovou hydroizolační vrstvu. Tato vrstva se nachází ve skladbě střešního pláště a i proto je schopna chránit vrstvy, které se nacházejí pod ní směrem k interiéru a chrání tím pádem i samotný interiér. Také má funkci odvést případný kondenzát z oblasti mezi doplňkovou hydroizolační vrstvou a krytinou.

Můžeme říci ze parotěsnící vrstvy z asfaltových pásů jsou omnoho bezpečnější než parotěsnící vrstvy z fólie lehkého typu. Je to především z důvodu toho, že asfaltové pásy mají kromě parotěsnící a vzduchotěsné funkce také schopnost plnit provizorní hydroizolaci v průběhu výstavby stavby [8].

3.1.5.9 Akustika

Ochrana proti hluku je nezbytnou funkcí stavby. Objekt musí být navržen a zrealizován tak, aby hluk vnímaný osobami byl udržován na úrovni. Tato úroveň nesmí ohrozit zdraví osob a dovolit jim odpočívat, spát a pracovat. Stavební výrobek musí být navržen, vyroben a vlastnosti⁷ musí být stanoveny a doloženy.

Rozdělení ochrany proti hluku ve stavebnictví:

- ochrana proti hluku šířícímu se vzduchem z prostoru do stavby,
- ochrana proti hluku šířícím se vzduchem z jiného uzavřeného prostoru,
- ochrana proti kročejovému zvuku,
- ochrana proti hluku z technických zařízení,
- ochrana proti nadmořskému hluku v poli odražených vln,
- ochrana okolního prostředí proti hluku ze zdrojů ze stavby nebo se stavbou související [11].

⁶ Parozábrana

⁷ Musí splňovat požadavky na ochranu proti hluku, dle projektové dokumentace.

3.1.6 Střešní plášť

Střešní plášť je v normě ČSN 73 1901 (2011) uveden, jako část střechy tvořena nosnou vrstvou střešního pláště a dalšími vrstvami, které plní různorodé funkce střechy.

Další funkce střechy:

Hydroizolační, tepelně-izolační, spádová, podkladní, parotěsná, expanzní, pojistná, doplňková nebo pomocná hydroizolační, vzduchotěsná, ochranná, provozní, pohledová, dilatační, separační, spojovací, stabilizační, stabilizační, drenážní, filtrační, hydro-akumulační a podhledová.⁸

V této diplomové práci se budu zabývat převážně tepelně-izolační vrstvou a vrstvami, které přímo ovlivňují tepelně technické vlastnosti:

- parotěsná vrstva,
- tepelně-izolační vrstva,
- doplňková hydroizolační vrstva,
- vzduchová vrstva.

3.1.6.1 Parotěsná vrstva

Každá střecha, která má tepelně-izolační vrstvu musí mít i vrstvu parotěsnou. Protože tato vrstva má nenahraditelnou funkci. Slouží převážně k tomu, aby v zimních měsících nepronikal teplý vzduch z interiéru do dalších vrstev střešního pláště. U těchto vrstev by se z důvodu odlišné teploty tvořil kondenzát (viz. 3.1.5.4). Parozábrana by tedy měla vnitřní prostor vzduchotěsně uzavřít [12].

Při navrhování parozábrany jdou nejdůležitějšími faktory tepelné a vlhkostní poměry podkroví. Dále je důležité využití podstřešních prostor. Místnosti dle využití se rozdělují na prostory s vyšším zdrojem vlhkosti a tepla (kuchyně, koupelna) a na obytné místnosti s běžnými hodnotami (pokoje). U místností, kde je vysoká teplota a relativní vlhkost se projektují parozábrany s nejlepšími a nejúčinnějšími vlastnostmi [13].

Základním parametrem pro výběr a porovnání parozábrany je hodnota ekvivalentní difúzní tloušťky S_d . Difúzní odpor byl řešen v kapitole (3.1.5.7). Čím větší hodnota ekvivalentní difúzní tloušťky je, tím je parotěsná vrstva účinnější.

⁸ V reálných konstrukcích plní často jedna vrstva střešní konstrukce více funkcí najednou.

- Běžně používané parozábrany – hodnota kolem 50m,
- parozábrany s vyššími požadavky – hodnota větší než 100m.

Umístění parotěsnicí vrstvy:

- parotěsnicí vrstva prováděna ze strany exteriéru,
- parotěsnicí vrstva prováděna ze strany interiéru,

Parotěsnicí vrstva prováděna ze strany exteriéru

Použití:

- oxidované asfaltové pásy s vložkou ze skleněné tkaniny,
- modifikované asfaltové pásy s vložkou ze skleněné tkaniny nebo rohože,
- modifikované pásy s hliníkovou vložkou,
- samolepící modifikované asfaltové pásy s vložkou ze skleněné tkaniny nebo rohože či hliníkové vložky,

Zásady realizace:

- podklad zbaven ostrých výstupků,
- podklad zbaven nerovností a prachu,
- spoje svařovat v přesazích 80 mm,
- vzduchotěsné napojení i na okolní konstrukce,
- asfaltové pásy klást ve směru spádnice apod. [14].

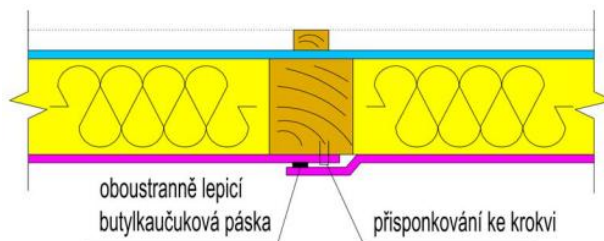
Parotěsnicí vrstva prováděna ze strany interiéru

Použití: folie lehkého typu vyrobené na bázi plastu, opatřeny výztužnou mřížkou nebo hliníkovou.

Zásady:

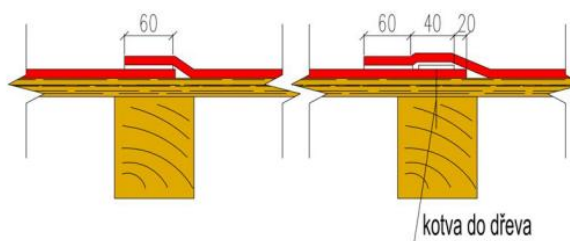
- umístění v poloze, kde nehrozí její poškození,
- omezení průchodu upevňovacích prostředků,
- pruhy fólie orientovat po spádnici,
- spoje lepeny oboustrannými páskami v místnostech pevných podpor,
- k dřevěným konstrukcím sponkovat apod. [8].

Obrázek 2: Schéma umístění spoje pruhů fólií a poloha přisponkování ke krokvi



Zdroj: Šikmé střechy, Hůlka, et al., 2014

Obrázek 3: Geometrické spoje asfaltových pásů (vlevo), geometrické spoje asfaltových pásů s hlavou kotvy (vpravo)



Zdroj: Šikmé střechy, Kutnar, et al., 2009

3.1.6.2 Tepelně-izolační vrstva

Hlavní a nejdůležitější funkcí této vrstvy je minimalizovat tepelné ztráty z interiéru v zimním období a zamezení přehřívání místností z exteriéru v letních měsících. Z těchto důvodů je kladen velký důraz na návrh a výběr tepelné izolace. Návrh a výběr tepelné izolace má vliv na celkové správné působení střešního pláště [11].

Nejdůležitější vlastností tepelně izolační vrstvy je součinitel tepelné vodivosti se značnou λ [W/(m.K)]. Čím je součinitel menší tím větší je účinnost tepelné izolace [1].

Za tepelně izolační materiál se považuje, ten který má součinitel tepelné vodivosti menší než 0,15 W/(m.K) [15].

V dnešní době se využívají materiály s hodnotami $\lambda = 0,05-0,02$ W/(m.K).

Mezi další důležité vlastnosti patří:

Faktor difúzního odporu, objemová hmotnost, pevnost v tlaku, nasákavost, hořlavost, tvarová a objemová stálost, maximální trvalé tepelné namáhání, nezávadnost vůči okolí a člověku, cena⁹ [1].

⁹ Tyto vyjmenované vlastnosti nám určují vhodnost tepelné izolace pro jednotlivé skladby a pro jednotlivá použití

3.1.6.2.1 Materiály tepelně-izolační vrstvy

V této kapitole budu popisovat tepelně-izolační materiály, které jsou nejvíce používané ve střešní konstrukci. U každého materiálu se budu zaměřovat pouze na základní vlastnosti daného výrobku.¹⁰

Minerální vlna

U výrobců a dodavatelů se setkáváme s mnoha názvy pro tento izolační materiál (např. minerální vlna, skelná vlna či minerální plst'). V normě se uvádí pod jednotným názvem a to minerální vlna.

Materiál tvoří vlákna z taveniny čediče a přísad, rozprostřenými do vrstvy podle požadované objemové hmotnosti spolu s organickým pojivem. Poté nastává proces, při kterém dochází ke stlačení na požadovanou tloušťku. Dalšími procesy jsou vytvrzení pojiva a řezání na desky (rohože). Materiál obsahuje lubrikační přísady, které zabraňují vyprašování a hydrofobizační přísady. Díky těmto přísadám je materiál vodoodpudivý v celém svém průřezu. Přesto desky a rohože nelze vystavit přímému působení vody či vlhkosti. Mezi výhody patří tvarová přizpůsobivost (lze zmáčknout mezi krokve), pevnost v tlaku je obvykle přímo úměrná objemové hmotnosti [8].

Vlastnosti jsou ovlivněny množstvím a typem pojiva. Minerální vlákna jsou méně pružná než skelná, ale jsou tužší, pevnější, ale křehčí. Z tohoto důvodu se minerální vlákna používají jako desky a sklená vlákna se dodávají jako rohože [4].

Použití: izolace střech, stěn, rozvodů potrubí v topných kanálech.

U střešních konstrukcí se může používat jako izolace mezi a pod krokve, mezi a nad krokve i jako nadkrokevní izolace.

Tabulka 5: Minerální vlna – Vybrané vlastnosti

Materiál	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Objemová nasákavost [%]	Difuze odporu [-]	Tepelná vodivost λ [W/(m.K)]	Stupeň hořlavosti
Minerální plst'	29-220	do 40	1-2,5	0,03-0,04	B

Zdroj: Konstrukce šikmých střech, Straka, et al, (2013), Isover.cz, 2016[16]

¹⁰ Číselné hodnoty uvedené u materiálů jsou pouze orientační, protože se tyto hodnoty neustále zlepšují. Všichni výrobci se na trhu předhánějí s novými a inovačními materiály.

Celulóza

Jedná se o organický přírodní materiál¹¹. Při výrobě této vaty je třeba dbát na to, aby se co nejméně porušila buněčná vlákna, protože pokud dojde k porušení, zvětší se objemová hmotnost a sníží tepelně-izolační vlastnosti.

Hmota musí být impregnovaná proti hoření a proti biologickému napadení, patří mezi ekologické materiály. Velkou nevýhodou je jeho velká nasákavost. Využití při teplotách -50°C až do 150°C v suchém prostředí. Na tento materiál je kladen velký důraz na použití správné a plně funkční parozábrany, odvětrání a chránění před povětrnostními vlivy. Při realizaci lze použít materiál jako desky nebo jako foukanou izolaci, avšak materiál není vhodné používat na místa, kde může navlhnout a nemá možnost vyschnout.

Použití:zateplení podkroví, trémového stropu a stěn.

U střešních konstrukcí se může používat jako hlavní izolace nebo doplňková izolační vrstva.

Tabulka 6: Celulóza – Vybrané vlastnosti

Materiál	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Objemová nasákavost [%]	Difuze odporu [-]	Tepelná vodivost λ [W/(m.K)]	Stupeň hořlavosti
Celulóza	26-63	do 30	3	0,035-0,039	E

Zdroj:stavba.tzb-info.cz, 2015[17], www.climatizer.cz, 2015 [18], Tepelná izolace domu a bytů, Šubrt, 1998

Ovčí vlna

Těž jako celulóza patří mezi přírodní materiály. Výroba je jednoduchá a přitom šetrná k životnímu prostředí. Nejdříve dojde k vyprání, ošetření proti molům a poté ke zpracování. Ke zpracování se používají tři technologie: vodorovné kladení mykaného ovčího rouna bez pojiva, kolmé kladení mykaného vlákna, při použití BiCo, plstění.¹²

Hlavní výhodou je schopnost absorbovat (bez snížení izolační schopnosti) až do 65% vlhkosti vzorku¹³. Další schopností je uvolňovat vlhkost do okolního prostředí. Dalšími výhodami je nehořlavost, ekologičnost, obnovitelnost. Ovčí vlna patří mezi výborné tepelné izolace [19].

¹¹ Starý papír.

¹² Všechny tři technologie jsou šetrné a nevzniká u nich žádný odpad.

¹³ V jiných literaturách se uvádí, že množství vody je 30 – 35% vlastní výhody bez ztráty izolačních vlastností.

Tabulka 7: Ovčí vlna – Vybrané vlastnosti

Materiál	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Objemová nasákavost [%]	Difuze odporu [-]	Tepelná vodivost λ [W/(m.K)]	Stupeň hořlavosti
Ovčí vlna	13-30	Do 65 ⁷	1-2	0,035-0,045	E

Zdroj:stavba.tzb-info.cz, 2013[19]

Pěnový expandovaný polystyren (EPS)

Patří mezi osvědčené izolační materiály, bez kterých není skoro možné energeticky hospodárně stavět. Bílé desky „EPS“ si na stavbách získaly své pevné místo. Pěnový polystyren nikdy neobsahoval a neobsahuje freony¹⁴, jak se uvádí v některých publikacích [20].

Výroba probíhá ve třech fázích:

- předpěnění,
- meziuskladnění,
- výroba bloků (desek, tvarovek či pásů).

Mezi hlavní schopnost patří nízká tepelná vodivost. Tepelně izolační vlastnosti se časem nemění a nezhoršují, protože materiál neobsahuje žádný vzduch [19].

Tabulka 8: Pěnový expandovaný polystyren – Vybrané vlastnosti

Materiál	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Objemová nasákavost [%]	Difuze odporu [-]	Tepelná vodivost λ [W/(m.K)]	Stupeň hořlavosti
Expandovaný polystyren (EPS)	8-40	5%	20-100	0,015-0,042	E

Zdroj:stavba.tzb-info.cz, 2012 [20].

¹⁴ Látky, které poškozují ozónovou vrstvu Země.

Extrudovaný polystyren (XPS)

Extrudovaný polystyren má několik výhod oproti známějšímu pěnovému polystyrenu. Mezi hlavní výhody patří: lepší součinitel tepelné vodivosti, nenasákavost, nemá tendenci se smršťovat do nenapěněného tvaru. Další vlastností je odolnost vůči všem rozpuštěným látkám ve vodě. Mezi nevýhody se řadí: netěsnost ve spárách, vysoký difúzní odpor, hořlavost, nízká tepelná stabilita, neodolnost proti organickým rozpouštědlům, cena [1], [4].

Použití: izolace základů, stěn, podlah a vozovek. Dalším možným využitím je u střešní konstrukce, ale musí být zajištěno, že teplota působící na tepelnou izolaci nepřesáhne 75°C.

U střešních konstrukcí se realizuje nad nosnou konstrukcí a to na celoplošném bednění.

Tabulka 9: Extrudovaný polystyren – Vybrané vlastnosti

Materiál	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Objemová nasákavost [%]	Difuze odporu [-]	Tepelná vodivost λ [W/(m.K)]	Stupeň hořlavosti
XPS 32-35	32-35	0,1-0,5	100-200	0,032-0,035	C1
XPS 37-45	37-45	0,1-0,5	150-200	0,032-0,035	C1

Zdroj:Konstrukce šikmých střech, Straka, et al, 2013

Pěnový polyuretan

Další tepelně izolační materiál na organické bázi. Mezi hlavní výhody patří: vysoká pevnost v tlaku a součinitel tepelné vodivosti. Další výhody jsou: odolnost proti kyselinám, louhům, organickým rozpouštědlům, olejům, bakteriím, plísním a mikroorganismům.

Použití: tepelná izolace pro obrácené ploché střechy, v místech kde je vlhko a v místech, kde je zapotřebí tepelná izolace co má vysokou pevnost v tlaku [1]. U šikmých střech se využívá ve formě desek nebo jako stříkaná hmota.

Tabulka 10: Pěnový polyuretan – Vybrané vlastnosti

Materiál	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Objemová nasákavost [%]	Difuze odporu [-]	Tepelná vodivost λ [W/(m.K)]	Stupeň hořlavosti
Pěnový polyuretan	35-120	2	30-100	0,024-0,030	C3 až B

Zdroj:www.bachl.cz, 2015 [21].; Tepelná izolace domů a bytů, Šubrt, 1998

Desky z polyisokyanurátu (PIR)

Desky PIR jsou vytvořeny z tvrdé polyisokyanurátové pěny s převážně uzavřenou strukturou. Mezi hlavní výhody patří: součinitel tepelné vodivosti, vysoká pevnost v tlaku, difúzní odpor, nízká objemová hmotnost. Mezi nevýhody patří: vysoká pořizovací cena a stupeň hořlavosti.

Izolační desky jsou kladeny pevně k podkladu a to buď v jedné či ve dvou vrstvách. Desky jsou použity především jako izolace nad nosnou konstrukcí. Z důvodu eliminace netěsností mezi jednotlivými deskami jsou desky s perem a drážkou.

Tabulka 11: Desky z polyisokyanurátu – Vybrané hodnoty

Materiál	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Objemová nasákavost [%]	Difuze odporu [-]	Tepelná vodivost λ [W/(m.K)]	Stupeň hořlavosti
Pěnový polyuretan	30-100	Do 0,9	35	0,021-0,023	C-E

Zdroj: stavba.tzb-info.cz, 2015[22].

Pěnové sklo

Výroba tepelné izolace se provádí dvěma způsoby. První způsob je založen na výrobě speciálního aluminio-silikátového skla. Toto sklo se poté rozemele na prášek a k tomu se přidá uhlíkový prach. Takto vytvořená hmota se rozprostře do forem a po zahřátí se objem zvětší až 20 krát. Druhý způsob spočívá ve zpracování odpadního střepu, který se taví za přítomnosti chemikálií, které neškodí životnímu prostředí [23].

Při realizaci se používají desky, které se celoplošně lepí do asfaltu na celoplošné bednění. Asfaltový povrch tvoří tzv. hydroizolační vrstvu. Vzniklé styčné spáry se musejí též zalít asfaltem [4].

Pokud se dostaneme k porovnání s ostatními materiály, tak musíme konstatovat, že má nejlepší vlastnosti. Hlavními výhodami je nehořlavost, nenasákavost, odolnost proti teplotám od -260°C do 430°C, vysoká únosnost, pevnost v tlaku, objemová stálost, odolnost proti chemickým a biologickým rozpouštědlům.¹⁵ Hlavní a zároveň největší nevýhodou k odrazení investora je vysoká cena [23].

¹⁵ Kromě kyseliny fluorovodíkové.

Využití pěnového skla je velice rozmanité, hodí se pro zateplení téměř celého domu od základů až po střešní konstrukci. Další výhodou je jeho recyklovatelnost.

Tabulka 12: Pěnové sklo – Vybrané vlastnosti

Materiál	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Objemová nasákavost [%]	Difuze odporu [-]	Tepelná vodivost λ [W/(m.K)]	Stupeň hořlavosti
Pěnové sklo	120-165	-	-	0,038-0,048	A

Zdroj: zatepleni-fasady.eu, 2015[24]

Dřevovláknité izolace

Tyto izolace se vyrábějí z dřevních vláken s přidáním přísad, jako je síran hlinitý, zpevňující plnidla a další.

Aplikace u střešních konstrukcí:

- ve formě desek,
- ve formě foukané hmoty.

Aplikace ve formě desek se využívá jako výplň sloupových konstrukcí, ale při větší objemové hmotnosti se dají využít jako fasádní izolace či dokonce jako tepelná izolace nad nosnou konstrukcí střechy. Mezi další využití tuhých desek je izolace podlah. U střešních konstrukcí mohou plnit i funkci pojistné hydroizolace, a to díky silné hydrofobizaci.

Složení foukané hmoty se skládá z čistých volných dřevěných vláken. Tato hmota dokáže vyplnit všechny duté prostory bez mezer a spár. Každé vlákno v této hmotě má přednosti přírodního dřeva.

Přednosti: stabilita, trvanlivost a dobré tepelné izolační vlastnosti.

Použití: výplň dutin, avšak hmota se dá využít i na volně ložené izolace.

Výhody: beze spár, bez prořezu, vynikající izolace v zimě i létě, šetrnost k životnímu prostředí a recyklace [25].

Tabulka 13: Dřevovláknité izolace – Vybrané vlastnosti

Materiál	Objemová hmotnost [kg/m ³]	Objemová nasákavost [%]	Difuze odporu [-]	Tepelná vodivost λ [W/(m.K)]	Stupeň hořlavosti
Desky	50-300	-	1-10	0,039-0,055	E
Foukaná izolace	30-45	-	1-2	0,045-0,055	E

Zdroj: stavba.tzb-info.cz, 2015[25]

3.1.6.3 Doplnková hydroizolační vrstva

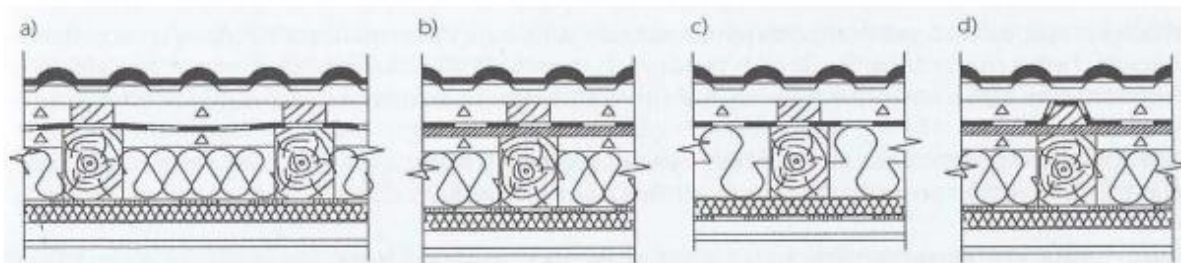
Jak už název napovídá doplňková hydroizolační vrstva či pojistná hydroizolační vrstva slouží k zachycení a odvádění atmosférické vody, která pronikla pod hlavní hydroizolační vrstvu či vytvořený kondenzát¹⁶ na spodním povrchu krytiny. Tato vrstva se používá i jako provizorní hydroizolační vrstva po dobu výstavby. Mezi další funkce patří: zabránění prochlazení povrchových vrstev tepelné izolace, zamezení vnikání prachu a dalších nečistot. Vodotěsnící vrstva musí též odolávat teplotnímu zatížení a musí být navržena na namáhavou vodu¹⁷ [2].

Materiálová variace doplňkové hydroizolační vrstvy se provádí z fólií či asfaltových pásů. Použití hydroizolační vrstvy na bázi asfaltových pásů byla využívána především v minulosti, protože byli difúzně uzavřené s hodnotou $S_d \geq 0,3\text{m}$ (dle ČSN 73 1901, 2013). V dnešní době se využívají difúzně otevřené fólie s hodnotou $S_d \leq 0,3\text{m}$ (dle ČSN 73 1901, 2013). Fólie jsou vyrobeny především jako netkané textilie z umělých vláken, polyesteru, polypropylenu a polyetylenu. Předností těchto materiálů je vysoká odolnost vůči hydrostatickému tlaku na vnější straně, a na spodní straně možnost difúze vodních par [4].

Použití doplňkové hydroizolační vrstvy:

- a) volně položená mezi kontralatě a nosnou konstrukcí,
- b) kontaktně položená na bednění,
- c) kontaktně položená na tepelné izolaci,
- d) kontaktně položena na bednění a kontraltě.

Obrázek 4: Aplikace doplňkové hydroizolační vrstvy – Př. šikmá střecha

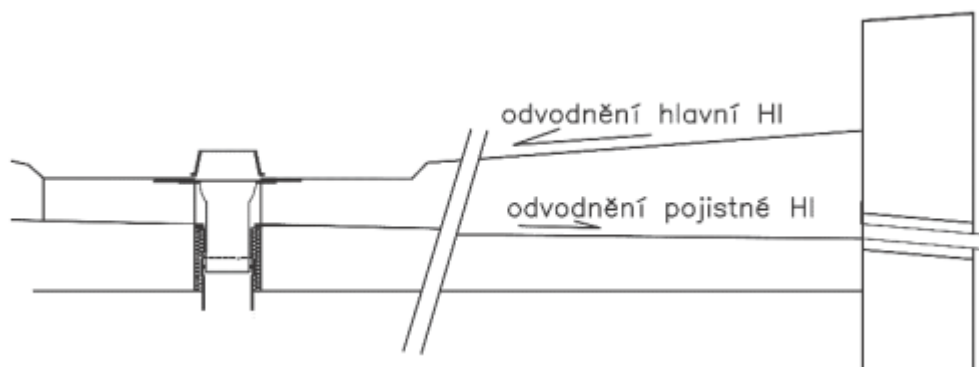


Zdroj: konstrukce šikmých střech, Straka, et al., 2013

¹⁶ Zatížení kondenzátem je menší u krytin z pórovitých materiálů než u krytin z hladkých nenasákavých materiálů.

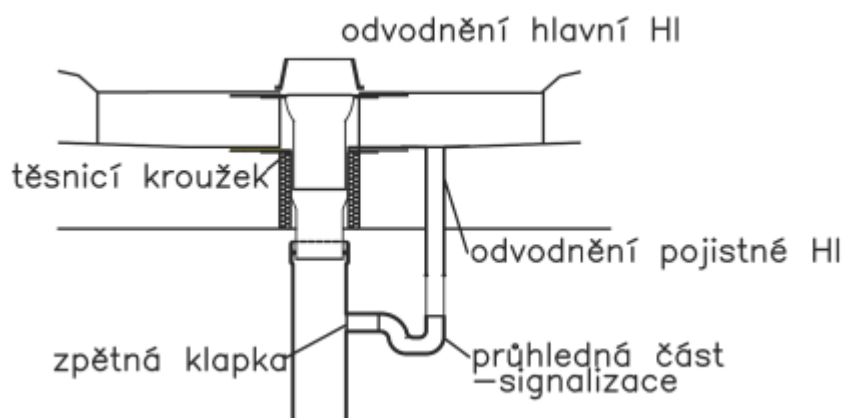
¹⁷ Stékání vody z vyšších částí střech.

Obrázek 5: Navržené odvodnění ploché střechy skrz atiku



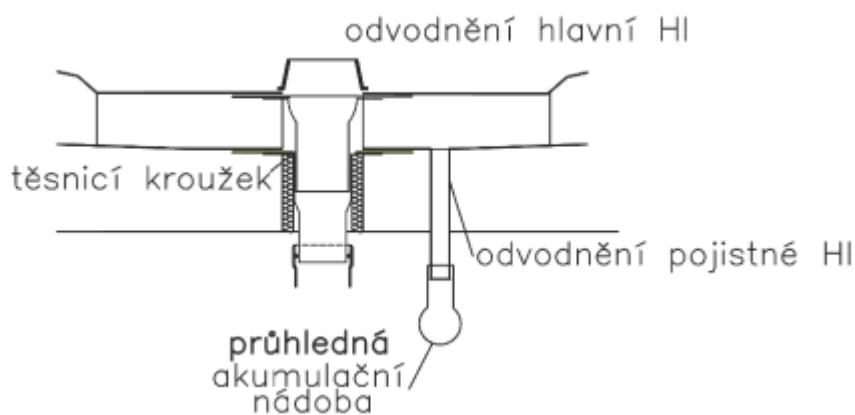
Zdroj: Ploché střechy Skladby a detaily, Kutnar, et al., 2013 [26].

Obrázek 6: Navržené odvodnění principem signalizačního potrubí



Zdroj: Ploché střechy Skladby a detaily, Kutnar, et al., 2013 [26].

Obrázek 7: Navržené odvodnění principem akumulární nádoby



Zdroj: Ploché střechy Skladby a detaily, Kutnar, et al., 2013 [26].

3.1.6.4 Vzduchová vrstva (mezera)

Vzduchová vrstva má své opodstatnění převážně z důvodu příznivého vlhkostního stavu střechy. Jedná se o to, že proudící vzduch v mezeře odvádí nasycený vzduch pryč ze skladby (konstrukce) snižuje riziko kondenzace.

Při návrhu je tedy nutná dimenze vzduchové vrstvy a větracích otvorů i z hlediska tepelně technického posouzení. Mezi vzduchovou vrstvou se řadí například i půdní prostor, který musí být též účinně větrán.

Základní konstrukční zásady provádění větrané vzduchové mezery:

- na vnější straně prostředí musí být vzduchová vrstva napojena na příváděcí a odváděcí otvory,
- nesmí být žádné překážky pro proudění vzduchu,
- příváděcí otvory jsou převážně konstruovány u šikmých střech (u okapu střechy - obvykle pod okapem) u plochých střech (např. u mezistřešního žlabu),
- odváděcí otvory jsou u šikmých střech (v oblasti horního okraje střechy - hřeben, nároží, pultová hrana) u plochých střech (např. atika, větrací komínky)
- vzduchová vrstva se doporučuje chránit před pronikáním živočichů a srážek vhodným zakrytím,
- zda je provedena např. větrací mřížka proti ptákům, musí být tato mřížka uvažovaná při dimenzi větracích otvorů [8].

Rozdělení střech dle vzduchových mezer:

- bez vzduchové vrstvy (jednoplášťová střecha)
- s jednou vzduchovou mezerou (dvouplášťová střecha)
- se dvěma vzduchovými mezerami (tříplášťová střecha)

Rozdělení vzduchové vrstvy dle orientace:

- vnitřní (slouží k odvodu vlhkosti, která by mohla kondenzovat v tepelně-izolační vrstvě),
- vnější (slouží k odvodu vlhkosti a kondenzátu na spodní straně krytiny)

3.1.6.5 Nosná konstrukce krytiny

Nosná konstrukce krytiny je přímo odvozená od použité krytiny. Požadavky na druh podkladu je stanoven od výrobců, dodavatelů či dle pokrývačských pravidel.¹⁸

Hlavní druhy nosné konstrukce krytiny¹⁹:

- laťování – existují různé profily latí, které se navrhují dle vzdálenosti podpor,
- bednění – tloušťka závislá na vzdálenosti podpor²⁰
 - prkenné,
 - aglomerované dřevo.

Poznámka: U plochých střech se jedná převážně o železobetonovou desku.

3.1.6.6 Střešní krytina

Vrstva, která je považovaná za hlavní hydroizolační vrstvu. Jedná se o nejsvrchnější vrstvu.

Základní druhy střešních krytin:

- Skládaná vodotěsnící vrstva,
 - nepropustná pro vodu v kapalném skupenství,
 - nepropustnost zajištěna – materiálem, sklonem, přesahem a tvarováním,
 - informace o dané krytině najdeme v jednotlivých technických listech výrobce
- Povlaková vodotěsnící krytina,
 - nepropustná pro vodu v kapalném a tuhém skupenství,
 - nepropustnost zajištěna – materiálem, hydroizolační celistvost, spojitost.

informace o dané krytině najdeme v jednotlivých technických listech výrobce.

¹⁸ Cech KPT 2014 – známka kvality

¹⁹ U plochých střech se jedná převážně o železobetonovou desku

²⁰ U některých krytin musí být bednění dostatečně tuhé (nesmí pružit)

3.1.7 Typologie skladeb střešního pláště – Šikmá střecha

V této kapitole se budu zabývat základní typologií šikmých střech, které se využívali či využívají v praxi. Popis jednotlivých variant bude pouze obecný, nebude uveden obchodní název jednotlivých vrstev. Přesné skladby s obchodními názvy materiálů budou řešeny v aplikační části této práce [11].

3.1.7.1 Jednoplášťová střecha

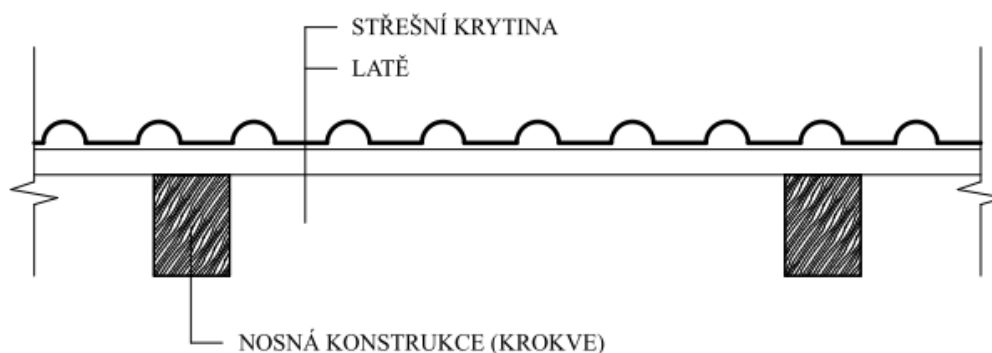
Jednoplášťová konstrukce šikmé střechy neobsahuje žádnou vzduchovou vrstvu ve své skladbě a jednotlivé vrstvy jsou kontaktní.

Varianta bez tepelné izolace

Tato skladba patří mezi nejjednodušší varianty pro zastřešení konstrukce. Skladba střešního pláště obsahuje laťování a střešní krytinu. Tato varianta se využívala především v minulosti, v současné době se používá jen zřídka to nad doplňkovým prostorem, který nevyžaduje vodotěsnost konstrukce.

Z důvodu netěsnosti krytiny je podstřeší částečně provětráno, i proto se někdy milně považuje za dvouplášťovou skladbu. V případě toho, že by se jednalo o této skladbě jako o dvouplášťové by se muselo uvažovat, že druhý plášť je stropní konstrukce. Tento názor je však v rozporu s normou ČSN 73 1901, která obsahuje: „Konstrukce krovu tvoří nosnou konstrukci střechy a skládanou krytinou se svou podpůrnou konstrukcí (laťování) vytváří jeden plášť.“

Obrázek 8: Jednoplášťová střecha – bez tepelné izolace



Zdroj: Vlastní, vytvořeno v programu ArchiCAD[11].

Varianta ze slámových či rákosových došků

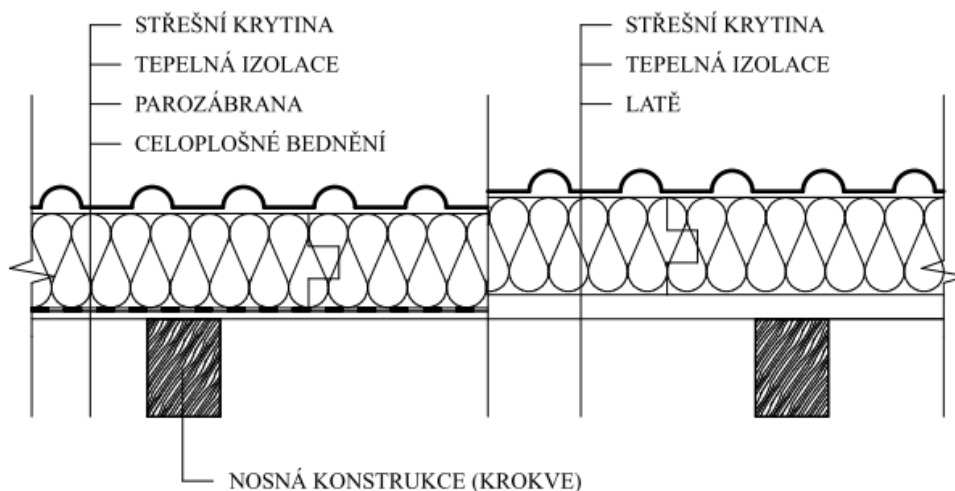
O této variantě jde říci, že se využívala převážně v minulosti. Krytina z došky plní dvě hlavní funkce a to funkci hydroizolační vrstvy i tepelné izolace. Mezi další vlastnosti patří snadný odvod vodní páry přes konstrukci a udržuje tak přirozené vnitřní mikroklima. Nevýhodou této skladby je použitelnost pouze za určitých podmínek [11].

Varianta s nadkrokovní tepelnou izolací

Celá střešní plášť je umístěn nad nosnou konstrukcí (krokve) a obsahuje obvykle tyto vrstvy: podhled, parozábrana, tepelná izolace, pojistná hydroizolace a krytina. Mezi hlavními vlastnostmi tepelné izolace musí patřit dostatečná pevnost a to z důvodu mechanického kotvení, tíže krytiny a povětrnostnímu zatížení. Jednotlivé spoje mezi tepelnou izolací jsou opatřeny zámky či perem a drážkou. V dnešní době se objevují tepelné izolace už jako systémové desky, které obsahují vrstvu parozábrany a hydroizolace [4].

Z hlediska materiálové variace tepelné izolace se dá uvažovat především o izolace typu EPS, XPS, PUR nebo pěnové sklo.

Obrázek 9: Jednoplášťová střecha – s tepelnou izolací nad krokve



Zdroj: Vlastní, vytvořeno v programu ArchiCAD [11].

Varianta – střecha vegetační

Tato skladba je konstrukčně, pracovně i finančně náročnější. Skladba střešního pláště má větší hmotnost, především pokud vrstva obsahuje hydroikumulační vrstvu nasáklou vodou. Zemina se musí technicky zajistit proti sesuvu. Celá střecha musí být vybavena přívodem vody nebo zařízením pro zálivku.

3.1.7.1.1 Výhody jednoplášťových střech

- Minimalizace tepelných mostů (varianta s tepelnou izolací nad krokvelemi),
- u kompaktního systému odpadá nutnost mechanického kotvení,
- pracnost (především u systémových desek),
- rychlost realizace (především u systémových desek),
- estetika (viditelnost krokví – záleží na investitorovi).

3.1.7.1.2 Nevýhody jednoplášťových střech

- Vyšší pořizovací náklady,
- složitější návrhy detailů střechy (střešní okna),
- složitější provádění detailů (střešní okna),
- omezený sortiment krytin,
- nesystémové spoje tepelné izolace (úžlabí, nároží apod.),
- kondenzace v rámci tepelné izolace [4].

3.1.7.2 Dvouplášťová střecha

Dvouplášťová konstrukce šikmé střechy obsahuje jednu vzduchovou vrstvu ve své skladbě. Vzduchová vrstva je obvykle navržena mezi střešní krytinou a pojistnou hydroizolací. V mnoha odborných publikacích se tento typ střechy označuje jako teplý, protože vzduch z interiéru prochází střešním pláštěm až pod krytinou, kde je odveden do exteriéru.

Varianta s nezatepleným střešním pláštěm

Tato varianta patří mezi nejjednodušší dvouplášťové střechy. Skladba střechy se skládá z prvního pláště, čímž je skládaná krytina na laťování a druhým pláštěm je pojistná hydroizolace. Mezi plášti je vzduchová vrstva, která je tvořena kontralatěmi. Varianta s nezatepleným pláštěm se využívá v neobývaných podkrovních prostorech, kde nejsou kladeny žádné nároky na teplo [11].

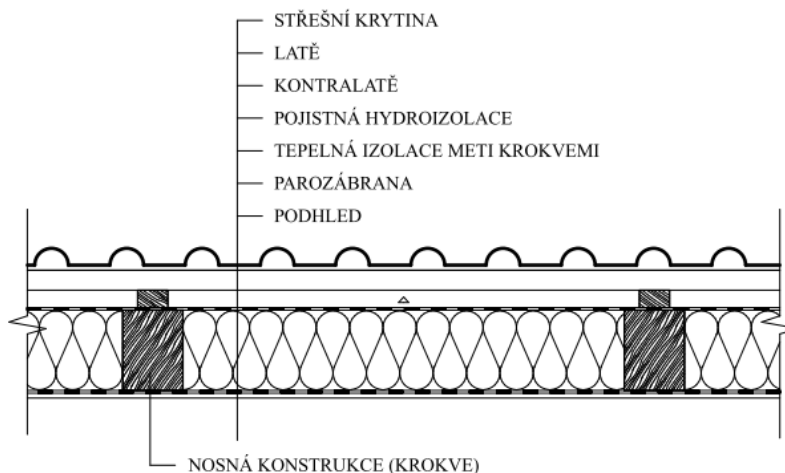
Varianta s tepelnou izolací – difúzně uzavřená i difúzně otevřená skladba

Difúzně otevřený střešní plášť je bez parozábrany a pojistné hydroizolace. Varianta se vyznačuje především tím, že podporuje prostup vodní páry do odvětrané mezery s použitím tepelné izolace. Tepelná izolace plní i funkci odvodu kapalné vody pod krytinou. Funkčnost této skladby je přímo závislá na správném návrhu a výběru správných materiálů [11].

Varianta s tepelnou izolací mezi krokvemi

V této vrstvě je vzduchová mezera umístěna mezi doplňkovou vrstvou a skládanou krytinou. Hlavní nevýhodou je vznik tepelných mostů přes krokve.

Obrázek 10: Dvouplášťová střecha – s tepelnou izolací mezi krokvemi

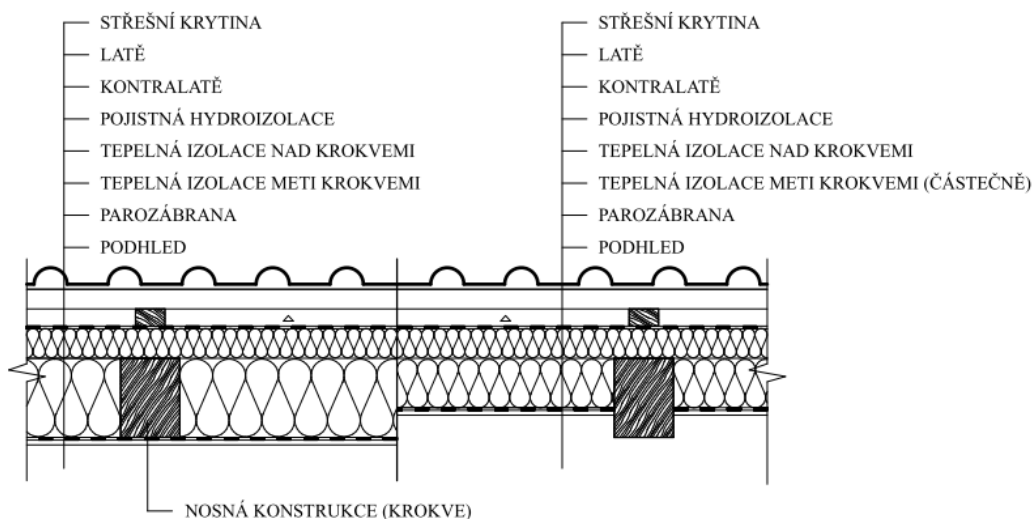


Zdroj: Vlastní, vytvořeno v programu ArchiCAD [11].

Varianta s tepelnou izolací mezi a nad krokvemi

U této skladby je vzduchová mezera umístěna též mezi pojistnou hydroizolací a skládanou krytinou. Byla zde odstraněna hlavní nevýhoda z předchozí skladby. Tvorba tepelných mostů byla odstraněna pomocí tepelné izolace nad krokvemi. Materiálové řešení tepelných izolací: PUR (nadkroevní izolace), Minerální vlna (mezi krokvemi). U většiny skladeb tohoto typu se využívá tepelná izolace mezi krokvemi v celé výšce krokví, ale existují i skladby, kde tomu tak není.

Obrázek 11: Dvouplášťová střecha – s tepelnou izolací mezi a nad krokvemi

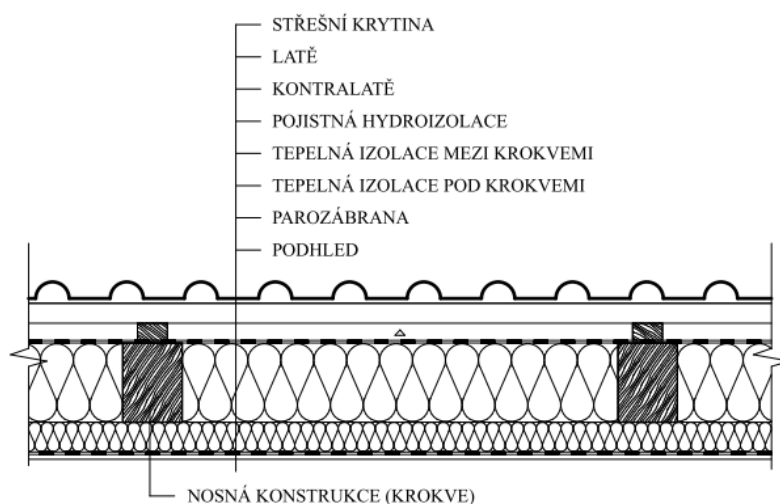


Zdroj: Vlastní, vytvořeno v programu ArchiCAD [11].

Varianta s tepelnou izolací mezi a pod krokve

U této varianty je též omezený vznik tepelných mostů přes krokve. Pro izolaci pod a mezi krokve je možné využít stejný materiál. Obvykle se jedná o vkládání tepelné izolace mezi tyčové prvky (krokve, dřevěný rastr, atd.). Takto navržený střešní plášť patří v dnešní době mezi nejvíce využívaný. Materiálově se využívá minerální, sklená vata či jiný stlačitelná izolace.

Obrázek 12: Dvouplášťová střecha – s tepelnou izolací mezi a pod krokve

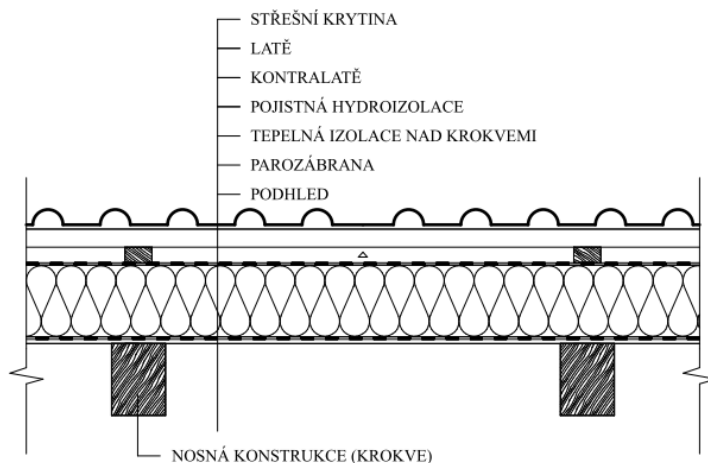


Zdroj: Vlastní, vytvořeno v programu ArchiCAD [11].

Varianta s tepelnou izolací nad krokve

Vzduchová mezera je umístěna mezi doplňkovou hydroizolací a skládanou krytinou. Dříve patřila mezi méně časté varianty, avšak v dnešní době se využívá častěji. Hlavní výhodou je tepelně-technické řešení – minimalizace tepelných mostů). Materiálově se může jednat o samostatnou či kompenzovanou desku.

Obrázek 13: Dvouplášťová střecha – s tepelnou izolací nad krokve

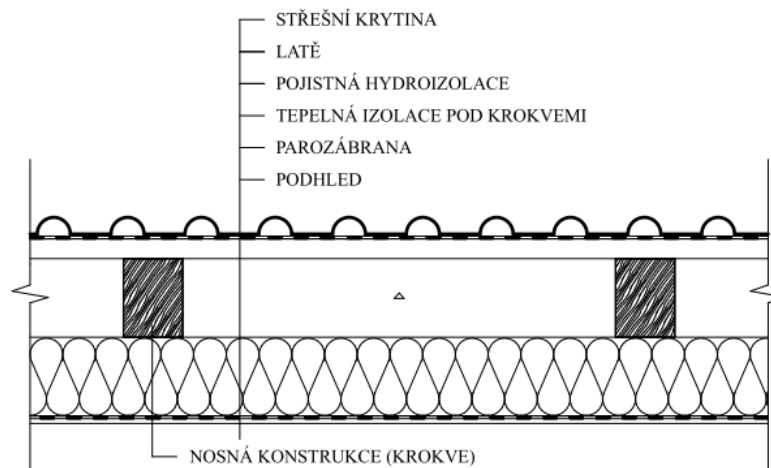


Zdroj: Vlastní, vytvořeno v programu ArchiCAD [11].

Varianta s tepelnou izolací pod krokviemi

U této varianty je vzduchová mezera umístěna mezi tepelnou izolací a pojistnou hydroizolací (výška krokví, laťování). Takto řešený střešní plášť patří mezi méně časté varianty, protože vyžaduje složitou závěsnou konstrukci podhledu. Do této kategorie můžeme zařadit i vazníkovou střechu s tepelnou izolací na dolním pásu vazníku. Hlavní využití této skladby je při návrhu rekonstrukce, kde investor chce změnu účelu podkroví z neobytného na obytné.

Obrázek 14: Dvouplášťová střecha – s tepelnou izolací pod krokviemi



Zdroj: Vlastní, vytvořeno v programu ArchiCAD [11].

3.1.7.2.1 Výhody dvouplášťových střech

- Vzduchová mezera (rychlejší odvod vodní páry do exteriéru),
- tepelná stabilita vnitřního prostředí v zimě i v létě,²¹
- účinnější odtok vody po hydroizolační vrstvě,
- větší využitelnost s ohledem na různé okrajové podmínky.

3.1.7.2.2 Nevýhody dvouplášťových střech

- Složitější realizace oproti jednoplášťové střechy,
- systémové tepelné mosty u konstrukcí se zabudovanými dřevěnými prvky,
- nedostatečná funkčnost větrané mezery²² (kondenzace),
- snížená neprůzvučnost střechy,
- u některých skladeb může docházet k namrzání spodní strany skládané krytiny [4].

²¹ V zimě nedochází k výraznému ochlazení interiéru a v létě k přehřívání interiéru.

²² Funkčnost větrané mezery může být omezena špatnou realizací (malá výška mezery, nevhodné dimenze otvorů).

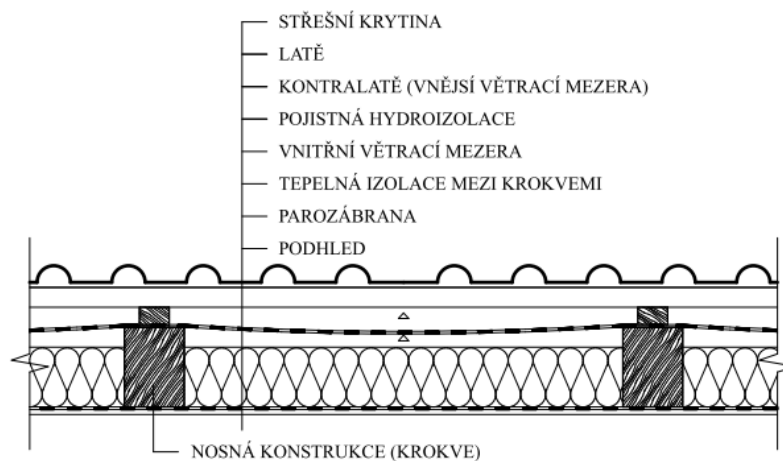
3.1.7.3 Tříplášťová střecha

Tříplášťová konstrukce šikmé střechy obsahuje dvě větrané vzduchové mezery. Vzduchové mezery jsou obvykle navrženy nad a pod pojistnou hydroizolací střešního pláště. Hlavní využití tříplášťové skladby je v obývaných podkrovích.

Varianta s tepelnou izolací mezi krokve

Tato varianta je nejhorším výběrem mezi tříplášťovými plášti a to z důvodu vzniku tepelných mostů přes nosné prvky (krokve).

Obrázek 15: Tříplášťová střecha – s tepelnou izolací mezi krokve

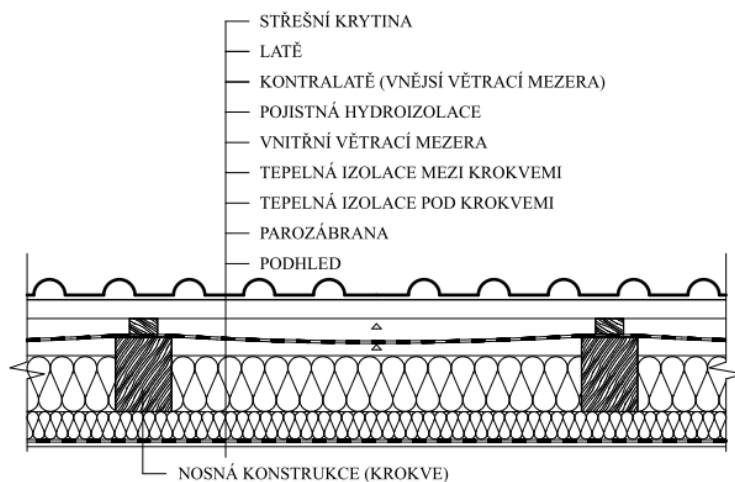


Zdroj: Vlastní, vytvořeno v programu ArchiCAD [11].

Varianta s tepelnou izolací mezi a pod krokve

Patří mezi nejpoužívanější varianty, se kterými se setkáváme u bytových a občanských staveb. Izolace pod krokve nám omezuje tvorbu tepelných mostů přes nosný prvek. Tepelná izolace mezi krokve není využita na celou výšku prvku.

Obrázek 16: Tříplášťová střecha – s tepelnou izolací mezi a pod krokve

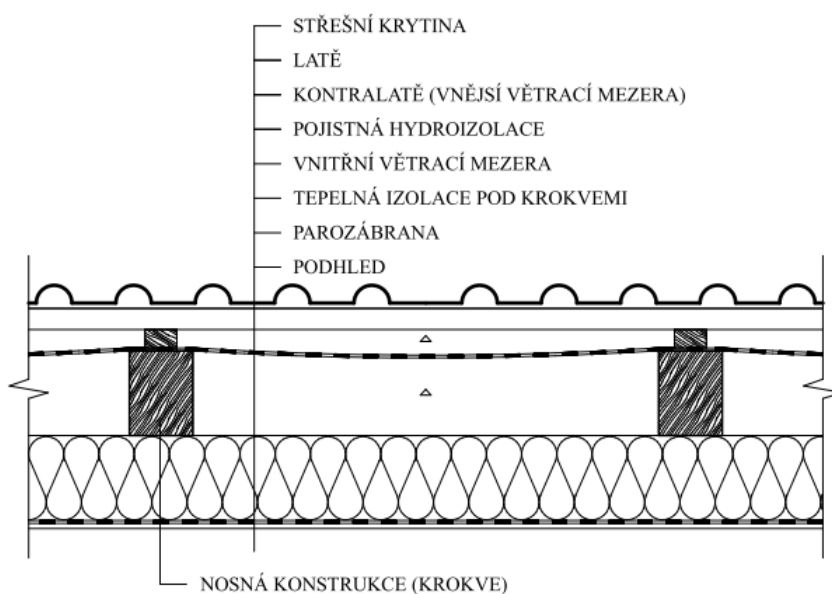


Zdroj: Vlastní, vytvořeno v programu ArchiCAD [11].

Varianta s tepelnou izolací pod krokve

U této skladby je nevýhoda zmenšení obytného prostoru. Dalším problémem je při kondenzaci ve vnitřní vzduchové mezeře. Je třeba navrhnout a zvolit správnou parotěsnicí vrstvu.

Obrázek 17: Tříplášťová střecha – s tepelnou izolací mezi a pod krokve



Zdroj: Vlastní, vytvořeno v programu ArchiCAD [11].

3.1.7.3.1 Výhody tříplášťových střech

- Využití nad prostory, které mají vyšší relativní vlhkost,
- tepelná stabilita vnitřního prostředí v zimě i v létě.

3.1.7.3.2 Nevýhody tříplášťových střech

- Složitost provádění,
- nižší neprůzvučnost,
- nedostatečné odvětrání vzduchových vrstev (častý problém)²³
- špatná realizace dolní vrstvy u složitých střech (vikýře, prostupy, střešní okna, apod.) [4].

²³ Nutnost odborného návrhu a správného provedení vzduchových mezer i větracích otvorů

3.1.8 Typologie skladeb střešního pláště – Plochá střecha

V této kapitole se budu zabývat základní typologií plochých střech, které se využívali či využívají v praxi. Popis jednotlivých variant bude pouze obecný, nebude uveden obchodní název jednotlivých vrstev. Přesné skladby s obchodními názvy materiálů budou řešeny v aplikační části této práce.

Výhody plochých střech oproti šikmým:

- zmenšení celkové výšky budovy,
- umožňují zastřešit členitý půdorys,
- umožňují účelové využití střešních ploch,
- snadný přístup,
- pracnost.

Nevýhody plochých střech oproti šikmým:

- nutný odborný návrh (skladba, jednotlivé vrstvy, tepelně technické posouzení),
- důsledné dodržení technologických zásad,
- nemožnost kontroly vnitřních vrstev bez porušení ostatních,
- některé detaily (styk střechy s atikou, průnik krytiny)
- pracnost odstranění poruch.

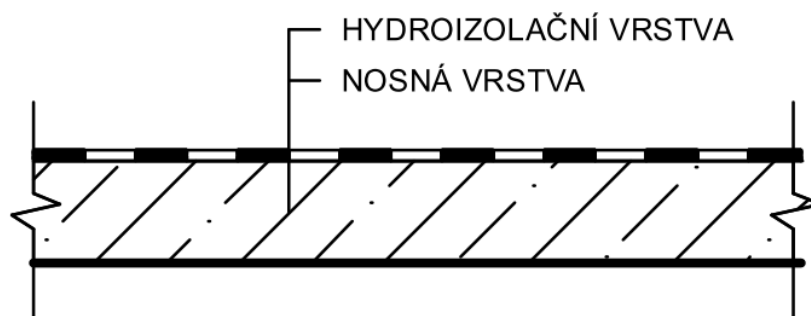
3.1.8.1 Jednoplášťová střecha

Střecha, která odděluje chráněné prostředí jedním střešním pláštěm. Střecha se rozděluje dále na jednoplášťovou střechu větranou a nevětranou. Větraná střecha má systém kanálek, které jsou napojeny na exteriér.

Varianta bez tepelné izolace

Tato varianta se využívá u objektů a konstrukcí, které jsou bez tepelně-technických požadavků. Tato varianty má funkci pouze nosnou a hydroizolační.

Obrázek 18: Jednoplášťová střecha – bez tepelné izoalce

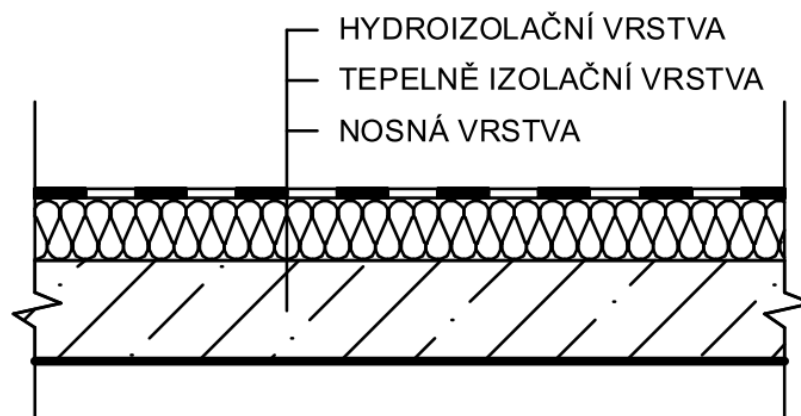


Zdroj: Vlastní, vytvořeno v programu ArchiCAD, ČSN 73 1901

Varianta s tepelně-izolační vrstvou

V této variantě je kromě nosné vrstvy a hydroizolace ještě tepelná izolace. Proto má střecha funkci nosnou, hydroizolační a tepelně-technickou. Zpravidla se navrhuje nad prostředím s hodnotami $\theta_{ai} \leq 24 \text{ °C}$, $\varphi_i > 60 \%$.²⁴[2].

Obrázek 19: Jednoplášťová střecha – s tepelně-izolační vrstvou

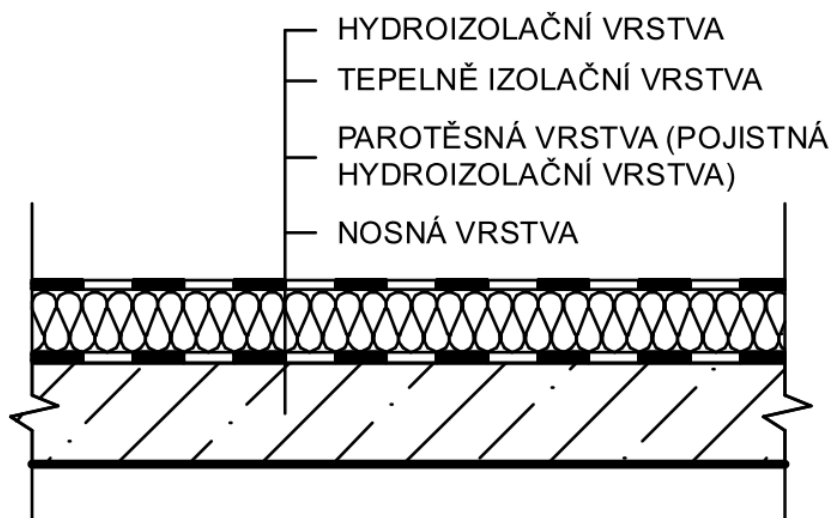


Zdroj: Vlastní, vytvořeno v programu ArchiCAD, ČSN 73 1901

Varianta s tepelně-izolační vrstvou a parotěsnou vrstvou

Oproti předchozí variantě se v této skladbě objevila parotěsná vrstva. Tato skladba se obvykle provádí nad prostředím $\theta_{ai} > 20 \text{ °C}$, $\varphi_i > 60 \%$ a také nad prostorami se zvýšeným požadavkem na hydroizolační bezpečnost [2].

Obrázek 20: Jednoplášťová střecha – s tepelně-izolační vrstvou a parotěsnou vrstvou



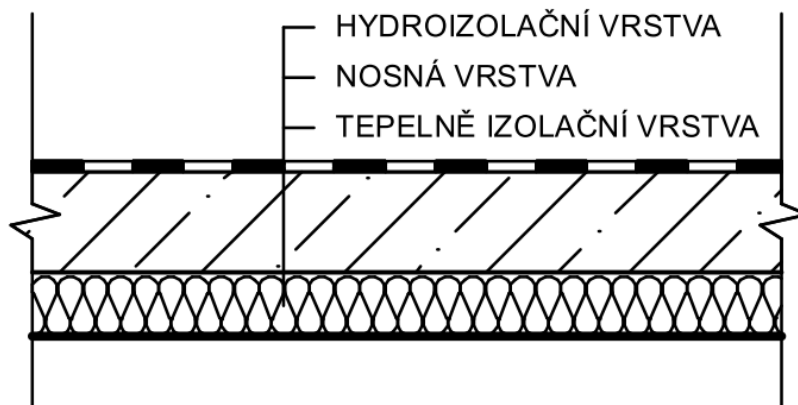
Zdroj: Vlastní, vytvořeno v programu ArchiCAD, ČSN 73 1901

²⁴ θ_{ai} = teplota vnitřního vzduchu, φ_i = relativní vlhkost vnitřního vzduchu

Varianta s tepelně-izolační vrstvou pod nosnou vrstvou

Varianta, která se využívá nad prostředím $\theta_{ai} \leq 18 \text{ }^\circ\text{C}$, $\varphi_i \leq 40 \text{ } \%$, též nad prostorem s požadovaným krátkodobým vzestupem vnitřní teploty nebo tam, kde se vyskytuje krátkodobý vzestup relativní vlhkosti [2].

Obrázek 21: Jednoplášťová střecha – s tepelně-izolační vrstvou pod nosnou vrstvou



Zdroj: Vlastní, vytvořeno v programu ArchiCAD, ČSN 73 1901

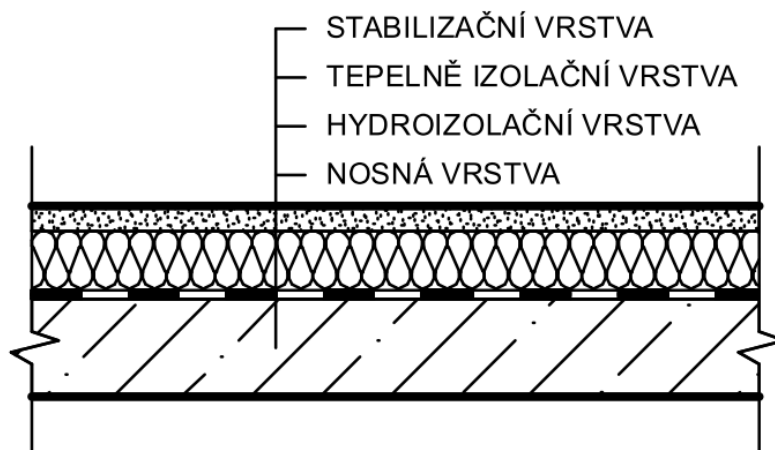
Varianta s opačným pořadím vrstev

Mezi základní charakteristiku této varianty patří záměna polohy vrstvy tepelné izolace a hydroizolace. Materiál tepelné izolace musí být nenasákavý, pevný.

Dvě zásadní výhody této varianty:

- hydroizolace je chráněna proti UV záření a povětrnostním vlivům (prodlužuje životnost hydroizolace),
- Umístění tepelné izolace nad hydroizolací prakticky úplně vylučuje kondenzaci uvnitř střešního pláště.

Obrázek 22: Jednoplášťová střecha – s opačným pořadím vrstev



Zdroj: Vlastní, vytvořeno v programu ArchiCAD, ČSN 73 1901

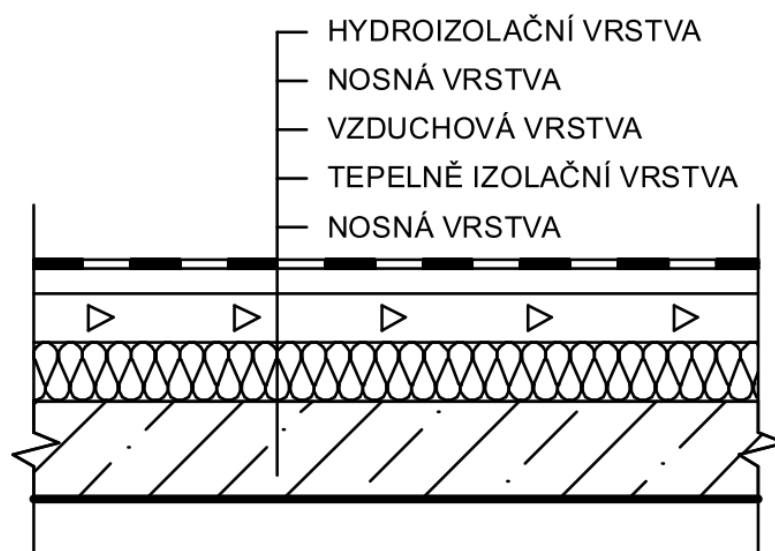
3.1.8.2 Dvouplášťová střecha

Střecha, která odděluje chráněné prostředí dvěma střešními pláštmi oddělenými od sebe vzduchovou vrstvou. Střecha se rozděluje dále na dvouplášťovou střechu větranou a nevětranou. Větraná střecha má vzduchovou vrstvu napojenou na exteriér. Nevětraná střecha má vzduchovou vrstvu vůči vnějšímu prostředí uzavřenou²⁵.

Varianta s tepelně-izolační vrstvou v dolním plášti

Větraná skladba, která se zpravidla navrhuje nad prostředím $\theta_{ai} \leq 24 \text{ }^\circ\text{C}$, $\phi_i < 40 \%$ v závislosti především na intenzitě větrání [2].

Obrázek 23: Dvouplášťová střecha – s tepelně-izolační vrstvou v dolním plášti



Zdroj: Vlastní, vytvořeno v programu ArchiCAD, ČSN 73 1901

Varianta s tepelně-izolační a parotěsnou vrstvou v dolním plášti

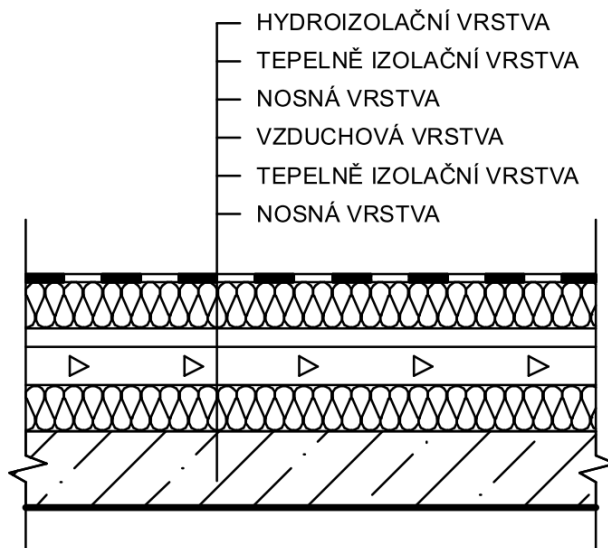
Tato větraná skladba se navrhuje nad prostředím, kde $\theta_{ai} > 24 \text{ }^\circ\text{C}$, $\phi_i > 80 \%$ v závislosti především na difúzním odporem parotěsní vrstvy a intenzitě větrání. Též se využívá nad prostorem, který má zvýšené požadavky na hydroizolační bezpečnost. Skladba je shodná s předešlou variantou pouze je rozdíl v tom, že mezi nosnou vrstvou a tepelně-izolační vrstvou je parotěsná vrstva [2].

²⁵ Neměli by se navrhovat.

Varianta s tepelně-izolační vrstvou v obou pláštích

Větraná skladba, která se zpravidla navrhuje nad prostředím $\theta_{ai} \leq 24 \text{ } ^\circ\text{C}$, $\varphi_i < 40 \%$ v závislosti především na intenzitě větrání a pokud je třeba izolovat nosnou vrstvu horního pláště proti teplotním změnám. Usnadnění větrání střechy a zajistit, aby nedocházelo ke kondenzaci vodní páry na spodním líci horního pláště [2].

Obrázek 24: Dvouplášťová střecha – s tepelně-izolační vrstvou v obou pláštích



Zdroj: Vlastní, vytvořeno v programu ArchiCAD, ČSN 73 1901

3.1.8.2.1 Výhody dvouplášťových větraných střech

- Jsou zpravidla vhodnější než jednoplášťové střechy a to především nad vnitřními prostory, kde jsou vyšší teploty a vyšší relativní vlhkost,
- tepelná izolace může být z materiálu, které mají menší pevnost a jsou stlačitelné.
- zajištění tepelné pohody v místnostech navržených pod střechou. (omezení přehřívání),
- pokud je třeba, lze zabudovat i trochu vlhkou izolaci, protože vzduch ve větrací vrstvě umožní její vyschnutí,
- z důvodu proudění vzduchu dochází ke snížení teploty na povrchu horního pláště a tím vzduch přispívá k delší životnosti hydroizolace.

3.1.8.2.2 Nevýhody dvouplášťových větraných střech

- Složitější tepelně technický návrh,
- finančně nákladnější z hlediska realizace,
- větší konstrukční výška (vzhled objektu),

3.1.9 Softwary a programy

V této kapitole budu popisovat programy, které později budu využívat k posouzení navržených skladeb. Jmenovitě se jedná o ArchiCad, Teplo, Meshgen Area, Area, Kros 4.

3.1.9.1 Software Grafhisoft ArchiCAD

V programu ArchiCAD lze tvořit všechny stupně pro dokumentace, od základních konceptů po prováděcí dokumentaci či dokonce harmonogram stavby. Slouží také k vytvoření 3D modelu (virtuální prohlídka budovy). V novějších verzích je možné využít tzv. Teamwork²⁶ [27].

3.1.9.2 Software Teplo

Program TEPLO 2015 je určen pro základní tepelně technické posouzení skladby stavební konstrukce z hlediska prostupu tepla a vodní páry. Umožňuje detailní výpočet tepelného odporu a součinitele prostupu tepla, vnitřní povrchové teploty, poklesu dotykové teploty podlahové konstrukce, rozložení teplot a tlaků vodní páry v konstrukci a oblasti kondenzace a roční bilance zkondenzované vodní páry. Zohledňuje požadavky ČSN 730540-2 a STN 730540-2 a postupy ČSN 730540-4, EN ISO 6946 a EN ISO 13788 [28].

3.1.9.3 Software Meshgen Area

Program MESHGEN AREA 2011 je určen pro přípravu vstupních dat pro program AREA 2011 až 2015 a to buď přímo v grafickém editoru, nebo importem z DXF CAD souboru [29].

3.1.9.4 Software Area

Program AREA 2015 je určen pro komplexní hodnocení stavebních detailů (tepelných mostů a vazeb) z hlediska dvourozměrného stacionárního vedení tepla a vodní páry. Umožňuje výpočet nejnižší vnitřní povrchové teploty, teplotního faktoru vnitřního povrchu, tepelných toků detailem, lineárního činitele prostupu tepla, oblasti kondenzace vodní páry a roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry v detailu. Zohledňuje postupy a požadavky ČSN 730540 (včetně ČSN 730540-2 z roku 2011), STN 730540 a EN ISO 10211 [30].

²⁶ Práce více uživatelů na jediném projektu ve stejný čas.

3.1.9.5 Software KROS 4

Stavební software KROS 4 je určen pro tvorbu rozpočtů, kalkulací stavebních prací a sledování stavební zakázky. Jako jediný v ČR obsahuje kompletní podobu Cenové soustavy ÚRS a je schopen pracovat s jakoukoliv jinou databází cen stavebních prací [31].

3.2. Hypotézy

V aplikační části se budu zabývat posouzením vybraných variant zateplení šikmých a plochých střech. Jmenovitě se bude jednat o 8 variant šikmé střechy a o 2 varianty ploché střechy. Všechny varianty budou posuzovány především z tepelně-technického hlediska. Budou vyhotoveny i jednotlivé cenové kalkulace a následně budou porovnány a vyhodnoceny.

Šikmá střecha - z dosažených výsledků lze předem předpokládat že:

- 1) Varianty (1, 2) s tepelnou izolací nad krokviemi budou cenově nejdražší.
- 2) Varianty (3, 4) s tepelnou izolací mezi a nad krokviemi budou cenově levnější než varianty s tepelnou izolací nad krokviemi.
- 3) Varianty (5, 6) s tepelnou izolací mezi a pod krokviemi budou cenově levnější než varianty s tepelnou izolací mezi a nad krokviemi.
- 4) Varianty (7, 8) s tepelnou izolací mezi (není po celé výšce krokve) a pod krokviemi budou cenově levnější než varianty mezi a pod krokviemi.
- 5) Největší tloušťku tepelné izolace bude mít varianta (6) z PUR pěny.
- 6) Nejmenší tloušťku tepelné izolace bude mít varianta (1) z PIR desek.

Plochá střecha - z dosažených výsledků lze předem předpokládat že:

- 1) Varianty (1) bude cenově dražší než varianta (2)
- 2) Varianta (2) bude mít větší tloušťku než varianta (1)

Šikmá střecha (x) Plochá střecha - z dosažených výsledků lze předem předpokládat že:

- 1) Varianty šikmých střech budou cenově dostupnější než varianty plochých střech.

3.3. Metodika práce

V této kapitole jsou popsány metody, které jsem použil při zpracování diplomové práce.

Použité metody při tvorbě Diplomové práce

Pro získání dat jsem postupoval tzv. metodou analýzy dokumentu. Informace jsem čerpal z odborných publikací, článků a internetu.

- **Metoda sběru dat**

Analýza dokumentu zkoumá jednotlivé písemné materiály. Z takových dokumentů lze někdy přímo zjistit hledanou informaci, jindy však jejich obsah pouze napoví, kde danou informaci dohledat. Výhodou této metody je, že četbě jednotlivých materiálů se můžeme věnovat téměř neomezeně. Mezi hlavní nevýhody patří jejich eventuální neúplnost či neaktuálnost [11].

Při porovnání a vyhodnocení dat jsem postupoval metodou komparace.

- **Vědecká metoda hodnocení dat**

Metoda komparace patří mezi nejjednodušší metody. Tato metoda porovnává a analyzuje jednotlivá data [11].

- **Fullerova metoda**

Tato metoda se používá při větším počtu kritérií, protože se srovnávají navzájem pouze dvě kritéria, o kterých snáze rozhodneme, které je důležitější.

Metoda je více popsána v části 4.2.2. Multikriteriální hodnocení skladeb

- **Metoda pořadí**

Tato metoda je založena na převedení kriteriální matice na matici pořadí. To v praxi znamená, že se podle všech kritérií přiřadí variantám jejich pořadí.

Metoda je popsána v části 4.2.2. Multikriteriální hodnocení skladeb

4. Aplikační část a diskuse výsledků

4.1. Aplikační části

V aplikační části Diplomové práce jsou porovnány a posouzeny materiálové a konstrukční řešení tepelných izolací ve střešních pláštích. Všechny skladby jsou posuzovány a hodnoceny z fyzikálních a ekonomických kritérií.

Při návrhu jednotlivých skladeb jsem čerpal z nabytých znalostí a poznatků z tvorby teoretické části.

Mezi hodnocené konstrukční varianty šikmé střechy, patří skladby:

- a) s tepelnou izolací nad krokve, (PIR desky, minerální vlna)
- b) s tepelnou izolací nad a mezi krokvemi, (minerální vlna, dřevní vlákno)
- c) s tepelnou izolací mezi a pod krokvemi, (minerální vlna, foukaná izolace)
- d) s tepelnou izolací mezi (není po celé výšce krokve) a pod krokvemi (minerální vlna, minerální vlna na bázi skla)

U šikmé střechy se bude jednat o valbovou střechu dle schématu č.1.

Mezi hodnocené konstrukční varianty ploché střechy, patří:

- a) skladba s klasickým pořadím vrstev (PIR)
- b) skladba s opačným pořadím vrstev (extrudovaný polystyren)

U ploché střechy se bude jednat o střechu s využitím vpustí dle schématu č.2.

Každá skladba bude obsahovat popis, schéma skladby, dva určité detaily skladby, posouzení v programu Teplo, posouzení v programu Area s použitím Meshgen Area, rozpočtovou kalkulaci v programu Kros 4.

Ve všech variantách šikmé střechy nebude řešena hlavní hydroizolační vrstva (skládána krytina), z důvodu zanedbatelné hodnoty při tepelně-technickém posouzení.

Ekonomické hodnocení bude obsahovat celou skladbu od interiéru až po exteriér. Cenová kalkulace bude zahrnovat kompletní dodávku a zhotovení konstrukce dle projektové dokumentace. U všech skladeb šikmé střechy bude použita stejná krytina a doplňky, aby nedošlo ke zkreslení cenové kalkulace jednotlivých skladeb.

4.1.1 Kritéria hodnocení

V aplikační části se budu zabývat různými skladbami střešního pláště (šikmá, plochá střecha). Tyto jednotlivé skladby budou hodnoceny dle předem daných kritérií. Hodnoty vycházejí z norem ČSN. Kalkulace je provedena dle cenové soustavy ÚRS, kde jsou uvedeny ceny jak za materiál, tak i za práci. Hlavní kritéria hodnocení:

Součinitel prostupu tepla

- Součinitel prostupu tepla patří mezi základní veličinu, která nám udává a zároveň charakterizuje vlastnosti konstrukce v přímé závislosti na jednotlivých materiálech a na určité skladbě.
- Výpočet v programu TEPLO.
- Značka: U.
- Jednotka: $W/(m^2K)$.
- Součinitel prostupu tepla pro hodnocení skladeb je $U = 0,158 \pm 1,9\% W/m^2K$.

Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce

- Hodnota určující minimální povrchovou teplotu vnitřního povrchu konstrukce, tak aby nedocházelo ke kondenzaci.
- Výpočet v programu TEPLO.
- Grafické posouzení Area, Meshgen Area.

Kondenzace vodní páry v konstrukci

- Kondenzace je přímo spojená s difúzí vodní páry.
- Ke kondenzaci může docházet, jen pokud neohrožuje vlastnosti konstrukcí a splňuje normu ČSN 73 0540 (2011)
- Výpočet v programu TEPLO.
- Grafické posouzení Area, Meshgen Area.

Tepelné mosty

- V celé skladbě střešní konstrukce nesmí docházet ke vzniku tepelných mostů, které negativně ovlivňují funkci jednotlivých pláštů.
- Tepelnými mosty se zabýváme především z důvodu zvýšení tepelných ztrát budovy, snížení povrchové teploty a riziko vznik kondenzace.

