

**ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE**

**FAKULTA
STAVEBNÍ
KATEDRA TECHNOLOGIE STAVEB**



**BAKALÁŘSKÁ
PRÁCE**

**TECHNOLOGICKÁ OPTIMALIZACE
NÁVRHU SKLADEB KONSTRUKCÍ
SAMOSTATNĚ STOJÍCÍHO RODINNÉHO
DOMU VE VYBRANÝCH PODMÍNKÁCH**

2020

**JMÉNO
ULČ MAREK**

**VEDOUcí BAKALÁŘSKÉ PRÁCE:
ING. TOMÁŠ VÁCHAL, PH.D.,
ARQUITECTO TÉCNICO**

Prohlášení

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

V Praze dne

.....

Marek Uič

Poděkování

Chtěl bych poděkovat svému vedoucímu práce Ing. Tomáši Váchalovi za odborné vedení a pomoc při zpracování této bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat všem, kteří mě během mého dlouhého studia podporovali.

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Ulč Jméno: Marek Osobní číslo: 435985

Zadávací katedra: Katedra technologie staveb

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Příprava, realizace a provoz staveb

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Technologická optimalizace návrhu skladeb konstrukcí samostatně stojícího rodinného domu ve vybraných podmínkách

Název bakalářské práce anglicky: Technological design optimization of structure of detached house at selected conditions

Pokyny pro vypracování:

Historie technologie a konstrukce staveb RD (zděné či železobetonové nosné konstrukce)

Typy vhodných systémů pláště (podlaha v kontaktu s terénem, obvodový plášť, střecha)

Návrh vhodných řešení (min. 3 skladeb pro jednotlivé konstrukce) pro 4 vybrané projekty staveb s důrazem na splnění parametrů pro téměř nulové budovy (NZEB) a pasivní stavby

Porovnání navržených skladeb pomocí parametrů: výpočet prostupu tepla, finanční zhodnocení výstavby, technologické zhodnocení

Výběr vhodného řešení pro jednotlivé objekty pomocí vícekritériální analýzy v zadaných podmínkách

Seznam doporučené literatury:

ČSN příslušné pro řešenou problematiku, TZB-INFO, vyhláška č. 78/2013 Sb., PEF-CZU - Vícekritériální analýza variant.

Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Tomáš Váchal, Ph.D., Arquitecto Técnico

Datum zadání bakalářské práce: 17.2.2020 Termín odevzdání bakalářské práce: 17.5.2020

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 bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské 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)

Anotace

Technologická optimalizace návrhu skladeb konstrukcí samostatně stojícího rodinného domu ve vybraných podmínkách

Tato práce se zabývá vývojem rodinných domů z hlediska konstrukčního, materiálového a z hlediska právních předpisů pro obálku budovy z hlediska prostupu tepla.

V práci jsou navrženy skladby obálky budovy vyhovující právním předpisům a jsou multikriteriální analýzou porovnány v různých podmínkách. Cílem práce je vyhodnotit optimální skladbu pro dané prostředí.

Klíčová slova:

Rodinný dům, pasivní dům, NZEB, obálka budovy, součinitel prostupu tepla, multikriteriální analýza, Saatyho metoda

Abstract

Technological design optimization of structure of detached family house in selected conditions

The thesis concerns the development of family houses in architectural and structural terms and also explains the legal regulations for the building envelope in terms of heat transfer.

In the thesis, the compositions of the building envelope are designed complying with legal requirements and are compared by multicriteria analysis in different conditions. The aim of the thesis is to evaluate the optimal composition for the given environment.

Keywords

Family house, passive house, nearly Zero Energy Buildings, building envelope, heat transfer coefficient, multicriteria analysis, Saaty method

Obsah

| | |
|--|----|
| Úvod | 9 |
| Cíle bakalářské práce | 10 |
| 1 Historie konstrukce a technologie staveb RD..... | 11 |
| 1.1 Historický vývoj RD | 11 |
| 1.1.1 Konstrukční řešení podle materiálu | 11 |
| 1.1.2 Vývoj zateplovacích systémů | 15 |
| 1.1.3 Požadavky na obálku budov v historii | 17 |
| 2 Novodobé pláště budov RD..... | 20 |
| 2.1 Požadavky právních předpisů..... | 20 |
| 2.2 Navrhované opláštění | 26 |
| 2.2.1 Typy navržených vnějších stěn | 27 |
| 2.2.2 Typy navržených podlah na terénu..... | 28 |
| 2.2.3 Typy navržených plochých střech | 29 |
| 2.2.4 Typy navržených šikmých střech | 31 |
| 3 Řešené objekty | 33 |
| 3.1 Popisy jednotlivých objektů..... | 33 |
| 3.1.1 RD Mukařov | 33 |
| 3.1.2 RD Novosedly..... | 35 |
| 3.1.3 RD Nouzov | 37 |
| 3.1.4 RD Jiřice..... | 39 |
| 4 Multikriteriální analýza..... | 41 |
| 4.1 Kritéria analýzy: | 41 |
| 4.2 Saatyho metoda: | 44 |

| | |
|---|----|
| 4.2.1 Multikriteriální analýza stěn..... | 46 |
| 4.2.2 Multikriteriální analýza podlah na terénu | 57 |
| 4.2.3 Multikriteriální analýza plochých střech..... | 68 |
| 4.2.4 Multikriteriální analýza šikmých střech | 75 |
| 4.3 Výsledky analýzy: | 80 |
| 4.3.1 Vnější stěny | 80 |
| 4.3.2 Podlahy na terénu | 80 |
| 4.3.3 Ploché střechy..... | 80 |
| 4.3.4 Šikmé střechy..... | 81 |
| Závěr..... | 82 |
| Seznam použitých zkratk..... | 83 |
| Zdroje a použitá literatura | 84 |
| Použité elektronické dokumenty | 84 |
| Použitá tištěná literatura..... | 86 |
| Seznam obrázků..... | 87 |
| Seznam tabulek | 88 |
| Seznam grafů..... | 90 |
| Seznam vzorců | 90 |
| Seznam příloh..... | 91 |

Úvod

Novostavba rodinného domu je snem mnoha budoucích stavebníků. Během své projekční praxe jsem se setkal s mnoha otázkami od klientů projekční kanceláře a zodpovědět správně hned prvotní otázku „Z čeho to budeme stavět?“ bývá složitý úkol.

V dnešní době je na trhu mnoho možností z čeho a jakým způsobem lze postavit ideální rodinný dům. Najít optimální řešení pro konkrétní stavbu bývá obtížné. Tato práce se bude zabývat průzkumem optimálního řešení skladeb konstrukcí pro stavbu rodinného domu.

V teoretické části práce byly řešeny různé typy RD z materiálového a architektonického hlediska a vývoje požadavků na stavební konstrukce v historii.

Pro nalezení optimálních skladeb byly vybrány 4 rozdílné návrhy rodinných domů, u kterých mají stavebníci různé priority ohledně ceny, kvality, doby realizace atd. Řešené byly vnější stěny, podlaha v kontaktu s terénem, ploché a šikmé střechy.

Byly vybrány takové typy skladeb, které vyhovují současným právním předpisům pro novostavby RD a byly následně porovnány podle vybraných kritérií. V rámci bakalářské práce byly řešeny pouze některé z nejčastěji používaných skladeb, které lze snadněji srovnávat. Řešeny byly pouze zděné a železobetonové konstrukce.

Aby bylo dosaženo co nejobektivnějších výsledků, byly skladby posuzovány multikriteriální analýzou s využitím Saatyho metody.

Cíle bakalářské práce

Cílem bakalářské práce bylo navrhnout vhodné skladby obvodového pláště (podlaha v kontaktu s terénem, obvodový plášť, střecha) minimálně ve třech variantách tak, aby skladby splňovaly parametry budovy s téměř nulovou spotřebou energie a pasivní stavby.

Pro 4 vybrané projekty rodinných domů byly skladby porovnány na základě různých parametrů s využitím multikriteriální analýzy. Cílem bylo vybrat vždy nejvhodnější navrženou skladbu pro daný rodinný dům.

Záměrem analýz bylo objektivní zhodnocení navržených skladeb a vysvětlení, v jakých podmínkách jsou skladby výhodné k návrhu RD a v jakých podmínkách je vhodnější zvolit jinou variantu.

1 Historie konstrukce a technologie staveb RD

1.1 Historický vývoj RD

Tato kapitola pojednává o historii konstrukcí a technologií výstavby rodinných domů.

Z hlediska historie by mohly být za rodinné domy považovány obecně všechny stavby pro bydlení menšího rozsahu, jelikož pojem „rodinný dům“ byl oficiálně zaveden až v moderní době se vznikem stavebních norem.

V současnosti je v ČR rodinný dům definován vyhláškou č. 501/2006 Sb. Vyhláška o obecných požadavcích na využívání území. Pro účely vyhlášky se rozumí „rodinný dům, ve kterém více než polovina podlahové plochy odpovídá požadavkům na trvalé rodinné bydlení a je k tomuto účelu určena; rodinný dům může mít nejvýše tři samostatné byty, nejvýše dvě nadzemní a jedno podzemní podlaží a podkroví¹.“

1.1.1 Konstrukční řešení podle materiálu

V historii byl pro objekty pro bydlení používán takový materiál, který byl snadno dostupný a zpracovatelný tehdejšími technologiemi. I proto bylo architektonické a stavební řešení domů často pevně spjata s geografickou polohou oblastí.

Dostupnými a nejpoužívanějšími materiály na území ČR byla již od počátku stavitelství hlína, dřevo, kámen a sláma a další přírodní materiály.

Jako první stavby, které by mohly být označeny jako rodinné, jsou zemnice, později polozemnice, které se vyskytovaly během 6. – 13.století. Tyto stavby byly hloubené do nezámrzné hloubky a postupně

¹ Vyhláška č. 501/2006 Sb., Vyhláška o obecných požadavcích na využívání území, 2006

s technologickým pokrokem byly navyšovány nad zem. Ve 13.-15. století byly zcela nahrazeny nadzemními domy ².



Obrázek 1 - Polozemnice

Zdroj: itras.cz [online]. [cit.2020-05-12]. Dostupné z <http://itras.cz/villa-nova/galerie/1639/#foto>

Historickou obytnou zástavbu je možné rozdělit podle nosné konstrukce na 3 základní typy:

- Konstrukce ze dřeva a hlíny
- Konstrukce z kamene
- Konstrukce z pálených cihel

Konstrukce ze dřeva a hlíny

Stavební dřevo nacházelo na vesnických stavbách vždy širokého uplatnění, ať již se jednalo o nosné konstrukce staveb nebo konstrukce nenosné - výplňové či krycí. Z nosných konstrukcí převažovaly roubené nebo hrázděné stěny, stejně jako povalové či trémové stropy nebo konstrukce krovů. Výplňové konstrukce zastupují především výplně okenních či dveřních otvorů - dřevěné okna, dveře a vrata a krycí

² VAŘEKA, Josef a FROLEC, Václav, Lidová architektura. 2., přepracované vydání, Grada, 2017

šindelová střešní krytina. Hlína se užívala pro stavbu hliněných stěn a rovněž v nebyvalé míře pro hliněné mazaniny doprovázející snadno hořlavé dřevěné konstrukce, jejichž protipožární odolnost byla krytím silné vrstvy mazaniny výrazně zvyšována. Sláma se používala na volně loženou nebo doškovou krytinu a pro vylehčení i vyztužení hliněných konstrukcí včetně výroby nepálených cihel³.

Konstrukce z kamene

Velmi starého použití byl v některých oblastech i kámen, který se nejdříve sbíral na polích a později byl těžen v lomech. Používal se na zdění stěn a kleneb, ale rovněž na břidlicovou střešní krytinu. Z dobře opracovatelného kamene se rovněž tesaly architektonické články používané na vstupní portály a orámování okenních otvorů. Přestože považujeme v běžném vesnickém prostředí na území naší republiky kamenné konstrukce za vývojově mladší než konstrukce ze dřeva, je stavební kámen v bezlesých nebo brzy odlesněných oblastech fyzicky doložen již od pozdního středověku. Svoji roli přitom samozřejmě sehrává trvanlivost materiálu a také typologický druh staveb, protože nejstaršími kamennými stavbami v zemědělském prostředí vesnice jsou zpravidla sýpky vyznačující se téměř pevnostním charakterem³.

Konstrukce z pálených cihel

Poměrně mladého a snáze určitelného původu oproti kameni je naopak použití pálených cihel, rozšiřujících se na venkovských stavbách od 18. století a zejména v 19. století následkem stavebních a protipožárních nařízení. Keramický střep se vyráběl pálením hlíny a nejvýraznějšího uplatnění dosáhl právě ve formě pálených cihel a jiných

³ Lidová architektura, autor ČERŇANSKÝ Martin [online]. [cit.2020-02-29]. Dostupné z <http://www.lidova-architektura.cz/architektura-historie/stavby-konstrukce/konstrukce-staveb-uvod.htm#kamen> , převzato

tvarevek, vytlačujících postupně dřevo charakterizované vysokou hořlavostí. Značné je rovněž uplatnění pálené krytiny - střešních tašek, nahrazujících ze stejných důvodů starší ačkoliv podstatně lehčí doškovou nebo šindelovou krytinu. K rozkvětu znamenajícího vrchol našeho zděného vesnického stavitelství však dochází až ve 2. polovině 19. století³.



Obrázek 2 - Hrázděné zdivo

Zdroj: dumabyt.cz [online]. [cit.2020-05-12]. Dostupné z https://www.dumabyt.cz/rubriky/stavba/konstrukce-domu/mizejici-prvky-aneb-stavitelska-nostalgie_26812.html

1.1.2 Vývoj zateplovacích systémů

Narůstající spotřeba energie a relativně vysoká cena fosilních paliv na konci 19. století způsobila větší zájem a poptávku po izolačních materiálech. Mezi další důvody patřil narůstající čas, který lidé trávili uvnitř objektů a také nové technologie výstavby. Vznikaly objekty z betonu a oceli, které měly horší tepelně izolační vlastnosti než tehdy klasické masivní zdi z pálených cihel ⁴.

Izolace z přírodních materiálů.

Nejprve vznikaly tepelně izolační panely z přírodních materiálů jako je rákosí, len či sláma, které byly levné a s výbornými tepelně izolačními vlastnostmi. Nevýhodou ovšem byla velmi malá schopnost odpuzovat vodu a nebylo zabráněno jejich rychlé degradaci ⁴.

Celosvětového úspěchu dosáhly až izolace na bázi dřevité vlny ⁴, jako je například Heraklit. Desky byly napuštěné chemikáliemi, aby byly zlepšeny jejich vlastnosti, a spojené minerálním pojivem. Tento materiál se stal velmi populárním i v tehdejší Československu.

Návrat k přírodním materiálům znovu nastává v dnešní době, kdy vzrůstá poptávka po ekologických materiálech.

Izolace z umělých materiálů

Už během průmyslové revoluce začal vývoj umělých tepelně izolačních materiálů. Jako první byla vyrobena minerální vlna a pěnové sklo. Komerčního využití však dosáhly až ve 50. letech 20. století. Zprvu byly používány pouze jako izolace potrubí a dalších rozvodů.

⁴ BOSZAKY, David. The historical development of thermal insulation materials. *Periodica Polytechnica Architecture*. [online] [cit.2020-05-12]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/274110149_The_historical_development_of_thermal_insulation_materials

S rozvojem průmyslu se začala používat jako izolace plochých střech škvára, která vznikala jako vedlejší produkt termických a spalovacích procesů. Podobným způsobem jako vedlejší produkt vznikala i azbest, který také našel využití jako tepelná izolace ⁴.

Na konci 19. století byl prováděn výzkum na zlepšení izolačních vlastností běžného zdiva z pálených cihel. První lehčené zdivo mělo velmi špatné mechanické vlastnosti. V roce 1923 byla patentována výroba pórobetonu. Od roku 1929 začala produkce tohoto materiálu pod jménem YTONG ⁵.

Vynález expandovaného polystyrenu (EPS) a polyurethanu (PUR) během čtyřicátých a padesátých let 20. století znamenal revoluci na trhu s izolacemi. Masovou popularitu však získaly až v sedmdesátých letech, kdy byly izolace z přírodních materiálů zcela zatlačeny do pozadí.

Vývoj v ČR

V České republice jsou první stavby zateplovány polystyrenem již v 60. letech, nicméně až do pádu železné opony se na rodinné domy kontaktní zateplovací systém téměř nevyužíval.

Teprve s dostupností sofistikovaných zahraničních izolačních systému masivně vzrostla poptávka po zateplení RD.