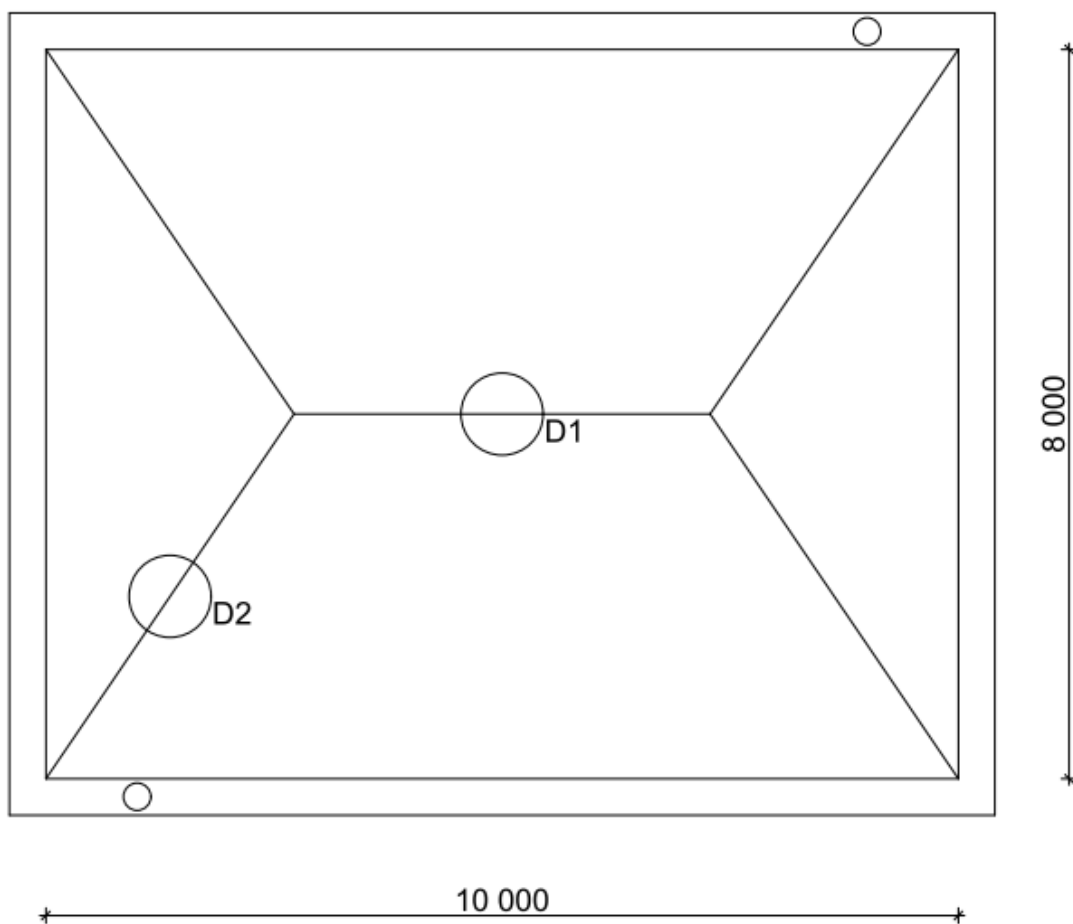
Cenová kalkulace

- Vytvořená kalkulace hodnotí jednotlivé skladby dle ekonomické náročnosti.
- Cena bude uvedena za celou střešní konstrukci – dodávka a montáž.
- Cenová kalkulace bude vytvořena v programu KROS 4.

4.1.2 Hodnocené varianty šikmých střech

Všechny varianty šikmých střech byly navrženy na schématu č.1. Na schématu jsou vyznačeny dva detaily. Detail D1 - detail hřebenu (u variant 1, 2, 3,4) tento detail je u variant 5, 6, 7, 8 nahrazen detailem vaznice. D2 – detail nároží (u všech variant). Hlavní hydroizolační vrstva je navržena jako BRAMAC – Alpská taška classic se všemi potřebnými doplňujícími prvky (např. krajní taška pravá/levá, hřebenáč, ukončení hřebene, rozdělovací hřeben, příchytky hřebene, stoupací plošina komplet, kanalizační prostup komplet, apod.)

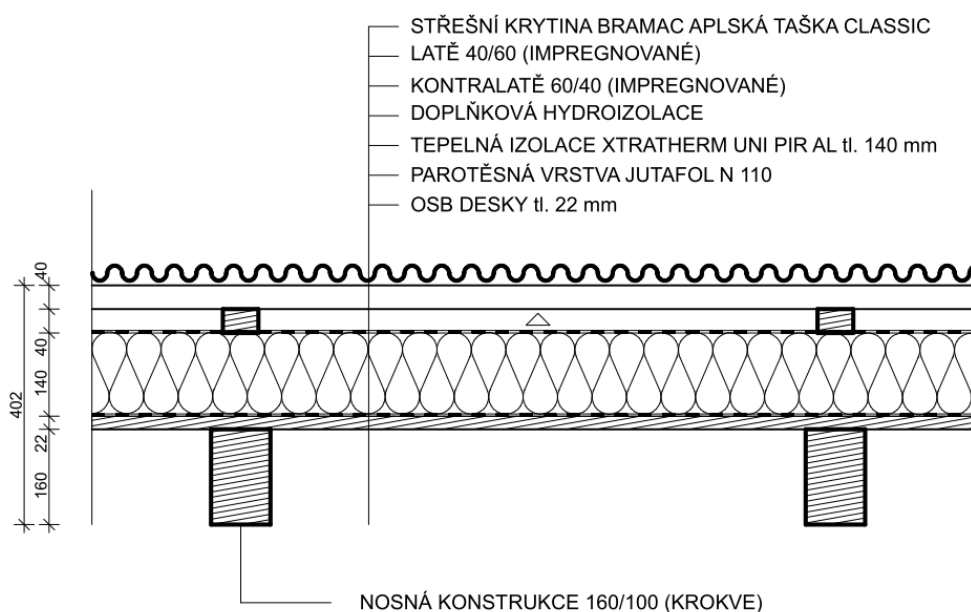
Obrázek 25: Schéma č.1 - Šikmá střechy



Zdroj: Vlastní, vytvořeno v programu ArchiCAD

4.1.2.1 Varianta 1 – Tepelná izolace nad krokvy – PIR

I. Skladba střechy



Obrázek 26: Varianta 1 – Tepelná izolace nad krokvy - PIR

Zdroj: Vlastní, vytvořeno v programu ArchiCAD

II. Skladba střechy

Střešní konstrukce byla navržena jako dvouplášťová střecha s tepelnou izolací nad krokvy. Oba střešní pláště od sebe dělí vzduchová mezera, která je navržena mezi doplňkovou hydroizolací a hlavní hydroizolační vrstvou (skládaná krytina). U této varianty byla použita tepelná izolace z PIR desek s klasickým pořadím konstrukčních prvků.

Nosná vrstva je tvořena krokvy (160/100), nad krokvy je navržen podhled z OSB desek tl. 22mm. Nad podhledem je parotěsná vrstva JUTAFOL N 110 [32]. Nad touto vrstvou je již zmíněná tepelná izolace z PIR desek XTRATHERM UNI PIR AL tl. 140 mm (PIR desky jsou opatřeny kaširovanou vrstvou ALU kraft – hliníková fólie) [33]. Dále jsou ve skladbě impregnované kontralatě (60/40) a impregnované latě (60/40). Hlavní hydroizolační vrstva je tvořena skládanou krytinou od společnosti BRAMAC (BRAMAC Alpská taška classic) [34].

III. Cenová kalkulace

Cenová kalkulace bude vyhotovena jako kompletní střešní konstrukce. Hlavní bude cena tepelné izolace s doplňky, ale pro kompletní rozpočet je zapotřebí doplnit i ostatní vrstvy (střešní systém BRAMAC, klempířské prvky z pozinkového PZ).

IV. Technologický postup

V této kapitole se budu zabývat obecným stručným technologickým postupem, který nebude obsahovat: popis objektu, popis jednotlivých materiálů, stroje a pomůcky, apod.)

Pracovní podmínky:

Zahájení prací předpokládá, že jsou provedeny veškeré nosné konstrukce dle harmonogramu. Veškerý materiál musí být skladován v prostorách na staveništi²⁷, tak aby byla zajištěna jednoduchá manipulace, zamezeno krádeži a znehodnocení.

Přejímání pracoviště:

Musí proběhnout kontrola dodaného materiálu a odborné uskladnění. Dále je třeba ověřit celkovou připravenost na stavbě a zhodnotit nosné konstrukce.²⁸ Práce na střeše je možné zahájit až po odstranění všech vad a nedodělků. O výsledku přejímky staveniště se sepíše zápis mezi zhotovitelem a objednavatelem.

Personální obsazení:

- 2 odborní pracovníci (nejlépe s osvědčením k provádění potřebných prací),
- 1 pracovník pro pomocné práce.

Všichni pracovníci musejí být proškoleny v oblasti BOZP a musejí podepsat protokol BOZP.

Pracovní postup:

Pro zahájení montáže systému nadkroevní izolace je nutné provést zaměření konstrukce (krokve) tak aby měli mezi sebou výškový rozdíl max. 5 mm.

1. Založení:

Založení se provádí na tzv. zakládací hranol, jeho umístění se mění dle zateplení přesahu. Hranol se umístí a ukotví zároveň se spodní hranou krokve, protože přesah je navržen jako zateplený. Výška hranolu se rovná 140mm stejná jako výška tepelné izolace.

2. Aplikace celoplošného bednění:

Záklop se provede z OSB desek o tloušťce 22mm. Jelikož spoje desek nevychází na osově vzdálenosti krokví, tak se kladou šachovnicovitě směrem od zakládajícího hranolu k hřebenu.

3. Podplechování pod parotěsnou vrstvu (okapnice)

4. Aplikace parotěsné fólie:

Provádí se směrem od okapové hrany k hřebenu. Pokud dojde k porušení fólie, použije se systémová parotěsná páska, která se používá i na utěsnění detailů.

²⁷ Materiál musí být chráněn před povětrnostními vlivy a skladovací prostory musí být uzamykatelné, odvodněné, zpevněné a dostatečně velké.

²⁸ Případné vady a nedodělky se zaznamenají do stavebního deníku.

5. Aplikace izolačních desek:

Desky se též kladou od zakládajícího hranolu či prkna. Doporučuji je pokládat opět šachovnicovým způsobem pro maximální soudržnost vrstvy a vyloučení tepelných mostů. Je důležité klást velký důraz a pečlivost na zasunutí do jednotlivých zámků²⁹.

U detailů jako je hřeben, nároží či jakýkoli prostup střešní konstrukcí (např. kanalizační prostup) se použije nízkoexpanzní, trvale flexibilní pěna.

6. Podplechování pod pojistnou hydroizolační vrstvu (okapnice)

7. Aplikace pojistné střešní membrány:

Provádí se stejně jako parotěsná fólie. Též je opatřena samolepicími přesahy pro docílení celistvosti vrstvy. Všechny detaily jako je hřeben, nároží a prostupy se propojí pomocí pásky o šířce 100mm.

8. Podlepení kontralatí a jejich montáž:

Na kontralatě se zespod použije speciální tmel PAMAFlex, který je určen k maximálnímu utěsnění otvoru, vzniklém při kotvení celé skladby přes kontralatě. Poté kontralatě přiložíme k místu na skladbu a pomocí vrutu TSB přikotvíme do krokve. Vrutu se šroubují pod úhlem 67^{o30}, pouze první vrut na každé kontralatě se ukotví kolmo ke skladbě.

9. Montáž latí

Důležité je rozměření střechy. Po rozměření se střecha tzv. nabrnká (označí se osová vzdálenosti latí a poté už je samotná montáž latí pomocí hřebíků.

10. Montáž mřížky

11. Montáž klempířských prvků:

Montáž žlabových háků – nejprve se určí směr spádů, poté se pomocí ohýbačky ohne žlab do požadovaného úhlu. Poté se pomocí hřebíků připevní na krokve. Montáž žlabu – stanoví se umístění kotlíku, toto místo se označí a vystřihne se otvor ve žlabu. Poté se žlab uloží do háků. Montáž příslušenství čela žlabu (pomocí gumového kladívka), kotlík, objímky (maximální osová vzdálenost 2m), svod.

12. Pokládka krytiny a dořezání tašek v nároží:

13. Pokládka hřebene:

²⁹ Tímto maximalizujeme životnost a funkčnost střešního pláště.

³⁰ Jako dodávka je i tzv. vodič vrutů – pro přesný ukotvení dle technologického postupu.

V. Základní hodnocení skladby (V/N)

Výhody

- Nadkroevní izolace
 - Estetika – viditelnost krovu (podle vkusu investora)
 - Využitelnost – užitný prostor podkroví
 - Tepelné mosty – minimalizace
- Izolace z minerální vlny – XTRATHERM UNI PIR AL
 - Nízká nasákavost,
 - vynikající tepelně technické vlastnosti,
 - součinitel prostupu tepla 0,023 W/(mK),
 - kaširovaná vrstva, laminovou ALU kraft folií,
 - odolnost v tlaku,
 - nízká objemová hmotnost,
 - výroba bez CFC/HCFC látek.

Nevýhody

- Nadkroevní izolace
 - Energetická náročnost – vytápění většího prostoru (podkroví)
 - Snížená neprůzvučnost střechy
 - Pracnost – z hlediska detailů (okna, výstupy apod.)
- Izolace z minerální vlny – XTRATHERM UNI PIR AL
 - Vysoká pořizovací cena,
 - stupeň hořlavosti C-E.

VI. Hodnocení - Tepelně technické posouzení v programu Teplo

Tabulka 14: Zadané materiály s konkrétními hodnotami - TEPLŮ

Č.	Funkce	materiál	Obchodní název	D [m]	λ [W/(mK)]	c [J/kgK]	ρ [kg/m ³]	μ [-]
1	bednění	OSB desky	-	0,022	0,130	1700,0	650,0	50,0
2	parozábrana	PE folie	JUTAFOL N 100	0,0002	0,390	1700,0	440,0	210154,0
3	tep. izolace	PIR	XTRATHERM	0,140	0,023	1500,0	30,0	180

Zdroj: Vlastní

Okrajové podmínky výpočtu:

- tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R_{si} : 0.10 m²K/W,
- dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{si} : 0.25 m²K/W,
- tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R_{se} : 0.04 m²K/W,
- dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{se} : 0.04 m²K/W.
- návrhová venkovní teplota T_e : -16.0 °C,
- návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 20.6 °C,
- návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R_{He} : 84.0 %,
- návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R_{Hi} : 55.0 %.

Výsledky v softwaru Teplo

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946

- tepelný odpor konstrukce $R = 6,26 \text{ m}^2\text{K/W}$,
- součinitel prostupu tepla konstrukce $U = 0,156 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Teplota vnitřn. povrchu a teplotního faktoru dle ČSN 730540 A ČSN EN ISO 13788:

- vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p} = 19,20 \text{ °C}$,
- teplotní faktor v návrhových podmínkách $f, R_{si,p} = 0,962$,
- nejnižší povrchová teplota konstrukce $T_{si,m} = 11,25 \text{ °C}$,
- teplotní faktor u nejnižší povrchové teploty $f, R_{si,m} = 0,594$.

Difúze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:

- při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry,
- množství difundující vodní pára $G_d: 3,330E - 0009 \text{ kg/m}^2\text{s}$.

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

- v konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci.

VII. Hodnocení – Posouzení v programu AREA

Tabulka 15: Zadané materiály s konkrétními hodnotami - AREA

Č.	Funkce	materiál	Obchodní název	D [m]	λ [W/(Mk)]	μ [-]
1	bednění	OSB desky	-	0,022	0,130	50,0
2	parozábrana	PE folie	JUTAFOL N 100	0,0002	0,390	210154,0
3	tep. izolace	PIR	XTRATHERM	0,140	0,023	180

Zdroj: Vlastní

Parametry:

Parametry pro výpočet teplotního faktoru:

- návrhová venkovní teplota T_e : -16.0 °C,
- návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 20.6 °C,
- návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R_{He} : 84.0 %,
- návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R_{Hi} : 55.0 %.

Parametry charakterizující rozsah úlohy:

- počet prvků: 1054,
- počet uzlových bodů: 588.

Výsledky v softwaru

Tabulka 16: Nejnižší povrchová teplota a hustota tepelného toku

Prostředí	T [°C]	R_s [m ² K/W]	R.H. [%]	$T_{s,min}$ [°C]	Tep. tok Q [W/m]	Propust. L [W/mK]
1	20,6	0,25	55	19,18	8,50325	0,23233
2	-16,0	0,04	84	-15,77	-8,50339	0,23233

Zdroj: Vlastní

Poznámky:

T je zadaná teplota v daném prostředí [°C]

R_s je zadaný odpor při přestupu tepla v daném prostředí [m²K/W]

R.H. je zadaná relativní vlhkost v daném prostředí [%]

$T_{s,min}$ je minimální povrchová teplota v daném prostředí [C]

$T_{ep.tok} Q$ je hustota tepelného toku z daného prostředí [W/m]

Propust. L je tepelná propustnost mezi daným prostředím a okolím [W/mK]

Tabulka 17: Nejnižší povrchové teploty, Teplotní faktor a Riziko kondenzace

Prostředí	T_w [°C]	$T_{s,min}$ [°C]	f,R_{si} [-]	Kond	$R_{H,max}$ [%]	$T_{,min}$ [°C]
1	11,24	19,28	0,961	ne	-	-
2	-17,86	-15,77	0,994	ne	-	-

Zdroj: Vlastní

Poznámky:

- T_w je teplota rosného bodu v daném prostředí [°C] (lze určit jen do 100 °C)
- $T_{s,min}$ je minimální povrchová teplota v daném prostředí [°C]
- f,R_{si} je faktor dle ČSN 73054, ČSN EN ISO 10211 a ČSN EN ISO 13788 [-]
(rozdíl minimální povrchové teploty a vnější teploty podělený rozdílem vnitřních a vnějších teplot)
- KOND.** Je označení vzniku povrchové kondenzace
- $R_{H,max}$ je maximální možná relativní vlhkost při dané teplotě v daném prostředí, která zajistí odstranění povrchové kondenzace [%]
- $T_{,min}$ je minimální potřebná teplota při dané absolutní vlhkosti v daném prostředí, která zjistí odstranění povrchové kondenzace [°C] – platí jen pro případ dvou prostředí

Odhad chyby výpočtu

- Součet tepelných toků: - 0 0001 W/m,
- součet abs. hodnot tepelných toků: 17,0066 W/m,
- podíl: - 0,0000.

Podíl je menší než 0,001 – Požadavek ČSN EN ISO 10211 je splněn.

Toky difundující vodní páry při zadaných podmínkách:

- Množství vstupující do konstrukce: 6.4E-0010 kg/m,s.
- Množství vystupující z konstrukce: 6.4E-0010 kg/m,s.
- Chyba výpočtu: 1.7E-0012 kg/m,s.

Požadavek ČSN 730540-2 (2011), čl. 5.1:

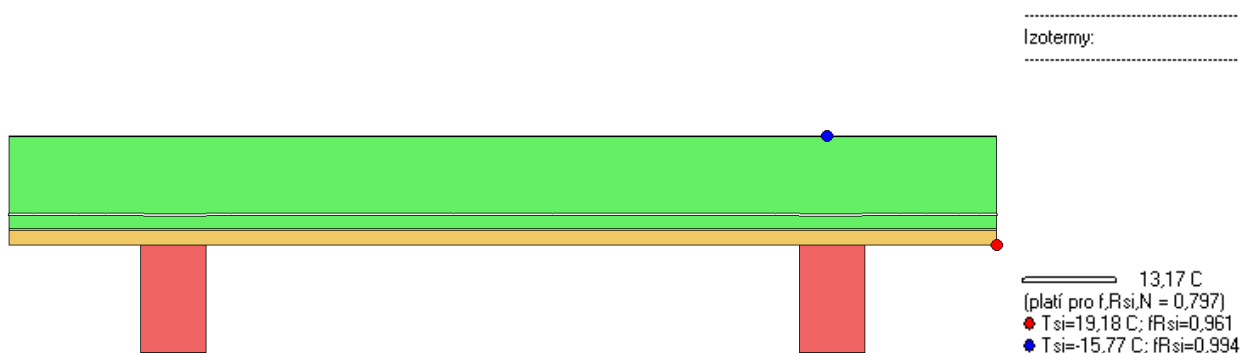
- Minimální požadovaný teplotní faktor vnitřního povrchu ve všech místech konstrukce v zimním období: $f_{Rsi,N} = 0,797$
- Doplnující údaje:
 - Rel. Vlhkost pro stanovení požadavku $f_{ii,f} = 55 \%$
 - Teplota rosného bodu $T_w = 9,82 \text{ C}$
 - Teplotní faktor $f_{Rsi,cr} = 0,797$
- Maximální přípustný součinitel prostupu tepla pro splnění požadavku $U_{,max} = 0,81 \text{ W/m}^2\text{K}$

Poznámky:

- Požadovaný teplotní faktor byl stanoven pro maximální přípustnou vnitřní povrchovou relativní vlhkost 80%.
- Součinitel prostupu tepla potřebný ke splnění požadavku byl stanoven pro $R_{si}=0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ a pro zadanou vnější teplotu.
- Požadované hodnotě teplotního faktoru odpovídá v daných okrajových podmínkách teplota vnitřního povrchu 13,19 C.

Výsledné grafické posouzení - Skladba

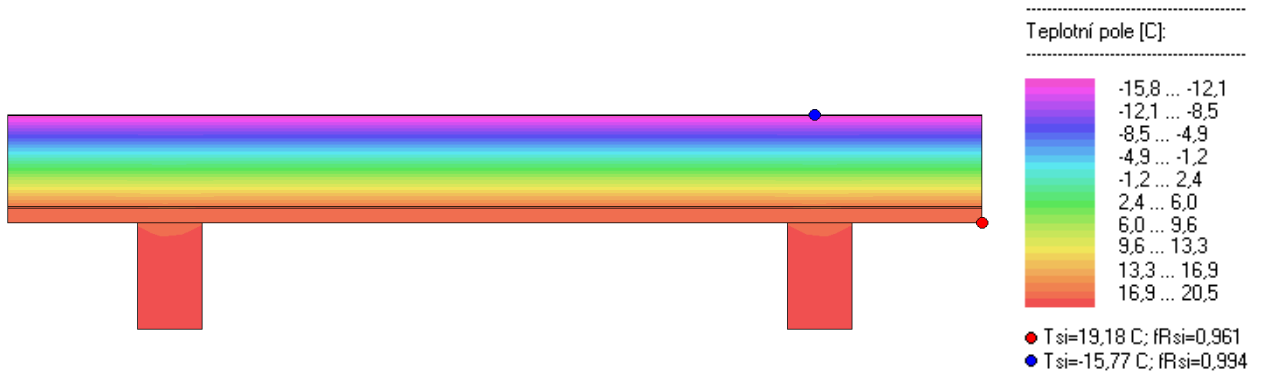
Průběh izotermy



Obrázek 27: Průběh izotermy s legendou

Zdroj: Vlastní

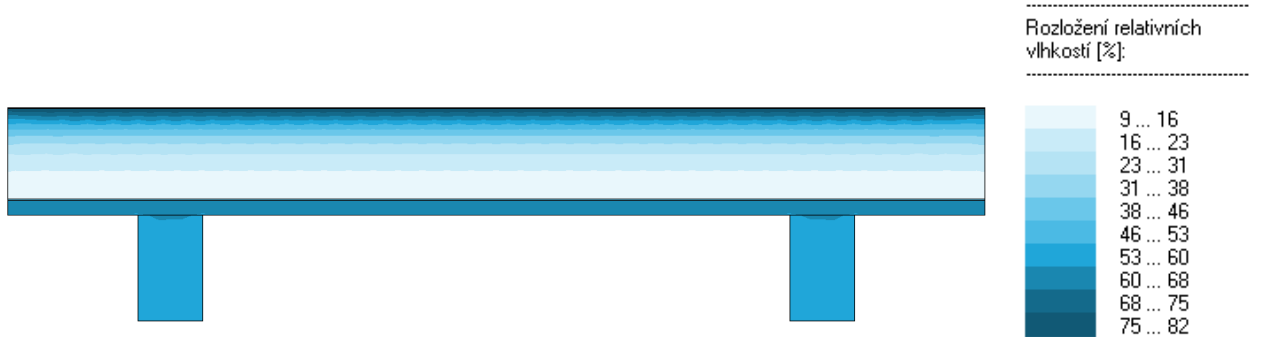
Pole teplot



Obrázek 28: Pole teplot s legendou

Zdroj: Vlastní

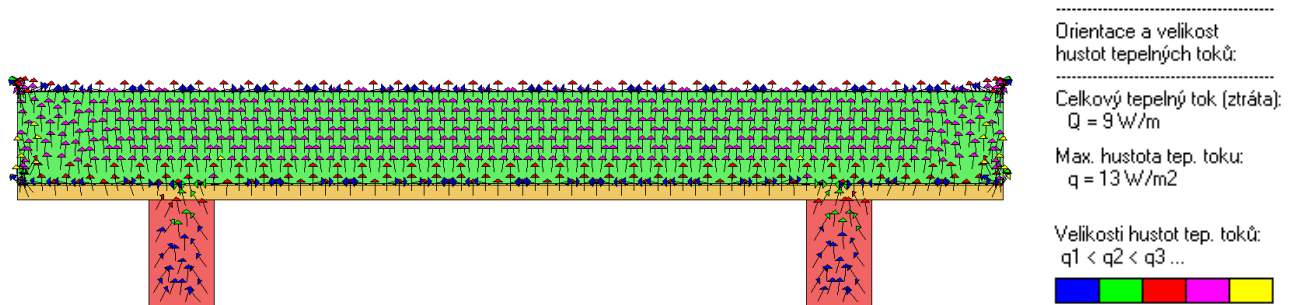
Rozložení relativní vlhkosti



Obrázek 29: Relativní vlhkost s legendou

Zdroj: Vlastní

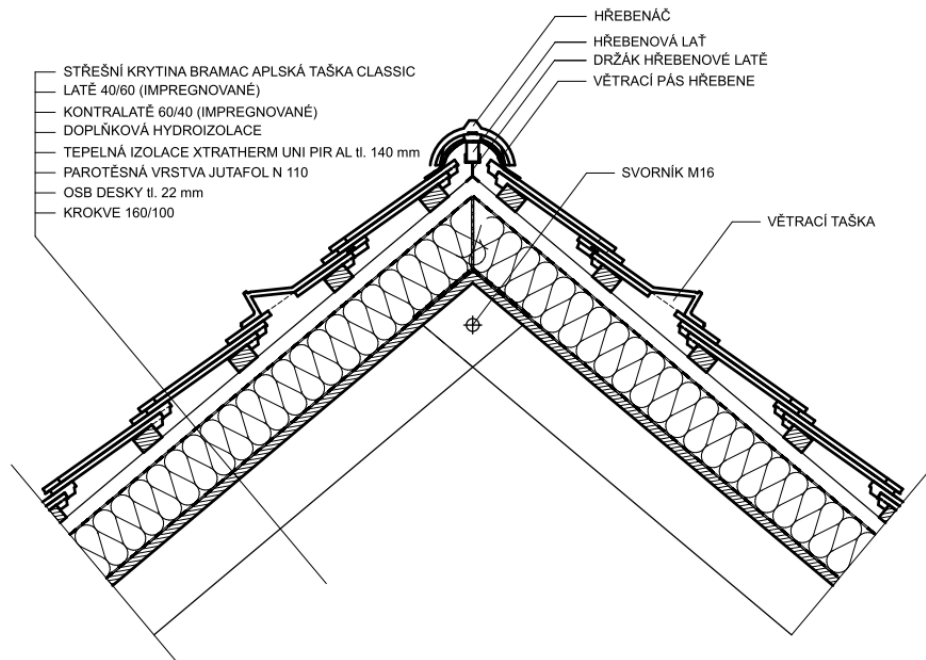
Orientace tepelných toků



Obrázek 30: Orientace tepelných toků s legendou

Zdroj: Vlastní

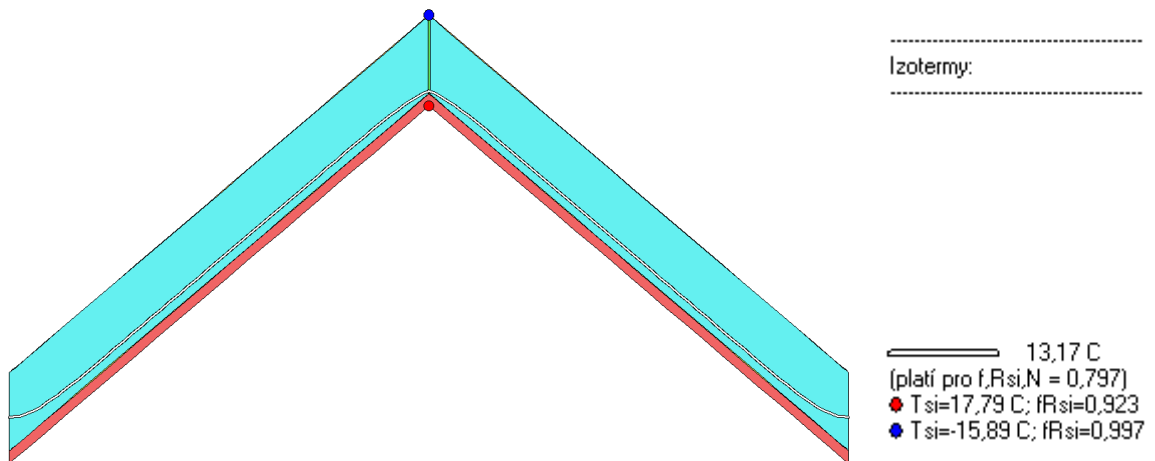
Výsledné grafické posouzení – Detail 1 - Hřeben



Obrázek 31: Detail - hřebenu

Zdroj: Vlastní

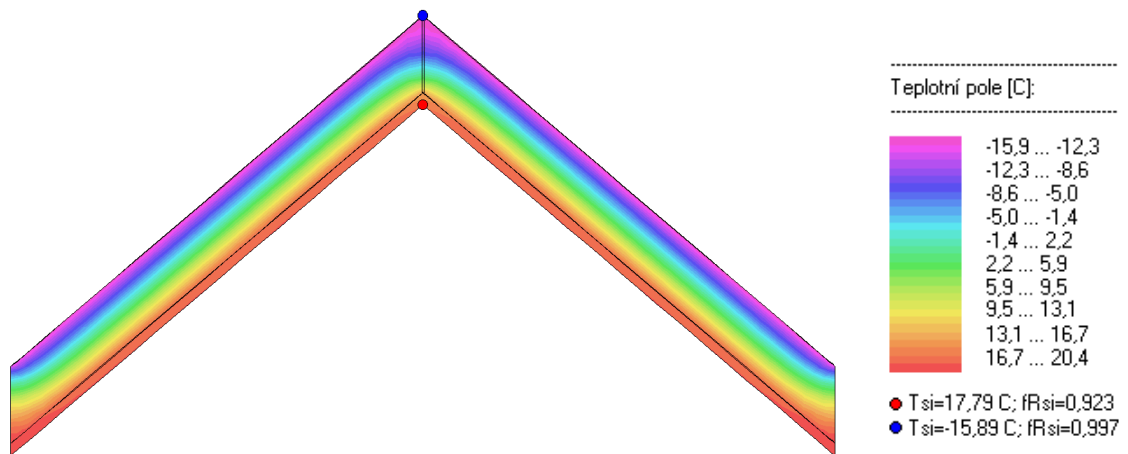
Průběh izoterm



Obrázek 32: Detail – hřebenu – Průběh izoterm s legendou

Zdroj: Vlastní

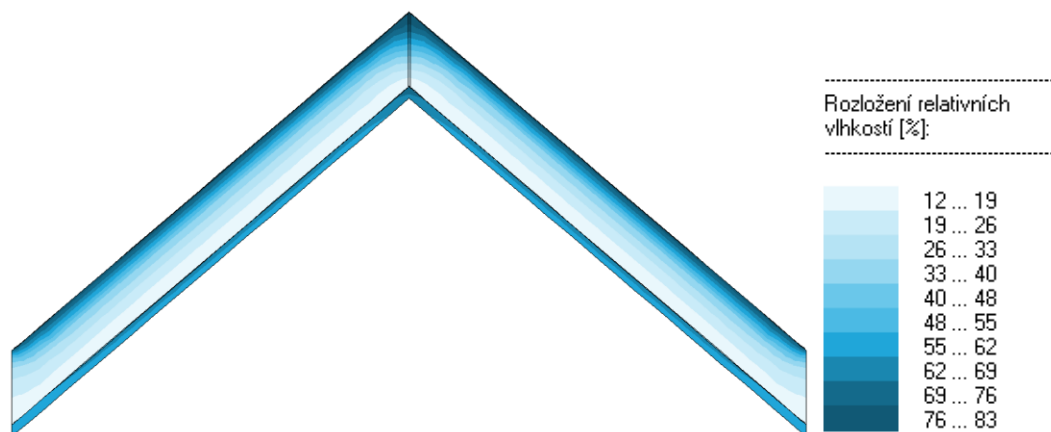
Pole teplot



Obrázek 33: Detail – hřebenu – Pole teplot s legendou

Zdroj: Vlastní

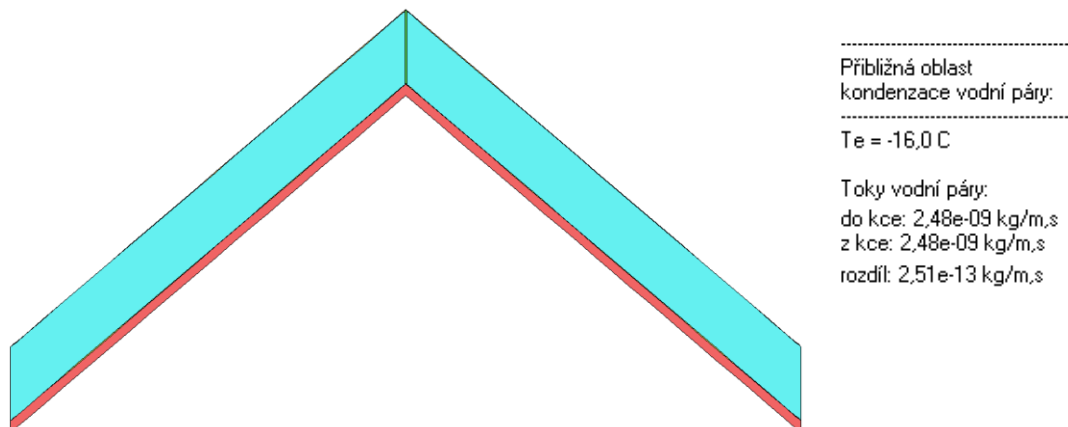
Rozložení relativní vlhkosti



Obrázek 34: Detail – hřebenu – Rozložení relativní vlhkosti s legendou

Zdroj: Vlastní

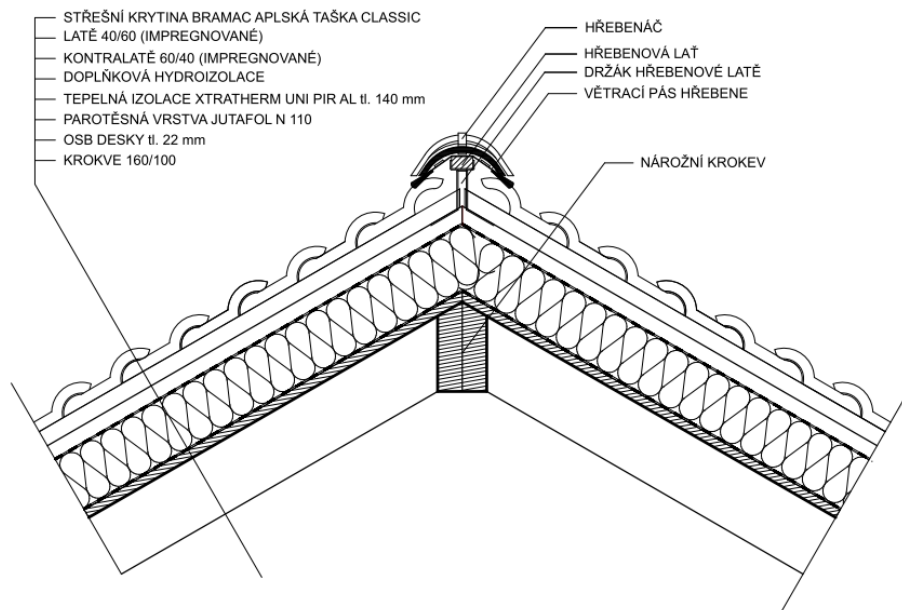
Oblast kondenzace



Obrázek 35: Detail – hřebenu – Oblast kondenzace s legendou

Zdroj: Vlastní

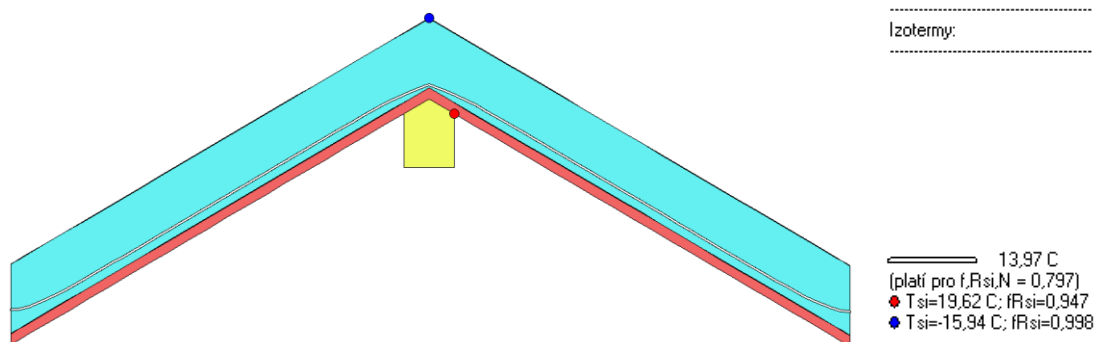
Výsledné grafické posouzení – Detail 2 – Nároží



Obrázek 36: Detail – nároží

Zdroj: Vlastní

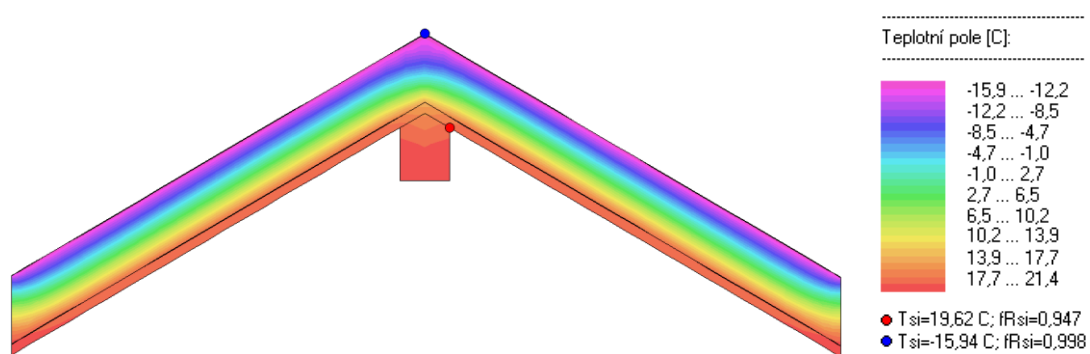
Průběh izotermy



Obrázek 37: Detail – nároží – Průběh izotermy s legendou

Zdroj: Vlastní

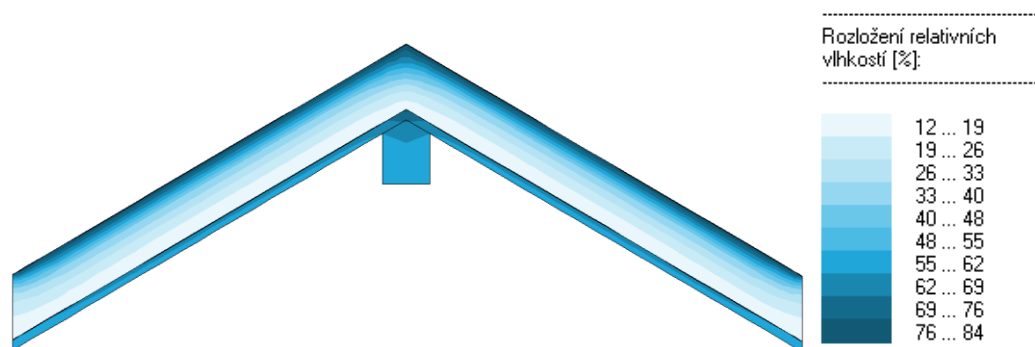
Pole teplot



Obrázek 38: Detail – nároží – Průběh izotermy s legendou

Zdroj: Vlastní

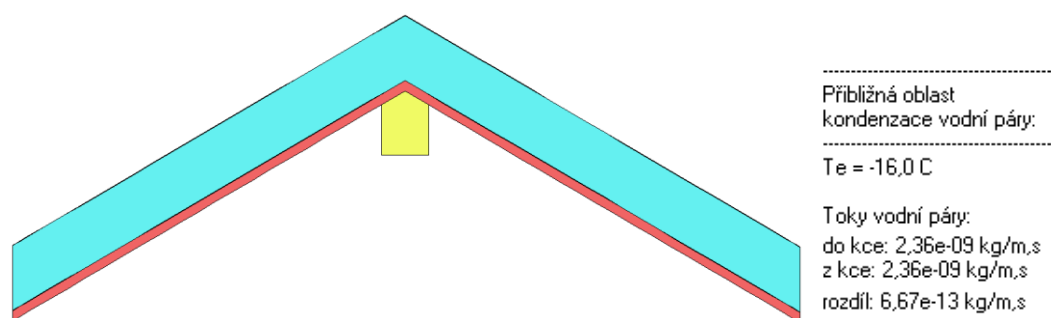
Rozložení relativní vlhkosti



Obrázek 39: Detail – nároží – Průběh izotermy s legendou

Zdroj: Vlastní

Oblast kondenzace



Obrázek 40: Detail – nároží – Oblast kondenzace s legendou

Zdroj: Vlastní

VIII. Vyhodnocení v programu KROS 4

Tabulka 18: Rekapitulace rozpočtu – Varianta 1³¹

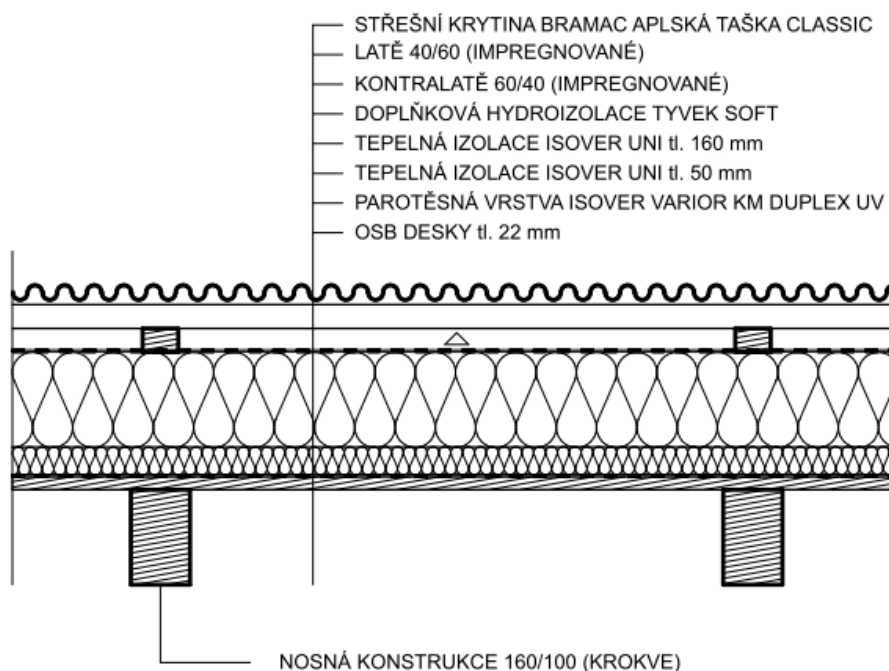
Kód	Popis	Dodávka [Kč]	Montáž [Kč]	Celková cena [Kč]
PSV	Práce a dodávka PSV	191 161,29	115 260,05	306 421,34
713	Izolace tepelné	73 326,26	9 629,25	82 955,51
762	Konstrukce tesařské	56 931,20	51 052,67	107 983,87
764	Konstrukce klempířské	9 758,00	11 818,94	21 576,94
765	Krytina skládaná	51 145,83	42 759,19	93 905,02
	Celkem	191 161,29 Kč	115 260,05 Kč	306 421,34 Kč

Zdroj: Vlastní, software KROS 4, ceník ÚRS

³¹ Kompletní rozpočet a krycí list rozpočtu je vložen do příloh.

4.1.2.2 Varianta 2 – Tepelná izolace nad krokviemi – ISOVER

I. Skladba střechy



Obrázek 41: Varianta 2 – Tepelná izolace nad krokviemi – minerální vata

Zdroj: Vlastní, vytvořeno v programu ArchiCAD

II. Skladba střechy

Střešní konstrukce byla navržena jako dvouplášťová střecha s tepelnou izolací nad krokviemi. Oba střešní pláště od sebe dělí vzduchová mezera, která je navržena mezi doplňkovou hydroizolací a hlavní hydroizolační vrstvou (skládaná krytina). U této varianty byla použita tepelná izolace z minerální vaty s klasickým pořadím konstrukčních prvků.

Nosná vrstva je tvořena krokviemi (160/100), nad krokviemi je navržen podhled z OSB desek tl. 22mm. Nad podhledem je parotěsná vrstva ISOVER Varior [35]. Nad touto vrstvou je již zmíněná tepelná izolace z minerální vaty o celkové tloušťce 210 mm (50 mm + 160 mm). Nad tepelnou izolací je doplňková hydroizolační vrstva TYVEK SOFT [36]. Dále jsou ve skladbě impregnované kontralatě (60/40) a impregnované latě (60/40). Hlavní hydroizolační vrstva je tvořena skládanou krytinou od společnosti BRAMAC (BRAMAC Alpská taška classic) [34].

III. Cenová kalkulace

Cenová kalkulace bude vyhotovena jako kompletní střešní konstrukce. Hlavní bude cena tepelné izolace s doplňky, ale pro kompletní rozpočet je zapotřebí doplnit i ostatní vrstvy (střešní systém BRAMAC, klempířské prvky z pozinku PZ).

IV. Technologický postup

V této kapitole se budu zabývat obecným stručným technologickým postupem, který nebude obsahovat: popis objektu, popis jednotlivých materiálů, stroje a pomůcky, apod.)

Pracovní podmínky:

Zahájení prací předpokládá, že jsou provedeny veškeré nosné konstrukce dle harmonogramu. Veškerý materiál musí být skladován v prostorách na staveništi³², tak aby byla zajištěna jednoduchá manipulace, zamezeno krádeži a znehodnocení.

Přejímání pracoviště:

Musí proběhnout kontrola dodaného materiálu a odborné uskladnění. Dále je třeba ověřit celkovou připravenost na stavbě a zhodnotit nosné konstrukce.³³ Práce na střeše je možné zahájit až po odstranění všech vad a nedodělků. O výsledku přejímky staveniště se sepíše zápis mezi zhotovitelem a objednavatelem.

Personální obsazení:

- 2 odborní pracovníci (nejlépe s osvědčením k provádění potřebných prací),
- 1 pracovník pro pomocné práce.

Všichni pracovníci musejí být proškoleny v oblasti BOZP a musejí podepsat protokol BOZP.

Pracovní postup:

Pro zahájení montáže systému nadkroevní izolace je nutné provést zaměření konstrukce (krokve) tak aby měli mezi sebou výškový rozdíl max. 5 mm.

1. Založení:

Založení se provádí na tzv. zakládací hranol, jeho umístění se mění dle zateplení přesahu. Hranol se umístí a ukotví zároveň se spodní hranou krokve, protože přesah je navržen jako zateplený. Výška hranolu se rovná 210mm stejná jako výška tepelné izolace.

2. Aplikace celoplošného bednění:

Záklop se provede z OSB desek o tloušťce 22mm. Jelikož spoje desek nevychází na osově vzdálenosti krokví, tak se kladou šachovnicovitě směrem od zakládajícího hranolu k hřebenu.

³² Materiál musí být chráněn před povětrnostními vlivy a skladovací prostory musí být uzamykatelné, odvodněné, zpevněné a dostatečně velké.

³³ Případné vady a nedodělky se zaznamenají do stavebního deníku.

3. Podplechování pod parotěsnou vrstvu (okapnice)

4. Aplikace parotěsné fólie:

Provádí se směrem od okapové hrany k hřebenu. Pokud dojde k porušení fólie, použije se systémová parotěsná páska, která se používá i na utěsnění detailů.

5. Aplikace izolačních desek:

Desky se též kladou od zakládajícího hranolu či prkna. Doporučuji je pokládat opět šachovnicovým způsobem pro maximální soudržnost vrstvy a vyloučení tepelných mostů. Je důležité klást velký důraz a pečlivost na zasunutí do jednotlivých zámek³⁴. Druhá Izolační vrstva se pokládá stejným způsobem jen je doporučeno pokládat tak, aby nebylo pero s drážkou u obou vrstev tepelné izolace nad sebou.

U detailů jako je hřeben, nároží či jakýkoli prostup střešní konstrukcí (např. kanalizační prostup) se použije nízkoexpanzní, trvale flexibilní pěna.

6. Podplechování pod pojistnou hydroizolační vrstvu (okapnice)

7. Aplikace pojistné střešní membrány:

Provádí se stejně jako parotěsná fólie. Též je opatřena samolepicími přesahy pro docílení celistvosti vrstvy. Všechny detaily jako je hřeben, nároží a prostupy se propojí pomocí pásky o šířce 100mm.

8. Montáž kontratí

Kontratě se přibijí pomocí hřebíků do nosné vrstvy střechy.

9. Montáž latí

Důležité je rozměření střechy. Po rozměření se střecha tzv. nabrnká (označí se osová vzdálenosti latí a poté už je samotná montáž latí pomocí hřebíků.

10. Montáž mřížky

11. Montáž klempířských prvků:

Montáž žlabových háků – nejprve se určí směr spádů, poté se pomocí ohýbačky ohne žlab do požadovaného úhlu. Poté se pomocí hřebíků připevní na krokve. Montáž žlabu – stanoví se umístění kotlíku, toto místo se označí a vystřihne se otvor ve žlabu. Poté se žlab uloží do háků. Montáž příslušenství čela žlabu (pomocí gumového kladívka), kotlík, objímky (maximální osová vzdálenost 2m), svod.

12. Pokládka krytiny a dořezání tašek v nároží:

13. Pokládka hřebene:

³⁴ Tímto maximalizujeme životnost a funkčnost střešního pláště.

V. Základní hodnocení skladby (V/N)

Výhody

- Nadkroevní izolace
 - Estetika – viditelnost krovu (podle vkusu investora)
 - Využitelnost – užitný prostor podkroví
 - Tepelné mosty – minimalizace
- Izolace z minerální vlny – ISOVER UNI
 - Nehořlavost,
 - akustické vlastnosti,
 - nízký difúzní odpor,
 - životnost,
 - odolnost proti dřevokazným škůdcům hlodavcům a hmyzu,
 - relativně lehká opracovatelnost – řezání, vrtání,
 - rozměrová stabilita při změně teploty,
 - ekologická a hygienická nezávadnost.

Nevýhody

- Nadkroevní izolace
 - Energetická náročnost – vytápění většího prostoru (podkroví)
 - snížená neprůzvučnost střechy,
 - pracnost – z hlediska detailů (okna, výstupy apod.).
- Izolace z minerální vlny – ISOVER UNI
 - Celková tloušťka tepelné izolace,
 - nízká pevnost v tlaku.

VI. Hodnocení - Tepelně technické posouzení v programu Teplo

Tabulka 19: Zadané materiály s konkrétními hodnotami - TEPLŮ

Č	Funkce	materiál	Obchodní název	D [m]	λ [W/(mK)]	c [J/kgK]	ρ [kg/m ³]	μ [-]
1	bednění	OSB desky	-	0,022	0,130	1700,0	650,0	50,0
2	parozábrana	PE fólie	ISOVER Varior	0,0002	0,350	1 470,0	60,0	100000,0
3	tep. izolace	Minerální vata	ISOVER UNI	0,050	0,035	800,0	40,0	1,1
4	tep. izolace	Minerální vata	ISOVER UNI	0,160	0,035	800,0	40,0	1,1
5	doplňková hydro. vrstva	PE fólie	TYVEK SOFT	0,0002	0,350	1470,0	330,0	111,0

Zdroj: Vlastní

Okrajové podmínky výpočtu:

- tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R_{si} : 0.10 m²K/W,
- dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{si} : 0.25 m²K/W,
- tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R_{se} : 0.04 m²K/W,
- dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{se} : 0.04 m²K/W.
- návrhová venkovní teplota T_e : -16.0 °C,
- návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 20.6 °C,
- návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R_{He} : 84.0 %,
- návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R_{Hi} : 55.0 %.

Výsledky v softwaru Teplo

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946

- tepelný odpor konstrukce $R = 6,17 \text{ m}^2\text{K/W}$,
- součinitel prostupu tepla konstrukce $U = 0,158 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Teplota vnitřn. povrchu a teplotního faktoru dle ČSN 730540 A ČSN EN ISO 13788:

- vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p} = 19,18 \text{ °C}$,
- teplotní faktor v návrhových podmínkách $f, R_{si,p} = 0,961$,
- nejnižší povrchová teplota konstrukce $T_{si,m} = 11,25 \text{ °C}$,
- teplotní faktor u nejnižší povrchové teploty $f, R_{si,m} = 0,594$.

Difúze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:

- při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry,
- množství difundující vodní pára G_d : 3,816E – 0008 kg/m²s.

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

- v konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci.

VII. Hodnocení – Posouzení v programu AREA

Tabulka 20: Zadané materiály s konkrétními hodnotami - AREA

Č.	Funkce	materiál	Obchodní název	D [m]	λ [W/(Mk)]	μ [-]
1	Nosná konstrukce	dřevo	-	0,160	0,180	157
2	bednění	OSB desky	-	0,022	0,130	50,0
3	parozábrana	PE folie	ISOVER VARIOR	0,0002	0,350	100000
4	tep. izolace	minerální vata	ISOVER UNI	0,05	0,035	1,0
5	tep. izolace	minerální vata	ISOVER UNI	0,16	0,035	1,0
6	Doplňková hydro. vrstva	PE fólie	TYVEK SOFT	0,0002	0,350	111

Zdroj: Vlastní

Parametry:

Parametry pro výpočet teplotního faktoru:

- návrhová venkovní teplota T_e : -16.0 °C,
- návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 20.6 °C,
- návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R_{He} : 84.0 %,
- návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R_{Hi} : 55.0 %.

Parametry charakterizující rozsah úlohy:

- počet prvků: 1250,
- počet uzlových bodů: 689.

Výsledky v softwaru Area

Tabulka 21: Nejnižší povrchová teplota a hustota tepelného toku

Prostředí	T [°C]	R _s [m ² K/W]	R.H. [%]	T _{s,min} [°C]	Tep. tok Q [W/m]	Propust. L [W/mK]
1	20,6	0,25	55	19,17	8,55605	0,23377
2	-16,0	0,04	84	-15,77	-8,55606	0,23377

Zdroj: Vlastní

Poznámky:

T je zadaná teplota v daném prostředí [°C]

R_s je zadaný odpor při přestupu tepla v daném prostředí [m²K/W]

R.H. je zadaná relativní vlhkost v daném prostředí [%]

T_{s,min} je minimální povrchová teplota v daném prostředí [°C]

T_{ep.tok Q} je hustota tepelného toku z daného prostředí [W/m]

Propust. L je tepelná propustnost mezi daným prostředím a okolím [W/mK]

Tabulka 22: Nejnižší povrchové teploty, Teplotní faktor a Riziko kondenzace

Prostředí	T _w [°C]	T _{s,min} [°C]	f,R _{si} [-]	Kond	R _{H,max} [%]	T _{min} [°C]
1	11,24	19,17	0,961	ne	-	-
2	-17,86	-15,77	0,994	ne	-	-

Zdroj: Vlastní

Poznámky:

T_w je teplota rosného bodu v daném prostředí [°C] (lze určit jen do 100 °C)

T_{s,min} je minimální povrchová teplota v daném prostředí [°C]

f,R_{si} je faktor dle ČSN 73054, ČSN EN ISO 10211 a ČSN EN ISO 13788 [-]
(rozdíl minimální povrchové teploty a vnější teploty podělený rozdílem vnitřních a vnějších teplot)

KOND. Je označení vzniku povrchové kondenzace

R_{H,max} je maximální možná relativní vlhkost při dané teplotě v daném prostředí, která zajistí odstranění povrchové kondenzace [%]

T_{min} je minimální potřebná teplota při dané absolutní vlhkosti v daném prostředí, která zjistí odstranění povrchové kondenzace [°C] – platí jen pro případ dvou prostředí

Odhad chyby výpočtu

- Součet tepelných toků: - 0 0001 W/m,
- součet abs. hodnot tepelných toků: 17,1121 W/m,
- podíl: - 0,0000.

Podíl je menší než 0,001 – Požadavek ČSN EN ISO 10211 je splněn.

Toky difundující vodní páry při zadaných podmínkách:

- Množství vstupující do konstrukce: 1.7E-0009 kg/m,s.
- Množství vystupující z konstrukce: 1.7E-0009 kg/m,s.
- Chyba výpočtu: 6.1E-0013 kg/m,s.

Požadavek ČSN 730540-2 (2011), čl. 5.1:

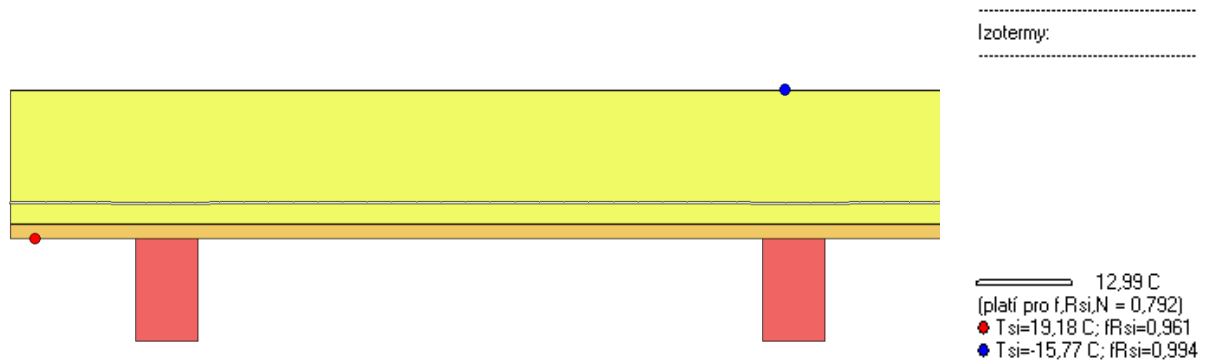
- Minimální požadovaný teplotní faktor vnitřního povrchu ve všech místech konstrukce v zimním období: $fR_{si,N} = 0,797$
- Doplnující údaje:
 - Rel. Vlhkost pro stanovení požadavku $F_{ii,f} = 55 \%$
 - Teplota rosného bodu $T_w = 9,82 \text{ C}$
 - Teplotní faktor $fR_{si,cr} = 0,797$
- Maximální přípustný součinitel prostupu tepla pro splnění požadavku $U_{,max} = 0,81 \text{ W/m}^2\text{K}$

Poznámky:

- Požadovaný teplotní faktor byl stanoven pro maximální přípustnou vnitřní povrchovou relativní vlhkost 80%.
- Součinitel prostupu tepla potřebný ke splnění požadavku byl stanoven pro $R_{si}=0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ a pro zadanou vnější teplotu.
- Požadované hodnotě teplotního faktoru odpovídá v daných okrajových podmínkách teplota vnitřního povrchu 13,19 C.

Výsledné grafické posouzení - Skladba

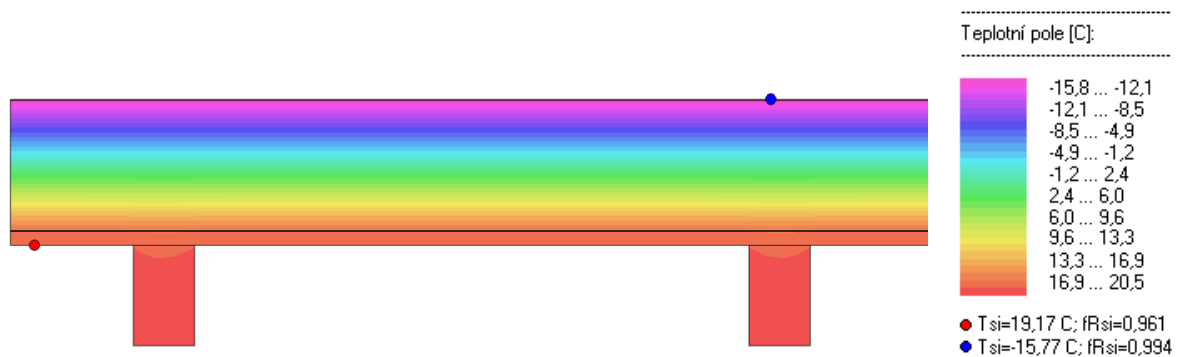
Průběh izotermy



Obrázek 42: Průběh izotermy s legendou

Zdroj: Vlastní

Pole teplot



Obrázek 43: Pole teplot s legendou

Zdroj: Vlastní

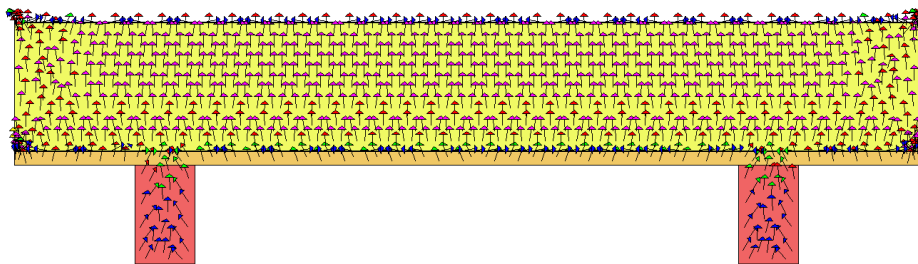
Rozložení relativní vlhkosti



Obrázek 44: Relativní vlhkost s legendou

Zdroj: Vlastní

Orientace tepelných toků



Orientace a velikost
hustot tepelných toků:

Celkový tepelný tok (ztráta):
 $Q = 9 \text{ W/m}$

Max. hustota tep. toku:
 $q = 15 \text{ W/m}^2$

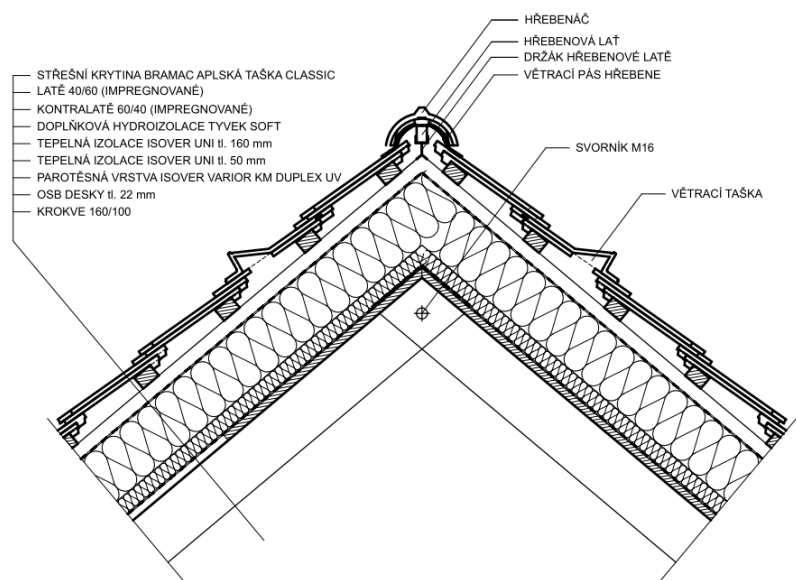
Velikosti hustot tep. toků:
 $q_1 < q_2 < q_3 \dots$



Obrázek 45: Orientace tepelných toků s legendou

Zdroj: Vlastní

Výsledné grafické posouzení – Detail 1 – Hřeben

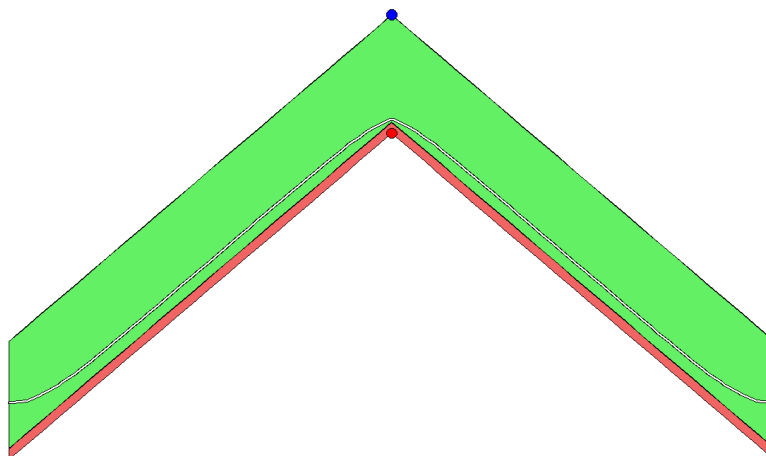


Obrázek 46: Detail - hřebenu

Zdroj: Vlastní

Průběh izotermy

Izotermy:

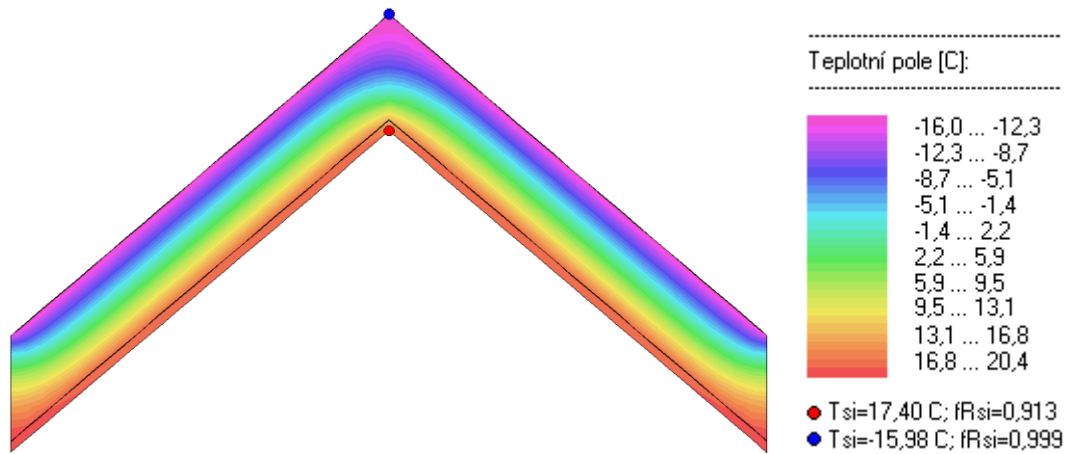


13,17 C
 (platí pro $f, R_{si}, N = 0,797$)
 ● $T_{si} = 17,40 \text{ C}$; $fR_{si} = 0,913$
 ● $T_{si} = -15,98 \text{ C}$; $fR_{si} = 0,999$

Obrázek 47: Detail – hřebenu – Průběh izotermy s legendou

Zdroj: Vlastní

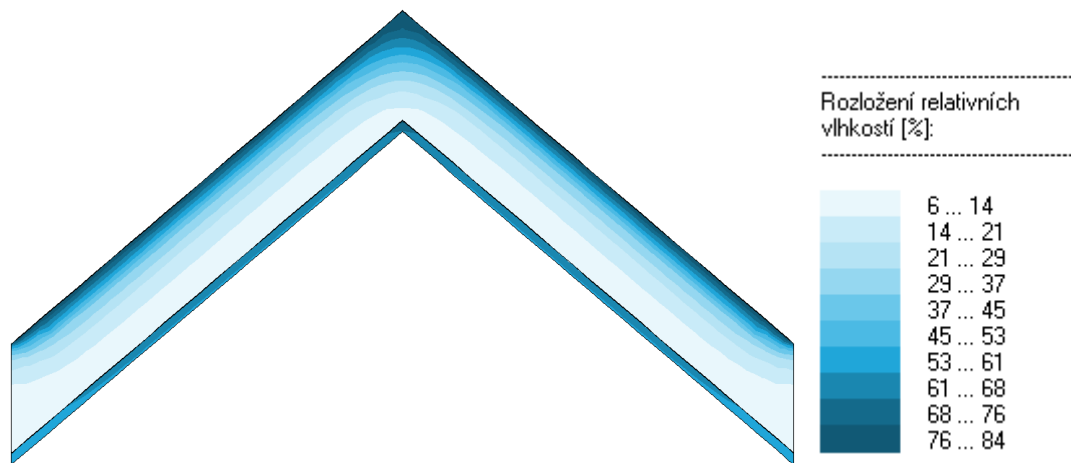
Pole teplot



Obrázek 48: Detail – hřebenu – Pole teplot s legendou

Zdroj:Vlastní

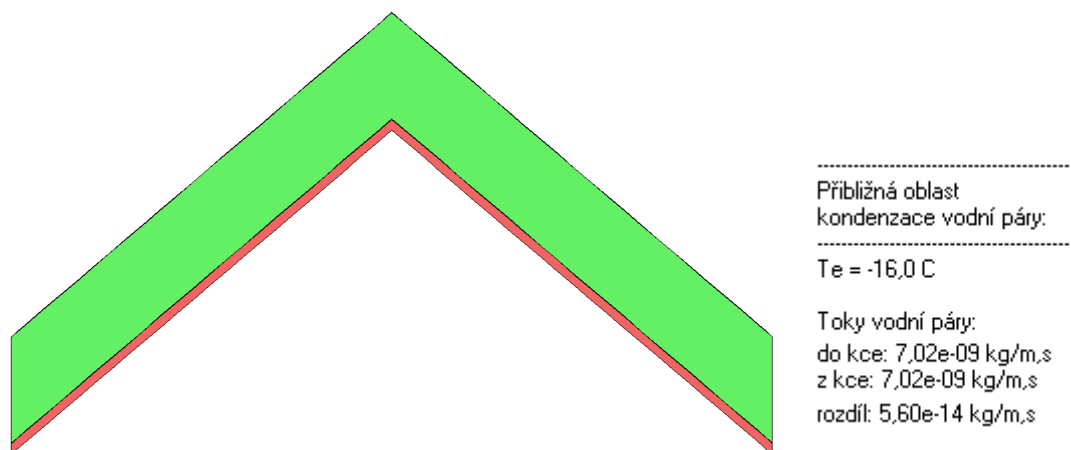
Rozložení relativní vlhkosti



Obrázek 49: Detail – hřebenu – Rozložení relativní vlhkosti s legendou

Zdroj:Vlastní

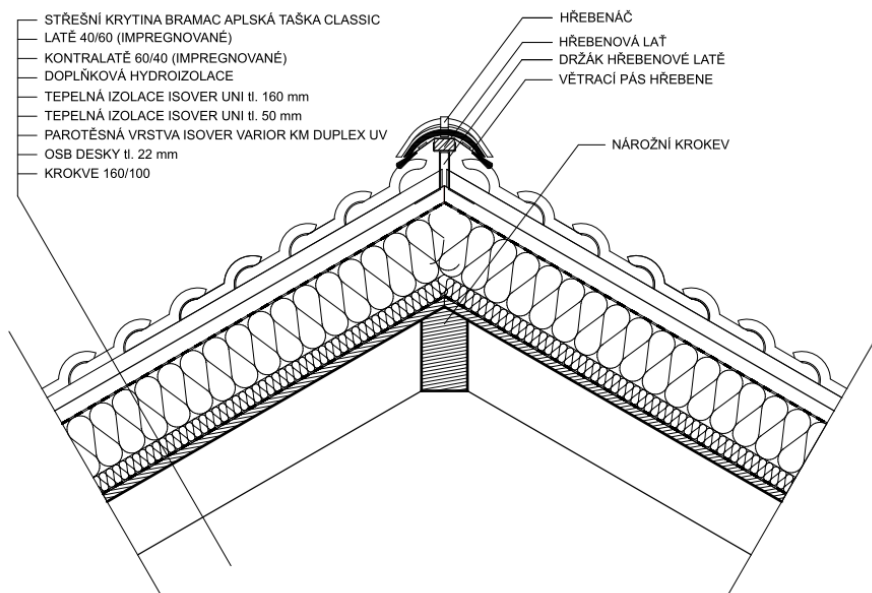
Oblast kondenzace



Obrázek 50: Detail – hřebenu – Oblast kondenzace s legendou

Zdroj:Vlastní

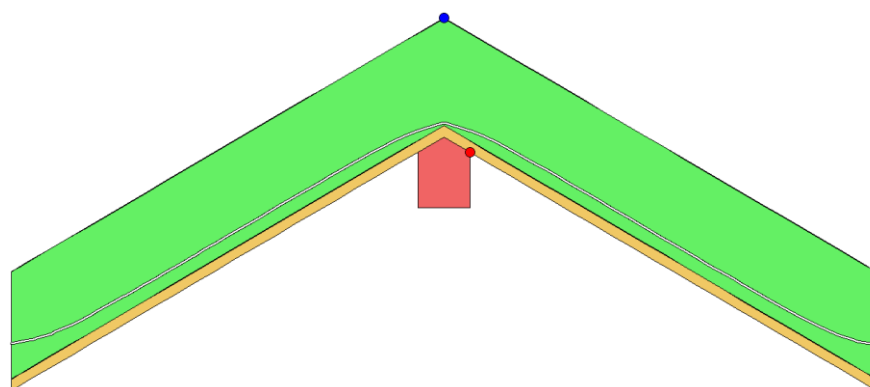
Výsledné grafické posouzení – Detail 2 – Nároží



Obrázek 51: Detail – nároží

Zdroj: Vlastní

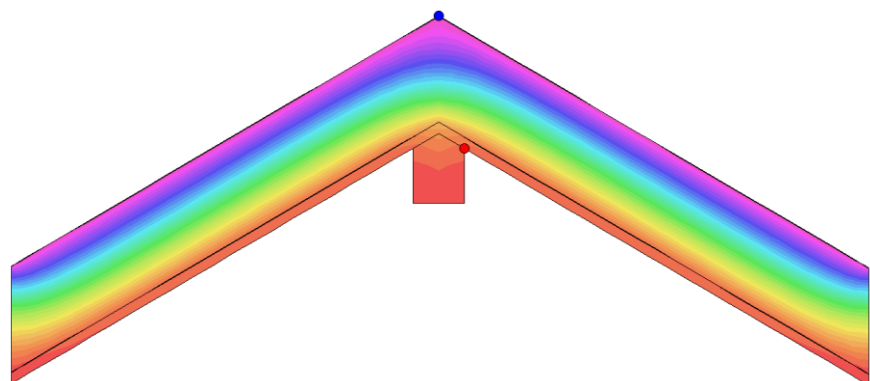
Průběh izotermy



Obrázek 52: Detail – nároží – Průběh izotermy s legendou

Zdroj: Vlastní

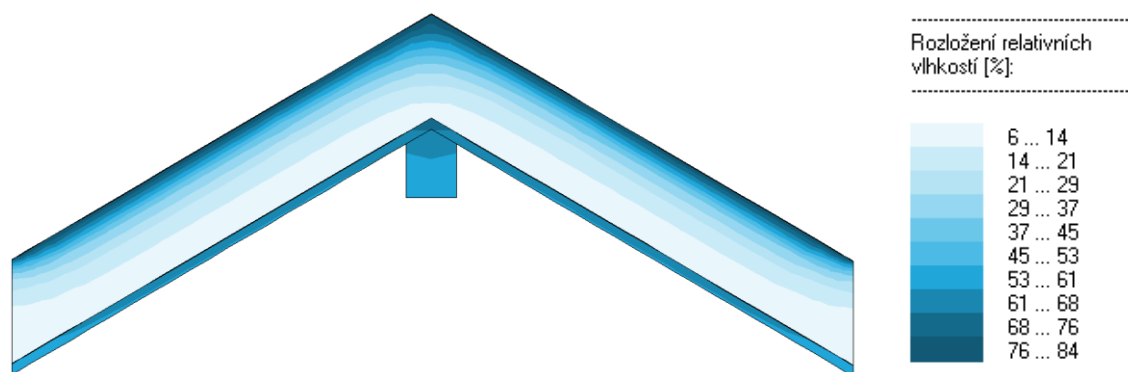
Pole teplot



Obrázek 53: Detail – nároží – Průběh izotermy s legendou

Zdroj: Vlastní

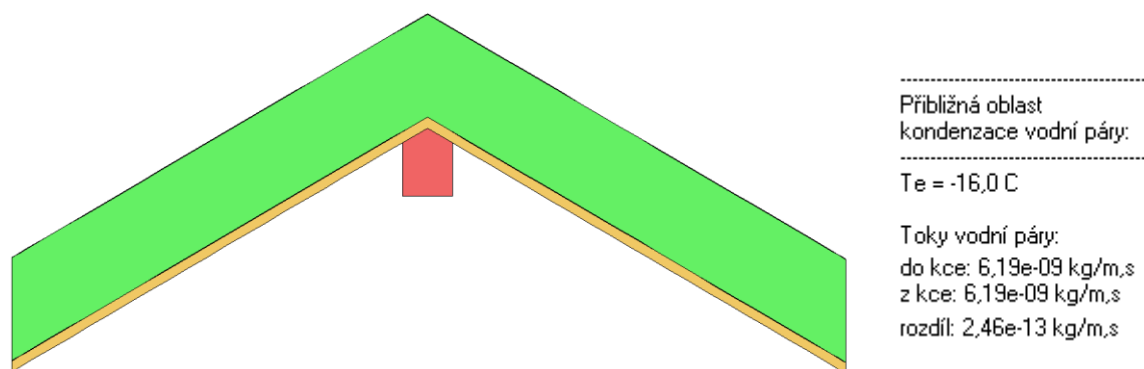
Rozložení relativní vlhkosti



Obrázek 54: Detail – nároží – Průběh izotermy s legendou

Zdroj: Vlastní

Oblast kondenzace



Obrázek 55: Detail – nároží – Průběh izotermy s legendou

Zdroj: Vlastní

VIII. Vyhodnocení v programu KROS 4

Tabulka 23: Rekapitulace rozpočtu – Varianta 2³⁵

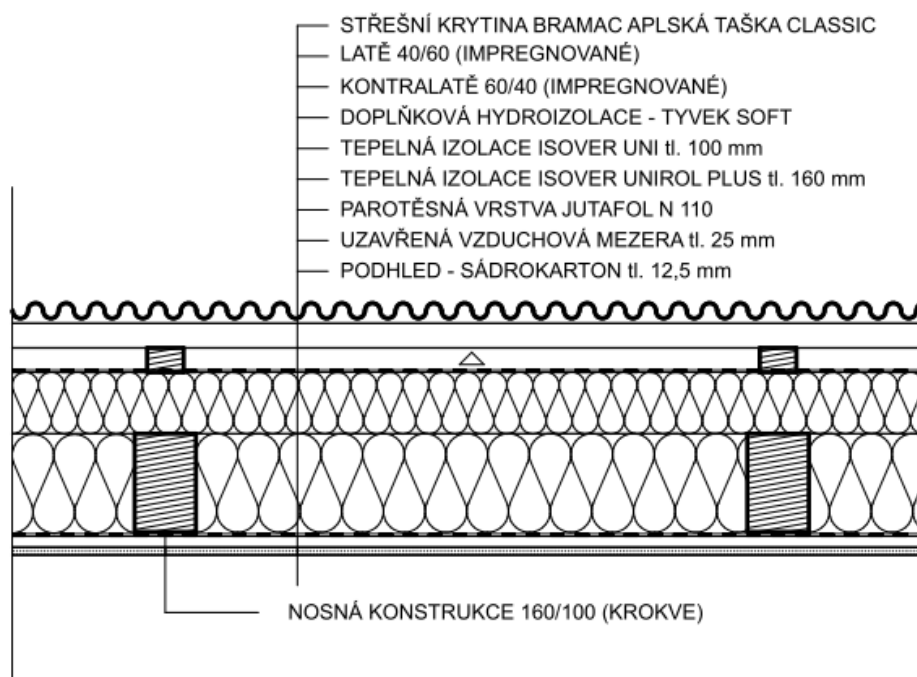
Kód	Popis	Dodávka [Kč]	Montáž [Kč]	Celková cena [Kč]
PSV	Práce a dodávka PSV	165 858,20	115 449,78	281 307,98
713	Izolace tepelné	48 023,17	9 818,98	57 842,15
762	Konstrukce tesařské	56 931,20	51 052,67	107 983,87
764	Konstrukce klempířské	9 758,00	11 818,94	21 576,94
765	Krytina skládaná	51 145,83	42 759,19	93 905,02
	Celkem	165 858,20 Kč	115 449,78 Kč	281 307,98 Kč

Zdroj: Vlastní, software KROS 4, ceník ÚRS

³⁵ Kompletní rozpočet a krycí list rozpočtu je vložen do příloh.

4.1.2.3 Varianta 3 – Tepelná izolace mezi a nad krokvy – ISOVER

I. Skladba střechy



Obrázek 56: Varianta 3 – Tepelná izolace mezi a nad krokvy – minerální vata

Zdroj: Vlastní, vytvořeno v programu ArchiCAD

II. Skladba střechy

Střešní konstrukce byla navržena jako dvouplášťová střecha s tepelnou izolací mezi a nad krokvy. Oba střešní pláště od sebe dělí vzduchová mezera, která je navržena mezi doplňkovou hydroizolací a hlavní hydroizolační vrstvou (skládaná krytina). U této varianty byla použita tepelná izolace z minerální vaty s klasickým pořadím konstrukčních prvků.

Pohledová část skladby je navržena ze sádrokartonu, nad sádrokartonem je uzavřená vzduchová mezera. Mezi nosnou vrstvou a sádrokartonem je navržena parotěsná vrstva JUTAFOL N 110 [32]. Nosná vrstva je tvořena krokvy (160/100), které jsou vyplněny tepelnou izolací z minerální vaty ISOVER UNIROL PLUS tl. 160mm [37]., nad krokvy je navržena tepelná izolace z minerální vaty ISOVER UNI tl. 100mm [38]. Celková tloušťka tepelné izolace je 260mm. Nad tepelnou izolací je doplňková hydroizolační vrstva TYVEK SOFT [36]. Dále jsou ve skladbě impregnované kontralatě (60/40) a impregnované latě (60/40). Hlavní hydroizolační vrstva je tvořena skládanou krytinou od společnosti BRAMAC (BRAMAC Alpská taška classic) [34].

III. Cenová kalkulace

Cenová kalkulace bude vyhotovena jako kompletní střešní konstrukce. Hlavní bude cena tepelné izolace s doplňky, ale pro kompletní rozpočet je zapotřebí doplnit i ostatní vrstvy (střešní systém BRAMAC, klempířské prvky z pozinku PZ).

IV. Technologický postup

V této kapitole se budu zabývat obecným stručným technologickým postupem, který nebude obsahovat: popis objektu, popis jednotlivých materiálů, stroje a pomůcky, apod.)

Pracovní podmínky:

Zahájení prací předpokládá, že jsou provedeny veškeré nosné konstrukce dle harmonogramu. Veškerý materiál musí být skladován v prostorách na staveništi³⁶, tak aby byla zajištěna jednoduchá manipulace, zamezeno krádeži a znehodnocení.

Přejímání pracoviště:

Musí proběhnout kontrola dodaného materiálu a odborné uskladnění. Dále je třeba ověřit celkovou připravenost na stavbě a zhodnotit nosné konstrukce.³⁷ Práce na střeše je možné zahájit až po odstranění všech vad a nedodělků. O výsledku přejímky staveniště se sepíše zápis mezi zhotovitelem a objednavatelem.

Personální obsazení:

- 2 odborní pracovníci (nejlépe s osvědčením k provádění potřebných prací),
- 1 pracovník pro pomocné práce.

Všichni pracovníci musejí být proškoleny v oblasti BOZP a musejí podepsat protokol BOZP.

Pracovní postup:

Pro zahájení montáže systému nadkroevní izolace je nutné provést zaměření konstrukce (krokve) tak aby měli mezi sebou výškový rozdíl max. 5 mm.

1. Založení:

Založení se provádí na tzv. zakládací hranol, jeho umístění se mění dle zateplení přesahu. Hranol se umístí a ukotví zároveň se spodní hranou krokve, protože přesah je navržen jako zateplený. Výška hranolu se rovná 100mm stejná jako výška tepelné izolace.

2. Aplikace izolačních desek:

Desky se kladou od zakládajícího hranolu či prkna. Doporučuji je pokládat šachovnicovým způsobem pro maximální soudržnost vrstvy a vyloučení tepelných mostů. Je důležité klást velký důraz a pečlivost na zasunutí do jednotlivých zámků³⁸.

³⁶ Materiál musí být chráněn před povětrnostními vlivy a skladovací prostory musí být uzamykatelné, odvodněné, zpevněné a dostatečně velké.

³⁷ Případné vady a nedodělky se zaznamenají do stavebního deníku.

³⁸ Tímto maximalizujeme životnost a funkčnost střešního pláště.

U detailů jako je hřeben, nároží či jakýkoli prostup střešní konstrukcí (např. kanalizační prostup) se použije nízkoexpanzní, trvale flexibilní pěna.

3. Podplechování pod pojistnou hydroizolační vrstvu (okapnice)
4. Aplikace pojistné střešní membrány:

Provádí se směrem od okapové hrany k hřebenu. Pojistná hydroizolace je opatřena samolepicími přesahy pro docílení celistvosti vrstvy. Všechny detaily jako je hřeben, nároží a prostupy se propojí pomocí pásky o šířce 100mm.

5. Montáž konralatí:
Konralatě se přibijí pomocí hřebíků do nosné vrstvy střechy.

6. Montáž latí

Důležité je rozměření střechy. Po rozměření se střecha tzv. nabrnká (označí se osově vzdálenosti latí a poté už je samotná montáž latí pomocí hřebíků.

7. Montáž mřížky
8. Montáž klempířských prvků:

Montáž žlabových háků – nejprve se určí směr spádů, poté se pomocí ohýbačky ohne žlab do požadovaného úhlu. Poté se pomocí hřebíků připevní na krokve. Montáž žlabu – stanoví se umístění kotlíku, toto místo se označí a vystřihne se otvor ve žlabu. Poté se žlab uloží do háků. Montáž příslušenství čela žlabu (pomocí gumového kladívka), kotlík, objímky (maximální osová vzdálenost 2m), svod.

9. Pokládka krytiny a dořezání tašek v nároží:
10. Pokládka hřebene:
11. Aplikace izolace mezi krokve

Rozměření střechy mezi krokve. Poté se nařeže tepelná izolace dle naměřených hodnot a vloží se mezi krokve. Tepelná izolace se drátkuje z důvodu zamezení vypadnutí.

12. Aplikace parotěsné fólie:

Provádí se směrem nahoru. Pokud dojde k porušení fólie, použije se systémová parotěsná páska, která se používá i na utěsnění detailů.

13. Montáž SDK roštů
14. Montáž desek SDK
15. Povrchová úprava

V. Základní hodnocení skladby (V/N)

Výhody

- Nadkroevní izolace
 - Estetika – rovný pohled (podle vkusu investora),
 - energetická náročnost – vytápění menšího prostoru (podkroví),
 - Tepelné mosty – jsou minimalizovány pomocí tepelné izolace nad krokvelemi
- Izolace z minerální vlny – ISOVER UNI
 - Nehořlavost,
 - akustické vlastnosti,
 - nízký difúzní odpor,
 - životnost,
 - odolnost proti dřevokazným škůdcům hlodavcům a hmyzu,
 - relativně lehká opracovatelnost – řezání, vrtání,
 - rozměrová stabilita při změně teploty,
 - ekologická a hygienická nezávadnost.

Nevýhody

- Nadkroevní izolace
 - Využitelnost – zmenšení užitého prostoru (podkroví)
 - pracnost – z hlediska detailů (okna, výstupy apod.).
- Izolace z minerální vlny – ISOVER UNI
 - Celková tloušťka tepelné izolace,
 - nízká pevnost v tlaku.

VI. Hodnocení - Tepelně technické posouzení v programu Teplo

Tabulka 24: Zadané materiály s konkrétními hodnotami - TEPLŮ

Č	Funkce	materiál	Obchodní název	D [m]	λ [W/(mK)]	c [J/kgK]	ρ [kg/m ³]	μ [-]
1	podhled	sádrokarton	-	0,0125	0,220	1060,0	750,0	9,0
2	Uzavř. vzduch. mezera	-	-	0,025	0,1470	1010,0	1,2	0,4
3	Parozábrana	PE fólie	JUTAFOL N110	0,0002	0,39	1700,0	440,0	210154,0
4	tep. izolace	Minerální vata	ISOVER UNIROL PLUS	0,160	0,050	840,0	40,0	1,0
4	tep. izolace	Minerální vata	ISOVER UNI	0,100	0,035	840,0	40,0	1,0
5	doplňková hydro. vrstva	PE fólie	TYVEK SOFT	0,0002	0,350	1470,0	330,0	111,0

Zdroj: Vlastní

Okrajové podmínky výpočtu:

- tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R_{si} : 0.10 m²K/W,
- dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{si} : 0.25 m²K/W,
- tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R_{se} : 0.04 m²K/W,
- dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{se} : 0.04 m²K/W.
- návrhová venkovní teplota T_e : -16.0 °C,
- návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 20.6 °C,
- návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R_{He} : 84.0 %,
- návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R_{Hi} : 55.0 %.

Výsledky v softwaru Teplo

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946

- tepelný odpor konstrukce $R = 6,29 \text{ m}^2\text{K/W}$,
- součinitel prostupu tepla konstrukce $U = 0,156 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Teplota vnitřn. povrchu a teplotního faktoru dle ČSN 730540 A ČSN EN ISO 13788:

- vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p} = 19,21 \text{ °C}$,
- teplotní faktor v návrhových podmínkách $f, R_{si,p} = 0,962$,
- nejnižší povrchová teplota konstrukce $T_{si,m} = 11,25 \text{ °C}$,
- teplotní faktor u nejnižší povrchové teploty $f, R_{si,m} = 0,595$.

Difúze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:

- při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry,
- množství difundující vodní pára G_d : $5,179E - 0009 \text{ kg/m}^2\text{s}$.

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

- v konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci.

VII. Hodnocení – Posouzení v programu AREA

Tabulka 25: Zadané materiály s konkrétními hodnotami - AREA

Č	Funkce	materiál	Obchodní název	D [m]	λ [W/(Mk)]	μ [-]
1	Nosná konstrukce	dřevo	-	0,160	0,180	157
2	podhled	sádrokarton	-	0,022	0,220	9,0
3	Uzavřená vzduchová mezera	-	-	0,025	0,147	0,4
3	parozábrana	PE folie	JUTAFOL N110	0,0002	0,390	210154
4	tep. izolace	minerální vata	ISOVER UNIROL PLUS	0,160	0,050	1,0
5	tep. izolace	minerální vata	ISOVER UNI	0,100	0,035	1,0
6	Doplňková hydro. vrstva	PE fólie	TYVEK SOFT	0,0002	0,350	111

Zdroj: Vlastní

Parametry:

Parametry pro výpočet teplotního faktoru:

- návrhová venkovní teplota T_e : $-16.0 \text{ }^\circ\text{C}$,
- návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : $20.6 \text{ }^\circ\text{C}$,
- návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R_{He} : 84.0% ,
- návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R_{Hi} : 55.0% .

Parametry charakterizující rozsah úlohy:

- počet prvků: 1275 ,
- počet uzlových bodů: 695 .

Výsledky v softwaru Area

Tabulka 26: Nejnižší povrchová teplota a hustota tepelného toku

Prostředí	T [°C]	R _s [m ² K/W]	R.H. [%]	T _{s,min} [°C]	Tep. tok Q [W/m]	Propust. L [W/mK]
1	20,6	0,25	55	18,45	9,21355	0,25174
2	-16,0	0,04	84	-15,78	-9,21357	0,25174

Zdroj: Vlastní

Poznámky:

T je zadaná teplota v daném prostředí [°C]

R_s je zadaný odpor při přestupu tepla v daném prostředí [m²K/W]

R.H. je zadaná relativní vlhkost v daném prostředí [%]

T_{s,min} je minimální povrchová teplota v daném prostředí [°C]

T_{ep.tok Q} je hustota tepelného toku z daného prostředí [W/m]

Propust. L je tepelná propustnost mezi daným prostředím a okolím [W/mK]

Tabulka 27: Nejnižší povrchové teploty, Teplotní faktor a Riziko kondenzace

Prostředí	T _w [°C]	T _{s,min} [°C]	f,R _{si} [-]	Kond	R _{H,max} [%]	T _{min} [°C]
1	11,24	18,45	0,941	ne	-	-
2	-17,86	-15,78	0,994	ne	-	-

Zdroj: Vlastní

Poznámky:

T_w je teplota rosného bodu v daném prostředí [°C] (lze určit jen do 100 °C)

T_{s,min} je minimální povrchová teplota v daném prostředí [°C]

f,R_{si} je faktor dle ČSN 73054, ČSN EN ISO 10211 a ČSN EN ISO 13788 []
(rozdíl minimální povrchové teploty a vnější teploty podělený rozdílem vnitřních a vnějších teplot)

KOND. Je označení vzniku povrchové kondenzace

R_{H,max} je maximální možná relativní vlhkost při dané teplotě v daném prostředí, která zajistí odstranění povrchové kondenzace [%]

T_{min} je minimální potřebná teplota při dané absolutní vlhkosti v daném prostředí, která zjistí odstranění povrchové kondenzace [°C] – platí jen pro případ dvou prostředí

Odhad chyby výpočtu

- Součet tepelných toků: - 0 0000 W/m,
- součet abs. hodnot tepelných toků: 18,4271 W/m,
- podíl: - 0,0000.

Podíl je menší než 0,001 – Požadavek ČSN EN ISO 10211 je splněn.

Toky difundující vodní páry při zadaných podmínkách:

- Množství vstupující do konstrukce: 8.1E-0010 kg/m,s.
- Množství vystupující z konstrukce: 8.1E-0010 kg/m,s.
- Chyba výpočtu: 5.2E-0013 kg/m,s.

Požadavek ČSN 730540-2 (2011), čl. 5.1:

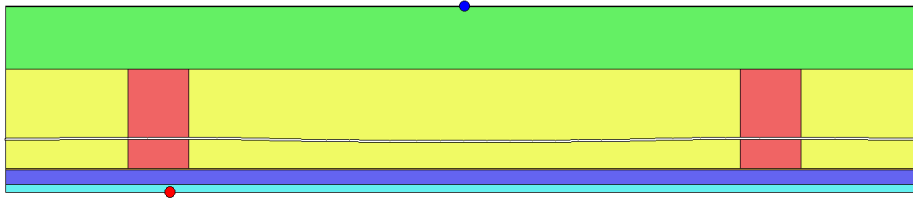
- Minimální požadovaný teplotní faktor vnitřního povrchu ve všech místech konstrukce v zimním období: $f_{R_{si,N}} = 0,797$
- Doplnující údaje:
 - Rel. Vlhkost pro stanovení požadavku $F_{ii,f} = 55 \%$
 - Teplota rosného bodu $T_w = 9,82 \text{ C}$
 - Teplotní faktor $f_{R_{si,cr}} = 0,797$
- Maximální přípustný součinitel prostupu tepla pro splnění požadavku $U_{,max} = 0,81 \text{ W/m}^2\text{K}$

Poznámky:

- Požadovaný teplotní faktor byl stanoven pro maximální přípustnou vnitřní povrchovou relativní vlhkost 80%.
- Součinitel prostupu tepla potřebný ke splnění požadavku byl stanoven pro $R_{si}=0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ a pro zadanou vnější teplotu.
- Požadované hodnotě teplotního faktoru odpovídá v daných okrajových podmínkách teplota vnitřního povrchu 13,19 C.

Výsledné grafické posouzení - Skladba

Průběh izotermy



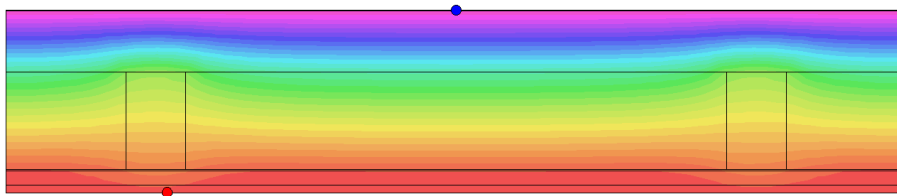
Obrázek 57: Průběh izotermy s legendou

Izotermy:

13,17 C
(platí pro $f_{Rsi,N} = 0,797$)
● $T_{si}=18,45$ C; $f_{Rsi}=0,941$
● $T_{si}=-15,78$ C; $f_{Rsi}=0,994$

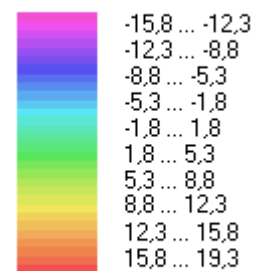
Zdroj: Vlastní

Pole teplot



Obrázek 58: Pole teplot s legendou

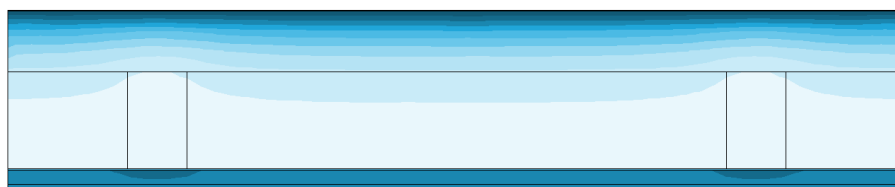
Teplotní pole [C]:



● $T_{si}=18,45$ C; $f_{Rsi}=0,941$
● $T_{si}=-15,78$ C; $f_{Rsi}=0,994$

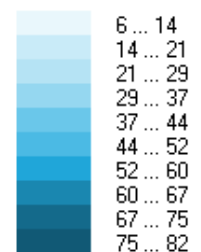
Zdroj: Vlastní

Rozložení relativní vlhkosti



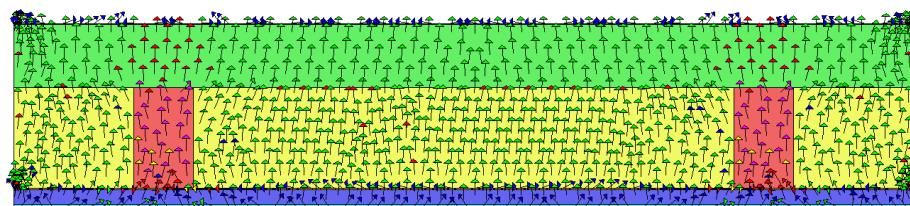
Obrázek 59: Relativní vlhkost s legendou

Rozložení relativních vlhkostí [%]:



Zdroj: Vlastní

Orientace tepelných toků



Orientace a velikost
hustot tepelných toků:

Celkový tepelný tok (ztráta):
 $Q = 9 \text{ W/m}$

Max. hustota tep. toku:
 $q = 27 \text{ W/m}^2$

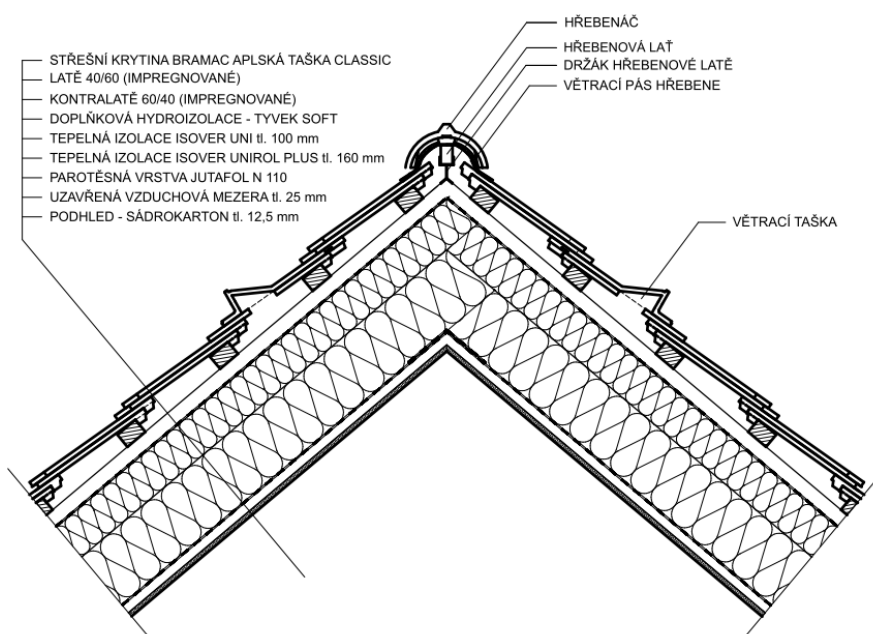
Velikosti hustot tep. toků:
 $q_1 < q_2 < q_3 \dots$



Obrázek 60: Orientace tepelných toků s legendou

Zdroj: Vlastní

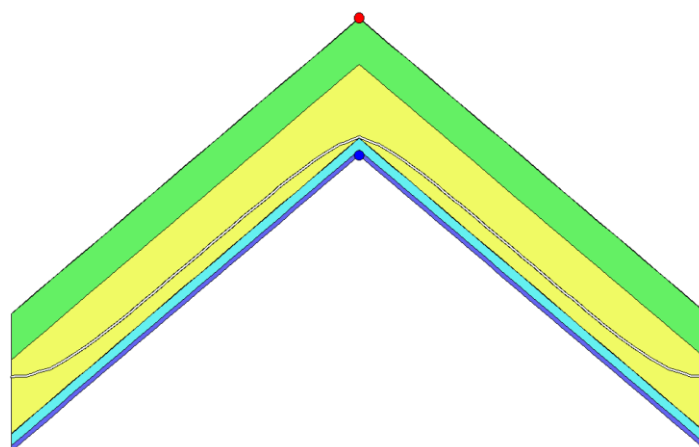
Výsledné grafické posouzení – Detail 1 – Hřeben



Obrázek 61: Detail - hřebenu

Zdroj: Vlastní

Průběh izotermy



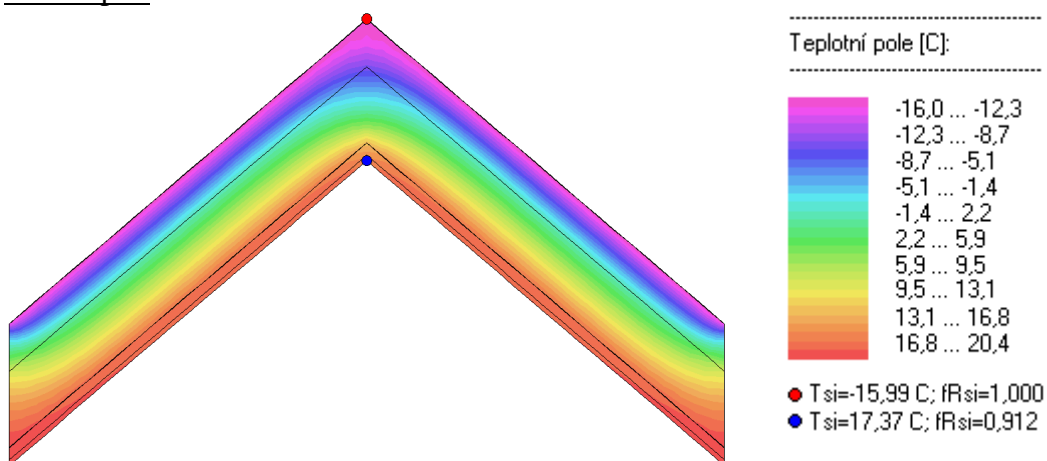
Izotermy:

————— 13,17 C
(platí pro $f, R_{si}, N = 0,797$)
● $T_{si} = -15,99 \text{ C}$; $fR_{si} = 1,000$
● $T_{si} = 17,37 \text{ C}$; $fR_{si} = 0,912$

Obrázek 62: Detail – hřebenu – Průběh izotermy s legendou

Zdroj: Vlastní

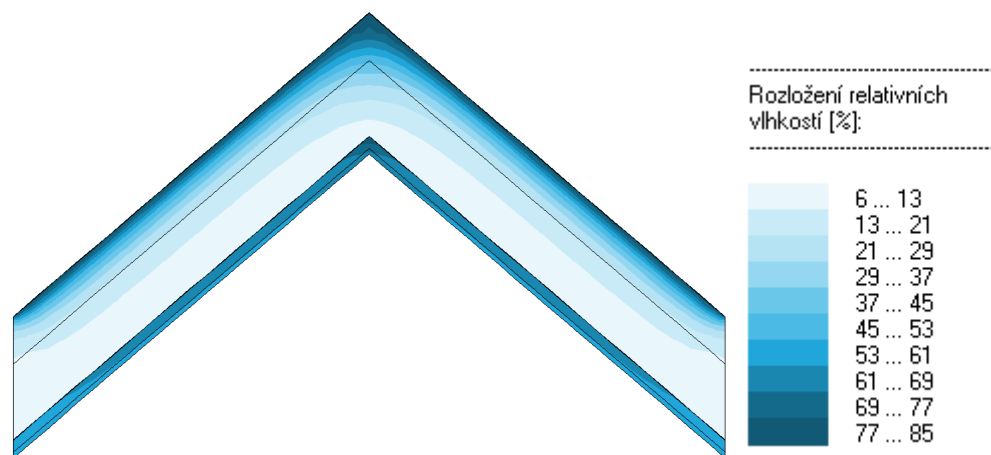
Pole teplot



Obrázek 63: Detail – hřebenu – Pole teplot s legendou

Zdroj: Vlastní

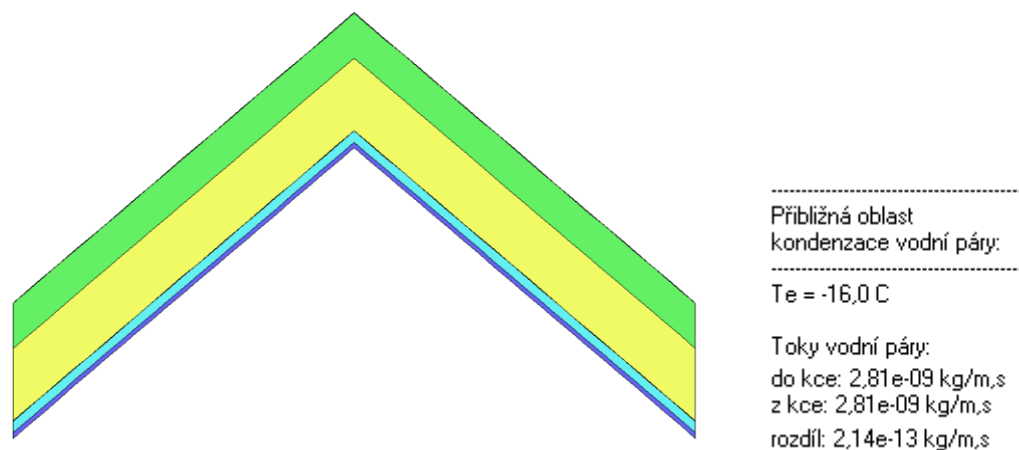
Rozložení relativní vlhkosti



Obrázek 64: Detail – hřebenu – Rozložení relativní vlhkosti s legendou

Zdroj: Vlastní

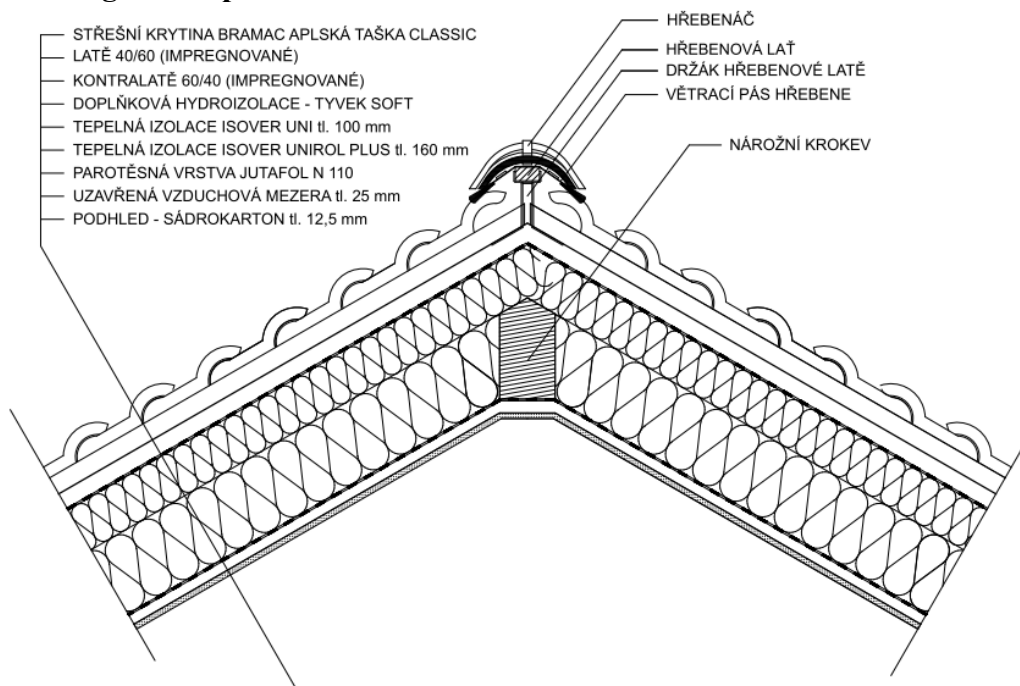
Oblast kondenzace



Obrázek 65: Detail – hřebenu – Oblast kondenzace s legendou

Zdroj: Vlastní

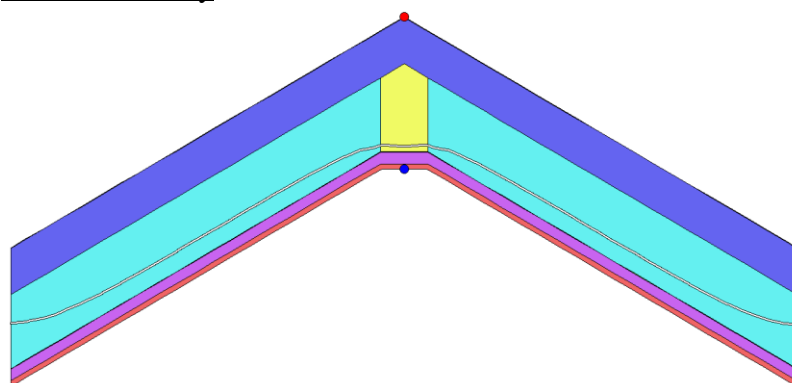
Výsledné grafické posouzení – Detail 2 – Nároží



Obrázek 66: Detail – nároží

Zdroj: Vlastní

Průběh izoterm



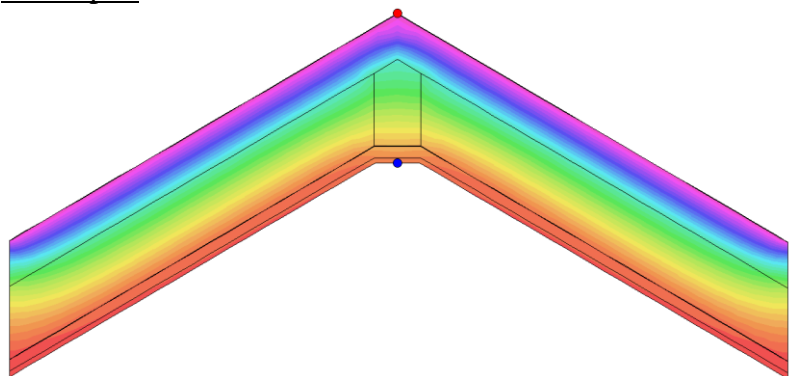
Izoterm:

13,17 C
 (platí pro $f, R_{si}, N = 0,797$)
 ● $T_{si} = -15,93$ C; $fR_{si} = 0,998$
 ● $T_{si} = 17,49$ C; $fR_{si} = 0,915$

Obrázek 67: Detail – nároží – Průběh izoterm s legendou

Zdroj: Vlastní

Pole teplot



Teplotní pole [C]:

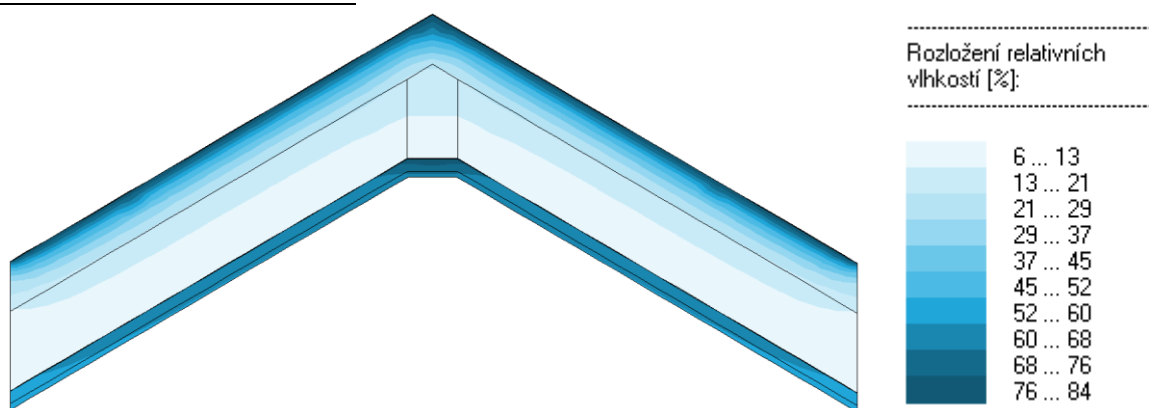
-15,9 ... -12,3
 -12,3 ... -8,7
 -8,7 ... -5,1
 -5,1 ... -1,5
 -1,5 ... 2,1
 2,1 ... 5,8
 5,8 ... 9,4
 9,4 ... 13,0
 13,0 ... 16,6
 16,6 ... 20,2

● $T_{si} = -15,93$ C; $fR_{si} = 0,998$
 ● $T_{si} = 17,49$ C; $fR_{si} = 0,915$

Obrázek 68: Detail – nároží – Průběh izoterm s legendou

Zdroj: Vlastní

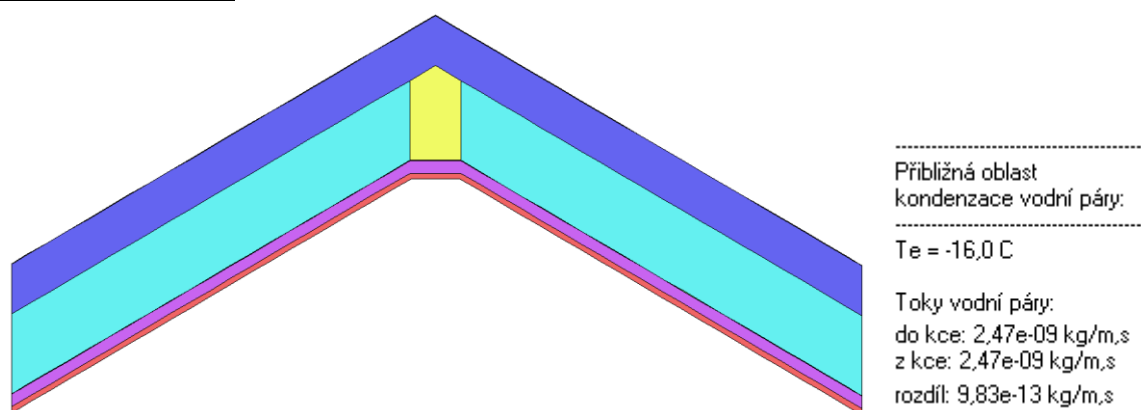
Rozložení relativní vlhkosti



Obrázek 69: Detail – nároží – Průběh izotermy s legendou

Zdroj: Vlastní

Oblast kondenzace



Obrázek 70: Detail – nároží – Průběh izotermy s legendou

Zdroj: Vlastní

VIII. Vyhodnocení v programu KROS 4

Tabulka 28: Rekapitulace rozpočtu – Varianta 3³⁹

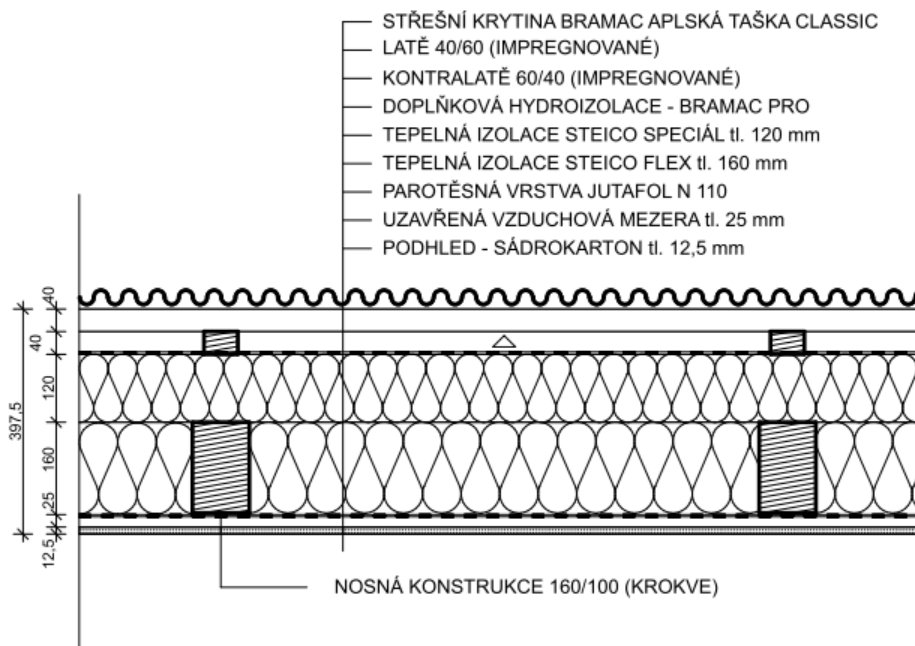
Kód	Popis	Dodávka [Kč]	Montáž [Kč]	Celková cena [Kč]
PSV	Práce a dodávka PSV	152 678,52	142 984,09	295 662,61
713	Izolace tepelné	41 792,96	11 886,13	53 679,09
762	Konstrukce tesařské	26 028,80	38 979,21	65 008,01
763	Konstrukce suché výstavby	23 952,93	37 540,62	61 493,55
764	Konstrukce klempířské	9 758,00	11 818,94	21 576,94
765	Krytina skládaná	51 145,83	42 759,19	93 905,02
	Celkem	152 678,52 Kč	142 984,09 Kč	295 662,61 Kč

Zdroj: Vlastní, software KROS 4, ceník ÚRS

³⁹ Kompletní rozpočet a krycí list rozpočtu je vložen do příloh.

4.1.2.4 Varianta 4 – Tepelná izolace mezi a nad krokviemi – STEICO

I. Skladba střechy



Obrázek 71: Varianta 4 – Tepelná izolace mezi a nad krokviemi – dřevní vlákno

Zdroj: Vlastní, vytvořeno v programu ArchiCAD

II. Skladba střechy

Střešní konstrukce byla navržena jako dvouplášťová střecha s tepelnou izolací mezi a nad krokviemi. Oba střešní pláště od sebe dělí vzduchová mezera, která je navržena mezi doplňkovou hydroizolací a hlavní hydroizolační vrstvou (skládaná krytina). U této varianty byla použita tepelná izolace z dřevního vlákna s klasickým pořadím konstrukčních prvků.

Pohledová část skladby je navržena ze sádrokartonu, nad sádrokartonem je uzavřená vzduchová mezera. Mezi nosnou vrstvou a sádrokartonem je navržena parotěsná vrstva JUTAFOL N 110 [32]. Nosná vrstva je tvořena krokviemi (160/100), které jsou vyplněny tepelnou izolací STEICO FLEX tl. 160mm [39]., nad krokviemi je navržena tepelná izolace STEICO SPECIÁL tl. 120mm [40]. Celková tloušťka tepelné izolace je 280mm. Nad tepelnou izolací je doplňková hydroizolační vrstva BRAMAC PRO [41]. Dále jsou ve skladbě impregnované kontralatě (60/40) a impregnované latě (60/40). Hlavní hydroizolační vrstva je tvořena skládanou krytinou od společnosti BRAMAC (BRAMAC Alpská taška classic) [34].

III. Cenová kalkulace

Cenová kalkulace bude vyhotovena jako kompletní střešní konstrukce. Hlavní bude cena tepelné izolace s doplňky, ale pro kompletní rozpočet je zapotřebí doplnit i ostatní vrstvy (střešní systém BRAMAC, klempířské prvky z pozinku PZ).

IV. Technologický postup

V této kapitole se budu zabývat obecným stručným technologickým postupem, který nebude obsahovat: popis objektu, popis jednotlivých materiálů, stroje a pomůcky, apod.)

Pracovní podmínky:

Zahájení prací předpokládá, že jsou provedeny veškeré nosné konstrukce dle harmonogramu. Veškerý materiál musí být skladován v prostorách na staveništi⁴⁰, tak aby byla zajištěna jednoduchá manipulace, zamezeno krádeži a znehodnocení.

Přejímání pracoviště:

Musí proběhnout kontrola dodaného materiálu a odborné uskladnění. Dále je třeba ověřit celkovou připravenost na stavbě a zhodnotit nosné konstrukce.⁴¹ Práce na střeše je možné zahájit až po odstranění všech vad a nedodělků. O výsledku přejímky staveniště se sepíše zápis mezi zhotovitelem a objednavatelem.

Personální obsazení:

- 2 odborní pracovníci (nejlépe s osvědčením k provádění potřebných prací),
- 1 pracovník pro pomocné práce.

Všichni pracovníci musejí být proškoleny v oblasti BOZP a musejí podepsat protokol BOZP.

Pracovní postup:

Pro zahájení montáže systému nadkroevní izolace je nutné provést zaměření konstrukce (krokve) tak aby měli mezi sebou výškový rozdíl max. 5 mm.

1. Založení:

Založení se provádí na tzv. zakládací hranol, jeho umístění se mění dle zateplení přesahu. Hranol se umístí a ukotví zároveň se spodní hranou krokve, protože přesah je navržen jako zateplený. Výška hranolu se rovná 120mm stejná jako výška tepelné izolace.

2. Aplikace izolačních desek:

Desky se kladou od zakládajícího hranolu či prkna. Doporučuji je pokládat šachovnicovým způsobem pro maximální soudržnost vrstvy a vyloučení tepelných mostů. Je důležité klást velký důraz a pečlivost na zasunutí do jednotlivých zámek⁴².

⁴⁰ Materiál musí být chráněn před povětrnostními vlivy a skladovací prostory musí být uzamykatelné, odvodněné, zpevněné a dostatečně velké.

⁴¹ Případné vady a nedodělky se zaznamenají do stavebního deníku.

⁴² Tímto maximalizujeme životnost a funkčnost střešního pláště.

U detailů jako je hřeben, nároží či jakýkoli prostup střešní konstrukcí (např. kanalizační prostup) se použije nízkoexpanzní, trvale flexibilní pěna.

3. Podplechování pod pojistnou hydroizolační vrstvu (okapnice)
4. Aplikace pojistné střešní membrány:

Provádí se směrem od okapové hrany k hřebenu. Pojistná hydroizolace je opatřena samolepicími přesahy pro docílení celistvosti vrstvy. Všechny detaily jako je hřeben, nároží a prostupy se propojí pomocí pásky o šířce 100mm.

5. Montáž konralatí:
Konralatě se přibijí pomocí hřebíků do nosné vrstvy střechy.

6. Montáž latí

Důležité je rozměření střechy. Po rozměření se střecha tzv. nabrnká (označí se osově vzdálenosti latí a poté už je samotná montáž latí pomocí hřebíků.

7. Montáž mřížky
8. Montáž klempířských prvků:

Montáž žlabových háků – nejprve se určí směr spádů, poté se pomocí ohýbačky ohne žlab do požadovaného úhlu. Poté se pomocí hřebíků připevní na krokve. Montáž žlabu – stanoví se umístění kotlíku, toto místo se označí a vystřihne se otvor ve žlabu. Poté se žlab uloží do háků. Montáž příslušenství čela žlabu (pomocí gumového kladívka), kotlík, objímky (maximální osová vzdálenost 2m), svod.

9. Pokládka krytiny a dořezání tašek v nároží:
10. Pokládka hřebene:
11. Aplikace izolace mezi krokve

Rozměření střechy mezi krokve. Poté se nařeže tepelná izolace dle naměřených hodnot a vloží se mezi krokve. Tepelná izolace se drátkuje z důvodu zamezení vypadnutí.

12. Aplikace parotěsné fólie:

Provádí se směrem nahoru. Pokud dojde k porušení fólie, použije se systémová parotěsná páska, která se používá i na utěsnění detailů.

13. Montáž SDK roštů
14. Montáž desek SDK
15. Povrchová úprava

V. Základní hodnocení skladby (V/N)

Výhody

- Tepelná izolace mezi a nad krokvelemi
 - Estetika – rovný podhled (podle vkusu investora)
 - Energetická náročnost – vytápění menšího prostoru (podkroví)
 - Tepelné mosty minimalizuje tepelná izolace pod krokvelemi
- Izolace z dřevního vlákna – STEICO FLEX/SPECIÁL
 - Obnovitelné ze surovin bez škodlivých přísad
 - Velmi dobrá zimní tepelná ochrana
 - Velmi dobrá letní tepelná ochrana
 - Výrazné zlepšení zvukové izolace
 - Dokonalá difúze vodních par
 - Ekologie – vhodné výrobky s vysokou schopností recyklace
 - Dobrá protipožární ochrana
 - Pracnost – snadné a příjemné zpracování
- Izolace z dřevního vlákna – STEICO SPECIÁL
 - Vysoká pevnost v tlaku
 - Značně zlepšuje zvukově izolační vlastnosti
 - Vysoká tuhost a těsnost – díky dvojitému spojení pero a drážka
 - Ochrana proti dešti pro konstrukce střech s úklonem 20°

Nevýhody

- Tepelná izolace mezi a nad krokvelemi
 - Využitelnost – zmenšení užitého prostoru (podkroví)
 - Pracnost – z hlediska detailů (okna, výstupy apod.)
- Izolace z dřevního vlákna – STEICO FLEX/SPECIÁL
 - Celková šířka tepelné izolace

VI. Hodnocení - Tepelně technické posouzení v programu Teplo

Tabulka 29: Zadané materiály s konkrétními hodnotami - TEPLŮ

Č	Funkce	materiál	Obchodní název	D [m]	λ [W/(mK)]	c [J/kgK]	ρ [kg/m ³]	μ [-]
1	podhled	sádrokarton	-	0,0125	0,220	1060,0	750,0	9
2	Uzavřená vzduchová mezera	-	-	0,025	0,147	1010,0	1,2	0,4
2	parozábrana	PE folie	JUTAFOL N110	0,0002	0,390	1700,0	440,0	210154
3	tep. izolace + nosná konstrukce	Dřevní vlákno + dřevo	STEICO FLEX	0,160	0,0522	2100,0	50	0,5
4	tep. izolace	Dřevní vlákno	STEICO SPECIÁL	0,120	0,041	2100,0	50	5
5	doplňkový hydro. vrstva	PE folie	BRAMAC PRO	0,0001	0,350	1450,0	800,0	130,0

Zdroj: Vlastní

Okrajové podmínky výpočtu:

- tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R_{si} : 0.10 m²K/W,
- dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{si} : 0.25 m²K/W,
- tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R_{se} : 0.04 m²K/W,
- dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{se} : 0.04 m²K/W.
- návrhová venkovní teplota T_e : -16.0 °C,
- návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 20.6 °C,
- návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R_{He} : 84.0 %,
- návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R_{Hi} : 55.0 %.

Výsledky v softwaru Teplo

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946

- tepelný odpor konstrukce $R = 6,22 \text{ m}^2\text{K/W}$,
- součinitel prostupu tepla konstrukce $U = \mathbf{0,157 \text{ W/m}^2\text{K}}$.

Teplota vnitřn. povrchu a teplotního faktoru dle ČSN 730540 A ČSN EN ISO 13788:

- vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p} = 19,19 \text{ °C}$,
- teplotní faktor v návrhových podmínkách $f_{R_{si,p}} = 0,962$,

- nejnižší povrchová teplota konstrukce $T_{si,m} = 11,25 \text{ }^\circ\text{C}$,
- teplotní faktor u nejnižší povrchové teploty $f, R_{si,m} = 0,594$.

Difúze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:

- při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry,
- množství difundující vodní pára $G_d: 5,134E - 0009 \text{ kg/m}^2\text{s}$.

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

- v konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci.

Hodnocení – Posouzení v softwaru Area

Tabulka 30: Zadané materiály s konkrétními hodnotami - AREA

Č	Funkce	materiál	Obchodní název	D [m]	λ [W/(mK)]	μ [-]
1	podhled	sádrokarton	-	0,0125	0,220	9
2	Uzavřená vzduchová mezera	-	-	0,025	0,147	0,4
2	parozábrana	PE folie	JUTAFOL N110	0,0002	0,390	210154
3	tep. izolace + nosná konstrukce	Dřevní vlákno + dřevo	STEICO FLEX -	0,160	0,0522	1
4	tep. izolace	Dřevní vlákno	STEICO SPECIÁL	0,120	0,041	5
5	doplňkový hydro. vrstva	PE folie	BRAMAC PRO	0,0001	0,350	130,0

Zdroj: Vlastní

Parametry:

Parametry pro výpočet teplotního faktoru:

- návrhová venkovní teplota T_e : $-16,0 \text{ }^\circ\text{C}$,
- návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : $20,6 \text{ }^\circ\text{C}$,
- návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R_{He} : $84,0 \%$,
- návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R_{Hi} : $55,0 \%$.

Parametry charakterizující rozsah úlohy:

- počet prvků: 1299 ,
- počet uzlových bodů: 708 .

Výsledky v softwaru Area

Tabulka 31: Nejnižší povrchová teplota a hustota tepelného toku

Prostředí	T [°C]	R _s [m ² K/W]	R.H. [%]	T _{s,min} [°C]	Tep. tok Q [W/m]	Propust. L [W/mK]
1	20,6	0,25	55	18,47	9,24506	0,25260
2	-16,0	0,04	84	-15,77	-9,24516	0,25260

Zdroj: Vlastní

Poznámky:

T je zadaná teplota v daném prostředí [°C]

R_s je zadaný odpor při přestupu tepla v daném prostředí [m²K/W]

R.H. je zadaná relativní vlhkost v daném prostředí [%]

T_{s,min} je hustota tepelného toku z daného prostředí [W/m]

Propust. L je tepelná propustnost mezi daným prostředím a okolím [W/mK]

Tabulka 32: Nejnižší povrchové teploty, Teplotní faktor a Riziko kondenzace

Prostředí	T _w [°C]	T _{s,min} [°C]	f,R _{si} [-]	Kond	R _{H,max} [%]	T _{,min} [°C]
1	11,25	18,47	0,942	ne	-	-
2	-17,86	-15,77	0,994	ne	-	-

Zdroj: Vlastní

Poznámky:

T_w je teplota rosného bodu v daném prostředí [°C] (lze určit jen do 100 °C)

T_{s,min} je minimální povrchová teplota v daném prostředí [°C]

f,R_{si} je faktor dle ČSN 73054, ČSN EN ISO 10211-1 a ČSN EN ISO 13788 [] (rozdíl minimální povrchové teploty a vnější teploty podělený rozdílem vnitřních a vnějších teplot)

KOND. Je označení vzniku povrchové kondenzace

R_{H,max} je maximální možná relativní vlhkost při dané teplotě v daném prostředí, která zajistí odstranění povrchové kondenzace

T_{,min} je minimální potřebná teplota při dané absolutní vlhkosti v daném prostředí, která zjistí odstranění povrchové kondenzace [°C] – platí jen pro případ dvou prostředí

Odhad chyby výpočtu

- Součet tepelných toků: - 0,0001 W/m,
- součet abs. hodnot tepelných toků: 18,4902 W/m,
- podíl: - 0,0000.

Podíl je menší než 0,001 – Požadavek ČSN EN ISO 10211-1 je splněn.

Požadavek ČSN 730540-2 (2011), čl. 5.1:

- Minimální požadovaný teplotní faktor vnitřního povrchu ve všech místech konstrukce v zimním období: $f_{R_{si,N}} = 0,797$
- Doplnující údaje:
 - Rel. Vlhkost pro stanovení požadavku $f_{ii,f} = 55 \%$
 - Teplota rosného bodu $T_w = 9,82 \text{ C}$
 - Teplotní faktor $f_{R_{si,cr}} = 0,797$
- Maximální přípustný součinitel prostupu tepla pro splnění požadavku $U_{,max} = 0,81 \text{ W/m}^2\text{K}$

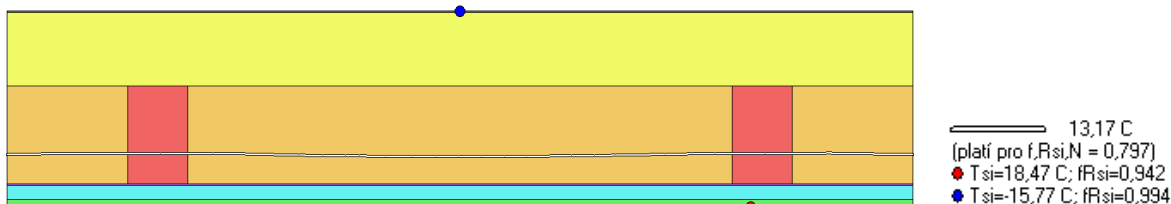
Poznámky:

- Požadovaný teplotní faktor byl stanoven pro maximální přípustnou vnitřní povrchovou relativní vlhkost 80%.
- Součinitel prostupu tepla potřebný ke splnění požadavku byl stanoven pro $R_{si}=0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ a pro zadanou vnější teplotu.
- Požadované hodnotě teplotního faktoru odpovídá v daných okrajových podmínkách teplota vnitřního povrchu 13,19 C.

Výsledné grafické posouzení - Skladba

Průběh izotermy

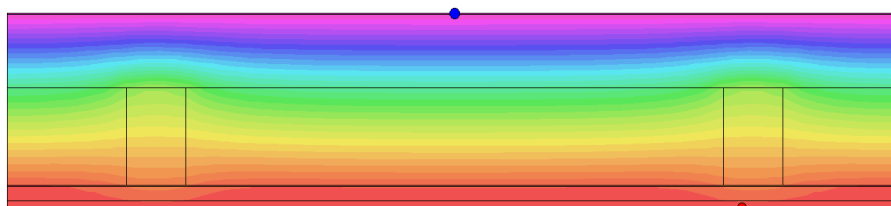
Izotermy:



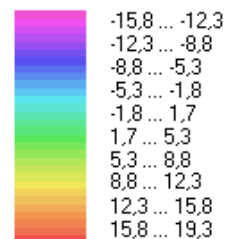
Obrázek 72: Průběh izotermy s legendou

Zdroj: Vlastní

Pole teplot



Teplotní pole [C]:

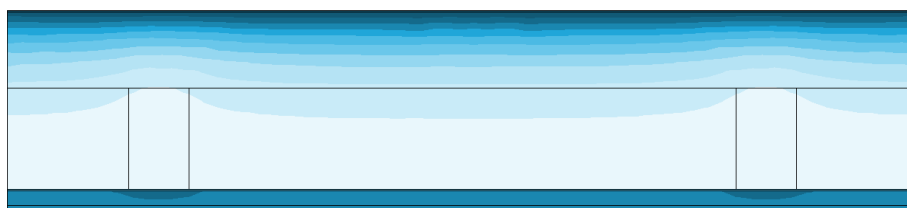


● Tsi=18,47 C; fRsi=0,942
● Tsi=15,77 C; fRsi=0,994

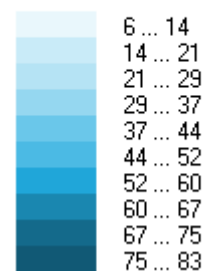
Obrázek 73: Pole teplot s legendou

Zdroj: Vlastní

Rozložení relativní vlhkosti



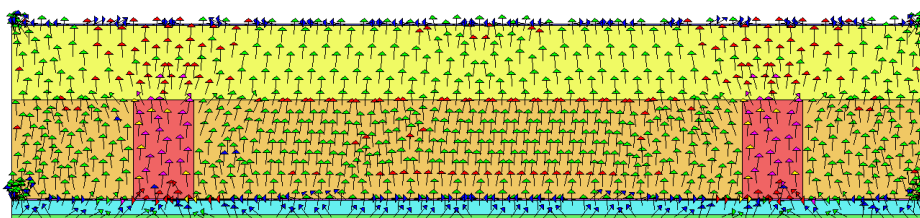
Rozložení relativních vlhkostí [%]:



Obrázek 74: Relativní vlhkost s legendou

Zdroj: Vlastní

Orientace tepelných toků



Orientace a velikost hustot tepelných toků:

Celkový tepelný tok (ztráta):
 $Q = 9 \text{ W/m}$

Max. hustota tep. toku:
 $q = 25 \text{ W/m}^2$

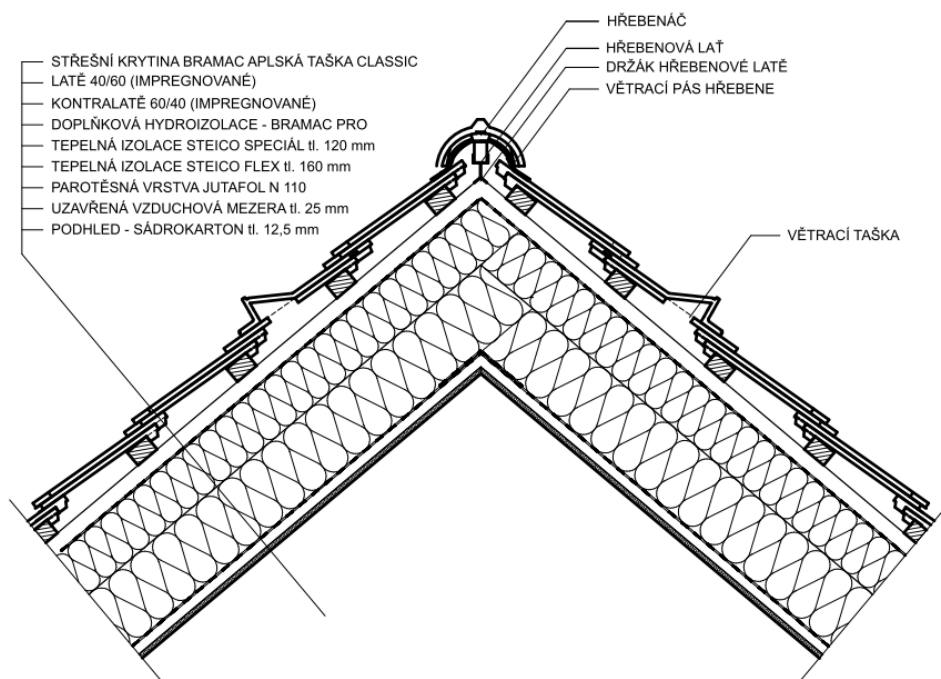
Velikosti hustot tep. toků:
 $q_1 < q_2 < q_3 \dots$



Obrázek 75: Orientace tepelných toků s legendou

Zdroj: Vlastní

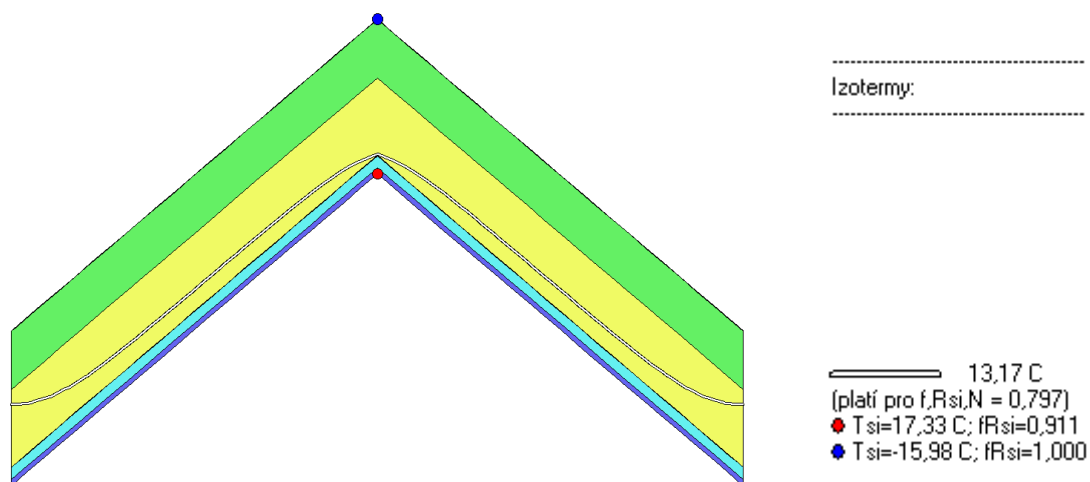
Výsledné grafické posouzení – Detail 1 – Hřeben



Obrázek 76: Detail - hřebenu

Zdroj: Vlastní

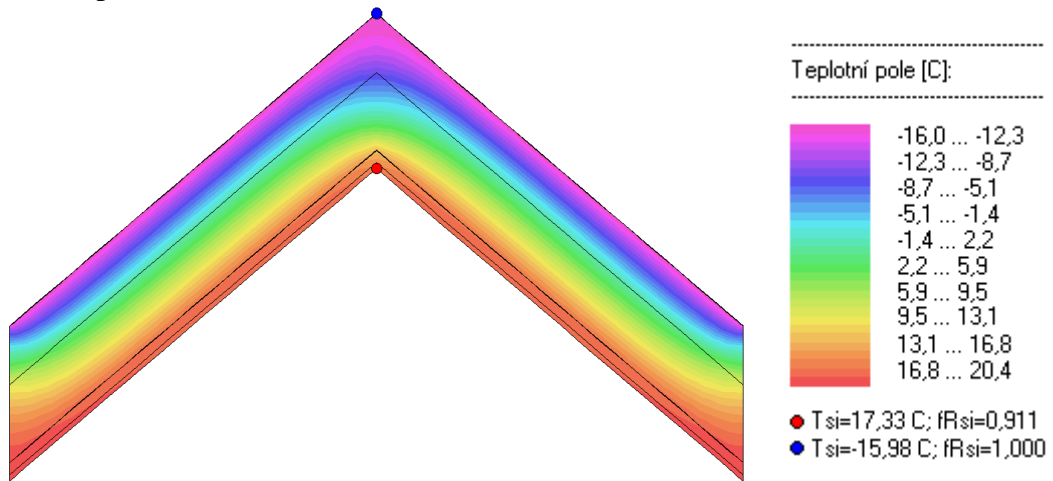
Průběh izotermny



Obrázek 77: Detail – hřebenu – Průběh izotermny s legednou

Zdroj: Vlastní

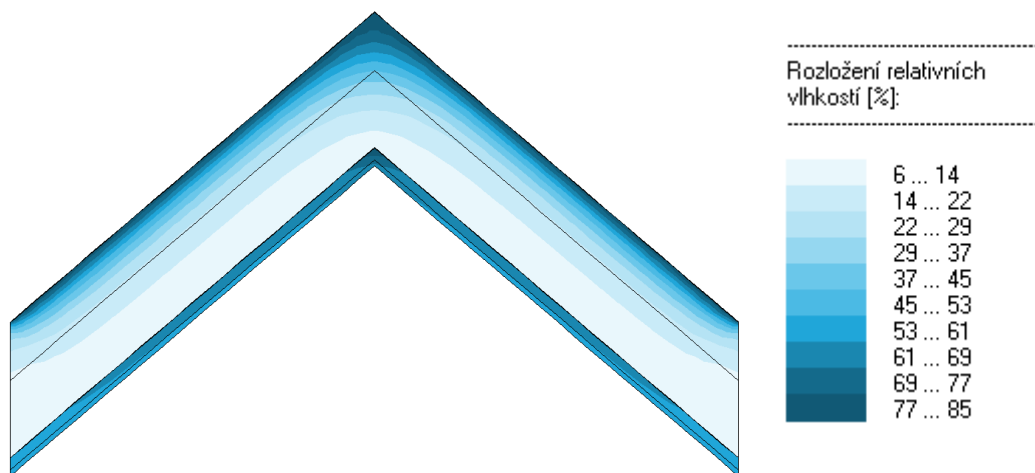
Pole teplot



Obrázek 78: Detail – hřebenu – Pole teplot s legendou

Zdroj:Vlastní

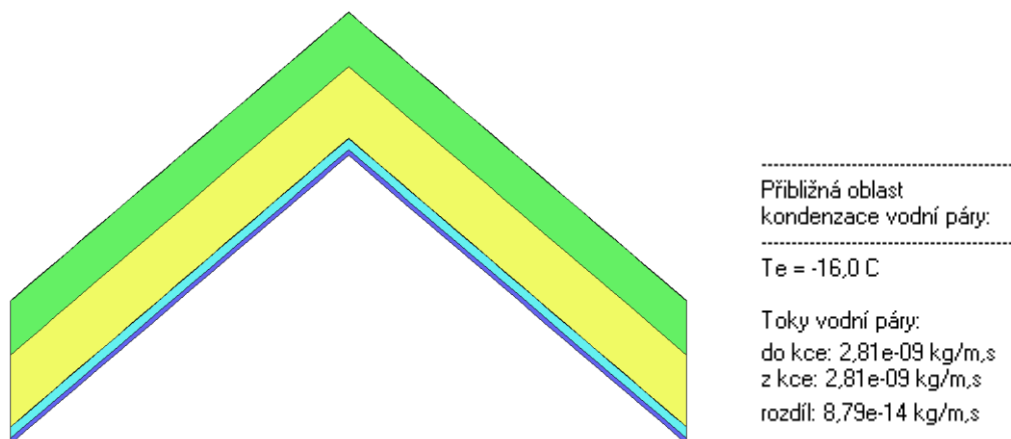
Rozložení relativní vlhkosti



Obrázek 79: Detail – hřebenu – Rozložení relativní vlhkosti s legendou

Zdroj:Vlastní

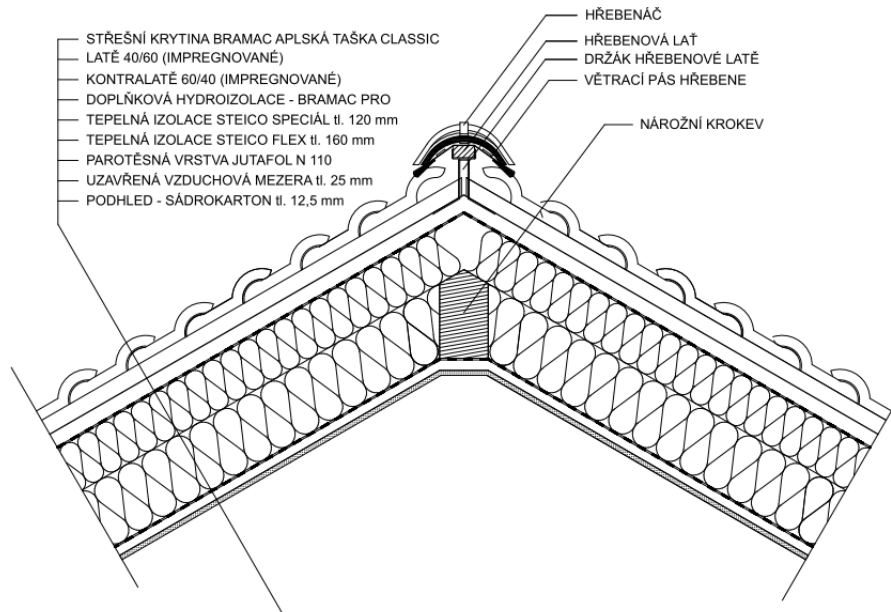
Oblast kondenzace



Obrázek 80: Detail – hřebenu – Oblast kondenzace s legendou

Zdroj:Vlastní

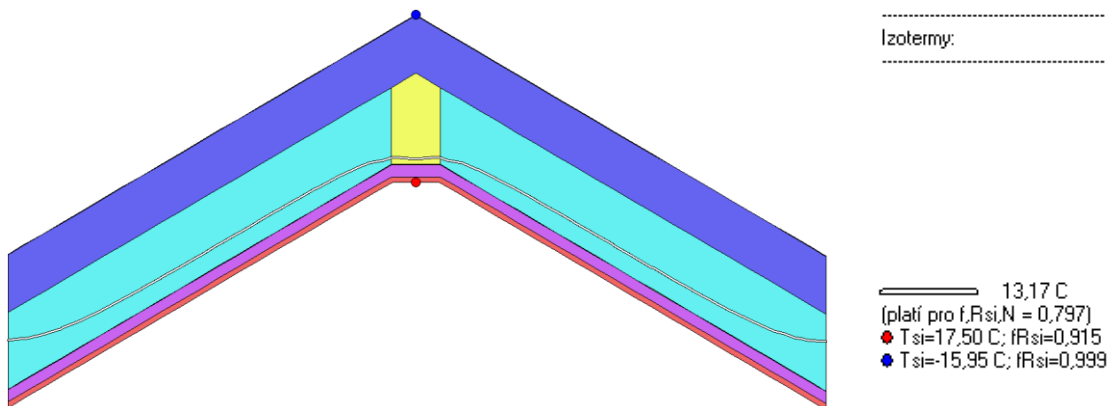
Výsledné grafické posouzení – Detail 2 – Nároží



Obrázek 81: Detail – nároží

Zdroj: Vlastní

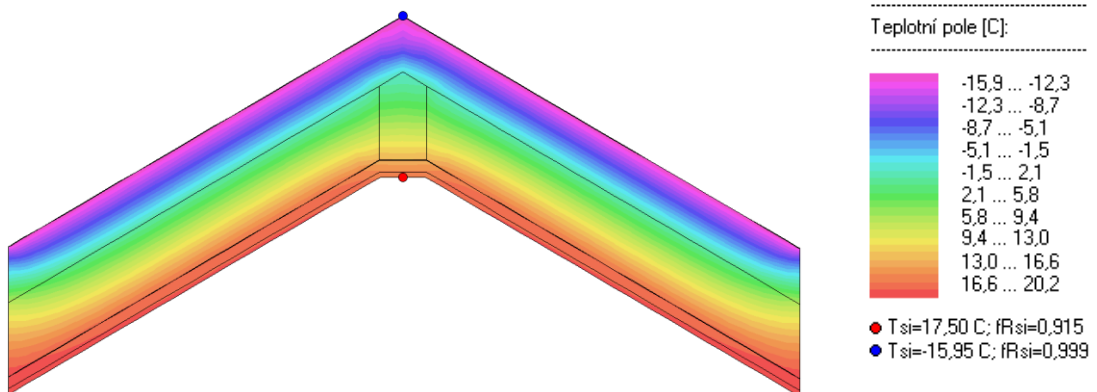
Průběh izoterm



Obrázek 82: Detail – nároží – Průběh izotermny s legendou

Zdroj: Vlastní

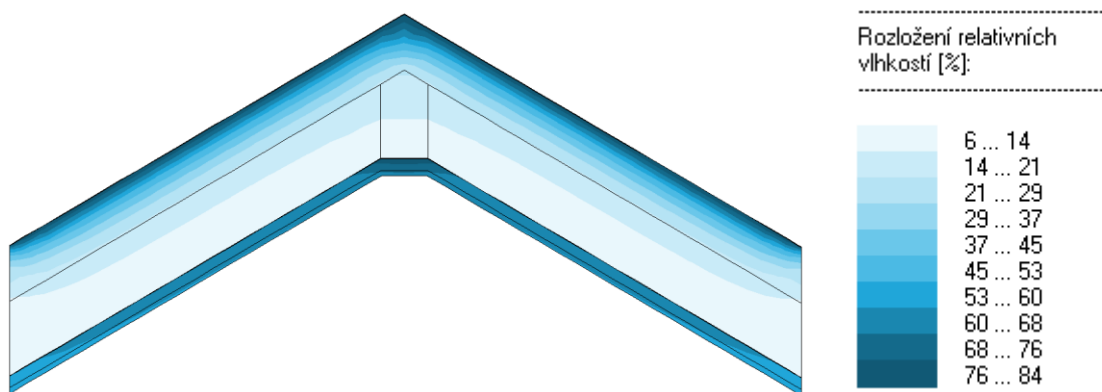
Pole teplot



Obrázek 83: Detail – nároží – Průběh izotermny s legendou

Zdroj: Vlastní

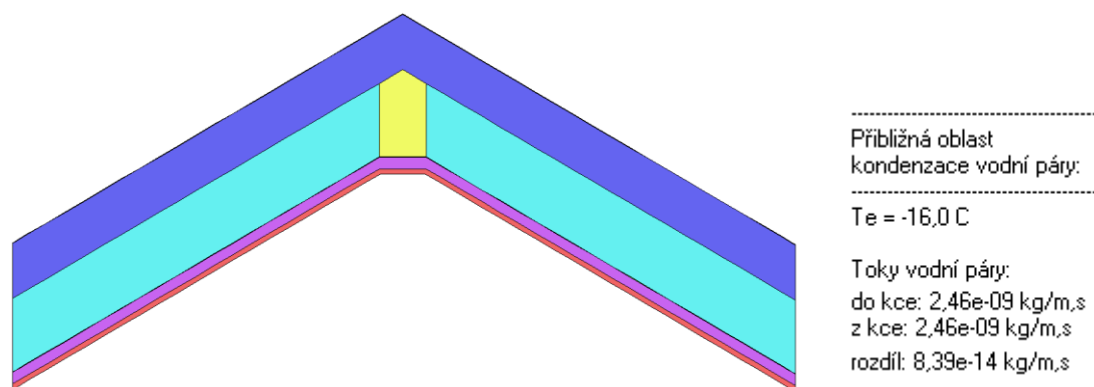
Rozložení relativní vlhkosti



Obrázek 84: Detail – nároží – Průběh izotermy s legendou

Zdroj: Vlastní

Oblast kondenzace



Obrázek 85: Detail – nároží – Průběh izotermy s legendou

Zdroj: Vlastní

VII. Vyhodnocení v programu KROS 4

Tabulka 33: Rekapitulace rozpočtu – Varianta 4⁴³

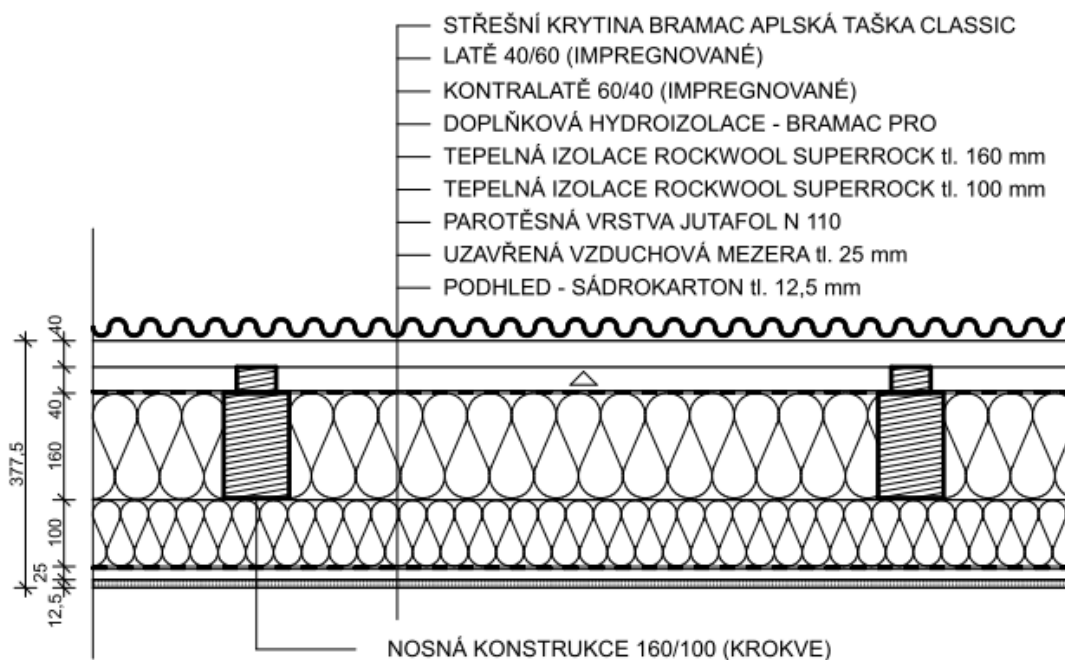
Kód	Popis	Dodávka [Kč]	Montáž [Kč]	Celková cena [Kč]
PSV	Práce a dodávka PSV	217 233,30	143 302,31	360 535,61
713	Izolace tepelné	106 347,74	12 204,35	118 552,09
762	Konstrukce tesařské	26 028,80	38 979,21	65 008,01
763	Konstrukce suché výstavby	23 952,93	37 540,62	61 493,55
764	Konstrukce klempířské	9 758,00	11 818,94	21 576,94
765	Krytina skládaná	51 145,83	42 759,19	93 905,02
	Celkem	217 233,30 Kč	143 302,31 Kč	360 535,61 Kč

Zdroj: Vlastní, software KROS 4, ceník ÚRS

⁴³ Kompletní rozpočet a krycí list rozpočtu je vložen do příloh.

4.1.2.5 Varianta 5 – Tepelná izolace mezi a pod krokviemi – ROCKWOOL

I. Skladba střechy



Obrázek 86: Varianta 5 – Tepelná izolace mezi a pod krokviemi – minerální vata

Zdroj: Vlastní, vytvořeno v programu ArchiCAD

II. Skladba střechy

Střešní konstrukce byla navržena jako dvouplášťová střecha s tepelnou izolací mezi a pod krokviemi. Oba střešní pláště od sebe dělí vzduchová mezera, která je navržena mezi doplňkovou hydroizolací a hlavní hydroizolační vrstvou (skládaná krytina). U této varianty byla použita tepelná izolace z minerální vaty s klasickým pořadím konstrukčních prvků.

Pohledová část skladby je navržena ze sádrokartonu, nad sádrokartonem je uzavřená vzduchová mezera. Mezi nosnou vrstvou a tepelnou izolací je navržena parotěsná vrstva JUTAFOL N 110 [32]. Poté je navržena tepelná izolace pod krokviemi ROCKWOOL SUPERROCK tl. 100 mm [42]. Nosná vrstva je tvořena krokviemi (160/100), které jsou vyplněny tepelnou izolací ROCKWOOL SUPERROCK tl. 160mm [43]. Celková tloušťka tepelné izolace je 260mm. Nad tepelnou izolací je doplňková hydroizolační vrstva BRAMAC PRO [41]. Dále jsou ve skladbě impregnované kontralatě (60/40) a impregnované latě (60/40). Hlavní hydroizolační vrstva je tvořena skládanou krytinou od společnosti BRAMAC (BRAMAC Alpská taška classic) [34].

III. Cenová kalkulace

Cenová kalkulace bude vyhotovena jako kompletní střešní konstrukce. Hlavní bude cena tepelné izolace s doplňky, ale pro kompletní rozpočet je zapotřebí doplnit i ostatní vrstvy (střešní systém BRAMAC, klempířské prvky z pozinku PZ).

IV. Technologický postup

V této kapitole se budu zabývat obecným stručným technologickým postupem, který nebude obsahovat: popis objektu, popis jednotlivých materiálů, stroje a pomůcky, apod.)

Pracovní podmínky:

Zahájení prací předpokládá, že jsou provedeny veškeré nosné konstrukce dle harmonogramu. Veškerý materiál musí být skladován v prostorách na staveništi⁴⁴, tak aby byla zajištěna jednoduchá manipulace, zamezeno krádeži a znehodnocení.

Přejímání pracoviště:

Musí proběhnout kontrola dodaného materiálu a odborné uskladnění. Dále je třeba ověřit celkovou připravenost na stavbě a zhodnotit nosné konstrukce.⁴⁵ Práce na střeše je možné zahájit až po odstranění všech vad a nedodělků. O výsledku přejímky staveniště se sepíše zápis mezi zhotovitelem a objednavatelem.

Personální obsazení:

- 2 odborní pracovníci (nejlépe s osvědčením k provádění potřebných prací),
- 1 pracovník pro pomocné práce.

Všichni pracovníci musejí být proškoleny v oblasti BOZP a musejí podepsat protokol BOZP.

Pracovní postup:

1. Podplechování pod pojistnou hydroizolační vrstvu (okapnice)
2. Aplikace pojistné střešní membrány:

Provádí se směrem od okapové hrany k hřebenu. Pojistná hydroizolace je opatřena samolepicími přesahy pro docílení celistvosti vrstvy. Všechny detaily jako je hřeben, nároží a prostupy se propojí pomocí pásky o šířce 100mm.

3. Montáž kontratát:

Kontratě se přibíjí pomocí hřebíků do nosné vrstvy střechy.

4. Montáž latí

Důležité je rozměření střechy. Po rozměření se střecha tzv. nabrnká (označí se osově vzdálenosti latí a poté už je samotná montáž latí pomocí hřebíků.