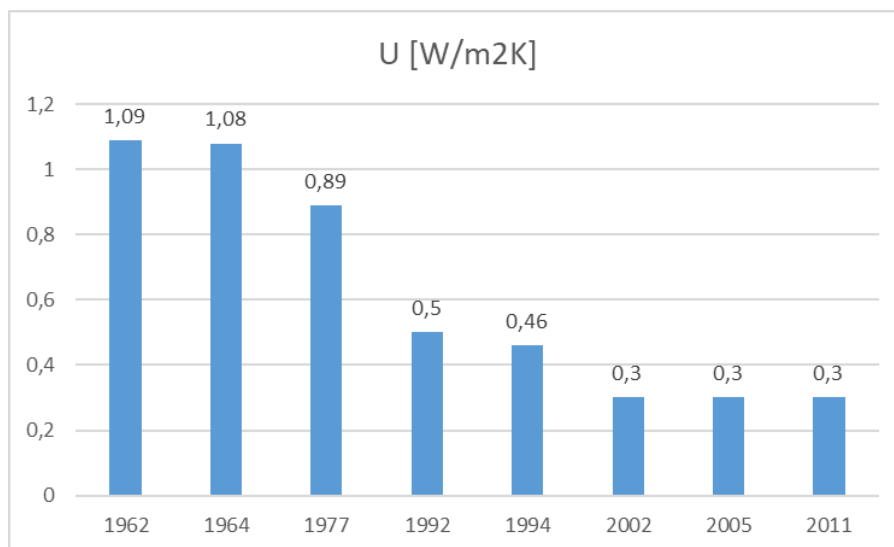
⁵ BOGGELEN, W. History of Autoclaved Aerated Concrete. [online] [cit.2020-05-12]. Dostupné z <http://www.aircrete.com/wp-content/uploads/2018/07/W.M.-van-Boggelen-History-of-Autoclaved-Aerated-Concrete.pdf>

1.1.3 Požadavky na obálku budov v historii

Zajímavé je srovnání požadavků na součinitel prostupu tepla z hlediska historie. V grafu 1-3 jsou seřazeny požadavky na jednotlivé konstrukce, přepočtené na tepelné veličiny aktuálně používané normou ČSN 73 0540-3:2006 tj. součinitel prostupu tepla.

Jednotlivé hodnoty jsou do roku 2005 jsou převzaty z časopisu DEKTIME⁶.

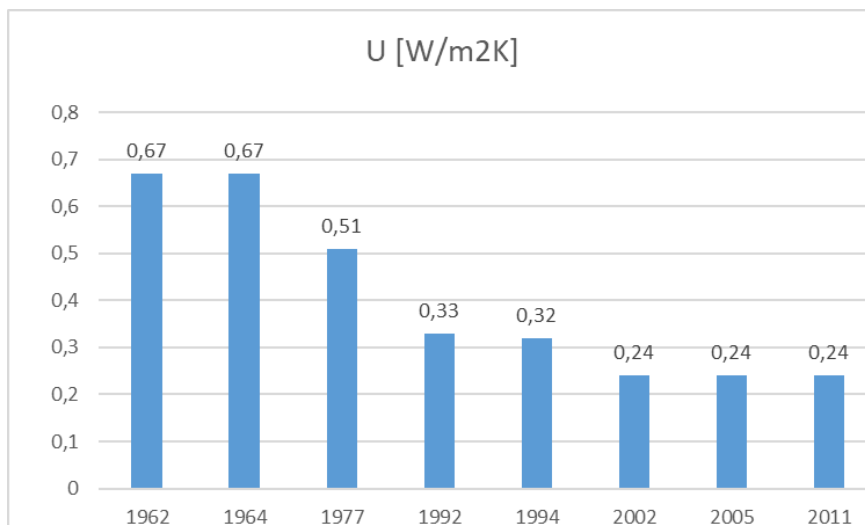
Graf 1 - Vývoj požadavku na U v čase pro vnější stěny



Zdroj: Vlastní zpracování

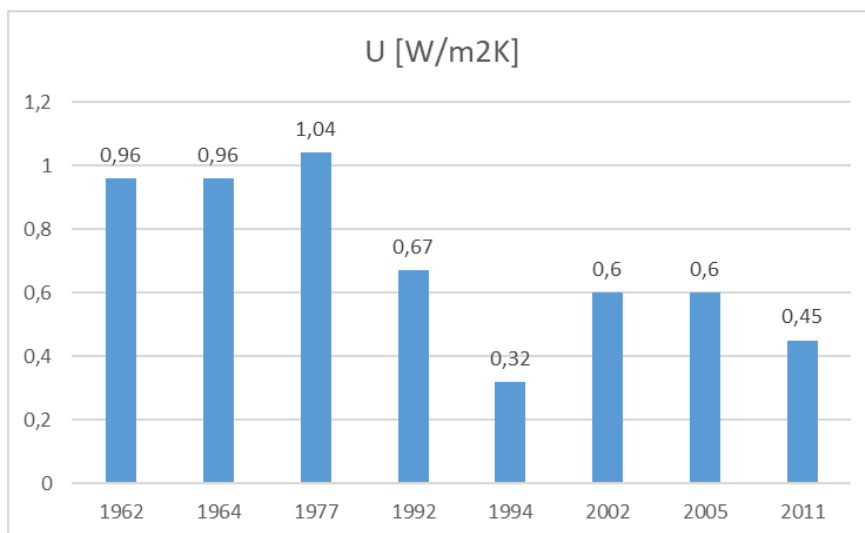
⁶ CTIBOR HŮLKA. Vývoj a závaznost tepelně technických požadavků. DEKTIME 01/2007 str. 34-42, 2007, ISSN 1802-4009,

Graf 2 - Vývoj požadavku na U v čase pro střechy



Zdroj: Vlastní zpracování

Graf 3 - Vývoj požadavku na U v čase pro podlahy přilehlé k terénu



Zdroj: Vlastní zpracování

Z grafů je vidět, že požadovaná hodnota U se pochopitelně za posledních 80 let zmenšovala. Pro podlahu i střechu je hodnota stejná už od roku 2002 a požadovaná hodnota U pro podlahu nad nevytápěným prostorem se dokonce zvětšila oproti roku 1994.

Nutné je ovšem podotknout, že pro současnost (2020) jsou požadované hodnoty ČSN 730540-2 spíše nedostačující a pro novostavby je nutné dodržovat minimálně doporučené hodnoty, nikoliv požadované. Ty jsou uvedeny v Tab. 5.

2 Novodobé pláště budov RD

2.1 Požadavky právních předpisů

V této kapitole jsou rozebírány právní předpisy, které musí brát projektant v potaz, pokud navrhuje novostavbu RD a chce splnit podmínky pro budovy s téměř nulovou spotřebou energií (NZEB) i doporučené hodnoty U_{rec20} dle ČSN 730540-2 pro pasivní budovy.

NZEB

Budova s téměř nulovou spotřebou energie (NZEB z anglického **nearly zero energy building**) je v českém prostředí definována hodnotou redukčního činitele f_R požadované základní hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla $U_{em,N,20}$ obálky budovy a snížením hodnoty neobnovitelné primární energie stanovené pro referenční budovu ⁷.

V případě budovy s téměř nulovou spotřebou energie platí dva konkrétní požadavky, uvedené ve vyhlášce 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov (se změnou 230/2015 Sb.). Prvním z nich je „velmi nízká energetická náročnost“, definovaná redukčním činitelem požadované základní hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla ⁸.

⁷ TZB Info [online]. [cit.2020-03-25]. Dostupné z <https://stavba.tzb-info.cz/budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-energie/363-kriteria-nzeb-a-data-platnosti-pozadavku>

⁸ TZB Info, ČEJKA Michal, ANTONÍN Jan [online]. [cit.2020-03-25]. Dostupné z <https://stavba.tzb-info.cz/budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-energie/350-energeticke-standardy-budov-nzeb>

Vzorec 1 - Výpočet průměrného součinitele prostupu tepla

$$U_{em,R} = U_{em,N,20,R} = f_R \left[\frac{\sum U_{N,20,j} \cdot A_j \cdot b_j}{\sum A_j} + \Delta U_{em,R} \right]$$

Tabulka 1 - Tabulka 5 vyhlášky 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov

| Parametr | Značka | Jednotka | Hodnota | |
|---|------------------|----------|----------------|----|
| Redukční činitel * požadované základní hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla U_{em} | f_R | - | 0,7 | |
| Snížení hodnoty neobnovitelné primární energie ** stanovené pro referenční budovu | $\Delta e_{p,R}$ | % | Rodinný dům | 25 |
| | | | Bytový dům | 20 |
| | | | Ostatní budovy | 10 |

Zdroj: Vyhláška 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov

Dále spotřeba energie budovy má být „ve značeném rozsahu pokryta z obnovitelných zdrojů“⁹. Ve vyhlášce 78/2013 Sb. je pak tento požadavek konkrétně vyjádřen pomocí snížení hodnoty neobnovitelné primární energie stanovené pro referenční budovu. Tabulka 5 vyhlášky definuje toto snížení procentem ze spotřeby primární neobnovitelné energie referenční budovy ($\Delta e_{p,R}$)⁵.

Jelikož počítání $U_{em,R}$ pro všechny typy a kombinace skladeb domů by bylo velmi náročné, pro tuto bakalářskou práci budou dodržovány normy ČSN 73 0540-2:2011, kde jsou předepsané normové hodnoty pro součinitel tepelného prostupu pro jednotlivé typy obálky budovy. Pokud bude dodrženo to, že každá skladba bude mít součinitel prostupu tepla minimálně 0,7 x menší než je hodnota $U_{N,20}$ daná ČSN 730540-2 pro referenční budovu, lze předpokládat, že bude splněna i hodnota $U_{em,R}$ pro celou budovu jako celek.

⁹ Zákon 406/2000 Sb o hospodaření energií, 2000

Požadavky NZEB jsou dále stanovené vytápěcím systémem, kterým se tato práce nezabývá. Standardně by byl dům vybaven plynovým kondenzačním kotlem a případně by byl doplněn solárním ohřevem TV, kdyby podmínky na NZEB nebyly splněny.

Tabulka 2 - ČSN 73 0540-2:2011 Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky

| Popis konstrukce | Součinitel prostupu tepla [W/(m ² ·K)] | | |
|---|---|---------------------|-------------------------------------|
| | Požadované hodnoty | Doporučené hodnoty | Doporučené hodnoty pro pasivní domy |
| | U _{N,20} | U _{rec,20} | U _{pas,20} |
| Stěna vnější | 0,30 ¹⁾ | těžká: 0,25 | 0,18 až 0,12 |
| | | lehká: 0,20 | |
| Střecha strmá se sklonem nad 45° | 0,3 | 0,2 | 0,18 až 0,12 |
| Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně | 0,24 | 0,16 | 0,15 až 0,10 |
| Strop s podlahou nad venkovním prostorem | 0,24 | 0,16 | 0,15 až 0,10 |
| Strop pod nevytápěnou půdou (se střechou bez tepelné izolace) | 0,3 | 0,2 | 0,15 až 0,10 |
| Stěna k nevytápěné půdě (se střechou bez tepelné izolace) | 0,30 ¹⁾ | těžká: 0,25 | 0,18 až 0,12 |
| | | lehká: 0,20 | |
| Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině ^{4), 6)} | 0,45 | 0,3 | 0,22 až 0,15 |
| Strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru | 0,6 | 0,4 | 0,30 až 0,20 |
| Strop a stěna vnitřní z vytápěného k temperovanému prostoru | 0,75 | 0,5 | 0,38 až 0,25 |
| Strop a stěna vnější z temperovaného prostoru k venkovnímu prostředí | 0,75 | 0,5 | 0,38 až 0,25 |
| Podlaha a stěna temperovaného prostoru přilehlá k zemině ⁶⁾ | 0,85 | 0,6 | 0,45 až 0,30 |
| Stěna mezi sousedními budovami ³⁾ | 1,05 | 0,7 | 0,5 |
| Strop mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně | 1,05 | 0,7 | |
| Stěna mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně | 1,3 | 0,9 | |
| Strop vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně | 2,2 | 1,45 | |
| Stěna vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně | 2,7 | 1,8 | |

| | | | | |
|---|-------------------|-----------------------|-------------|-------------------------|
| Výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše, z vytápěného prostoru | 1,5 ²⁾ | 1,2 | 0,8 až 0,6 | |
| do venkovního prostředí, kromě dveří | | | | |
| Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45°, z vytápěného prostoru | 1,4 ⁷⁾ | 1,1 | 0,9 | |
| do venkovního prostředí | | | | |
| Dveřní výplň otvoru z vytápěného prostoru do venkovního prostředí | 1,7 | 1,2 | 0,9 | |
| Výplň otvoru vedoucí z vytápěného do temperovaného prostoru | 3,5 | 2,3 | 1,7 | |
| Výplň otvoru vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí | 3,5 | 2,3 | 1,7 | |
| Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45° vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí | 2,6 | 1,7 | 1,4 | |
| Lehký obvodový plášť (LOP), hodnocený jako smontovaná sestava včetně nosných prvků, s poměrnou plochou průsvitné výplně otvoru $f_w = A_w / A$, v m ² /m ² , kde A je celková plocha lehkého obvodového pláště (LOP), v m ² ; A _w plocha průsvitné výplně otvoru sloužící převážně k osvětlení interiéru včetně příslušných částí rámu v LOP, v m ² . | $f_w \leq 0,5$ | $0,3 + 1,4 \cdot f_w$ | $0,2 + f_w$ | $0,15 + 0,85 \cdot f_w$ |
| | $f_w > 0,5$ | $0,7 + 0,6 \cdot f_w$ | | |
| Kovový rám výplně otvoru | - | 1,8 | 1 | |
| Nekovový rám výplně otvoru ⁵⁾ | - | 1,3 | 0,9-0,7 | |
| Rám lehkého obvodového pláště | - | 1,8 | 1,2 | |

Zdroj: ČSN 73 0540-2:2011 Tepelná ochrana budov, upraveno

Je dobré si připomenout, že ze všech energetických standardů je v České republice budova s téměř nulovou spotřebou energie (NZEB) jediným legislativně závazným pojmem ¹⁰.

Standard NZEB primárně uvádí Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU o energetické náročnosti budov (přepřelování), takzvaná EPBD II (energy performance of building directive). Uvedená definice je poměrně vágní, přičemž to, co konkrétně znamená ona téměř nulová, či velmi nízká spotřeba energie, a co znamená značný rozsah pokrytí obnovitelnými zdroji, je již v kompetenci jednotlivých členských zemí. V případě České republiky je směrnice implementována do zákona 406/2000 Sb. o hospodaření energií ve znění pozdějších předpisů Technické parametry dále specifikuje vyhláška 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov (se změnou 230/2015 Sb.). Definice NZEB je jen malou částí této vyhlášky, jejímž cílem je vzájemně jednotně porovnat z pohledu energetické náročnosti všechny druhy budov a kategorizovat je, obdobně jako spotřebiče, škálou energetické úspornosti A–G¹⁰.

Tabulka 3 - Data platnosti požadavků NZEB

| Vlastník budovy | Energeticky vztažná plocha *** | | |
|--|--------------------------------|----------------------|----------------------|
| | > 1500 m ² | > 350 m ² | < 350 m ² |
| Budovy, jejímž vlastníkem a uživatelem bude orgán veřejné moci nebo subjekt zřízený orgánem veřejné moci | Od 1. 1. 2016 | Od 1. 1. 2017 | Od 1. 1. 2018 |
| Ostatní budovy | Od 1. 1. 2018 | Od 1. 1. 2019 | Od 1. 1. 2020 |

Zdroj: TZB-Info, autor ČEJKA Michal [online]. [cit.2020-03-21]<https://stavba.tzb-info.cz/budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-energie/363-kriteria-nzeb-a-data-platnosti-pozadavku>

¹⁰ TZB-Info, autor ČEJKA Michal [online]. [cit.2020-03-21] <https://stavba.tzb-info.cz/budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-energie/17991-zhodnoceni-soucasneho-nastaveni-pozadavku-na-budovu-s-temer-nulovou-spotrebou-energie-pro-rodinne-domy>

2.2 Navrhované opláštění

V této kapitole byly vypsány všechny typy skladeb, které splňují výše uvedené právní předpisy a mohly by být brány v potaz jako hodnotné varianty pro novostavbu RD. Jednotlivé skladby či části skladeb jsou detailně rozepsané v programu TEPLO 2017 EDU a uvedeny v přílohách bakalářské práce.

V rámci splnění podmínek pro NZEB bylo v práci uvažováno, že každá navržená skladba musí splňovat podmínku, že součinitel prostupu tepla U bude menší, než je 0,7 násobek hodnoty $U_{N,20}$ uvedený pro referenční dům dle ČSN 730540-2. Dále navržené skladby musí splňovat doporučené hodnoty $U_{pas,20}$ pro pasivní dům podle ČSN 730540-2.

Obecně se dá předpokládat, že pokud bude obálka budovy splňovat doporučené hodnoty $U_{pas,20}$ pro pasivní dům, bude splňovat i podmínky NZEB.

2.2.1 Typy navržených vnějších stěn

Navrženy jsou takové typy skladeb, aby byly zahrnuty jedny z nejčastějších typů stěn pro stavbu RD s využitím různých technologií výstavby.

Požadovaná hodnota U pro pasivní domy: 0,12 – 0,18 [W/m²K]

Požadovaná hodnota pro NZEB: 0,7 x 0,30 = 0,21 [W/m²K]

Hodnota U navržených skladeb: 0,169 – 0,174 [W/m²K]

Pro účely bakalářské práce byly skladby z hlediska prostupu tepla považovány za rovnocenné.