5. Montáž mřížky

⁴⁴ Materiál musí být chráněn před povětrnostními vlivy a skladovací prostory musí být uzamykatelné, odvodněné, zpevněné a dostatečně velké.

⁴⁵ Případné vady a nedodělky se zaznamenají do stavebního deníku.

6. Montáž klempířských prvků:

Montáž žlabových háků – nejprve se určí směr spádů, poté se pomocí ohýbačky ohne žlab do požadovaného úhlu. Poté se pomocí hřebíků připevní na krokve. Montáž žlabu – stanoví se umístění kotlíku, toto místo se označí a vystřihne se otvor ve žlabu. Poté se žlab uloží do háků. Montáž příslušenství čela žlabu (pomocí gumového kladívka), kotlík, objímky (maximální osová vzdálenost 2m), svod.

7. Pokládka krytiny a dořezání tašek v nároží:

8. Pokládka hřebene:

9. Aplikace izolačních desek mezi krokve:

Rozměření střešní konstrukce především osové vzdálenosti krokví. Poté se tepelná izolace rozřeže do požadovaných rozměrů. Rozměr rozřezané tepelné izolace by měl být o 1 cm širší než naměřená hodnota.

10. Aplikace izolačních desek pod krokve:

Aplikace druhé vrstvy tepelné izolace se provádí do předem provedených roštů stejným způsobem jako tepelná izolace mezi krokve.

11. Aplikace parotěsné fólie:

Provádí se směrem nahoru. Pokud dojde k porušení fólie, použije se systémová parotěsná páska, která se používá i na utěsnění detailů.

12. Montáž SDK roštů

13. Montáž desek SDK

14. Povrchová úprava

V. Základní hodnocení skladby (V/N)

Výhody

- Tepelná izolace mezi a nad krokvelemi
 - Estetika – rovný pohled (podle vkusu investora),
 - energetická náročnost – vytápění menšího prostoru (podkroví),
 - tepelné mosty jsou minimalizovány tepelnou izolací pod krokvelemi,
 - pracnost – jednodušší detaily než tepelná izolace nad krokvelemi.
- Izolace z minerální vlny – ROCKWOOL SUPERROCK
 - Nehořlavost,
 - ochrana proti šíření plamene a požáru,
 - akustické vlastnosti z hlediska zvukového pohltivosti,
 - nízký difúzní odpor,
 - vodoodpudivou a odolnost proti vlhkosti,
 - rozměrová stálost,
 - paropropustnost.

Nevýhody

- Tepelná izolace mezi a nad krokvelemi
 - Využitelnost – zmenšení užitého prostoru (podkroví),
 - tepelné mosty - na krokvech.
- Izolace z minerální vlny – ROCKWOOL SUPERROCK
 - Celková šířka tepelné izolace,
 - nízká pevnost v tlaku.

VI. Hodnocení - Tepelně technické posouzení v programu Teplo

Tabulka 34: Zadané materiály s konkrétními hodnotami - TEPLŮ

Č	Funkce	materiál	Obchodní název	D [m]	λ [W/(mK)]	c [J/kgK]	ρ [kg/m ³]	μ [-]
1	podhled	sádkartón	-	0,0125	0,220	1060,0	750,0	9
2	Uzavřená vzduchová mezera	-	-	0,025	0,147	1010,0	1,2	0,4
2	parozábrana	PE folie	JUTAFOL N110	0,0002	0,390	1700,0	440,0	210154
3	Tep. izolace	Minerální vlna	ROCKWOOL SUPERROCK	0,100	0,035	840,0	100	2
4	tep. Izolace + nosná vrstva	Minerální vlna + dřevo	ROCKWOOL SUPERROCK	0,160	0,051	840,0	100	2
5	doplňkový hydro. vrstva	PE folie	BRAMAC PRO	0,0001	0,350	1450,0	800,0	130,0

Zdroj: Vlastní

Okrajové podmínky výpočtu:

- tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R_{si} : 0.10 m²K/W,
- dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{si} : 0.25 m²K/W,
- tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R_{se} : 0.04 m²K/W,
- dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{se} : 0.04 m²K/W.
- návrhová venkovní teplota T_e : -16.0 °C,
- návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 20.6 °C,
- návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R_{He} : 84.0 %,
- návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R_{Hi} : 55.0 %.

Výsledky v softwaru Teplo

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946

- tepelný odpor konstrukce $R = 6,22 \text{ m}^2\text{K/W}$,
- součinitel prostupu tepla konstrukce $U = 0,157 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Teplota vnitřn. povrchu a teplotního faktoru dle ČSN 730540 A ČSN EN ISO 13788:

- vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p} = 19,19 \text{ °C}$,
- teplotní faktor v návrhových podmínkách $f, R_{si,p} = 0,962$,

- nejnižší povrchová teplota konstrukce $T_{si,m} = 11,25 \text{ }^\circ\text{C}$,
- teplotní faktor u nejnižší povrchové teploty $f, R_{si,m} = 0,594$.

Difúze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:

- při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry,
- množství difundující vodní pára $G_d: 5,15E - 0009 \text{ kg/m}^2\text{s}$.

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

- v konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci.

Hodnocení – Posouzení v softwaru Area

Tabulka 35: Zadané materiály s konkrétními hodnotami - AREA

Č	Funkce	materiál	Obchodní název	D [m]	λ [W/(mK)]	μ [-]
1	podhled	sádrokarton	-	0,0125	0,220	9
2	Uzavřená vzduchová mezera	-	-	0,025	0,147	0,4
2	parozábrana	PE folie	JUTAFOL N110	0,0002	0,390	210154
3	tep. izolace	Minerální vlna	ROCKWOOL SUPERROCK	0,100	0,035	2
4	tep. izolace + dřevo	Minerální vlna -	ROCKWOOL SUPERROCK	0,160	0,051	2
5	doplňkový hydro. vrstva	PE folie	BRAMAC PRO	0,0001	0,350	130,0

Zdroj: Vlastní

Parametry:

Parametry pro výpočet teplotního faktoru:

- návrhová venkovní teplota T_e : $-16,0 \text{ }^\circ\text{C}$,
- návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : $20,6 \text{ }^\circ\text{C}$,
- návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R_{He} : $84,0 \%$,
- návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R_{Hi} : $55,0 \%$.

Parametry charakterizující rozsah úlohy:

- počet prvků: 1257 ,
- počet uzlových bodů: 685 .

Výsledky v softwaru Area

Tabulka 36: Nejnižší povrchová teplota a hustota tepelného toku

Prostředí	T [°C]	R _s [m ² K/W]	R.H. [%]	T _{s,min} [°C]	Tep. tok Q [W/m]	Propust. L [W/mK]
1	20,6	0,25	55	18,91	9,07239	0,24788
2	-16,0	0,04	84	-15,82	-9,07237	0,24788

Zdroj: Vlastní

Poznámky:

T je zadaná teplota v daném prostředí [°C]

R_s je zadaný odpor při přestupu tepla v daném prostředí [m²K/W]

R.H. je zadaná relativní vlhkost v daném prostředí [%]

T_{s,min} je hustota tepelného toku z daného prostředí [W/m]

Propust. L je tepelná propustnost mezi daným prostředím a okolím [W/mK]

Tabulka 37: Nejnižší povrchové teploty, Teplotní faktor a Riziko kondenzace

Prostředí	T _w [°C]	T _{s,min} [°C]	f,R _{si} [-]	Kond	R _{H,max} [%]	T _{,min} [°C]
1	11,25	18,91	0,954	ne	-	-
2	-17,86	-15,82	0,995	ne	-	-

Zdroj: Vlastní

Poznámky:

T_w je teplota rosného bodu v daném prostředí [°C] (lze určit jen do 100 °C)

T_{s,min} je minimální povrchová teplota v daném prostředí [°C]

f,R_{si} je faktor dle ČSN 73054, ČSN EN ISO 10211-1 a ČSN EN ISO 13788 [] (rozdíl minimální povrchové teploty a vnější teploty podělený rozdílem vnitřních a vnějších teplot)

KOND. Je označení vzniku povrchové kondenzace

R_{H,max} je maximální možná relativní vlhkost při dané teplotě v daném prostředí, která zajistí odstranění povrchové kondenzace

T_{,min} je minimální potřebná teplota při dané absolutní vlhkosti v daném prostředí, která zjistí odstranění povrchové kondenzace [°C] – platí jen pro případ dvou prostředí

Odhad chyby výpočtu

- Součet tepelných toků: - 0,0001 W/m,
- součet abs. hodnot tepelných toků: 18,1448 W/m,
- podíl: - 0,0000.

Podíl je menší než 0,001 – Požadavek ČSN EN ISO 10211-1 je splněn.

Toky difundující vodní páry při zadaných podmínkách:

- Množství vstupující do konstrukce: 7.3E-0010 kg/m,s.
- Množství vystupující z konstrukce: 7.3E-0010 kg/m,s.
- Chyba výpočtu: 1.9E-0013 kg/m,s.

Požadavek ČSN 730540-2 (2011), čl. 5.1:

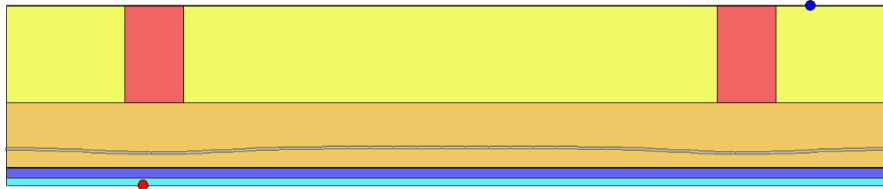
- Minimální požadovaný teplotní faktor vnitřního povrchu ve všech místech konstrukce v zimním období: $f_{R_{si,N}} = 0,797$
- Doplnující údaje:
 - Rel. Vlhkost pro stanovení požadavku $F_{ii,f} = 55 \%$
 - Teplota rosného bodu $T_w = 9,82 \text{ C}$
 - Teplotní faktor $f_{R_{si,cr}} = 0,797$
- Maximální přípustný součinitel prostupu tepla pro splnění požadavku $U_{,max} = 0,81 \text{ W/m}^2\text{K}$

Poznámky:

- Požadovaný teplotní faktor byl stanoven pro maximální přípustnou vnitřní povrchovou relativní vlhkost 80%.
- Součinitel prostupu tepla potřebný ke splnění požadavku byl stanoven pro $R_{si}=0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ a pro zadanou vnější teplotu.
- Požadované hodnotě teplotního faktoru odpovídá v daných okrajových podmínkách teplota vnitřního povrchu 13,19 C.

Výsledné grafické posouzení - Skladba

Průběh izotermy

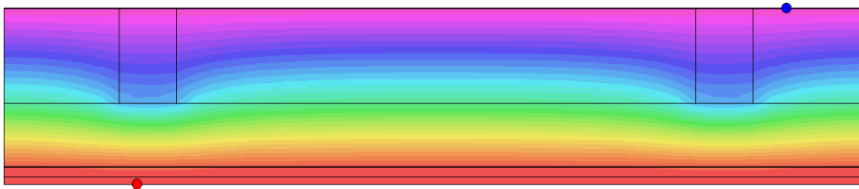


Izotermy:

13,17 C
[platí pro f,Rsi,N = 0,797]
● Tsi=18,91 C; fRsi=0,954
● Tsi=-15,82 C; fRsi=0,995

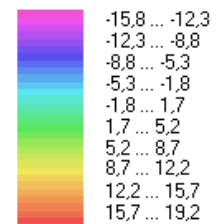
Obrázek 87: Průběh izotermy s legendou

Pole teplot



Zdroj: Vlastní

Teplotní pole [C]:



● Tsi=18,91 C; fRsi=0,954
● Tsi=-15,82 C; fRsi=0,995

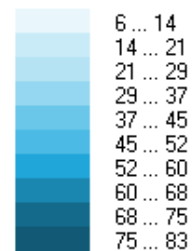
Obrázek 88: Pole teplot s legendou

Zdroj: Vlastní

Rozložení relativní vlhkosti



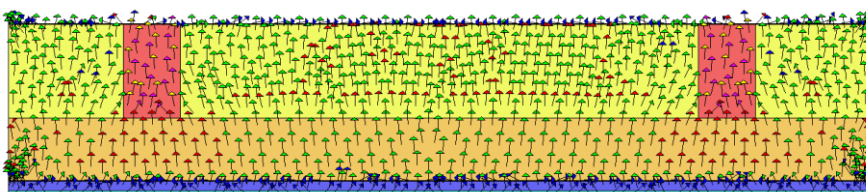
Rozložení relativních vlhkostí [%]:



Obrázek 89: Relativní vlhkost s legendou

Zdroj: Vlastní

Orientace tepelných toků



Orientace a velikost hustot tepelných toků:

Celkový tepelný tok (ztráta):
 $Q = 9 \text{ W/m}$

Max. hustota tep. toku:
 $q = 24 \text{ W/m}^2$

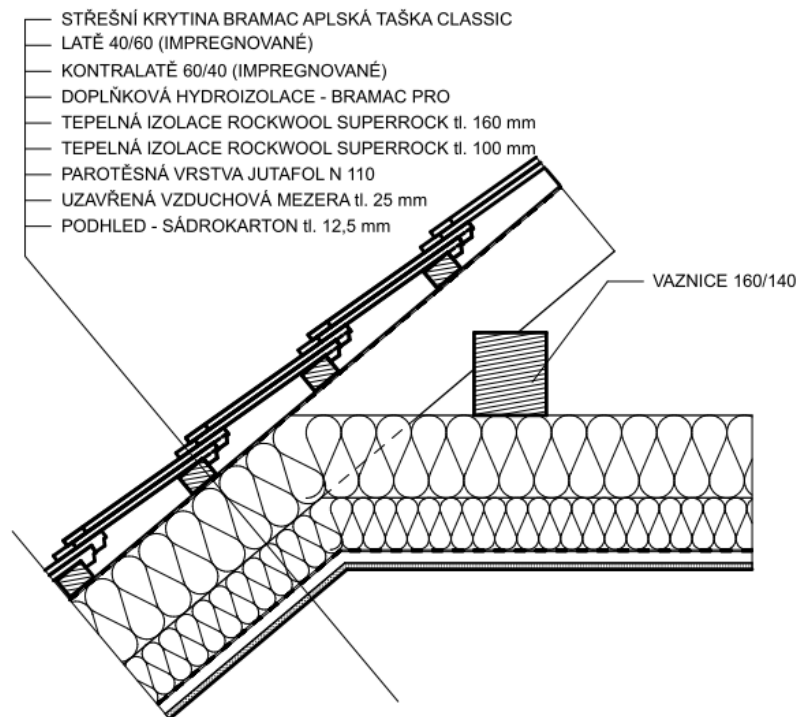
Velikosti hustot tep. toků:
 $q_1 < q_2 < q_3 \dots$



Obrázek 90: Orientace tepelných toků s legendou

Zdroj: Vlastní

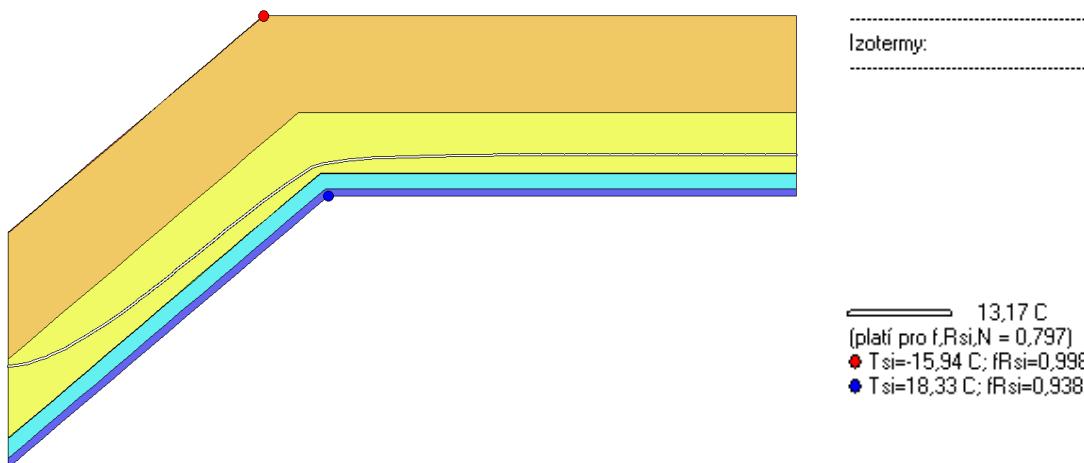
Výsledné grafické posouzení – Detail 1 – vaznice



Obrázek 91: Detail - vaznice

Zdroj: Vlastní

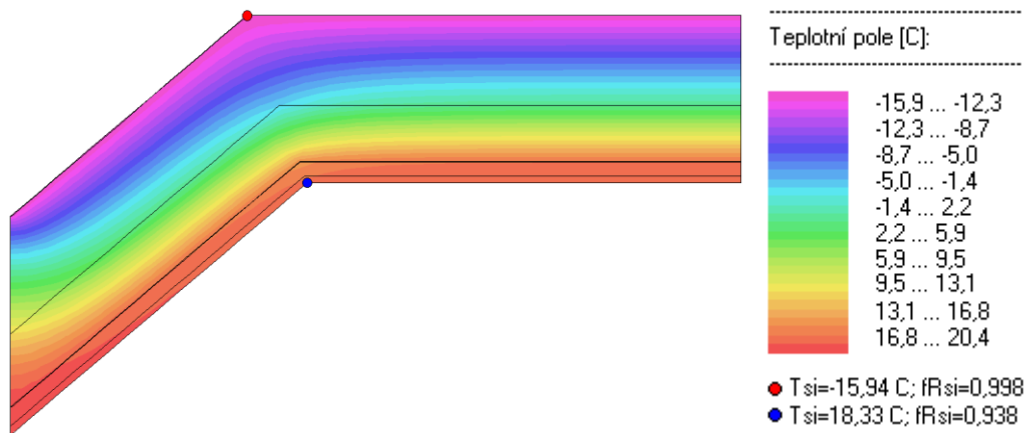
Průběh izoterm



Obrázek 92: Detail – vaznice – Průběh izotermny s legendou

Zdroj: Vlastní

Pole teplot



Obrázek 93: Detail – vaznice – Pole teplot s legendou

Zdroj: Vlastní

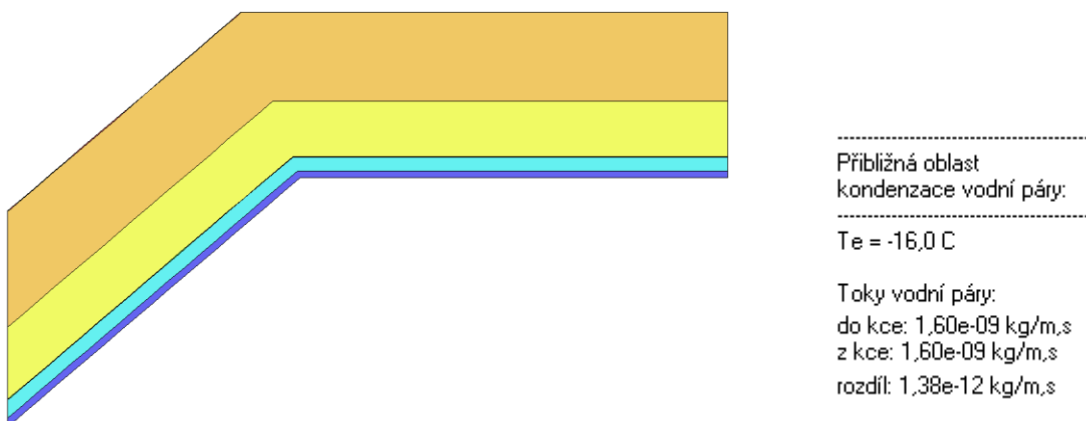
Rozložení relativní vlhkosti



Obrázek 94: Detail – vaznice – Rozložení relativní vlhkosti s legendou

Zdroj: Vlastní

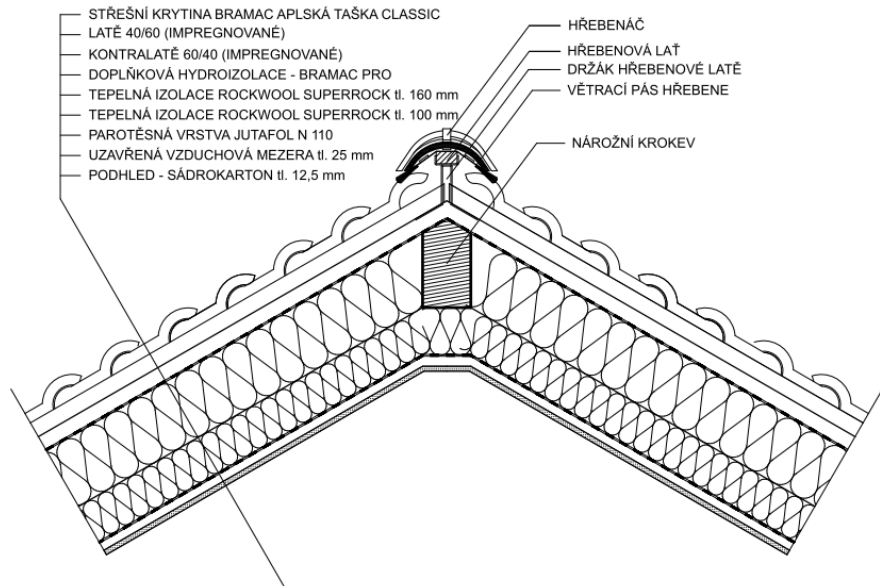
Oblast kondenzace



Obrázek 95: Detail – vaznice – Oblast kondenzace s legendou

Zdroj: Vlastní

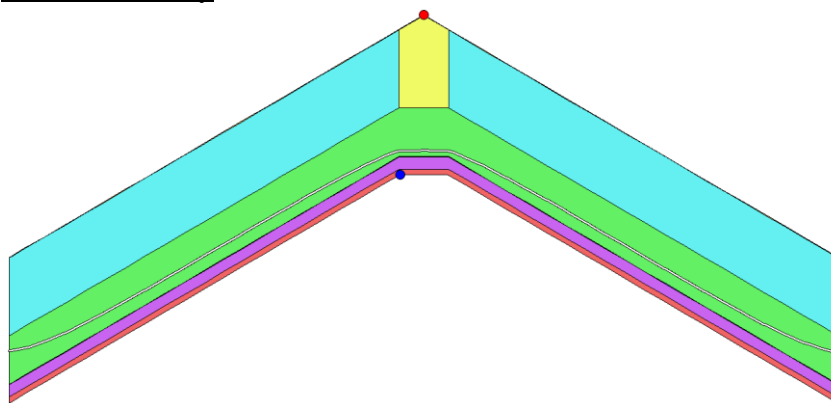
Výsledné grafické posouzení – Detail 2 – Nároží



Obrázek 96: Detail – nároží

Zdroj: Vlastní

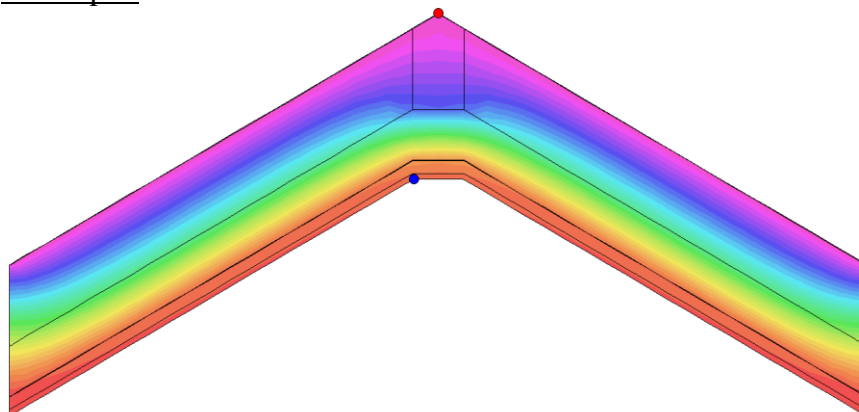
Průběh izotermny



Obrázek 97: Detail – nároží – Průběh izotermny s legendou

Zdroj: Vlastní

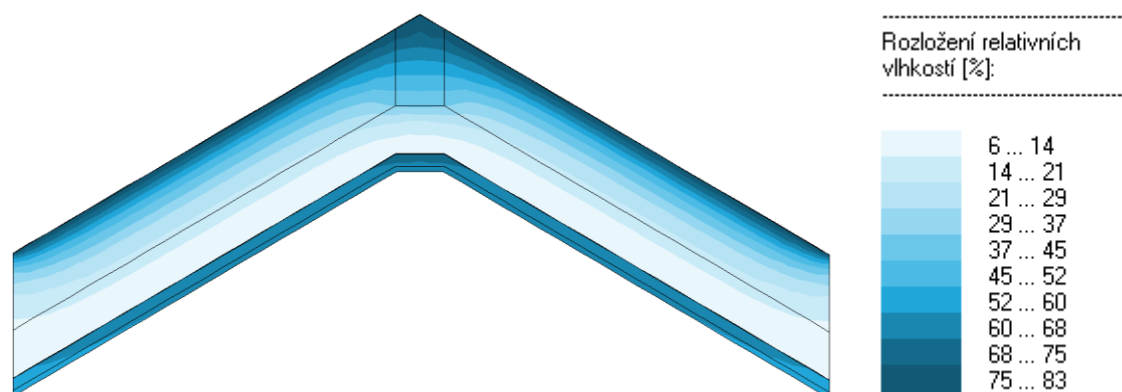
Pole teplot



Obrázek 98: Detail – nároží – pole teplot s legendou

Zdroj: Vlastní

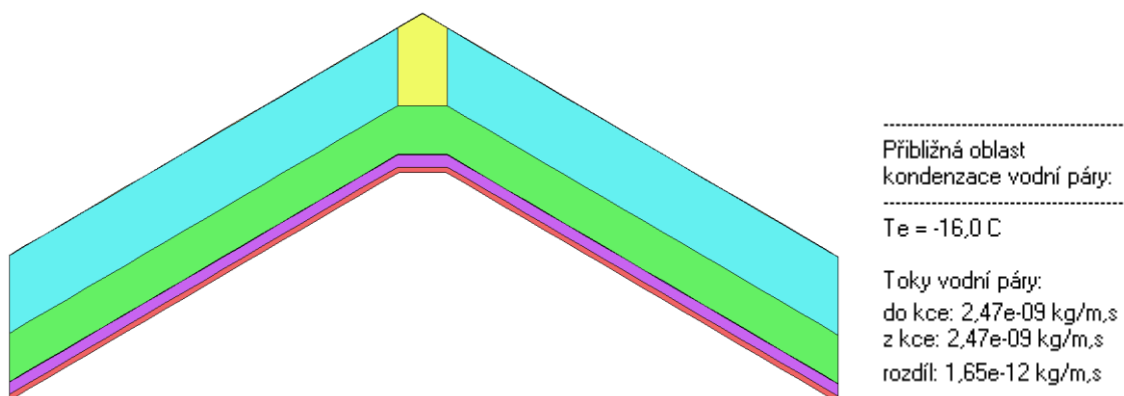
Rozložení relativní vlhkosti



Obrázek 99: Detail – nároží – relativní vlhkost s legendou

Zdroj: Vlastní

Oblast kondenzace



Obrázek 100: Detail – nároží – oblast kondenzace s legendou

Zdroj: Vlastní

VII. Rozpočet střešní konstrukce v programu KROS 4

Tabulka 38: Rekapitulace rozpočtu – Varianta 5⁴⁶

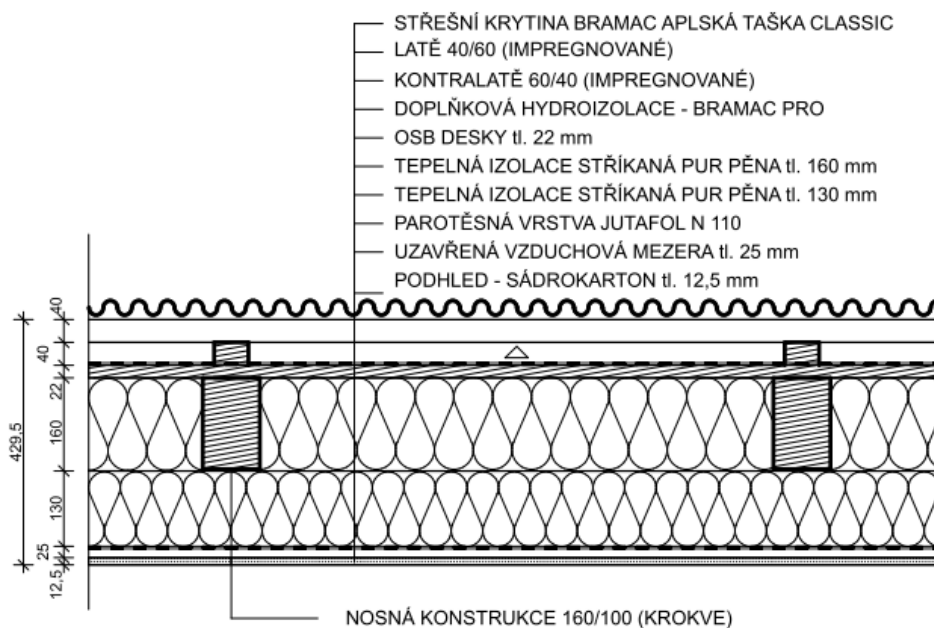
Kód	Popis	Dodávka [Kč]	Montáž [Kč]	Celková cena [Kč]
PSV	Práce a dodávka PSV	138 412,41	137 021,02	275 433,43
713	Izolace tepelné	28 646,62	9 874,70	38 521,32
762	Konstrukce tesařské	26 028,80	38 979,21	65 008,01
763	Konstrukce suché výstavby	22 833,16	33 588,98	56 422,14
764	Konstrukce klempířské	9 758,00	11 818,94	21 576,94
765	Krytina skládaná	51 145,83	42 759,19	93 905,02
	Celkem	138 412,41 Kč	137 021,02 Kč	275 433,43 Kč

Zdroj: Vlastní, software KROS 4, ceník ÚRS

⁴⁶ Kompletní rozpočet a krycí list rozpočtu je vložen do příloh.

4.1.2.6 Varianta 6 – Tepelná izolace mezi a pod krokviemi – PUR PĚNA

I. Skladba střechy



Obrázek 101: Varianta 6 – Tepelná izolace mezi a pod krokviemi – PUR pěna

Zdroj: Vlastní, vytvořeno v programu ArchiCAD

II. Skladba střechy

Střešní konstrukce byla navržena jako dvouplášťová střecha s tepelnou izolací mezi a pod krokviemi. Oba střešní pláště od sebe dělí vzduchová mezera, která je navržena mezi doplňkovou hydroizolací a hlavní hydroizolační vrstvou (skládaná krytina). U této varianty byla použita tepelná izolace z minerální vaty s klasickým pořadím konstrukčních prvků.

Pohledová část skladby je navržena ze sádrokartonu, nad sádrokartonem je uzavřená vzduchová mezera. Mezi nosnou vrstvou a tepelnou izolací je navržena parotěsná vrstva JUTAFOL N 110 [32]. Poté je navržena tepelná izolace pod krokviemi stříkaná PUR PĚNA tl. 130 mm [44]. Nosná vrstva je tvořena krokviemi (160/100), které jsou vyplněny tepelnou izolací stříkanou PUR PĚNOU tl. 160 mm [45]. Celková tloušťka tepelné izolace je 290 mm. Nad tepelnou izolací je doplňková hydroizolační vrstva BRAMAC PRO [41]. Dále jsou ve skladbě impregnované kontralatě (60/40) a impregnované latě (60/40). Hlavní hydroizolační vrstva je tvořena skládanou krytinou od společnosti BRAMAC (BRAMAC Alpská taška classic) [34].

III. Cenová kalkulace

Cenová kalkulace bude vyhotovena jako kompletní střešní konstrukce. Hlavní bude cena tepelné izolace s doplňky, ale pro kompletní rozpočet je zapotřebí doplnit i ostatní vrstvy (střešní systém BRAMAC, klempířské prvky z pozinku PZ).

IV. Technologický postup

V této kapitole se budu zabývat obecným stručným technologickým postupem, který nebude obsahovat: popis objektu, popis jednotlivých materiálů, stroje a pomůcky, apod.)

Pracovní podmínky:

Zahájení prací předpokládá, že jsou provedeny veškeré nosné konstrukce dle harmonogramu. Veškerý materiál musí být skladován v prostorách na staveništi⁴⁷, tak aby byla zajištěna jednoduchá manipulace, zamezeno krádeži a znehodnocení.

Přejímání pracoviště:

Musí proběhnout kontrola dodaného materiálu a odborné uskladnění. Dále je třeba ověřit celkovou připravenost na stavbě a zhodnotit nosné konstrukce.⁴⁸ Práce na střeše je možné zahájit až po odstranění všech vad a nedodělků. O výsledku přejímky staveniště se sepíše zápis mezi zhotovitelem a objednavatelem.

Personální obsazení:

- 2 odborní pracovníci (nejlépe s osvědčením k provádění potřebných prací),
- 1 pracovník pro pomocné práce.

Všichni pracovníci musejí být proškoleny v oblasti BOZP a musejí podepsat protokol BOZP.

Pracovní postup:

1. Aplikace celoplošného bednění:

Záklon se provede z OSB desek o tloušťce 22mm. Jelikož spoje desek nevychází na osově vzdálenosti kroků, tak se kladou šachovnicovitě směrem od zakládajícího hranolu k hřebenu.

2. Podplechování pod pojistnou hydroizolační vrstvu (okapnice)

3. Aplikace pojistné střešní membrány:

Provádí se směrem od okapové hrany k hřebenu. Pojistná hydroizolace je opatřena samolepicími přesahy pro docílení celistvosti vrstvy. Všechny detaily jako je hřeben, nároží a prostupy se propojí pomocí pásky o šířce 100mm..

4. Montáž kontratát:

Kontratát se přibíjí pomocí hřebíků do nosné vrstvy střechy.

⁴⁷ Materiál musí být chráněn před povětrnostními vlivy a skladovací prostory musí být uzamykatelné, odvodněné, zpevněné a dostatečně velké.

⁴⁸ Případné vady a nedodělky se zaznamenají do stavebního deníku.

5. Montáž latí

Důležité je rozměření střechy. Po rozměření se střecha tzv. nabrnká (označí se osově vzdálenosti latí a poté už je samotná montáž latí pomocí hřebíků.

6. Montáž mřížky

7. Montáž klempířských prvků:

Montáž žlabových háků – nejprve se určí směr spádů, poté se pomocí ohýbačky ohne žlab do požadovaného úhlu. Poté se pomocí hřebíků připevní na krokve. Montáž žlabu – stanoví se umístění kotlíku, toto místo se označí a vystříhne se otvor ve žlabu. Poté se žlab uloží do háků. Montáž příslušenství čela žlabu (pomocí gumového kladívka), kotlík, objímky (maximální osová vzdálenost 2m), svod.

8. Pokládka krytiny a dořezání tašek v nároží:

9. Pokládka hřebene:

10. Aplikace izolační vrstvy

V tomto případě se jedná o aplikaci stříkané izolace PUR pěna, u které se nemusí rozměřovat jednotlivé osově vzdálenosti krokví.

11. Aplikace parotěsné Fólie:

Provádí se směrem nahoru. Pokud dojde k porušení fólie, použije se systémová parotěsná páska, která se používá i na utěsnění detailů.

12. Montáž SDK roštů

13. Montáž desek SDK

14. Povrchová úprava

V. Základní hodnocení skladby (V/N)

Výhody

- Tepelná izolace mezi a nad krokviemi
 - Estetika – rovný pohled (podle vkusu investora),
 - energetická náročnost – vytápění menšího prostoru (podkroví),
 - tepelné mosty jsou minimalizovány tepelnou izolací pod krokviemi,
 - pracnost – jednodušší detaily než tepelná izolace nad krokviemi.
- Izolace z měkké PUR pěny – PUREX NG-0808
 - Rychlost práce,
 - bez lepidel a zádržných materiálů,
 - menší hmotnost konstrukce,
 - bezspáré řešení – snížení tepelných mostů,
 - nepřitahuje hlodavce ani plísň,
 - zvuková izolace.
 - zdravotně nezávadná a ekologický,
 - dokonale těsný
 - izolace i těžko přístupných míst.

Nevýhody

- Tepelná izolace mezi a nad krokviemi
 - Využitelnost – zmenšení užitého prostoru (podkroví),
 - tepelné mosty - na krokvích.
- Izolace z měkké PUR pěny – PUREX NG-0808
 - Celková šířka tepelné izolace,
 - nízká pevnost v tlaku.

VI. Hodnocení - Tepelně technické posouzení v programu Teplo

Tabulka 39: Zadané materiály s konkrétními hodnotami - TEPLŮ

Č	Funkce	materiál	Obchodní název	D [m]	λ [W/(mK)]	c [J/kgK]	ρ [kg/m ³]	μ [-]
1	podhled	sádrokarton	-	0,0125	0,220	1060,0	750,0	9
2	Uzavřená vzduchová mezera	-	-	0,025	0,147	1010,0	1,2	0,4
2	parozábrana	PE folie	JUTAFOL N110	0,0002	0,390	1700,0	440,0	210154
3	Tep. izolace	PUR pěna	PUREX NG-o8o8	0,130	0,043	1270,0	16	10
4	tep. izolace + nosná vrstva	PUR pěna + dřevo	PUREX NG-o8o8	0,160	0,055	1270,0	16	10
5	záklap	OSB desky	-	0,022	0,130	1700,0	650,0	50,0
6	doplňkový hydro. vrstva	PE folie	BRAMAC PRO	0,0001	0,350	1450,0	800,0	130,0

Zdroj: Vlastní

Okrajové podmínky výpočtu:

- tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R_{si} : 0.10 m²K/W,
- dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{si} : 0.25 m²K/W,
- tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R_{se} : 0.04 m²K/W,
- dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{se} : 0.04 m²K/W.
- návrhová venkovní teplota T_e : -16.0 °C,
- návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 20.6 °C,
- návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R_{He} : 84.0 %,
- návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R_{Hi} : 55.0 %.

Výsledky v softwaru Teplo

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946

- tepelný odpor konstrukce $R = 6,28 \text{ m}^2\text{K/W}$,
- součinitel prostupu tepla konstrukce $U = 0,156 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Teplota vnitřn. povrchu a teplotního faktoru dle ČSN 730540 A ČSN EN ISO 13788:

- vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p} = 19,21 \text{ °C}$,
- teplotní faktor v návrhových podmínkách $f_{R,si,p} = 0,962$,

- nejnižší povrchová teplota konstrukce $T_{si,m} = 11,25 \text{ }^\circ\text{C}$,
- teplotní faktor u nejnižší povrchové teploty $f,R_{si,m} = 0,594$.

Difúze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:

- při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry,
- množství difundující vodní pára $G_d: 4,805E - 0009 \text{ kg/m}^2\text{s}$.

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

- v konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci.

Hodnocení – Posouzení v softwaru Area

Tabulka 40: Zadané materiály s konkrétními hodnotami - AREA

Č	Funkce	materiál	Obchodní název	D [m]	λ [W/(mK)]	μ [-]
1	podhled	sádrokarton	-	0,0125	0,220	9
2	Uzavřená vzduchová mezera	-	-	0,025	0,147	0,4
2	parozábrana	PE folie	JUTAFOL N110	0,0002	0,390	210154
3	tep. izolace	PUR pěna	PUREX NG-o8o8	0,130	0,043	10
4	tep. izolace + dřevo	PUR pěna + dřevo	PUREX NG-o8o8	0,160	0,055	10
5	záklap	OSB desky	-	0,022	0,130	50
5	doplňkový hydro. vrstva	PE folie	BRAMAC PRO	0,0001	0,350	130,0

Zdroj: Vlastní

Parametry:

Parametry pro výpočet teplotního faktoru:

- návrhová venkovní teplota T_e : $-16.0 \text{ }^\circ\text{C}$,
- návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : $20.6 \text{ }^\circ\text{C}$,
- návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R_{He} : 84.0% ,
- návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R_{Hi} : 55.0% .

Parametry charakterizující rozsah úlohy:

- počet prvků: 1605 ,
- počet uzlových bodů: 863 .

Výsledky v softwaru Area

Tabulka 41: Nejnižší povrchová teplota a hustota tepelného toku

Prostředí	T [°C]	R _s [m ² K/W]	R.H. [%]	T _{s,min} [°C]	Tep. tok Q [W/m]	Propust. L [W/mK]
1	20,6	0,25	55	19,00	8,86266	0,24215
2	-16,0	0,04	84	-15,80	-8,86264	0,24215

Zdroj: Vlastní

Poznámky:

T je zadaná teplota v daném prostředí [°C]

R_s je zadaný odpor při přestupu tepla v daném prostředí [m²K/W]

R.H. je zadaná relativní vlhkost v daném prostředí [%]

T_{s,min} je hustota tepelného toku z daného prostředí [W/m]

Propust. L je tepelná propustnost mezi daným prostředím a okolím [W/mK]

Tabulka 42: Nejnižší povrchové teploty, Teplotní faktor a Riziko kondenzace

Prostředí	T _w [°C]	T _{s,min} [°C]	f,R _{si} [-]	Kond	R _{H,max} [%]	T _{,min} [°C]
1	11,25	19	0,956	ne	-	-
2	-17,86	-15,80	0,995	ne	-	-

Zdroj: Vlastní

Poznámky:

T_w je teplota rosného bodu v daném prostředí [°C] (lze určit jen do 100 °C)

T_{s,min} je minimální povrchová teplota v daném prostředí [°C]

f,R_{si} je faktor dle ČSN 73054, ČSN EN ISO 10211-1 a ČSN EN ISO 13788 [] (rozdíl minimální povrchové teploty a vnější teploty podělený rozdílem vnitřních a vnějších teplot)

KOND. Je označení vzniku povrchové kondenzace

R_{H,max} je maximální možná relativní vlhkost při dané teplotě v daném prostředí, která zajistí odstranění povrchové kondenzace

T_{,min} je minimální potřebná teplota při dané absolutní vlhkosti v daném prostředí, která zjistí odstranění povrchové kondenzace [°C] – platí jen pro případ dvou prostředí

Odhad chyby výpočtu

- Součet tepelných toků: - 0,0001 W/m,
- součet abs. hodnot tepelných toků: 17,7253 W/m,
- podíl: - 0,0000.

Podíl je menší než 0,001 – Požadavek ČSN EN ISO 10211-1 je splněn.

Toky difundující vodní páry při zadaných podmínkách:

- Množství vstupující do konstrukce: 7.5E-0010 kg/m,s.
- Množství vystupující z konstrukce: 7.5E-0010 kg/m,s.
- Chyba výpočtu: 6.8E-0013 kg/m,s.

Požadavek ČSN 730540-2 (2011), čl. 5.1:

- Minimální požadovaný teplotní faktor vnitřního povrchu ve všech místech konstrukce v zimním období: $f_{R_{si,N}} = 0,797$
- Doplnující údaje:
 - Rel. Vlhkost pro stanovení požadavku $F_{ii,f} = 55 \%$
 - Teplota rosného bodu $T_w = 9,82 \text{ C}$
 - Teplotní faktor $f_{R_{si,cr}} = 0,797$
- Maximální přípustný součinitel prostupu tepla pro splnění požadavku $U_{,max} = 0,81 \text{ W/m}^2\text{K}$

Poznámky:

- Požadovaný teplotní faktor byl stanoven pro maximální přípustnou vnitřní povrchovou relativní vlhkost 80%.
- Součinitel prostupu tepla potřebný ke splnění požadavku byl stanoven pro $R_{si}=0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ a pro zadanou vnější teplotu.
- Požadované hodnotě teplotního faktoru odpovídá v daných okrajových podmínkách teplota vnitřního povrchu 13,19 C.

Výsledné grafické posouzení - Skladba

Průběh izotermy



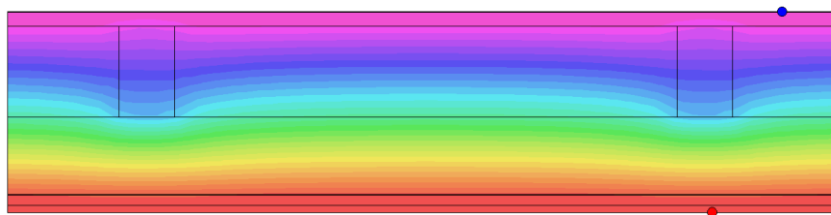
Izotermy:

13,17 C
(platí pro $f, R_{si}, N = 0,797$)
 ● $T_{si}=19,00$ C; $fR_{si}=0,956$
 ◆ $T_{si}=-15,80$ C; $fR_{si}=0,995$

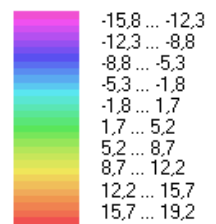
Obrázek 102: Průběh izotermy s legendou

Zdroj: Vlastní

Pole teplot



Teplotní pole [C]:

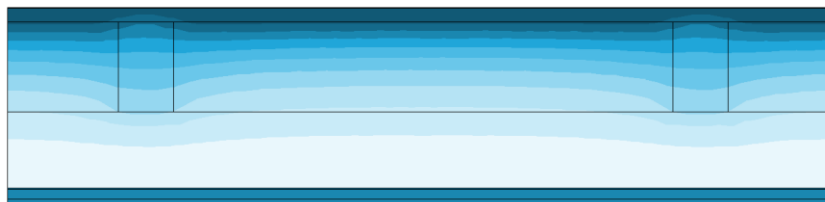


● $T_{si}=19,00$ C; $fR_{si}=0,956$
 ◆ $T_{si}=-15,80$ C; $fR_{si}=0,995$

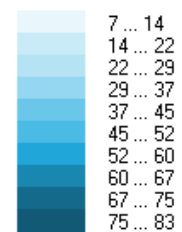
Obrázek 103: Pole teplot s legendou

Zdroj: Vlastní

Rozložení relativní vlhkosti



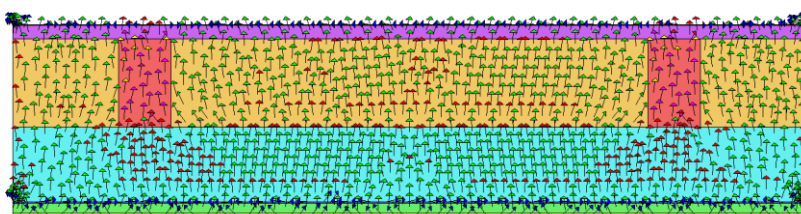
Rozložení relativních vlhkostí [%]:



Obrázek 104: Relativní vlhkost s legendou

Zdroj: Vlastní

Orientace tepelných toků



Orientace a velikost hustot tepelných toků:

Celkový tepelný tok (ztráta):
 $Q = 9$ W/m

Max. hustota tep. toku:
 $q = 24$ W/m²

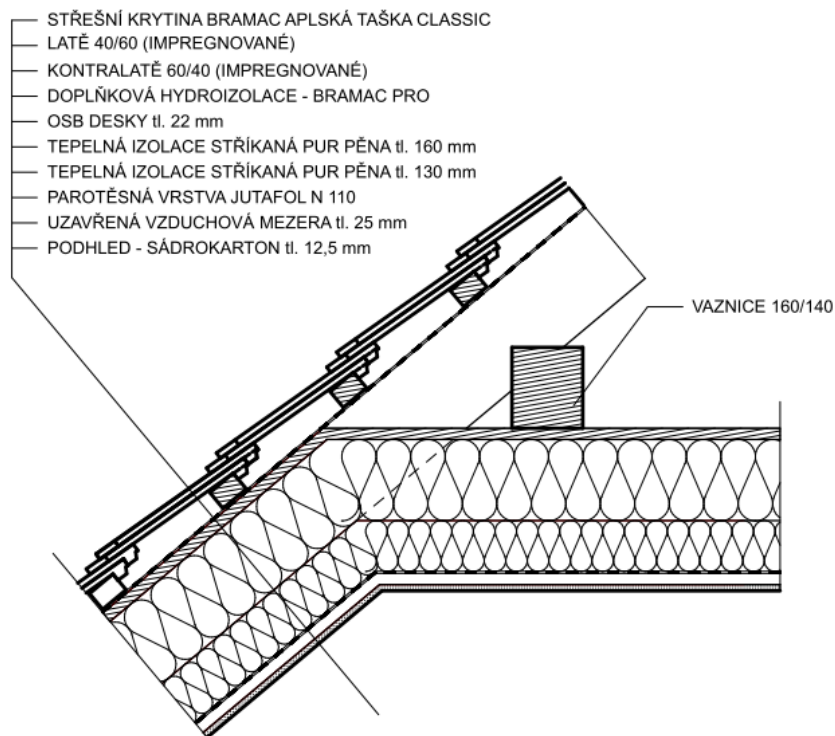
Velikosti hustot tep. toků:
 $q_1 < q_2 < q_3$...



Obrázek 105: Orientace tepelných toků s legendou

Zdroj: Vlastní

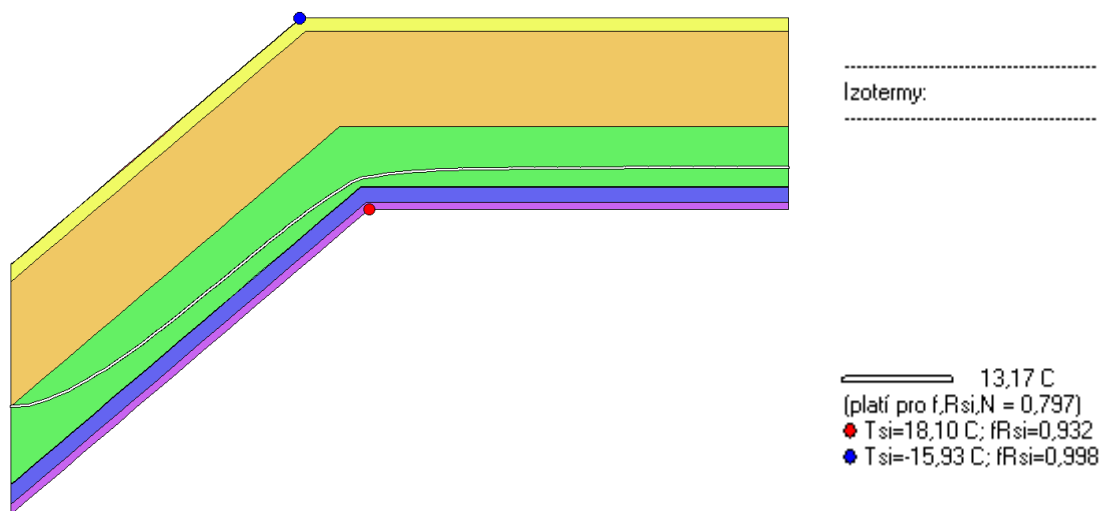
Výsledné grafické posouzení – Detail 1 – vaznice



Obrázek 106: Detail - vaznice

Zdroj: Vlastní

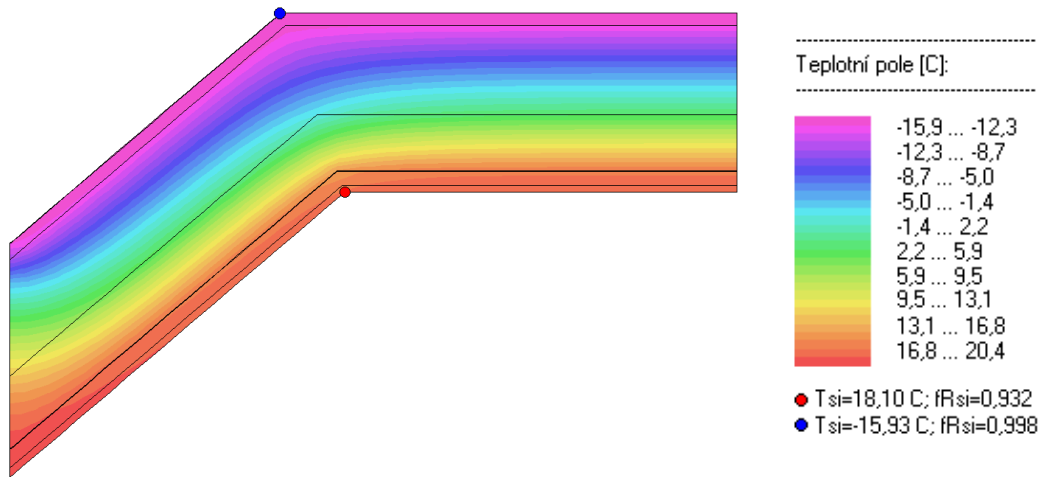
Průběh izoterm



Obrázek 107: Detail – vaznice – Průběh izoterm s legendou

Zdroj: Vlastní

Pole teplot

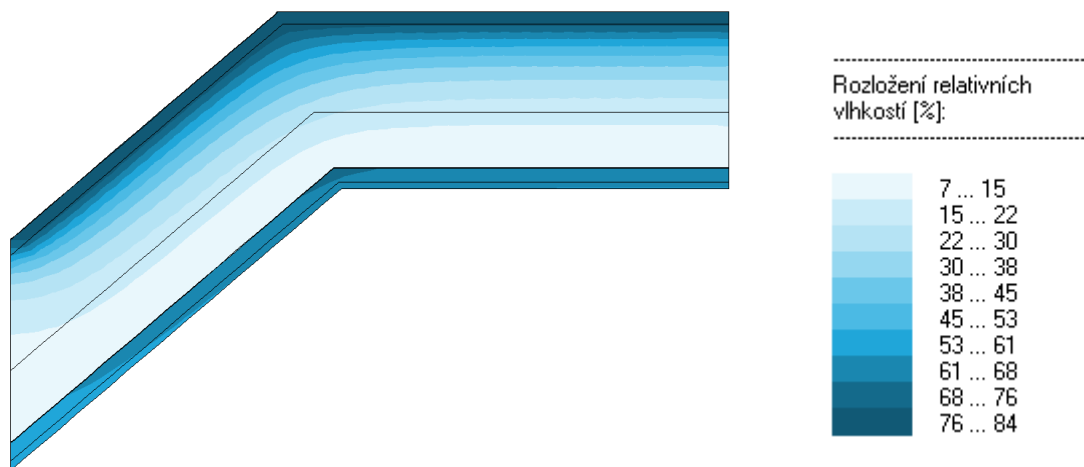


vaznice – Pole teplot s legendou

Obrázek 108: Detail –

Zdroj:Vlastní

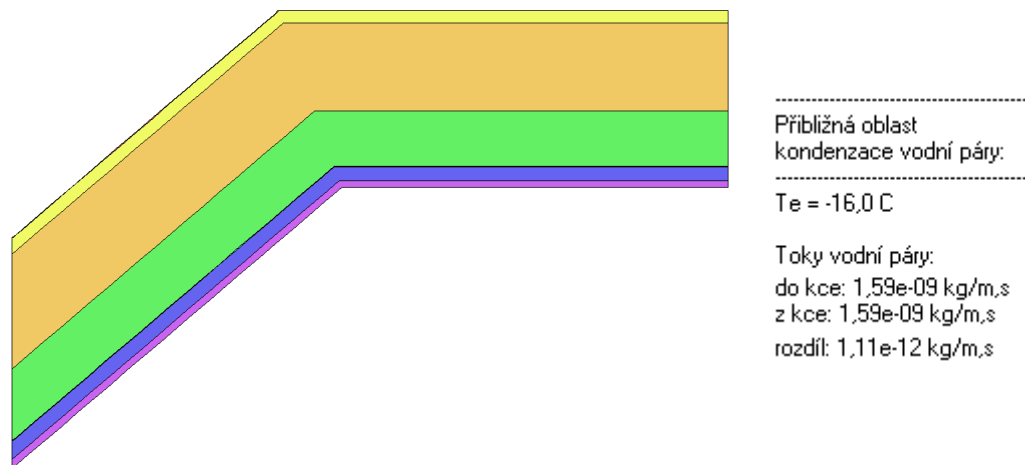
Rozložení relativní vlhkosti



Obrázek 109: Detail – vaznice – Rozložení relativní vlhkosti legendou

Zdroj:Vlastní

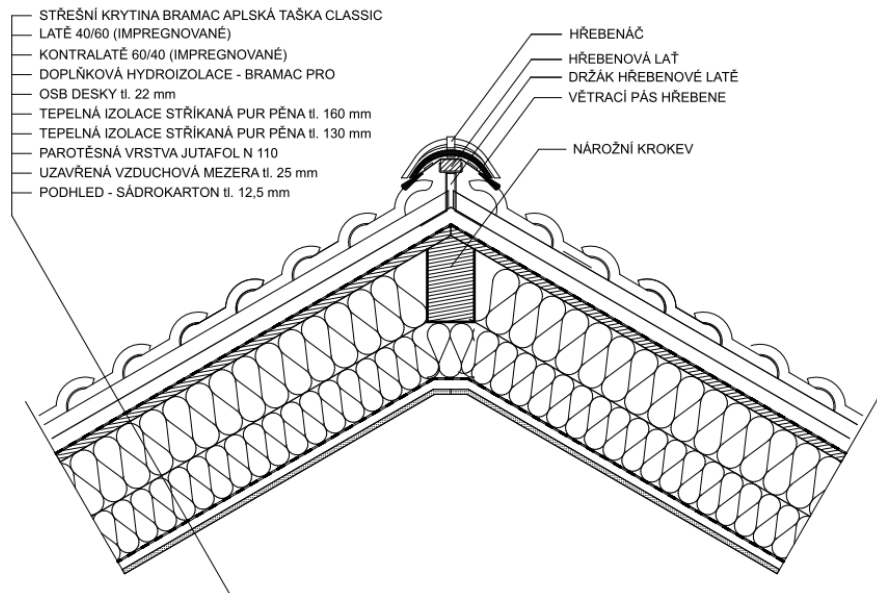
Oblast kondenzace



Obrázek 110: Detail – vaznice – Oblast kondenzace s legendou

Zdroj:Vlastní

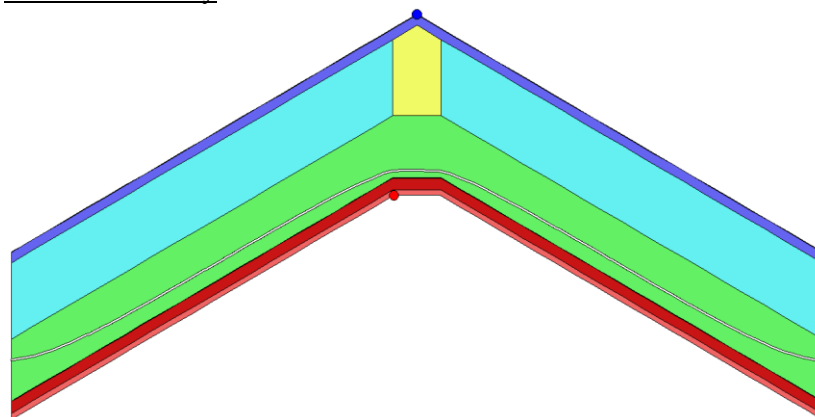
Výsledné grafické posouzení – Detail 2 – Nároží



Obrázek 111: Detail – nároží

Zdroj: Vlastní

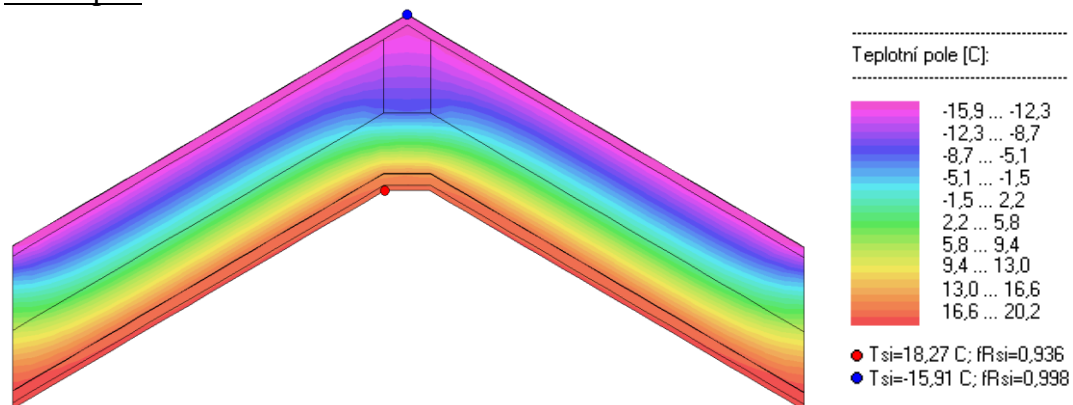
Průběh izotermie



Obrázek 112: Detail – nároží – Průběh izotermie s legendou

Zdroj: Vlastní

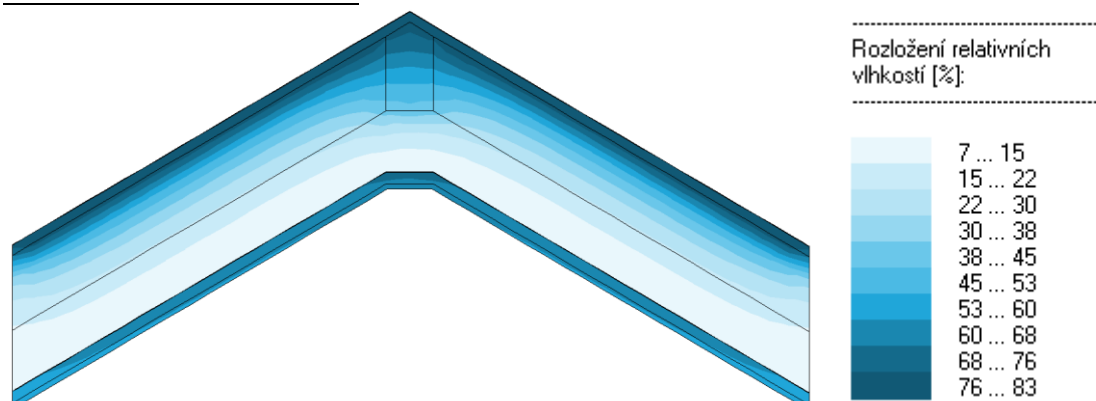
Pole teplot



Obrázek 113: Detail – nároží – pole teplot s legendou

Zdroj: Vlastní

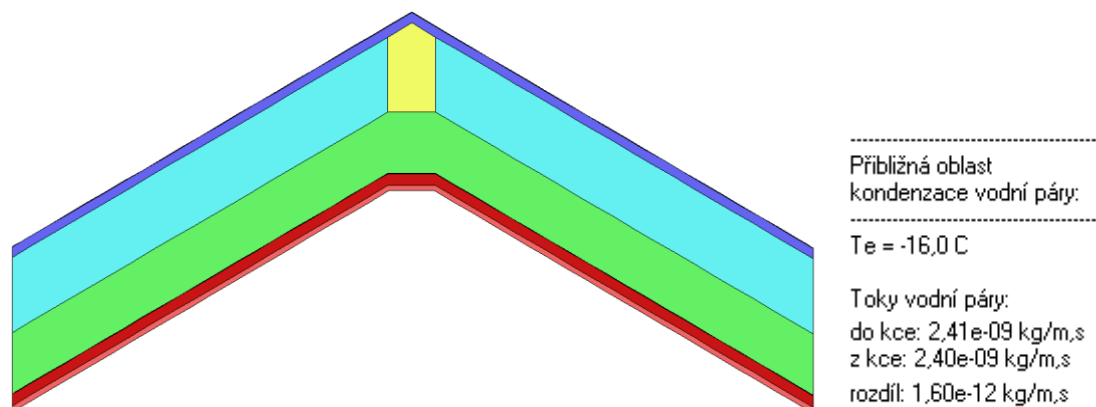
Rozložení relativní vlhkosti



Obrázek 114: Detail – nároží – relativní vlhkost s legendou

Zdroj: Vlastní

Oblast kondenzace



Obrázek 115: Detail – nároží – oblast kondenzace s legendou

Zdroj: Vlastní

VII. Vyhodnocení v programu KROS 4

Tabulka 43: Rekapitulace rozpočtu – Varianta 6⁴⁹

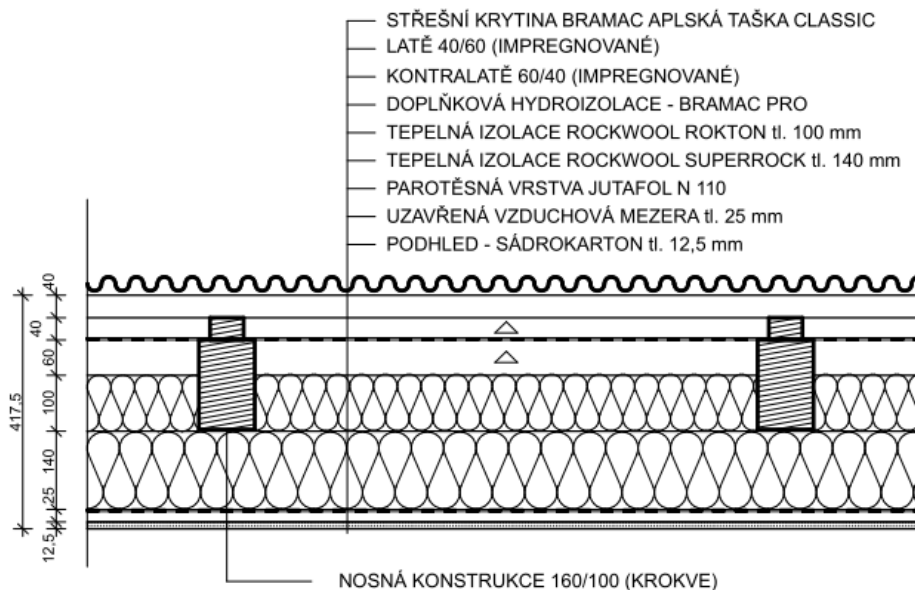
Kód	Popis	Dodávka [Kč]	Montáž [Kč]	Celková cena [Kč]
PSV	Práce a dodávka PSV	162 586,91	147 294,76	309 881,67
713	Izolace tepelné	21 918,72	8 074,98	29 993,70
762	Konstrukce tesařské	56 931,20	51 052,67	107 983,87
763	Konstrukce suché výstavby	22 833,16	33 588,98	56 422,14
764	Konstrukce klempířské	9 758,00	11 818,94	21 576,94
765	Krytina skládaná	51 145,83	42 759,19	93 905,02
	Celkem	162 586,91 Kč	147 294,76 Kč	309 881,67 Kč

Zdroj: Vlastní, software KROS 4, ceník ÚRS

⁴⁹ Kompletní rozpočet a krycí list rozpočtu je vložen do příloh.

4.1.2.7 Varianta 7 – Tepelná izolace mezi ne na celou výšku krokve a pod krokvemi – minerální vata

I. Skladba střechy



Obrázek 116: Varianta 7 – Tepelná izolace mezi a pod krokvemi – minerální vata

Zdroj: Vlastní, vytvořeno v programu ArchiCAD

II. Skladba střechy

Střešní konstrukce byla navržena jako tříplášťová střecha s tepelnou izolací mezi (ne na celou výšku krokve) a pod krokvemi. První a druhý plášť od sebe dělí vzduchová mezera, která je mezi tepelnou izolací a doplňkovou hydroizolací. Druhá a třetí plášť od sebe dělí vzduchová mezera, která je navržena mezi doplňkovou hydroizolací a hlavní hydroizolační vrstvou (skládána krytina). U této varianty byla použita tepelná izolace z minerální vaty s klasickým pořadím konstrukčních prvků.

Pohledová část skladby je navržena ze sádrokartonu, nad sádrokartonem je uzavřená vzduchová mezera. Mezi nosnou vrstvou a tepelnou izolací je navržena parotěsná vrstva JUTAFOL N 110 [32]. Poté je navržena tepelná izolace pod krokvemi minerální vata ROCKWOOL SUPERROCK tl. 140 mm [46]. Nosná vrstva je tvořena krokvemi (160/100), které jsou částečně vyplněny tepelnou izolací z ROCKWOOL ROKTON tl. 100 mm [47]. Celková tloušťka tepelné izolace je 240 mm. Nad tepelnou izolací je doplňková hydroizolační vrstva BRAMAC PRO [41]. Dále jsou ve skladbě impregnované kontralatě (60/40) a impregnované latě (60/40). Hlavní hydroizolační vrstva je tvořena skládanou krytinou od společnosti BRAMAC (BRAMAC Alpská taška classic) [34].

III. Cenová kalkulace

Cenová kalkulace bude vyhotovena jako kompletní střešní konstrukce. Hlavní bude cena tepelné izolace s doplňky, ale pro kompletní rozpočet je zapotřebí doplnit i ostatní vrstvy (střešní systém BRAMAC, klempířské prvky z pozinku PZ).

IV. Technologický postup

V této kapitole se budu zabývat obecným stručným technologickým postupem, který nebude obsahovat: popis objektu, popis jednotlivých materiálů, stroje a pomůcky, apod.)

Pracovní podmínky:

Zahájení prací předpokládá, že jsou provedeny veškeré nosné konstrukce dle harmonogramu. Veškerý materiál musí být skladován v prostorách na staveništi⁵⁰, tak aby byla zajištěna jednoduchá manipulace, zamezeno krádeži a znehodnocení.

Přejímání pracoviště:

Musí proběhnout kontrola dodaného materiálu a odborné uskladnění. Dále je třeba ověřit celkovou připravenost na stavbě a zhodnotit nosné konstrukce.⁵¹ Práce na střeše je možné zahájit až po odstranění všech vad a nedodělků. O výsledku přejímky staveniště se sepíše zápis mezi zhotovitelem a objednavatelem.

Personální obsazení:

- 2 odborní pracovníci (nejlépe s osvědčením k provádění potřebných prací),
- 1 pracovník pro pomocné práce.

Všichni pracovníci musejí být proškoleny v oblasti BOZP a musejí podepsat protokol BOZP.

Pracovní postup:

1. Podplechování pod pojistnou hydroizolační vrstvu (okapnice)
2. Aplikace pojistné střešní membrány:

Provádí se směrem od okapové hrany k hřebenu. Pojistná hydroizolace je opatřena samolepicími přesahy pro docílení celistvosti vrstvy. Všechny detaily jako je hřeben, nároží a prostupy se propojí pomocí pásky o šířce 100mm.

3. Montáž kontralatí:

Kontralatě se přibíjí pomocí hřebíků do nosné vrstvy střechy.

4. Montáž latí

Důležité je rozměření střechy. Po rozměření se střecha tzv. nabrnká (označí se osovou vzdáleností latí a poté už je samotná montáž latí pomocí hřebíků.

5. Montáž mřížky

⁵⁰ Materiál musí být chráněn před povětrnostními vlivy a skladovací prostory musí být uzamykatelné, odvodněné, zpevněné a dostatečně velké.

⁵¹ Případné vady a nedodělky se zaznamenají do stavebního deníku.

6. Montáž klempířských prvků:

Montáž žlabových háků – nejprve se určí směr spádů, poté se pomocí ohýbačky ohne žlab do požadovaného úhlu. Poté se pomocí hřebíků připevní na krokve. Montáž žlabu – stanoví se umístění kotlíku, toto místo se označí a vystřihne se otvor ve žlabu. Poté se žlab uloží do háků. Montáž příslušenství čela žlabu (pomocí gumového kladívka), kotlík, objímky (maximální osová vzdálenost 2m), svod.

7. Pokládka krytiny a dořezání tašek v nároží:

8. Pokládka hřebene:

9. Aplikace izolačních desek mezi krokve:

Rozměření střešní konstrukce především osové vzdálenosti krokví. Poté se tepelná izolace rozřeže do požadovaných rozměrů. Rozměr rozřezané tepelné izolace by měl být o 1 cm širší než naměřená hodnota.

10. Aplikace izolačních desek pod krokve:

Aplikace druhé vrstvy tepelné izolace se provádí do předem provedených roštů stejným způsobem jako tepelná izolace mezi krokve.

11. Aplikace parotěsné fólie:

Provádí se směrem nahoru. Pokud dojde k porušení fólie, použije se systémová parotěsná páska, která se používá i na utěsnění detailů.

12. Montáž SDK roštů

13. Montáž desek SDK

14. Povrchová úprava

V. Základní hodnocení skladby (V/N)

Výhody

- Tepelná izolace mezi a nad krokviemi
 - Estetika – rovný pohled (podle vkusu investora),
 - energetická náročnost – vytápění menšího prostoru (podkroví),
 - tepelné mosty jsou minimalizovány tepelnou izolací pod krokviemi,
 - dvě vzduchové mezery (pokud jsou vyhotoveny dle norem),
 - pracnost – jednodušší detaily než tepelná izolace nad krokviemi.
- Izolace z minerální vlny – ROCKWOOL SUPERROCK/ROKTON
 - Nehořlavost,
 - ochrana proti šíření plamene a požáru,
 - akustické vlastnosti z hlediska zvukové pohltivosti,
 - nízký difúzní odpor,
 - vodoodpudivost a odolnost proti vlhkosti,
 - rozměrová stálost,
 - paropropustnost.

Nevýhody

- Tepelná izolace mezi a nad krokviemi
 - Využitelnost – zmenšení užitného prostoru (podkroví),
 - tepelné mosty - na krokvích,
 - dvě vzduchové mezery (pokud nejsou vyhotoveny dle norem),
- Izolace z minerální vlny – ROCKWOOL SUPERROCK/ROKTON
 - Celková šířka tepelné izolace,
 - nízká pevnost v tlaku.

VI. Hodnocení - Tepelně technické posouzení v programu Teplo

Tabulka 44: Zadané materiály s konkrétními hodnotami - TEPLŮ

Č	Funkce	materiál	Obchodní název	D [m]	λ [W/(mK)]	c [J/kgK]	ρ [kg/m ³]	μ [-]
1	podhled	sádkartón	-	0,0125	0,220	1060,0	750,0	9
2	Uzavřená vzduchová mezera	-	-	0,025	0,147	1010,0	1,2	0,4
3	parozábrana	PE folie	JUTAFOL N110	0,0002	0,390	1700,0	440,0	210154
4	Tep. izolace	Minerální vata	ROCKWOOL SUPERROCK	0,140	0,035	840,0	138,0	4,0
5	tep. Izolace + nosná vrstva	Minerální vata + dřevo	ROCKWOOL ROKTON -	0,100	0,0467	840,0	100	2,0

Zdroj: Vlastní

Okrajové podmínky výpočtu:

- tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R_{si} : 0.10 m²K/W,
- dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{si} : 0.25 m²K/W,
- tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R_{se} : 0.04 m²K/W,
- dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{se} : 0.04 m²K/W.
- návrhová venkovní teplota T_e : -16.0 °C,
- návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 20.6 °C,
- návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R_{He} : 84.0 %,
- návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R_{Hi} : 55.0 %.

Výsledky v softwaru Teplo

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946

- tepelný odpor konstrukce $R = 6,32 \text{ m}^2\text{K/W}$,
- součinitel prostupu tepla konstrukce $U = 0,155 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Teplota vnitřn. povrchu a teplotního faktoru dle ČSN 730540 A ČSN EN ISO 13788:

- vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p} = 19,22 \text{ °C}$,
- teplotní faktor v návrhových podmínkách $f, R_{si,p} = 0,962$,
- nejnižší povrchová teplota konstrukce $T_{si,m} = 11,25 \text{ °C}$,
- teplotní faktor u nejnižší povrchové teploty $f, R_{si,m} = 0,594$.

Difúze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:

- při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry,
- množství difundující vodní pára Gd: 5,138E – 0009 kg/m²s.

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

- v konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci.

Hodnocení – Posouzení v softwaru Area

Tabulka 45: Zadané materiály s konkrétními hodnotami - AREA

Č	Funkce	materiál	Obchodní název	D [m]	λ [W/(mK)]	μ [-]
1	podhled	sádrokarton	-	0,0125	0,220	9
2	Uzavřená vzduchová mezera	-	-	0,025	0,147	0,4
3	parozábrana	PE folie	JUTAFOL N110	0,0002	0,390	210154
4	tep. izolace	Minerální vata	ROCKWOOL SUPERROCK	0,140	0,035	4,0
5	tep. izolace + dřevo	Minerální vata + dřevo	ROCKWOOL ROKTON -	0,100	0,0467	2,0

Zdroj: Vlastní

Parametry:

Parametry pro výpočet teplotního faktoru:

- návrhová venkovní teplota T_e : -16.0 °C,
- návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 20.6 °C,
- návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R_{He} : 84.0 %,
- návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R_{Hi} : 55.0 %.

Parametry charakterizující rozsah úlohy:

- počet prvků: 1240,
- počet uzlových bodů: 476.

Výsledky v softwaru Area

Tabulka 46: Nejnižší povrchová teplota a hustota tepelného toku

Prostředí	T [°C]	R _s [m ² K/W]	R.H. [%]	T _{s,min} [°C]	Tep. tok Q [W/m]	Propust. L [W/mK]
1	20,6	0,25	55	19,07	8,64883	0,23631
2	-16,0	0,04	84	-15,97	-8,64883	0,23631

Zdroj: Vlastní

Poznámky:

T je zadaná teplota v daném prostředí [°C]

R_s je zadaný odpor při přestupu tepla v daném prostředí [m²K/W]

R.H. je zadaná relativní vlhkost v daném prostředí [%]

T_{s,min} je hustota tepelného toku z daného prostředí [W/m]

Propust. L je tepelná propustnost mezi daným prostředím a okolím [W/mK]

Tabulka 47: Nejnižší povrchové teploty, Teplotní faktor a Riziko kondenzace

Prostředí	T _w [°C]	T _{s,min} [°C]	f,R _{si} [-]	Kond	R _{H,max} [%]	T _{,min} [°C]
1	11,25	19,07	0,958	ne	-	-
2	-17,86	-15,97	0,999	ne	-	-

Zdroj: Vlastní

Poznámky:

T_w je teplota rosného bodu v daném prostředí [°C] (lze určit jen do 100 °C)

T_{s,min} je minimální povrchová teplota v daném prostředí [°C]

f,R_{si} je faktor dle ČSN 73054, ČSN EN ISO 10211-1 a ČSN EN ISO 13788 [] (rozdíl minimální povrchové teploty a vnější teploty podělený rozdílem vnitřních a vnějších teplot)

KOND. Je označení vzniku povrchové kondenzace

R_{H,max} je maximální možná relativní vlhkost při dané teplotě v daném prostředí, která zajistí odstranění povrchové kondenzace

T_{,min} je minimální potřebná teplota při dané absolutní vlhkosti v daném prostředí, která zjistí odstranění povrchové kondenzace [°C] – platí jen pro případ dvou prostředí

Odhad chyby výpočtu

- Součet tepelných toků: - 0,0001 W/m,
- součet abs. hodnot tepelných toků: 17,2978 W/m,
- podíl: - 0,0000.

Podíl je menší než 0,001 – Požadavek ČSN EN ISO 10211-1 je splněn.

Toky difundující vodní páry při zadaných podmínkách:

- Množství vstupující do konstrukce: 6.6E-0010 kg/m,s.
- Množství vystupující z konstrukce: 6.6E-0010 kg/m,s.
- Chyba výpočtu: 1.1E-0013 kg/m,s.

Požadavek ČSN 730540-2 (2011), čl. 5.1:

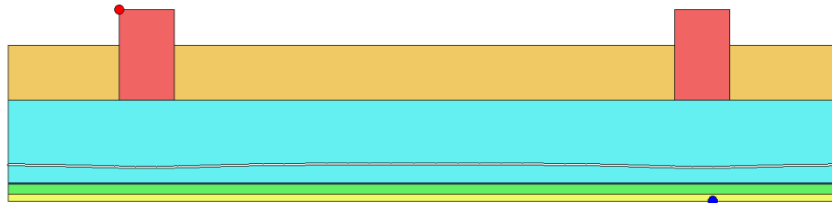
- Minimální požadovaný teplotní faktor vnitřního povrchu ve všech místech konstrukce v zimním období: $f_{R_{si,N}} = 0,797$
- Doplnující údaje:
 - Rel. Vlhkost pro stanovení požadavku $F_{ii,f} = 55 \%$
 - Teplota rosného bodu $T_w = 9,82 \text{ C}$
 - Teplotní faktor $f_{R_{si,cr}} = 0,797$
- Maximální přípustný součinitel prostupu tepla pro splnění požadavku $U_{,max} = 0,81 \text{ W/m}^2\text{K}$

Poznámky:

- Požadovaný teplotní faktor byl stanoven pro maximální přípustnou vnitřní povrchovou relativní vlhkost 80%.
- Součinitel prostupu tepla potřebný ke splnění požadavku byl stanoven pro $R_{si}=0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ a pro zadanou vnější teplotu.
- Požadované hodnotě teplotního faktoru odpovídá v daných okrajových podmínkách teplota vnitřního povrchu 13,19 C.

Výsledné grafické posouzení - Skladba

Průběh izotermy



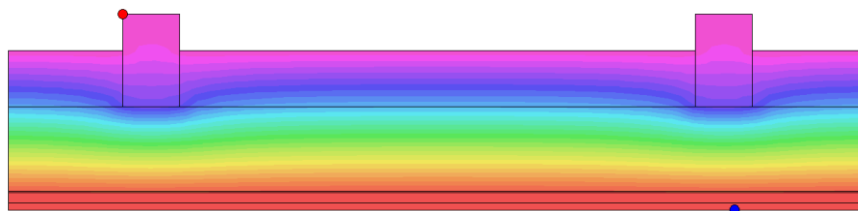
Izotermy:

————— 13,17 C
(platí pro f,Rsi,N = 0,797)
● Tsi=-15,97 C; fRsi=0,999
● Tsi=19,07 C; fRsi=0,958

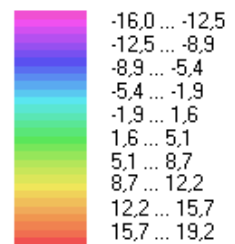
Obrázek 117: Průběh izotermy s legendou

Zdroj: Vlastní

Pole teplot



Teplotní pole [C]:

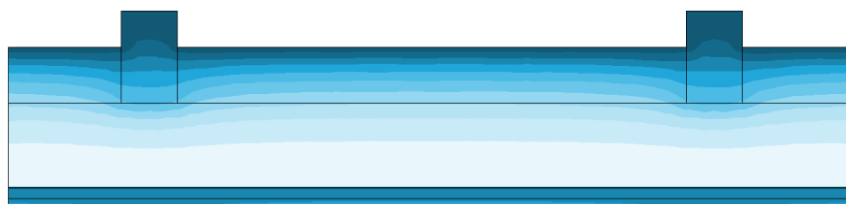


● Tsi=-15,97 C; fRsi=0,999
● Tsi=19,07 C; fRsi=0,958

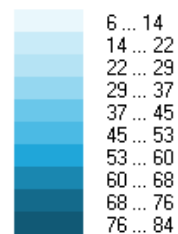
Obrázek 118: Pole teplot s legendou

Zdroj: Vlastní

Rozložení relativní vlhkosti



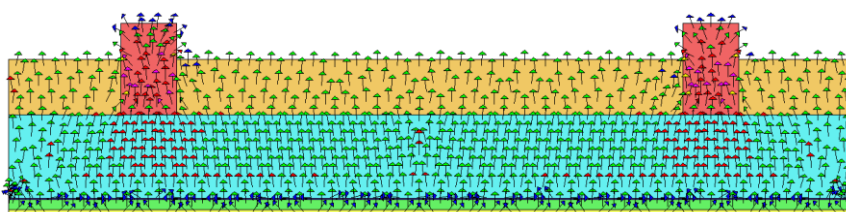
Rozložení relativních vlhkostí [%]:



Obrázek 119: Relativní vlhkost s legendou

Zdroj: Vlastní

Orientace tepelných toků



Orientace a velikost hustot tepelných toků:

Celkový tepelný tok (ztráta):
 $Q = 9 \text{ W/m}$

Max. hustota tep. toku:
 $q = 26 \text{ W/m}^2$

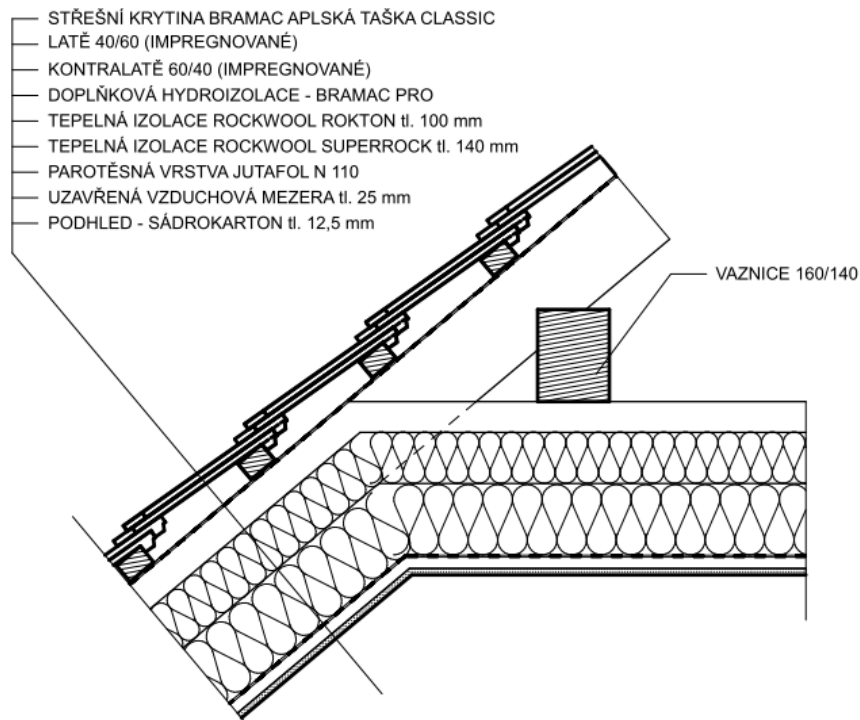
Velikosti hustot tep. toků:
 $q_1 < q_2 < q_3 \dots$



Obrázek 120: Orientace tepelných toků s legendou

Zdroj: Vlastní

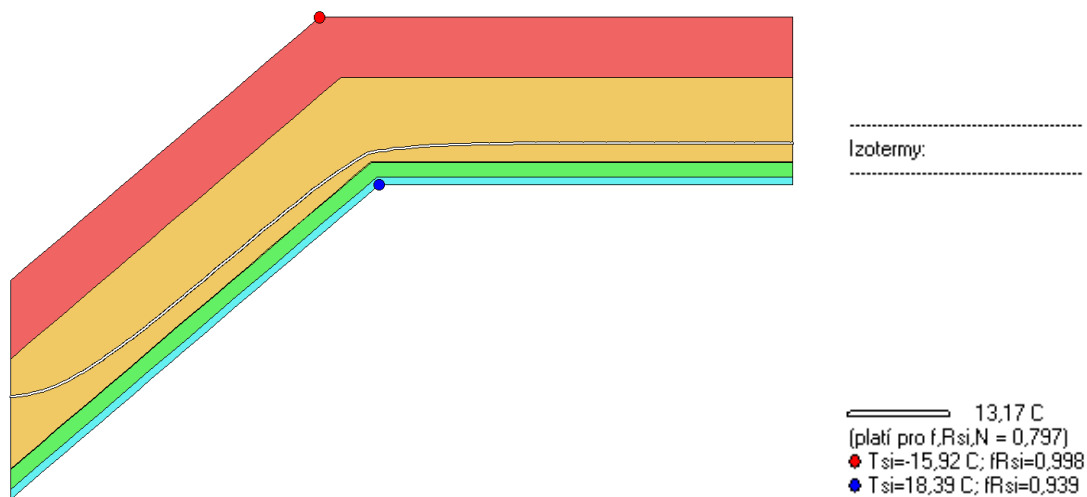
Výsledné grafické posouzení – Detail 1 – vaznice



Obrázek 121: Detail - vaznice

Zdroj: Vlastní

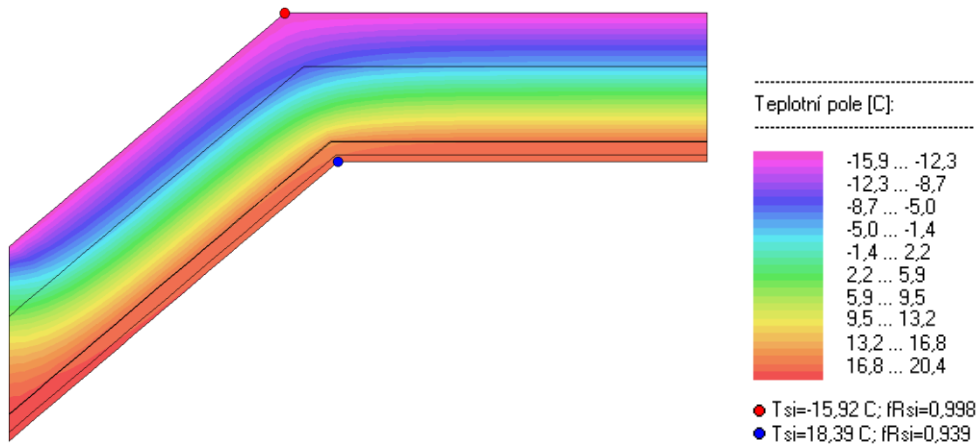
Průběh izotermny



Obrázek 122: Detail – vaznice – Průběh izotermny s legendou

Zdroj: Vlastní

Pole teplot



Obrázek 123: Detail – vaznice – Pole teplot s legendou

Zdroj: Vlastní

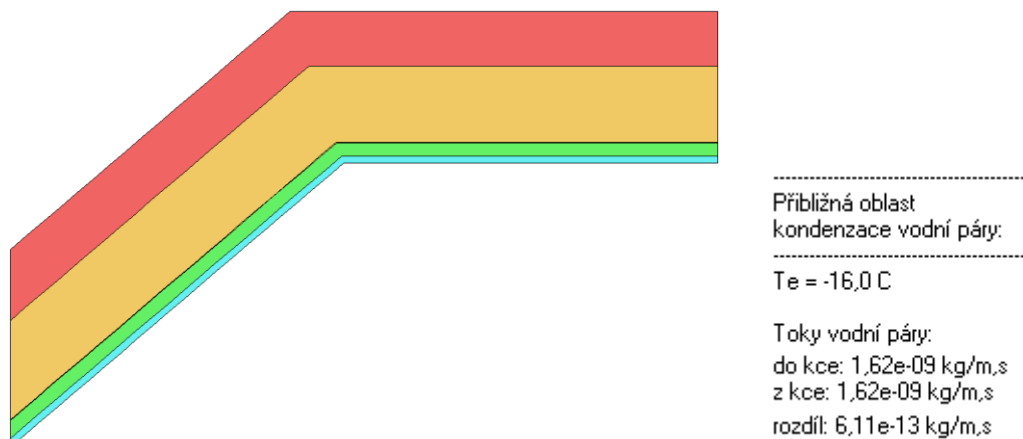
Rozložení relativní vlhkosti



Obrázek 124: Detail – vaznice – Rozložení relativní vlhkosti s legendou

Zdroj: Vlastní

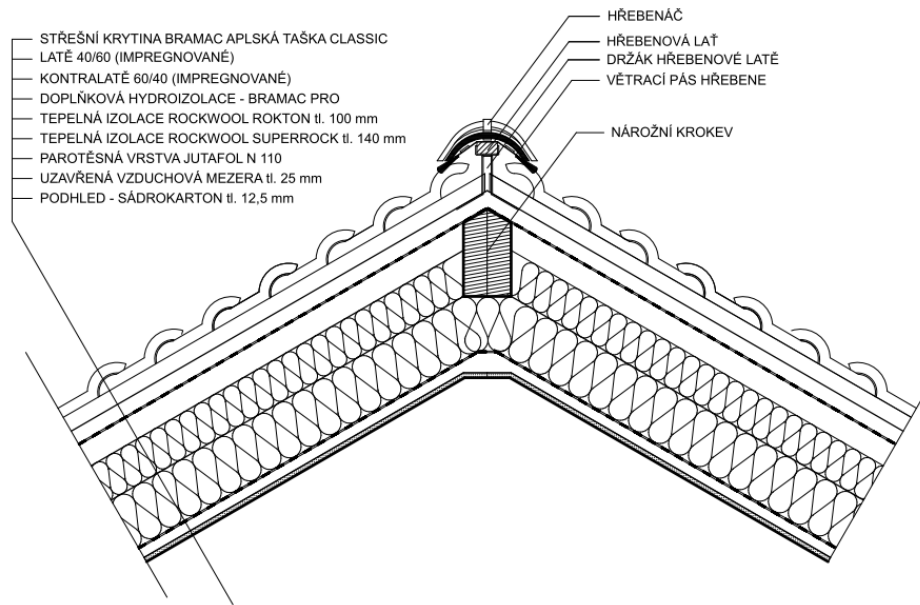
Oblast kondenzace



Obrázek 125: Detail – vaznice – Oblast kondenzace s legendou

Zdroj: Vlastní

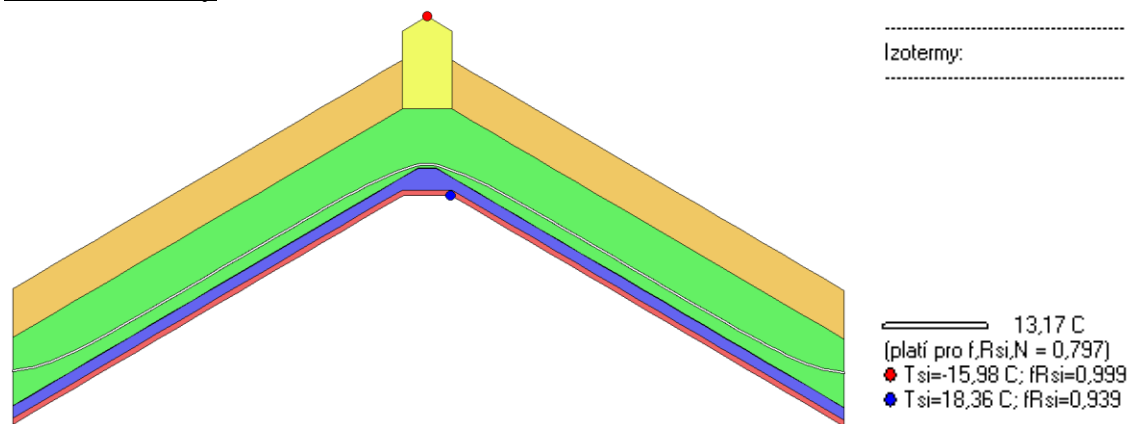
Výsledné grafické posouzení – Detail 2 – Nároží



Obrázek 126: Detail – nároží

Zdroj: Vlastní

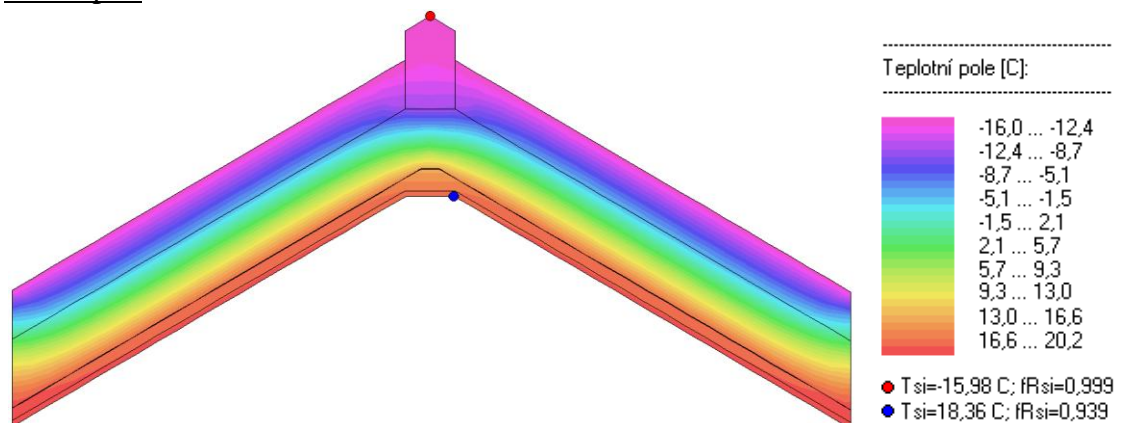
Průběh izoterm



Obrázek 127: Detail – nároží – Průběh izoterm s legendou

Zdroj: Vlastní

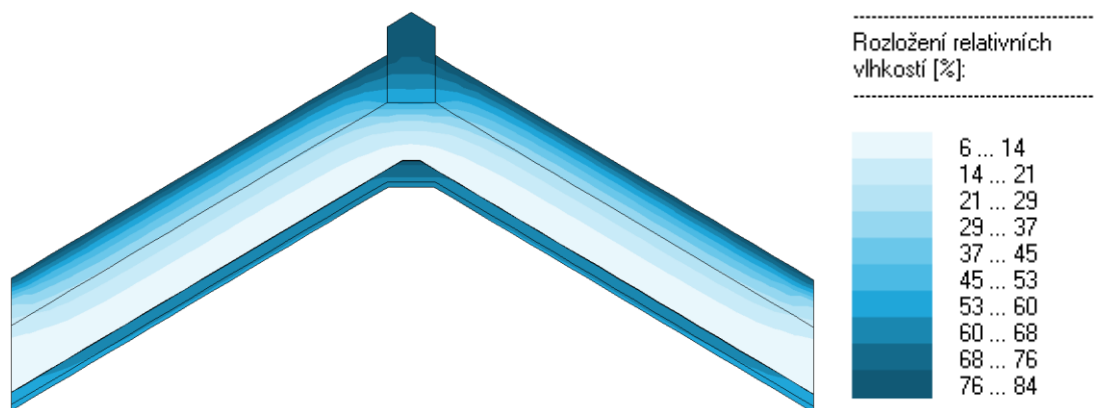
Pole teplot



Obrázek 128: Detail – nároží – pole teplot s legendou

Zdroj: Vlastní

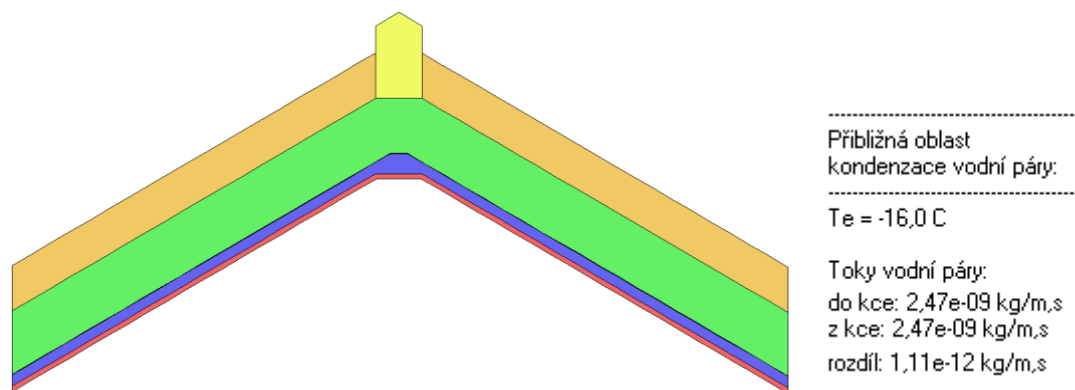
Rozložení relativní vlhkosti



Obrázek 129: Detail – nároží – relativní vlhkost s legendou

Zdroj: Vlastní

Oblast kondenzace



Obrázek 130: Detail – nároží – oblast kondenzace s legendou

Zdroj: Vlastní

VII. Vyhodnocení v programu KROS 4

Tabulka 48: Rekapitulace rozpočtu – Varianta 7⁵²

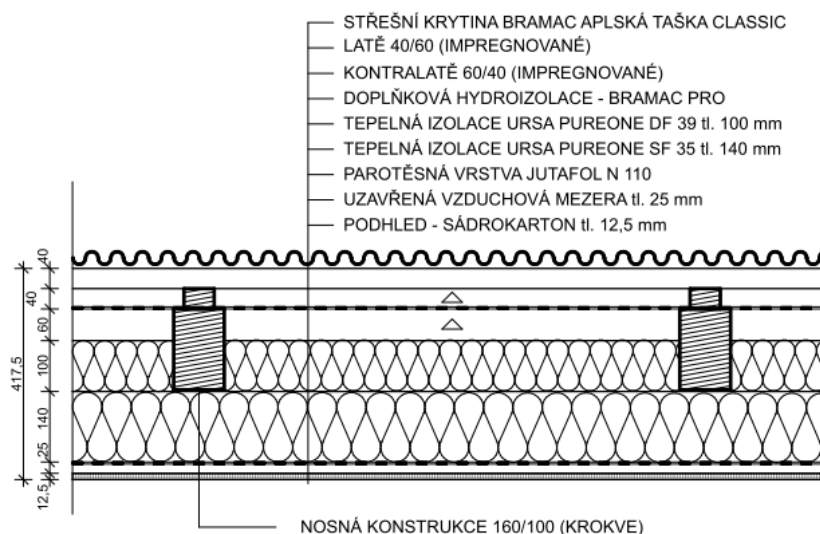
Kód	Popis	Dodávka [Kč]	Montáž [Kč]	Celková cena [Kč]
PSV	Práce a dodávka PSV	139 321,40	137 021,02	276 342,42
713	Izolace tepelné	29 555,61	9 874,70	39 430,31
762	Konstrukce tesařské	26 028,80	38 979,21	65 008,01
763	Konstrukce suché výstavby	22 833,16	33 588,98	56 422,14
764	Konstrukce klempířské	9 758,00	11 818,94	21 576,94
765	Krytina skládaná	51 145,83	42 759,19	93 905,02
	Celkem	139 321,40 Kč	137 021,02 Kč	276 342,42 Kč

Zdroj: Vlastní, software KROS 4, ceník ÚRS

⁵² Kompletní rozpočet a krycí list rozpočtu je vložen do příloh.

4.1.2.8 Varianta 8 – Tepelná izolace mezi ne na celou výšku krokve a pod krokvemi – minerální vlna na bázi skla

I. Skladba střechy



Obrázek 131: Varianta 7 – Tepelná izolace mezi a pod krokvemi – minerální vlna na bázi skla

Zdroj: Vlastní, vytvořeno v programu ArchiCAD

II. Skladba střechy

Střešní konstrukce byla navržena jako tříplášťová střecha s tepelnou izolací mezi (ne na celou výšku krokve) a pod krokvemi. První a druhý plášť od sebe dělí vzduchová mezera, která je mezi tepelnou izolací a doplňkovou hydroizolací. Druhá a třetí plášť od sebe dělí vzduchová mezera, která je navržena mezi doplňkovou hydroizolací a hlavní hydroizolační vrstvou (skládaná krytina). U této varianty byla použita tepelná izolace z minerální vlny na bázi skla s klasickým pořadím konstrukčních prvků.

Pohledová část skladby je navržena ze sádrokartonu, nad sádrokartonem je uzavřená vzduchová mezera. Mezi nosnou vrstvou a tepelnou izolací je navržena parotěsná vrstva JUTAFOL N 110 [32]. Poté je navržena tepelná izolace pod krokvemi minerální vata URSA PUREONE SF 35 tl. 140 mm [48]. Nosná vrstva je tvořena krokvemi (160/100), které jsou částečně vyplněny tepelnou izolací z URSA PUREONE DF 39 tl. 100 mm [49]. Celková tloušťka tepelné izolace je 240 mm. Nad tepelnou izolací je doplňková hydroizolační vrstva BRAMAC PRO [41]. Dále jsou ve skladbě impregnované kontralatě (60/40) a impregnované latě (60/40). Hlavní hydroizolační vrstva je tvořena skládanou krytinou od společnosti BRAMAC (BRAMAC Alpská taška classic) [34].

III. Cenová kalkulace

Cenová kalkulace bude vyhotovena jako kompletní střešní konstrukce. Hlavní bude cena tepelné izolace s doplňky, ale pro kompletní rozpočet je zapotřebí doplnit i ostatní vrstvy (střešní systém BRAMAC, klempířské prvky z pozinku PZ).

IV. Technologický postup

V této kapitole se budu zabývat obecným stručným technologickým postupem, který nebude obsahovat: popis objektu, popis jednotlivých materiálů, stroje a pomůcky, apod.)

Pracovní podmínky:

Zahájení prací předpokládá, že jsou provedeny veškeré nosné konstrukce dle harmonogramu. Veškerý materiál musí být skladován v prostorách na staveništi⁵³, tak aby byla zajištěna jednoduchá manipulace, zamezeno krádeži a znehodnocení.

Přejímání pracoviště:

Musí proběhnout kontrola dodaného materiálu a odborné uskladnění. Dále je třeba ověřit celkovou připravenost na stavbě a zhodnotit nosné konstrukce.⁵⁴ Práce na střeše je možné zahájit až po odstranění všech vad a nedodělků. O výsledku přejímky staveniště se sepíše zápis mezi zhotovitelem a objednavatelem.

Personální obsazení:

- 2 odborní pracovníci (nejlépe s osvědčením k provádění potřebných prací),
- 1 pracovník pro pomocné práce.

Všichni pracovníci musejí být proškoleny v oblasti BOZP a musejí podepsat protokol BOZP.

Pracovní postup:

1. Podplechování pod pojistnou hydroizolační vrstvu (okapnice)
2. Aplikace pojistné střešní membrány:

Provádí se směrem od okapové hrany k hřebenu. Pojistná hydroizolace je opatřena samolepicími přesahy pro docílení celistvosti vrstvy. Všechny detaily jako je hřeben, nároží a prostupy se propojí pomocí pásky o šířce 100mm.

3. Montáž kontralatí:

Kontralatě se přibijí pomocí hřebíků do nosné vrstvy střechy.

4. Montáž latí

Důležité je rozměření střechy. Po rozměření se střecha tzv. nabrnká (označí se osově vzdálenosti latí a poté už je samotná montáž latí pomocí hřebíků.

5. Montáž mřížky

⁵³ Materiál musí být chráněn před povětrnostními vlivy a skladovací prostory musí být uzamykatelné, odvodněné, zpevněné a dostatečně velké.

⁵⁴ Případné vady a nedodělky se zaznamenají do stavebního deníku.

6. Montáž klempířských prvků:

Montáž žlabových háků – nejprve se určí směr spádů, poté se pomocí ohýbačky ohne žlab do požadovaného úhlu. Poté se pomocí hřebíků připevní na krokve. Montáž žlabu – stanoví se umístění kotlíku, toto místo se označí a vystřihne se otvor ve žlabu. Poté se žlab uloží do háků. Montáž příslušenství čela žlabu (pomocí gumového kladívka), kotlík, objímky (maximální osová vzdálenost 2m), svod.

7. Pokládka krytiny a dořezání tašek v nároží:

8. Pokládka hřebene:

9. Aplikace izolačních desek mezi krokve:

Rozměření střešní konstrukce především osově vzdálenosti krokví. Poté se tepelná izolace rozřeže do požadovaných rozměrů. Rozměr rozřezané tepelné izolace by měl být o 1 cm širší než naměřená hodnota.

10. Aplikace izolačních desek pod krokve:

Aplikace druhé vrstvy tepelné izolace se provádí do předem provedených roštů stejným způsobem jako tepelná izolace mezi krokve.

11. Aplikace parotěsné fólie:

Provádí se směrem nahoru. Pokud dojde k porušení fólie, použije se systémová parotěsná páska, která se používá i na utěsnění detailů.

12. Montáž SDK roštů

13. Montáž desek SDK

14. Povrchová úprava

V. Základní hodnocení skladby (V/N)

Výhody

- Tepelná izolace mezi a nad krokvy
 - Estetika – rovný pohled (podle vkusu investora),
 - energetická náročnost – vytápění menšího prostoru (podkroví),
 - tepelné mosty jsou minimalizovány tepelnou izolací pod krokvy,
 - dvě vzduchové mezery (pokud jsou vyhotoveny dle norem),
 - pracnost – jednodušší detaily než tepelná izolace nad krokvy.
- Izolace z minerální vlny – URSA PUREONE DF 39/SF35
 - Nehořlavost,
 - akustické vlastnosti z hlediska zvukové pohltivosti,
 - odpor při proudění vzduchu,
 - neobsahuje zbytkový formaldehyd,
 - snadné řezání.

Nevýhody

- Tepelná izolace mezi a nad krokvy
 - Využitelnost – zmenšení užitého prostoru (podkroví),
 - tepelné mosty - na krovkách,
 - dvě vzduchové mezery (pokud nejsou vyhotoveny dle norem),
- Izolace z minerální vlny – URSA PUREONE DF 39/SF35
 - Celková šířka tepelné izolace,
 - při aplikaci je třeba mít plochu, kde se izolace rozprostře (5 minut)

VI. Hodnocení - Tepelně technické posouzení v programu Teplo

Tabulka 49: Zadané materiály s konkrétními hodnotami - TEPLŮ

Č	Funkce	materiál	Obchodní název	D [m]	λ [W/(mK)]	c [J/kgK]	ρ [kg/m ³]	μ [-]
1	podhled	sádrokarton	-	0,0125	0,220	1060,0	750,0	9
2	Uzavřená vzduchová mezera	-	-	0,025	0,147	1010,0	1,2	0,4
3	parozábrana	PE folie	JUTAFOL N110	0,0002	0,390	1700,0	440,0	210154
4	Tep. izolace	Minerální vlna	URSA PUREONE DF 39	0,140	0,035	840,0	100,0	1,0
5	tep. Izolace + nosná vrstva	Minerální vlna + dřevo	URSA PUREONE DF 39/SF35 -	0,100	0,050	840,0	100,0	1,0

Zdroj: Vlastní

Okrajové podmínky výpočtu:

- tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R_{si} : 0.10 m²K/W,
- dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{si} : 0.25 m²K/W,
- tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R_{se} : 0.04 m²K/W,
- dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{se} : 0.04 m²K/W.
- návrhová venkovní teplota T_e : -16.0 °C,
- návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 20.6 °C,
- návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R_{He} : 84.0 %,
- návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R_{Hi} : 55.0 %.

Výsledky v softwaru Teplo

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946

- tepelný odpor konstrukce $R = 6,18 \text{ m}^2\text{K/W}$,
- součinitel prostupu tepla konstrukce $U = \mathbf{0,158 \text{ W/m}^2\text{K}}$.

Teplota vnitřn. povrchu a teplotního faktoru dle ČSN 730540 A ČSN EN ISO 13788:

- vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p} = 19,18 \text{ °C}$,
- teplotní faktor v návrhových podmínkách $f, R_{si,p} = 0,961$,

- nejnižší povrchová teplota konstrukce $T_{si,m} = 11,25 \text{ }^\circ\text{C}$,
- teplotní faktor u nejnižší povrchové teploty $f_{R_{si,m}} = 0,594$.

Difúze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:

- při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry,
- množství difundující vodní pára $G_d: 5,19E - 0009 \text{ kg/m}^2\text{s}$.

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

- v konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci.

Hodnocení – Posouzení v softwaru Area

Tabulka 50: Zadané materiály s konkrétními hodnotami - AREA

Č	Funkce	materiál	Obchodní název	D [m]	λ [W/(mK)]	μ [-]
1	podhled	sádrokarton	-	0,0125	0,220	9
2	Uzavřená vzduchová mezera	-	-	0,025	0,147	0,4
3	parozábrana	PE folie	JUTAFOL N110	0,0002	0,390	210154
4	tep. izolace	Minerální vata	ROCKWOOL SUPERROCK	0,140	0,035	1,0
5	tep. izolace + dřevo	Minerální vata + dřevo	ROCKWOOL ROKTON -	0,100	0,05	1,0

Zdroj: Vlastní

Parametry:

Parametry pro výpočet teplotního faktoru:

- návrhová venkovní teplota T_e : $-16,0 \text{ }^\circ\text{C}$,
- návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : $20,6 \text{ }^\circ\text{C}$,
- návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R_{He} : $84,0 \%$,
- návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R_{Hi} : $55,0 \%$.

Parametry charakterizující rozsah úlohy:

- počet prvků: 1267 ,
- počet uzlových bodů: 690 .

Výsledky v softwaru Area

Tabulka 51: Nejnižší povrchová teplota a hustota tepelného toku

Prostředí	T [°C]	R _s [m ² K/W]	R.H. [%]	T _{s,min} [°C]	Tep. tok Q [W/m]	Propust. L [W/mK]
1	20,6	0,25	55	19,04	8,85339	0,24190
2	-16,0	0,04	84	-15,97	-8,85329	0,24190

Zdroj: Vlastní

Poznámky:

T je zadaná teplota v daném prostředí [°C]

R_s je zadaný odpor při přestupu tepla v daném prostředí [m²K/W]

R.H. je zadaná relativní vlhkost v daném prostředí [%]

T_{s,min} je hustota tepelného toku z daného prostředí [W/m]

Propust. L je tepelná propustnost mezi daným prostředím a okolím [W/mK]

Tabulka 52: Nejnižší povrchové teploty, Teplotní faktor a Riziko kondenzace

Prostředí	T _w [°C]	T _{s,min} [°C]	f,R _{si} [-]	Kond	R _{H,max} [%]	T _{,min} [°C]
1	11,25	19,04	0,957	ne	-	-
2	-17,86	-15,97	0,999	ne	-	-

Zdroj: Vlastní

Poznámky:

T_w je teplota rosného bodu v daném prostředí [°C] (lze určit jen do 100 °C)

T_{s,min} je minimální povrchová teplota v daném prostředí [°C]

f,R_{si} je faktor dle ČSN 73054, ČSN EN ISO 10211-1 a ČSN EN ISO 13788 [] (rozdíl minimální povrchové teploty a vnější teploty podělený rozdílem vnitřních a vnějších teplot)

KOND. Je označení vzniku povrchové kondenzace

R_{H,max} je maximální možná relativní vlhkost při dané teplotě v daném prostředí, která zajistí odstranění povrchové kondenzace

T_{,min} je minimální potřebná teplota při dané absolutní vlhkosti v daném prostředí, která zjistí odstranění povrchové kondenzace [°C] – platí jen pro případ dvou prostředí

Odhad chyby výpočtu

- Součet tepelných toků: - 0,0001 W/m,
- součet abs. hodnot tepelných toků: 17,7067W/m,
- podíl: - 0,0000.

Podíl je menší než 0,001 – Požadavek ČSN EN ISO 10211-1 je splněn.

Toky difundující vodní páry při zadaných podmínkách:

- Množství vstupující do konstrukce: 8.2E-0010 kg/m,s.
- Množství vystupující z konstrukce: 8.2E-0010 kg/m,s.
- Chyba výpočtu: 1.1E-0013 kg/m,s.

Požadavek ČSN 730540-2 (2011), čl. 5.1:

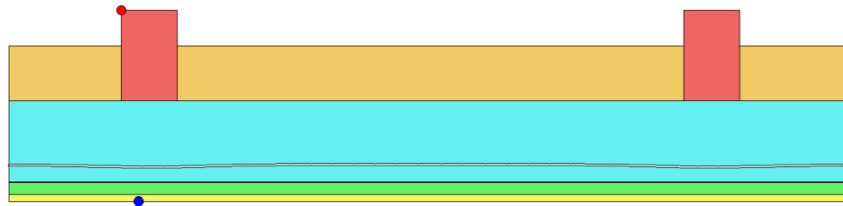
- Minimální požadovaný teplotní faktor vnitřního povrchu ve všech místech konstrukce v zimním období: $f_{Rsi,N} = 0,797$
- Doplnující údaje:
 - Rel. Vlhkost pro stanovení požadavku $F_{ii,f} = 55 \%$
 - Teplota rosného bodu $T_w = 9,82 \text{ C}$
 - Teplotní faktor $f_{Rsi,cr} = 0,797$
- Maximální přípustný součinitel prostupu tepla pro splnění požadavku $U_{,max} = 0,81 \text{ W/m}^2\text{K}$

Poznámky:

- Požadovaný teplotní faktor byl stanoven pro maximální přípustnou vnitřní povrchovou relativní vlhkost 80%.
- Součinitel prostupu tepla potřebný ke splnění požadavku byl stanoven pro $R_{si}=0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ a pro zadanou vnější teplotu.
- Požadované hodnotě teplotního faktoru odpovídá v daných okrajových podmínkách teplota vnitřního povrchu 13,19 C.

Výsledné grafické posouzení - Skladba

Průběh izotermy



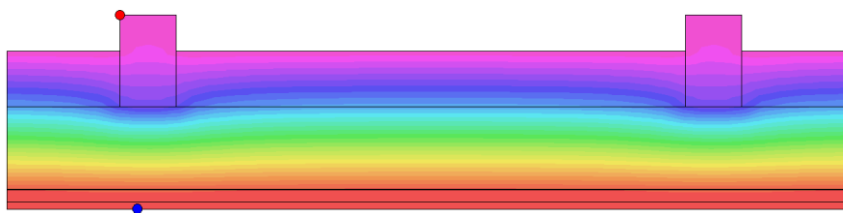
Izotermy:

13,17 C
(platí pro $f, R_{si}, N = 0,797$)
 ● $T_{si} = -15,97$ C; $fR_{si} = 0,999$
 ● $T_{si} = 19,04$ C; $fR_{si} = 0,957$

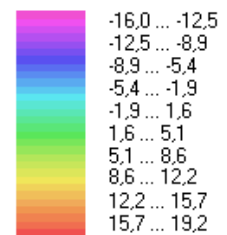
Obrázek 132: Průběh izotermy s legendou

Zdroj: Vlastní

Pole teplot



Teplotní pole [C]:

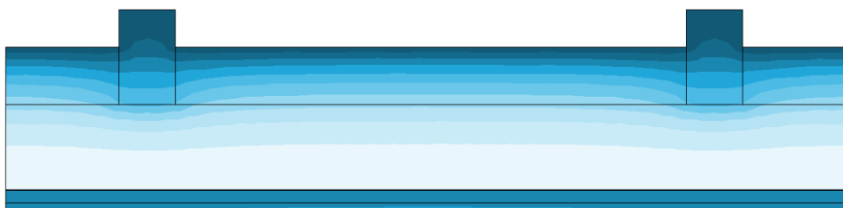


● $T_{si} = -15,97$ C; $fR_{si} = 0,999$
 ● $T_{si} = 19,04$ C; $fR_{si} = 0,957$

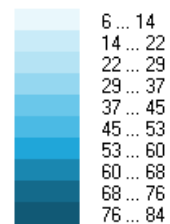
Obrázek 133: Pole teplot s legendou

Zdroj: Vlastní

Rozložení relativní vlhkosti



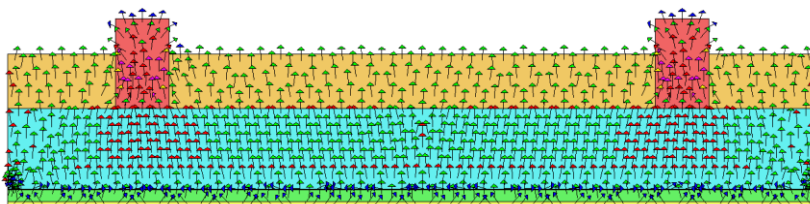
Rozložení relativních vlhkostí [%]:



Obrázek 134: Relativní vlhkost s legendou

Zdroj: Vlastní

Orientace tepelných toků



Orientace a velikost hustot tepelných toků:

Celkový tepelný tok (ztráta):
 $Q = 9$ W/m

Max. hustota tep. toku:
 $q = 25$ W/m²

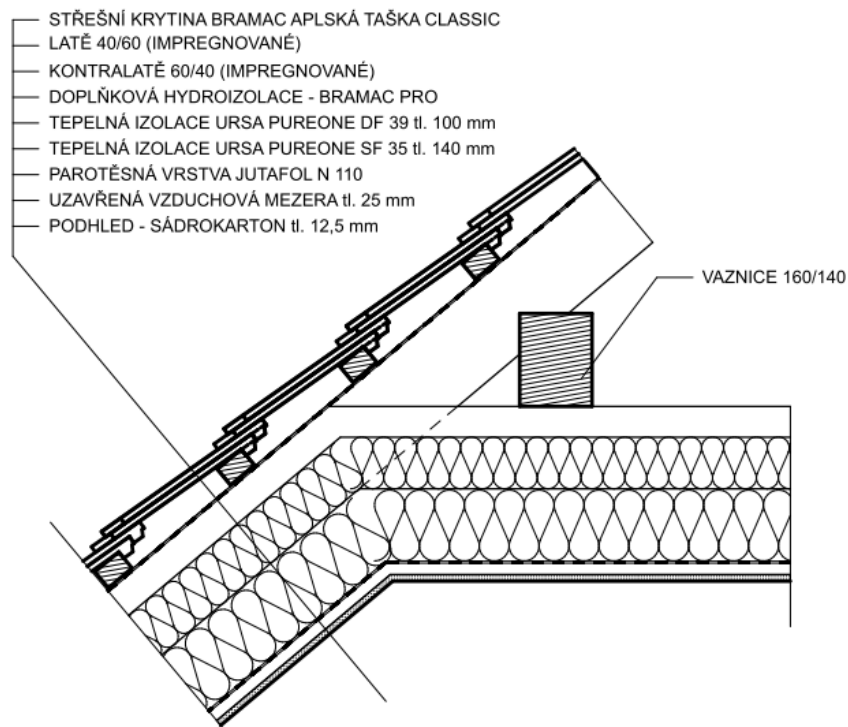
Velikosti hustot tep. toků:
 $q_1 < q_2 < q_3$...



Obrázek 135: Orientace tepelných toků s legendou

Zdroj: Vlastní

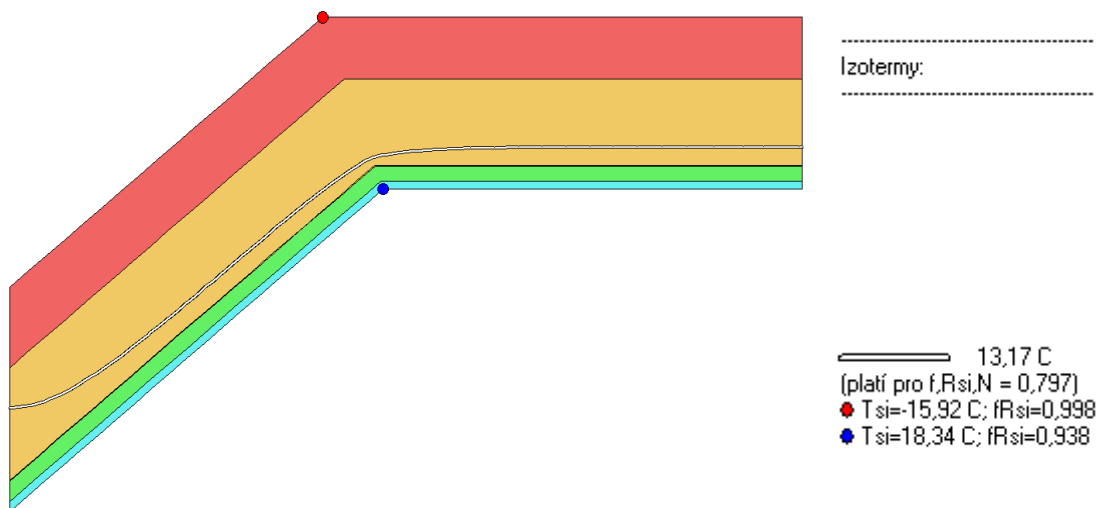
Výsledné grafické posouzení – Detail 1 – vaznice



Obrázek 136: Detail - vaznice

Zdroj: Vlastní

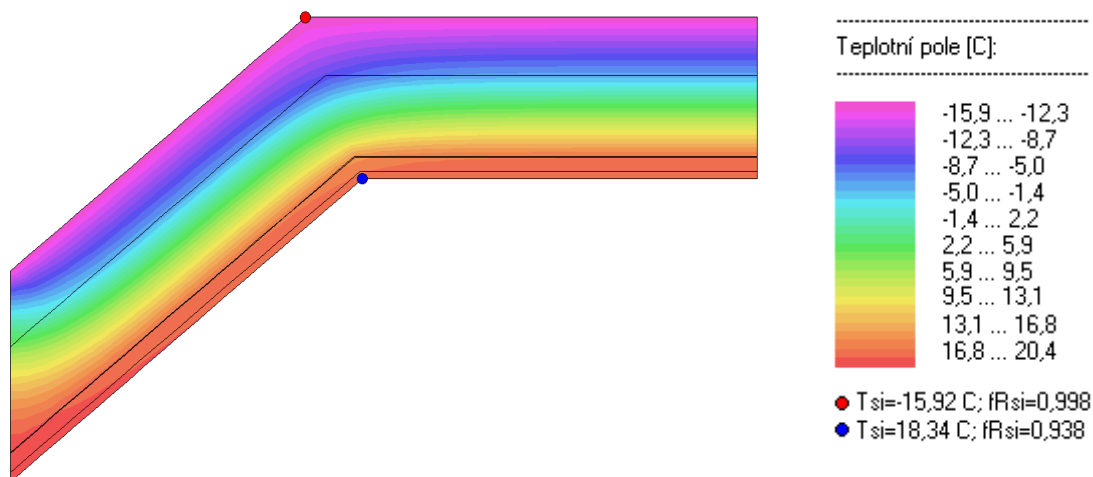
Průběh izotermny



Obrázek 137: Detail – vaznice – Průběh izotermny s legendou

Zdroj: Vlastní

Pole teplot



Obrázek 138: Detail – vaznice – Pole teplot s legendou

Zdroj:Vlastní

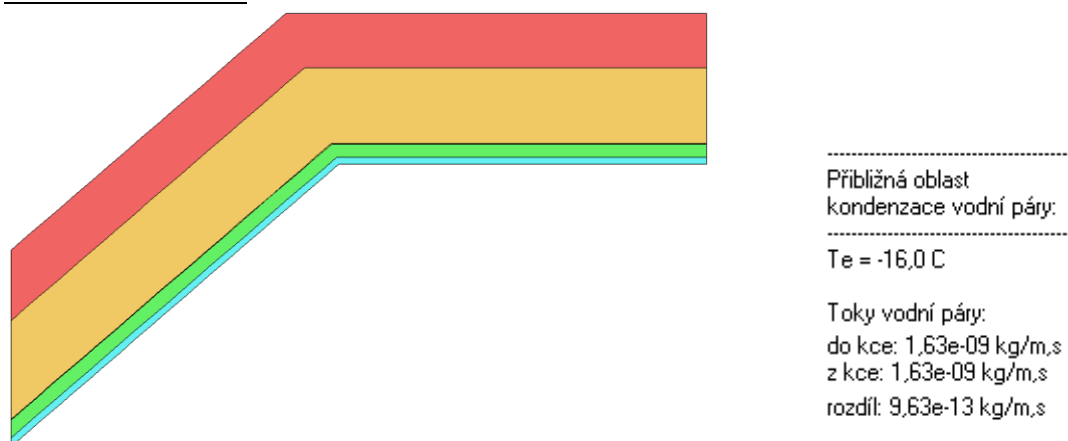
Rozložení relativní vlhkosti



Obrázek 139: Detail – vaznice – Rozložení relativní vlhkosti s legendou

Zdroj:Vlastní

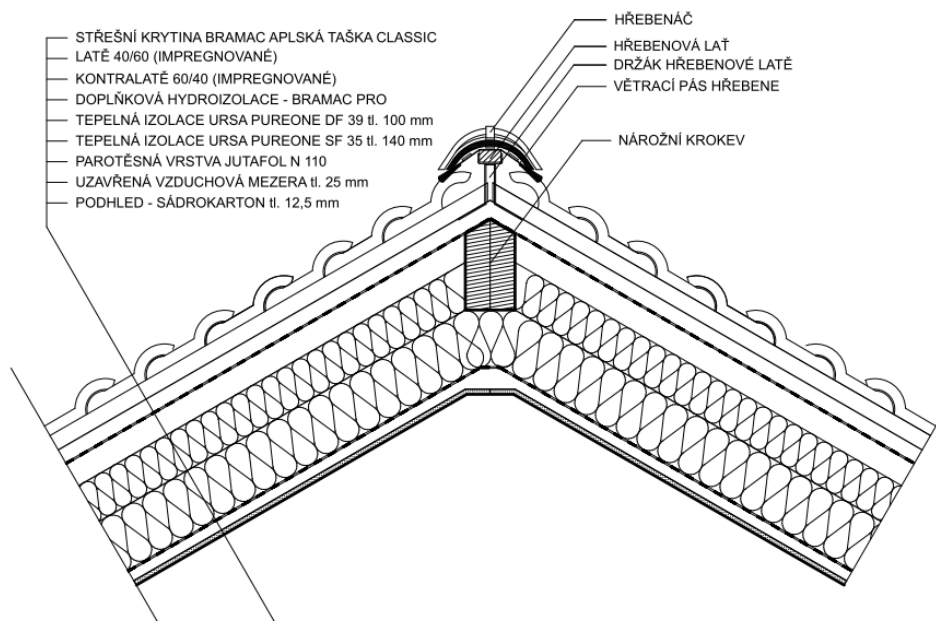
Oblast kondenzace



Obrázek 140: Detail – vaznice – Oblast kondenzace s legendou

Zdroj:Vlastní

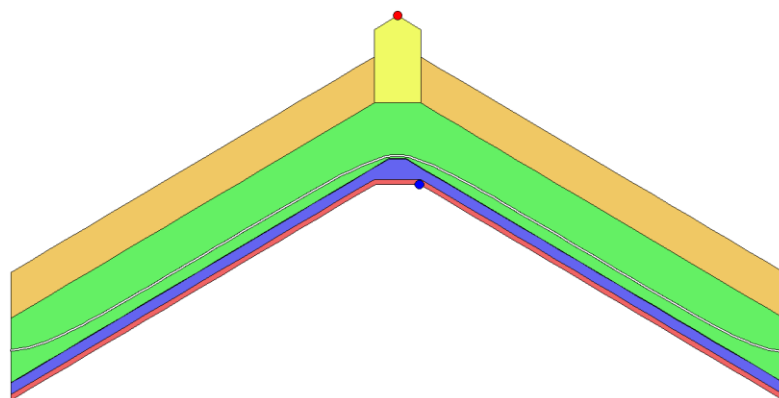
Výsledné grafické posouzení – Detail 2 – Nároží



Obrázek 141: Detail – nároží

Zdroj: Vlastní

Průběh izotermie



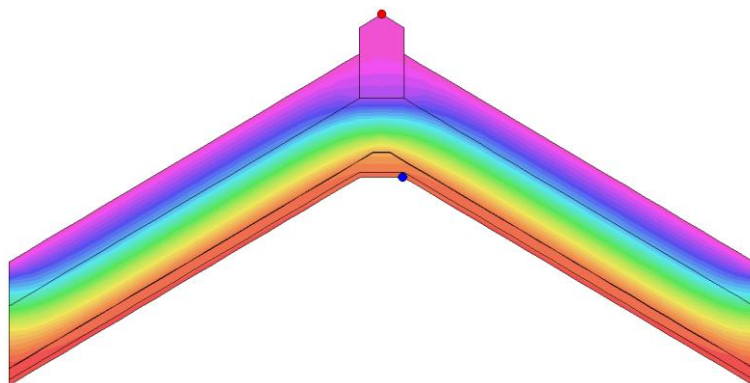
Izotermie:

13,17 C
 (platí pro $f, R_{si}, N = 0,797$)
 ● $T_{si} = -15,98$ C; $fR_{si} = 0,999$
 ● $T_{si} = 18,34$ C; $fR_{si} = 0,938$

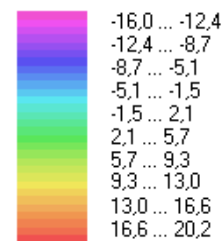
Obrázek 142: Detail – nároží – Průběh izotermie s legendou

Zdroj: Vlastní

Pole teplot



Teplotní pole [C]:

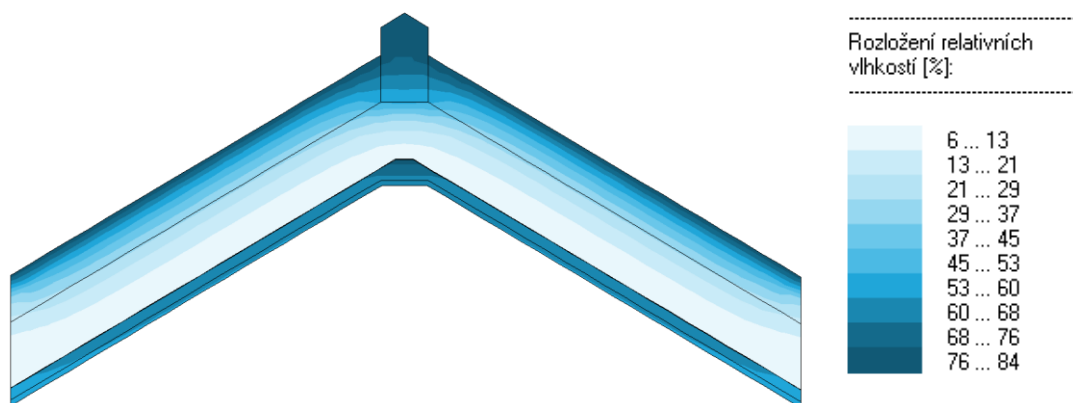


● $T_{si} = -15,98$ C; $fR_{si} = 0,999$
 ● $T_{si} = 18,34$ C; $fR_{si} = 0,938$

Obrázek 143: Detail – nároží – pole teplot s legendou

Zdroj: Vlastní

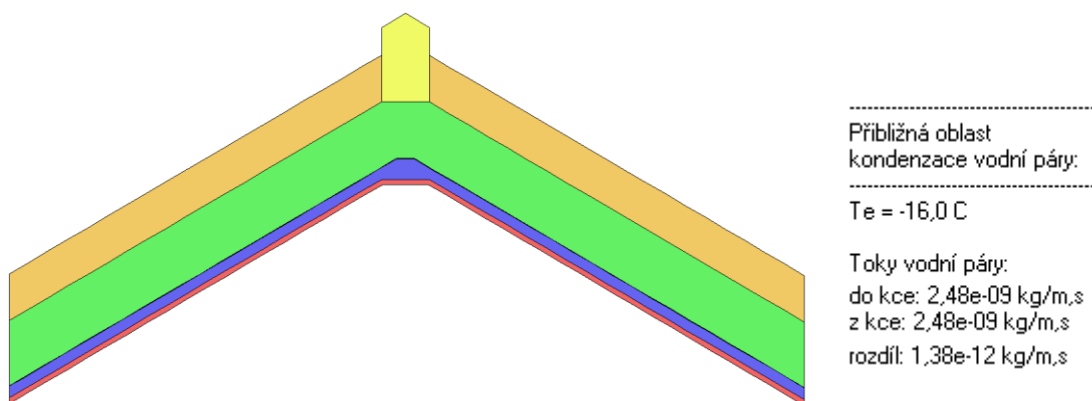
Rozložení relativní vlhkosti



Obrázek 144: Detail – nároží – relativní vlhkost s legendou

Zdroj: Vlastní

Oblast kondenzace



Obrázek 145: Detail – nároží – oblast kondenzace s legendou

Zdroj: Vlastní

VII. Rozpočet střešní konstrukce v programu KROS 4

Tabulka 53: Rekapitulace rozpočtu – Varianta 8⁵⁵

Kód	Popis	Dodávka [Kč]	Montáž [Kč]	Celková cena [Kč]
PSV	Práce a dodávka PSV	128 454,93	137 021,02	265 475,95
713	Izolace tepelné	18 689,14	9 874,70	28 563,84
762	Konstrukce tesařské	26 028,80	38 979,21	65 008,01
763	Konstrukce suché výstavby	22 833,16	33 588,98	56 422,14
764	Konstrukce klempířské	9 758,00	11 818,94	21 576,94
765	Krytina skládaná	51 145,83	42 759,19	93 905,02
	Celkem	128 454,93 Kč	137 021,02 Kč	265 475,95 Kč

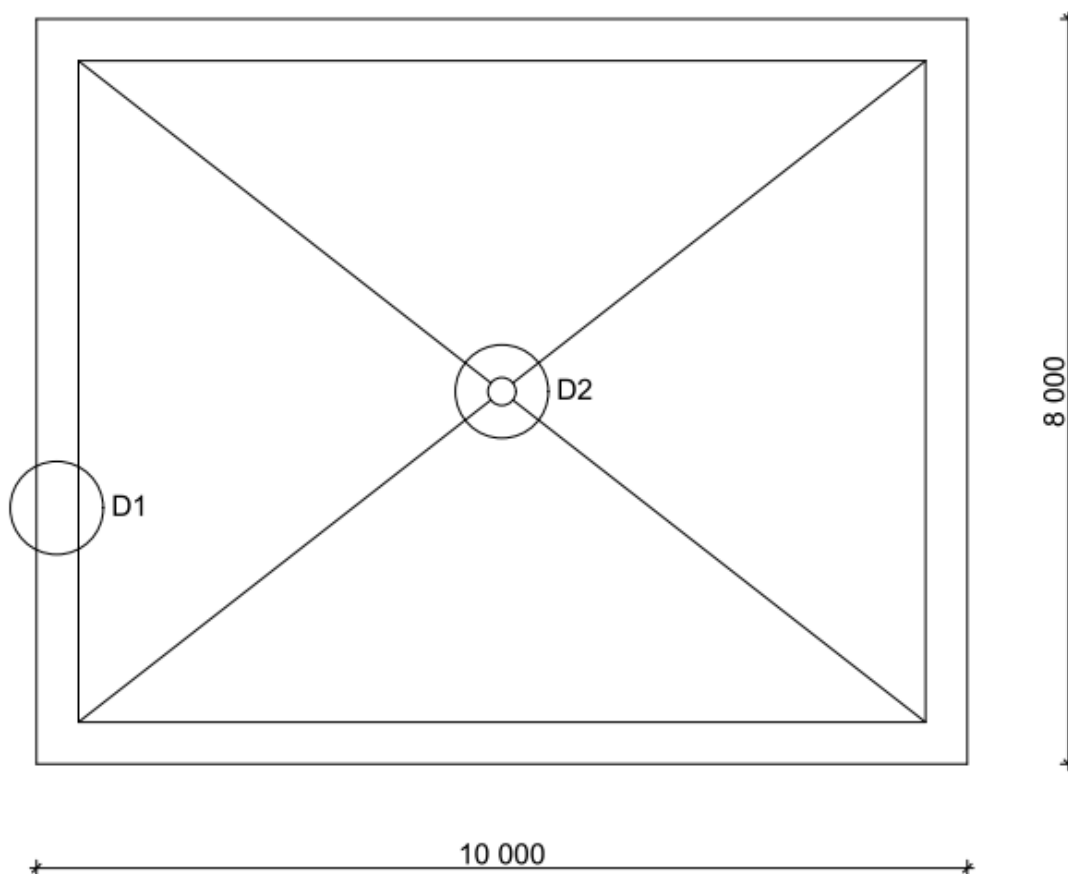
Zdroj: Vlastní, software KROS 4, ceník ÚRS

⁵⁵ Kompletní rozpočet a krycí list rozpočtu je vložen do příloh.

4.1.3 Hodnocené varianty plochých střech

V této kapitole se budu zabývat dvěma skladbami ploché střechy. Obě varianty plochých střech byly navrženy na schématu č.2. Na schématu jsou vyznačeny dva detaily. Detail D1 - detail atika, D2 – vpust. Jedna varianta je navržena s klasickým pořadím vrstev a druhá skladba je navržena jako inverzní skladba.⁵⁶ U obou skladeb se při rozpočtu bude počítat i s atikou a vpustí.

Obrázek 146: Schéma č.2 – plochá střecha

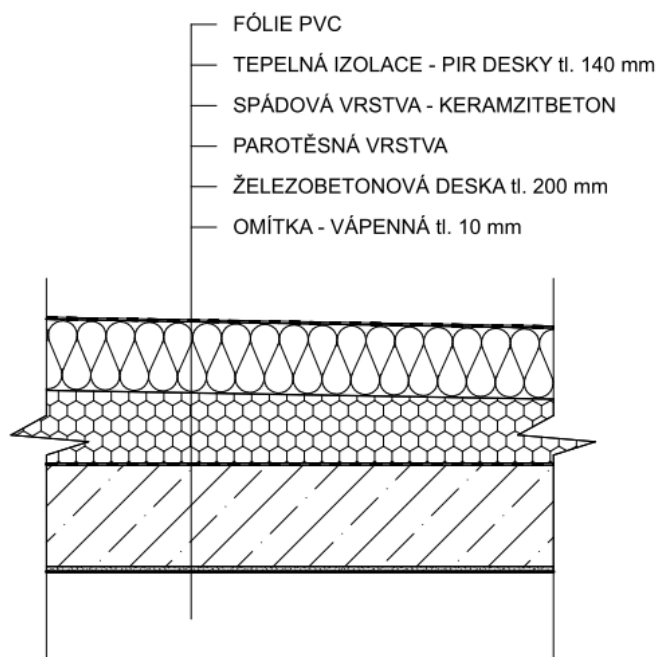


Zdroj:Vlastní, vytvořeno v programu ArchiCAD

⁵⁶ Obrácená skladba střechy – Tepelná izolace je nad hlavní hydroizolační vrstvou.

4.1.3.1 Varianta 1 – Klasické pořadí vrstev – PIR desky

I. Skladba střechy



Obrázek 147: Varianta 1 – Klasické pořadí vrstev – PIR desky

Zdroj: Vlastní, vytvořeno v programu ArchiCAD

II. Skladba střechy

Střešní konstrukce byla navržena jako jednoplášťová střecha s tepelnou izolací pod hlavní hydroizolační vrstvou tzv. s klasickým pořadím vrstev. U této varianty byla použita tepelná izolace z PIR desek.

Nosná vrstva je navržena jako železobetonová deska tl. 200mm, která je z interiérové strany omítnuta vápennou omítkou tl. 10mm. Nad nosnou vrstvou je parotěsná vrstva z hydroizolačního asfaltového pásu GLASTEK 40 SPECIÁL MINERÁL [50]. Nad touto vrstvou je navržena spádová vrstva z keramzitbetonu [51]. Nad spádovou vrstvou je tepelná izolace z PIR desek o tl. 140mm [33]. Poté už následuje hlavní hydroizolační vrstva, která je navržena z PVC folie [52].

III. Cenová kalkulace

Cenová kalkulace bude vyhotovena jako kompletní střešní konstrukce. Hlavní bude cena tepelné izolace s doplňky, ale pro kompletní rozpočet je zapotřebí doplnit i ostatní vrstvy (např. železobetonová deska, atika, vpust).

IV. Technologický postup

V této kapitole se budu zabývat obecným stručným technologickým postupem, který nebude obsahovat: popis objektu, popis jednotlivých materiálů, stroje a pomůcky, apod.)

Pracovní podmínky:

Zahájení prací předpokládá, že jsou provedeny veškeré nosné konstrukce dle harmonogramu. Veškerý materiál musí být skladován v prostorách na staveništi⁵⁷, tak aby byla zajištěna jednoduchá manipulace, zamezeno krádeži a znehodnocení.

Přejímání pracoviště:

Musí proběhnout kontrola dodaného materiálu a odborné uskladnění. Dále je třeba ověřit celkovou připravenost na stavbě a zhodnotit nosné konstrukce.⁵⁸ Práce na střeše je možné zahájit až po odstranění všech vad a nedodělků. O výsledku přejímky staveniště se sepíše zápis mezi zhotovitelem a objednavatelem.

Personální obsazení:

- 2 odborní pracovníci (nejlépe s osvědčením k provádění potřebných prací),
- 1 pracovník pro pomocné práce.

Všichni pracovníci musejí být proškoleny v oblasti BOZP a musejí podepsat protokol BOZP.

Pracovní postup:

1. Kontrola podkladu:

Maximální povolená odchylka betonové desky je 5mm na 2 m.

2. Natažení parotěsné vrstvy:

Ve skladbě je navržena parotěsná vrstva jako asfaltový pás, který se vaří pomocí hořáku. Nejprve však přijde na nosnou vrstvu penetrace. Asfaltové pásy se dodávají v rolích, které se natahují a vaří se k sobě dle předepsaných přesahů v technických dokumentech od výrobce či dodavatele.

3. Spádová vrstva – keramzit beton:

Keramzitbeton slouží k vytvoření spádu na střeše a pokládá se volně.

4. Tepelná izolace – PIR desky

Aplikace PIR desek volně na spádovou vrstvu.

5. Aplikace PVC fólie

Při aplikaci PVC fólie se využívají jednotlivé přechodové lišty a lišty k natavení PVC (vyplanil plech), nesmí se zapomenout na přikotvení fólie (dle kotvícího plánu, pomocí mechanických kotev), protože v této skladbě nebude fólie

⁵⁷ Materiál musí být chráněn před povětrnostními vlivy a skladovací prostory musí být uzamykatelné, odvodněné, zpevněné a dostatečně velké.

⁵⁸ Případné vady a nedodělky se zaznamenají do stavebního deníku.

zatížena. Je velice důležité klást také důraz na detaily, jako je například u vpusti nebo v koutech u atiky. Dále je podstatné dodržovat přesahy min. 50mm.

V. Základní hodnocení skladby (V/N)

Výhody

- Klasické pořadí vrstev
 - Menší hmotnost skladby střechy,
 - údržba – (méně častá kontrola),
- Izolace z minerální vlny – XTRATHERM UNI PIR AL
 - Nízká nasákavost,
 - vynikající tepelně technické vlastnosti,
 - součinitel prostupu tepla 0,023 W/(mK),
 - kaširovaná vrstva, laminovou ALU kraft folií,
 - odolnost v tlaku,
 - nízká objemová hmotnost,
 - výroba bez CFC/HCFC látek.

Nevýhody

- Klasické pořadí vrstev
 - Složitější skladba střešního pláště (s parotěsnou vrstvou)
 - Složitější pokládka jednotlivých vrstev střešního pláště,
 - Složitější přístup k jednotlivým vrstvám k případným opravám,
 - Větší tepelné namáhání (léto, zima)
- Izolace z minerální vlny – XTRATHERM UNI PIR AL
 - Vysoká pořizovací cena,
 - stupeň hořlavosti C-E.

VI. Hodnocení - Tepelně technické posouzení v programu Teplo

Tabulka 54: Zadané materiály s konkrétními hodnotami - TEPLŮ

Č	Funkce	materiál	Obchodní název	D [m]	λ [W/(mK)]	c [J/kgK]	ρ [kg/m ³]	μ [-]
1	podhled	Omítka vápenná	-	0,010	0,870	840,0	1600,0	6,0
2	Nosná vrstva	ŽLB.	-	0,200	1,43	1020,0	2300,0	23,0
3	parozábrana	Asfaltový pás	GLASTEK 40 MINERÁL SPECIÁL	0,004	0,21	1470,0	1214,0	156867
4	Spádová vrstva	Keramzit- beton	-	0,020	0,031	880,0	700,0	8,0
5	Tepelná izolace	PIR desky	XTRATHERM	0,140	0,023	1500,0	30,0	180,0
6	Hydroizolace	PVC	-	0,0005	0,160	960,0	1400,0	16700,0

Zdroj: Vlastní

Okrajové podmínky výpočtu:

- tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R_{si} : 0.10 m²K/W,
- dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{si} : 0.25 m²K/W,
- tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R_{se} : 0.04 m²K/W,
- dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{se} : 0.04 m²K/W.
- návrhová venkovní teplota T_e : -16.0 °C,
- návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 20.6 °C,
- návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R_{He} : 84.0 %,
- návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R_{Hi} : 55.0 %.

Výsledky v softwaru Teplo

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946

- tepelný odpor konstrukce $R = 6,33 \text{ m}^2\text{K/W}$,
- součinitel prostupu tepla konstrukce $U = 0,155 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Teplota vnitřn. povrchu a teplotního faktoru dle ČSN 730540 A ČSN EN ISO 13788:

- vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p} = 19,22 \text{ °C}$,
- teplotní faktor v návrhových podmínkách $f, R_{si,p} = 0,962$,
- nejnižší povrchová teplota konstrukce $T_{si,m} = 11,25 \text{ °C}$,
- teplotní faktor u nejnižší povrchové teploty $f, R_{si,m} = 0,594$.

Difúze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:

- při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry,
- množství difundující vodní pára G_d : 3,464E – 0009 kg/m²s.

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

- v konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci.

Hodnocení – Posouzení v softwaru Area

Tabulka 55: Zadané materiály s konkrétními hodnotami - AREA

Č	Funkce	materiál	Obchodní název	D [m]	λ [W/(mK)]	μ [-]
1	podhled	Omítka vápenná	-	0,010	0,870	6,0
2	Nosná vrstva	ŽLB.	-	0,200	1,43	23,0
3	parozábrana	Asfaltový pás	GLASTEK 40 MINERÁL SPECIÁL	0,004	0,21	156867,0
4	Spádová vrstva	Keramzit-beton	-	0,020	0,031	8,0
5	Tepelná izolace	PIR desky	XTRATHERM	0,140	0,023	180,0
6	Hydroizolace	PVC	-	0,0005	0,160	16700,0

Zdroj: Vlastní

Parametry:

Parametry pro výpočet teplotního faktoru:

- návrhová venkovní teplota T_e : -16.0 °C,
- návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 20.6 °C,
- návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R_{He} : 84.0 %,
- návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R_{Hi} : 55.0 %.

Parametry charakterizující rozsah úlohy:

- počet prvků: 1722,
- počet uzlových bodů: 922.

Výsledky v softwaru Area

Tabulka 56: Nejnižší povrchová teplota a hustota tepelného toku

Prostředí	T [°C]	R _s [m ² K/W]	R.H. [%]	T _{s,min} [°C]	Tep. tok Q [W/m]	Propust. L [W/mK]
1	20,6	0,25	55	19,22	5,49990	0,15027
2	-16,0	0,04	84	-15,79	-5,49994	0,15027

Zdroj: Vlastní

Poznámky:

T je zadaná teplota v daném prostředí [°C]

R_s je zadaný odpor při přestupu tepla v daném prostředí [m²K/W]

R.H. je zadaná relativní vlhkost v daném prostředí [%]

T_{s,min} je hustota tepelného toku z daného prostředí [W/m]

Propust. L je tepelná propustnost mezi daným prostředím a okolím [W/mK]

Tabulka 57: Nejnižší povrchové teploty, Teplotní faktor a Riziko kondenzace

Prostředí	T _w [°C]	T _{s,min} [°C]	f,R _{si} [-]	Kond	R _{H,max} [%]	T _{,min} [°C]
1	11,25	19,22	0,962	ne	-	-
2	-17,86	-15,79	0,994	ne	-	-

Zdroj: Vlastní

Poznámky:

T_w je teplota rosného bodu v daném prostředí [°C] (lze určit jen do 100 °C)

T_{s,min} je minimální povrchová teplota v daném prostředí [°C]

f,R_{si} je faktor dle ČSN 73054, ČSN EN ISO 10211-1 a ČSN EN ISO 13788 [] (rozdíl minimální povrchové teploty a vnější teploty podělený rozdílem vnitřních a vnějších teplot)

KOND. Je označení vzniku povrchové kondenzace

R_{H,max} je maximální možná relativní vlhkost při dané teplotě v daném prostředí, která zajistí odstranění povrchové kondenzace

T_{,min} je minimální potřebná teplota při dané absolutní vlhkosti v daném prostředí, která zjistí odstranění povrchové kondenzace [°C] – platí jen pro případ dvou prostředí

Odhad chyby výpočtu

- Součet tepelných toků: - 0,0000 W/m,
- součet abs. hodnot tepelných toků: 10,9998W/m,
- podíl: - 0,0000.

Podíl je menší než 0,001 – Požadavek ČSN EN ISO 10211-1 je splněn.

Toky difundující vodní páry při zadaných podmínkách:

- Množství vstupující do konstrukce: 3.4E-0010 kg/m,s.
- Množství vystupující z konstrukce: 3.1E-0010 kg/m,s.
- Chyba výpočtu: 2.6E-0011 kg/m,s.

Požadavek ČSN 730540-2 (2011), čl. 5.1:

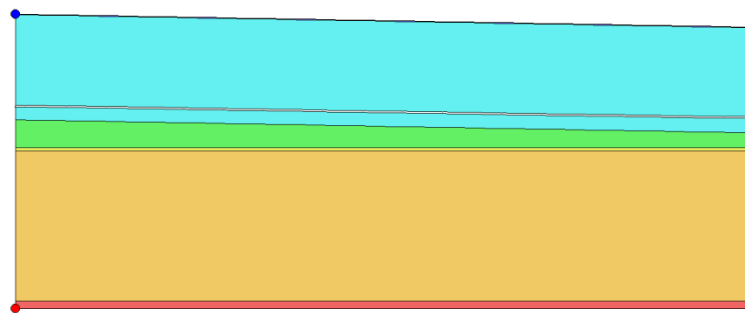
- Minimální požadovaný teplotní faktor vnitřního povrchu ve všech místech konstrukce v zimním období: $f_{Rsi,N} = 0,797$
- Doplnující údaje:
 - Rel. Vlhkost pro stanovení požadavku $F_{ii,f} = 55 \%$
 - Teplota rosného bodu $T_w = 9,82 \text{ C}$
 - Teplotní faktor $f_{Rsi,cr} = 0,797$
- Maximální přípustný součinitel prostupu tepla pro splnění požadavku $U_{,max} = 0,81 \text{ W/m}^2\text{K}$

Poznámky:

- Požadovaný teplotní faktor byl stanoven pro maximální přípustnou vnitřní povrchovou relativní vlhkost 80%.
- Součinitel prostupu tepla potřebný ke splnění požadavku byl stanoven pro $R_{si}=0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ a pro zadanou vnější teplotu.
- Požadované hodnotě teplotního faktoru odpovídá v daných okrajových podmínkách teplota vnitřního povrchu 13,19 C.