Skladba 1: KS QUADRO E 17,5 cm + EPS Greywall 18 cm,

$U = 0,171$ [W/m²K]

Skladba 2: Porotherm 30 + EPS Greywall 13 cm,

$U = 0,173$ [W/m²K]

Skladba 3: Porotherm 44 s integrovanou tepelnou izolací

$U = 0,169$ [W/m²K]

Skladba 4: ŽB monolitická stěna + EPS Greywall 18 cm

$U = 0,174$ [W/m²K]

Tepelný rozbor skladeb je uveden v příloze 1-4.



Obrázek 3 - Porotherm 44 T s integrovanou tepelnou izolací
Zdroj: Wienerberger.cz [online]. [cit.2020-03-27]. Dostupné z [www. Wienerberger.cz](http://www.Wienerberger.cz)

2.2.2 Typy navržených podlah na terénu

Navrženy jsou takové typy skladeb, aby byly zahrnuty jedny z nejčastějších typů založení staveb s rozdílným využitím teplené izolace.

Požadovaná hodnota U pro pasivní domy: 0,22 – 0,15 [W/m²K]

Požadovaná hodnota pro NZEB: $0,7 \times 0,45 = 0,315$ [W/m²K]

Hodnota U navržených skladeb: 0,200 – 0,201 [W/m²K]

Pro účely bakalářské práce jsou skladby z hlediska prostupu tepla považovány za rovnocenné.

Skladba 1: Nosné stěny na základových pasech, 16 cm EPS,

$U = 0,201$ [W/m²K]

Skladba 2: Nosné stěny na základové desce, pěnové sklo 36,5 cm,

$U = 0,201$ [W/m²K]

Skladba 3: Základová deska ELEGHOUSE s vložkami Z200-220 s

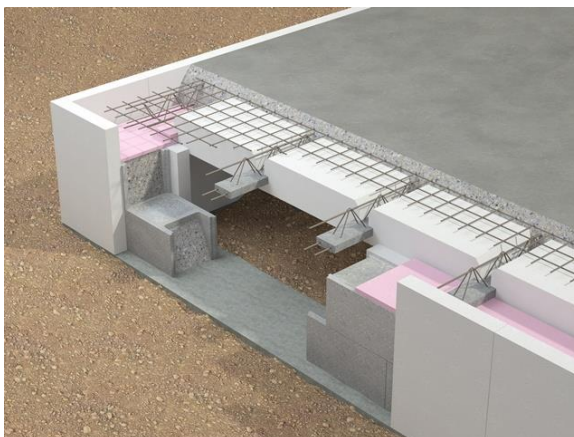
větranou mezerou,

$U = 0,200$ [W/m²K]

Tepelný rozbor skladeb je uveden v příloze 5-6.

Tepelný rozbor skladby č. 3 je uveden na stránkách společnosti Cemex Elegohouse ¹¹.

¹¹ CEMEX ELEGHOUSE s.r.o. [online]. [cit.2020-03-25]. Dostupné z <http://www.elegohouse.cz/files/Download/elegohouse-letak.pdf>



Obrázek 4 - Základová deska ELEGOHOUSE
Zdroj: CEMEX ELEGOHOUSE s.r.o [online]. [cit.2020-03-27]. Dostupné z <http://www.elegohouse.cz>

2.2.3 Typy navržených plochých střech

Pro ploché střechy jsou variantně řešeny skladby, které se nachází na nosné konstrukci., tj hydroizolace a tepelná izolace. Nosná konstrukce by měla odpovídat systémovému řešení navrženého zdiva.

Požadovaná hodnota U pro pasivní domy: $0,15 - 0,10$ [W/m^2K]

Požadovaná hodnota pro NZEB: $0,24 \times 0,7 = 0,168$ [W/m^2K]

Hodnota U navržených skladeb: $0,134 - 0,136$ [W/m^2K]

Pro účely bakalářské práce jsou skladby z hlediska prostupu tepla považovány za rovnocenné.

Skladba 1: Jednoplášťová s klasickým pořadím vrstev, fóliová hydroizolace, EPS 30 cm

$U = 0,138$ [W/m^2K]

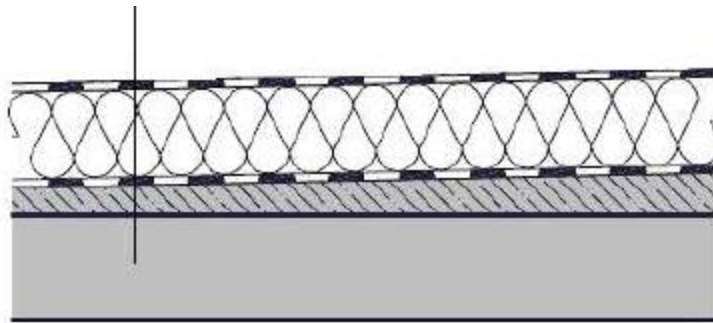
Skladba 2: Jednoplášťová s klasickým pořadím vrstev, hydroizolace z asfaltových pásů, EPS 30 cm,

$U = 0,139$ [W/m^2K]

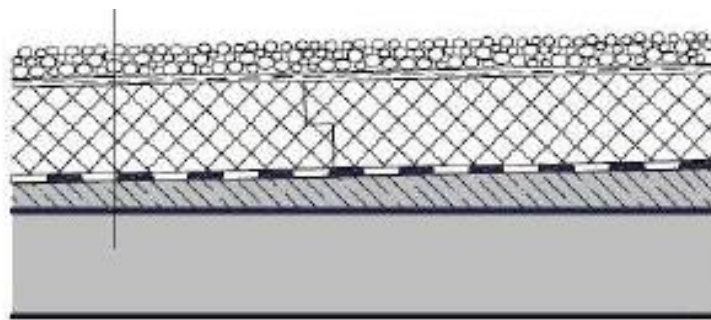
Skladba 3: s obráceným pořadím vrstev, XPS 30 cm

$U = 0,140$ [W/m^2K]

Tepelný rozbor skladeb je uveden v příloze 7-9



Obrázek 5 - Jednoplášťová střecha s klasickým pořadím vrstev
Zdroj: CHALOUPKA, Karel a SVOBODA, Zbyněk. Ploché střechy: Praktický průvodce., str.68,
GRADA, 2001, ISBN 978-80-247-2916-9



Obrázek 6 - Jednoplášťová střecha s obráceným pořadím vrstev
Zdroj: CHALOUPKA, Karel a SVOBODA, Zbyněk. Ploché střechy: Praktický průvodce., str.68,
GRADA, 2001, ISBN 978-80-247-2916-9

2.2.4 Typy navržených šikmých střech

Požadovaná hodnota U pro pasivní domy: $0,15 - 0,10$ [W/m^2K]

Požadovaná hodnota pro NZEB: $0,24 \times 0,7 = 0,168$ [W/m^2K]

Hodnota U navržených skladeb: $0,132-0,134$ [W/m^2K]

Pro účely bakalářské práce jsou skladby z hlediska prostupu tepla považovány za rovnocenné.

Skladba 1: Nadkrokevní izolace, PIR 16 cm

$U = 0,134$ [W/m^2K]

Skladba 2: Mezi a nadkrokevní izolace, PIR 10 cm, minerální vlna mezi krokvemi 16 cm,

$U = 0,132$ [W/m^2K]

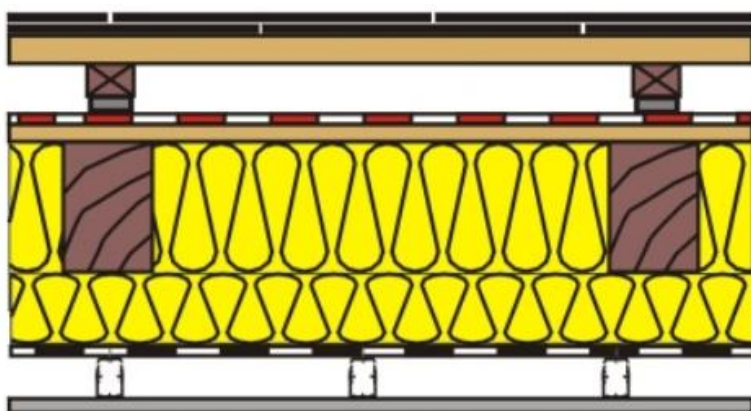
Skladba 3: Mezi a podkrokevní izolace, minerální vlna mezi krokvemi 16 cm, pod krokvemi 16 cm,

$U = 0,134$ [W/m^2K]

Tepelný rozbor skladeb je uveden v příloze 10-12.

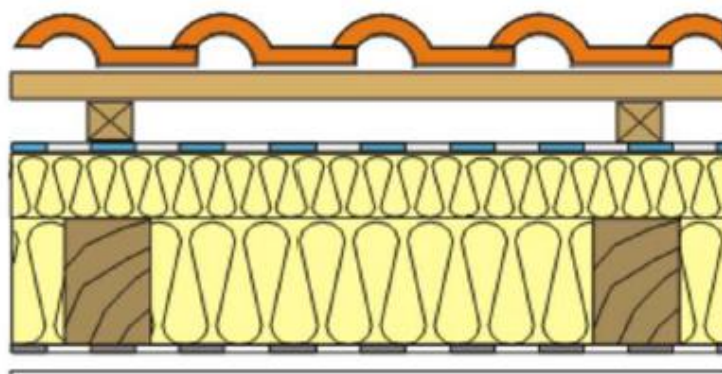
V tepelné rozboru jsou uvedeny skladby od interiéru domu pouze po pojistnou hydroizolaci. Krokve mají uvažované rozměry 160 x 160 mm.

U RD Novosedly je konstrukce střechy nesená sbíjenými vazníky, nebude proto součástí analýzy. Vyhovující skladba pro tento rodinný dům je minerální vlna mezi a pod vazníky, dohromady min. 32 cm.



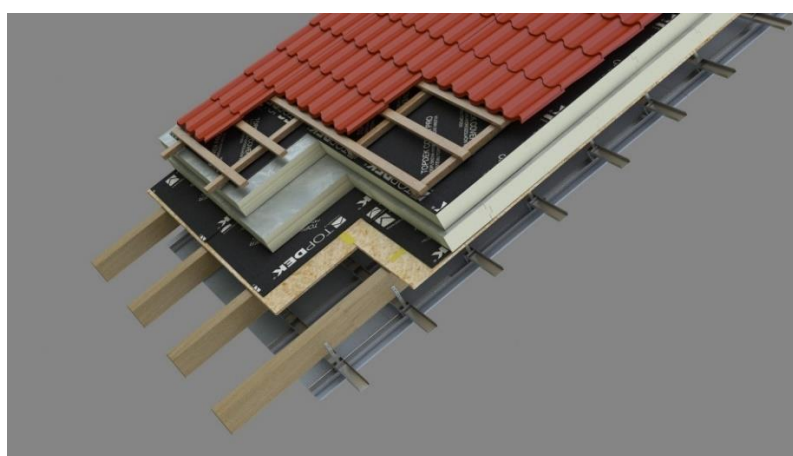
Obrázek 7 - Mezi a podkrokevní izolace

Zdroj: [krytiny-strechy.cz](https://www.krytiny-strechy.cz/) [online]. [cit.2020-04-25]. Dostupné <https://www.krytiny-strechy.cz/>



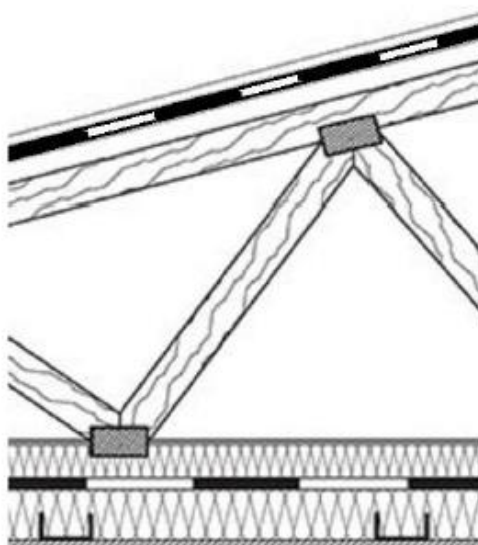
Obrázek 8 - Mezi a nadkroevní izolace

Zdroj: [krytiny-strechy.cz](https://www.krytiny-strechy.cz) [online]. [cit.2020-04-25]. Dostupné <https://www.krytiny-strechy.cz/>



Obrázek 9 - Nadkroevní systém TOPDEK

Zdroj: [Stavebniky DEK a.s.](https://www.dek.cz/obsah/technicka-podpora/nadkroevni-system-topdek) [online]. [cit.2020-04-25]. Dostupné <https://www.dek.cz/obsah/technicka-podpora/nadkroevni-system-topdek>



Obrázek 10 - Izolace pod sbíjenými vazníky

Zdroj: [drevoportal.cz](https://www.drevoportal.cz) [online]. [cit.2020-04-25]. Dostupné <https://www.drevoportal.cz>

3 Řešené objekty

V kapitole jsou charakterizovány jednotlivé posuzované rodinné domy. Ke každému objektu je přiložena část výkresové dokumentace ve formě studie.

3.1 Popisy jednotlivých objektů

3.1.1 RD Mukařov



Obrázek 11 - Vizualizace RD MUKařov
Zdroj: Vlastní zpracování

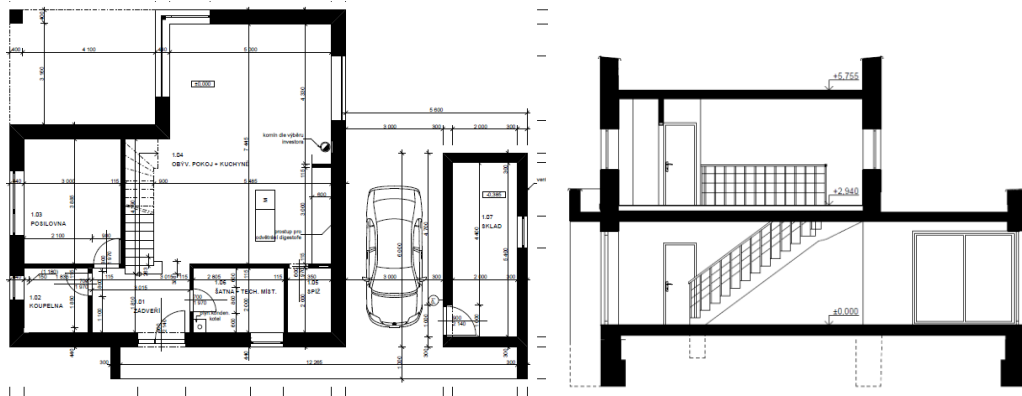
RD Mukařov je dvoupodlažní stavba ve tvaru písmena L s plochou střechou a s minimem okenních otvorů s přistaveným skladem. Celková zastavěná plocha bez skladu je 108,67 m².

Výměry:

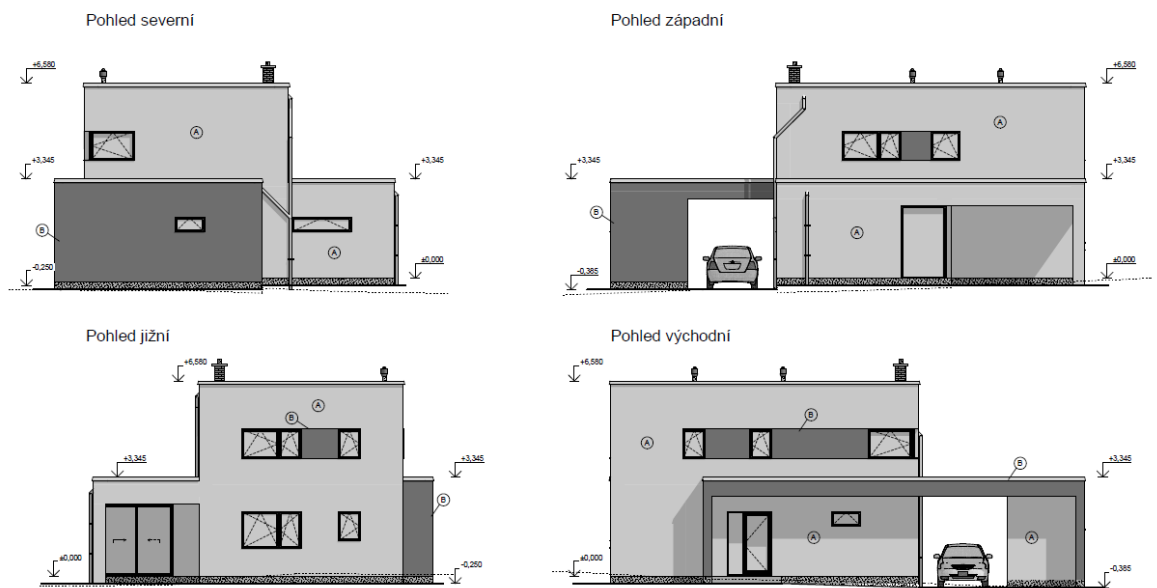
Obvodové zdivo: 212,74 m²

Podlaha na terénu: 92,35 m²

Střecha plochá: 86,64 m²



Obrázek 12 - Půdorys a řez RD Mukařov
Zdroj: Vlastní zpracování



Obrázek 13 - Pohledy RD Mukařov
Zdroj: Vlastní zpracování

3.1.2 RD Novosedly



*Obrázek 14 - Vizualizace RD Novosedly
Zdroj: Vlastní zpracování*

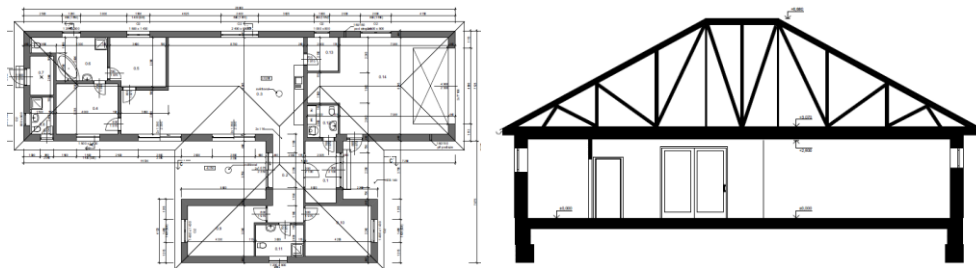
RD Novosedly je přízemní bungalov složitého půdorysu se střechou ze sbíjených vazníků. Celková zastavená plocha je 236,7 m².