Výsledné grafické posouzení - Skladba

Průběh izoterm



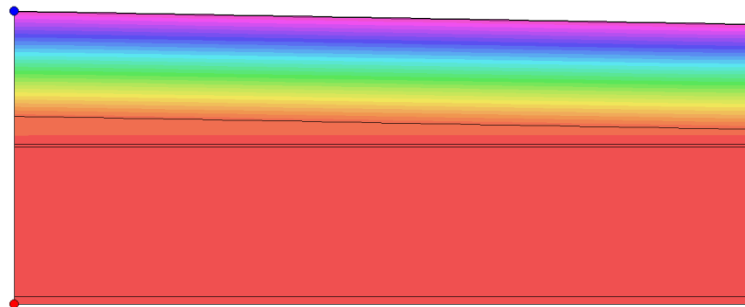
Obrázek 148: Průběh izotermy s legendou

Izotermy:

13,17 C
[platí pro f,Rsi,N = 0,797]
● T si=19,22 C; fR si=0,962
● T si=-15,79 C; fR si=0,994

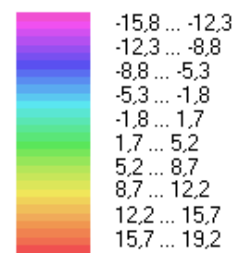
Zdroj: Vlastní

Pole teplot



Obrázek 149: Pole teplot s legendou

Teplotní pole [C]:



● T si=19,22 C; fR si=0,962
● T si=-15,79 C; fR si=0,994

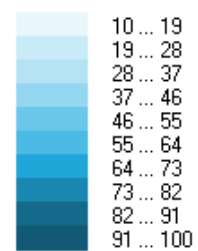
Zdroj: Vlastní

Rozložení relativní vlhkosti



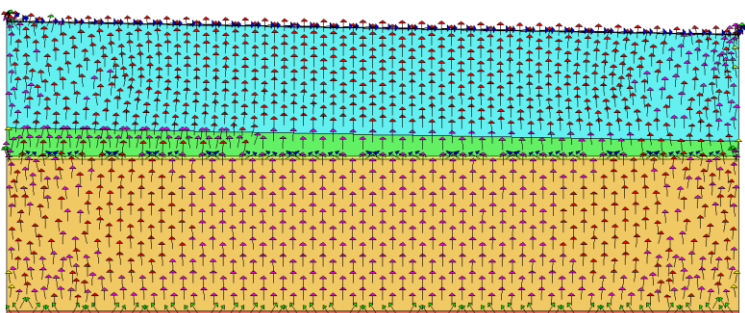
Obrázek 150: Relativní vlhkost s legendou

Rozložení relativních vlhkostí [%]:



Zdroj: Vlastní

Orientace tepelných toků



Obrázek 151: Orientace tepelných toků s legendou

Orientace a velikost hustot tepelných toků:

Celkový tepelný tok (ztráta):
 $Q = 5 \text{ W/m}$

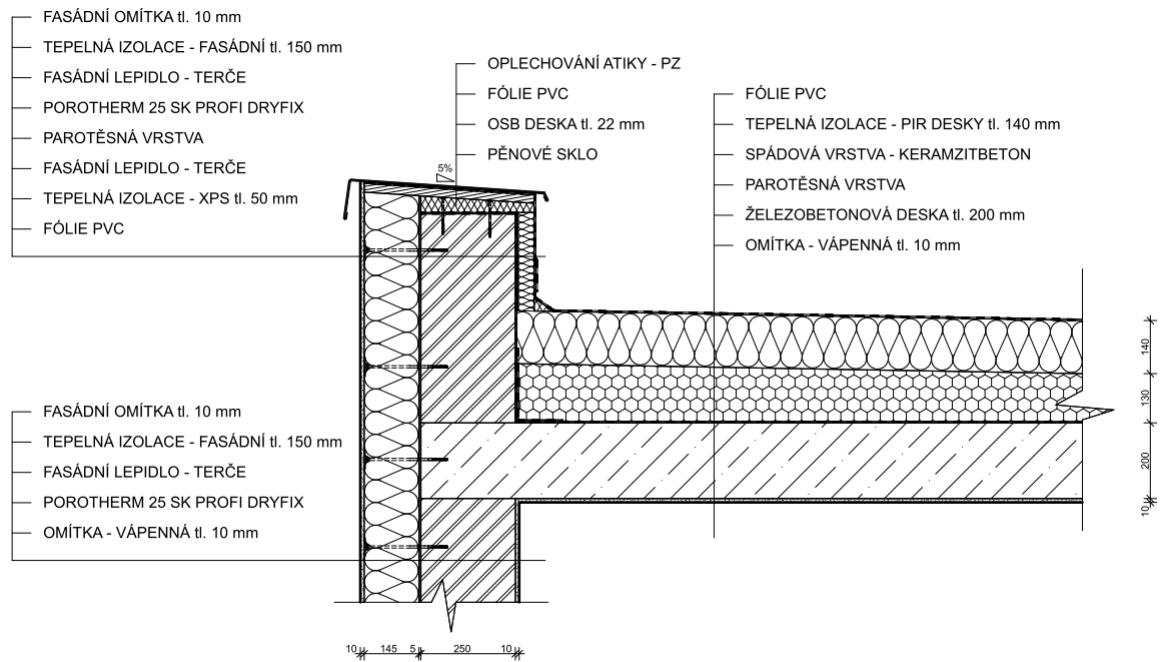
Max. hustota tep. toku:
 $q = 13 \text{ W/m}^2$

Velikosti hustot tep. toků:
 $q_1 < q_2 < q_3 \dots$



Zdroj: Vlastní

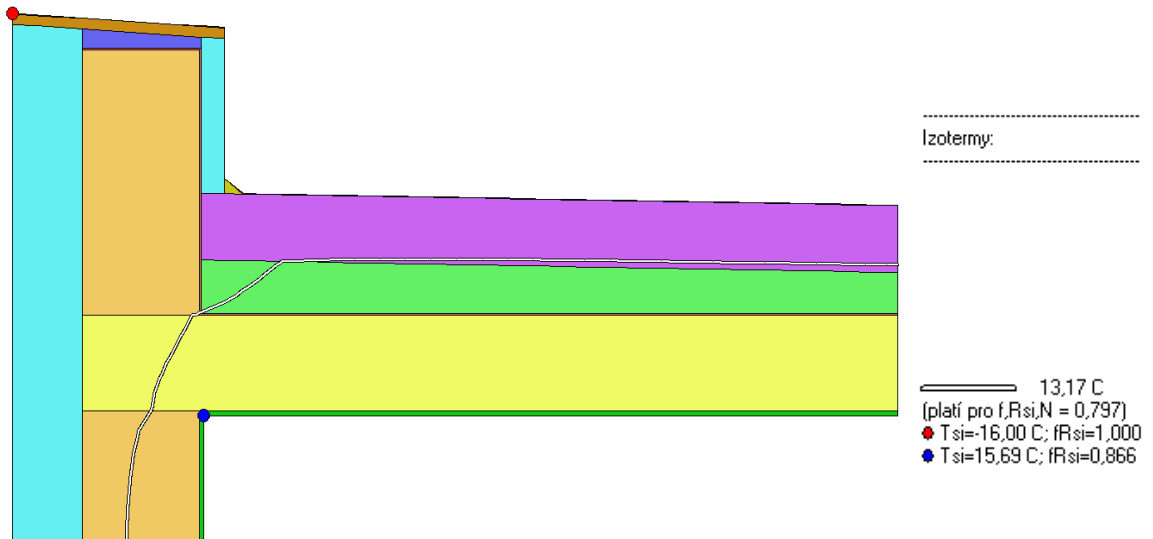
Výsledné grafické posouzení – Detail 1 – atika



Obrázek 152: Detail - atika

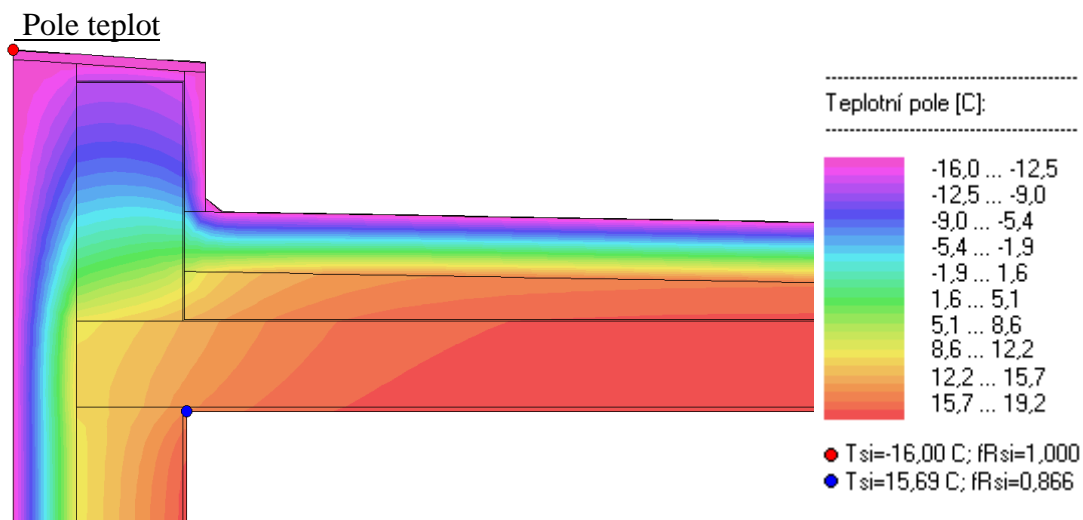
Zdroj: Vlastní

Průběh izotermny



Obrázek 153: Detail – atika – Průběh izotermny s legendou

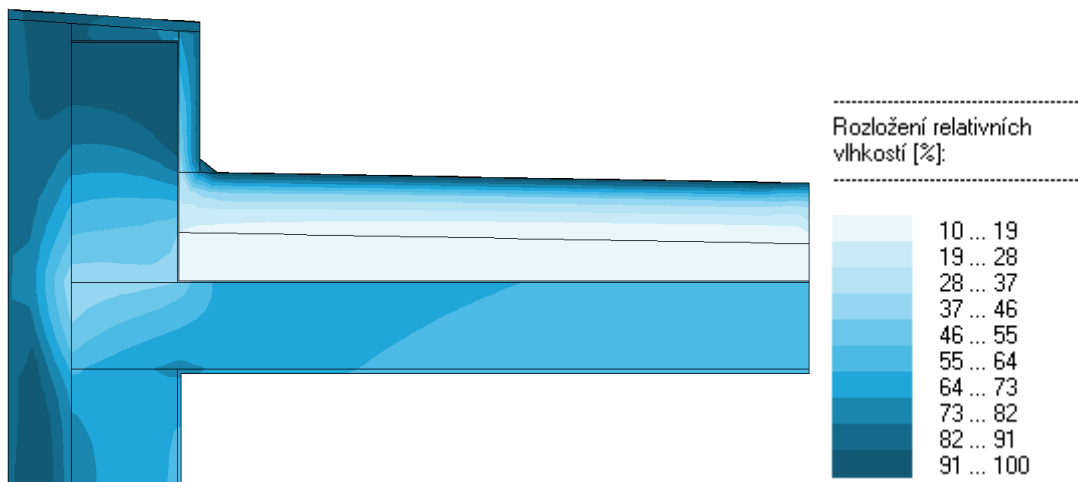
Zdroj: Vlastní



Obrázek 154: Detail – atika – Pole teplot s legendou

Zdroj:Vlastní

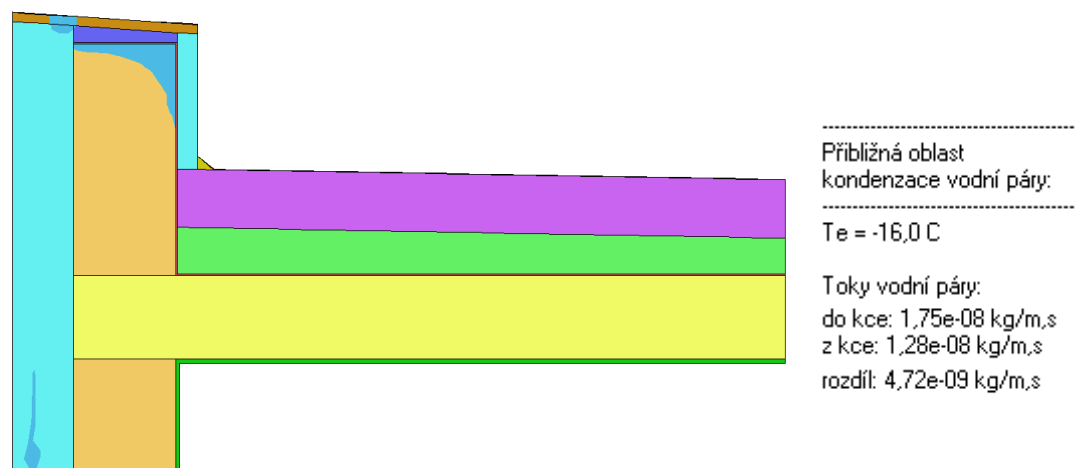
Rozložení relativní vlhkosti



Obrázek 155: Detail – atika– Rozložení relativní vlhkosti s legendou

Zdroj:Vlastní

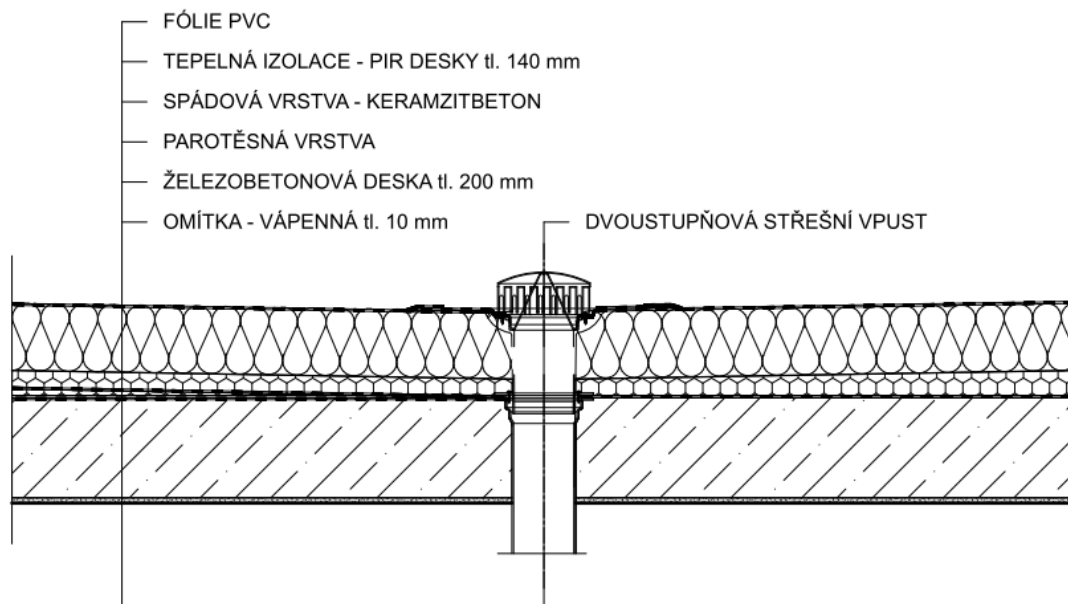
Oblast kondenzace



Obrázek 156: Detail – atika – Oblast kondenzace s legendou

Zdroj:Vlastní

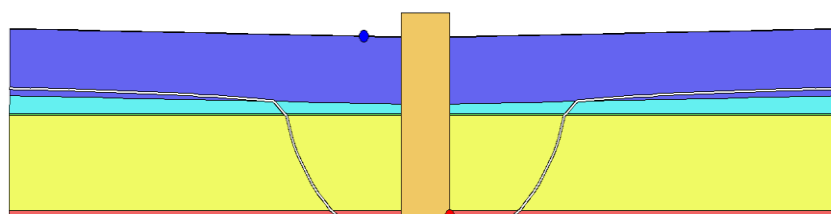
Výsledné grafické posouzení – Detail 2 – Vpust



Obrázek 157: Detail – nároží

Zdroj: Vlastní

Průběh izotermy



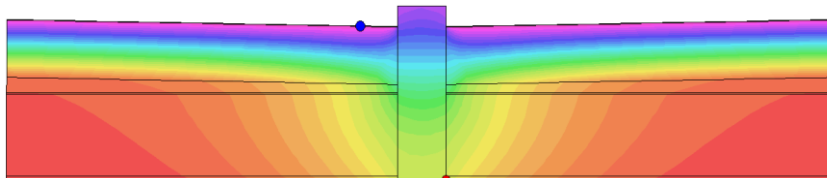
Izotermy:

13,17 C
[platí pro $f, R_{si}, N = 0,797$]
● $T_{si}=8,30$ C; $fR_{si}=0,664$
● $T_{si}=-15,84$ C; $fR_{si}=0,996$

Obrázek 158: Detail – vpust – Průběh izotermy s legendou

Zdroj: Vlastní

Pole teplot



Teplotní pole [C]:

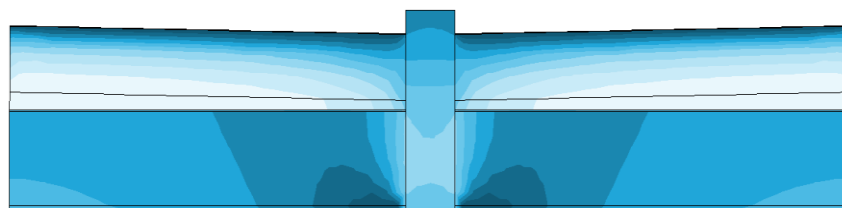
Blue	-15,8 ... -12,4
Dark Blue	-12,4 ... -9,0
Light Blue	-9,0 ... -5,5
Cyan	-5,5 ... -2,1
Green	-2,1 ... 1,3
Yellow-Green	1,3 ... 4,8
Yellow	4,8 ... 8,2
Orange	8,2 ... 11,6
Red-Orange	11,6 ... 15,1
Red	15,1 ... 18,5

● $T_{si}=8,30$ C; $fR_{si}=0,664$
● $T_{si}=-15,84$ C; $fR_{si}=0,996$

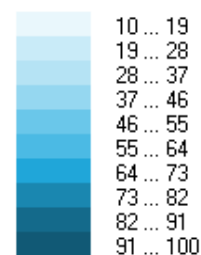
Obrázek 159: Detail – vpust – pole teplot s legendou

Zdroj: Vlastní

Rozložení relativní vlhkosti



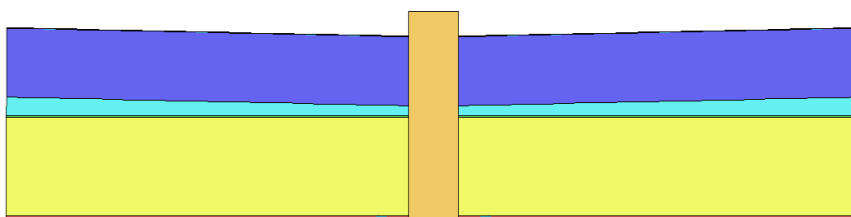
Rozložení relativních vlhkostí [%]:



Zdroj: Vlastní

Obrázek 160: Detail – vpust – relativní vlhkost s legendou

Oblast kondenzace



Přibližná oblast kondenzace vodní páry:

$T_e = -16,0\text{ C}$

Toky vodní páry:

do kce: $2,81e-07\text{ kg/m,s}$

z kce: $2,03e-07\text{ kg/m,s}$

rozdíl: $7,75e-08\text{ kg/m,s}$

Zdroj: Vlastní

Obrázek 161: Detail – vpust – oblast kondenzace s legendou

VII. Rozpočet střešní konstrukce v programu KROS 4

Tabulka 58: Rekapitulace rozpočtu – Varianta plochá střecha 1⁵⁹

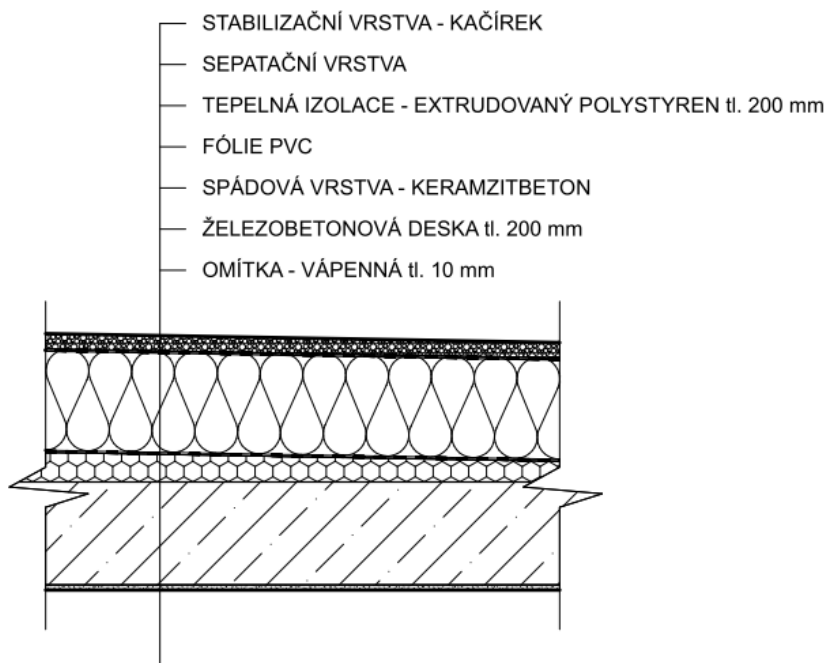
Kód	Popis	Dodávka [Kč]	Montáž [Kč]	Celková cena [Kč]
HSV	Práce a dodávka HSV	148 396,48	79 118,36	227 514,84
3	Svislé a kompletní konstrukce	33 624,00	6 696,00	40 320,00
4	Vodorovné konstrukce	57 840,00	29 643,00	87 483,00
6	Úpravy povrchů, podlahy a osazování výplní	56 932,48	34 833,36	91 765,84
998	Přesun hmot	-	7 946,00	7 946,00
PSV	Práce a dodávky PSV	123 433,88	29 342,07	152 775,95
712	Povlakové krytiny	30 684,20	8 493,70	39 177,90
713	Izolace tepelné	82 905,48	2 909,35	85 814,83
721	Zdravotechnika - vnitřní kanalizace	2 310,00	81,06	2 391,06
762	Konstrukce tesařské	4 986,00	1 912,60	6 898,60
764	Konstrukce klempířské	2 548,20	15 945,36	18 493,56
	Celkem	271 830,36 Kč	108 460,43 Kč	380 290,79 Kč

Zdroj: Vlastní, software KROS 4, ceník ÚRS

⁵⁹ Kompletní rozpočet a krycí list rozpočtu je vložen do příloh.

4.1.3.2 Varianta 2 – Inverzní skladba střechy – Extrudovaný polystyren

I. Skladba střechy



Obrázek 162: Varianta 2 – Inverzní skladba střechy- Extrudovaný polystyren

Zdroj:Vlastní, vytvořeno v programu ArchiCAD

II. Skladba střechy

Střešní konstrukce byla navržena jako jednoplášťová střecha s tepelnou izolací nad hlavní hydroizolační vrstvou tzv. s opačným pořadím vrstev. U této varianty byla použita tepelná izolace z Extrudovaného polystyrenu.

Nosná vrstva je navržena jako železobetonová deska tl. 200mm, která je z interiérové strany omítnuta vápennou omítkou tl. 10mm. Nad nosnou vrstvou je spádová vrstva z keramzitbetonu [51]. Nad spádovou vrstvou je navržena hlavní hydroizolační vrstva z fólie PVC [52]. Nad touto vrstvou je tepelná izolace z extrudovaného polystyrenu tl. 200mm [53]. Poté je navržena separační vrstva a v neposlední řadě stabilizační vrstva z kačírku [54].

III. Cenová kalkulace

Cenová kalkulace bude vyhotovena jako kompletní střešní konstrukce. Hlavní bude cena tepelné izolace s doplňky, ale pro kompletní rozpočet je zapotřebí doplnit i ostatní vrstvy (např. železobetonová deska, atika, vpust).

IV. Technologický postup

V této kapitole se budu zabývat obecným stručným technologickým postupem, který nebude obsahovat: popis objektu, popis jednotlivých materiálů, stroje a pomůcky, zateplení atiky ani fasády apod.)

Pracovní podmínky:

Zahájení prací předpokládá, že jsou provedeny veškeré nosné konstrukce dle harmonogramu. Veškerý materiál musí být skladován v prostorách na staveništi⁶⁰, tak aby byla zajištěna jednoduchá manipulace, zamezeno krádeži a znehodnocení.

Přejímání pracoviště:

Musí proběhnout kontrola dodaného materiálu a odborné uskladnění. Dále je třeba ověřit celkovou připravenost na stavbě a zhodnotit nosné konstrukce.⁶¹ Práce na střeše je možné zahájit až po odstranění všech vad a nedodělků. O výsledku přejímky staveniště se sepíše zápis mezi zhotovitelem a objednavatelem.

Personální obsazení:

- 2 odborní pracovníci (nejlépe s osvědčením k provádění potřebných prací),
- 1 pracovník pro pomocné práce.

Všichni pracovníci musejí být proškoleny v oblasti BOZP a musejí podepsat protokol BOZP.

Pracovní postup:

1. Kontrola podkladu

Maximální povolená odchylka betonové desky je 5mm na 2m.

2. Spádová vrstva – keramzit beton:

Keramzitbeton slouží k vytvoření spádu na střeše a pokládá se volně.

3. Aplikace PVC fólie:

Při aplikaci PVC fólie se využívají jednotlivé přechodové lišty a lišty k natavení PVC (vyplanil plech). Je velice důležité klást také důraz na detaily, jako je například u vpusti nebo v koutech u atiky. Dále je podstatné dodržovat přesahy min. 50mm.

4. Aplikace tepelné izolace – XPS:

Desky jsou volně pokládány na hydroizolaci těsně k sobě s vystřídanou spárou na vazbu. Desky jsou opatřeny po celém obvodu polodrážkou, z důvodu řádného spojení.

5. Aplikace separační fólie:

Separáční fólie se aplikuje z důvodu oddělení tepelné izolace od vrchního souvrství střechy. Položení je volně s přesahem min. 50mm.

6. Stabilizační vrstva – Kačírek

V neposlední řadě se provede zásyp z kačírku, který má stabilizační účinky⁶².

⁶⁰ Materiál musí být chráněn před povětrnostními vlivy a skladovací prostory musí být uzamykatelné, odvodněné, zpevněné a dostatečně velké.

⁶¹ Případné vady a nedodělky se zaznamenají do stavebního deníku.

⁶² Přetížení střechy.

V. Základní hodnocení skladby (V/N)

Výhody

- Opačné pořadí vrstev
 - Jednodušší skladba střešního pláště (bez parozábrany),
 - jednodušší pokládka jednotlivých vrstev střešního pláště,
 - pokládka XPS i dalších vrstev je zpravidla nezávislá na povětrnostních podmínkách,
 - dlouhá životnost střešního pláště,
 - jednodušší přístup jednotlivých vrstev střechy k případným opravám,
 - možné opětovné použití XPS,
 - nižší tepelné namáhání (léto, zima).
- Izolace z minerální vlny – Extrudovaný polystyren FIBRAN 30-L 200 mm
 - Nízká nasákavost,
 - vysoká odolnost v tlaku

Nevýhody

- Klasické pořadí vrstev
 - Vyšší hmotnost skladby střechy,
 - údržba – (častá kontrola).
- Izolace z minerální vlny – Extrudovaný polystyren FIBRAN 30-L 200 mm
 - Relativně vyšší tloušťka tepelné izolace,
 - stupeň hořlavosti C-E.

VI. Hodnocení - Tepelně technické posouzení v programu Teplo

Tabulka 59: Zadané materiály s konkrétními hodnotami - TEPLŮ

Č	Funkce	materiál	Obchodní název	D [m]	λ [W/(mK)]	c [J/kgK]	ρ [kg/m ³]	μ [-]
1	podhled	Omítka vápenná	-	0,010	0,870	840,0	1600,0	6,0
2	Nosná vrstva	ŽLB.	-	0,200	1,43	1020,0	2300,0	23,0
3	Spádová vrstva	Keramzit- beton	-	0,020	0,031	880,0	700,0	8,0
4	Hydroizolace	PVC	-	0,0005	0,160	960,0	1400,0	16700,0
5	Tepelná izolace	XPS	FIBRAN 30-L	0,200	0,034	2060,0	30,0	100,0

Zdroj: Vlastní

Okrajové podmínky výpočtu:

- tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R_{si} : 0.10 m²K/W,
- dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{si} : 0.25 m²K/W,
- tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R_{se} : 0.04 m²K/W,
- dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{se} : 0.04 m²K/W.
- návrhová venkovní teplota T_e : -16.0 °C,
- návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 20.6 °C,
- návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R_{He} : 84.0 %,
- návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R_{Hi} : 55.0 %.

Výsledky v softwaru Teplo

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946

- tepelný odpor konstrukce $R = 6,17 \text{ m}^2\text{K/W}$,
- součinitel prostupu tepla konstrukce $U = 0,158 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Teplota vnitřn. povrchu a teplotního faktoru dle ČSN 730540 A ČSN EN ISO 13788:

- vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p} = 19,18 \text{ °C}$,
- teplotní faktor v návrhových podmínkách $f, R_{si,p} = 0,961$,
- nejnižší povrchová teplota konstrukce $T_{si,m} = 11,25 \text{ °C}$,
- teplotní faktor u nejnižší povrchové teploty $f, R_{si,m} = 0,594$.

Difúze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:

- při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry,
- množství difundující vodní pára Gd: 7,247E – 0009 kg/m²s.

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

- v konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci.

Hodnocení – Posouzení v softwaru Area

Tabulka 60: Zadané materiály s konkrétními hodnotami - AREA

Č	Funkce	materiál	Obchodní název	D [m]	λ [W/(mK)]	μ [-]
1	podhled	Omítka vápenná	-	0,010	0,870	6,0
2	Nosná vrstva	ŽLB.	-	0,200	1,43	23,0
4	Spádová vrstva	Keramzit-beton	-	0,020	0,031	8,0
6	Hydroizolace	PVC	-	0,0005	0,160	16700,0
5	Tepelná izolace	XPS	FIBRAN 30-L	0,200	0,034	100,0

Zdroj:Vlastní

Parametry:

Parametry pro výpočet teplotního faktoru:

- návrhová venkovní teplota T_e : -16.0 °C,
- návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 20.6 °C,
- návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R_{He} : 84.0 %,
- návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R_{Hi} : 55.0 %.

Parametry charakterizující rozsah úlohy:

- počet prvků: 1724,
- počet uzlových bodů: 921.

Výsledky v softwaru Area

Tabulka 61: Nejnižší povrchová teplota a hustota tepelného toku

Prostředí	T [°C]	R _s [m ² K/W]	R.H. [%]	T _{s,min} [°C]	Tep. tok Q [W/m]	Propust. L [W/mK]
1	20,6	0,25	55	19,19	5,62852	0,15378
2	-16,0	0,04	84	-15,78	-5,62861	0,15379

Zdroj: Vlastní

Poznámky:

T je zadaná teplota v daném prostředí [°C]

R_s je zadaný odpor při přestupu tepla v daném prostředí [m²K/W]

R.H. je zadaná relativní vlhkost v daném prostředí [%]

T_{s,min} je hustota tepelného toku z daného prostředí [W/m]

Propust. L je tepelná propustnost mezi daným prostředím a okolím [W/mK]

Tabulka 62: Nejnižší povrchové teploty, Teplotní faktor a Riziko kondenzace

Prostředí	T _w [°C]	T _{s,min} [°C]	f,R _{si} [-]	Kond	R _{H,max} [%]	T _{,min} [°C]
1	11,25	19,19	0,962	ne	-	-
2	-17,86	-15,78	0,994	ne	-	-

Zdroj: Vlastní

Poznámky:

T_w je teplota rosného bodu v daném prostředí [°C] (lze určit jen do 100 °C)

T_{s,min} je minimální povrchová teplota v daném prostředí [°C]

f,R_{si} je faktor dle ČSN 73054, ČSN EN ISO 10211-1 a ČSN EN ISO 13788 [] (rozdíl minimální povrchové teploty a vnější teploty podělený rozdílem vnitřních a vnějších teplot)

KOND. Je označení vzniku povrchové kondenzace

R_{H,max} je maximální možná relativní vlhkost při dané teplotě v daném prostředí, která zajistí odstranění povrchové kondenzace

T_{,min} je minimální potřebná teplota při dané absolutní vlhkosti v daném prostředí, která zjistí odstranění povrchové kondenzace [°C] – platí jen pro případ dvou prostředí

Odhad chyby výpočtu

- Součet tepelných toků: - 0,0000 W/m,
- součet abs. hodnot tepelných toků: 11,2571W/m,
- podíl: - 0,0000.

Podíl je menší než 0,001 – Požadavek ČSN EN ISO 10211-1 je splněn.

Toky difundující vodní páry při zadaných podmínkách:

- Množství vstupující do konstrukce: 5.4E-0009 kg/m,s.
- Množství vystupující z konstrukce: 5.4E-0009 kg/m,s.
- Chyba výpočtu: 1.2E-0012 kg/m,s.

Požadavek ČSN 730540-2 (2011), čl. 5.1:

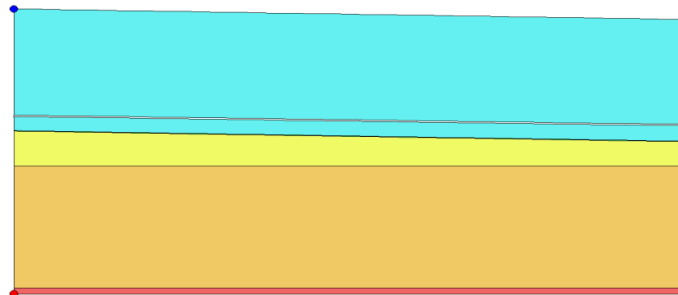
- Minimální požadovaný teplotní faktor vnitřního povrchu ve všech místech konstrukce v zimním období: $fR_{si,N} = 0,797$
- Doplnující údaje:
 - Rel. Vlhkost pro stanovení požadavku $F_{ii,f} = 55 \%$
 - Teplota rosného bodu $T_w = 9,82 \text{ C}$
 - Teplotní faktor $fR_{si,cr} = 0,797$
- Maximální přípustný součinitel prostupu tepla pro splnění požadavku $U_{,max} = 0,81 \text{ W/m}^2\text{K}$

Poznámky:

- Požadovaný teplotní faktor byl stanoven pro maximální přípustnou vnitřní povrchovou relativní vlhkost 80%.
- Součinitel prostupu tepla potřebný ke splnění požadavku byl stanoven pro $R_{si}=0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ a pro zadanou vnější teplotu.
- Požadované hodnotě teplotního faktoru odpovídá v daných okrajových podmínkách teplota vnitřního povrchu 13,19 C.

Výsledné grafické posouzení - Skladba

Průběh izotermy



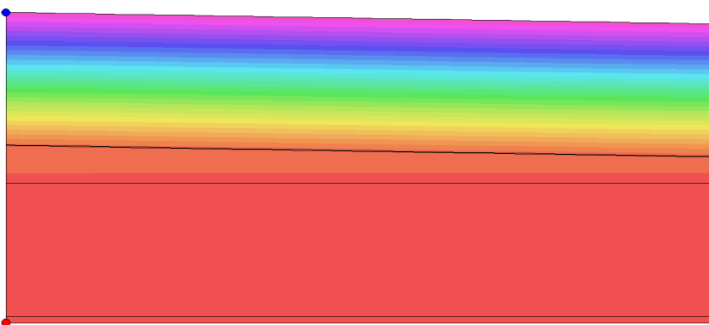
Obrázek 163: Průběh izotermy s legendou

Izotermy:

13,17 C
(platí pro f, Rsi, N = 0,797)
● T si=19,19 C; fR si=0,962
● T si=-15,78 C; fR si=0,994

Zdroj: Vlastní

Pole teplot



Obrázek 164: Pole teplot s legendou

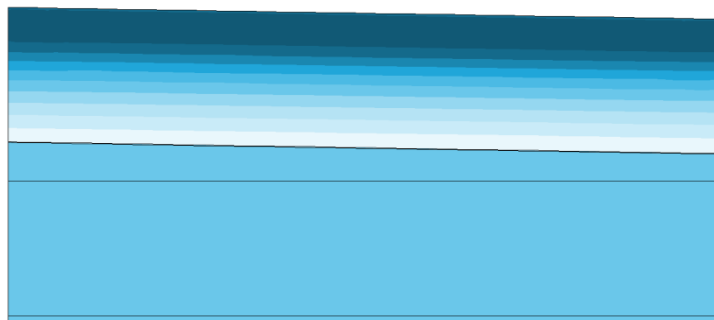
Teplotní pole [C]:

-15,8 ... -12,3
-12,3 ... -8,8
-8,8 ... -5,3
-5,3 ... -1,8
-1,8 ... 1,7
1,7 ... 5,2
5,2 ... 8,7
8,7 ... 12,2
12,2 ... 15,7
15,7 ... 19,2

● T si=19,19 C; fR si=0,962
● T si=-15,78 C; fR si=0,994

Zdroj: Vlastní

Rozložení relativní vlhkosti



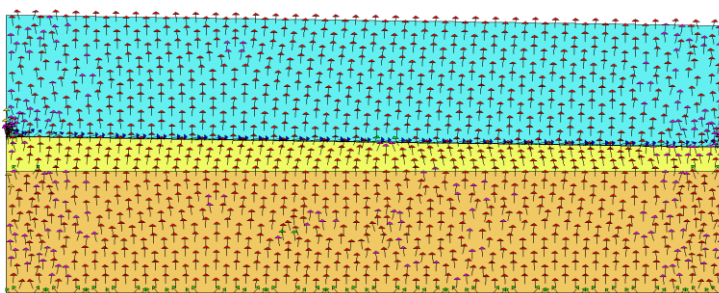
Obrázek 165: Relativní vlhkost s legendou

Rozložení relativních vlhkostí [%]:

35 ... 41
41 ... 46
46 ... 51
51 ... 57
57 ... 62
62 ... 67
67 ... 73
73 ... 78
78 ... 83
83 ... 89

Zdroj: Vlastní

Orientace tepelných toků



Obrázek 166: Orientace tepelných toků s legendou

Orientace a velikost hustot tepelných toků:

Celkový tepelný tok (ztráta):
 $Q = 5 \text{ W/m}$

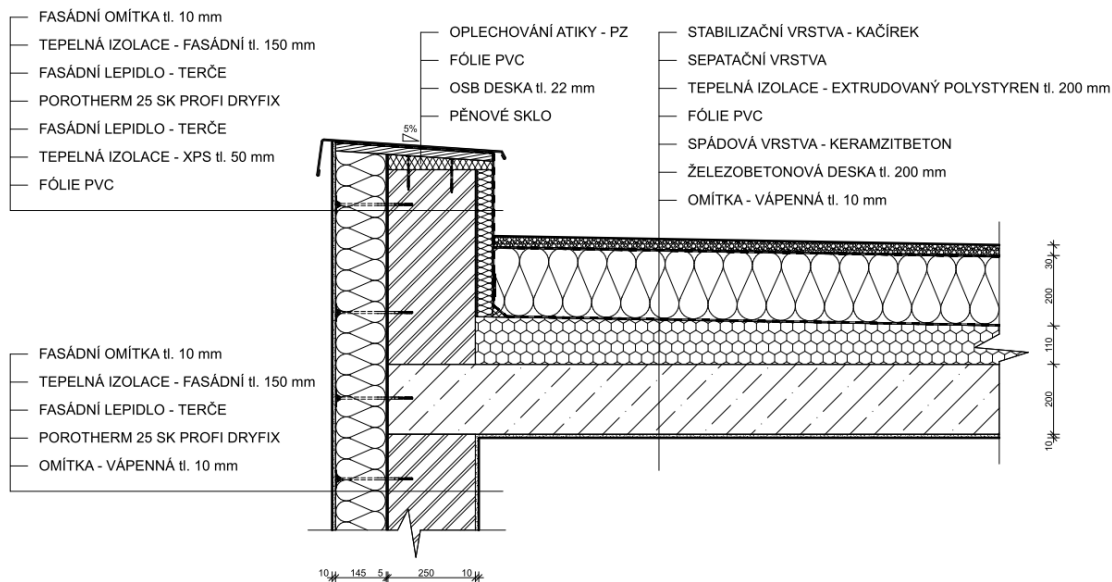
Max. hustota tep. toku:
 $q = 13 \text{ W/m}^2$

Velikosti hustot tep. toků:
 $q_1 < q_2 < q_3 \dots$



Zdroj: Vlastní

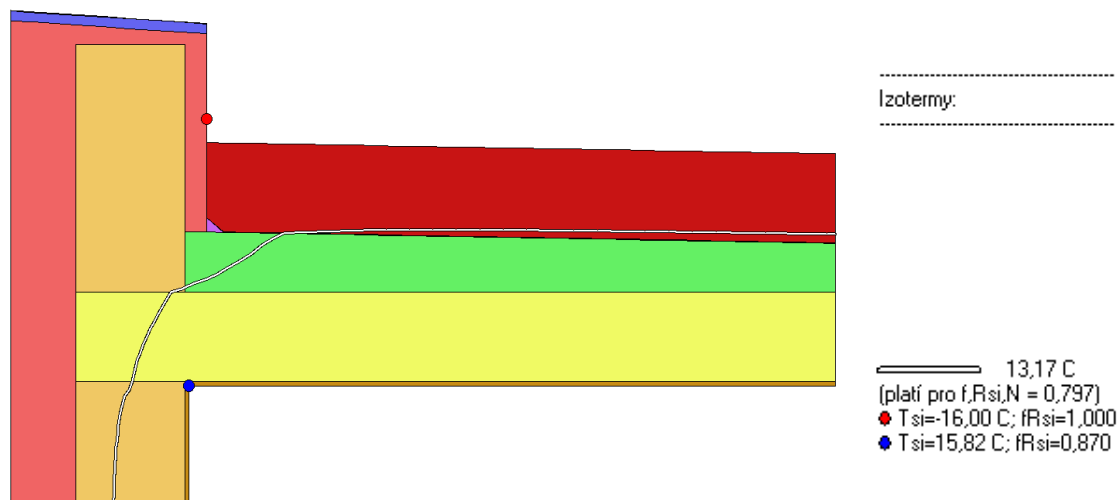
Výsledné grafické posouzení – Detail 1 – atika



Obrázek 167: Detail - atika

Zdroj: Vlastní

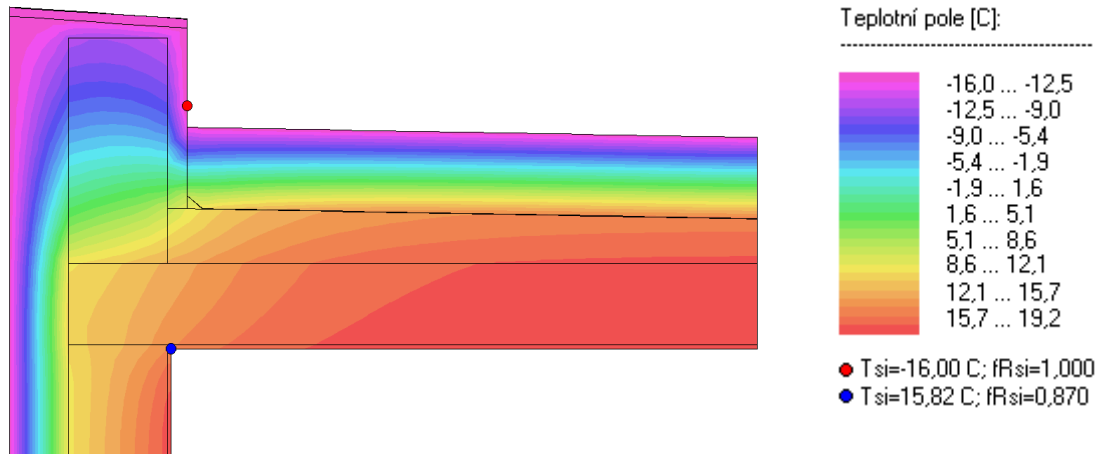
Průběh izoterm



Obrázek 168: Detail – atika – Průběh izoterm s legendou

Zdroj: Vlastní

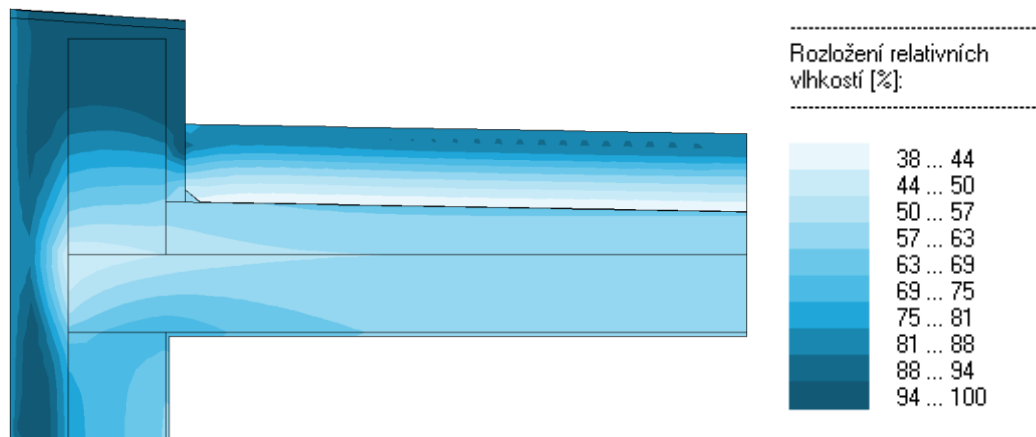
Pole teplot



Obrázek 169: Detail – atika – Pole teplot s legendou

Zdroj: Vlastní

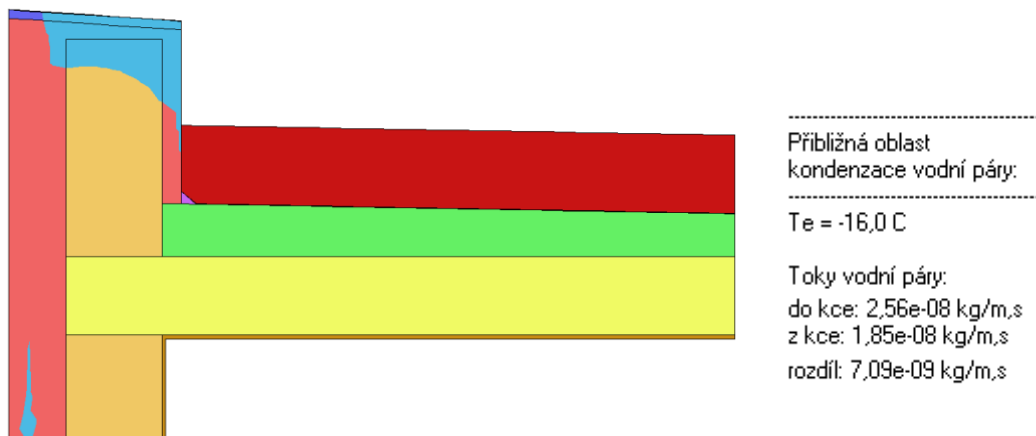
Rozložení relativní vlhkosti



Obrázek 170: Detail – atika – Rozložení relativní vlhkosti s legendou

Zdroj: Vlastní

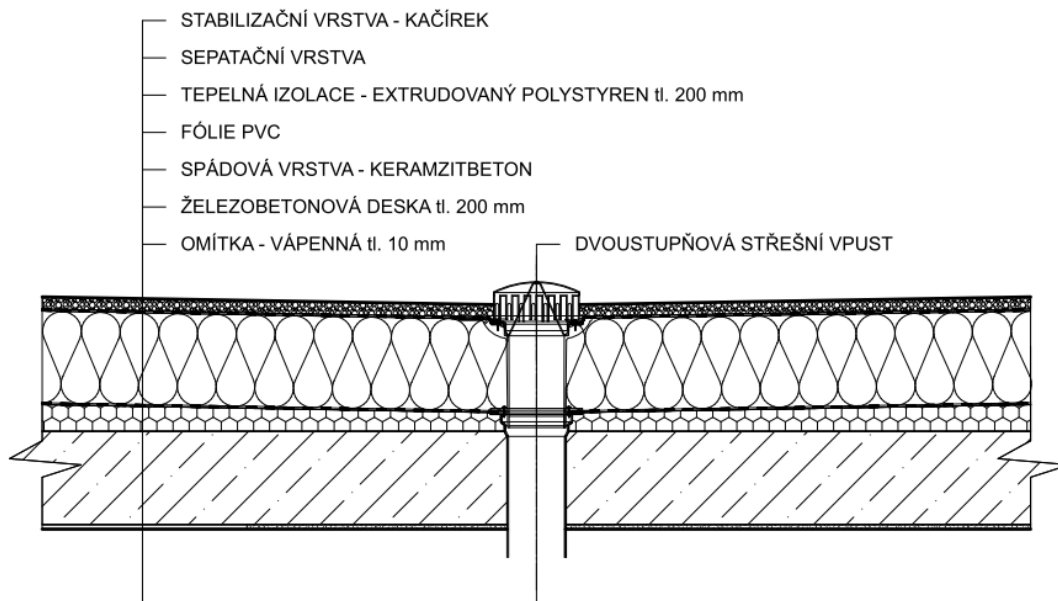
Oblast kondenzace



Obrázek 171: Detail – atika – Oblast kondenzace s legendou

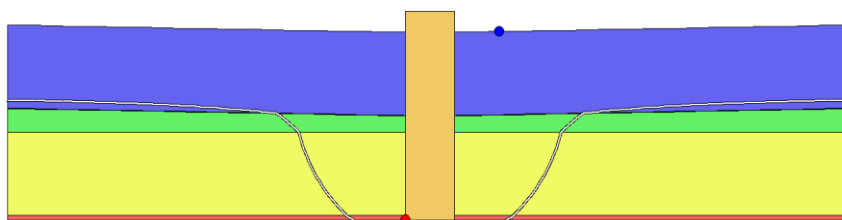
Zdroj: Vlastní

Výsledné grafické posouzení – Detail 2 – Vpust



Obrázek 172: Detail – vpust

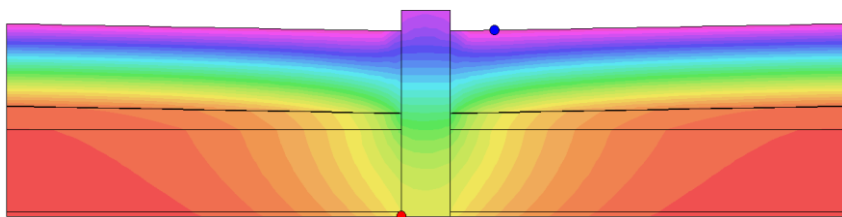
Průběh izotermy



13,17 C
 (platí pro $f, R_{si}, N = 0,797$)
 ● $T_{si}=9,38$ C; $fR_{si}=0,694$
 ● $T_{si}=-15,83$ C; $fR_{si}=0,995$

Obrázek 173: Detail – vpust– Průběh izotermy s legendou

Pole teplot



Zdroj: Vlastní

Teplotní pole [C]:

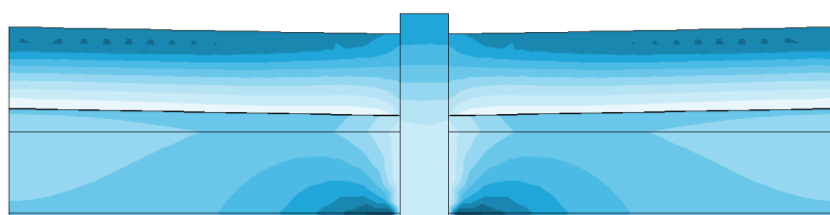
15,1 ... 18,5
11,6 ... 15,1
8,2 ... 11,6
4,8 ... 8,2
1,3 ... 4,8
-2,1 ... 1,3
-5,5 ... -2,1
-9,0 ... -5,5
-12,4 ... -9,0
-15,8 ... -12,4

● $T_{si}=9,38$ C; $fR_{si}=0,694$
 ● $T_{si}=-15,83$ C; $fR_{si}=0,995$

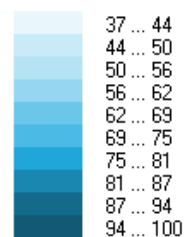
Obrázek 174: Detail – vpust– pole teplot s legendou

Zdroj: Vlastní

Rozložení relativní vlhkosti



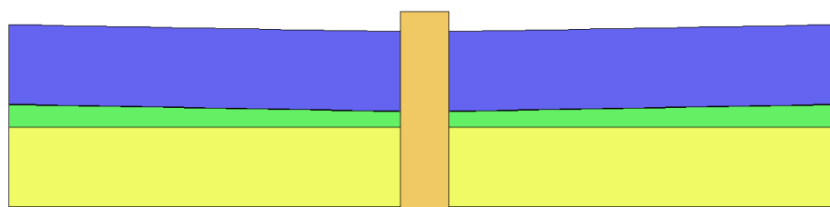
Rozložení relativních vlhkostí [%]:



Obrázek 175: Detail – nároží – relativní vlhkost s legendou

Zdroj: Vlastní

Oblast kondenzace



Přibližná oblast kondenzace vodní páry:

$T_e = -16,0\text{ C}$

Toky vodní páry:
do kce: $2,23\text{e-}07\text{ kg/m.s}$
z kce: $2,09\text{e-}07\text{ kg/m.s}$
rozdíl: $1,34\text{e-}08\text{ kg/m.s}$

Obrázek 176: Detail – nároží – oblast kondenzace s legendou

Zdroj: Vlastní

VII. Rozpočet střešní konstrukce v programu KROS 4

Tabulka 63: Rekapitulace rozpočtu – Varianta plochá střecha 2⁶³

Kód	Popis	Dodávka [Kč]	Montáž [Kč]	Celková cena [Kč]
HSV	Práce a dodávka HSV	148 396,48	79 118,36	227 514,84
3	Svislé a kompletní konstrukce	33 624,00	6 696,00	40 320,00
4	Vodorovné konstrukce	57 840,00	29 643,00	87 483,00
6	Úpravy povrchů, podlahy a osazování výplní	56 932,48	34 833,36	91 765,84
998	Přesun hmot	-	7 946,00	7 946,00
PSV	Práce a dodávky PSV	108 707,51	27 987,32	136 694,83
712	Povlakové krytiny	22 711,48	6 047,34	28 758,82
713	Izolace tepelné	76 151,83	4 000,96	80 152,79
721	Zdravotechnika - vnitřní kanalizace	2 310,00	81,06	2 391,06
762	Konstrukce tesařské	4 986,00	1 912,60	6 898,60
764	Konstrukce klempířské	2 548,20	15 945,36	18 493,56
	Celkem	257 103,99 Kč	107 105,68 Kč	364 209,67 Kč

Zdroj: Vlastní, software KROS 4, ceník ÚRS

⁶³ Kompletní rozpočet a krycí list rozpočtu je vložen do příloh.

4.2. Diskuse výsledků

V aplikační části byly stanoveny kritéria k výběru všech skladeb střešní konstrukce. Navržené skladby v této práci splňují předem daná kritéria. Hlavním kritériem, který ovlivnil tloušťku tepelné izolace u jednotlivých skladeb, byl součinitel prostupu tepla, který byl navržen s možnou maximální odchylkou.

Všechny skladby byly navrženy tak, aby bylo zamezeno difuzi vodní páry do konstrukce a také možné kondenzaci vodní páry. I toto kritérium bylo splněno u plošných skladeb. Avšak u detailu plochých střech není kritérium splněno. Skladby byly též vyhodnoceny z hlediska ekonomických nákladů na jejich realizaci.

4.2.1. Vyhodnocení hypotéz

Tabulka 64: Vyhodnocení hypotéz – Šikmá střecha

Hypotéza	Popis	Vyhodnocení
1	Varianty (1,2) nejsou cenově nejdražší. Mezi dražší varianty než varianta (1) patří varianty (4,6), a mezi dražší varianty než varianta (2) patří varianty (5,6,4).	Hypotéza se nepotvrdila
2	Varianta (4) je cenově dražší než obě varianty (1,2) a varianta (3) je cenově dražší než varianta (2).	Hypotéza se nepotvrdila
3	Varianta (6) je cenově dražší než varianta (5).	Hypotéza se nepotvrdila
4	Varianta (7) je cenově dražší než varianta (5), ale v tomto případě se jedná o nepatrný cenový rozdíl mezi skladbami.	Hypotéza se nepotvrdila
5	Hypotéza se potvrdila, celková tloušťka tepelné izolace u varianty (6 – PUR pěna) je 290 mm.	Hypotéza se potvrdila
6	Hypotéza se potvrdila, celková tloušťka tepelné izolace u varianty (1 – PIR desky) je 140 mm.	Hypotéza se potvrdila

Zdroj: Vlastní, výsledky jednotlivých skladeb v této Diplomové práci

Tabulka 65: Vyhodnocení hypotéz – Plochá střecha

Hypotéza	Popis	Vyhodnocení
1	Varianta (1) je cenově dražší než varianta (2)	Hypotéza se potvrdila
2	Varianta (2) má větší tloušťku než varianta (1)	Hypotéza se potvrdila

Zdroj: Vlastní, výsledky jednotlivých skladeb v této Diplomové práci

Tabulka 66: Vyhodnocení hypotéz – Šikmá střecha (x) Plochá střecha

Hypotéza	Popis	Vyhodnocení
1	Varianty šikmých střech jsou cenově dostupnější než varianty plochých střech	Hypotéza se potvrdila

Zdroj: Vlastní, výsledky jednotlivých skladeb v této Diplomové práci

4.2.2. Multikriteriální hodnocení skladeb

V této části bude řešeno celkové vyhodnocení diplomové práce.

- **Fullerova metoda**

Tato metoda se používá při větším počtu kritérií, protože se srovnávají navzájem pouze dvě kritéria, o kterých snáze rozhodneme, které je důležitější. Mezi jednu z možností pro vyhodnocení je tzv. Fullerův trojúhelník. Je zde základní předpoklad a to, že jednotlivá kritéria musejí být pevně očíslovaná. Fullerův trojúhelník je tvořen dvojřádky, v kterých je každá dvojice kritérii právě jednou. Poté se u každé dvojice vyznačí kritérium, které je považováno za důležitější. Pro kritérium „K_j“ je počet označených čísel „j“ počet jeho preferencí, který označuje „f_j“. Protože při počtu kritérií „n“ je počet párových srovnání roven kombinačnímu číslu $\binom{n}{2}$, tj pro normovanou váhu kritéria „K_j“ platí [55]:

$$w_j = \frac{f_j}{\frac{n(n-1)}{2}}, j = 1, 2, \dots, n$$

Fullerův trojúhelník

1	1	...	1
2	3	...	n
	2	...	2
	3	...	n
		...	
		n-2	n-2
		n-1	n
			n-1
			n

- **Metoda pořadí**

Tato metoda je založena na převedení kriteriální matice na matici pořadí. To v praxi znamená, že se podle všech kritérií přiřadí variantám jejich pořadí. Pokud však nejsou známy preference kritérií, tak se pouze sečtou pro každou variantu všechna pořadí. Nejlepší varianta má pak tento součet nejmenší. Pokud jsou známy preference kritérií (váhy), lze spočítat vážené pořadí variant, opět nejlepší varianta má tento součet nejmenší [55].

- **Výpočet vah**

Technické řešení skladby obsahuje:

- výhody skladby a materiálu,
- nevýhody skladby a materiálu,
- realizace.

Celková cena skladby obsahuje:

- cena dodávky (materiálu),
- cena montáže.

Tepelně technické vlastnosti:

- srovnání skladby,
- srovnání detailů.

Tabulka 67: Výpočet vah

Kritérium	Počet preferencí	Váha
Technické řešení skladby	0	0
Celková cena skladby	1	$\frac{1}{3}$
Tepelně technické vlastnosti skladby	2	$\frac{2}{3}$
Celkem	3	1

Zdroj: Vlastní

Tabulka 68: Výpočet vah s navýšením preferencí

Kritérium	Počet preferencí	Váha	Navýšený počet preferencí	Upravená váha
Technické řešení skladby	0	0	1	$v_1 = \frac{1}{6} = 0,166$
Celková cena skladby	1	$\frac{1}{3}$	2	$v_2 = \frac{1}{3} = 0,333$
Tepelně technické vlastnosti skladby	2	$\frac{2}{3}$	3	$v_3 = \frac{1}{2} = 0,500$
Celkem	3	1	6	1

Zdroj: Vlastní

- **Vyhodnocení variant – metoda pořadí s váhami**

Jednotlivé oddíly budou obodovány tak, že nejlépe hodnocená skladba dostane 10 bodů a nejhorší skladba 1 bod.

Celkové hodnocení skladby bude tedy vyhodnoceno tak, že nejlepší variantou je skladba s největším počtem bodů.

Tabulka 69: Vyhodnocení variant – metoda pořadí s váhami

Varianty	Technické řešení skladeb	Celková cena skladby	Tepelně technické vlastnosti	Celkové hodnocení skladby	Pořadí skladeb
Šikmá střecha					
Varianta 1	10	5	10	8,33	1
Varianta 2	9	7	9	8,33	1
Varianta 3	7	6	7	6,66	3
Varianta 4	6	3	6	5	6
Varianta 5	5	9	3	5,33	5
Varianta 6	8	4	4	4,66	7
Varianta 7	3	8	8	7,16	2
Varianta 8	4	10	5	6,5	4
Plochá střecha					
Varianta 1	1	1	2	1,5	8
Varianta 2	2	2	1	1,5	8
Váhy	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$		

Zdroj: Vlastní

Výpočet dle vzorce: $K_1 \times v_1 + K_2 \times v_2 + K_3 \times v_3$

kde:

- K_1 je kritérium 1 (Technické řešení skladeb)
- K_2 je kritérium 2 (Celková cena skladby)
- K_3 je kritérium 3 (Tepelně technické vlastnosti)
- v_1 je váha 1 (stanovena v tabulce č.68)
- v_2 je váha 2 (stanovena v tabulce č.68)
- v_3 je váha 3 (stanovena v tabulce č.68)

5. Závěr

Diplomová práce byla zaměřena na zpracování základního přehledu konstrukčních řešení provádění skladeb střešních konstrukcí pro šikmé i ploché střechy. Dále byla zaměřena na tepelně-technické vlastnosti jednotlivých skladeb a na ekonomické náročnosti.

V teoretické části byla vypsána základní terminologie střešních konstrukcí. Dále byly popsány základní vlivy, které působí na střešní plášť. V další kapitole teoretické části byly popsány tepelně technické požadavky: nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce, součinitel prostupu tepla, lineární a bodový činitel prostupu tepla, kondenzace vodní páry a konstrukci, tepelné mosty, vzduchotěsnost, difúzní odpor, hydroizolační bezpečnost a akustika. Následuje kapitola střešní plášť, ve které jsou popsány jednotlivé vrstvy střešního pláště, které přímo ovlivňují tepelnou techniku. Hlavní hledisko bylo kladeno na tepelně-technickou vrstvu, kde jsou vyjmenovány jednotlivé materiály s vlastnostmi. V teoretické části byly ještě popsány a na schématech ukázány jednotlivé typologie šikmých a plochých střech. Dále první část diplomové práce obsahuje popis jednotlivých použitých programů při tvorbě diplomové práce.

V aplikační části byly stanoveny kritéria hodnocení jednotlivých skladeb, dle kterých byly vybrány celkově 4 rozdílné skladby střešního pláště z hlediska umístění funkčních vrstev. Poté u každé této skladby byly použity dva odlišné materiály. Tudíž u šikmé střechy bylo navrženo celkem 8 skladeb střešního pláště. U ploché střechy jsou navrženy pouze dvě varianty střešního pláště. Všechny skladby byly postupně posuzovány z tepelně-technických vlastností a též z hlediska finanční náročnosti.

Následuje vyhodnocení předem určených hypotéz a multikriteriální hodnocení. Z nich je patrné, že nejlepší volba pro tepelnou izolaci šikmých střech je tepelná izolace nadkrokvelemi. Ve vyhodnocení vyšly obě varianty s tepelnou izolací nad krokvelemi jako nejlepší. Naopak nejhůře dopadly skladby ploché střechy.

Cíl práce byl splněn.

Seznam zdrojů

- [1] ŠUBRT, R. *Tepelné izolace domů a bytů*. Praha: GRADA publishing, 1998. ISBN 80-7169-566-1.
- [2] ČESKO. 2011. *Navrhování střech – Základní ustanovení*, 2011. ČSN 73 1901.
- [3] ČESKO. 2005. *Tepelná ochrana budov – Část. 1: Terminologie* 2005. ČSN 73 0540-1.
- [4] STRAKA, B., M. NOVOTNÝ, J. KRUPICOVÁ, M. ŠMAK, K. ŠUHAJDA a Z. VEJPUSTEK. *Konstrukce šikmých střech*. Praha: Grada Publishing, 2013. ISBN 978-80-247-4205-2.
- [5] ČESKO. 2005. *Zatížení konstrukcí – Část. 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem*, 2005. ČSN EN 1991-1-3 (73 0035).
- [6] ČESKO. 2010. *Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků*, 2010. ČSN 73 0532.
- [7] ČESKO. 2012. *Tepelná ochrana budov – Část: 2: Požadavky*, 2012. ČSN 73 0540-2.
- [8] HŮLKA, C., R. MAŘÍK, L. ODEHNAL, P. ŠTAJNRT a V. ZWIENER. *Šikmé střechy*. Oprava. 2014. reg. č. CZ. 1.07/1.1.24/01.0110.
- [9] TYWONIAK, J., J. NOVÁČEK, J. KAŇKA, M. POKORNÝ, P. HEJTMÁNEK a M. JIRÁNEK. *Pozemní stavitelství IV*. Praha: Grada Publishing, 2014. ISBN 978-80-247-5102-3.
- [10] ŠUBRT, R., M. ŠKOPEK, P. CHARVÁTOVÁ, et al. *Pro nízkoenergetické a pasivní domy*. Praha: Grada Publishing, 2011. ISBN 978-80-247-4059-1.
- [11] KAŠPAR, J. *Bakalářská práce, Porovnání konstrukčních a materiálových řešení šikmých střech*, 2015.
- [12] KOPTA, P. a J. JANOUŠKOVÁ. *Šikmé střechy*. Praha: Grada Publishing, 2012. ISBN 978-80-247-3484-2.
- [13] FAJKOŠ, A. a M. NOVOTNÝ. *Střechy: Základní konstrukce*. Praha: Grada Publishing, 2003. ISBN 80-247-0681-4.
- [14] KUTNAR, Z., et al. *Šikmé střechy*. DEKTRADE, 2009. ISBN 987-80-87215-04-3.
- [15] DĚDEK, M. a F. VOŠICKÝ. *Stavební materiály*. Praha: Sobotáles, 2008. ISBN 80-86818-17-2.
- [16] *Isover 2016* [online]. 2016 [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: [http://www.isover.cz/dokumenty?f\[0\]=field_document_tr_language%3A316&f\[1\]=field_document_tr_category%3A416](http://www.isover.cz/dokumenty?f[0]=field_document_tr_language%3A316&f[1]=field_document_tr_category%3A416)
- [17] *Celuloza* [online]. 2012 [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/8986-celuloza-je-izolacni-reseni-ktere-ma-smysl-a-setri-penize-i-energii>
- [18] *Celuloza* [online]. 2016 [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: <http://climatizer.cz/izolace/obsah/projektuji>
- [19] *Ovčí vlna* [online]. 2013 [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/9718-izolace-z-ovci-vlny>

- [20] *Pěnový polystyren* [online]. 2012 [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/8482-vlastnosti-expandovaneho-penoveho-polystyrenu-eps>
- [21] *Pěnový polyuretan* [online]. 2014 [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: <http://www.bachl.cz/technicke-informace/prohlaseni-o-vlastnostech/>
- [22] *PIR desky* [online]. 2016 [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/299-izolace-pur-pir-a-fenolicka-pena>
- [23] *Pěnové sklo* [online]. 2016 [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: <http://www.izolace-info.cz/katalog/penove-sklo/>
- [24] *Pěnové sklo* [online]. 2011 [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: <http://www.zatepleni-fasad.eu/tepelna-izolace/foamglas-penove-sklo/>
- [25] *Dřevovláknitá izolace* [online]. 2016 [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: <http://www.izolace-info.cz/katalog/drevovlaknite-izolace/>
- [26] KUTNAR, Z. *Ploché střechy: Skladby a detaily*. Dektrade, 2014., Dostupné také z: https://atelier-dek.cz/docs/atelier_dek_cz/publikace/PROJEKCNI-PRIRUCKY/ploche-strechy-2014-06.pdf
- [27] *ArchiCAD 18* [online]. 2016 [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: <http://www.bimsoft.eu/cs/>
- [28] *Teplo 2015* [online]. 2016 [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: <http://kcad.cz/cz/stavebni-fyzika/tepelna-technika/teplo/>
- [29] *Meshgen area 2015* [online]. 2016 [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: <http://kcad.cz/cz/stavebni-fyzika/tepelna-technika/meshgen-area/>
- [30] *Area 2015* [online]. 2016 [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: <http://kcad.cz/cz/stavebni-fyzika/tepelna-technika/area/>
- [31] *KROS 4* [online]. 2016 [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: <http://www.pro-rozpocety.cz/software-a-data/kros-4-ocenovani-a-rizeni-stavebni-vyroby/>
- [32] *JUTAFOL N* [online]. 2016 [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: <http://eshop.juta.cz/katalog/psf/jutafol%20n%20110%20st.pdf>
- [33] *XTRATHERM UniPIR* [online]. 2016 [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: <http://www.nadkrokevne.cz/produkty/sikme-strechy/xtratherm-unipir-mg>
- [34] *BRAMAC Classic* [online]. 2016 [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: <http://www.bramac.cz/produkty/betonove-tasky/classic-star>
- [35] *ISOVER VARIOR KM DUPLEX* [online]. 2016 [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: <http://www.isover-eshop.cz/isover-vario-km-duplex-uv>
- [36] *ISOVER TYVEK SOFT* [online]. 2016 [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: <http://www.isover-eshop.cz/tyvek-soft-antireflex>
- [37] *ISOVER PLUS tl. 160 mm* [online]. 2016 [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: <http://www.isover-eshop.cz/isover-unirol-plus?v=1074>
- [38] *ISOVER UNI 100 mm* [online]. 2016 [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: <http://www.isover-eshop.cz/isover-uni?v=55>
- [39] *STEICO FLEX tl. 160 mm* [online]. 2016 [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: <http://www.steico.com/produkte/holzfaser-daemmstoffe/steicoflex/ueberblick/>
- [40] *STEICO SPECIÁL tl. 120 mm* [online]. 2016 [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: <http://www.steico.com/produkte/holzfaser-daemmstoffe/steicospecial/ueberblick/>

- [41] *BRAMAC PRO* [online]. 2016 [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: <http://www.bramac.cz/uploads/assets/prohlaseni-o-vlastnostech-folie-pro-resistant.pdf>
- [42] *ROCKWOOL SUPERROCK tl. 100 mm* [online]. 2016 [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: <http://www.rockwool.cz/produkty-a-reseni/u/4840/stavebni-izolace/superrock>
- [43] *ROCKWOOL SUPERROCK tl. 160 mm* [online]. 2016 [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: <http://www.rockwool.cz/produkty-a-reseni/u/4840/stavebni-izolace/superrock>
- [44] *PUR pěna tl. 130 mm* [online]. 2016 [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: <http://www.tepla-pena.cz/zatepleni-strechy-podkrovi/>
- [45] *PUR pěna tl. 160 mm* [online]. 2016 [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: <http://www.tepla-pena.cz/zatepleni-strechy-podkrovi/>
- [46] *ROCKWOOL SUPERROCK tl. 140 mm* [online]. 2016 [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: <http://www.rockwool.cz/produkty-a-reseni/u/4840/stavebni-izolace/superrock>
- [47] *ROCKWOOL ROKTON tl. 100 mm* [online]. 2016 [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: <http://www.rockwool.cz/produkty-a-reseni/u/1324/stavebni-izolace/rockton>
- [48] *URSA PUREONE SF 35 tl. 140 mm* [online]. 2016 [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: <http://www.ursa.cz/cs-cz/produkty/ursa-pureone/mineralni-izolace-ursa-pureone-sf-35/Stranky/obecne-informace.aspx>
- [49] *URSA PUREONE DF tl. 100 mm* [online]. 2016 [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: <http://www.ursa.cz/cs-cz/produkty/ursa-pureone/mineralni-izolace-ursa-pureone-df-39/Stranky/obecne-informace.aspx>
- [50] *Glastek 40 Speciál Minerál* [online]. 2016 [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: <https://www.dek.cz/technicka-podpora/glastek-40-special-mineral?gclid=CNnDn6W4ktECFYIL0wodBB8HZQ>
- [51] *Keramzitbeton* [online]. 2016 [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: <http://www.merit-slatinany.cz/pouziti-keramzitu-ve-stavebnictvi>
- [52] *PVC - folie* [online]. 2016 [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: <https://www.dek.cz/produkty/vypis/4255-hydroizolacni-pvc-folie>
- [53] *Extrudovaný polystyren tl. 200 mm* [online]. 2016 [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: <https://www.dek.cz/produkty/detail/1420360320-xps-fibran-300-l-200mm-1-5m2-bal>
- [54] *Kačírek* [online]. 2016 [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: <http://www.cemex.cz/sterk.aspx>
- [55] BROŽOVÁ, H., M. HOUŠKA a T. ŠUBRT. *Modely pro vícekriteriální rozhodování*. ČZU, Praha, 2003.

Seznam obrázků

Obrázek 1: Polohy tepelných mostů.....	20
Obrázek 2: Schéma umístění spoje pruhů fólií a poloha přisponkování ke krokvi	25
Obrázek 3: Geometrické spoje asfaltových pásů (vlevo), geometrické spoje asfaltových pásů s hlavou kotvy (vpravo)	25
Obrázek 4: Aplikace doplňkové hydroizolační vrstvy – Př. šikmá střecha.....	32
Obrázek 5: Navržené odvodnění ploché střechy skrz atiku.....	33
Obrázek 6: Navržené odvodnění principem signalizačního potrubí	33
Obrázek 7: Navržené odvodnění principem akumulací nádoby	33
Obrázek 8: Jednoplášťová střecha – bez tepelné izolace	36
Obrázek 9: Jednoplášťová střecha – s tepelnou izolací nad krokvi.....	37
Obrázek 10: Dvouplášťová střecha – s tepelnou izolací mezi krokvi	39
Obrázek 11: Dvouplášťová střecha – s tepelnou izolací mezi a nad krokvi.....	39
Obrázek 12: Dvouplášťová střecha – s tepelnou izolací mezi a pod krokvi.....	40
Obrázek 13: Dvouplášťová střecha – s tepelnou izolací nad krokvi	40
Obrázek 14: Dvouplášťová střecha – s tepelnou izolací pod krokvi	41
Obrázek 15: Tříplášťová střecha – s tepelnou izolací mezi krokvi	42
Obrázek 16: Tříplášťová střecha – s tepelnou izolací mezi a pod krokvi	42
Obrázek 17: Tříplášťová střecha – s tepelnou izolací mezi a pod krokvi	43
Obrázek 18: Jednoplášťová střecha – bez tepelné izoalce	44
Obrázek 19: Jednoplášťová střecha – s tepelně-izolační vrstvou.....	45
Obrázek 20: Jednoplášťová střecha – s tepelně-izolační vrstvou a parotěsnou vrstvou	45
Obrázek 21: Jednoplášťová střecha – s tepelně-izolační vrstvou pod nosnou vrstvou.....	46
Obrázek 22: Jednoplášťová střecha – s opavným pořadím vrstev	46
Obrázek 23: Dvouplášťová střecha – s tepelně-izolační vrstvou v dolním plášti	47
Obrázek 24: Dvouplášťová střecha – s tepelně-izolační vrstvou v obou pláštích	48
Obrázek 25: Schéma č.1 - Šikmá střechy	55
Obrázek 26: Varianta 1 – Tepelná izolace nad krokvi - PIR.....	56
Obrázek 27: Průběh izotermy s legendou.....	63
Obrázek 28: Pole teplot s legendou	64
Obrázek 29: Relativní vlhkost s legendou	64
Obrázek 30: Orientace tepelných toků s legendou	64
Obrázek 31: Detail - hřebenu	65
Obrázek 32: Detail – hřebenu – Průběh izotermy s legendou.....	65
Obrázek 33: Detail – hřebenu – Pole teplot s legendou.....	66
Obrázek 34: Detail – hřebenu – Rozložení relativní vlhkosti s legendou	66

Obrázek 35: Detail – hřebenu – Oblast kondenzace s legendou	66
Obrázek 36: Detail – nároží	67
Obrázek 37: Detail – nároží – Průběh izotermy s legendou.....	67
Obrázek 38: Detail – nároží – Průběh izotermy s legendou.....	67
Obrázek 39: Detail – nároží – Průběh izotermy s legendou.....	68
Obrázek 40: Detail – nároží – Oblast kondenzace s legendou.....	68
Obrázek 41: Varianta 2 – Tepelná izolace nad krokvy – minerální vata	69
Obrázek 42: Průběh izotermy s legendou.....	77
Obrázek 43: Pole teplot s legendou.....	77
Obrázek 44: Relativní vlhkost s legendou.....	77
Obrázek 45: Orientace tepelných toků s legendou	78
Obrázek 46: Detail - hřebenu	78
Obrázek 47: Detail – hřebenu – Průběh izotermy s legendou.....	78
Obrázek 48: Detail – hřebenu – Pole teplot s legendou.....	79
Obrázek 49: Detail – hřebenu – Rozložení relativní vlhkosti s legendou	79
Obrázek 50: Detail – hřebenu – Oblast kondenzace s legendou	79
Obrázek 51: Detail – nároží	80
Obrázek 52: Detail – nároží – Průběh izotermy s legendou.....	80
Obrázek 53: Detail – nároží – Průběh izotermy s legendou.....	80
Obrázek 54: Detail – nároží – Průběh izotermy s legendou.....	81
Obrázek 55: Detail – nároží – Průběh izotermy s legendou.....	81
Obrázek 56: Varianta 3 – Tepelná izolace mezi a nad krokvy – minerální vata	82
Obrázek 57: Průběh izotermy s legendou.....	90
Obrázek 58: Pole teplot s legendou.....	90
Obrázek 59: Relativní vlhkost s legendou.....	90
Obrázek 60: Orientace tepelných toků s legendou	91
Obrázek 61: Detail - hřebenu	91
Obrázek 62: Detail – hřebenu – Průběh izotermy s legendou.....	91
Obrázek 63: Detail – hřebenu – Pole teplot s legendou.....	92
Obrázek 64: Detail – hřebenu – Rozložení relativní vlhkosti s legendou	92
Obrázek 65: Detail – hřebenu – Oblast kondenzace s legendou	92
Obrázek 66: Detail – nároží	93
Obrázek 67: Detail – nároží – Průběh izotermy s legendou.....	93
Obrázek 68: Detail – nároží – Průběh izotermy s legendou.....	93
Obrázek 69: Detail – nároží – Průběh izotermy s legendou.....	94
Obrázek 70: Detail – nároží – Průběh izotermy s legendou.....	94

Obrázek 71: Varianta 4 – Tepelná izolace mezi a nad kroklemi – dřevní vlákno	95
Obrázek 72: Průběh izotermy s legendou.....	102
Obrázek 73: Pole teplot s legendou	103
Obrázek 74: Relativní vlhkost s legendou	103
Obrázek 75: Orientace tepelných toků s legendou	103
Obrázek 76: Detail - hřebenu	104
Obrázek 77: Detail – hřebenu – Průběh izotermy s legendou.....	104
Obrázek 78: Detail – hřebenu – Pole teplot s legendou.....	105
Obrázek 79: Detail – hřebenu – Rozložení relativní vlhkosti s legendou	105
Obrázek 80: Detail – hřebenu – Oblast kondenzace s legendou	105
Obrázek 81: Detail – nároží	106
Obrázek 82: Detail – nároží – Průběh izotermy s legendou.....	106
Obrázek 83: Detail – nároží – Průběh izotermy s legendou.....	106
Obrázek 84: Detail – nároží – Průběh izotermy s legendou.....	107
Obrázek 85: Detail – nároží – Průběh izotermy s legendou.....	107
Obrázek 86: Varianta 5 – Tepelná izolace mezi a pod kroklemi – minerální vata.....	108
Obrázek 87: Průběh izotermy s legendou.....	116
Obrázek 88: Pole teplot s legendou	116
Obrázek 89: Relativní vlhkost s legendou	116
Obrázek 90: Orientace tepelných toků s legendou	116
Obrázek 91: Detail - vaznice	117
Obrázek 92: Detail – vaznice – Průběh izotermy s legendou	117
Obrázek 93: Detail – vaznice – Pole teplot s legendou	118
Obrázek 94: Detail – vaznice – Rozložení relativní vlhkosti s legendou.....	118
Obrázek 95: Detail – vaznice – Oblast kondenzace s legendou.....	118
Obrázek 96: Detail – nároží	119
Obrázek 97: Detail – nároží – Průběh izotermy s legendou.....	119
Obrázek 98: Detail – nároží – pole teplot s legendou	119
Obrázek 99: Detail – nároží – relativní vlhkost s legendou	120
Obrázek 100: Detail – nároží – oblast kondenzace s legendou.....	120
Obrázek 101: Varianta 6 – Tepelná izolace mezi a pod kroklemi – PUR pěna	121
Obrázek 102: Průběh izotermy s legendou.....	129
Obrázek 103: Pole teplot s legendou	129
Obrázek 104: Relativní vlhkost s legendou	129
Obrázek 105: Orientace tepelných toků s legendou	129
Obrázek 106: Detail - vaznice	130

Obrázek 107: Detail – vaznice – Průběh izotermy s legendou	130
Obrázek 108: Detail – vaznice – Pole teplot s legendou	131
Obrázek 109: Detail – vaznice – Rozložení relativní vlhkosti legendou	131
Obrázek 110: Detail – vaznice – Oblast kondenzace s legendou.....	131
Obrázek 111: Detail – nároží	132
Obrázek 112: Detail – nároží – Průběh izotermy s legendou.....	132
Obrázek 113: Detail – nároží – pole teplot s legendou.....	132
Obrázek 114: Detail – nároží – relativní vlhkost s legendou.....	133
Obrázek 115: Detail – nároží – oblast kondenzace s legendou.....	133
Obrázek 116: Varianta 7 – Tepelná izolace mezi a pod krokvemi – minerální vata.....	134
Obrázek 117: Průběh izotermy s legendou.....	142
Obrázek 118: Pole teplot s legendou.....	142
Obrázek 119: Relativní vlhkost s legendou.....	142
Obrázek 120: Orientace tepelných toků s legendou	142
Obrázek 121: Detail - vaznice.....	143
Obrázek 122: Detail – vaznice – Průběh izotermy s legendou	143
Obrázek 123: Detail – vaznice – Pole teplot s legendou	144
Obrázek 124: Detail – vaznice – Rozložení relativní vlhkosti s legendou.....	144
Obrázek 125: Detail – vaznice – Oblast kondenzace s legendou.....	144
Obrázek 126: Detail – nároží	145
Obrázek 127: Detail – nároží – Průběh izotermy s legendou.....	145
Obrázek 128: Detail – nároží – pole teplot s legendou	145
Obrázek 129: Detail – nároží – relativní vlhkost s legendou.....	146
Obrázek 130: Detail – nároží – oblast kondenzace s legendou.....	146
Obrázek 131: Varianta 7 – Tepelná izolace mezi a pod krokvemi – minerální vlna na bázi skla.....	147
Obrázek 132: Průběh izotermy s legendou.....	155
Obrázek 133: Pole teplot s legendou	155
Obrázek 134: Relativní vlhkost s legendou.....	155
Obrázek 135: Orientace tepelných toků s legendou	155
Obrázek 136: Detail - vaznice.....	156
Obrázek 137: Detail – vaznice – Průběh izotermy s legendou	156
Obrázek 138: Detail – vaznice – Pole teplot s legendou	157
Obrázek 139: Detail – vaznice – Rozložení relativní vlhkosti s legendou.....	157
Obrázek 140: Detail – vaznice – Oblast kondenzace s legendou.....	157
Obrázek 141: Detail – nároží	158

Obrázek 142: Detail – nároží – Průběh izotermy s legendou.....	158
Obrázek 143: Detail – nároží – pole teplot s legendou	158
Obrázek 144: Detail – nároží – relativní vlhkost s legendou	159
Obrázek 145: Detail – nároží – oblast kondenzace s legendou.....	159
Obrázek 146: Schéma č.2 – plochá střechy	160
Obrázek 147: Varianta 1 – Klasické pořadí vrstev – PIR desky	161
Obrázek 148: Průběh izotermy s legendou.....	168
Obrázek 149: Pole teplot s legendou	168
Obrázek 150: Relativní vlhkost s legendou	168
Obrázek 151: Orientace tepelných toků s legendou	168
Obrázek 152: Detail - atika	169
Obrázek 153: Detail – atika – Průběh izotermy s legendou.....	169
Obrázek 154: Detail – atika – Pole teplot s legendou	170
Obrázek 155: Detail – atika– Rozložení relativní vlhkosti s legendou	170
Obrázek 156: Detail – atika – Oblast kondenzace s legendou	170
Obrázek 157: Detail – nároží	171
Obrázek 158: Detail – vpust – Průběh izotermy s legendou.....	171
Obrázek 159: Detail – vpust – pole teplot s legendou	171
Obrázek 160: Detail – vpust– relativní vlhkost s legendou	172
Obrázek 161: Detail – vpust – oblast kondenzace s legendou	172
Obrázek 162: Varianta 2 – Inverzní skladba střechy- Extrudovaný polystyren.....	173
Obrázek 163: Průběh izotermy s legendou.....	180
Obrázek 164: Pole teplot s legendou	180
Obrázek 165: Relativní vlhkost s legendou.....	180
Obrázek 166: Orientace tepelných toků s legendou	180
Obrázek 167: Detail - atika	181
Obrázek 168: Detail – atika – Průběh izotermy s legendou.....	181
Obrázek 169: Detail – atika – Pole teplot s legendou	182
Obrázek 170: Detail – atika – Rozložení relativní vlhkosti s legendou	182
Obrázek 171: Detail – atika – Oblast kondenzace s legendou	182
Obrázek 172: Detail – vpust.....	183
Obrázek 173: Detail – vpust– Průběh izotermy s legendou.....	183
Obrázek 174: Detail – vpust– pole teplot s legendou	183
Obrázek 175: Detail – nároží – relativní vlhkost s legendou.....	184
Obrázek 176: Detail – nároží – oblast kondenzace s legendou.....	184

Seznam tabulek

Tabulka 1: Kritický teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$ pro návrhovou relativní vlhkost vnitřního vzduchu $\varphi_{i,r} = 50 \%$ / Teplota odpovídajícímu teplotnímu faktoru vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$ pro návrhovou relativní vlhkost vnitřního vzduchu $\varphi_{i,r} = 50 \%$	14
Tabulka 2: Vybrané hodnoty součinitele prostupu tepla	15
Tabulka 3: Vybrané hodnoty lineárního činitele prostupu tepla	17
Tabulka 4: Doporučené hodnoty celkové intenzity výměny vzduchu	21
Tabulka 5: Minerální vlna – Vybrané vlastnosti	26
Tabulka 6: Celulóza – Vybrané vlastnosti.....	27
Tabulka 7: Ovčí vlna – Vybrané vlastnosti	28
Tabulka 8: Pěnový expandovaný polystyren – Vybrané vlastnosti	28
Tabulka 9: Extrudovaný polystyren – Vybrané vlastnosti.....	29
Tabulka 10: Pěnový polyuretan – Vybrané vlastnosti	29
Tabulka 11: Desky z polyisokyanurátu – Vybrané hodnoty.....	30
Tabulka 12: Pěnové sklo – Vybrané vlastnosti.....	31
Tabulka 13: Dřevovláknité izolace – Vybrané vlastnosti	31
Tabulka 14: Zadané materiály s konkrétními hodnotami - TEPLO.....	60
Tabulka 15: Zadané materiály s konkrétními hodnotami - AREA	61
Tabulka 16: Nejnižší povrchová teplota a hustota tepelného toku.....	61
Tabulka 17: Nejnižší povrchové teploty, Teplotní faktor a Riziko kondenzace	62
Tabulka 18: Rekapitulace rozpočtu – Varianta 1.....	68
Tabulka 19: Zadané materiály s konkrétními hodnotami - TEPLO.....	73
Tabulka 20: Zadané materiály s konkrétními hodnotami - AREA	74
Tabulka 21: Nejnižší povrchová teplota a hustota tepelného toku.....	75
Tabulka 22: Nejnižší povrchové teploty, Teplotní faktor a Riziko kondenzace	75
Tabulka 23: Rekapitulace rozpočtu – Varianta 2.....	81
Tabulka 24: Zadané materiály s konkrétními hodnotami - TEPLO.....	86
Tabulka 25: Zadané materiály s konkrétními hodnotami - AREA	87
Tabulka 26: Nejnižší povrchová teplota a hustota tepelného toku.....	88
Tabulka 27: Nejnižší povrchové teploty, Teplotní faktor a Riziko kondenzace	88
Tabulka 28: Rekapitulace rozpočtu – Varianta 3.....	94
Tabulka 29: Zadané materiály s konkrétními hodnotami - TEPLO.....	99
Tabulka 30: Zadané materiály s konkrétními hodnotami - AREA	100
Tabulka 31: Nejnižší povrchová teplota a hustota tepelného toku.....	101
Tabulka 32: Nejnižší povrchové teploty, Teplotní faktor a Riziko kondenzace	101
Tabulka 33: Rekapitulace rozpočtu – Varianta 4.....	107

Tabulka 34: Zadané materiály s konkrétními hodnotami - TEPLO.....	112
Tabulka 35: Zadané materiály s konkrétními hodnotami - AREA	113
Tabulka 36: Nejnižší povrchová teplota a hustota tepelného toku.....	114
Tabulka 37: Nejnižší povrchové teploty, Teplotní faktor a Riziko kondenzace	114
Tabulka 38: Rekapitulace rozpočtu – Varianta 5.....	120
Tabulka 39: Zadané materiály s konkrétními hodnotami - TEPLO.....	125
Tabulka 40: Zadané materiály s konkrétními hodnotami - AREA	126
Tabulka 41: Nejnižší povrchová teplota a hustota tepelného toku.....	127
Tabulka 42: Nejnižší povrchové teploty, Teplotní faktor a Riziko kondenzace	127
Tabulka 43: Rekapitulace rozpočtu – Varianta 6.....	133
Tabulka 44: Zadané materiály s konkrétními hodnotami - TEPLO.....	138
Tabulka 45: Zadané materiály s konkrétními hodnotami - AREA	139
Tabulka 46: Nejnižší povrchová teplota a hustota tepelného toku.....	140
Tabulka 47: Nejnižší povrchové teploty, Teplotní faktor a Riziko kondenzace	140
Tabulka 48: Rekapitulace rozpočtu – Varianta 7.....	146
Tabulka 49: Zadané materiály s konkrétními hodnotami - TEPLO.....	151
Tabulka 50: Zadané materiály s konkrétními hodnotami - AREA	152
Tabulka 51: Nejnižší povrchová teplota a hustota tepelného toku.....	153
Tabulka 52: Nejnižší povrchové teploty, Teplotní faktor a Riziko kondenzace	153
Tabulka 53: Rekapitulace rozpočtu – Varianta 8.....	159
Tabulka 54: Zadané materiály s konkrétními hodnotami - TEPLO.....	164
Tabulka 55: Zadané materiály s konkrétními hodnotami - AREA	165
Tabulka 56: Nejnižší povrchová teplota a hustota tepelného toku.....	166
Tabulka 57: Nejnižší povrchové teploty, Teplotní faktor a Riziko kondenzace	166
Tabulka 58: Rekapitulace rozpočtu – Varianta plochá střecha 1	172
Tabulka 59: Zadané materiály s konkrétními hodnotami - TEPLO.....	176
Tabulka 60: Zadané materiály s konkrétními hodnotami - AREA	177
Tabulka 61: Nejnižší povrchová teplota a hustota tepelného toku.....	178
Tabulka 62: Nejnižší povrchové teploty, Teplotní faktor a Riziko kondenzace	178
Tabulka 63: Rekapitulace rozpočtu – Varianta plochá střecha 2	184
Tabulka 64: Vyhodnocení hypotéz – Šikmá střecha.....	185
Tabulka 65: Vyhodnocení hypotéz – Plochá střecha.....	185
Tabulka 66: Vyhodnocení hypotéz – Šikmá střecha (x) Plochá střecha	185
Tabulka 67: Výpočet vah	187
Tabulka 68: Výpočet vah s navýšením preferencí.....	187
Tabulka 69: Vyhodnocení variant – metoda pořadí s váhami.....	188

Přílohy

- Příloha 1: Základní komplexní tepelně technické posouzení konstrukce – varianta 1
- Příloha 2: Základní komplexní tepelně technické posouzení konstrukce – varianta 2
- Příloha 3: Základní komplexní tepelně technické posouzení konstrukce – varianta 3
- Příloha 4: Základní komplexní tepelně technické posouzení konstrukce – varianta 4
- Příloha 5: Základní komplexní tepelně technické posouzení konstrukce – varianta 5
- Příloha 6: Základní komplexní tepelně technické posouzení konstrukce – varianta 6
- Příloha 7: Základní komplexní tepelně technické posouzení konstrukce – varianta 7
- Příloha 8: Základní komplexní tepelně technické posouzení konstrukce – varianta 8
- Příloha 9: Základní komplexní tepelně technické posouzení konstrukce – plochá střecha varianta 1
- Příloha 10: Základní komplexní tepelně technické posouzení konstrukce – plochá střecha varianta 2
- Příloha 11: Krycí list rozpočtu z programu Kros 4 – varianta 1
- Příloha 12: Rozpočet s výkazem výměr z programu Kros 4 – varianta 1
- Příloha 13: Krycí list rozpočtu z programu Kros 4 – varianta 2
- Příloha 14: Rozpočet s výkazem výměr z programu Kros 4 – varianta 2
- Příloha 15: Krycí list rozpočtu z programu Kros 4 – varianta 3
- Příloha 16: Rozpočet s výkazem výměr z programu Kros 4 – varianta 3
- Příloha 17: Krycí list rozpočtu z programu Kros 4 – varianta 4
- Příloha 18: Rozpočet s výkazem výměr z programu Kros 4 – varianta 4
- Příloha 19: Krycí list rozpočtu z programu Kros 4 – varianta 5
- Příloha 20: Rozpočet s výkazem výměr z programu Kros 4 – varianta 5
- Příloha 21: Krycí list rozpočtu z programu Kros 4 – varianta 6
- Příloha 22: Rozpočet s výkazem výměr z programu Kros 4 – varianta 6
- Příloha 23: Krycí list rozpočtu z programu Kros 4 – varianta 7
- Příloha 24: Rozpočet s výkazem výměr z programu Kros 4 – varianta 7
- Příloha 25: Krycí list rozpočtu z programu Kros 4 – varianta 8
- Příloha 26: Rozpočet s výkazem výměr z programu Kros 4 – varianta 8
- Příloha 27: Krycí list rozpočtu z programu Kros 4 – plochá varianta 1
- Příloha 28: Rozpočet s výkazem výměr z programu Kros 4 – plochá varianta 1
- Příloha 29: Krycí list rozpočtu z programu Kros 4 – plochá varianta 2
- Příloha 30: Rozpočet s výkazem výměr z programu Kros 4 – plochá varianta 2

Příloha 1: Základní komplexní tepelně technické posouzení konstrukce – varianta 1

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

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

Teplo 2015

Název úlohy : Tepelná izolace nad krokvemi – **PIR**)

Zpracovatel : Bc. Jan Kašpar

Zakázka : ČVUT – Diplomová práce

Datum : 6.11.2016

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Strop, střecha - tepelný tok zdola

Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m ³]	Mi[-]	Ma[kg/m ²]
1	OSB desky	0.0220	0.1300	1700.0	650.0	50.0	0.0000
2	Jutafool N 110	0.0002	0.3900	1700.0	440.0	210154.0	0.0000
3	PIR desky	0.1400	0.0230	1500.0	30.0	180.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m²K/W

dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rsi : 0.25 m²K/W

Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m²K/W

dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rse : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -16.0 C

Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C

Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %

Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

Měsíc	Délka[dny]	Tai[C]	RHi[%]	Pi[Pa]	Te[C]	RHe[%]	Pe[Pa]
1	31	20.6	43.9	1064.6	-2.5	81.3	403.2
2	28	20.6	46.0	1115.6	-1.0	80.8	454.1
3	31	20.6	48.5	1176.2	2.6	79.6	586.0
4	30	20.6	51.7	1253.8	7.1	77.7	783.4
5	31	20.6	57.4	1392.0	12.1	74.9	1056.9
6	30	20.6	62.3	1510.9	15.4	72.4	1266.1
7	31	20.6	65.0	1576.4	17.0	70.9	1373.1
8	31	20.6	64.1	1554.5	16.5	71.4	1339.6
9	30	20.6	58.5	1418.7	12.9	74.4	1106.5
10	31	20.6	52.5	1273.2	8.0	77.3	828.8
11	30	20.6	48.6	1178.6	2.8	79.4	592.9
12	31	20.6	46.3	1122.9	-0.8	80.8	461.7

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

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem dle ČSN EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 6.26 m²K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.156 W/m²K

U < U_{doporučená} 0,156W/m²K < 0,160 W/m²K

U < U_{hodnocení skladeb} 0,156W/m²K + (1,266 %) = 0,158 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc} : 0.18 / 0.21 / 0.26 / 0.36 W/m²K
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou
 přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce Z_{pT} : 3.9E+0011 m/s
 Teplotní útlum konstrukce N_{y^*} : 70.4
 Fázový posun teplotního kmitu Ψ_{si^*} : 3.1 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p}$: 19.20 C
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách $f_{Rsi,p}$: 0.962

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		$T_{si}[C]$	f_{Rsi}	RHsi[%]
$T_{si},m[C]$	f_{Rsi},m	$T_{si},m[C]$	f_{Rsi},m				
1	11.2	0.594	7.9	0.450	19.7	0.962	46.4
2	11.9	0.598	8.6	0.444	19.8	0.962	48.4
3	12.7	0.563	9.4	0.376	19.9	0.962	50.6
4	13.7	0.489	10.3	0.238	20.1	0.962	53.4
5	15.3	0.379	11.9	-----	20.3	0.962	58.6
6	16.6	0.232	13.1	-----	20.4	0.962	63.1
7	17.3	0.076	13.8	-----	20.5	0.962	65.6
8	17.1	0.135	13.6	-----	20.4	0.962	64.7
9	15.6	0.353	12.2	-----	20.3	0.962	59.6
10	13.9	0.471	10.5	0.202	20.1	0.962	54.1
11	12.8	0.559	9.4	0.371	19.9	0.962	50.7
12	12.0	0.599	8.7	0.443	19.8	0.962	48.7

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

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	e
tepl.[C]:	19.2	18.3	18.3	-15.8
p [Pa]:	1334	1316	546	126
p,sat [Pa]:	2224	2096	2096	153

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

Množství difundující vodní páry G_d : 3.330E-0009 kg/m²s

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci.