Výměry:

Obvodové zdivo: 230,75 m²

Podlaha na terénu: 270,84 m²

Šikmá střecha: 360 m²



Obrázek 15 - Půdorys a řez RD Novosedly
Zdroj: Vlastní zpracování



Obrázek 16 - Pohledy RD Novosedly
Zdroj: Vlastní zpracování

3.1.3 RD Nouzov



*Obrázek 17 – Vizualizace RD Nouzov
Zdroj: Vlastní zpracování*

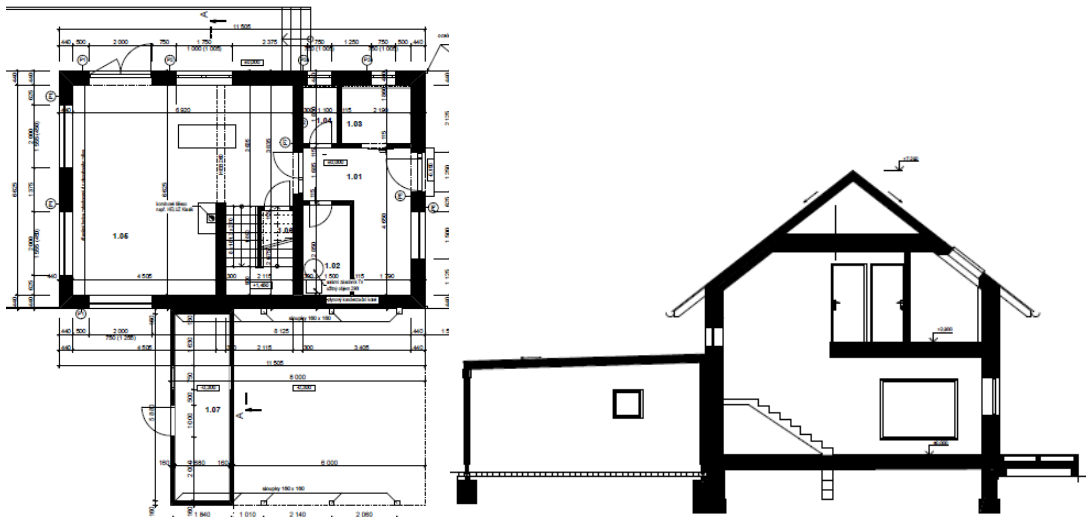
RD Nouzov je obdélníková dvoupodlažní stavba s šikmou střechou o sklonu 32° s využívaným podkrovím umístěná v mírném svahu. Půdorys objektu je $11,5 \times 7,5\text{m}$. Zastavěná plocha domu je $86,31 \text{ m}^2$.

Výměry:

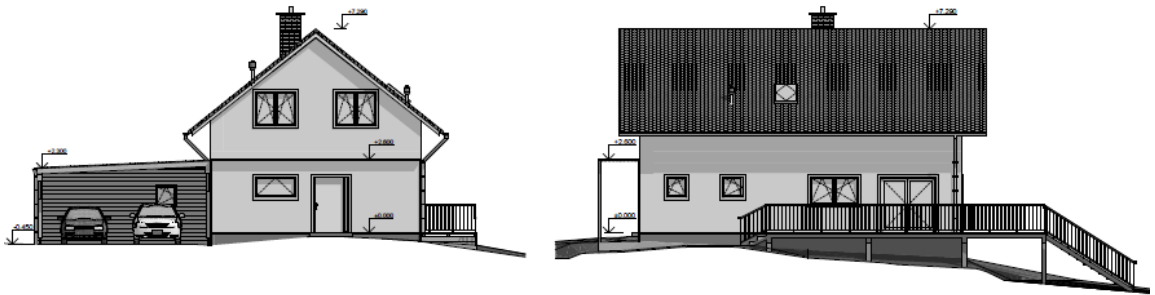
Obvodové zdivo: 154 m^2

Podlaha na terénu: $86,43 \text{ m}^2$

Šikmá střecha: $143,18 \text{ m}^2$



Obrázek 18 - Půdorys a řez RD Nouzov
Zdroj: Vlastní zpracování



Obrázek 19 - Pohledy RD Nouzov
Zdroj: Vlastní zpracování

3.1.4 RD Jiřice



*Obrázek 20 - Vizualizace RD Jiřice
Zdroj: Vlastní zpracování*

RD Jiřice je dvoupodlažní stavba obdélníkového tvaru 17 x 16,2 m s plochou střechou a velkými prosklenými okny a balkony. Zastavěná plocha domu je 241 m².

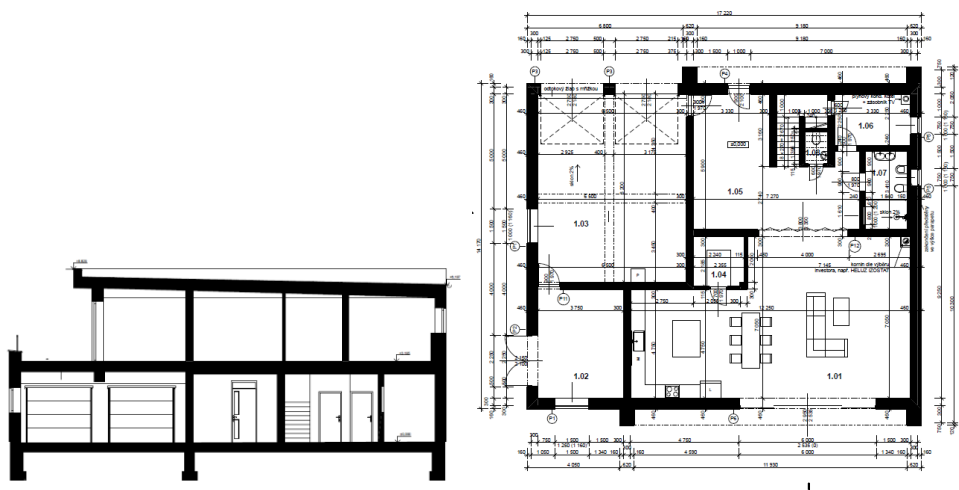
Výměry:

Obvodové zdivo: 211,77 m²

Podlaha na terénu: 244,01 m²

Střecha plochá nad temperovaným prostorem: 44,74 m²

Střecha plochá nad vytápěným prostorem: 199,38 m²



Obrázek 21 - Půdorys a řez RD Jiřice
Zdroj: Vlastní zpracování



Obrázek 22 - Pohledy RD Jiřice
Zdroj: Vlastní zpracování

4 Multikriteriální analýza

Pro objektivní zhodnocení a následný výběr nejvhodnějších skladeb pro domy byla použita multikriteriální analýza.

Multikriteriální analýza je metoda, která se používá při rozhodování mezi několika alternativami, přičemž se (na rozdíl od lineárního programování) nepřipouští současně více výsledných alternativ, a závěrem analýzy by měla být vždy pouze alternativa jediná. Předpokladem použití multikriteriální analýzy je větší počet kvantifikovatelných kritérií, která jsou zahrnuta do rozhodování¹².

4.1 Kritéria analýzy

A. Cena

Celková cena za je pro mnoho stavebníků jediné kritérium, na kterém zakládají výběr skladby domu. Proto je zahrnuta na prvním místě, jelikož je s tímto kritériem počítáno ve všech plánovaných realizacích RD. Často je upřednostňována nejmenší cena na úkor kvality, což se nemusí vždy v konečném zhodnocení vyplatit. Ceny za materiál a montáž přebírány z programu euroCALC, který využívá Sborník cen stavebních prací RTS. Některé ceny jsou převzaty dodavatelů výrobků. Všechny ceny uvedené v BK jsou bez DPH.

B. Technologická náročnost

Zatímco zdi z keramických tvárnic mohou být často stavěny svépomocí bez použití těžké techniky, např. u litých monolitických zdí je

¹² Správným směrem [online]. [cit.2020-04-14]. Dostupné z <http://spravnym.smerem.cz/Tema/Multikriteri%C3%A1ln%C3%AD%20anal%C3%BDza>

těžké se obejít bez spolupráce s odbornou firmou. Ve vyhodnocení bylo bráno v potaz to, jakou kvalifikaci musí být realizační firma i jaká je dostupnost potřebného zařízení na stavbě.

C. Vhodnost pro dané prostředí

Kritérium vhodnost pro dané prostředí je zahrnuté proto, aby byly zohledněny podmínky konkrétní stavby. Ať už je to rovinnost terénu nebo požadavky stavebníka.

Vhodnost pro dané prostředí je vždy popsána u analýzy konkrétního domu.

D. Doba realizace

Každý technologický proces trvá určitou dobu, kdy v naprosté většině případů platí, že čím kratší je realizace, tím lépe.

E. Životnost

Běžná zděná stavba rodinného domu je navržena nejméně na 50 let životnosti. Je však zřejmé, že ne všechny konstrukce vydrží celou dobu životního cyklu budovy. Platí to zejména u fasádního polystyrenu a hydroizolací vystavených vnějším vlivům i.

Pro návrhovou životnost byl v rámci Evropské unie vytvořen jednotný systém, který lze nalézt v tabulce 4. Již při projektování nové stavby je plánována její technická i ekonomická životnost na desítky let dopředu. Eurokód definuje 5 kategorií návrhové životnosti dle účelu užití staveb a jejich konstrukčních celků ¹³.

¹³ EUROPANEL s.r.o. [online]. [cit.2020-04-14]. Dostupné z <https://www.europanel.cz/cz/aktualne/archiv-aktualit/zivotnost-staveb.html>

Tabulka 4 - Charakteristická návrhová životnost

| Kategorie návrhové životnosti | Charakteristická návrhová životnost (roky) | Příklady |
|-------------------------------|--|---|
| 1 | 10 | Dočasné konstrukce* |
| 2 | 10 až 25 | Vyměnitelné konstrukční části |
| 3 | 15 až 30 | Zemědělské a podobné konstrukce |
| 4 | 50 | Konstrukce budov, domů a jiné běžné konstrukce |
| 5 | 100 | Konstrukce historicky významných budov, mosty a ostatní inženýrské konstrukce |

Zdroj: ČSN EN 1990:2002 Eurokód – Zásady navrhování konstrukcí, upraveno

F. Opravitelnost

V této kategorii je bráno v potaz, jaká je možné danou skladbu opravit v případě poruchy.

4.2 Saatyho metoda

Pro vyhodnocení optimálních skladeb byla využita Saatyho analýza. Tato metoda slouží k určení vah kritérií, hodnotí-li je pouze jedna osoba ¹⁴.

Jde o metodu kvantitativního párového porovnávání kritérií. Pro ohodnocení párových kritérií se používá devítibodová stupnice a je možné používat i mezistupně (hodnoty 2,4,6,8):

1 - rovnocenná kritéria *i* a *j*

3 - slabě preferované kritérium *i* před *j*

5 - silně preferované kritérium *i* před *j*

7 - velmi silně preferované kritérium *i* před *j*

9 - absolutně preferované kritérium *i* před *j*

Expert porovná každou dvojici kritérií a velikosti preferencí *i*-tého kritéria vzhledem k *j*-tému kritériu a zapíše do Saatyho matice $S = (s_{ij})$:

Vzorec 2 - Saatyho kriteriální matice

$$S = \begin{bmatrix} 1 & s_{12} & \cdots & s_{1n} \\ 1/s_{12} & 1 & \cdots & s_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/s_{1k} & 1/s_{12} & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

Jsou-li *i*-té a *j*-té kritéria rovnocenná, je $s_{ij} = 1$, preferuje-li slabě *i*-té kritérium před *j*-tým, je $s_{ij} = 3$, preferuje-li silně *i*-té kritérium před *j*-tým, je $s_{ij} = 5$, při velmi silné preferenci *i*-tého kritéria je $s_{ij} = 7$, při preferenci absolutní dokonce $s_{ij} = 9$. Je-li preferováno *j*-té

¹⁴ ŠUBRT, Tomáš. Ekonomicko-matematické metody, 2. vydání, str.174-176, Aleš Čeněk s.r.o., 2015, ISBN 978-80-7380-563-0

kritérium před i -tým, zapíše se do Saatyho matice převrácené hodnoty ($s_{ij} = \frac{1}{3}$, při slabé preferenci, $s_{ij} = \frac{1}{5}$, při silné preferenci atd.)

Matice je čtvercová řádu $n \times n$, reciproká, tj. platí, že $s_{ij} = \frac{1}{s_{ji}}$, a vyjadřuje odhad podílů vah i -tého a j -tého kritéria. Na diagonále Saatyho matice jsou vždy hodnoty jedna (každé kritérium je rovnocenné)¹².

Nejčastěji se používá postup výpočtu vah jako normalizovaného geometrického průměru řádků Saatyho matice (metoda logaritmických nejmenších čtverců. Hodnoty b_i jsou vypočteny jako geometrický průměr řádků Saatyho matice ¹².

Vzorec 3 - Geometrický průměr řádků Saatyho matice

$$b_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n s_{ij}}$$

Váhy se pak vypočtou normalizací hodnot b .

Vzorec 4 - Normalizace hodnot b

$$v_i = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^n b_i}$$

4.2.1 Multikriteriální analýza stěn

a) Typy navržených stěn

Skladba 1: KS QUADRO 17,5 cm + EPS Greywall 18 cm

Skladba 2: Porotherm 30 + EPS Greywall 13 cm

Skladba 3: Porotherm 44 T

Skladba 4: ŽB monolitická stěna 15 cm + EPS Greywall 18 cm

Kritéria:

Cena:

Jednotlivé ceny materiálu a montáže bez omítek jsou vytvořeny v programu euroCALC a srovnány v tabulce 5. Výpočet cen jednotlivých skladeb je uveden jako Příloha 13.

Tabulka 5 - Cenové srovnání stěn (bez omítek)

| | RD Mukařov | RD Novosedly | RD Nouzov | RD Jiřice |
|-----------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | cena | cena | cena | cena |
| skladba 1 | 382 333,00 Kč | 414 700,00 Kč | 276 765,00 Kč | 380 589,00 Kč |
| skladba 2 | 429 401,00 Kč | 465 753,00 Kč | 310 838,00 Kč | 427 443,00 Kč |
| skladba 3 | 518 035,00 Kč | 561 891,00 Kč | 375 000,00 Kč | 515 673,00 Kč |
| skladba 4 | 577 092,00 Kč | 633 581,00 Kč | 394 706,00 Kč | 563 850,00 Kč |

Zdroj: Vlastní zpracování

Technologická náročnost:

Jako nejnáročnější je brána skladba č.4 z železobetonu, která musí být prováděna odbornou firmou. Při nesprávném provedení je tato skladba náchylná na poruchy, je nutné správné ošetření. Druhá nejnáročnější skladba je vyhodnocena skladba č.1 z vápenopískových bloků KS-QUADRO E, kde zdivo nelze postavit ručně, ale pro stavbu je potřeba využít minijeřáb s odborným pracovníkem. Před realizací je nutné si dům z bloků „vyskládat“ v softwaru dodavatele, jelikož je velmi obtížné bloky řezat ¹⁵.

¹⁵ Kalkasandstein CZ s.r.o., katalog vápenopískových výrobků [online]. [cit.2020-04-14]. Dostupné z https://www.kalksandstein.cz/assets/files/katalog-cz_1.pdf

Na druhém místě je skladba č.2, kde je výstavba nosné části zdiva postupem velmi podobná skladbě č.3, liší se pojivem jednotlivých zdících prvků. Porotherm 44 T je zděný na lepidlo, Porotherm 30 na maltu.

Dále jsou na fasádu lepeny desky EPS, proces byl proto vyhodnocen jako technologicky náročnější.