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

STOP, Teplo 2015

Příloha 2: Základní komplexní tepelně technické posouzení konstrukce – varianta 2

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

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

Teplo 2010

Název úlohy : Tepelná izolace nad krokvemi - **ISOVER**

Zpracovatel : Bc. Jan Kašpar

Zakázka : ČVUT – Diplomová práce

Datum : 6.11.2016

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Strop, střecha - tepelný tok zdola

Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m ³]	Mi[-]	Ma[kg/m ²]
1	OSB desky	0.0220	0.1300	1700.0	650.0	50.0	0.0000
2	Isover Vario	0.00005	0.3500	1470.0	60.0	100000.0	0.0000
3	Isover UNI	0.0500	0.0350	800.0	40.0	1.0	0.0000
4	Isover UNI	0.1600	0.0350	800.0	40.0	1.0	0.0000
5	Tyvek Soft	0.0002	0.3500	1470.0	330.0	111.0	0.0000

U vrstvy č. 2 je faktor difuzního odporu proměnný v roce.

Okrajové podmínky výpočtu

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R_{si} : 0.10 m²K/W

dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{si} : 0.25 m²K/W

Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R_{se} : 0.04 m²K/W

dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{se} : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota T_e : -16.0 C

Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 20.6 C

Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R_{He} : 84.0 %

Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R_{Hi} : 55.0 %

Měsíc	Délka[dny]	T _{ai} [C]	R _{Hi} [%]	P _i [Pa]	T _e [C]	R _{He} [%]	P _e [Pa]
1	31	20.6	43.9	1064.6	-2.5	81.3	403.2
2	28	20.6	46.0	1115.6	-1.0	80.8	454.1
3	31	20.6	48.5	1176.2	2.6	79.6	586.0
4	30	20.6	51.7	1253.8	7.1	77.7	783.4
5	31	20.6	57.4	1392.0	12.1	74.9	1056.9
6	30	20.6	62.3	1510.9	15.4	72.4	1266.1
7	31	20.6	65.0	1576.4	17.0	70.9	1373.1
8	31	20.6	64.1	1554.5	16.5	71.4	1339.6
9	30	20.6	58.5	1418.7	12.9	74.4	1106.5
10	31	20.6	52.5	1273.2	8.0	77.3	828.8
11	30	20.6	48.6	1178.6	2.8	79.4	592.9
12	31	20.6	46.3	1122.9	-0.8	80.8	461.7

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

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem dle ČSN EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ:

Teplný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Teplný odpor konstrukce R : 6.17 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.158 W/m²K

$U < U_{\text{doporučená}}$ **0,158 W/m²K < 0,160 W/m²K**
 $U < U_{\text{hodnocení skladeb}}$ **0,158 W/m²K = 0,158 W/m²K**

Součinitel prostupu zabudované kce U_{k,c} : 0.18 / 0.21 / 0.26 / 0.36 W/m²K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce Z_{pT} : 3.4E+0010 m/s
Teplotní útlum konstrukce Ny* : 69.7
Fázový posun teplotního kmitu Psi* : 3.2 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 19.18 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : 0.961

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		Tsi[C]	f,Rsi	RHsi[%]
	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi,m[C]	f,Rsi,m			
1	11.2	0.594	7.9	0.450	19.7	0.961	46.4
2	11.9	0.598	8.6	0.444	19.8	0.961	48.4
3	12.7	0.563	9.4	0.376	19.9	0.961	50.6
4	13.7	0.489	10.3	0.238	20.1	0.961	53.4
5	15.3	0.379	11.9	-----	20.3	0.961	58.6
6	16.6	0.232	13.1	-----	20.4	0.961	63.1
7	17.3	0.076	13.8	-----	20.5	0.961	65.6
8	17.1	0.135	13.6	-----	20.4	0.961	64.7
9	15.6	0.353	12.2	-----	20.3	0.961	59.6
10	13.9	0.471	10.5	0.202	20.1	0.961	54.1
11	12.8	0.559	9.4	0.371	19.9	0.961	50.7
12	12.0	0.599	8.7	0.443	19.8	0.961	48.7

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

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	e
tepl.[C]:	19.2	18.2	18.2	10.1	-15.8	-15.8
p [Pa]:	1334	1124	170	160	130	126
p,sat [Pa]:	2221	2092	2092	1238	153	153

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

Množství difundující vodní páry G_d : 3.816E-0008 kg/m²s

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci.

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

Příloha 3: Základní komplexní tepelně technické posouzení konstrukce – varianta 3

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

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

Teplo 2015

Název úlohy : Tepelná izolace mezi a nad krokvemi - **ISOVER**
Zpracovatel : Bc. Jan Kašpar
Zakázka : ČVUT – Diplomová práce
Datum : 6.11.2016

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Strop, střecha - tepelný tok zdola
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m ³]	Mi[-]	Ma[kg/m ²]
1	Sádkarton	0.0125	0.2200	1060.0	750.0	9.0	0.0000
2	Uzavřená vzduc	0.0250	0.1470	1010.0	1.2	0.4	0.0000
3	Jutafool N 110	0.0002	0.3900	1700.0	440.0	210154.0	0.0000
4	Isover UNIROL	0.1600	0.0500	840.0	40.0	1.0	0.0000
5	Isover UNI	0.1000	0.0350	840.0	40.0	1.0	0.0000
6	Tyvek Soft	0.0002	0.3500	1470.0	330.0	111.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m²K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rsi : 0.25 m²K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m²K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rse : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -16.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH_i : 55.0 %

Měsíc	Délka[dny]	Tai[C]	RHi[%]	Pi[Pa]	Te[C]	RHe[%]	Pe[Pa]
1	31	20.6	55.0	1333.8	-2.5	81.3	403.2
2	28	20.6	57.1	1384.8	-1.0	80.8	454.1
3	31	20.6	58.2	1411.4	2.6	79.6	586.0
4	30	20.6	58.8	1426.0	7.1	77.7	783.4
5	31	20.6	61.8	1498.8	12.1	74.9	1056.9
6	30	20.6	64.9	1573.9	15.4	72.4	1266.1
7	31	20.6	66.6	1615.2	17.0	70.9	1373.1
8	31	20.6	66.1	1603.0	16.5	71.4	1339.6
9	30	20.6	62.5	1515.7	12.9	74.4	1106.5
10	31	20.6	59.2	1435.7	8.0	77.3	828.8
11	30	20.6	58.2	1411.4	2.8	79.4	592.9
12	31	20.6	57.4	1392.0	-0.8	80.8	461.7

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

Výchozí měsíc výpočtu balance se stanovuje výpočtem dle ČSN EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 6.29 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.156 W/m²K

$U < U_{\text{doporučená}} \quad 0,156 \text{ W/m}^2\text{K} < 0,160 \text{ W/m}^2\text{K}$
 $U < U_{\text{hodnocení skladeb}} \quad 0,156 \text{ W/m}^2\text{K} + (1,266 \%) = 0,158 \text{ W/m}^2\text{K}$

Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc} : 0.18 / 0.21 / 0.26 / 0.36 W/m²K
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou
 přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce Z_{pT} : 2.5E+0011 m/s
 Teplotní útlum konstrukce N_{y^*} : 71.5
 Fázový posun teplotního kmitu Ψ_{si^*} : 3.0 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p}$: 19.21 C
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách $f_{Rsi,p}$: 0.962

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----				
	$T_{si,m}[C]$	$f_{Rsi,m}$	$T_{si,m}[C]$	$f_{Rsi,m}$	$T_{si}[C]$	f_{Rsi}	$RH_{si}[%]$
1	14.7	0.743	11.2	0.595	19.7	0.962	58.1
2	15.2	0.752	11.8	0.593	19.8	0.962	60.1
3	15.5	0.719	12.1	0.528	19.9	0.962	60.7
4	15.7	0.637	12.3	0.382	20.1	0.962	60.7
5	16.5	0.515	13.0	0.108	20.3	0.962	63.0
6	17.2	0.356	13.8	-----	20.4	0.962	65.7
7	17.7	0.183	14.2	-----	20.5	0.962	67.2
8	17.5	0.253	14.1	-----	20.4	0.962	66.7
9	16.7	0.488	13.2	0.038	20.3	0.962	63.6
10	15.8	0.619	12.4	0.346	20.1	0.962	61.0
11	15.5	0.716	12.1	0.523	19.9	0.962	60.7
12	15.3	0.753	11.9	0.593	19.8	0.962	60.4

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

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
tepl.[C]:	19.2	18.9	17.9	17.9	0.1	-15.8	-15.8
p [Pa]:	1334	1331	1331	133	129	127	126
p_{sat} [Pa]:	2225	2181	2056	2055	616	153	153

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.
 Množství difundující vodní páry G_d : 5.179E-0009 kg/m²s

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci.

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

STOP, Teplo 2015

Příloha 4: Základní komplexní tepelně technické posouzení konstrukce – varianta 4

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

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

Teplo 2015

Název úlohy : Tepelná izolace mezi a nad krokvy - **STEICO**
Zpracovatel : Bc. Jan Kašpar
Zakázka : ČVUT – Diplomová práce
Datum : 6.11.2016

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Strop, střecha - tepelný tok zdola
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m ³]	Mi[-]	Ma[kg/m ²]
1	Sádrokarton	0.0125	0.2200	1060.0	750.0	9.0	0.0000
2	Uzavřená vzduch	0.0250	0.1470	1010.0	1.2	0.4	0.0000
3	Jutafoł N 110	0.0002	0.3900	1700.0	440.0	210154.0	0.0000
4	STEICO FLEX	0.1600	0.0522	2100.0	50.0	0.5	0.0000
5	STEICO SPECIÁL	0.1200	0.0410	2100.0	50.0	5.0	0.0000
6	Bramac Pro	0.0001	0.3500	1450.0	800.0	130.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R_{si} : 0.10 m²K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{si} : 0.25 m²K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R_{se} : 0.04 m²K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{se} : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota T_e : -16.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 20.6 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R_{He} : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R_{Hi} : 55.0 %

Měsíc	Délka[dny]	T _{ai} [C]	R _{Hi} [%]	P _i [Pa]	T _e [C]	R _{He} [%]	P _e [Pa]
1	31	20.6	43.9	1064.6	-2.5	81.3	403.2
2	28	20.6	46.0	1115.6	-1.0	80.8	454.1
3	31	20.6	48.5	1176.2	2.6	79.6	586.0
4	30	20.6	51.7	1253.8	7.1	77.7	783.4
5	31	20.6	57.4	1392.0	12.1	74.9	1056.9
6	30	20.6	62.3	1510.9	15.4	72.4	1266.1
7	31	20.6	65.0	1576.4	17.0	70.9	1373.1
8	31	20.6	64.1	1554.5	16.5	71.4	1339.6
9	30	20.6	58.5	1418.7	12.9	74.4	1106.5
10	31	20.6	52.5	1273.2	8.0	77.3	828.8
11	30	20.6	48.6	1178.6	2.8	79.4	592.9
12	31	20.6	46.3	1122.9	-0.8	80.8	461.7

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %
Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem dle ČSN EN ISO 13788.
Počet hodnocených let : 1

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 6.22 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.157 W/m²K

U < U_{doporučená}

$$0,157\text{W/m}^2\text{K} < 0,160\text{W/m}^2\text{K}$$

U < U_{hodnocení skladeb}

$$0,157\text{W/m}^2\text{K} + (0,633\%) = 0,158\text{W/m}^2\text{K}$$

Součinitel prostupu zabudované kce U_k: 0.18 / 0.21 / 0.26 / 0.36 W/m²K
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce Z_{pT}: 2.5E+0011 m/s
 Teplotní útlum konstrukce Ny*: 124.6
 Fázový posun teplotního kmitu Psi*: 7.5 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p}: 19.19 C
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p}: 0.962

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		Tsi[C]	f,Rsi	RHsi[%]
	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi,m[C]	f,Rsi,m			
1	11.2	0.594	7.9	0.450	19.7	0.962	46.4
2	11.9	0.598	8.6	0.444	19.8	0.962	48.4
3	12.7	0.563	9.4	0.376	19.9	0.962	50.6
4	13.7	0.489	10.3	0.238	20.1	0.962	53.4
5	15.3	0.379	11.9	-----	20.3	0.962	58.6
6	16.6	0.232	13.1	-----	20.4	0.962	63.1
7	17.3	0.076	13.8	-----	20.5	0.962	65.6
8	17.1	0.135	13.6	-----	20.4	0.962	64.7
9	15.6	0.353	12.2	-----	20.3	0.962	59.6
10	13.9	0.471	10.5	0.202	20.1	0.962	54.1
11	12.8	0.559	9.4	0.371	19.9	0.962	50.7
12	12.0	0.599	8.7	0.443	19.8	0.962	48.7

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

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhrani:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
tepl.[C]:	19.2	18.9	17.9	17.9	0.7	-15.8	-15.8
p [Pa]:	1334	1331	1331	144	142	126	126
p,sat [Pa]:	2223	2179	2052	2052	641	153	153

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

Množství difundující vodní páry G_d: 5.134E-0009 kg/m²s

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci.

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

STOP, Teplo 2015

Příloha 5: Základní komplexní tepelně technické posouzení konstrukce – varianta 5

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

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

Teplo 2015

Název úlohy : Tepelná izolace mezi a pod krokviemi - **ROCKWOOL**
Zpracovatel : Bc. Jan Kašpar
Zakázka : ČVUT – Diplomová práce
Datum : 6.11.2016

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Strop, střecha - tepelný tok zdola
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m ³]	Mi[-]	Ma[kg/m ²]
1	Sádrokarton	0.0125	0.2200	1060.0	750.0	9.0	0.0000
2	Uzavřená vzduch	0.0250	0.1470	1010.0	1.2	0.4	0.0000
3	Jutafol N 110	0.0002	0.3900	1700.0	440.0	210154.0	0.0000
4	Rockwool	0.1000	0.0350	840.0	100.0	2.0	0.0000
5	Rockwool	0.1600	0.0510	840.0	100.0	2.0	0.0000
6	Bramac Pro	0.0001	0.3500	1450.0	800.0	130.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m²K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rsi : 0.25 m²K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m²K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rse : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -16.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

Měsíc	Délka[dny]	Tai[C]	RHi[%]	Pi[Pa]	Te[C]	RHe[%]	Pe[Pa]
1	31	20.6	43.9	1064.6	-2.5	81.3	403.2
2	28	20.6	46.0	1115.6	-1.0	80.8	454.1
3	31	20.6	48.5	1176.2	2.6	79.6	586.0
4	30	20.6	51.7	1253.8	7.1	77.7	783.4
5	31	20.6	57.4	1392.0	12.1	74.9	1056.9
6	30	20.6	62.3	1510.9	15.4	72.4	1266.1
7	31	20.6	65.0	1576.4	17.0	70.9	1373.1
8	31	20.6	64.1	1554.5	16.5	71.4	1339.6
9	30	20.6	58.5	1418.7	12.9	74.4	1106.5
10	31	20.6	52.5	1273.2	8.0	77.3	828.8
11	30	20.6	48.6	1178.6	2.8	79.4	592.9
12	31	20.6	46.3	1122.9	-0.8	80.8	461.7

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

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem dle ČSN EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 6.22 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.157 W/m²K

$U < U_{\text{doporučená}}$

$0,157\text{W/m}^2\text{K} < 0,160\text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U_{\text{hodnocení skladeb}}$

$0,157\text{W/m}^2\text{K} + (0,633\%) = 0,158\text{ W/m}^2\text{K}$

Součinitel prostupu zabudované kce U, kc : 0.18 / 0.21 / 0.26 / 0.36 W/m²K
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce $Z_p T$: 2.5E+0011 m/s
 Teplotní útlum konstrukce N_y^* : 98.9
 Fázový posun teplotního kmitu Ψ_i^* : 6.1 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p}$: 19.19 C
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách $f, R_{si,p}$: 0.962

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----				
	$T_{si,m}[C]$	$f, R_{si,m}$	$T_{si,m}[C]$	$f, R_{si,m}$	$T_{si}[C]$	f, R_{si}	$RH_{si}[\%]$
1	11.2	0.594	7.9	0.450	19.7	0.962	46.4
2	11.9	0.598	8.6	0.444	19.8	0.962	48.4
3	12.7	0.563	9.4	0.376	19.9	0.962	50.6
4	13.7	0.489	10.3	0.238	20.1	0.962	53.4
5	15.3	0.379	11.9	-----	20.3	0.962	58.6
6	16.6	0.232	13.1	-----	20.4	0.962	63.1
7	17.3	0.076	13.8	-----	20.5	0.962	65.6
8	17.1	0.135	13.6	-----	20.4	0.962	64.7
9	15.6	0.353	12.2	-----	20.3	0.962	59.6
10	13.9	0.471	10.5	0.202	20.1	0.962	54.1
11	12.8	0.559	9.4	0.371	19.9	0.962	50.7
12	12.0	0.599	8.7	0.443	19.8	0.962	48.7

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

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
tepl.[C]:	19.2	18.9	17.9	17.9	1.9	-15.8	-15.8
p [Pa]:	1334	1331	1331	140	135	126	126
p,sat [Pa]:	2223	2179	2052	2052	698	153	153

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

Množství difundující vodní páry G_d : 5.151E-0009 kg/m²s

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci.

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

Příloha 6: Základní komplexní tepelně technické posouzení konstrukce – varianta 6

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

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

Teplo 2015

Název úlohy : Tepelná izolace mezi a pod krokviemi – KNAUF INSULATION THERMO
Zpracovatel : Bc. Jan Kašpar
Zakázka : ČVUT – Diplomová práce
Datum : 6.11.2016

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Strop, střecha - tepelný tok zdola
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m ³]	Mi[-]	
1	Sádrokarton	0.0012	0.2200	1060.0	750.0	9.0	0.0000
2	Uzavřená vzduc	0.0250	0.1470	1010.0	1.2	0.4	0.0000
3	Jutafof N 110	0.0002	0.3900	1700.0	440.0	210154.0	0.0000
4	PUR pěna	0.1300	0.0430	1270.0	16.0	10.0	0.0000
5	PUR pěna	0.1600	0.0550	1270.0	16.0	10.0	0.0000
6	OSB desky	0.0220	0.1300	1700.0	650.0	50.0	0.0000
7	Bramac Pro	0.0001	0.3500	1450.0	800.0	130.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R_{si} : 0.10 m²K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{si} : 0.25 m²K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R_{se} : 0.04 m²K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{se} : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota T_e : -16.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 20.6 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R_{He} : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R_{Hi} : 55.0 %

Měsíc	Délka[dny]	T _{ai} [C]	R _{Hi} [%]	P _i [Pa]	T _e [C]	R _{He} [%]	P _e [Pa]
1	31	20.6	55.0	1333.8	-2.5	81.3	403.2
2	28	20.6	57.1	1384.8	-1.0	80.8	454.1
3	31	20.6	58.2	1411.4	2.6	79.6	586.0
4	30	20.6	58.8	1426.0	7.1	77.7	783.4
5	31	20.6	61.8	1498.8	12.1	74.9	1056.9
6	30	20.6	64.9	1573.9	15.4	72.4	1266.1
7	31	20.6	66.6	1615.2	17.0	70.9	1373.1
8	31	20.6	66.1	1603.0	16.5	71.4	1339.6
9	30	20.6	62.5	1515.7	12.9	74.4	1106.5
10	31	20.6	59.2	1435.7	8.0	77.3	828.8
11	30	20.6	58.2	1411.4	2.8	79.4	592.9
12	31	20.6	57.4	1392.0	-0.8	80.8	461.7

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %
Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem dle ČSN EN ISO 13788.
Počet hodnocených let : 1

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 6.28 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.156 W/m²K

$U < U_{\text{doporučená}}$

$0,156 \text{ W/m}^2\text{K} < 0,160 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U_{\text{hodnocení skladeb}}$

$0,156 \text{ W/m}^2\text{K} + (1,266 \%) = 0,158 \text{ W/m}^2\text{K}$

Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc} : 0.18 / 0.21 / 0.26 / 0.36 W/m²K
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou
 přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce Z_{pT} : 2.7E+0011 m/s
 Teplotní útlum konstrukce N_{y^*} : 68.7
 Fázový posun teplotního kmitu Ψ_{si^*} : 2.7 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p}$: 19.21 C
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách $f_{Rsi,p}$: 0.962

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		$T_{si}[C]$	f_{Rsi}	RHsi[%]
	$T_{si,m}[C]$	$f_{Rsi,m}$	$T_{si,m}[C]$	$f_{Rsi,m}$			
1	14.7	0.743	11.2	0.595	19.7	0.962	58.1
2	15.2	0.752	11.8	0.593	19.8	0.962	60.1
3	15.5	0.719	12.1	0.528	19.9	0.962	60.7
4	15.7	0.637	12.3	0.382	20.1	0.962	60.7
5	16.5	0.515	13.0	0.108	20.3	0.962	63.0
6	17.2	0.356	13.8	-----	20.4	0.962	65.7
7	17.7	0.183	14.2	-----	20.5	0.962	67.2
8	17.5	0.253	14.1	-----	20.4	0.962	66.7
9	16.7	0.488	13.2	0.038	20.3	0.962	63.6
10	15.8	0.619	12.4	0.346	20.1	0.962	61.0
11	15.5	0.716	12.1	0.523	19.9	0.962	60.7
12	15.3	0.753	11.9	0.593	19.8	0.962	60.4

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

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:
 (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
tepl.[C]:	19.2	19.2	18.2	18.2	1.4	-14.8	-15.8	-15.8
p [Pa]:	1334	1334	1333	223	191	153	126	126
p,sat [Pa]:	2225	2220	2093	2092	674	167	153	153

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

Množství difundující vodní páry G_d : 4.805E-0009 kg/m²s

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci.

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

STOP, Teplo 2015

Příloha 7: Základní komplexní tepelně technické posouzení konstrukce – varianta 7

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

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

Teplo 2015

Název úlohy : Tepelná izolace mezi (ne po celé výšce krokve) a nad krokvemi - **ROCKWOOL**
Zpracovatel : Bc. Jan Kašpar
Zakázka : ČVUT – Diplomová práce
Datum : 6.11.2016

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Strop, střecha - tepelný tok zdola
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m ³]	Mi[-]	
1	Sádrokarton	0.0012	0.2200	1060.0	750.0	9.0	0.0000
2	Uzavřená vzduch	0.0250	0.1470	1010.0	1.2	0.4	0.0000
3	Jutafol N 110	0.0002	0.3900	1700.0	440.0	210154.0	0.0000
4	ROCKWOOL	0.1400	0.0350	840.0	138.0	4.0	0.0000
5	ROCKWOOL	0.1000	0.0467	840.0	100.0	2.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m²K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rsi : 0.25 m²K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m²K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rse : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -16.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH_i : 55.0 %

Měsíc	Délka[dny]	Tai[C]	RHi[%]	Pi[Pa]	Te[C]	RHe[%]	Pe[Pa]
1	31	20.6	55.0	1333.8	-2.5	81.3	403.2
2	28	20.6	57.1	1384.8	-1.0	80.8	454.1
3	31	20.6	58.2	1411.4	2.6	79.6	586.0
4	30	20.6	58.8	1426.0	7.1	77.7	783.4
5	31	20.6	61.8	1498.8	12.1	74.9	1056.9
6	30	20.6	64.9	1573.9	15.4	72.4	1266.1
7	31	20.6	66.6	1615.2	17.0	70.9	1373.1
8	31	20.6	66.1	1603.0	16.5	71.4	1339.6
9	30	20.6	62.5	1515.7	12.9	74.4	1106.5
10	31	20.6	59.2	1435.7	8.0	77.3	828.8
11	30	20.6	58.2	1411.4	2.8	79.4	592.9
12	31	20.6	57.4	1392.0	-0.8	80.8	461.7

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %
Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem dle ČSN EN ISO 13788.
Počet hodnocených let : 1

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 6.32 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.155 W/m²K

$U < U_{\text{doporučená}}$ **0,155W/m²K < 0,160 W/m²K**
 $U < U_{\text{hodnocení skladeb}}$ **0,155W/m²K + (1,899 %) = 0,158 W/m²K**

Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc} : 0.17 / 0.20 / 0.25 / 0.35 W/m²K
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou
 přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce $Z_p T$: 2.5E+0011 m/s
 Teplotní útlum konstrukce N_y^* : 109.2
 Fázový posun teplotního kmitu Ψ_i^* : 6.4 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p}$: 19.22 C
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách $f_{Rsi,p}$: 0.962

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----				
	$T_{si,m}[C]$	$f_{Rsi,m}$	$T_{si,m}[C]$	$f_{Rsi,m}$	$T_{si}[C]$	f_{Rsi}	$RH_{si}[\%]$
1	14.7	0.743	11.2	0.595	19.7	0.962	58.1
2	15.2	0.752	11.8	0.593	19.8	0.962	60.1
3	15.5	0.719	12.1	0.528	19.9	0.962	60.7
4	15.7	0.637	12.3	0.382	20.1	0.962	60.7
5	16.5	0.515	13.0	0.108	20.3	0.962	63.0
6	17.2	0.356	13.8	-----	20.4	0.962	65.7
7	17.7	0.183	14.2	-----	20.5	0.962	67.2
8	17.5	0.253	14.1	-----	20.4	0.962	66.7
9	16.7	0.488	13.2	0.038	20.3	0.962	63.6
10	15.8	0.619	12.4	0.346	20.1	0.962	61.0
11	15.5	0.716	12.1	0.523	19.9	0.962	60.7
12	15.3	0.753	11.9	0.593	19.8	0.962	60.3

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

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	e
tepl.[C]:	19.2	19.2	18.2	18.2	-3.9	-15.8
p [Pa]:	1334	1334	1333	146	131	126
p,sat [Pa]:	2226	2221	2094	2094	440	153

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

Množství difundující vodní páry G_d : 5.138E-0009 kg/m²s

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci.

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

STOP, Teplo 2015

Příloha 8: Základní komplexní tepelně technické posouzení konstrukce – varianta 8

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

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

Teplo 2015

Název úlohy : Tepelná izolace mezi a nad krokvy - **ISOVER**
Zpracovatel : Bc. Jan Kašpar
Zakázka : ČVUT – Diplomová práce
Datum : 6.11.2016

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Strop, střecha - tepelný tok zdola
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m ³]	Mi[-]	
1	Sádrokarton	0.0012	0.2200	1060.0	750.0	9.0	0.0000
2	Uzavřená vzduch	0.0250	0.1470	1010.0	1.2	0.4	0.0000
3	Jutafol N 110	0.0002	0.3900	1700.0	440.0	210154.0	0.0000
4	Ursa SF 35	0.1400	0.0350	840.0	100.0	1.0	0.0000
5	Ursa DF 39	0.1000	0.0500	840.0	100.0	1.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R_{si} : 0.10 m²K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{si} : 0.25 m²K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R_{se} : 0.04 m²K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{se} : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota T_e : -16.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 20.6 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R_{He} : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R_{Hi} : 55.0 %

Měsíc	Délka[dny]	T _{ai} [C]	R _{Hi} [%]	P _i [Pa]	T _e [C]	R _{He} [%]	P _e [Pa]
1	31	20.6	55.0	1333.8	-2.5	81.3	403.2
2	28	20.6	57.1	1384.8	-1.0	80.8	454.1
3	31	20.6	58.2	1411.4	2.6	79.6	586.0
4	30	20.6	58.8	1426.0	7.1	77.7	783.4
5	31	20.6	61.8	1498.8	12.1	74.9	1056.9
6	30	20.6	64.9	1573.9	15.4	72.4	1266.1
7	31	20.6	66.6	1615.2	17.0	70.9	1373.1
8	31	20.6	66.1	1603.0	16.5	71.4	1339.6
9	30	20.6	62.5	1515.7	12.9	74.4	1106.5
10	31	20.6	59.2	1435.7	8.0	77.3	828.8
11	30	20.6	58.2	1411.4	2.8	79.4	592.9
12	31	20.6	57.4	1392.0	-0.8	80.8	461.7

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %
Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem dle ČSN EN ISO 13788.
Počet hodnocených let : 1

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 6.18 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.158 W/m²K

$U < U_{\text{doporučená}}$ **0,158 W/m²K < 0,160 W/m²K**
 $U < U_{\text{hodnocení skladeb}}$ **0,158 W/m²K = 0,158 W/m²K**

Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc} : 0.18 / 0.21 / 0.26 / 0.36 W/m²K
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou
 přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce $Z_p T$: 2.5E+0011 m/s
 Teplotní útlum konstrukce N_y^* : 90.0
 Fázový posun teplotního kmitu Ψ_i^* : 5.3 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p}$: 19.18 C
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách $f_{Rsi,p}$: 0.961

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----				
	$T_{si,m}[C]$	$f_{Rsi,m}$	$T_{si,m}[C]$	$f_{Rsi,m}$	$T_{si}[C]$	f_{Rsi}	$RH_{si}[%]$
1	14.7	0.743	11.2	0.595	19.7	0.961	58.1
2	15.2	0.752	11.8	0.593	19.8	0.961	60.1
3	15.5	0.719	12.1	0.528	19.9	0.961	60.8
4	15.7	0.637	12.3	0.382	20.1	0.961	60.7
5	16.5	0.515	13.0	0.108	20.3	0.961	63.1
6	17.2	0.356	13.8	-----	20.4	0.961	65.7
7	17.7	0.183	14.2	-----	20.5	0.961	67.2
8	17.5	0.253	14.1	-----	20.4	0.961	66.7
9	16.7	0.488	13.2	0.038	20.3	0.961	63.7
10	15.8	0.619	12.4	0.346	20.1	0.961	61.0
11	15.5	0.716	12.1	0.523	19.9	0.961	60.7
12	15.3	0.753	11.9	0.593	19.8	0.961	60.4

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

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	e
tepl.[C]:	19.2	19.2	18.2	18.2	-4.5	-15.8
p [Pa]:	1334	1334	1333	132	129	126
p_{sat} [Pa]:	2222	2217	2088	2087	420	153

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

Množství difundující vodní páry G_d : 5.195E-0009 kg/m²s

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci.

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

STOP, Teplo 2015

Příloha 9: Základní komplexní tepelně technické posouzení konstrukce – plochá střecha varianta 1

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

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

Teplo 2015

Název úlohy : Plochá střecha normální pořadí vrstev - **PIR**

Zpracovatel : Bc. Jan Kašpar
Zakázka : ČVUT – Diplomová práce
Datum : 6.11.2016

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Strop, střecha - tepelný tok zdola
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m ³]	Mi[-]	Ma[kg/m ²]
1	Omítka	0.0100	0.8700	840.0	1600.0	6.0	0.0000
2	Železobeton	0.2000	1.4300	1020.0	2300.0	23.0	0.0000
3	Parozábrana	0.0042	0.2100	1470.0	1214.0	156867.0	0.0000
4	Keramzitbeton	0.0200	0.3100	880.0	700.0	8.0	0.0000
5	PIR desky	0.1400	0.0230	1500.0	30.0	180.0	0.0000
6	Folie PVC	0.0005	0.1600	960.0	1400.0	16700.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R_{si} : 0.10 m²K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{si} : 0.25 m²K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R_{se} : 0.04 m²K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{se} : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota T_e : -16.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 20.6 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R_{He} : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R_{Hi} : 55.0 %

Měsíc	Délka[dny]	T _{ai} [C]	R _{Hi} [%]	P _i [Pa]	T _e [C]	R _{He} [%]	P _e [Pa]
1	31	20.6	55.0	1333.8	-2.5	81.3	403.2
2	28	20.6	57.1	1384.8	-1.0	80.8	454.1
3	31	20.6	58.2	1411.4	2.6	79.6	586.0
4	30	20.6	58.8	1426.0	7.1	77.7	783.4
5	31	20.6	61.8	1498.8	12.1	74.9	1056.9
6	30	20.6	64.9	1573.9	15.4	72.4	1266.1
7	31	20.6	66.6	1615.2	17.0	70.9	1373.1
8	31	20.6	66.1	1603.0	16.5	71.4	1339.6
9	30	20.6	62.5	1515.7	12.9	74.4	1106.5
10	31	20.6	59.2	1435.7	8.0	77.3	828.8
11	30	20.6	58.2	1411.4	2.8	79.4	592.9
12	31	20.6	57.4	1392.0	-0.8	80.8	461.7

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %
Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem dle ČSN EN ISO 13788.
Počet hodnocených let : 1

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 6.33 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.155 W/m²K

$U < U_{\text{doporučená}}$ **0,155W/m²K < 0,160 W/m²K**
 $U < U_{\text{hodnocení skladeb}}$ **0,155W/m²K + (1,899 %) = 0,158 W/m²K**

Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc} : 0.17 / 0.20 / 0.25 / 0.35 W/m²K
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou
 přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce $Z_p T$: 3.7E+0012 m/s
 Teplotní útlum konstrukce N_y^* : 435.0
 Fázový posun teplotního kmitu Ψ_i^* : 10.3 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p}$: 19.22 C
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách $f_{Rsi,p}$: 0.962

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----				
	$T_{si,m}[C]$	$f_{Rsi,m}$	$T_{si,m}[C]$	$f_{Rsi,m}$	$T_{si}[C]$	f_{Rsi}	$RH_{si}[\%]$
1	14.7	0.743	11.2	0.595	19.7	0.962	58.0
2	15.2	0.752	11.8	0.593	19.8	0.962	60.1
3	15.5	0.719	12.1	0.528	19.9	0.962	60.7
4	15.7	0.637	12.3	0.382	20.1	0.962	60.7
5	16.5	0.515	13.0	0.108	20.3	0.962	63.0
6	17.2	0.356	13.8	-----	20.4	0.962	65.7
7	17.7	0.183	14.2	-----	20.5	0.962	67.2
8	17.5	0.253	14.1	-----	20.4	0.962	66.7
9	16.7	0.488	13.2	0.038	20.3	0.962	63.6
10	15.8	0.619	12.4	0.346	20.1	0.962	61.0
11	15.5	0.716	12.1	0.523	19.9	0.962	60.7
12	15.3	0.753	11.9	0.593	19.8	0.962	60.3

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

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
tepl.[C]:	19.2	19.2	18.4	18.3	17.9	-15.8	-15.8
p [Pa]:	1334	1334	1326	184	184	141	126
p,sat [Pa]:	2226	2217	2113	2098	2051	154	153

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

Množství difundující vodní páry G_d : 3.464E-0010 kg/m²s

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci.

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

STOP, Teplo 2015

Příloha 10: Základní komplexní tepelně technické posouzení konstrukce – plochá střecha varianta 2

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

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

Teplo 2015

Název úlohy : Plochá střecha normální pořadí vrstev – **EXTRUDOVANÝ POLYSTYREN**
Zpracovatel : Bc. Jan Kašpar
Zakázka : ČVUT – Diplomová práce
Datum : 6.11.2016

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

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

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m ³]	Mi[-]	Ma[kg/m ²]
1	Omítka	0.0100	0.8700	840.0	1600.0	6.0	0.0000
2	Železobeton	0.2000	1.4300	1020.0	2300.0	23.0	0.0000
3	Keramzitbeton	0.0400	0.3100	880.0	700.0	8.0	0.0000
4	Folie PVC	0.0005	0.1600	960.0	1400.0	16700.0	0.0000
5	Ext. polystyren	0.2000	0.0340	2060.0	30.0	100.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m²K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rsi : 0.25 m²K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m²K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rse : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -16.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH_i : 55.0 %

Měsíc	Délka[dny]	Tai[C]	RHi[%]	Pi[Pa]	Te[C]	RHe[%]	Pe[Pa]
1	31	20.6	55.0	1333.8	-2.5	81.3	403.2
2	28	20.6	57.1	1384.8	-1.0	80.8	454.1
3	31	20.6	58.2	1411.4	2.6	79.6	586.0
4	30	20.6	58.8	1426.0	7.1	77.7	783.4
5	31	20.6	61.8	1498.8	12.1	74.9	1056.9
6	30	20.6	64.9	1573.9	15.4	72.4	1266.1
7	31	20.6	66.6	1615.2	17.0	70.9	1373.1
8	31	20.6	66.1	1603.0	16.5	71.4	1339.6
9	30	20.6	62.5	1515.7	12.9	74.4	1106.5
10	31	20.6	59.2	1435.7	8.0	77.3	828.8
11	30	20.6	58.2	1411.4	2.8	79.4	592.9
12	31	20.6	57.4	1392.0	-0.8	80.8	461.7

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %
Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem dle ČSN EN ISO 13788.
Počet hodnocených let : 1

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 6.17 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.158 W/m²K

$U < U_{\text{doporučená}}$ **0,158 W/m²K < 0,160 W/m²K**
 $U < U_{\text{hodnocení skladeb}}$ **0,158 W/m²K = 0,158 W/m²K**

Součinitel prostupu zabudované kce $U_{,kc}$: 0.18 / 0.21 / 0.26 / 0.36 W/m²K
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce $Z_p T$: 1.8E+0011 m/s
 Teplotní útlum konstrukce N_{y^*} : 445.0
 Fázový posun teplotního kmitu Ψ_{si^*} : 12.2 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p}$: 19.18 C
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách $f_{,Rsi,p}$: 0.961

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----				
	$T_{si,m}[C]$	$f_{,Rsi,m}$	$T_{si,m}[C]$	$f_{,Rsi,m}$	$T_{si}[C]$	$f_{,Rsi}$	$RH_{si}[\%]$
1	14.7	0.743	11.2	0.595	19.7	0.961	58.1
2	15.2	0.752	11.8	0.593	19.8	0.961	60.1
3	15.5	0.719	12.1	0.528	19.9	0.961	60.8
4	15.7	0.637	12.3	0.382	20.1	0.961	60.7
5	16.5	0.515	13.0	0.108	20.3	0.961	63.1
6	17.2	0.356	13.8	-----	20.4	0.961	65.7
7	17.7	0.183	14.2	-----	20.5	0.961	67.2
8	17.5	0.253	14.1	-----	20.4	0.961	66.8
9	16.7	0.488	13.2	0.038	20.3	0.961	63.7
10	15.8	0.619	12.4	0.346	20.1	0.961	61.0
11	15.5	0.716	12.1	0.523	19.9	0.961	60.7
12	15.3	0.753	11.9	0.593	19.8	0.961	60.4

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

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	e
tepl.[C]:	19.2	19.1	18.3	17.6	17.6	-15.8
p [Pa]:	1334	1332	1165	1153	851	126
p,sat [Pa]:	2221	2212	2105	2011	2008	153

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

Množství difundující vodní páry G_d : 7.247E-0009 kg/m²s

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci.

Poznámka: Hodnocení difuze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.
STOP, Teplo 2015

Příloha 11: Krycí list rozpočtu z programu Kros 4 – varianta 1

KRYCÍ LIST ROZPOČTU					
Název stavby	Diplomová práce			JKSO	
Název objektu	Varianta 1			EČO	
				Místo	Příbram
				IČ	DIČ
Objednatel	ČVUT				
Projektant	Bc. Jan Kašpar				
Zhotovitel	Bc. Jan Kašpar				
Zpracoval	Bc. Jan Kašpar				
	Rozpočet číslo	Dne		CZ-CPV	
		11.12.2016		CZ-CPA	
Měrné a účelové jednotky					
Počet	Náklady / 1 m.j.	Počet	Náklady / 1 m.j.	Počet	Náklady / 1 m.j.
Rozpočtové náklady v CZK					
A	Základní rozp. náklady	B	Doplňkové náklady	C	Náklady na umístění stavby
1	HSV Dodávky		8 Práce přesčas	0,00	13 Zařízení staveniště
2	Montáž		9 Bez pevné podl.	0,00	14 Projektové práce
3	PSV Dodávky	191 161,29	10 Kulturní památka	0,00	15 Územní vlivy
4	Montáž	115 260,05	11	0,00	16 Provozní vlivy
5	"M" Dodávky				17 Jiné VRN
6	Montáž				18 VRN z rozpočtu
7	ZRN (ř.)	306 421,34	12 DN (ř. 8-11)		19 VRN (ř. 13-18)
20	HZS		21 Kompl. činnost		22 Ostatní náklady
Projektant, Zhotovitel, Objednatel				D	Celkem bez DPH 306 421,34
				DPH	% Základ daně DPH celkem
				snižovaná	15,0
				základní	21,0 306 421,34 64 348,48
				Cena s DPH	370 769,82
				E	Přípočty a odpočty
				Dodá zadavatel	
				Klouzavá doložka	
				Zvýhodnění	

Příloha 12: Rozpočet s výkazem výměr z programu Kros 4 – varianta 1

ROZPOČET

Stavba: Diplomová práce

Objekt: Varianta 1

Objednatel: ČVUT

Zhotovitel: Bc. Jan Kašpar

Místo: Píbram

Datum: 11.12.2016

Č.	KCN	Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Dodávka	Montáž	Cena celkem	Hmotnost celkem
PSV Práce a dodávky PSV							191 161,29	115 260,05	306 421,34	8,571
713 Izolace tepelné							73 326,26	9 629,25	82 955,51	0,568
1	713	713151132	Montáž izolace tepelné střešních šikmých kladené volně nad krokve rohoží, pásů, desek sklonu do 45°	m2	104,400	35,20	0,00	3 674,88	3 674,88	0,000
2	631	631481060	nadkroevní izolace střešních, P+D, XTRATHERM UNIPIR AL tl. 140mm	m2	106,488	639,40	68 088,43	0,00	68 088,43	0,522
3	553	5539126R1	talířová podložka pod SCH 6x220	tis kus	0,087	14 800,00	1 287,60	0,00	1 287,60	0,016
4		5534315R1	páska těsnící BUTYP š. 100, 10 m	kus	2,000	392,00	784,00	0,00	784,00	0,000
5	553	5534939R1	Vrut určený k systému zateplení nad krokvemi, XTRATHERM PIR SCH 6x220	kus	86,700	15,50	1 343,85	0,00	1 343,85	0,013
6	713	713291132	Montáž izolace tepelné parotěsné zábrany fólií	m2	104,400	53,60	65,77	5 530,07	5 595,84	0,004
7	283	283292740	folie nehořlavá parotěsná JUTAFOL N Speciál 110 g/m2	m2	114,840	11,80	1 355,11	0,00	1 355,11	0,013
8	283	283293040	páska těsnící JUTAFOL TPK 3x30 mm	m	55,000	7,30	401,50	0,00	401,50	0,001
9	713	998713101	Přesun hmot tonážní pro izolace tepelné v objektech v do 6 m	t	0,568	747,00	0,00	424,30	424,30	0,000
762 Konstrukce tesařské							56 931,20	51 052,67	107 983,87	4,345
10	762	762332132	Montáž vázaných kci krovů pravidelných z hraněného řeziva průřezové plochy do 224 cm2	m	200,400	153,00	0,00	30 661,20	30 661,20	0,000
11	605	605120110	řezivo jehličnaté hranol jakost I nad 120 cm2	m3	3,565	4 680,00	16 684,20	0,00	16 684,20	1,961
12	762	762341026	Bednění střešních rovných z desek OSB tl 22 mm na pero a drážku šroubovaných na krokve	m2	104,400	393,00	30 902,40	10 126,80	41 029,20	1,486
13	762	762342214	Montáž laťování na střeších jednoduchých sklonu do 60° osově vzdálenosti do 360 mm	m2	104,400	43,80	0,00	4 572,72	4 572,72	0,000
14	605	605141010	řezivo jehličnaté lať jakost I 10 - 25 cm2	m3	1,570	5 180,00	8 132,60	0,00	8 132,60	0,864

Č.	KCN	Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Dodávka	Montáž	Cena celkem	Hmotnost celkem
15	762	762395000	Spojovací prostředky pro montáž krovu, bednění, laťování, světlíky,	m3	1,500	808,00	1 212,00	0,00	1 212,00	0,035
16	762	998762101	Přesun hmot tonážní pro kce tesařské v objektech v do 6 m	t	4,345	1 310,00	0,00	5 691,95	5 691,95	0,000

764 Konstrukce klempířské						9 758,00	11 818,94	21 576,94	0,306	
17	764	764202134	Montáž oplechování rovné okapové hrany	m	36,000	110,00	0,00	3 960,00	3 960,00	0,000
18	138	138141830	plech hladký pozinkovaný, jakost DX51 + Z275, 0,55x1000x2000 mm	t	0,160	27 400,00	4 384,00	0,00	4 384,00	0,160
19	764	764501103	Montáž žlabu podokapního půlkulatého	m	36,000	110,00	0,00	3 960,00	3 960,00	0,000
20	553	553441880	žlab půlkruhový podokapní 333 pozink	m	36,000	58,80	2 116,80	0,00	2 116,80	0,064
21	764	764501105	Montáž háku pro podokapní půlkulatý žlab	kus	40,000	25,50	0,00	1 020,00	1 020,00	0,000
22	553	553445780	háček žlabový 333/550 mm pozink	kus	40,000	27,60	1 104,00	0,00	1 104,00	0,038
23	764	764501107	Montáž rohu nebo koutu pro podokapní půlkulatý žlab	kus	4,000	56,00	0,00	224,00	224,00	0,000
24	553	553445270	roh žlabový lisovaný 90° 330 mm pozink	kus	4,000	112,00	448,00	0,00	448,00	0,007
25	764	764501108	Montáž kotlíku oválného (trychtýřového) pro podokapní žlab	kus	2,000	179,00	0,00	358,00	358,00	0,000
26	553	553442640	kotlík závěsný půlkulatý 330/120 pozink	kus	2,000	65,90	131,80	0,00	131,80	0,006
27	764	764508131	Montáž kruhového svodu	m	14,000	96,40	0,00	1 349,60	1 349,60	0,000
28	553	553442090	svod kruhový 120 pozink	m	14,000	70,60	988,40	0,00	988,40	0,024
29	764	764508132	Montáž objímky kruhového svodu	kus	6,000	35,90	0,00	215,40	215,40	0,000
30	553	553443330	objímka svodu tm 200 mm 120 pozink	kus	6,000	27,50	165,00	0,00	165,00	0,002
31	764	764508134	Montáž horního dvojitého kolena kruhového svodu	kus	4,000	69,00	0,00	276,00	276,00	0,000
32	553	553443520	koleno 72° kruhové lisované 120 pozink	kus	4,000	105,00	420,00	0,00	420,00	0,004
33	764	998764101	Přesun hmot tonážní pro konstrukce klempířské v objektech v do 6 m	t	0,306	1 490,00	0,00	455,94	455,94	0,000

765 Krytina skládaná						51 145,83	42 759,19	93 905,02	3,352	
34	765	765115401	Montáž protisněhového háku pro keramickou krytinu	kus	30,000	21,30	0,00	639,00	639,00	0,000
35	596	596602410	háček protisněhový	kus	30,000	29,50	885,00	0,00	885,00	0,007
36	765	765121014	Montáž krytiny betonové sklonu do 30° na sucho přes 8 do 10 ks/m2	m2	104,400	171,00	0,00	17 852,40	17 852,40	0,000
37	592	592444650	taška Alpská Classic Protector základní 1/1 33,5x42cm	kus	750,000	34,50	25 875,00	0,00	25 875,00	3,225
38	765	765121203	Montáž krytiny betonové okapní větrací mřížka univerzální	m	36,000	53,10	153,36	1 758,24	1 911,60	0,001
39	592	592441190	mřížka větrací univerzální dl. 100 cm	m	36,000	58,10	2 091,60	0,00	2 091,60	0,007
40	765	765121221	Montáž krytiny betonové nároží na sucho s větracím pásem lepícím	m	18,800	556,00	1 201,32	9 251,48	10 452,80	0,022
41	592	592440340	pás větrací nároží - Metaroll, 1 role/5 m	kus	4,000	1 960,00	7 840,00	0,00	7 840,00	0,008
42	765	765121251	Montáž krytiny betonové hřeben na sucho s větracím pásem	m	5,000	368,00	337,00	1 503,00	1 840,00	0,006
43	592	592440260	pás větrací hřebene a nároží - Figaroll, 1 role/5 m	kus	1,000	1 120,00	1 120,00	0,00	1 120,00	0,002

Č.	KCN	Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Dodávka	Montáž	Cena celkem	Hmotnost celkem
44	765	765121503	Příplatek k montáži krytiny betonové za připevňovací prostředky za sklon přes 30° do 40°	m2	104,400	64,60	789,26	5 954,98	6 744,24	0,003
45	592	592440360	držák latě (pro hřeben a nároží)	kus	24,000	20,80	499,20	0,00	499,20	0,003
46	592	592440430	hřebík 45mm pozinkovaný	kg	5,000	109,00	545,00	0,00	545,00	0,005
47	592	592440440	hřebík 80mm pozinkovaný	kg	5,000	105,00	525,00	0,00	525,00	0,005
48	592	592444310	těsnící tmel K (310 ml)	kus	2,000	402,00	804,00	0,00	804,00	0,000
49	765	765191011	Montáž pojistné hydroizolační fólie kladené ve sklonu do 30° volně na krokve	m2	104,400	29,10	0,00	3 038,04	3 038,04	0,000
50	592	592440630	taška Classic STAR hřebenáč rozdělovací	kus	2,000	394,00	788,00	0,00	788,00	0,009
51	592	592440620	taška Classic STAR hřebenáč koncový s 1 vrutem	kus	4,000	246,00	984,00	0,00	984,00	0,019
52	592	592440310	přichytka hřebenáče	kus	72,000	5,60	403,20	0,00	403,20	0,001
53	592	592440450	hřeb pro koncový a rozdělovací hřebenáč	kus	6,000	5,20	31,20	0,00	31,20	0,000
54	592	592444100	taška Classic STAR nosná stoupací plošiny (bez držáku)	kus	1,000	223,00	223,00	0,00	223,00	0,008
55	592	592440290	držák stoupací plošiny Classic STAR	kus	1,000	238,00	238,00	0,00	238,00	0,000
56	592	592444150	komplet pro sanitární odvětr. DuroVent (Js100,125)	sada	1,000	1 260,00	1 260,00	0,00	1 260,00	0,008
57	592	592440220	komplet pro anténu DuroVent	kus	1,000	740,00	740,00	0,00	740,00	0,001
58	283	283292500	fólie podstřešní BRAMAC PRO	m2	114,840	33,20	3 812,69	0,00	3 812,69	0,013
59	765	998765101	Přesun hmot tonážní pro krytiny skládané v objektech v do 6 m	t	3,352	824,00	0,00	2 762,05	2 762,05	0,000

Celkem

191 161,29

115 260,05

306 421,34

8,571

Příloha 13: Krycí list rozpočtu z programu Kros 4 – varianta 2

KRYCÍ LIST ROZPOČTU									
Název stavby	Diplomová práce			JKSO					
Název objektu	Varianta 2			EČO					
				Místo	Příbram				
				IČ	DIČ				
Objednatel	ČVUT								
Projektant	Bc. Jan Kašpar								
Zhotovitel	Bc. Jan Kašpar								
Zpracoval	Bc. Jan Kašpar								
	Rozpočet číslo	Dne		CZ-CPV					
		11.12.2016		CZ-CPA					
Měrné a účelové jednotky									
Počet	Náklady / 1 m.j.	Počet	Náklady / 1 m.j.	Počet	Náklady / 1 m.j.				
Rozpočtové náklady v CZK									
A	Základní rozp. náklady	B	Doplňkové náklady	C	Náklady na umístění stavby				
1	HSV	Dodávky	8	Práce přesčas	0,00	13	Zařízení staveniště		
2		Montáž	9	Bez pevné podl.	0,00	14	Projektové práce		
3	PSV	Dodávky	165 858,20	10	Kulturní památka	0,00	15	Územní vlivy	
4		Montáž	115 449,78	11		0,00	16	Provozní vlivy	
5	"M"	Dodávky				17	Jiné VRN		
6		Montáž				18	VRN z rozpočtu		
7	ZRN (ř.)		281 307,98	12	DN (ř. 8-11)		19	VRN (ř. 13-18)	
20	HZS			21	Kompl. činnost		22	Ostatní náklady	
Projektant, Zhotovitel, Objednatel				D		Celkem bez DPH		281 307,98	
				DPH		%	Základ daně	DPH celkem	
				snížená		15,0			
				základní		21,0	281 307,98	59 074,68	
				Cena s DPH		340 382,66			
				E		Přípočty a odpočty			
				Dodá zadavatel					
				Klouzavá doložka					
				Zvýhodnění					

Příloha 14: Rozpočet s výkazem výměr z programu Kros 4 – varianta 2

ROZPOČET

Stavba: Diplomová práce

Objekt: Varianta 2

Objednatel: ČVUT

Zhotovitel: Bc. Jan Kašpar

Místo: Příbram

Datum: 11.12.2016

Č.	KCN	Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Dodávka	Montáž	Cena celkem	Hmotnost celkem	
PSV Práce a dodávky PSV							165 858,20	115 449,78	281 307,98	8,825	
713 Izolace tepelné							48 023,17	9 818,98	57 842,15	0,822	
1	713	713151132	Montáž izolace tepelné střech šikmých kladené volně nad krokve rohoží, pásů, desek sklonu do 45°	m2	104,400	35,20		3 674,88	3 674,88		
2	631	6315098R1	tepelná izolace ISOVER UNI tl. 50mm	m2	106,488	88,00	9 370,94		9 370,94	0,373	
3	631	631509840	tepelná izolace ISOVER UNI tl. 160mm	m2	106,488	282,00	30 029,62		30 029,62	0,426	
4	713	713291132	Montáž izolace tepelné parotěsné zábrany stropů vrchem fólií	m2	104,400	53,60	65,77	5 530,07	5 595,84	0,004	
5	283	2832921R1	parotěsná vrstva, ISOVER VARIOR KM DUPLEX UV	m2	114,840	51,00	5 856,84		5 856,84	0,020	
6		2832922R2	lepící páska Isover VARIO® KB 1	kus	2,000	800,00	1 600,00		1 600,00		
7		2832923R3	Isover VARIO® DoubleFit	kus	5,000	220,00	1 100,00		1 100,00		
8	713	998713101	Přesun hmot tonážní pro izolace tepelné v objektech v do 6 m	t	0,822	747,00		614,03	614,03		
762 Konstrukce tesařské							56 931,20	51 052,67	107 983,87	4,345	
9	762	762332132	Montáž vázaných kci krovů pravidelných z hraněného řeziva průřezové plochy do 224 cm2	m	200,400	153,00		30 661,20	30 661,20		
10	605	605120110	řezivo jehličnaté hranal jakost I nad 120 cm2	m3	3,565	4 680,00	16 684,20		16 684,20	1,961	
11	762	762341026	Bednění střech rovných z desek OSB tl 22 mm na pero a drážku šroubovaných na krokve	m2	104,400	393,00	30 902,40	10 126,80	41 029,20	1,486	
12	762	762342214	Montáž laťování na střeších jednoduchých sklonu do 60° osové vzdálenosti do 360 mm	m2	104,400	43,80		4 572,72	4 572,72		
13	605	605141010	řezivo jehličnaté lať jakost I 10 - 25 cm2	m3	1,570	5 180,00	8 132,60		8 132,60	0,864	
14	762	762395000	Spojovací prostředky pro montáž krovu, bednění, laťování, světlíky,	m3	1,500	808,00	1 212,00		1 212,00	0,035	
15	762	998762101	Přesun hmot tonážní pro kce tesařské v objektech v do 6 m	t	4,345	1 310,00		5 691,95	5 691,95		

Č.	KCN	Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Dodávka	Montáž	Cena celkem	Hmotnost celkem
----	-----	-------------	-------	----	-----------------	-----------------	---------	--------	-------------	-----------------

764 Konstrukce klempířské							9 758,00	11 818,94	21 576,94	0,306
16	764	764202134	Montáž oplechování rovné okapové hrany	m	36,000	110,00		3 960,00	3 960,00	
17	138	138141830	plech hladký pozinkovaný, jakost DX51 + Z275, 0,55x1000x2000 mm	t	0,160	27 400,00	4 384,00		4 384,00	0,160
18	764	764501103	Montáž žlabu podokapního půlkulatého	m	36,000	110,00		3 960,00	3 960,00	
19	553	553441880	žlab půlkruhový podokapní 333 pozink	m	36,000	58,80	2 116,80		2 116,80	0,064
20	764	764501105	Montáž háku pro podokapní půlkulatý žlab	kus	40,000	25,50		1 020,00	1 020,00	
21	553	553445780	hák žlabový 333/550 mm pozink	kus	40,000	27,60	1 104,00		1 104,00	0,038
22	764	764501107	Montáž rohu nebo koutu pro podokapní půlkulatý žlab	kus	4,000	56,00		224,00	224,00	
23	553	553445270	roh žlabový lisovaný 90° 330 mm pozink	kus	4,000	112,00	448,00		448,00	0,007
24	764	764501108	Montáž kotlíku oválného (trychtýřového) pro podokapní žlab	kus	2,000	179,00		358,00	358,00	
25	553	553442640	kotlík závěsný půlkulatý 330/120 pozink	kus	2,000	65,90	131,80		131,80	0,006
26	764	764508131	Montáž kruhového svodu	m	14,000	96,40		1 349,60	1 349,60	
27	553	553442090	svod kruhový 120 pozink	m	14,000	70,60	988,40		988,40	0,024
28	764	764508132	Montáž objímky kruhového svodu	kus	6,000	35,90		215,40	215,40	
29	553	553443330	objímka svodu tm 200 mm 120 pozink	kus	6,000	27,50	165,00		165,00	0,002
30	764	764508134	Montáž horního dvojitého kolena kruhového svodu	kus	4,000	69,00		276,00	276,00	
31	553	553443520	koleno 72° kruhové lisované 120 pozink	kus	4,000	105,00	420,00		420,00	0,004
32	764	998764101	Přesun hmot tonážní pro konstrukce klempířské v objektech v do 6 m	t	0,306	1 490,00		455,94	455,94	

765 Krytina skládaná							51 145,83	42 759,19	93 905,02	3,352
33	765	765115401	Montáž protisněhového háku pro keramickou krytinu	kus	30,000	21,30		639,00	639,00	
34	596	596602410	hák protisněhový	kus	30,000	29,50	885,00		885,00	0,007
35	765	765121014	Montáž krytiny betonové sklonu do 30° na sucho přes 8 do 10 ks/m2	m2	104,400	171,00		17 852,40	17 852,40	
36	592	592444650	taška Alpská Classic Protector základní 1/1 33,5x42cm	kus	750,000	34,50	25 875,00		25 875,00	3,225
37	765	765121203	Montáž krytiny betonové okapní větrací mřížka univerzální	m	36,000	53,10	153,36	1 758,24	1 911,60	0,001
38	592	592441190	mřížka větrací univerzální dl. 100 cm	m	36,000	58,10	2 091,60		2 091,60	0,007
39	765	765121221	Montáž krytiny betonové nároží na sucho s větracím pásem lepícím	m	18,800	556,00	1 201,32	9 251,48	10 452,80	0,022
40	592	592440340	pás větrací nároží - Metaroll, 1 role/5 m	kus	4,000	1 960,00	7 840,00		7 840,00	0,008
41	765	765121251	Montáž krytiny betonové hřeben na sucho s větracím pásem	m	5,000	368,00	337,00	1 503,00	1 840,00	0,006
42	592	592440260	pás větrací hřebene a nároží - Figaroll, 1 role/5 m	kus	1,000	1 120,00	1 120,00		1 120,00	0,002
43	765	765121503	Příplatek k montáži krytiny betonové za připevňovací prostředky za sklon přes 30° do 40°	m2	104,400	64,60	789,26	5 954,98	6 744,24	0,003
44	592	592440360	držák latě (pro hřeben a nároží)	kus	24,000	20,80	499,20		499,20	0,003

Č.	KCN	Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Dodávka	Montáž	Cena celkem	Hmotnost celkem
45	592	592440430	<i>hřebík 45mm pozinkovaný</i>	kg	5,000	109,00	545,00		545,00	0,005
46	592	592440440	<i>hřebík 80mm pozinkovaný</i>	kg	5,000	105,00	525,00		525,00	0,005
47	592	592444310	<i>těsnící tmel K (310 ml)</i>	kus	2,000	402,00	804,00		804,00	0,000
48	765	765191011	Montáž pojistné hydroizolační fólie kladené ve sklonu do 30° volně na krokve	m2	104,400	29,10		3 038,04	3 038,04	
49	592	592440630	<i>taška Classic STAR hřebenáč rozdělovací</i>	kus	2,000	394,00	788,00		788,00	0,009
50	592	592440620	<i>taška Classic STAR hřebenáč koncový s 1 vrutem</i>	kus	4,000	246,00	984,00		984,00	0,019
51	592	592440310	<i>přichytka hřebenáče</i>	kus	72,000	5,60	403,20		403,20	0,001
52	592	592440450	<i>hřeb pro koncový a rozdělovací hřebenáč</i>	kus	6,000	5,20	31,20		31,20	0,000
53	592	592444100	<i>taška Classic STAR nosná stoupací plošiny (bez držáku)</i>	kus	1,000	223,00	223,00		223,00	0,008
54	592	592440290	<i>držák stoupací plošiny Classic STAR</i>	kus	1,000	238,00	238,00		238,00	0,000
55	592	592444150	<i>komplet pro sanitární odvětr. DuroVent(Js100,125)</i>	sada	1,000	1 260,00	1 260,00		1 260,00	0,008
56	592	592440220	<i>komplet pro anténu DuroVent</i>	kus	1,000	740,00	740,00		740,00	0,001
57	283	283292500	<i>fólie podstřešní BRAMAC PRO</i>	m2	114,840	33,20	3 812,69		3 812,69	0,013
58	765	998765101	Přesun hmot tonážní pro krytiny skládané v objektech v do 6 m	t	3,352	824,00		2 762,05	2 762,05	

Celkem

165 858,20

115 449,78

281 307,98

8,825

Příloha 15: Krycí list rozpočtu z programu Kros 4 – varianta 3

KRYCÍ LIST ROZPOČTU					
Název stavby	Diplomová práce			JKSO	
Název objektu	Varianta 3			EČO	
				Místo	Příbram
Objednatel	ČVUT			IČ	DIČ
Projektant	Bc. Jan Kašpar				
Zhotovitel	Bc. Jan Kašpar				
Zpracoval	Bc. Jan Kašpar				
	Rozpočet číslo	Dne		CZ-CPV	
		11.12.2016		CZ-CPA	
Měrné a účelové jednotky					
Počet	Náklady / 1 m.j.	Počet	Náklady / 1 m.j.	Počet	Náklady / 1 m.j.
Rozpočtové náklady v CZK					
A	Základní rozp. náklady	B	Doplňkové náklady	C	Náklady na umístění stavby
1	HSV Dodávky		8 Práce přesčas	0,00	13 Zařízení staveniště
2	Montáž		9 Bez pevné podl.	0,00	14 Projektové práce
3	PSV Dodávky	152 678,52	10 Kulturní památka	0,00	15 Územní vlivy
4	Montáž	142 984,09	11	0,00	16 Provozní vlivy
5	"M" Dodávky				17 Jiné VRN
6	Montáž				18 VRN z rozpočtu
7	ZRN (ř.)	295 662,61	12 DN (ř. 8-11)		19 VRN (ř. 13-18)
20	HZS		21 Kompl. činnost		22 Ostatní náklady
Projektant, Zhotovitel, Objednatel				D Celkem bez DPH	295 662,61
				DPH %	Základ daně
				snižena 15,0	DPH celkem
				základní 21,0	295 662,61
				Cena s DPH	357 751,76
				E Přípočty a odpočty	
				Dodá zadavatel	
				Klouzavá doložka	
Zvýhodnění					

Příloha 16: Rozpočet s výkazem výměr z programu Kros 4 – varianta 3

ROZPOČET

Stavba: Diplomová práce

Objekt: Varianta 3

Objednatel: ČVUT

Zhotovitel: Bc. Jan Kašpar

Místo: Příbram

Datum: 11.12.2016

Č.	KCN	Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Dodávka	Montáž	Cena celkem	Hmotnost celkem	
PSV Práce a dodávky PSV							152 678,52	142 984,09	295 662,61	8,093	
713 Izolace tepelné							41 792,96	11 886,13	53 679,09	0,461	
1	713	713151111	Montáž izolace tepelné střech šikmých kladené volně mezi krokve rohoží, pásů, desek	m2	91,180	28,80		2 625,98	2 625,98		
2	631	63150784R	tepelná izolace, ISOVER UNIROL PLUS 160mm	m2	93,004	205,00	19 065,82		19 065,82	0,233	
3	713	713151132	Montáž izolace tepelné střech šikmých kladené volně nad krokve rohoží, pásů, desek sklonu do 45°	m2	104,040	35,20		3 662,21	3 662,21		
4	631	631509800	tepelná izolace, ISOVER UNI tl. 100mm	m2	106,121	176,00	18 677,30		18 677,30	0,212	
5	713	713291132	Montáž izolace tepelné parotěsné zábrany stropů vrchem fólií	m2	99,180	53,60	62,48	5 253,57	5 316,05	0,004	
6	283	283292740	folie nehořlavá parotěsná JUTAFOL N Speciál 110 g/m2	m2	109,098	11,80	1 287,36		1 287,36	0,012	
7		2832927R1	lepící páska Isover VARIO® KB 1	kus	2,000	800,00	1 600,00		1 600,00		
8		2832927R2	Isover VARIO® DoubleFit, 330ml		5,000	220,00	1 100,00		1 100,00		
9	713	998713101	Přesun hmot tonážní pro izolace tepelné v objektech v do 6 m	t	0,461	747,00		344,37	344,37		
762 Konstrukce tesařské							26 028,80	38 979,21	65 008,01	2,859	
10	762	762332132	Montáž vázaných kcí krovů pravidelných z hraněného řeziva průřezové plochy do 224 cm2	m	200,400	153,00		30 661,20	30 661,20		
11	605	605120110	řezivo jehličnaté hranol jakost I nad 120 cm2	m3	3,565	4 680,00	16 684,20		16 684,20	1,961	
12	762	762342214	Montáž laťování na střeších jednoduchých sklonu do 60° osově vzdálenosti do 360 mm	m2	104,400	43,80		4 572,72	4 572,72		
13	605	605141010	řezivo jehličnaté lať jakost I 10 - 25 cm2	m3	1,570	5 180,00	8 132,60		8 132,60	0,864	
14	762	762395000	Spojovací prostředky pro montáž krovu, bednění, laťování, světlíky,	m3	1,500	808,00	1 212,00		1 212,00	0,035	
15	762	998762101	Přesun hmot tonážní pro kce tesařské v objektech v do 6 m	t	2,859	1 310,00		3 745,29	3 745,29		

Č.	KCN	Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Dodávka	Montáž	Cena celkem	Hmotnost celkem
763 Konstrukce suché výstavby							23 952,93	37 540,62	61 493,55	1,115
16	763	763131613	Montáž zavěšené jednovrstvé nosné konstrukce z profilů CD, UD SDK podhled	m2	99,180	468,00	14 381,10	32 035,14	46 416,24	0,068
17	590	590306200	profil vodící stěnový UW 50 40/50/40 mm	m	43,000	28,30	1 216,90		1 216,90	0,024
18	763	763131621	Montáž desek tl. 12,5 mm SDK podhled	m2	99,180	65,50	990,81	5 505,48	6 496,29	0,041
19	590	590305210	deska stavební sdk "A" tl. 12,5 mm	m2	109,098	67,50	7 364,12		7 364,12	0,982
764 Konstrukce klempířské							9 758,00	11 818,94	21 576,94	0,306
20	764	764202134	Montáž oplechování rovné okapové hrany	m	36,000	110,00		3 960,00	3 960,00	
21	138	138141830	plech hladký pozinkovaný, jakost DX51 + Z275, 0,55x1000x2000 mm	t	0,160	27 400,00	4 384,00		4 384,00	0,160
22	764	764501103	Montáž žlabu podokapního půlkulatého	m	36,000	110,00		3 960,00	3 960,00	
23	553	553441880	žlab půlkruhový podokapní 333 pozink	m	36,000	58,80	2 116,80		2 116,80	0,064
24	764	764501105	Montáž háku pro podokapní půlkulatý žlab	kus	40,000	25,50		1 020,00	1 020,00	
25	553	553445780	háček žlabový 333/550 mm pozink	kus	40,000	27,60	1 104,00		1 104,00	0,038
26	764	764501107	Montáž rohu nebo koutu pro podokapní půlkulatý žlab	kus	4,000	56,00		224,00	224,00	
27	553	553445270	roh žlabový lisovaný 90° 330 mm pozink	kus	4,000	112,00	448,00		448,00	0,007
28	764	764501108	Montáž kotlíku oválného (trychtýřového) pro podokapní žlab	kus	2,000	179,00		358,00	358,00	
29	553	553442640	kotlík závěsný půlkulatý 330/120 pozink	kus	2,000	65,90	131,80		131,80	0,006
30	764	764508131	Montáž kruhového svodu	m	14,000	96,40		1 349,60	1 349,60	
31	553	553442090	svod kruhový 120 pozink	m	14,000	70,60	988,40		988,40	0,024
32	764	764508132	Montáž objímky kruhového svodu	kus	6,000	35,90		215,40	215,40	
33	553	553443330	objímka svodu tm 200 mm 120 pozink	kus	6,000	27,50	165,00		165,00	0,002
34	764	764508134	Montáž horního dvojitého kolena kruhového svodu	kus	4,000	69,00		276,00	276,00	
35	553	553443520	koleno 72° kruhové lisované 120 pozink	kus	4,000	105,00	420,00		420,00	0,004
36	764	998764101	Přesun hmot tonážní pro konstrukce klempířské v objektech v do 6 m	t	0,306	1 490,00		455,94	455,94	
765 Krytina skládaná							51 145,83	42 759,19	93 905,02	3,352
37	765	765115401	Montáž protisněhového háku pro keramickou krytinu	kus	30,000	21,30		639,00	639,00	
38	596	596602410	háček protisněhový	kus	30,000	29,50	885,00		885,00	0,007
39	765	765121014	Montáž krytiny betonové sklonu do 30° na sucho přes 8 do 10 ks/m2	m2	104,400	171,00		17 852,40	17 852,40	
40	592	592444650	taška Aljorská Classic Protector základní 1/1 33,5x42cm	kus	750,000	34,50	25 875,00		25 875,00	3,225
41	765	765121203	Montáž krytiny betonové okapní větrací mřížka univerzální	m	36,000	53,10	153,36	1 758,24	1 911,60	0,001
42	592	592441190	mřížka větrací univerzální dl. 100 cm	m	36,000	58,10	2 091,60		2 091,60	0,007