Vhodnost pro dané prostředí:

Jako nejméně vhodná pro všechny typy RD byla posouzena skladba č.4, jelikož zde nelze využít potenciál technologie litého betonu z důvodu jednoduchosti staveb. Dále zde nejsou vyřešené instalační a elektrické rozvody po domě. Všechny otvory a drážky je nutné mít předem vyprojektované v dokumentaci. Ostatní skladby jsou posouzeny jako stejně vhodné, jelikož v keramickém zdivu se rozvody vedou poměrně snadno a systém KS-QUADRO E má systémové řešení na vedení rozvodů uvnitř zdiva.

RD Mukařov: Jeden bod byl ubrán v porovnání s keramickými tvárnicemi i skladbě z vápenopískových bloků, jelikož je zde velmi obtížná realizace svépomocí a je zapotřebí způsobilé osoby a minijeřábu.

RD Nouzov: Kromě skladby č.4 jsou všechny skladby vyhodnoceny jako stejně vhodné. Skladba č.4 má o bod méně kvůli vedení rozvodů.

RD Jiřice: Skladba č.4 z železobetonu zde není posouzena jako méně vhodná, jelikož se zde nachází velké prosklené plochy a tvarově je stavba složitá. Systémová řešení ostatních skladeb by nemohla být využity ve všech případech.

RD Novosedly: Kromě skladby č.4 jsou všechny skladby vyhodnoceny jako stejně vhodné. Skladba č.4 má o bod méně kvůli vedení rozvodů a nutnosti podrobnější dokumentace.

Doba realizace: Doba realizace je zobrazena v Tabulce 6. Realizace pomocí součtu normohodin není přesná, zvláště třeba pro stavbu svépomocí, avšak přinejmenším slouží jako dobrý podklad ke srovnání rychlosti výstavby.

Tabulka 6 - Normohodiny pro stěny

| Skladby | Položka | Normohodiny/m ² |
|-----------|---------------------------|----------------------------|
| Skladba 1 | Bloky KS QUADRO | 0,367 |
| | Montáž zateplení do 200mm | 1,08 |
| | celkem: | 1,447 |
| Skladba 2 | Zdivo Porotherm 30 na MVC | 1,04 |
| | Montáž zateplení do 200mm | 1,06 |
| | celkem: | 2,1 |
| Skladba 3 | Zdivo Porotherm 44 T | 0,85 |
| | celkem: | 0,85 |
| Skladba 4 | Stěny nosné ze ŽB | 0,278 |
| | Zřízení bednění | 0,538 |
| | Odstranění bednění | 0,176 |
| | Výztuž Kari sítěmi | 0,398 |
| | Montáž zateplení do 200mm | 1,08 |
| | celkem: | 2,47 |

Zdroj: Vlastní zpracování

Životnost: Skladba č.3 bez dodatečné tepelné izolace je vyhodnocena jako skladba s největší životností, jelikož je pravděpodobné, že kontaktní zateplovací systém bude během životnosti stavby vyměněn nebo opraven.

Opravitelnost: U nosných stěn je počítáno s tím, že jediná porucha, která by mohla nastat, je popraskání. Zřízení zdi není v analýze zohledněno. V analýze se předpokládá, že skladby s fasádní polystyrenem jsou o 1 bod lepší, jelikož případná porucha nosného zdiva se může snáze zakrýt fasádními polystyrenovými deskami.

4.2.1.1. Multikriteriální analýza vnějších stěn RD Mukařov

V případě RD Mukařov je plánována stavba svépomocí, byla proto v analýze upřednostňována cena a technologická náročnost.

V Tabulce 7 jsou srovnány jednotlivé skladby podle kritérií a ohodnoceny v porovnání s ostatními. (1 = nejlepší, 5 = nejhorší)

Tabulka 7 - Porovnání skladeb dle stanovených kritérií stěny RD Mukařov

| kritéria | cena | tech.náročnost | vhodnost | doba realizace | životnost | opravitelnost |
|-----------|------|----------------|----------|----------------|-----------|---------------|
| skladby | | | | | | |
| skladba 1 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| skladba 2 | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 |
| skladba 3 | 4 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 |
| skladba 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 2 | 2 |

Zdroj: Vlastní zpracování

Určení hodnoty kritérií kriteriální matice a Saatyho devítibodového ohodnocení je zobrazeno v Tabulce 8.

Tabulka 8 - Saatyho kriteriální matice stěn RD Mukařov

| | cena | tech.náročnost | vhodnost | doba realizace | životnost | opravitelnost |
|-----------------|------|----------------|----------|----------------|-----------|---------------|
| A.cena | 1 | 3 | 1 | 5 | 5 | 7 |
| B.tech.nár. | 1/3 | 1 | 1/2 | 3 | 5 | 7 |
| C.vhodnost | 1 | 2 | 1 | 3 | 3 | 5 |
| D.doba real. | 1/5 | 1/3 | 1/3 | 1 | 1/3 | 1/3 |
| E.životnost | 1/5 | 1/5 | 1/3 | 3 | 1 | 1/4 |
| F.opravitelnost | 1/7 | 1/7 | 1/5 | 3 | 4 | 1 |

Zdroj: Vlastní zpracování

Geometrický průměr řádků Saatyho matice b :

| | |
|---------|----------|
| $b_a =$ | 2,840272 |
| $b_b =$ | 1,611287 |
| $b_c =$ | 2,116933 |
| $b_d =$ | 0,367641 |
| $b_e =$ | 0,464159 |
| $b_f =$ | 0,604880 |

Výpočet vah podle metody logaritmických nejmenších čtverců v :

| | |
|---------|-------------|
| $v_a =$ | 0,354804581 |
| $v_b =$ | 0,201280797 |
| $v_c =$ | 0,264445645 |
| $v_d =$ | 0,045925458 |
| $v_e =$ | 0,057982375 |
| $v_f =$ | 0,075561145 |

Celkové vyhodnocení skladeb po započítání vah jednotlivých kritérií je uvedeno v Tabulce 9.

Tabulka 9 - Vyhodnocení skladeb po započítání vah stěn RD Mukařov

| kritéria | cena | tech.náročnost | vhodnost | doba realizace | životnost | opravitelnost | hodnocení |
|----------------|----------|----------------|----------|----------------|-----------|---------------|--------------------|
| skladba 1 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2,201280797 |
| skladba 2 | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2,136284394 |
| skladba 3 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2,215536031 |
| skladba 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 2 | 2 | 4,288998338 |
| váha kritéria: | 0,354805 | 0,201280797 | 0,264446 | 0,045925458 | 0,0579824 | 0,075561145 | |

Zdroj: Vlastní zpracování

Z analýzy vyplývá, že jako nejvhodnější je skladba č.2, kde v její prospěch hraje hlavně malá technologická náročnost a vhodnost pro dané prostředí.

4.2.1.2 Multikriteriální analýza vnějších stěn RD Novosedly

U RD Novosedly byla preferovaná hlavně co nejrychlejší výstavba, mezi kritérii byla proto přednost dána době realizace a také technologické náročnosti.

V tabulce 10 jsou srovnány jednotlivé skladby podle kritérií a ohodnoceny v porovnání s ostatními. (1 = nejlepší, 5 = nejhorší)

Tabulka 10 - Porovnání skladeb dle stanovených kritérií stěn RD Novosedly

| kritéria skladby | cena | tech.náročnost | vhodnost | doba realizace | životnost | opravitelnost |
|------------------|------|----------------|----------|----------------|-----------|---------------|
| skladba 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| skladba 2 | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 |
| skladba 3 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| skladba 4 | 5 | 5 | 3 | 4 | 2 | 2 |

Zdroj: Vlastní zpracování

Určení hodnoty kritérií kriteriální matice a Saatyho devítibodového ohodnocení je zobrazeno v Tabulce 11.

Tabulka 11 - Saatyho kriteriální matice stěn RD Novosedly

| | cena | technologická náročn | vhodnost | doba realizace | životnost | opravitelnost |
|------------------|------|----------------------|----------|----------------|-----------|---------------|
| A.cena | 1 | 1/3 | 1 | 1/5 | 3 | 3 |
| B.tech.náročnost | 3 | 1 | 3 | 1/3 | 7 | 7 |
| C.vhodnost | 1 | 1/3 | 1 | 1/5 | 3 | 3 |
| D.doba realizace | 5 | 3 | 5 | 1 | 9 | 9 |
| E.životnost | 1/3 | 1/9 | 1/3 | 1/9 | 1 | 1 |
| F.opravitelnost | 1/3 | 1/7 | 1/3 | 1/9 | 1 | 1 |

Zdroj: Vlastní zpracování

Geometrický průměr řádků Saatyho matice b :

$$b_a = 0,918385902$$

$$b_b = 2,297309750$$

$$b_c = 0,918385902$$

$$b_d = 4,271604615$$

$$b_e = 0,333333333$$

$$b_f = 0,347591774$$

Výpočet vah podle metody logaritmických nejmenších čtverců v:

$$\begin{aligned}
 v_a &= 0,1147241 \\
 v_b &= 0,2869782 \\
 v_c &= 0,1147241 \\
 v_d &= 0,5336056 \\
 v_e &= 0,0416397 \\
 v_f &= 0,0434209
 \end{aligned}$$

Tabulka 12 - Vyhodnocení skladeb po započítání vah stěny RD Novosedly

| kritéria skladby | cena | tech.náročnost | vhodnost | doba realizace | životnost | opravitelnost | hodnocení |
|---------------------|------|----------------|----------|----------------|-----------|---------------|-------------|
| skladba 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2,442439274 |
| skladba 2 | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2,803790758 |
| skladba 3 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1,566106586 |
| skladba 4 | 5 | 5 | 3 | 4 | 2 | 2 | 4,657227204 |

Zdroj: Vlastní zpracování

Jako nejlepší skladba byla analýzou vyhodnocena skladba č.3 díky nejrychlejší době realizace.

4.2.1.3 Multikriteriální analýza stěn RD Nouzov

U RD Nouzov je preferována doba realizace s cena.

V Tabulce 13 jsou srovnány jednotlivé skladby podle kritérií a ohodnoceny v porovnání s ostatními. (1 = nejlepší, 5 = nejhorší)

Tabulka 13 - Porovnání skladeb dle stanovených kritérií stěn RD Nouzov

| kritéria skladby | cena | tech.náročnost | vhodnost | doba realizace | životnost | opravitelnost |
|---------------------|------|----------------|----------|----------------|-----------|---------------|
| skladba 1 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| skladba 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 |
| skladba 3 | 4 | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 |
| skladba 4 | 5 | 5 | 3 | 4 | 2 | 2 |

Zdroj: Vlastní zpracování

Určení hodnoty kritérií kriteriální matice a Saatyho devítibodového ohodnocení je zobrazeno v Tabulce 14.

Tabulka 14 - Saatyho kriteriální matice RD Nouzov

| | cena | tech.náročnost | vhodnost | doba realizace | životnost | opravitelnost |
|--------------------------|------|----------------|----------|----------------|-----------|---------------|
| A.cena | 1 | 7 | 3 | 1/5 | 7 | 9 |
| B.techologická náročnost | 1/7 | 1 | 1/2 | 1/7 | 3 | 3 |
| C.vhodnost | 1/3 | 2 | 1 | 1/5 | 5 | 3 |
| D.doba realizace | 5 | 7 | 5 | 1 | 9 | 7 |
| E.životnost | 1/7 | 1/3 | 1/5 | 1/9 | 1 | 1 |
| F.opravitelnost | 1/9 | 1/3 | 1/3 | 1/7 | 1 | 1 |

Zdroj: Vlastní zpracování

Geometrický průměr řádků Saatyho matice b :

| | |
|---------|-------------|
| $b_a =$ | 2,533757069 |
| $b_b =$ | 0,671690809 |
| $b_c =$ | 1,122462048 |
| $b_d =$ | 4,717693980 |
| $b_e =$ | 0,319223385 |
| $b_f =$ | 0,347591774 |

Výpočet vah podle metody logaritmických nejmenších čtverců v:

| | |
|---------|-----------|
| $v_a =$ | 0,3165150 |
| $v_b =$ | 0,0839071 |
| $v_c =$ | 0,1402171 |
| $v_d =$ | 0,5893307 |
| $v_e =$ | 0,0398771 |
| $v_f =$ | 0,0434209 |

Celkové vyhodnocení skladeb po započítání vah jednotlivých kritérií je zobrazeno v Tabulce 15.

Tabulka 15 - Vyhodnocení skladeb po započítání vah stěn RD Nouzov

| kritéria | cena | tech.náročnost | vhodnost | doba realizace | životnost | opravitelnost | hodnocení |
|----------------|----------|----------------|----------|----------------|-----------|---------------|-------------|
| skladba 1 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2,510443127 |
| skladba 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3,332381778 |
| skladba 3 | 4 | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 | 2,389871942 |
| skladba 4 | 5 | 5 | 3 | 4 | 2 | 2 | 4,946680965 |
| váha kritéria: | 0,316515 | 0,083907106 | 0,140217 | 0,589330748 | 0,0398771 | 0,0434209 | |

Zdroj: Vlastní zpracování

V tomto scénáři zvítězila skladba č.3. Výsledek je velmi podobný výsledku skladby č.1.

4.2.1.4 Multikriteriální analýza vnějších stěn RD Jiřice

U RD Jiřice je preferována hlavně kvalita. Důležitými kritérii jsou proto oproti ostatním domům životnost, opravitelnost a vhodnost pro dané prostředí. Cena, doba realizace i technologická náročnost jsou oproti ostatním domům méně preferované.

V tabulce 16 jsou srovnány jednotlivé skladby podle kritérií a ohodnoceny v porovnání s ostatními. (1 = nejlepší, 5 = nejhorší)

Tabulka 16 - Porovnání skladeb dle stanovených kritérií stěn RD Jiřice

| kritéria skladby | cena | tech.náročnost | vhodnost | doba realizace | životnost | opravitelnost |
|---------------------|------|----------------|----------|----------------|-----------|---------------|
| skladba 1 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| skladba 2 | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 |
| skladba 3 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| skladba 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 2 | 2 |

Zdroj: Vlastní zpracování

Určení hodnoty kritérií kriteriální matice a Saatyho devítibodového ohodnocení je zobrazeno v Tabulce 17.

Tabulka 17 - Saatyho kriteriální matice stěn RD Jiřice

| | cena | tech.náročnost | vhodnost | doba realizace | životnost | opravitelnost |
|------------------|------|----------------|----------|----------------|-----------|---------------|
| A.cena | 1 | 2 | 1/3 | 3 | 1/3 | 1/3 |
| B.tech.náročnost | 1/2 | 1 | 1/3 | 1 | 1/5 | 1/7 |
| C.vhodnost | 3 | 3 | 1 | 5 | 1/3 | 1/3 |
| D.doba realizace | 1/3 | 1 | 1/5 | 1 | 1/6 | 1/4 |
| E.životnost | 3 | 5 | 3 | 6 | 1 | 5 |
| F.opravitelnost | 3 | 7 | 1/5 | 4 | 1/5 | 1 |

Zdroj: Vlastní zpracování

Geometrický průměr řádků Saatyho matice b :

| | |
|---------|-------------|
| $b_a =$ | 0,778271716 |
| $b_b =$ | 0,410169583 |
| $b_c =$ | 1,307660486 |
| $b_d =$ | 0,374929475 |
| $b_e =$ | 3,324469055 |
| $b_f =$ | 1,223835968 |

Výpočet vah podle metody logaritmických nejmenších čtverců v :

| | |
|---------|-----------|
| $v_a =$ | 0,0972211 |
| $v_b =$ | 0,0512381 |
| $v_c =$ | 0,1633520 |
| $v_d =$ | 0,0468359 |
| $v_e =$ | 0,4152901 |
| $v_f =$ | 0,1528807 |

Celkové vyhodnocení skladeb po započítání vah jednotlivých kritérií je zobrazeno v Tabulce 18.

Tabulka 18 - Vyhodnocení skladeb po započítání vah zdivo RD Jiříce

| kritéria | cena | tech.náročnost | vhodnost | doba realizace | životnost | opravitelnost | hodnocení |
|----------------|----------|----------------|----------|----------------|-----------|---------------|-------------|
| skladba 1 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1,904873776 |
| skladba 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 1,99769272 |
| skladba 3 | 4 | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 | 1,68759446 |
| skladba 4 | 5 | 5 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2,392685066 |
| váha kritéria: | 0,097221 | 0,051238073 | 0,163352 | 0,046835905 | 0,4152901 | 0,152880659 | |

Zdroj: Vlastní zpracování

Jako nejlepší skladba pro dané kritéria byla vyhodnocena skladba č.3. V tomto jediném scénáři výrazně nezaostává skladba č.4.

4.2.2 Multikriteriální analýza podlah na terénu

Typy navržených skladeb

Skladba 1: Nosné stěny na základových pasech, 10 cm ŽB deska, 16 cm EPS

Skladba 2: Nosné stěny na základové desce 25 cm, pod deskou pěnové sklo 36,5 cm

Skladba 3: Základová deska ELEGHOUSE s vložkami Z200-220 s větranou mezerou

Kritéria:

Cena:

Ceny za skladbu č.1 a č.2 jsou převzaty z podrobného položkového rozpočtu rodinných domů na stránkách www.slamak.info, kde jsou navržené skladby téměř totožné s navrženými skladbami v BP ¹⁶.

Cena za skladbu č.3 je převzata z podkladů firmy CEMEX Elegohouse s.r.o. Ta uvádí cenu za skladbu nízkoenergetického standardu min. 2990 Kč/m². Vzhledem k tomu, že je uvedena jako minimální, pro tuto analýzu je navýšena o 10 % ¹⁷.

Tabulka 19 - Cenové srovnání na m² skladeb podlah

| | | |
|-----------|-------------------------------------|--------------------|
| skladba 1 | Zemní práce | 239,47 Kč |
| | Základy, spodní stavba | 1 625,70 Kč |
| | Izolace tepelné, izolace proti vodě | 787,65 Kč |
| | celkem | 2 652,82 Kč |
| skladba 2 | Zemní práce | 363,70 Kč |
| | Základy | 1 335,23 Kč |
| | Pomocné vrstvy | 782,52 Kč |
| | Pěnosklo | 965,05 Kč |
| | celkem | 3 446,50 Kč |
| skladba 3 | celkem | 3 289,00 Kč |

Zdroj: slamak-info [online]. [cit.2020-04-29]. Dostupné z <https://www.slamak.info/l/zaklady-a-podlahy/>, upraveno

¹⁶ slamak-info [online]. [cit.2020-04-29]. Dostupné z <https://www.slamak.info/l/zaklady-a-podlahy/>

¹⁷ CEMEX ELEGHOUSE [online]. [cit.2020-02-29]. Dostupné z <http://www.elegohouse.cz/files/Download/elegohouse-letak.pdf>

Ceny za skladby v Tabulce 19 jsou orientační, pro přesné srovnání by bylo nutné provést položkový rozpočet pro každý RD řešený v BP na základě zjištěných základových poměrů.

Technologická náročnost:

Jako technologicky nejméně náročná skladba byla vyhodnocena skladba č.1. V ČR je využívána na většinu RD a s realizací by neměla mít problém žádná stavební firma. V této skladbě je malé riziko poruchy či chyby provedení.

Na druhém místě je vyhodnocena skladba č.2, která se již běžně realizuje pro pasivní domy. Náročný proces je hutnění pěnového skla.

O bod náročnější je skladba č.3, která vyžaduje kladecí plán a je realizována „na klíč“ odbornou firmou.

Vhodnost pro dané prostředí:

Všechny skladby jsou uvažovány jako stejně vhodné pro rodinné domy, nicméně v tomto kritériu byl započítán fakt, že při výpočtu U jednotlivých skladeb nebylo počítáno s tepelnými mosty v patě zdiva u skladby č.1 a 3. Téměř bez tepelných mostů je v této analýze skladba č.2 na pěnovém skle.

Jednotlivé vhodnosti pro dané prostředí jsou dále určeny hlavně základovými poměry a radonovému indexu pozemku jednotlivých objektů.

RD Mukařov: Jelikož je stavba plánována jako stavba svépomocí, byl ubrán bod skladbě č.3. Jinak se jedná o běžné základové podmínky a další skladby jsou rovnocenné.

RD Nouzov: Jedná se o svažitý pozemek - jako méně vhodná je proto určena skladba č.2. Vzhledem ke svahu je nutné realizovat základový pas (podezdívku) ve směru spádu. Tím je negována výhoda

téměř nulových tepelných mostů, které pěnoklo pod základovou deskou poskytovalo a v místě pasů by vznikaly tepelné mosty.

RD Jiřice: Jedná se o pozemek s vysokým radonovým indexem, proto je vhodnější skladba č.3, která nabízí možnost odvětrávané vzduchové mezery pod základovou deskou.

RD Novosedly: Všechny skladby jsou vyhodnoceny jako stejně vhodné.

Doba realizace:

Nejkratší doba realizace je u skladby č. 2, kde nejsou nutné výkopy a následná betonáž základových pasů. Skladba č.1 a 3 jsou na tom z hlediska rychlosti výstavby velmi podobně, jelikož technologie výkopů a realizace základových pasů je stejná.

Životnost a opravitelnost:

Při správném návrhu základových konstrukcí se nepočítá s tím, že by mohlo dojít k poruše a následné opravě základů během plánované životnosti celé stavby. K poruše by mohlo dojít pouze vnějšími vlivy jako je seismičita, poddolování, proudění vody pod základy atd.

Skladba č.3 je hodnocena o bod lépe než ostatní, protože z důvodu vzduchové mezery může být základová deska a případě rozvody pod ní přístupnější.

4.2.2.1. Multikriteriální analýza podlahy na terénu RD Mukařov

V případě RD Mukařov je plánována stavba svépomocí, byla proto v analýze upřednostňována cena a technologická náročnost.

V tabulce 20 jsou srovnány jednotlivé skladby podle kritérií a ohodnoceny v porovnání s ostatními. (1 = nejlepší, 5 = nejhorší)

Tabulka 20 - Porovnání skladeb dle stanovených kritérií podlah RD Mukařov

| kritéria skladby | cena | tech.náročnost | vhodnost | doba realizace | životnost | opravitelnost |
|---------------------|------|----------------|----------|----------------|-----------|---------------|
| skladba 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 |
| skladba 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| skladba 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 2 | 2 |

Zdroj: Vlastní zpracování

Určení hodnoty kritérií kriteriální matice a Saatyho devítibodového ohodnocení je uveden v Tabulce 21.

Tabulka 21 - Saatyho kriteriální matice podlah RD Mukařov

| | cena | tech.náročnost | vhodnost | doba realizace | životnost | opravitelnost |
|-----------------|------|----------------|----------|----------------|-----------|---------------|
| A.cena | 1 | 3 | 1 | 5 | 5 | 7 |
| B.tech.nár. | 1/3 | 1 | 1/2 | 3 | 5 | 7 |
| C.vhodnost | 1 | 2 | 1 | 3 | 3 | 5 |
| D.doba real. | 1/5 | 1/3 | 1/3 | 1 | 1/3 | 1/3 |
| E.životnost | 1/5 | 1/5 | 1/3 | 3 | 1 | 1/4 |
| F.opravitelnost | 1/7 | 1/7 | 1/5 | 3 | 4 | 1 |

Zdroj: Vlastní zpracování

Geometrický průměr řádků Saatyho matice b :

$$b_a = 2,840271682$$

$$b_b = 1,611287389$$

$$b_c = 2,116932863$$

$$b_d = 0,367641190$$

$$b_e = 0,464158883$$

$$b_f = 0,604879956$$

Výpočet vah podle metody logaritmických nejmenších čtverců v:

| | |
|---------|-----------|
| $v_a =$ | 0,3548046 |
| $v_b =$ | 0,2012808 |
| $v_c =$ | 0,2644456 |
| $v_d =$ | 0,0459255 |
| $v_e =$ | 0,0579824 |
| $v_f =$ | 0,0755611 |

Celkové vyhodnocení skladeb po započítání vah jednotlivých kritérií je zobrazeno v Tabulce 22.

Tabulka 22 - Vyhodnocení skladeb po započítání vah podlahy RD Mukařov

| kritéria | cena | tech.náročnost | vhodnost | doba realizace | životnost | opravitelnost | hodnocení |
|----------------|----------|----------------|----------|----------------|-----------|---------------|--------------------|
| skladby | | | | | | | |
| skladba 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 1,82984687 |
| skladba 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2,785170306 |
| skladba 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 2 | 2 | 3,130902125 |
| váha kritéria: | 0,354805 | 0,201280797 | 0,264446 | 0,045925458 | 0,0579824 | 0,075561145 | |

Zdroj: Vlastní zpracování

Jako nejlepší skladba je vyhodnocena skladba č.1, která v tomto scénáři vyhrála díky nízké ceně i technické náročnosti.

4.2.2.2 Multikriteriální analýza podlahy na terénu RD Novosedly

U RD Novosedly je silně preferovaná rychlá výstavba, mezi kritérii má největší váhu doba realizace a technologická náročnost.

V tabulce 23 jsou srovnány jednotlivé skladby podle kritérií a ohodnoceny v porovnání s ostatními. (1 = nejlepší, 5 = nejhorší)

Tabulka 23 - Porovnání skladeb dle stanovených kritérií podlah RD Novosedly

| kritéria skladby | cena | tech.náročnost | vhodnost | doba realizace | životnost | opravitelnost |
|---------------------|------|----------------|----------|----------------|-----------|---------------|
| skladba 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 |
| skladba 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| skladba 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 |

Zdroj: Vlastní zpracování

Určení hodnoty kritérií kriteriální matice a Saatyho devítibodového ohodnocení je zobrazeno v Tabulce 24.

Tabulka 24 - Saatyho kriteriální matice podlah RD Novosedly

| | cena | tech.náročnost | vhodnost | doba realizace | životnost | opravitelnost |
|------------------|------|----------------|----------|----------------|-----------|---------------|
| A.cena | 1 | 1/3 | 1 | 1/5 | 3 | 3 |
| B.tech.náročnost | 3 | 1 | 3 | 1/3 | 7 | 7 |
| C.vhodnost | 1 | 1/3 | 1 | 1/5 | 3 | 3 |
| D.doba realizace | 5 | 3 | 5 | 1 | 9 | 9 |
| E.životnost | 1/3 | 1/9 | 1/3 | 1/9 | 1 | 1 |
| F.opravitelnost | 1/3 | 1/7 | 1/3 | 1/9 | 1 | 1 |

Zdroj: Vlastní zpracování

Geometrický průměr řádků Saatyho matice b :

$$\begin{aligned}b_a &= 0,918385902 \\b_b &= 2,297309750 \\b_c &= 0,918385902 \\b_d &= 4,271604615 \\b_e &= 0,333333333 \\b_f &= 0,347591774\end{aligned}$$

Výpočet vah podle metody logaritmických nejmenších čtverců v:

| | |
|---------|-----------|
| $v_a =$ | 0,1147241 |
| $v_b =$ | 0,2869782 |
| $v_c =$ | 0,1147241 |
| $v_d =$ | 0,5336056 |
| $v_e =$ | 0,0416397 |
| $v_f =$ | 0,0434209 |

Celkové vyhodnocení skladeb po započítání vah jednotlivých kritérií je zobrazeno v Tabulce 25.

Tabulka 25 - Vyhodnocení skladeb po započítání vah podlahy RD Novosedly

| kritéria | cena | tech.náročnost | vhodnost | doba realizace | životnost | opravitelnost | hodnocení |
|----------------|----------|----------------|----------|----------------|-----------|---------------|-------------|
| skladba 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2,56023347 |
| skladba 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2,543054193 |
| skladba 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3,320217085 |
| váha kritéria: | 0,114724 | 0,286978189 | 0,114724 | 0,533605603 | 0,0416397 | 0,0434209 | |

Zdroj: Vlastní zpracování

Dle výsledků analýzy byla vyhodnocena jako nejlepší skladba č.2 díky kratší době realizace. Skladba č.1 dosáhla téměř totožného výsledku.

4.2.2.3 Multikriteriální analýza podlahy na terénu RD Nouzov

U RD Nouzov je preferována doba realizace a cena.

V Tabulce 26 jsou srovnány jednotlivé skladby podle kritérií a ohodnoceny v porovnání s ostatními. (1 = nejlepší, 5 = nejhorší)

Tabulka 26 - Porovnání skladeb dle stanovených kritérií podlah RD Nouzov

| kritéria | cena | tech.náročnost | vhodnost | doba realizace | životnost | opravitelnost |
|-----------|------|----------------|----------|----------------|-----------|---------------|
| skladba 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 |
| skladba 2 | 4 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 |
| skladba 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 |

Zdroj: Vlastní zpracování

Určení hodnoty kritérií kriteriální matice a Saatyho devítibodového ohodnocení je zobrazeno v Tabulce 27.

Tabulka 27 - Saatyho kriteriální matice podlah RD Nouzov

| | cena | tech.náročnost | vhodnost | doba realizace | životnost | opravitelnost |
|-------------------|------|----------------|----------|----------------|-----------|---------------|
| A.cena | 1 | 7 | 3 | 1/5 | 7 | 9 |
| B.tech. náročnost | 1/7 | 1 | 1/2 | 1/7 | 3 | 3 |
| C.vhodnost | 1/3 | 2 | 1 | 1/5 | 5 | 3 |
| D.doba realizace | 5 | 7 | 5 | 1 | 9 | 7 |
| E.životnost | 1/7 | 1/3 | 1/5 | 1/9 | 1 | 1 |
| F.opravitelnost | 1/9 | 1/3 | 1/3 | 1/7 | 1 | 1 |

Zdroj: Vlastní zpracování

Geometrický průměr řádků Saatyho matice b :

$$b_a = 2,533757069$$

$$b_b = 0,671690809$$

$$b_c = 1,122462048$$

$$b_d = 4,717693980$$

$$b_e = 0,319223385$$

$$b_f = 0,347591774$$

Výpočet vah podle metody logaritmických nejmenších čtverců v:

| | |
|---------|------------------|
| $v_a =$ | 0,3165150 |
| $v_b =$ | 0,0839071 |
| $v_c =$ | 0,1402171 |
| $v_d =$ | 0,5893307 |
| $v_e =$ | 0,0398771 |
| $v_f =$ | 0,0434209 |

Celkové vyhodnocení skladeb po započítání vah jednotlivých kritérií je zobrazeno v Tabulce 28.

Tabulka 28 - Vyhodnocení skladeb po započítání vah podlahy RD Nouzov

| kritéria | cena | tech.náročnost | vhodnost | doba realizace | životnost | opravitelnost | hodnocení |
|----------------|----------|----------------|----------|----------------|-----------|---------------|-------------|
| skladby | | | | | | | |
| skladba 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2,799082663 |
| skladba 2 | 4 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3,243204045 |
| skladba 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3,55650599 |
| váha kritéria: | 0,316515 | 0,083907106 | 0,140217 | 0,589330748 | 0,0398771 | 0,0434209 | |

Zdroj: Vlastní zpracování

V této analýze byla vyhodnocena jako nejvýhodnější skladba č.1 hlavně díky nízké ceně realizace.

4.2.2.4 Multikriteriální analýza podlahy na terénu RD Jiřice

U RD Jiřice je preferována hlavně kvalita. Důležitými kritérii jsou proto oproti ostatním domům životnost, opravitelnost a vhodnost pro dané prostředí. Cena, doba realizace i technologická náročnost jsou oproti ostatním domům potlačeny.

V Tabulce 29 jsou srovnány jednotlivé skladby podle kritérií a ohodnoceny v porovnání s ostatními. (1 = nejlepší, 5 = nejhorší)

Tabulka 29 - Porovnání skladeb dle stanovených kritérií podlah RD Jiřice

| kritéria | cena | tech.náročnost | vhodnost | doba realizace | životnost | opravitelnost |
|-----------|------|----------------|----------|----------------|-----------|---------------|
| skladba 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 |
| skladba 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| skladba 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 |

Zdroj: Vlastní zpracování

Určení hodnoty kritérií kriteriální matice a Saatyho devítibodového ohodnocení je zobrazeno v Tabulce 30.

Tabulka 30 - Saatyho kriteriální matice podlah RD Jiřice

| | cena | tech.náročnost | vhodnost | doba realizace | životnost | opravitelnost |
|------------------|------|----------------|----------|----------------|-----------|---------------|
| A.cena | 1 | 2 | 1/3 | 3 | 1/3 | 1/3 |
| B.tech.náročnost | 1/2 | 1 | 1/3 | 1 | 1/5 | 1/7 |
| C.vhodnost | 3 | 3 | 1 | 5 | 1/3 | 1/3 |
| D.doba realizace | 1/3 | 1 | 1/5 | 1 | 1/6 | 1/4 |
| E.životnost | 3 | 5 | 3 | 6 | 1 | 5 |
| F.opravitelnost | 3 | 7 | 1/5 | 4 | 1/5 | 1 |

Zdroj: Vlastní zpracování

Geometrický průměr řádků Saatyho matice b :

$$\begin{aligned}b_a &= 0,778271716 \\b_b &= 0,410169583 \\b_c &= 1,307660486 \\b_d &= 0,374929475 \\b_e &= 3,324469055 \\b_f &= 1,223835968\end{aligned}$$

Výpočet vah podle metody logaritmických nejmenších čtverců v:

| | |
|---------|-----------|
| $V_a =$ | 0,0972211 |
| $V_b =$ | 0,0512381 |
| $V_c =$ | 0,1633520 |
| $V_d =$ | 0,0468359 |
| $V_e =$ | 0,4152901 |
| $V_f =$ | 0,1528807 |

Celkové vyhodnocení skladeb po započítání vah jednotlivých kritérií je zobrazeno v Tabulce 31.

Tabulka 31 - Vyhodnocení skladeb po započítání vah podlahy RD Jiřice

| kritéria | cena | tech.náročnost | vhodnost | doba realizace | životnost | opravitelnost | hodnocení |
|----------------|----------|----------------|----------|----------------|-----------|---------------|-------------|
| skladba 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2,068245038 |
| skladba 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2,200958586 |
| skladba 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2,048930793 |
| váha kritéria: | 0,097221 | 0,051238073 | 0,163352 | 0,046835905 | 0,4152901 | 0,152880659 | |

Zdroj: Vlastní zpracování

Výsledky analýzy pro RD Jiřice byly vyrovnané, jako nejlepší pro tento scénář byla vyhodnocena skladba č.3.