Č.	KCN	Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Dodávka	Montáž	Cena celkem	Hmotnost celkem
43	765	765121221	Montáž krytiny betonové nároží na sucho s větracím pásem lepicím	m	18,800	556,00	1 201,32	9 251,48	10 452,80	0,022
44	592	592440340	pás větrací nároží - Metaroll, 1 role/5 m	kus	4,000	1 960,00	7 840,00		7 840,00	0,008
45	765	765121251	Montáž krytiny betonové hřeben na sucho s větracím pásem	m	5,000	368,00	337,00	1 503,00	1 840,00	0,006
46	592	592440260	pás větrací hřebene a nároží - Figaroll, 1 role/5 m	kus	1,000	1 120,00	1 120,00		1 120,00	0,002
47	765	765121503	Příplatek k montáži krytiny betonové za připevňovací prostředky za sklon přes 30° do 40°	m2	104,400	64,60	789,26	5 954,98	6 744,24	0,003
48	592	592440360	držák latě (pro hřeben a nároží)	kus	24,000	20,80	499,20		499,20	0,003
49	592	592440430	hřebík 45mm pozinkovaný	kg	5,000	109,00	545,00		545,00	0,005
50	592	592440440	hřebík 80mm pozinkovaný	kg	5,000	105,00	525,00		525,00	0,005
51	592	592444310	těsnící tmel K (310 ml)	kus	2,000	402,00	804,00		804,00	0,000
52	765	765191011	Montáž pojistné hydroizolační fólie kladené ve sklonu do 30° volně na krokve	m2	104,400	29,10		3 038,04	3 038,04	
53	592	592440630	taška Classic STAR hřebenáč rozdělovací	kus	2,000	394,00	788,00		788,00	0,009
54	592	592440620	taška Classic STAR hřebenáč koncový s 1 vrutem	kus	4,000	246,00	984,00		984,00	0,019
55	592	592440310	přichytka hřebenáče	kus	72,000	5,60	403,20		403,20	0,001
56	592	592440450	hřeb pro koncový a rozdělovací hřebenáč	kus	6,000	5,20	31,20		31,20	0,000
57	592	592444100	taška Classic STAR nosná stoupačí plošiny (bez držáku)	kus	1,000	223,00	223,00		223,00	0,008
58	592	592440290	držák stoupačí plošiny Classic STAR	kus	1,000	238,00	238,00		238,00	0,000
59	592	592444150	komplet pro sanitární odvětr. DuroVent(Js100,125)	sada	1,000	1 260,00	1 260,00		1 260,00	0,008
60	592	592440220	komplet pro anténu DuroVent	kus	1,000	740,00	740,00		740,00	0,001
61	283	283292500	fólie podstřešní BRAMAC PRO	m2	114,840	33,20	3 812,69		3 812,69	0,013
62	765	998765101	Přesun hmot tonážní pro krytiny skládané v objektech v do 6 m	t	3,352	824,00		2 762,05	2 762,05	

Celkem

152 678,52

142 984,09

295 662,61

8,093

Příloha 17: Krycí list rozpočtu z programu Kros 4 – varianta 4

KRYCÍ LIST ROZPOČTU									
Název stavby	Diplomová práce			JKSO					
Název objektu	Varianta 4			EČO					
				Místo	Příbram				
				IČ					
				DIČ					
Objednatel	ČVUT								
Projektant	Bc. Jan Kašpar								
Zhotovitel	Bc. Jan Kašpar								
Zpracoval	Bc. Jan Kašpar								
	Rozpočet číslo	Dne		CZ-CPV					
		11.12.2016		CZ-CPA					
Měrné a účelové jednotky									
Počet	Náklady / 1 m.j.	Počet	Náklady / 1 m.j.	Počet	Náklady / 1 m.j.				
Rozpočtové náklady v CZK									
A	Základní rozp. náklady			B	Doplňkové náklady		C	Náklady na umístění stavby	
1	HSV	Dodávky		8	Práce přesčas	0,00	13	Zařízení staveniště	
2		Montáž		9	Bez pevné podl.	0,00	14	Projektové práce	
3	PSV	Dodávky	217 233,30	10	Kulturní památka	0,00	15	Územní vlivy	
4		Montáž	143 302,31	11		0,00	16	Provozní vlivy	
5	"M"	Dodávky					17	Jiné VRN	
6		Montáž					18	VRN z rozpočtu	
7	ZRN (ř.)		360 535,61	12	DN (ř. 8-11)		19	VRN (ř. 13-18)	
20	HZS			21	Kompl. činnost		22	Ostatní náklady	
Projektant, Zhotovitel, Objednatel							D Celkem bez DPH		360 535,61
							DPH %	Základ daně	DPH celkem
							snižovaná 15,0		
							základní 21,0	360 535,61	75 712,48
							Cena s DPH		436 248,09
							E Přípočty a odpočty		
							Dodá zadavatel		
							Klouzavá doložka		
							Zvýhodnění		

Příloha 18: Rozpočet s výkazem výměr z programu Kros 4 – varianta 4

ROZPOČET

Stavba: Diplomová práce

Objekt: Varianta 4

Objednatel: ČVUT

Zhotovitel: Bc. Jan Kašpar

Místo: Příbram

Datum: 11.12.2016

Č.	KCN	Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Dodávka	Montáž	Cena celkem	Hmotnost celkem
PSV Práce a dodávky PSV							217 233,30	143 302,31	360 535,61	8,519
713 Izolace tepelné							106 347,74	12 204,35	118 552,09	0,887
1	713	713151111	Montáž izolace tepelné střež šikmých kladené volně mezi krokve rohoží, pásů, desek	m2	91,180	28,80		2 625,98	2 625,98	
2	631	631509810	Dřevovláknitá izolace STEICO flex 160 mm	m2	93,004	172,00	15 996,69		15 996,69	0,233
3	713	713151132	Montáž izolace tepelné střež šikmých kladené volně nad krokve rohoží, pásů, desek sklonu do 45°	m2	104,040	35,20		3 662,21	3 662,21	
4	631	6315098R1	Dřevovláknitá izolace STEICO Special tl. 120 mm	m2	106,121	829,80	88 059,21		88 059,21	0,637
5	713	713291132	Montáž izolace tepelné parotěsné zábrany stropů vrchem fólii	m2	99,180	53,60	62,48	5 253,57	5 316,05	0,004
6	283	283292740	folie nehořlavá parotěsná JUTAFOL N Speciál 110 g/m2	m2	109,098	11,80	1 287,36		1 287,36	0,012
7	283	283293090	páska spojovací JUTADACH SP 38 mm x 50 m	m	30,000	8,60	258,00		258,00	0,000
8	246	2463350R1	tmel JUTAFOL mastic(bal.300 ml)	kus	4,000	171,00	684,00		684,00	0,001
9	713	998713101	Přesun hmot tonážní pro izolace tepelné v objektech v do 6 m	t	0,887	747,00		662,59	662,59	
762 Konstrukce tesařské							26 028,80	38 979,21	65 008,01	2,859
10	762	762332132	Montáž vázaných kci krovů pravidelných z hraněného řeziva průřezové plochy do 224 cm2	m	200,400	153,00		30 661,20	30 661,20	
11	605	605120110	řezivo jehličnaté hranol jakost I nad 120 cm2	m3	3,565	4 680,00	16 684,20		16 684,20	1,961
12	762	762342214	Montáž laťování na střežách jednoduchých sklonu do 60° osově vzdálenosti do 360 mm	m2	104,400	43,80		4 572,72	4 572,72	
13	605	605141010	řezivo jehličnaté lať jakost I 110 - 25 cm2	m3	1,570	5 180,00	8 132,60		8 132,60	0,864
14	762	762395000	Spojovací prostředky pro montáž krovu, bednění, laťování, světlíky,	m3	1,500	808,00	1 212,00		1 212,00	0,035
15	762	998762101	Přesun hmot tonážní pro kce tesařské v objektech v do 6 m	t	2,859	1 310,00		3 745,29	3 745,29	

Č.	KCN	Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Dodávka	Montáž	Cena celkem	Hmotnost celkem
763 Konstrukce suché výstavby							23 952,93	37 540,62	61 493,55	1,115
16	763	763131613	Montáž zavěšené jednovrstvé nosné konstrukce z profilů CD, UD SDK podhled	m2	99,180	468,00	14 381,10	32 035,14	46 416,24	0,068
17	590	590306200	profilovací stěnový UW 50 40/50/40 mm	m	43,000	28,30	1 216,90		1 216,90	0,024
18	763	763131621	Montáž desek tl. 12,5 mm SDK podhled	m2	99,180	65,50	990,81	5 505,48	6 496,29	0,041
19	590	590305210	deska stavební sdk "A" tl. 12,5 mm	m2	109,098	67,50	7 364,12		7 364,12	0,982
764 Konstrukce klempířské							9 758,00	11 818,94	21 576,94	0,306
20	764	764202134	Montáž oplechování rovné okapové hrany	m	36,000	110,00		3 960,00	3 960,00	
21	138	138141830	plech hladký pozinkovaný, jakost DX51 + Z275, 0,55x1000x2000 mm	t	0,160	27 400,00	4 384,00		4 384,00	0,160
22	764	764501103	Montáž žlabu podokapního půlkulatého	m	36,000	110,00		3 960,00	3 960,00	
23	553	553441880	žlab půlkruhový podokapní 333 pozink	m	36,000	58,80	2 116,80		2 116,80	0,064
24	764	764501105	Montáž háku pro podokapní půlkulatý žlab	kus	40,000	25,50		1 020,00	1 020,00	
25	553	553445780	háček žlabový 333/550 mm pozink	kus	40,000	27,60	1 104,00		1 104,00	0,038
26	764	764501107	Montáž rohu nebo koutu pro podokapní půlkulatý žlab	kus	4,000	56,00		224,00	224,00	
27	553	553445270	roh žlabový lisovaný 90° 330 mm pozink	kus	4,000	112,00	448,00		448,00	0,007
28	764	764501108	Montáž kotlíku oválného (trychtýřového) pro podokapní žlab	kus	2,000	179,00		358,00	358,00	
29	553	553442640	kotlík závěsný půlkulatý 330/120 pozink	kus	2,000	65,90	131,80		131,80	0,006
30	764	764508131	Montáž kruhového svodu	m	14,000	96,40		1 349,60	1 349,60	
31	553	553442090	svod kruhový 120 pozink	m	14,000	70,60	988,40		988,40	0,024
32	764	764508132	Montáž objímky kruhového svodu	kus	6,000	35,90		215,40	215,40	
33	553	553443330	objímka svodu tm 200 mm 120 pozink	kus	6,000	27,50	165,00		165,00	0,002
34	764	764508134	Montáž horního dvojitého kolena kruhového svodu	kus	4,000	69,00		276,00	276,00	
35	553	553443520	koleno 72° kruhové lisované 120 pozink	kus	4,000	105,00	420,00		420,00	0,004
36	764	998764101	Přesun hmot tonážní pro konstrukce klempířské v objektech v do 6 m	t	0,306	1 490,00		455,94	455,94	
765 Krytina skládaná							51 145,83	42 759,19	93 905,02	3,352
37	765	765115401	Montáž protisněhového háku pro keramickou krytinu	kus	30,000	21,30		639,00	639,00	
38	596	596602410	háček protisněhový	kus	30,000	29,50	885,00		885,00	0,007
39	765	765121014	Montáž krytiny betonové sklonu do 30° na sucho přes 8 do 10 ks/m2	m2	104,400	171,00		17 852,40	17 852,40	
40	592	592444650	taška Alpská Classic Protector základní 1/1 33,5x42cm	kus	750,000	34,50	25 875,00		25 875,00	3,225
41	765	765121203	Montáž krytiny betonové okapní větrací mřížka univerzální	m	36,000	53,10	153,36	1 758,24	1 911,60	0,001
42	592	592441190	mřížka větrací univerzální dl. 100 cm	m	36,000	58,10	2 091,60		2 091,60	0,007

Č.	KCN	Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Dodávka	Montáž	Cena celkem	Hmotnost celkem
43	765	765121221	Montáž krytiny betonové nároží na sucho s větracím pásem lepicím	m	18,800	556,00	1 201,32	9 251,48	10 452,80	0,022
44	592	592440340	pás větrací nároží - Metaroll, 1 role/5 m	kus	4,000	1 960,00	7 840,00		7 840,00	0,008
45	765	765121251	Montáž krytiny betonové hřeben na sucho s větracím pásem	m	5,000	368,00	337,00	1 503,00	1 840,00	0,006
46	592	592440260	pás větrací hřebene a nároží - Figaroll, 1 role/5 m	kus	1,000	1 120,00	1 120,00		1 120,00	0,002
47	765	765121503	Příplatek k montáži krytiny betonové za připevňovací prostředky za sklon přes 30° do 40°	m2	104,400	64,60	789,26	5 954,98	6 744,24	0,003
48	592	592440360	držák latě (pro hřeben a nároží)	kus	24,000	20,80	499,20		499,20	0,003
49	592	592440430	hřebík 45mm pozinkovaný	kg	5,000	109,00	545,00		545,00	0,005
50	592	592440440	hřebík 80mm pozinkovaný	kg	5,000	105,00	525,00		525,00	0,005
51	592	592444310	těsnící tmel K (310 ml)	kus	2,000	402,00	804,00		804,00	0,000
52	765	765191011	Montáž pojistné hydroizolační fólie kladené ve sklonu do 30° volně na krokve	m2	104,400	29,10		3 038,04	3 038,04	
53	592	592440630	taška Classic STAR hřebenáč rozdělovací	kus	2,000	394,00	788,00		788,00	0,009
54	592	592440620	taška Classic STAR hřebenáč koncový s 1 vrutem	kus	4,000	246,00	984,00		984,00	0,019
55	592	592440310	přichytka hřebenáče	kus	72,000	5,60	403,20		403,20	0,001
56	592	592440450	hřeb pro koncový a rozdělovací hřebenáč	kus	6,000	5,20	31,20		31,20	0,000
57	592	592444100	taška Classic STAR nosná stoupací plošiny (bez držáku)	kus	1,000	223,00	223,00		223,00	0,008
58	592	592440290	držák stoupací plošiny Classic STAR	kus	1,000	238,00	238,00		238,00	0,000
59	592	592444150	komplet pro sanitární odvětr. DuroVent(Js100,125)	sada	1,000	1 260,00	1 260,00		1 260,00	0,008
60	592	592440220	komplet pro anténu DuroVent	kus	1,000	740,00	740,00		740,00	0,001
61	283	283292500	fólie podstřešní BRAMAC PRO	m2	114,840	33,20	3 812,69		3 812,69	0,013
62	765	998765101	Přesun hmot tonážní pro krytiny skládané v objektech v do 6 m	t	3,352	824,00		2 762,05	2 762,05	

Celkem

217 233,30

143 302,31

360 535,61

8,519

Příloha 19: Krcí list rozpočtu z programu Kros 4 – varianta 5

KRYCÍ LIST ROZPOČTU									
Název stavby	Diplomová práce			JKSO					
Název objektu	Varianta 5			EČO					
				Místo	Příbram				
				IČ	DIČ				
Objednatel	ČVUT								
Projektant	Bc. Jan Kašpar								
Zhotovitel	Bc. Jan Kašpar								
Zpracoval	Bc. Jan Kašpar								
	Rozpočet číslo	Dne		CZ-CPV					
		11.12.2016		CZ-CPA					
Měrné a účelové jednotky									
Počet	Náklady / 1 m.j.	Počet	Náklady / 1 m.j.	Počet	Náklady / 1 m.j.				
Rozpočtové náklady v CZK									
A	Základní rozp. náklady	B	Doplňkové náklady	C	Náklady na umístění stavby				
1	HSV	Dodávky	8	Práce přesčas	0,00	13	Zařízení staveniště		
2		Montáž	9	Bez pevné podl.	0,00	14	Projektové práce		
3	PSV	Dodávky	138 412,41	10	Kulturní památka	0,00	15	Územní vlivy	
4		Montáž	137 021,02	11		0,00	16	Provozní vlivy	
5	"M"	Dodávky					17	Jiné VRN	
6		Montáž					18	VRN z rozpočtu	
7	ZRN (ř.)		275 433,43	12	DN (ř. 8-11)		19	VRN (ř. 13-18)	
20	HZS			21	Kompl. činnost		22	Ostatní náklady	
Projektant, Zhotovitel, Objednatel				D Celkem bez DPH		275 433,43			
				DPH % Základ daně DPH celkem					
				snižovaná 15,0					
				základní 21,0		275 433,43 57 841,02			
				Cena s DPH		333 274,45			
				E Přípočty a odpočty					
				Dodá zadavatel					
				Klouzavá doložka					
				Zvýhodnění					

Příloha 20: Rozpočet s výkazem výměr z programu Kros 4 – varianta 5

ROZPOČET

Stavba: Diplomová práce

Objekt: Varianta 5

Objednatel: ČVUT

Zhotovitel: Bc. Jan Kašpar

Místo: Příbram

Datum: 11.12.2016

Č.	KCN	Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Dodávka	Montáž	Cena celkem	Hmotnost celkem
PSV Práce a dodávky PSV							138 412,41	137 021,02	275 433,43	8,129
713 Izolace tepelné							28 646,62	9 874,70	38 521,32	0,587
1	713	713151111	Montáž izolace tepelné střech šikmých kladené volně mezi krokve rohoží, pásů, desek	m2	84,320	28,80		2 428,42	2 428,42	
2	631	6315098R1	tepelná izolace, ROCKWOOL SUPERROCK tl. 160mm	m2	86,006	186,00	15 997,12		15 997,12	0,301
3	713	713151121	Montáž izolace tepelné střech šikmých kladené volně pod krokve rohoží, pásů, desek	m2	88,740	26,00		2 307,24	2 307,24	
4	631	6315098R2	tepelná izolace ROCKWOOL SUPERROCK, tl. 100mm	m2	90,515	116,00	10 499,74		10 499,74	0,272
5	713	713291132	Montáž izolace tepelné parotěsné zábrany stropů vrchem fólií	m2	88,740	53,60	55,91	4 700,55	4 756,46	0,004
6	283	283292740	folie nehořlavá parotěsná JUTAFOL N Speciál 110 g/m2	m2	97,614	11,80	1 151,85		1 151,85	0,011
7	283	283293090	páska spojovací JUTADACH SP 38 mm x 50 m	m	30,000	8,60	258,00		258,00	0,000
8		2463350R1	tmel JUTAFOL mastic (bal. 300ml)	kus	4,000	171,00	684,00		684,00	
9	713	998713101	Přesun hmot tonážní pro izolace tepelné v objektech v do 6 m	t	0,587	747,00		438,49	438,49	
762 Konstrukce tesařské							26 028,80	38 979,21	65 008,01	2,859
10	762	762332132	Montáž vázaných kci krovů pravidelných z hraněného řeziva průřezové plochy do 224 cm2	m	200,400	153,00		30 661,20	30 661,20	
11	605	605120110	řezivo jehličnaté hranol jakost I nad 120 cm2	m3	3,565	4 680,00	16 684,20		16 684,20	1,961
12	762	762342214	Montáž laťování na střeších jednoduchých sklonu do 60° osově vzdálenosti do 360 mm	m2	104,400	43,80		4 572,72	4 572,72	
13	605	605141010	řezivo jehličnaté lať jakost I 10 - 25 cm2	m3	1,570	5 180,00	8 132,60		8 132,60	0,864
14	762	762395000	Spojovací prostředky pro montáž krovu, bednění, laťování, světlíky,	m3	1,500	808,00	1 212,00		1 212,00	0,035
15	762	998762101	Přesun hmot tonážní pro kce tesařské v objektech v do 6 m	t	2,859	1 310,00		3 745,29	3 745,29	

Č.	KCN	Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Dodávka	Montáž	Cena celkem	Hmotnost celkem
----	-----	-------------	-------	----	-----------------	-----------------	---------	--------	-------------	-----------------

763 Konstrukce suché výstavby
22 833,16 33 588,98 56 422,14 1,025

16	763	763131613	Montáž zavěšené jednovrstvé nosné konstrukce z profilů CD, UD SDK podhled	m2	88,740	468,00	12 867,30	28 663,02	41 530,32	0,061
17	590	590306200	profil vodící stěnový UW 50 40/50/40 mm	m	88,000	28,30	2 490,40		2 490,40	0,048
18	763	763131621	Montáž desek tl. 12,5 mm SDK podhled	m2	88,740	65,50	886,51	4 925,96	5 812,47	0,036
19	590	590305210	deska stavební sdk "A" tl. 12,5 mm	m2	97,614	67,50	6 588,95		6 588,95	0,879

764 Konstrukce klempířské
9 758,00 11 818,94 21 576,94 0,306

20	764	764202134	Montáž oplechování rovné okapové hrany	m	36,000	110,00		3 960,00	3 960,00	
21	138	138141830	plech hladký pozinkovaný, jakost DX51 + Z275, 0,55x1000x2000 mm	t	0,160	27 400,00	4 384,00		4 384,00	0,160
22	764	764501103	Montáž žlabu podokapního půlkulatého	m	36,000	110,00		3 960,00	3 960,00	
23	553	553441880	žlab půlkruhový podokapní 333 pozink	m	36,000	58,80	2 116,80		2 116,80	0,064
24	764	764501105	Montáž háku pro podokapní půlkulatý žlab	kus	40,000	25,50		1 020,00	1 020,00	
25	553	553445780	háček žlabový 333/550 mm pozink	kus	40,000	27,60	1 104,00		1 104,00	0,038
26	764	764501107	Montáž rohu nebo koutu pro podokapní půlkulatý žlab	kus	4,000	56,00		224,00	224,00	
27	553	553445270	roh žlabový lisovaný 90° 330 mm pozink	kus	4,000	112,00	448,00		448,00	0,007
28	764	764501108	Montáž kotlíku oválného (trychtýřového) pro podokapní žlab	kus	2,000	179,00		358,00	358,00	
29	553	553442640	kotlík závěsný půlkulatý 330/120 pozink	kus	2,000	65,90	131,80		131,80	0,006
30	764	764508131	Montáž kruhového svodu	m	14,000	96,40		1 349,60	1 349,60	
31	553	553442090	svod kruhový 120 pozink	m	14,000	70,60	988,40		988,40	0,024
32	764	764508132	Montáž objímky kruhového svodu	kus	6,000	35,90		215,40	215,40	
33	553	553443330	objímka svodu tm 200 mm 120 pozink	kus	6,000	27,50	165,00		165,00	0,002
34	764	764508134	Montáž horního dvojitého kolena kruhového svodu	kus	4,000	69,00		276,00	276,00	
35	553	553443520	koleno 72° kruhové lisované 120 pozink	kus	4,000	105,00	420,00		420,00	0,004
36	764	998764101	Přesun hmot tonážní pro konstrukce klempířské v objektech v do 6 m	t	0,306	1 490,00		455,94	455,94	

765 Krytina skládaná
51 145,83 42 759,19 93 905,02 3,352

37	765	765115401	Montáž protisněhového háku pro keramickou krytinu	kus	30,000	21,30		639,00	639,00	
38	596	596602410	háček protisněhový	kus	30,000	29,50	885,00		885,00	0,007
39	765	765121014	Montáž krytiny betonové sklonu do 30° na sucho přes 8 do 10 ks/m2	m2	104,400	171,00		17 852,40	17 852,40	
40	592	592444650	taška Alpská Classic Protector základní 1/1 33,5x42cm	kus	750,000	34,50	25 875,00		25 875,00	3,225
41	765	765121203	Montáž krytiny betonové okapní větrací mřížka univerzální	m	36,000	53,10	153,36	1 758,24	1 911,60	0,001
42	592	592441190	mřížka větrací univerzální dl. 100 cm	m	36,000	58,10	2 091,60		2 091,60	0,007

Č.	KCN	Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Dodávka	Montáž	Cena celkem	Hmotnost celkem
43	765	765121221	Montáž krytiny betonové nároží na sucho s větracím pásem lepicím	m	18,800	556,00	1 201,32	9 251,48	10 452,80	0,022
44	592	592440340	pás větrací nároží - Metaroll, 1 role/5 m	kus	4,000	1 960,00	7 840,00		7 840,00	0,008
45	765	765121251	Montáž krytiny betonové hřebene na sucho s větracím pásem	m	5,000	368,00	337,00	1 503,00	1 840,00	0,006
46	592	592440260	pás větrací hřebene a nároží - Figaroll, 1 role/5 m	kus	1,000	1 120,00	1 120,00		1 120,00	0,002
47	765	765121503	Příplatek k montáži krytiny betonové za připevňovací prostředky za sklon přes 30° do 40°	m2	104,400	64,60	789,26	5 954,98	6 744,24	0,003
48	592	592440360	držák latě (pro hřeben a nároží)	kus	24,000	20,80	499,20		499,20	0,003
49	592	592440430	hřebík 45mm pozinkovaný	kg	5,000	109,00	545,00		545,00	0,005
50	592	592440440	hřebík 80mm pozinkovaný	kg	5,000	105,00	525,00		525,00	0,005
51	592	592444310	těsnící tmel K (310 ml)	kus	2,000	402,00	804,00		804,00	0,000
52	765	765191011	Montáž pojistné hydroizolační fólie kladené ve sklonu do 30° volně na krokve	m2	104,400	29,10		3 038,04	3 038,04	
53	592	592440630	taška Classic STAR hřebenáč rozdělovací	kus	2,000	394,00	788,00		788,00	0,009
54	592	592440620	taška Classic STAR hřebenáč koncový s 1 vrutem	kus	4,000	246,00	984,00		984,00	0,019
55	592	592440310	přichytka hřebenáče	kus	72,000	5,60	403,20		403,20	0,001
56	592	592440450	hřeb pro koncový a rozdělovací hřebenáč	kus	6,000	5,20	31,20		31,20	0,000
57	592	592444100	taška Classic STAR nosná stoupací plošiny (bez držáku)	kus	1,000	223,00	223,00		223,00	0,008
58	592	592440290	držák stoupací plošiny Classic STAR	kus	1,000	238,00	238,00		238,00	0,000
59	592	592444150	komplet pro sanitární odvětr. DuroVent(Js100,125)	sada	1,000	1 260,00	1 260,00		1 260,00	0,008
60	592	592440220	komplet pro anténu DuroVent	kus	1,000	740,00	740,00		740,00	0,001
61	283	283292500	fólie podstřešní BRAMAC PRO	m2	114,840	33,20	3 812,69		3 812,69	0,013
62	765	998765101	Přesun hmot tonážní pro krytiny skládané v objektech v do 6 m	t	3,352	824,00		2 762,05	2 762,05	

Celkem

138 412,41

137 021,02

275 433,43

8,129

Příloha 21: Krycí list rozpočtu z programu Kros 4 – varianta 6

KRYCÍ LIST ROZPOČTU																	
Název stavby	Diplomová práce			JKSO													
Název objektu	Varianta 6			EČO													
				Místo	Příbram												
Objednatel	ČVUT			IČ													
Projektant	Bc. Jan Kašpar			DIČ													
Zhotovitel	Bc. Jan Kašpar																
Zpracoval	Bc. Jan Kašpar																
	Rozpočet číslo	Dne		CZ-CPV													
		11.12.2016		CZ-CPA													
Měrné a účelové jednotky																	
Počet	Náklady / 1 m.j.	Počet	Náklady / 1 m.j.	Počet	Náklady / 1 m.j.												
Rozpočtové náklady v CZK																	
A	Základní rozp. náklady	B	Doplňkové náklady	C	Náklady na umístění stavby												
1	HSV	Dodávky	8	Práce přesčas	0,00	13	Zařízení staveniště										
2		Montáž	9	Bez pevné podl.	0,00	14	Projektové práce										
3	PSV	Dodávky	162 586,91	10	Kulturní památka	0,00	15	Územní vlivy									
4		Montáž	147 294,76	11		0,00	16	Provozní vlivy									
5	"M"	Dodávky				17	Jiné VRN										
6		Montáž				18	VRN z rozpočtu										
7	ZRN (ř.)		309 881,67	12	DN (ř. 8-11)		19	VRN (ř. 13-18)									
20	HZS			21	Kompl. činnost		22	Ostatní náklady									
Projektant, Zhotovitel, Objednatel				D Celkem bez DPH 309 881,67													
				<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">DPH</td> <td style="width: 10%;">%</td> <td style="width: 20%;">Základ daně</td> <td style="width: 20%;">DPH celkem</td> </tr> <tr> <td>snížená</td> <td>15,0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>základní</td> <td>21,0</td> <td>309 881,67</td> <td>65 075,15</td> </tr> </table>		DPH	%	Základ daně	DPH celkem	snížená	15,0			základní	21,0	309 881,67	65 075,15
				DPH	%	Základ daně	DPH celkem										
				snížená	15,0												
základní	21,0	309 881,67	65 075,15														
Cena s DPH 374 956,82																	
				E Přípočty a odpočty													
				Dodá zadavatel													
				Klouzavá doložka													
Zvýhodnění																	

Příloha 22: Rozpočet s výkazem výměr z programu Kros 4 – varianta 6

ROZPOČET

Stavba: Diplomová práce

Objekt: Varianta 6

Objednatel: ČVUT

Zhotovitel:

Bc. Jan Kašpar

Místo: Příbram

Datum: 11.12.2016

Č.	KCN	Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Dodávka	Montáž	Cena celkem	Hmotnost celkem	
PSV Práce a dodávky PSV							162 586,91	147 294,76	309 881,67	9,116	
713 Izolace tepelné							21 918,72	8 074,98	29 993,70	0,089	
1	713	7131521R1	Montáž foukané tepelné izolace do 290 mm střech šikmých sklon do 45°	m2	84,300	95,00		8 008,50	8 008,50		
2	627	627912000	foukání PUR pěna, izolace tepelná a zvuková	m2	88,740	203,00	18 014,22		18 014,22	0,089	
3		6279120R2	Nezahnutý materiál v předchozí položce	%	15,000	260,30	3 904,50		3 904,50		
4	713	998713101	Přesun hmot tonážní pro izolace tepelné v objektech v do 6 m	t	0,089	747,00		66,48	66,48		
762 Konstrukce tesařské							56 931,20	51 052,67	107 983,87	4,345	
5	762	762332132	Montáž vázaných kcí krovů pravidelných z hraněného řeziva průřezové plochy do 224 cm ²	m	200,400	153,00		30 661,20	30 661,20		
6	605	605120110	řezivo jehličnaté hranol jakost I nad 120 cm ²	m ³	3,565	4 680,00	16 684,20		16 684,20	1,961	
7	762	762341026	Bednění střech rovných z desek OSB tl 22 mm na pero a drážku šroubovaných na krokve	m ²	104,400	393,00	30 902,40	10 126,80	41 029,20	1,486	
8	762	762342214	Montáž laťování na střeších jednoduchých sklonu do 60° osové vzdálenosti do 360 mm	m ²	104,400	43,80		4 572,72	4 572,72		
9	605	605141010	řezivo jehličnaté lať jakost I 10 - 25 cm ²	m ³	1,570	5 180,00	8 132,60		8 132,60	0,864	
10	762	762395000	Spojovací prostředky pro montáž krovu, bednění, laťování, svétlíky,	m ³	1,500	808,00	1 212,00		1 212,00	0,035	
11	762	998762101	Přesun hmot tonážní pro kce tesařské v objektech v do 6 m	t	4,345	1 310,00		5 691,95	5 691,95		
763 Konstrukce suché výstavby							22 833,16	33 588,98	56 422,14	1,025	
12	763	763131613	Montáž zavěšené jednovrstvé nosné konstrukce z profilů CD, UD SDK podhled	m ²	88,740	468,00	12 867,30	28 663,02	41 530,32	0,061	
13	590	590306200	profil vodící stěnový UW 50 40/50/40 mm	m	88,000	28,30	2 490,40		2 490,40	0,048	
14	763	763131621	Montáž desek tl. 12,5 mm SDK podhled	m ²	88,740	65,50	886,51	4 925,96	5 812,47	0,036	

Č.	KCN	Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Dodávka	Montáž	Cena celkem	Hmotnost celkem
15	590	590305210	deska stavební sdk "A" tl. 12,5 mm	m2	97,614	67,50	6 588,95		6 588,95	0,879

764 Konstrukce klempířské					9 758,00	11 818,94	21 576,94	0,306
----------------------------------	--	--	--	--	-----------------	------------------	------------------	--------------

16	764	764202134	Montáž oplechování rovné okapové hrany	m	36,000	110,00		3 960,00	3 960,00	
17	138	138141830	plech hladký pozinkovaný, jakost DX51 + Z275, 0,55x1000x2000 mm	t	0,160	27 400,00	4 384,00		4 384,00	0,160
18	764	764501103	Montáž žlabu podokapního půlkulatého	m	36,000	110,00		3 960,00	3 960,00	
19	553	553441880	žlab půlkruhový podokapní 333 pozink	m	36,000	58,80	2 116,80		2 116,80	0,064
20	764	764501105	Montáž háku pro podokapní půlkulatý žlab	kus	40,000	25,50		1 020,00	1 020,00	
21	553	553445780	háček žlabový 333/550 mm pozink	kus	40,000	27,60	1 104,00		1 104,00	0,038
22	764	764501107	Montáž rohu nebo koutu pro podokapní půlkulatý žlab	kus	4,000	56,00		224,00	224,00	
23	553	553445270	roh žlabový lisovaný 90° 330 mm pozink	kus	4,000	112,00	448,00		448,00	0,007
24	764	764501108	Montáž kotlíku oválného (trychtýřového) pro podokapní žlab	kus	2,000	179,00		358,00	358,00	
25	553	553442640	kotlík závěsný půlkulatý 330/120 pozink	kus	2,000	65,90	131,80		131,80	0,006
26	764	764508131	Montáž kruhového svodu	m	14,000	96,40		1 349,60	1 349,60	
27	553	553442090	svod kruhový 120 pozink	m	14,000	70,60	988,40		988,40	0,024
28	764	764508132	Montáž objímky kruhového svodu	kus	6,000	35,90		215,40	215,40	
29	553	553443330	objímka svodu tm 200 mm 120 pozink	kus	6,000	27,50	165,00		165,00	0,002
30	764	764508134	Montáž horního dvojitého kolena kruhového svodu	kus	4,000	69,00		276,00	276,00	
31	553	553443520	koleno 72° kruhové lisované 120 pozink	kus	4,000	105,00	420,00		420,00	0,004
32	764	998764101	Přesun hmot tonážní pro konstrukce klempířské v objektech v do 6 m	t	0,306	1 490,00		455,94	455,94	

765 Krytina skládaná					51 145,83	42 759,19	93 905,02	3,352
-----------------------------	--	--	--	--	------------------	------------------	------------------	--------------

33	765	765115401	Montáž protisněhového háku pro keramickou krytinu	kus	30,000	21,30		639,00	639,00	
34	596	596602410	háček protisněhový	kus	30,000	29,50	885,00		885,00	0,007
35	765	765121014	Montáž krytiny betonové sklonu do 30° na sucho přes 8 do 10 ks/m2	m2	104,400	171,00		17 852,40	17 852,40	
36	592	592444650	taška Alpská Classic Protector základní 1/1 33,5x42cm	kus	750,000	34,50	25 875,00		25 875,00	3,225
37	765	765121203	Montáž krytiny betonové okapní větrací mřížka univerzální	m	36,000	53,10	153,36	1 758,24	1 911,60	0,001
38	592	592441190	mřížka větrací univerzální dl. 100 cm	m	36,000	58,10	2 091,60		2 091,60	0,007
39	765	765121221	Montáž krytiny betonové nároží na sucho s větracím pásem lepicím	m	18,800	556,00	1 201,32	9 251,48	10 452,80	0,022
40	592	592440340	pás větrací nároží - Metaroll, 1 role/5 m	kus	4,000	1 960,00	7 840,00		7 840,00	0,008
41	765	765121251	Montáž krytiny betonové hřebene na sucho s větracím pásem	m	5,000	368,00	337,00	1 503,00	1 840,00	0,006
42	592	592440260	pás větrací hřebene a nároží - Figaroll, 1 role/5 m	kus	1,000	1 120,00	1 120,00		1 120,00	0,002
43	765	765121503	Příplatek k montáži krytiny betonové za připevňovací prostředky za sklon přes 30° do 40°	m2	104,400	64,60	789,26	5 954,98	6 744,24	0,003

Č.	KCN	Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Dodávka	Montáž	Cena celkem	Hmotnost celkem
44	592	592440360	držák latě (pro hřeben a nároží)	kus	24,000	20,80	499,20		499,20	0,003
45	592	592440430	hřebík 45mm pozinkovaný	kg	5,000	109,00	545,00		545,00	0,005
46	592	592440440	hřebík 80mm pozinkovaný	kg	5,000	105,00	525,00		525,00	0,005
47	592	592444310	těsnící tmel K (310 ml)	kus	2,000	402,00	804,00		804,00	0,000
48	765	765191011	Montáž pojistné hydroizolační fólie kladené ve sklonu do 30° volně na krokve	m2	104,400	29,10		3 038,04	3 038,04	
49	592	592440630	taška Classic STAR hřebenáč rozdělovací	kus	2,000	394,00	788,00		788,00	0,009
50	592	592440620	taška Classic STAR hřebenáč koncový s 1 vrutem	kus	4,000	246,00	984,00		984,00	0,019
51	592	592440310	přichytka hřebenáče	kus	72,000	5,60	403,20		403,20	0,001
52	592	592440450	hřeb pro koncový a rozdělovací hřebenáč	kus	6,000	5,20	31,20		31,20	0,000
53	592	592444100	taška Classic STAR nosná stoupací plošiny (bez držáku)	kus	1,000	223,00	223,00		223,00	0,008
54	592	592440290	držák stoupací plošiny Classic STAR	kus	1,000	238,00	238,00		238,00	0,000
55	592	592444150	komplet pro sanitární odvětr. DuroVent(Js100,125)	sada	1,000	1 260,00	1 260,00		1 260,00	0,008
56	592	592440220	komplet pro anténu DuroVent	kus	1,000	740,00	740,00		740,00	0,001
57	283	283292500	fólie podstřešní BRAMAC PRO	m2	114,840	33,20	3 812,69		3 812,69	0,013
58	765	998765101	Přesun hmot tonážní pro krytiny skládané v objektech v do 6 m	t	3,352	824,00		2 762,05	2 762,05	

Celkem

162 586,91

147 294,76

309 881,67

9,116

Příloha 23: Krcí list rozpočtu z programu Kros 4 – varianta 7

KRYCÍ LIST ROZPOČTU																					
Název stavby	Diplomová práce			JKSO																	
Název objektu	Varianta 7			EČO																	
				Místo	Příbram																
				IČ	DIČ																
Objednatel	ČVUT																				
Projektant	Bc. Jan Kašpar																				
Zhotovitel	Bc. Jan Kašpar																				
Zpracoval	Bc. Jan Kašpar																				
	Rozpočet číslo	Dne		CZ-CPV																	
		11.12.2016		CZ-CPA																	
Měrné a účelové jednotky																					
Počet	Náklady / 1 m.j.	Počet	Náklady / 1 m.j.	Počet	Náklady / 1 m.j.																
Rozpočtové náklady v CZK																					
A	Základní rozp. náklady	B	Doplňkové náklady	C	Náklady na umístění stavby																
1	HSV Dodávky	8	Práce přesčas	0,00	13	Zařízení staveniště															
2	Montáž	9	Bez pevné podl.	0,00	14	Projektové práce															
3	PSV Dodávky	139 321,40	10	Kulturní památka	0,00	15	Územní vlivy														
4	Montáž	137 021,02	11		0,00	16	Provozní vlivy														
5	"M" Dodávky					17	Jiné VRN														
6	Montáž					18	VRN z rozpočtu														
7	ZRN (ř.)	276 342,42	12	DN (ř. 8-11)		19	VRN (ř. 13-18)														
20	HZS		21	Kompl. činnost		22	Ostatní náklady														
Projektant, Zhotovitel, Objednatel				D Celkem bez DPH 276 342,42																	
				<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">DPH</td> <td style="width: 10%;">%</td> <td style="width: 20%;">Základ daně</td> <td style="width: 10%;">DPH celkem</td> </tr> <tr> <td>snížená</td> <td>15,0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>základní</td> <td>21,0</td> <td>276 342,42</td> <td>58 031,91</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Cena s DPH</td> <td>334 374,33</td> </tr> </table>		DPH	%	Základ daně	DPH celkem	snížená	15,0			základní	21,0	276 342,42	58 031,91	Cena s DPH			334 374,33
DPH	%	Základ daně	DPH celkem																		
snížená	15,0																				
základní	21,0	276 342,42	58 031,91																		
Cena s DPH			334 374,33																		
				E Přípočty a odpočty																	
				Dodá zadavatel																	
				Klouzavá doložka																	
Zvýhodnění																					

Příloha 24: Rozpočet s výkazem výměr z programu Kros 4 – varianta 7

ROZPOČET

Stavba: Diplomová práce

Objekt: Varianta 7

Objednatel: ČVUT

Zhotovitel: Bc. Jan Kašpar

Místo: Příbram

Datum: 11.12.2016

Č.	KCN	Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Dodávka	Montáž	Cena celkem	Hmotnost celkem
PSV Práce a dodávky PSV							139 321,40	137 021,02	276 342,42	8,129
713 Izolace tepelné							29 555,61	9 874,70	39 430,31	0,587
1	713	713151111	Montáž izolace tepelné střeš šikmých kladené volně mezi krokve rohoží, pásů, desek	m2	84,320	28,80		2 428,42	2 428,42	
2	631	6315098R1	tepelná izolace, ROCKWOOL ROCKTON tl. 100mm	m2	86,006	145,00	12 470,87		12 470,87	0,301
3	713	713151121	Montáž izolace tepelné střeš šikmých kladené volně pod krokve rohoží, pásů, desek	m2	88,740	26,00		2 307,24	2 307,24	
4	631	6315098R2	tepelná izolace ROCKWOOL SUPERROCK, tl. 140mm	m2	90,515	165,00	14 934,98		14 934,98	0,272
5	713	713291132	Montáž izolace tepelné parotěsné zábrany stropů vrchem fólii	m2	88,740	53,60	55,91	4 700,55	4 756,46	0,004
6	283	283292740	folie nehořlavá parotěsná JUTAFOL N Speciál 110 g/m2	m2	97,614	11,80	1 151,85		1 151,85	0,011
7	283	283293090	páska spojovací JUTADACH SP 38 mm x 50 m	m	30,000	8,60	258,00		258,00	0,000
8		2463350R1	tmel JUTAFOL mastic (bal. 300ml)	kus	4,000	171,00	684,00		684,00	
9	713	998713101	Přesun hmot tonážní pro izolace tepelné v objektech v do 6 m	t	0,587	747,00		438,49	438,49	
762 Konstrukce tesařské							26 028,80	38 979,21	65 008,01	2,859
10	762	762332132	Montáž vázaných kci krovů pravidelných z hraněného řeziva průřezové plochy do 224 cm2	m	200,400	153,00		30 661,20	30 661,20	
11	605	605120110	řezivo jehličnaté hranol jakost I nad 120 cm2	m3	3,565	4 680,00	16 684,20		16 684,20	1,961
12	762	762342214	Montáž laťování na střešách jednoduchých sklonu do 60° osově vzdálenosti do 360 mm	m2	104,400	43,80		4 572,72	4 572,72	
13	605	605141010	řezivo jehličnaté lať jakost I 10 - 25 cm2	m3	1,570	5 180,00	8 132,60		8 132,60	0,864
14	762	762395000	Spojovací prostředky pro montáž krovu, bednění, laťování, světlíky,	m3	1,500	808,00	1 212,00		1 212,00	0,035
15	762	998762101	Přesun hmot tonážní pro kce tesařské v objektech v do 6 m	t	2,859	1 310,00		3 745,29	3 745,29	

Č.	KCN	Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Dodávka	Montáž	Cena celkem	Hmotnost celkem
763 Konstrukce suché výstavby							22 833,16	33 588,98	56 422,14	1,025
16	763	763131613	Montáž zavěšené jednovrstvé nosné konstrukce z profilů CD, UD SDK podhled	m2	88,740	468,00	12 867,30	28 663,02	41 530,32	0,061
17	590	590306200	profilovací stěnový UW 50 40/50/40 mm	m	88,000	28,30	2 490,40		2 490,40	0,048
18	763	763131621	Montáž desek tl. 12,5 mm SDK podhled	m2	88,740	65,50	886,51	4 925,96	5 812,47	0,036
19	590	590305210	deska stavební sdk "A" tl. 12,5 mm	m2	97,614	67,50	6 588,95		6 588,95	0,879
764 Konstrukce klempířské							9 758,00	11 818,94	21 576,94	0,306
20	764	764202134	Montáž oplechování rovné okapové hrany	m	36,000	110,00		3 960,00	3 960,00	
21	138	138141830	plech hladký pozinkovaný, jakost DX51 + Z275, 0,55x1000x2000 mm	t	0,160	27 400,00	4 384,00		4 384,00	0,160
22	764	764501103	Montáž žlabu podokapního půlkulatého	m	36,000	110,00		3 960,00	3 960,00	
23	553	553441880	žlab půlkruhový podokapní 333 pozink	m	36,000	58,80	2 116,80		2 116,80	0,064
24	764	764501105	Montáž háku pro podokapní půlkulatý žlab	kus	40,000	25,50		1 020,00	1 020,00	
25	553	553445780	háček žlabový 333/550 mm pozink	kus	40,000	27,60	1 104,00		1 104,00	0,038
26	764	764501107	Montáž rohu nebo koutu pro podokapní půlkulatý žlab	kus	4,000	56,00		224,00	224,00	
27	553	553445270	roh žlabový lisovaný 90° 330 mm pozink	kus	4,000	112,00	448,00		448,00	0,007
28	764	764501108	Montáž kotlíku oválného (trychtýřového) pro podokapní žlab	kus	2,000	179,00		358,00	358,00	
29	553	553442640	kotlík závěsný půlkulatý 330/120 pozink	kus	2,000	65,90	131,80		131,80	0,006
30	764	764508131	Montáž kruhového svodu	m	14,000	96,40		1 349,60	1 349,60	
31	553	553442090	svod kruhový 120 pozink	m	14,000	70,60	988,40		988,40	0,024
32	764	764508132	Montáž objímky kruhového svodu	kus	6,000	35,90		215,40	215,40	
33	553	553443330	objímka svodu tm 200 mm 120 pozink	kus	6,000	27,50	165,00		165,00	0,002
34	764	764508134	Montáž horního dvojitého kolena kruhového svodu	kus	4,000	69,00		276,00	276,00	
35	553	553443520	koleno 72° kruhové lisované 120 pozink	kus	4,000	105,00	420,00		420,00	0,004
36	764	998764101	Přesun hmot tonážní pro konstrukce klempířské v objektech v do 6 m	t	0,306	1 490,00		455,94	455,94	
765 Krytina skládaná							51 145,83	42 759,19	93 905,02	3,352
37	765	765115401	Montáž protisněhového háku pro keramickou krytinu	kus	30,000	21,30		639,00	639,00	
38	596	596602410	háček protisněhový	kus	30,000	29,50	885,00		885,00	0,007
39	765	765121014	Montáž krytiny betonové sklonu do 30° na sucho přes 8 do 10 ks/m2	m2	104,400	171,00		17 852,40	17 852,40	
40	592	592444650	taška Alpská Classic Protector základní 1/1 33,5x42cm	kus	750,000	34,50	25 875,00		25 875,00	3,225
41	765	765121203	Montáž krytiny betonové okapní větrací mřížka univerzální	m	36,000	53,10	153,36	1 758,24	1 911,60	0,001
42	592	592441190	mřížka větrací univerzální dl. 100 cm	m	36,000	58,10	2 091,60		2 091,60	0,007

Č.	KCN	Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Dodávka	Montáž	Cena celkem	Hmotnost celkem
43	765	765121221	Montáž krytiny betonové nároží na sucho s větracím pásem lepicím	m	18,800	556,00	1 201,32	9 251,48	10 452,80	0,022
44	592	592440340	pás větrací nároží - Metaroll, 1 role/5 m	kus	4,000	1 960,00	7 840,00		7 840,00	0,008
45	765	765121251	Montáž krytiny betonové hřeben na sucho s větracím pásem	m	5,000	368,00	337,00	1 503,00	1 840,00	0,006
46	592	592440260	pás větrací hřebene a nároží - Figaroll, 1 role/5 m	kus	1,000	1 120,00	1 120,00		1 120,00	0,002
47	765	765121503	Příplatek k montáži krytiny betonové za připevňovací prostředky za sklon přes 30° do 40°	m2	104,400	64,60	789,26	5 954,98	6 744,24	0,003
48	592	592440360	držák latě (pro hřeben a nároží)	kus	24,000	20,80	499,20		499,20	0,003
49	592	592440430	hřebík 45mm pozinkovaný	kg	5,000	109,00	545,00		545,00	0,005
50	592	592440440	hřebík 80mm pozinkovaný	kg	5,000	105,00	525,00		525,00	0,005
51	592	592444310	těsnící tmel K (310 ml)	kus	2,000	402,00	804,00		804,00	0,000
52	765	765191011	Montáž pojistné hydroizolační fólie kladené ve sklonu do 30° volně na krokve	m2	104,400	29,10		3 038,04	3 038,04	
53	592	592440630	taška Classic STAR hřebenáč rozdělovací	kus	2,000	394,00	788,00		788,00	0,009
54	592	592440620	taška Classic STAR hřebenáč koncový s 1 vrutem	kus	4,000	246,00	984,00		984,00	0,019
55	592	592440310	přichytka hřebenáče	kus	72,000	5,60	403,20		403,20	0,001
56	592	592440450	hřeb pro koncový a rozdělovací hřebenáč	kus	6,000	5,20	31,20		31,20	0,000
57	592	592444100	taška Classic STAR nosná stoupací plošiny (bez držáku)	kus	1,000	223,00	223,00		223,00	0,008
58	592	592440290	držák stoupací plošiny Classic STAR	kus	1,000	238,00	238,00		238,00	0,000
59	592	592444150	komplet pro sanitární odvětr. DuroVent(Js100,125)	sada	1,000	1 260,00	1 260,00		1 260,00	0,008
60	592	592440220	komplet pro anténu DuroVent	kus	1,000	740,00	740,00		740,00	0,001
61	283	283292500	fólie podstřešní BRAMAC PRO	m2	114,840	33,20	3 812,69		3 812,69	0,013
62	765	998765101	Přesun hmot tonážní pro krytiny skládané v objektech v do 6 m	t	3,352	824,00		2 762,05	2 762,05	

Celkem

139 321,40

137 021,02

276 342,42

8,129

Příloha 25: Krcí list rozpočtu z programu Kros 4 – varianta 8

KRYCÍ LIST ROZPOČTU					
Název stavby	Diplomová práce			JKSO	
Název objektu	Varianta 8			EČO	
				Místo	Příbram
				IČ	
				DIČ	
Objednatel	ČVUT				
Projektant	Bc. Jan Kašpar				
Zhotovitel	Bc. Jan Kašpar				
Zpracoval	Bc. Jan Kašpar				
	Rozpočet číslo	Dne		CZ-CPV	
		11.12.2016		CZ-CPA	
Měrné a účelové jednotky					
Počet	Náklady / 1 m.j.	Počet	Náklady / 1 m.j.	Počet	Náklady / 1 m.j.
Rozpočtové náklady v CZK					
A	Základní rozp. náklady	B	Doplňkové náklady	C	Náklady na umístění stavby
1	HSV Dodávky		8 Práce přesčas	0,00	13 Zařízení staveniště
2	Montáž		9 Bez pevné podl.	0,00	14 Projektové práce
3	PSV Dodávky	128 454,93	10 Kulturní památka	0,00	15 Územní vlivy
4	Montáž	137 021,02	11	0,00	16 Provozní vlivy
5	"M" Dodávky				17 Jiné VRN
6	Montáž				18 VRN z rozpočtu
7	ZRN (ř.)	265 475,95	12 DN (ř. 8-11)		19 VRN (ř. 13-18)
20	HZS		21 Kompl. činnost		22 Ostatní náklady
Projektant, Zhotovitel, Objednatel				D	Celkem bez DPH 265 475,95
				DPH %	Základ daně DPH celkem
				snížená 15,0	
				základní 21,0	265 475,95 55 749,95
				Cena s DPH	321 225,90
				E	Přípočty a odpočty
				Dodá zadavatel	
				Klouzavá doložka	
				Zvýhodnění	

Příloha 26: Rozpočet s výkazem výměr z programu Kros 4 – varianta 8

ROZPOČET

Stavba: Diplomová práce

Objekt: Varianta 8

Objednatel: ČVUT

Zhotovitel: Bc. Jan Kašpar

Místo: Přebram

Datum: 11.12.2016

Č.	KCN	Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Dodávka	Montáž	Cena celkem	Hmotnost celkem
PSV Práce a dodávky PSV							128 454,93	137 021,02	265 475,95	8,129
713 Izolace tepelné							18 689,14	9 874,70	28 563,84	0,587
1	713	713151111	Montáž izolace tepelné střež šikmých kladené volně mezi krokve rohoží, pásů, desek	m2	84,320	28,80		2 428,42	2 428,42	
2	631	6315098R1	tepelná izolace, URSA PUREONE DF 39tl. 100mm	m2	86,006	55,70	4 790,53		4 790,53	0,301
3	713	713151121	Montáž izolace tepelné střež šikmých kladené volně pod krokve rohoží, pásů, desek	m2	88,740	26,00		2 307,24	2 307,24	
4	631	6315098R2	tepelná izolace URSA PUREONE SF 35, tl. 140mm	m2	90,515	129,80	11 748,85		11 748,85	0,272
5	713	713291132	Montáž izolace tepelné parotěsné zábrany stropů vrchem fólií	m2	88,740	53,60	55,91	4 700,55	4 756,46	0,004
6	283	283292740	folie nehořlavá parotěsná JUTAFOL N Speciál 110 g/m2	m2	97,614	11,80	1 151,85		1 151,85	0,011
7	283	283293090	páska spojovací JUTADACH SP 38 mm x 50 m	m	30,000	8,60	258,00		258,00	0,000
8		2463350R1	tmel JUTAFOL mastic (bal. 300ml)	kus	4,000	171,00	684,00		684,00	
9	713	998713101	Přesun hmot tonážní pro izolace tepelné v objektech v do 6 m	t	0,587	747,00		438,49	438,49	
762 Konstrukce tesařské							26 028,80	38 979,21	65 008,01	2,859
10	762	762332132	Montáž vázaných kčí krovů pravidelných z hraněného řeziva průřezové plochy do 224 cm2	m	200,400	153,00		30 661,20	30 661,20	
11	605	605120110	řezivo jehličnaté hranol jakost I nad 120 cm2	m3	3,565	4 680,00	16 684,20		16 684,20	1,961
12	762	762342214	Montáž laťování na střežách jednoduchých sklonu do 60° osově vzdáleností do 360 mm	m2	104,400	43,80		4 572,72	4 572,72	
13	605	605141010	řezivo jehličnaté lať jakost I 10 - 25 cm2	m3	1,570	5 180,00	8 132,60		8 132,60	0,864
14	762	762395000	Spojovací prostředky pro montáž krovu, bednění, laťování, světlíky,	m3	1,500	808,00	1 212,00		1 212,00	0,035
15	762	998762101	Přesun hmot tonážní pro kce tesařské v objektech v do 6 m	t	2,859	1 310,00		3 745,29	3 745,29	

Č.	KCN	Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Dodávka	Montáž	Cena celkem	Hmotnost celkem
763 Konstrukce suché výstavby							22 833,16	33 588,98	56 422,14	1,025
16	763	763131613	Montáž zavěšené jednovrstvé nosné konstrukce z profilů CD, UD SDK podhled	m2	88,740	468,00	12 867,30	28 663,02	41 530,32	0,061
17	590	590306200	profil vodící stěnový UW 50 40/50/40 mm	m	88,000	28,30	2 490,40		2 490,40	0,048
18	763	763131621	Montáž desek tl. 12,5 mm SDK podhled	m2	88,740	65,50	886,51	4 925,96	5 812,47	0,036
19	590	590305210	deska stavební sdk "A" tl. 12,5 mm	m2	97,614	67,50	6 588,95		6 588,95	0,879
764 Konstrukce klempířské							9 758,00	11 818,94	21 576,94	0,306
20	764	764202134	Montáž oplechování rovné okapové hrany	m	36,000	110,00		3 960,00	3 960,00	
21	138	138141830	plech hladký pozinkovaný, jakost DX51 + Z275, 0,55x1000x2000 mm	t	0,160	27 400,00	4 384,00		4 384,00	0,160
22	764	764501103	Montáž žlabu podokapního půlkulatého	m	36,000	110,00		3 960,00	3 960,00	
23	553	553441880	žlab půlkruhový podokapní 333 pozink	m	36,000	58,80	2 116,80		2 116,80	0,064
24	764	764501105	Montáž háku pro podokapní půlkulatý žlab	kus	40,000	25,50		1 020,00	1 020,00	
25	553	553445780	háček žlabový 333/550 mm pozink	kus	40,000	27,60	1 104,00		1 104,00	0,038
26	764	764501107	Montáž rohu nebo koutu pro podokapní půlkulatý žlab	kus	4,000	56,00		224,00	224,00	
27	553	553445270	roh žlabový lisovaný 90° 330 mm pozink	kus	4,000	112,00	448,00		448,00	0,007
28	764	764501108	Montáž kotlíku oválného (trychtýřového) pro podokapní žlab	kus	2,000	179,00		358,00	358,00	
29	553	553442640	kotlík závěsný půlkulatý 330/120 pozink	kus	2,000	65,90	131,80		131,80	0,006
30	764	764508131	Montáž kruhového svodu	m	14,000	96,40		1 349,60	1 349,60	
31	553	553442090	svod kruhový 120 pozink	m	14,000	70,60	988,40		988,40	0,024
32	764	764508132	Montáž objímky kruhového svodu	kus	6,000	35,90		215,40	215,40	
33	553	553443330	objímka svodu tm 200 mm 120 pozink	kus	6,000	27,50	165,00		165,00	0,002
34	764	764508134	Montáž horního dvojitého kolena kruhového svodu	kus	4,000	69,00		276,00	276,00	
35	553	553443520	koleno 72° kruhové lisované 120 pozink	kus	4,000	105,00	420,00		420,00	0,004
36	764	998764101	Přesun hmot tonážní pro konstrukce klempířské v objektech v do 6 m	t	0,306	1 490,00		455,94	455,94	
765 Krytina skládaná							51 145,83	42 759,19	93 905,02	3,352
37	765	765115401	Montáž protisněhového háku pro keramickou krytinu	kus	30,000	21,30		639,00	639,00	
38	596	596602410	háček protisněhový	kus	30,000	29,50	885,00		885,00	0,007
39	765	765121014	Montáž krytiny betonové sklonu do 30° na sucho přes 8 do 10 ks/m2	m2	104,400	171,00		17 852,40	17 852,40	
40	592	592444650	taška Alpská Classic Protector základní 1/1 33,5x42cm	kus	750,000	34,50	25 875,00		25 875,00	3,225
41	765	765121203	Montáž krytiny betonové okapní větrací mřížka univerzální	m	36,000	53,10	153,36	1 758,24	1 911,60	0,001
42	592	592441190	mřížka větrací univerzální dl. 100 cm	m	36,000	58,10	2 091,60		2 091,60	0,007

Č.	KCN	Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Dodávka	Montáž	Cena celkem	Hmotnost celkem
43	765	765121221	Montáž krytiny betonové nároží na sucho s větracím pásem lepicím	m	18,800	556,00	1 201,32	9 251,48	10 452,80	0,022
44	592	592440340	pás větrací nároží - Metaroll, 1 role/5 m	kus	4,000	1 960,00	7 840,00		7 840,00	0,008
45	765	765121251	Montáž krytiny betonové hřebene na sucho s větracím pásem	m	5,000	368,00	337,00	1 503,00	1 840,00	0,006
46	592	592440260	pás větrací hřebene a nároží - Figaroll, 1 role/5 m	kus	1,000	1 120,00	1 120,00		1 120,00	0,002
47	765	765121503	Příplatek k montáži krytiny betonové za připevňovací prostředky za sklon přes 30° do 40°	m2	104,400	64,60	789,26	5 954,98	6 744,24	0,003
48	592	592440360	držák latě (pro hřeben a nároží)	kus	24,000	20,80	499,20		499,20	0,003
49	592	592440430	hřebík 45mm pozinkovaný	kg	5,000	109,00	545,00		545,00	0,005
50	592	592440440	hřebík 80mm pozinkovaný	kg	5,000	105,00	525,00		525,00	0,005
51	592	592444310	těsnicí tmel K (310 ml)	kus	2,000	402,00	804,00		804,00	0,000
52	765	765191011	Montáž pojistné hydroizolační fólie kladené ve sklonu do 30° volně na krokve	m2	104,400	29,10		3 038,04	3 038,04	
53	592	592440630	taška Classic STAR hřebenáč rozdělovací	kus	2,000	394,00	788,00		788,00	0,009
54	592	592440620	taška Classic STAR hřebenáč koncový s 1 vrutem	kus	4,000	246,00	984,00		984,00	0,019
55	592	592440310	přichytka hřebenáče	kus	72,000	5,60	403,20		403,20	0,001
56	592	592440450	hřeb pro koncový a rozdělovací hřebenáč	kus	6,000	5,20	31,20		31,20	0,000
57	592	592444100	taška Classic STAR nosná stoupací plošiny (bez držáku)	kus	1,000	223,00	223,00		223,00	0,008
58	592	592440290	držák stoupací plošiny Classic STAR	kus	1,000	238,00	238,00		238,00	0,000
59	592	592444150	komplet pro sanitární odvětr. DuroVent(Js100,125)	sada	1,000	1 260,00	1 260,00		1 260,00	0,008
60	592	592440220	komplet pro anténu DuroVent	kus	1,000	740,00	740,00		740,00	0,001
61	283	283292500	fólie podstřešní BRAMAC PRO	m2	114,840	33,20	3 812,69		3 812,69	0,013
62	765	998765101	Přesun hmot tonážní pro krytiny skládané v objektech v do 6 m	t	3,352	824,00		2 762,05	2 762,05	

Celkem

128 454,93

137 021,02

265 475,95

8,129

Příloha 27: Krcí list rozpočtu z programu Kros 4 – plochá varianta 1

KRYCÍ LIST ROZPOČTU					
Název stavby	Diplomová práce			JKSO	
Název objektu	Plochá střecha - Varianta 1			EČO	
				Místo	Příbram
				IČ	DIČ
Objednatel	ČVUT				
Projektant	Bc. Jan Kašpar				
Zhotovitel	Bc. Jan Kašpar				
Zpracoval	Bc. Jan Kašpar				
	Rozpočet číslo	Dne		CZ-CPV	
		15.12.2016		CZ-CPA	
Měrné a účelové jednotky					
Počet	Náklady / 1 m.j.	Počet	Náklady / 1 m.j.	Počet	Náklady / 1 m.j.
Rozpočtové náklady v CZK					
A	Základní rozp. náklady	B	Doplňkové náklady	C	Náklady na umístění stavby
1	HSV Dodávky 148 396,48	8	Práce přesčas 0,00	13	Zařízení staveniště
2	Montáž 79 118,36	9	Bez pevné podl. 0,00	14	Projektové práce
3	PSV Dodávky 123 433,88	10	Kulturní památka 0,00	15	Územní vlivy
4	Montáž 29 342,07	11		16	Provozní vlivy
5	"M" Dodávky			17	Jiné VRN
6	Montáž			18	VRN z rozpočtu
7	ZRN (ř.) 380 290,79	12	DN (ř. 8-11)	19	VRN (ř. 13-18)
20	HZS	21	Kompl. činnost	22	Ostatní náklady
Projektant, Zhotovitel, Objednatel				D	Celkem bez DPH 380 290,79
				DPH %	Základ daně DPH celkem
				snížená 15,0	
				základní 21,0	380 290,79 79 861,07
				Cena s DPH	460 151,86
				E	Přípočty a odpočty
				Dodá zadavatel	
				Klouzavá doložka	
				Zvýhodnění	

Příloha 28: Rozpočet s výkazem výměr z programu Kros 4 – plochá varianta 1

ROZPOČET

Stavba: Diplomová práce

Objekt: Plochá střecha - Varianta 1

Objednatel: ČVUT

Zhotovitel: Bc. Jan Kašpar

Místo: Příbram

Zpracoval:

Datum: 15.12.2016

Č.	KCN	Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Dodávka	Montáž	Cena celkem	Hmotnost celkem
HSV Práce a dodávky HSV							148 396,48	79 118,36	227 514,84	31,784
3 Svislé a kompletní konstrukce							33 624,00	6 696,00	40 320,00	6,306
1	011	345272622	Stěny atikové tl 250 mm z párobetonových přesných hladkých tvárníc Ytong hmotnosti 500 kg/m3	m2	36,000	1 120,00	33 624,00	6 696,00	40 320,00	6,306
4 Vodorovné konstrukce							57 840,00	29 643,00	87 483,00	20,357
2	011	411111112	Strop BSK PLUS tl 20 cm ze stropních trámců tl 18 cm os vzdálenost 66 cm rozpětí 3600 až 3800 mm	m2	72,300	1 210,00	57 840,00	29 643,00	87 483,00	20,357
6 Úpravy povrchů, podlahy a osazování výplní							56 932,48	34 833,36	91 765,84	5,121
3	011	611321111	Vápenocementová omítka hrubá jednovrstvá zatřená vnitřních stropů rovných nanášená ručně	m2	64,000	168,00	3 712,00	7 040,00	10 752,00	1,008
4	011	622131101	Cementový postřík vnějších stěn nanášený celoplošně ručně	m2	36,000	58,40	1 306,80	795,60	2 102,40	0,265
5	011	622142001	Potažení vnějších stěn sklovláknitým pletivem vtačeným do tenkovrstvé hmoty	m2	36,000	160,00	2 588,40	3 171,60	5 760,00	0,176
6	011	622211011	Montáž kontaktního zateplení vnějších stěn z polystyrénových desek tl do 80 mm	m2	16,120	479,00	3 078,92	4 642,56	7 721,48	0,133
7	283	283764170	deska z extrudovaného polystyrénu BACHL XPS 300 SF 50 mm	m2	16,442	258,00	4 242,04		4 242,04	0,025
8	011	622211031	Montáž kontaktního zateplení vnějších stěn z polystyrénových desek tl do 160 mm	m2	39,600	553,00	9 979,20	11 919,60	21 898,80	0,337
9	283	283759810	deska fasádní polystyrénová EPS 100 F 1000 x 500 x 140 mm	m2	40,392	360,00	14 541,12		14 541,12	0,130
10	011	622811001	Tepelně izolační jednovrstvá omítka vnějších stěn tloušťky do 20 mm	m2	36,000	275,00	5 580,00	4 320,00	9 900,00	0,360
11	011	6352111R1	Montáž keramzitbetou	m3	6,400	2 320,00	11 904,00	2 944,00	14 848,00	2,688

Č.	KCN	Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Dodávka	Montáž	Cena celkem	Hmotnost celkem
998 Přesun hmot								7 946,00	7 946,00	
12	011	998011002	Přesun hmot pro budovy zděné v do 12 m	t	31,784	250,00		7 946,00	7 946,00	
PSV Práce a dodávky PSV							123 433,88	29 342,07	152 775,95	1,557
712 Povlakové krytiny							30 684,20	8 493,70	39 177,90	0,706
13	712	712341559	Provedení povlakové krytiny střech do 10° pásy NAIP přitavením v plné ploše	m2	96,240	83,40	1 790,06	6 236,36	8 026,42	0,085
14	628	628321340	pás těžký asfaltovaný BITAGIT 40 MINERÁL (V60S40)	m2	110,676	115,00	12 727,74		12 727,74	0,429
15	712	712363003	Provedení povlakové krytiny střech do 10° spoj 2 pásů fólií PVC horkovzdušným navažením	m	101,040	10,50		1 060,92	1 060,92	
16	283	283220410	fólie střešní mPVC ke kotvení ALKORPLAN 35176 1,5 mm	m2	101,040	160,00	16 166,40		16 166,40	0,192
17	712	998712202	Přesun hmot procentní pro krytiny povlakové v objektech v do 12 m	%	379,815	3,15		1 196,42	1 196,42	
713 Izolace tepelné							82 905,48	2 909,35	85 814,83	0,499
18	713	713141131	Montáž izolace tepelné střech plochých lepené za studena 1 vrstva rohoží, pásů, dílců, desek	m2	18,900	105,00	1 145,34	839,16	1 984,50	0,022
19	634	634822770	sklo izolační pěnové, desky READY BOARD, 120 x 60 x 15 cm	m2	19,278	2 250,00	43 375,50		43 375,50	0,347
20	713	713141151	Montáž izolace tepelné střech plochých kladené volně 1 vrstva rohoží, pásů, dílců, desek	m2	64,000	26,00		1 664,00	1 664,00	
21	631	631668120	deska tepelné izolační - XTRATHERM PIR tl. 140	m2	65,280	588,00	38 384,64		38 384,64	0,131
22	713	998713102	Přesun hmot tonážní pro izolace tepelné v objektech v do 12 m	t	0,499	814,00		406,19	406,19	
721 Zdravotechnika - vnitřní kanalizace							2 310,00	81,06	2 391,06	0,002
23	721	721233113	Střešní vtok polypropylen PP pro ploché střechy svislý odtok DN 125	kus	1,000	2 390,00	2 310,00	80,00	2 390,00	0,002
24	721	998721102	Přesun hmot tonážní pro vnitřní kanalizace v objektech v do 12 m	t	0,002	531,00		1,06	1,06	
762 Konstrukce tesařské							4 986,00	1 912,60	6 898,60	0,256
25	762	762341016	Bednění střech rovných z desek OSB tl 22 mm na sraz šroubovaných	m2	18,000	363,00	4 986,00	1 548,00	6 534,00	0,256
26	762	998762202	Přesun hmot procentní pro kce tesařské v objektech v do 12 m	%	65,340	5,58		364,60	364,60	
764 Konstrukce klempířské							2 548,20	15 945,36	18 493,56	0,093
27	764	764204109	Montáž oplechování horních ploch a atik bez rohů rš do 800 mm	m	36,000	439,00		15 804,00	15 804,00	

Č.	KCN	Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Dodávka	Montáž	Cena celkem	Hmotnost celkem
28	138	138141830	plech hladký pozinkovaný, jakost DX51 + Z275, 0,55x1000x2000 mm	t	0,093	27 400,00	2 548,20		2 548,20	0,093
29	764	998764102	Přesun hmot tonážní pro konstrukce klempířské v objektech v do 12 m	t	0,093	1 520,00		141,36	141,36	

Celkem

271 830,36

108 460,43

380 290,79

33,341

Příloha 29: Krcí list rozpočtu z programu Kros 4 – plochá varianta 2

KRYCÍ LIST ROZPOČTU																					
Název stavby	Diplomová práce			JKSO																	
Název objektu	Plochá střecha - Varianta 2			EČO																	
				Místo	Příbram																
				IČ	DIČ																
Objednatel	ČVUT																				
Projektant	Bc. Jan Kašpar																				
Zhotovitel	Bc. Jan Kašpar																				
Zpracoval	Bc. Jan Kašpar																				
	Rozpočet číslo	Dne		CZ-CPV																	
		15.12.2016		CZ-CPA																	
Měrné a účelové jednotky																					
Počet	Náklady / 1 m.j.	Počet	Náklady / 1 m.j.	Počet	Náklady / 1 m.j.																
Rozpočtové náklady v CZK																					
A	Základní rozp. náklady	B	Doplňkové náklady	C	Náklady na umístění stavby																
1	HSV Dodávky	148 396,48	8 Práce přesčas	0,00	13 Zařízení staveniště																
2	Montáž	79 118,36	9 Bez pevné podl.	0,00	14 Projektové práce																
3	PSV Dodávky	108 707,51	10 Kulturní památka	0,00	15 Územní vlivy																
4	Montáž	27 987,32	11	0,00	16 Provozní vlivy																
5	"M" Dodávky				17 Jiné VRN																
6	Montáž				18 VRN z rozpočtu																
7	ZRN (ř.)	364 209,67	12 DN (ř. 8-11)		19 VRN (ř. 13-18)																
20	HZS		21 Kompl. činnost		22 Ostatní náklady																
Projektant, Zhotovitel, Objednatel				D Celkem bez DPH 364 209,67																	
				<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">DPH</td> <td style="width: 10%;">%</td> <td style="width: 20%;">Základ daně</td> <td style="width: 20%;">DPH celkem</td> </tr> <tr> <td>snížená</td> <td>15,0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>základní</td> <td>21,0</td> <td>364 209,67</td> <td>76 484,03</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Cena s DPH</td> <td>440 693,70</td> </tr> </table>		DPH	%	Základ daně	DPH celkem	snížená	15,0			základní	21,0	364 209,67	76 484,03	Cena s DPH			440 693,70
DPH	%	Základ daně	DPH celkem																		
snížená	15,0																				
základní	21,0	364 209,67	76 484,03																		
Cena s DPH			440 693,70																		
				E Přípočty a odpočty																	
				Dodá zadavatel																	
				Klouzavá doložka																	
				Zvýhodnění																	

Příloha 30: Rozpočet s výkazem výměr z programu Kros 4 – plochá varianta 2

ROZPOČET

Stavba: Diplomová práce
 Objekt: Plochá střecha - Varianta 2

Objednatel: ČVUT
 Zhotovitel: Bc. Jan Kašpar
 Místo: Příbram

Zpracoval:
 Datum: 15.12.2016

Č.	KCN	Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Dodávka	Montáž	Cena celkem	Hmotnost celkem
HSV Práce a dodávky HSV							148 396,48	79 118,36	227 514,84	31,784
3 Svislé a kompletní konstrukce							33 624,00	6 696,00	40 320,00	6,306
1	011	345272622	Stěny atikové tl 250 mm z pórobetonových přesných hladkých tvárníc Ytong hmotnosti 500 kg/m3	m2	36,000	1 120,00	33 624,00	6 696,00	40 320,00	6,306
4 Vodorovné konstrukce							57 840,00	29 643,00	87 483,00	20,357
2	011	411111112	Strop BSK PLUS tl 20 cm ze stropních trámů tl 18 cm os vzdálenost 66 cm rozpětí 3600 až 3800 mm	m2	72,300	1 210,00	57 840,00	29 643,00	87 483,00	20,357
6 Úpravy povrchů, podlahy a osazování výplní							56 932,48	34 833,36	91 765,84	5,121
3	011	611321111	Vápenocementová omítka hrubá jednovrstvá zatřená vnitřních stropů rovných nanášená ručně	m2	64,000	168,00	3 712,00	7 040,00	10 752,00	1,008
4	011	622131101	Cementový postřik vnějších stěn nanášený celoplošně ručně	m2	36,000	58,40	1 306,80	795,60	2 102,40	0,265
5	011	622142001	Potažení vnějších stěn sklovláknitým pletivem vtačeným do tenkovrstvé hmoty	m2	36,000	160,00	2 588,40	3 171,60	5 760,00	0,176
6	011	622211011	Montáž kontaktního zateplení vnějších stěn z polystyrénových desek tl do 80 mm	m2	16,120	479,00	3 078,92	4 642,56	7 721,48	0,133
7	283	283764170	deska z extrudovaného polystyrénu BACHL XPS 300 SF 50 mm	m2	16,442	258,00	4 242,04		4 242,04	0,025
8	011	622211031	Montáž kontaktního zateplení vnějších stěn z polystyrénových desek tl do 160 mm	m2	39,600	553,00	9 979,20	11 919,60	21 898,80	0,337
9	283	283759810	deska fasádní polystyrénová EPS 100 F 1000 x 500 x 140 mm	m2	40,392	360,00	14 541,12		14 541,12	0,130
10	011	622811001	Tepelně izolační jednovrstvá omítka vnějších stěn tloušťky do 20 mm	m2	36,000	275,00	5 580,00	4 320,00	9 900,00	0,360
11	011	6352111R1	Montáž keramzitbetou	m3	6,400	2 320,00	11 904,00	2 944,00	14 848,00	2,688

Č.	KCN	Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Dodávka	Montáž	Cena celkem	Hmotnost celkem
998 Přesun hmot								7 946,00	7 946,00	
12	011	998011002	Přesun hmot pro budovy zděné v do 12 m	t	31,784	250,00		7 946,00	7 946,00	
PSV Práce a dodávky PSV							108 707,51	27 987,32	136 694,83	2,057
712 Povlakové krytiny							22 711,48	6 047,34	28 758,82	1,005
13	712	712363003	Provedení povlakové krytiny střech do 10° spoj 2 pásů fólií PVC horkovzdušným navařením	m	115,000	10,50		1 207,50	1 207,50	
14	283	283220410	fólie střešní mPVC ke kotvení ALKORPLAN 35176 1,5 mm	m2	115,000	160,00	18 400,00		18 400,00	0,219
15	712	712771101	Provedení ochranné vrstvy z textilií nebo rohoží volně s přesahem vegetační střechy sklon do 5°	m2	64,000	23,80	6,40	1 516,80	1 523,20	
16	693	693343010	vegetační střechy ochranná textilie RMS 500	m2	73,600	50,30	3 702,08		3 702,08	0,037
17	712	712771201	Provedení drenážní vrstvy vegetační střechy z kameniva tloušťky do 100 mm sklon do 5°	m2	64,000	38,20		2 444,80	2 444,80	
18	583	583374020	kamenivo dekorační (kačírky) frakce 16/22	t	0,750	804,00	603,00		603,00	0,750
19	712	998712202	Přesun hmot procentní pro krytiny povlakové v objektech v do 12 m	%	278,806	3,15		878,24	878,24	
713 Izolace tepelné							76 151,83	4 000,96	80 152,79	0,700
20	713	713141131	Montáž izolace tepelné střech plochých lepené za studena 1 vrstva rohoží, pásů, dílců, desek	m2	18,900	105,00	1 145,34	839,16	1 984,50	0,022
21	634	634822770	sklo izolační pěnové, desky READY BOARD, 120 x 60 x 15 cm	m2	19,278	2 250,00	43 375,50		43 375,50	0,347
22	713	713141135	Montáž izolace tepelné střech plochých lepené za studena bodově 1 vrstva rohoží, pásů, dílců, desek	m2	64,000	70,80	1 939,20	2 592,00	4 531,20	0,037
23	283	2837638R1	Extrudovaný polystyren FIBRAN 300-L 200 mm (1250x600 mm)	m3	9,180	3 234,40	29 691,79		29 691,79	0,294
24	713	998713102	Přesun hmot tonážní pro izolace tepelné v objektech v do 12 m	t	0,700	814,00		569,80	569,80	
721 Zdravotecnika - vnitřní kanalizace							2 310,00	81,06	2 391,06	0,002
25	721	721233113	Střešní vtok polypropylen PP pro ploché střechy svislý odtok DN 125	kus	1,000	2 390,00	2 310,00	80,00	2 390,00	0,002
26	721	998721102	Přesun hmot tonážní pro vnitřní kanalizace v objektech v do 12 m	t	0,002	531,00		1,06	1,06	
762 Konstrukce tesařské							4 986,00	1 912,60	6 898,60	0,256
27	762	762341016	Bednění střech rovných z desek OSB II 22 mm na sraz šroubovaných	m2	18,000	363,00	4 986,00	1 548,00	6 534,00	0,256
28	762	998762202	Přesun hmot procentní pro kce tesařské v objektech v do 12 m	%	65,340	5,58		364,60	364,60	

Č.	KCN	Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Dodávka	Montáž	Cena celkem	Hmotnost celkem
		764	Konstrukce klempířské				2 548,20	15 945,36	18 493,56	0,093
29	764	764204109	Montáž oplechování horních ploch a atik bez rohů rš do 800 mm	m	36,000	439,00		15 804,00	15 804,00	
30	138	138141830	plech hladký pozinkovaný, jakost DX51 + Z275, 0,55x1000x2000 mm	t	0,093	27 400,00	2 548,20		2 548,20	0,093
31	764	998764102	Přesun hmot tonážní pro konstrukce klempířské v objektech v do 12 m	t	0,093	1 520,00		141,36	141,36	
Celkem							257 103,99	107 105,68	364 209,67	33,840