4.2.3 Multikriteriální analýza plochých střech

Skladba 1: Jednoplášťová s klasickým pořadím vrstev, fóliová hydroizolace, EPS 30 cm

Skladba 2: Jednoplášťová s klasickým pořadím vrstev, hydroizolace z asfaltových pásů, min. EPS 30 cm,

Skladba 3: S obráceným pořadím vrstev, XPS 30 cm

Kritéria:

Cena:

Ceny za m² materiálu a montáže jsou uvedeny v Tabulce 32. Byly počítány ceny od parotěsné vrstvy směrem ven a nosná konstrukce střechy byla uvažovaná stejná pro všechny skladby. Podrobně rozepsané ceny jsou uvedeny jako Příloha 14. Ceny za materiál byly převzaty ze webových stránek www.dek.cz. Ceny montáže byly převzaty ze Sborníku RTS.

Tabulka 32 - Porovnání cen skladeb ploché střechy

| | Cena/m ² |
|-----------|---------------------|
| Skladba 1 | 976,69 Kč |
| Skladba 2 | 856,12 Kč |
| Skladba 3 | 1 787,02 Kč |

Zdroj: Vlastní zpracování

Technologická náročnost:

Rozdíl v technologii provádění je v hydroizolační vrstvě. U skladby č.2 a č.3 je hydroizolační vrstva tvořena asfaltovými pásy. Pro pokládku hydroizolačních pásů postačí běžně dostupný propanbutanový hořák a pro většinu firem by pokládka neměla představovat problém. U skladby č.1, kde je hydroizolační vrstva tvořena polyolefinem, je nutné odborné

proškolení od výrobce. Pro foliovou hydroizolaci se používá horkovzdušná pistole s příslušenstvím ¹⁸.

Vhodnost pro dané prostředí:

RD Mukařov

Vzhledem k plánované stavbě svépomocí je o jeden bod výhodněji posouzena skladba č.3, kde je pokládka XPS navolno jednodušší než kotvení EPS a je snadněji proveditelná svépomocí.

RD Jiřice:

U RD je o bod vhodnější skladba č.3, kvůli navržené pochozí terase. Významně větší únosnost XPS oproti klasickému EPS umožňuje provedení dlažby na podločkách ¹⁹.

Doba realizace:

Pokládka foliového systému je rychlejší než pokládka asfaltových pásů, jelikož pro správné fungování stačí provedení pouze jedné vrstvy, zatímco u asfaltových pásů se téměř vždy provádějí vrstvy 2. Fóliový systém obsahuje systémové prvky pro detaily a opracování atik, výlezů, prostupů, a proto zabere méně času.

Životnost:

Všechny navržené skladby stárnou a je pravděpodobné, že budou muset být během funkční doby vyměněny nebo opraveny. Zatímco asfaltové pásy se opotřebovávají postupně, u PVC fólie může vlivem vnějších vlivů dojít k protržení, na což je nutné na to reagovat okamžitě.

Při pravidelné kontrole střešního pláště je uvažováno, že skladba č.3 s obráceným pořadím vrstev má delší životnost, jelikož tepelný

¹⁸ HANZALOVÁ, Lenka a ŠILAROVÁ, Šárka. Konstrukce pozemních staveb 40 – Zastřešení. Praha, ČVUT, 2009, ISBN 978-80-01-04469-8

¹⁹ TZB Info, , autor CHALOUPKA Karel, SVOBODA Zbyněk [online]. [cit.2020-05-17]. Dostupné z <https://stavba.tzb-info.cz/strechy/6054-obracene-strechy-a-duo-strechy-i>

izolant XPS je odolnější vůči vnějším vlivům než EPS a zároveň je hydroizolační vrstva chráněná proti přímým vnějším vlivům.

Opravitelnost:

V tomto kritériu má výhodu skladba, kde je povlaková hydroizolace tvořená asfaltovými pásy. U nich je při poškození snadná oprava přeplátováním. Zásahy do fólie bývají rizikovější, protože u nich může dojít časem k změně chemického složení a následnému zkřehnutí.

4.2.3.1. Multikriteriální analýza ploché střechy RD Mukařov

V případě RD Mukařov je plánována stavba svépomocí, proto byly v analýze upřednostňovány kritéria cena a technologická náročnost.

V Tabulce 33 jsou srovnány jednotlivé skladby podle kritérií a ohodnoceny v porovnání s ostatními. (1 = nejlepší, 5 = nejhorší)

Tabulka 33 - Porovnání skladeb dle stanovených kritérií střechy RD Mukařov

| kritéria skladby | cena | tech.náročnost | vhodnost | doba realizace | životnost | opravitelnost |
|---------------------|------|----------------|----------|----------------|-----------|---------------|
| skladba 1 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 |
| skladba 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 4 | 1 |
| skladba 3 | 4 | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 |

Zdroj: Vlastní zpracování

Určení hodnoty kritérií kriteriální matice a Saatyho devítibodového ohodnocení je uvedena v Tabulce 34.

Tabulka 34 - Saatyho kriteriální matice střechy RD Mukařov

| | cena | tech.náročnost | vhodnost | doba realizace | životnost | opravitelnost |
|-----------------|------|----------------|----------|----------------|-----------|---------------|
| A.cena | 1 | 3 | 1 | 5 | 5 | 7 |
| B.tech.nár. | 1/3 | 1 | 1/2 | 3 | 5 | 7 |
| C.vhodnost | 1 | 2 | 1 | 3 | 3 | 5 |
| D.doba real. | 1/5 | 1/3 | 1/3 | 1 | 1/3 | 1/3 |
| E.životnost | 1/5 | 1/5 | 1/3 | 3 | 1 | 1/4 |
| F.opravitelnost | 1/7 | 1/7 | 1/5 | 3 | 4 | 1 |

Zdroj: Vlastní zpracování

Geometrický průměr řádků Saatyho matice b :

$$b_a = 2,840271682$$

$$b_b = 1,611287389$$

$$b_c = 2,116932863$$

$$b_d = 0,367641190$$

$$b_e = 0,464158883$$

$$b_f = 0,604879956$$

Výpočet vah podle metody logaritmických nejmenších čtverců v:

| | |
|---------|-----------|
| $V_a =$ | 0,3548046 |
| $V_b =$ | 0,2012808 |
| $V_c =$ | 0,2644456 |
| $V_d =$ | 0,0459255 |
| $V_e =$ | 0,0579824 |
| $V_f =$ | 0,0755611 |

Celkové vyhodnocení skladeb po započítání vah jednotlivých kritérií je zobrazeno v Tabulce 35.

Tabulka 35 - Vyhodnocení skladeb po započítání vah kritérií střecha RD Mukařov

| kritéria | cena | tech.náročnost | vhodnost | doba realizace | životnost | opravitelnost | hodnocení |
|----------------|----------|----------------|----------|----------------|-----------|---------------|-------------------|
| skladba 1 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 2,824664397 |
| skladba 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 4 | 1 | 1,95004467 |
| skladba 3 | 4 | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2,692030392 |
| váha kritéria: | 0,354805 | 0,201280797 | 0,264446 | 0,045925458 | 0,0579824 | 0,075561145 | |

Zdroj: Vlastní zpracování

V tomto scénáři zvítězila jasně skladba č.2, která je nejlevnější a zároveň není technologicky náročná na provedení.

4.2.3.2 Multikriteriální analýza ploché střechy RD Jiřice

U RD Jiřice je preferována hlavně kvalita. Důležitými kritérii jsou proto oproti ostatním domům životnost, opravitelnost a vhodnost pro dané prostředí. Cena, doba realizace i technologická náročnost byla v analýze oproti ostatním domům potlačena.

V tabulce 36 jsou srovnány jednotlivé skladby podle kritérií a ohodnoceny v porovnání s ostatními. (1 = nejlepší, 5 = nejhorší)

Tabulka 36 - Porovnání skladeb dle stanovených kritérií střechy RD Jiřice

| kritéria skladby | cena | tech.náročnost | vhodnost | doba realizace | životnost | opravitelnost |
|---------------------|------|----------------|----------|----------------|-----------|---------------|
| skladba 1 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 |
| skladba 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 4 | 1 |
| skladba 3 | 4 | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 |

Zdroj: Vlastní zpracování

Určení hodnoty kritérií kriteriální matice a Saatyho devítibodového ohodnocení je zobrazeno v Tabulce 37.

Tabulka 37 - Saatyho kriteriální matice střechy RD Jiřice

| | cena | tech.náročnost | vhodnost | doba realizace | životnost | opravitelnost |
|------------------|------|----------------|----------|----------------|-----------|---------------|
| A.cena | 1 | 2 | 1/3 | 3 | 1/3 | 1/3 |
| B.tech.náročnost | 1/2 | 1 | 1/3 | 1 | 1/5 | 1/7 |
| C.vhodnost | 3 | 3 | 1 | 5 | 1/3 | 1/3 |
| D.doba realizace | 1/3 | 1 | 1/5 | 1 | 1/6 | 1/4 |
| E.životnost | 3 | 5 | 3 | 6 | 1 | 5 |
| F.opravitelnost | 3 | 7 | 1/5 | 4 | 1/5 | 1 |

Zdroj: Vlastní zpracování

Geometrický průměr řádků Saatyho matice b :

$$\begin{aligned}b_a &= 0,778271716 \\b_b &= 0,410169583 \\b_c &= 1,307660486 \\b_d &= 0,374929475 \\b_e &= 3,324469055 \\b_f &= 1,223835968\end{aligned}$$

Výpočet vah podle metody logaritmických nejmenších čtverců v:

| | |
|---------|-----------|
| $V_a =$ | 0,0972211 |
| $V_b =$ | 0,0512381 |
| $V_c =$ | 0,1633520 |
| $V_d =$ | 0,0468359 |
| $V_e =$ | 0,4152901 |
| $V_f =$ | 0,1528807 |

Celkové vyhodnocení skladeb po započítání vah jednotlivých kritérií je zobrazeno v Tabulce 38.

Tabulka 38 - Vyhodnocení skladeb po započítání vah kritérií střecha RD Jiřice

| kritéria | cena | tech.náročnost | vhodnost | doba realizace | životnost | opravitelnost | hodnocení |
|----------------|----------|----------------|----------|----------------|-----------|---------------|-------------|
| skladby | | | | | | | |
| skladba 1 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3,298239157 |
| skladba 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 4 | 1 | 2,597466184 |
| skladba 3 | 4 | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2,310487416 |
| váha kritéria: | 0,097221 | 0,051238073 | 0,163352 | 0,046835905 | 0,4152901 | 0,152880659 | |

Zdroj: Vlastní zpracování

Skladba č.3 byla posouzena jako nejlepší, hlavním důvodem byla malá důležitost ceny a snadná opravitelnost.

4.2.4 Multikriteriální analýza šikmých střech

Skladba 1: Nadkrokevní izolace, PIR 16 cm

Skladba 2 Mezi a nadkrokevní izolace, PIR 10cm, min.vlna mezi krokvemi 16 cm,

Skladba 3: Mezi a podkrokevní izolace, min. vlna mezi krokvemi 16 cm, pod krokvemi 16 cm

Kritéria:

Cena:

Cenové srovnání skladeb šikmých střech je zobrazeno v Tabulce 39.

Tabulka 39 - Cenové srovnání skladeb šikmých střech

| | Cena/m ² |
|-----------|---------------------|
| Skladba 1 | 1655,03 |
| Skladba 2 | 1838,34 |
| Skladba 3 | 1201,69 |

Zdroj: Vlastní zpracování

Rozšířená tabulka s výpočtem ceny za jednotlivé skladby je uvedena jako Příloha 15.

Technologická náročnost:

Jako nejméně technologicky náročná byla vyhodnocena skladba č.3, kde se tepelná izolace vkládá mezi a pod krokve, následně se provede montáž parotěsnící folie a sádkartonového podhledu. Montáž tepelné izolace je nenáročná a probíhá zevnitř objektu.

Na druhém místě byla zvolena nadkrokevní izolace skladby č.3. Po provedení dřevěného záklopu a nalepení parotěsnícího asfaltového pásu

je montáž PIR desek velmi jednoduchá. Není zde nutné provádění SDK podhledu.

Jako technologicky nejnáročnější byla zvolena skladba č.2 s mezi a nadkroevní tepelnou izolací. Pro skladbu není nutné provádění dřevěného záklopu, čímž je ale ztížena montáž PIR panelů. Parotěsnící vrstva se nachází uvnitř objektu, a proto se instaluje SDK podhled.

Vhodnost pro dané prostředí:

U vhodnosti pro dané prostředí šikmé střechy je bráno v potaz, že skladba č.1 a 2 nezabírají místo v interiéru. Tím se stávají vhodnými pro všechny typy RD. U skladby č. 1 se musí počítat s tím, že zabírá místo v interiéru.

Konstrukce šikmé střech byla posouzena posuzují pouze u RD Nouzov.

Vzhledem k plánované stavbě svépomocí je jako vhodnější posouzena skladba č.3.

V RD Nouzov s šikmou střechou není plánované zateplení celého podkroví. Pro skladbu č.3 tak hovoří i to, že u této skladby se nemusí zateplit celá střecha, ale pouze část a další zateplení se může provést na úrovni kleštin.

Doba realizace

Doba realizace na m² je shrnuta v následující Tabulce 40. Podrobná tabulka je uvedena jako příloha 15

Tabulka 40 - Srovnání doby realizace šikmých střech

| | Nh/m ² |
|-----------|-------------------|
| Skladba 1 | 0,953 |
| Skladba 2 | 0,601 |
| Skladba 3 | 0,523 |

Zdroj: Vlastní zpracování

Životnost:

U skladby č.1 není nosná konstrukce krovu jakkoliv vystavená vnějším vlivům a jsou zde nejlépe eliminované tepelné mosty. Šetří se tím nosná konstrukce krovu.

Provedení parotěsné vrstvy z asfaltového pásu u skladby č.1 je méně náchylné na netěsnosti oproti fóliovému parotěsu pod krokviemi. Můžou se tak snížit tepelné ztráty infiltrací vzduchu i riziko kondenzace uvnitř objektu.

Desky PIR na rozdíl od minerální vlny nedegradují při kontaktu s vlhkostí.

Životnost skladby č.1 je proto vyhodnocena jako nejlepší, s odstupem pak skladba č.2 a skladba č.3.

Opravitelnost

Proveditelnost oprav u skladeb č.2 i č.3 je podobná. Při poruše parotěsníci vstvy se oprava provádí zevnitř, stejně tak i případná výměna izolantu. Opravy poruch u skladby č.1 se musí porucha opravit zvenku stavby.

Při zatékání je chyba pravděpodobně v provedení střešní krytiny, klempířských prvků nebo prostupů.

Ve srovnání je posouzena skladba č.1 jako lepší, při poruše se lépe diagnostikuje kritické místo a oprava asfaltového parotěsu se provádí snadněji než u foliového.

4.2.4.1. Multikriteriální analýza šikmé střechy RD Nouzov

V tabulce 41 jsou srovnány jednotlivé skladby podle kritérií a ohodnoceny v porovnání s ostatními. (1 = nejlepší, 5 = nejhorší)

Tabulka 41 - Porovnání skladeb dle stanovených kritérií střechy RD Jiřice

| kritéria skladby | cena | tech.náročnost | vhodnost | doba realizace | životnost | opravitelnost |
|---------------------|------|----------------|----------|----------------|-----------|---------------|
| skladba 1 | 3 | 3 | 2 | 4 | 1 | 2 |
| skladba 2 | 4 | 4 | 2 | 3 | 4 | 3 |
| skladba 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 5 | 3 |

Zdroj: Vlastní zpracování

Určení hodnoty kritérií kriteriální matice a Saatyho devítibodového ohodnocení je uvedeno v Tabulce 42.

Tabulka 42 - Saatyho kriteriální matice střechy RD Nouzov

| | cena | tech.náročnost | vhodnost | doba realizace | životnost | opravitelnost |
|-------------------|------|----------------|----------|----------------|-----------|---------------|
| A.cena | 1 | 7 | 3 | 1/5 | 7 | 9 |
| B.tech. náročnost | 1/7 | 1 | 1/2 | 1/7 | 3 | 3 |
| C.vhodnost | 1/3 | 2 | 1 | 1/5 | 5 | 3 |
| D.doba realizace | 5 | 7 | 5 | 1 | 9 | 7 |
| E.životnost | 1/7 | 1/3 | 1/5 | 1/9 | 1 | 1 |
| F.opravitelnost | 1/9 | 1/3 | 1/3 | 1/7 | 1 | 1 |

Zdroj: Vlastní zpracování

Geometrický průměr řádků Saatyho matice b :

$$\begin{aligned}b_a &= 2,533757069 \\b_b &= 0,671690809 \\b_c &= 1,122462048 \\b_d &= 4,717693980 \\b_e &= 0,319223385 \\b_f &= 0,347591774\end{aligned}$$

Výpočet vah podle metody logaritmických nejmenších čtverců v:

| | |
|---------|-----------|
| $V_a =$ | 0,3165150 |
| $V_b =$ | 0,0839071 |
| $V_c =$ | 0,1402171 |
| $V_d =$ | 0,5893307 |
| $V_e =$ | 0,0398771 |
| $V_f =$ | 0,0434209 |

Celkové vyhodnocení skladeb po započítání vah jednotlivých kritérií je zobrazeno v Tabulce 43.

Tabulka 43 - Vyhodnocení skladeb po započítání vah kritérií střecha RD Jiřice

| kritéria | cena | tech.náročnost | vhodnost | doba realizace | životnost | opravitelnost | hodnocení |
|----------------|----------|----------------|----------|----------------|-----------|---------------|-------------|
| skladba 1 | 3 | 3 | 2 | 4 | 1 | 2 | 3,965742488 |
| skladba 2 | 4 | 4 | 2 | 3 | 4 | 3 | 3,939886183 |
| skladba 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 5 | 3 | 1,683742594 |
| váha kritéria: | 0,316515 | 0,083907106 | 0,140217 | 0,589330748 | 0,0398771 | 0,0434209 | |

Zdroj: Vlastní zpracování

U RD Nouzov jasně zvítězila skladba č.1, která je nejlevnější a technologicky nenáročná.

4.3 Výsledky analýzy

4.3.1 Vnější stěny

Celkově nejlepších výsledků u stěn dosáhly tvárnice POROTHERM 44 T i přes vyšší pořizovací cenu, i když ne u všech domů.

Z výsledků analýz vyplývá, že i u stěn záleží na konkrétních požadavcích stavebníka a vyplatí se udělat si dobrý průzkum trhu

Skladba z monolitického betonu u běžných staveb RD domu neobstojí z důvodu dlouhé a náročné doby realizace a absence systémových řešení.

4.3.2 Podlahy na terénu

Z analýzy vyplývá, že průměrně nejlepšího hodnocení dosahují klasické základové pasy se zateplením z EPS na základové desce. Hlavním důvodem pro to je stále nejmenší cena a snadná realizace na většině stavebních pozemků. Je nutné ovšem podotknout, že v rámci řešené analýzy nejsou brány všechny vlastnosti jednotlivých skladeb v potaz a výhody i nevýhody s tím spojené. Jako nevýhody této skladby, které se v analýze neprojevily, může být oproti ostatním skladbám například výše položená čistá podlaha v 1.NP v projektu – v ostatních skladbách je izolace pod základovou deskou. Znamená to například nutnost realizace schodu/ů u vstupu do objektu nebo větší zahloubení stavby.

4.3.3 Ploché střechy

Z analýzy vyplývá, že všechny posuzované skladby ploché střechy dosahují podobných výsledků.

V analýze ploché střechy byly jako u ostatních skladeb použity stejné matice pro definování důležitosti kritérií. V případě hydroizolačních systémů by se měl investor spíše zaměřovat na životnost, opravitelnost a technologickou náročnost spíše než na cenu a

rychlost provedení, které jsou ve většině scénářů preferovány. U hydroizolací ploché střechy je velmi důležitá kvalita materiálů a správné technické provedení.

4.3.4 Šikmé střechy

Multikriteriální analýzou byl vyhodnocen pouze jeden typ rodinného domu, výsledky této analýzy proto nelze zobecnit pro stavbu všech rodinných domů.

Obecně lze říci, že volba skladby s nadkrokevní izolací znamená větší investici, ovšem je to investice do kvalitnějšího systému.

Volba skladby šikmé střechy je velmi ovlivněna osobními preferencemi stavebníka. Při nadkrokevní izolaci se většinou neprovádí SDK podhled, nosná konstrukce krovu je proto viditelná. Volbu této skladby je tak možné učinit čistě z estetických důvodů.

Důležité je i rozhodnutí, zda je v plánu využívat celé podkroví jako vytápěný prostor. V případě, že ne, nadkrokevní izolace dává menší smysl a měla by být upřednostněna izolace mezi a podkrokevní.

Závěr

V této bakalářské práci byla rozebrána historie a vývoj RD domu od minulosti až po současnost s požadavky na obálku domu se zaměřením na součinitel tepelného prostupu U .

Navrženy byly typové skladby splňující současné podmínky státních předpisů pro novostavby rodinných domů a následně byly analyticky srovnávány v různých prostředích.

Zhodnocena byla kritéria cena, technologická náročnost, vhodnost pro dané prostředí, doba realizace, životnost a opravitelnost. U každého projektu rodinného domu byla preferována jiná kritéria.

Na základě multikriteriální analýzy byla vždy vybrána skladba, která nejvíc vyhovuje danému rodinnému domu a definovaným požadavkům.

Z výsledků vyplývá, že ani u stěn, podlah a střech nebyla žádná skladba vyhodnocena jako nejlepší u všech typů samostatně stojících RD. Výsledek analýzy byl nasnadě – kdyby byl některý typ skladby univerzálně lepší než ostatní, jiné typy skladeb by se nepoužívaly.

Z analýzy dále vyplývá, že budoucí investor by si vždy před výběrem materiálu měl sám udělat průzkum trhu a poradit se s odborníkem, který má zkušenosti s více variantami a umí posoudit, do jakého prostředí se jaká hodí a proč.

Každá stavba a každý investor má své požadavky a z bakalářské práce je zřejmé, že pro dosažení optimální skladby domu lze a je doporučeno využít obdobné analýzy.

Splněny byly všechny cíle bakalářské práce.

Seznam použitých zkratk

| | |
|-------------|---|
| BP | bakalářská práce |
| ČR | Česká republika |
| ČSN | česká technická norma |
| EPS | expandovaný polystyren |
| NZEB | budova s téměř nulovou spotřebou energie |
| PIR | polyisokyanurát |
| PUR | polyuretan |
| PVC | polyvinylchlorid |
| RD | rodinný dům |
| SDK | sádrokarton |
| XPS | extrudovaný polystyren |
| ŽB | železobeton |

Zdroje a použitá literatura

Použité elektronické dokumenty

BOGGELEN, W. History of Autoclaved Aerated Concrete. [online] [cit.2020-05-12]. Dostupné z <http://www.aircrete.com/wp-content/uploads/2018/07/W.M.-van-Boggelen-History-of-Autoclaved-Aerated-Concrete.pdf>

BOSZAKY, David. The historical development of thermal insulation materials. Periodica Polytechnica Architecture. [online] [cit.2020-05-12]. Dostupné z., https://www.researchgate.net/publication/274110149_The_historical_devlopment_of_thermal_insulation_materials

CEMEX ELEGHOUSE s.r.o. [online]. [cit.2020-03-25]. Dostupné <http://www.elegohouse.cz/files/Download/elegohouse-letak.pdf>

CEMEX ELEGHOUSE s.r.o [online]. [cit.2020-03-27]. Dostupné z <http://www.elegohouse.cz>

Ceskatelevize.cz [online]. [cit.2020-02-29]. Dostupné z <https://www.ceskatelevize.cz/porady/1024681598-deset-stoleti-architektury>

Drevoportal.cz [online]. [cit.2020-04-25]. Dostupné Z <https://www.drevoportal.cz>

Dumabyt.cz [online]. [cit.2020-05-12]. Dostupné z https://www.dumabyt.cz/rubriky/stavba/konstrukce-domu/mizejici-prvky-aneb-stavitelska-nostalgie_26812.html

EUROPANEL s.r.o. [online]. [cit.2020-04-14]. Dostupné z <https://www.europanel.cz/cz/aktualne/archiv-aktualit/zivotnost-staveb.html>

itras.cz [online]. [cit.2020-05-12]. Dostupné z <http://itras.cz/villa-nova/galerie/1639/#foto>

Kalkasandstein CZ s.r.o., katalog vápenopískových výrobků [online]. [cit.2020-04-14]. Dostupné z https://www.kalksandstein.cz/assets/files/katalog-cz_1.pdf

Krytiny-strechy.cz [online]. [cit.2020-04-25]. Dostupné z <https://www.krytiny-strechy.cz/>

Lidová architektura, autor ČERŇANSKÝ Martin [online]. [cit.2020-02-29]. Dostupné z <http://www.lidova-architektura.cz/architektura-historie/stavby-konstrukce/konstrukce-staveb-uvod.htm#kamen>

Magazín Aktuálně [online]. [cit.2020-02-29]. Dostupné z <https://magazin.aktualne.cz/lide-radi-bydli-v-seriich-sumperak-nebyl-vyjimkou>

Slamak-info [online]. [cit.2020-04-29]. Dostupné z <https://www.slamak.info/l/zaklady-a-podlahy/>

Správným směrem [online]. [cit.2020-04-14]. Dostupné z <http://spravnym.smerem.cz/Tema/Multikriteri%C3%A1ln%C3%AD%20anal%C3%BDza>

Stavebníky DEK a.s. [online]. [cit.2020-04-25]. Dostupné z <https://www.dek.cz/obsah/technicka-podpora/nadkroevni-system-topdek>

TZB-Info [online]. [cit.2020-03-21]. Dostupné z <https://stavba.tzb-info.cz/budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-energie/363-kriteriia-nzeb-a-data-platnosti-pozadavku>

TZB Info [online]. [cit.2020-03-25]. Dostupné z <https://stavba.tzb-info.cz/budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-energie/363-kriteriia-nzeb-a-data-platnosti-pozadavku>

TZB Info, autor CHALOUPKA Karel, SVOBODA Zbyněk [online]. [cit.2020-05-17]. Dostupné z <https://stavba.tzb-info.cz/strechy/6054-obracene-strechy-a-duo-strechy->

TZB Info, autor ČEJKA Michal, ANTONÍN Jan [online]. [cit.2020-03-25]. Dostupné z <https://stavba.tzb-info.cz/budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-energie/350-energeticke-standardy-budov-nzeb>

TZB-Info, autor ČEJKA Michal [online]. [cit.2020-03-21]. Dostupné z <https://stavba.tzb-info.cz/budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-energie/17991-zhodnoceni-soucasneho-nastaveni-pozadavku-na-budovu-s-temer-nulovou-spotrebou-energie-pro-rodinne-domy>

Wienerberger.s.r.o.[online]. [cit.2020-03-27]. Dostupné z www.Wienerberger.cz

Wikipedia.cz [online]. [cit.2020-02-29]. Dostupné z https://cs.wikipedia.org/wiki/Kolektivní_dům_v_Litvínově

Použitá tištěná literatura

CHALOUPKA, Karel a SVOBODA, Zbyněk. Ploché střechy: Praktický průvodce., str.68, GRADA, 2001, ISBN 978-80-247-2916-9

CTIBOR HŮLKA. Vývoj a závaznost tepelně technických požadavků. DEKTIME 01/2007 str. 34-42, 2007, ISSN 1802-4009,

ČSN 73 0540-2:2011 Tepelná ochrana budov, ČNI 2011

ČSN EN 1990:2002 Eurokód – Zásady navrhování konstrukcí, ČNI 2004

HANZALOVÁ, Lenka a ŠILAROVÁ, Šárka. Konstrukce pozemních staveb 40 – Zastřešení. Praha, ČVUT, 2009, ISBN 978-80-01-04469-8

ŠUBRT, Tomáš. Ekonomicko-matematické metody, 2. vydání, str.174-176, Aleš Čeněk s.r.o. , 2015, ISBN 978-80-7380-563-0

VAŘEKA, Josef a FROLEC, Václav, Lidová architektura. 2., přepracované vydání, Grada, 2017

Vyhláška 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov, 2013

Vyhláška č. 501/2006 Sb., Vyhláška o obecných požadavcích na využívání území, 2006

Zákon 406/2000 Sb o hospodaření energií, 2000

Seznam obrázků

| | |
|--|----|
| Obrázek 1 - Polozemnice | 12 |
| Obrázek 2 - Hrázděné zdivo. | 14 |
| Obrázek 3 - Porotherm 44..... | 27 |
| Obrázek 4 - Základová deska ELEGHOUSE..... | 29 |
| Obrázek 5 - Jednoplášťová střecha s klasickým pořadím vrstev | 30 |
| Obrázek 6 - Jednoplášťová střecha s obráceným pořadím vrstev | 30 |
| Obrázek 7 - Mezi a podkroevní izolace | 31 |
| Obrázek 8 - Mezi a nadkroevní izolace..... | 32 |
| Obrázek 9 - Nadkroevní systém TOPDEK pdek..... | 32 |
| Obrázek 10 - Izolace pod sbíjenými vazníky | 32 |
| Obrázek 11 - Vizualizace RD MUKAŘOV..... | 33 |
| Obrázek 12 - Půdorys a řez RD MUKAŘOV | 34 |
| Obrázek 13 - Pohledy RD MUKAŘOV | 34 |
| Obrázek 14 - Vizualizace RD NOVOSEDLY..... | 35 |
| Obrázek 15 - Půdorys a řez RD NOVOSEDLY..... | 36 |
| Obrázek 16 - Pohledy RD NOVOSEDLY | 36 |
| Obrázek 17 – Vizualizace RD NOUZOV | 37 |
| Obrázek 18 - Půdorys a řez RD NOUZOV | 38 |
| Obrázek 19 - Pohledy RD NOUZOV..... | 38 |
| Obrázek 20 - Vizualizace RD JIŘICE..... | 39 |
| Obrázek 21 - Půdorys a řez RD JIŘICE..... | 40 |
| Obrázek 22 - Pohledy RD JIŘICE | 40 |

Seznam tabulek

| | |
|---|----|
| Tabulka 1 - Tabulka 5 vyhlášky 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov. | 21 |
| Tabulka 2 - ČSN 73 0540-2:2011 Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky | 23 |
| Tabulka 3 - Data platnosti požadavků NZEB | 25 |
| Tabulka 4 - Charakteristická návrhová životnost | 43 |
| Tabulka 5 - Cenové srovnání stěn (bez omítek) | 46 |
| Tabulka 6 - Normohodiny pro stěny | 48 |
| Tabulka 7 - Porovnání skladeb dle stanovených kritérií stěny RD Mukařov | 49 |
| Tabulka 8 - Saatyho kriteriální matice stěn RD Mukařov | 49 |
| Tabulka 9 - Vyhodnocení skladeb po započítání vah stěn RD Mukařov | 50 |
| Tabulka 10 - Porovnání skladeb dle stanovených kritérií stěn RD Novosedly.. | 51 |
| Tabulka 11 - Saatyho kriteriální matice stěn RD Novosedly | 51 |
| Tabulka 12 - Vyhodnocení skladeb po započítání vah stěny RD Novosedly | 52 |
| Tabulka 13 - Porovnání skladeb dle stanovených kritérií stěn RD Nouzov | 53 |
| Tabulka 14 - Saatyho kriteriální matice RD Nouzov..... | 53 |
| Tabulka 15 - Vyhodnocení skladeb po započítání vah stěn RD Nouzov | 54 |
| Tabulka 16 - Porovnání skladeb dle stanovených kritérií stěn RD Jiřice..... | 55 |
| Tabulka 17 - Saatyho kriteriální matice stěn RD Jiřice | 55 |
| Tabulka 18 - Vyhodnocení skladeb po započítání vah zdivo RD Jiřice | 56 |
| Tabulka 19 - Cenové srovnání na m2 skladeb podlah | 57 |
| Tabulka 20 - Porovnání skladeb dle stanovených kritérií podlah RD Mukařov | 60 |
| Tabulka 21 - Saatyho kriteriální matice podlah RD Mukařov | 60 |
| Tabulka 22 - Vyhodnocení skladeb po započítání vah podlahy RD Mukařov.... | 61 |
| Tabulka 23 - Porovnání skladeb dle stanovených kritérií podlah RD Novosedly | 62 |
| Tabulka 24 - Saatyho kriteriální matice podlah RD Novosedly | 62 |

| | |
|--|----|
| Tabulka 25 - Vyhodnocení skladeb po započítání vah podlahy RD Novosedly | 63 |
| Tabulka 26 - Porovnání skladeb dle stanovených kritérií podlah RD Nouzov .. | 64 |
| Tabulka 27 - Saatyho kritériální matice podlah RD Nouzov | 64 |
| Tabulka 28 - Vyhodnocení skladeb po započítání vah podlahy RD Nouzov..... | 65 |
| Tabulka 29 - Porovnání skladeb dle stanovených kritérií podlah RD Jiřice | 66 |
| Tabulka 30 - Saatyho kritériální matice podlah RD Jiřice | 66 |
| Tabulka 31 - Vyhodnocení skladeb po započítání vah podlahy RD Jiřice | 67 |
| Tabulka 32 - Porovnání cen skladeb ploché střechy..... | 68 |
| Tabulka 33 - Porovnání skladeb dle stanovených kritérií střechy RD Mukařov | 71 |
| Tabulka 34 - Saatyho kritériální matice střechy RD Mukařov | 71 |
| Tabulka 35 - Vyhodnocení skladeb po započítání vah kritérií střecha RD Mukařov | 72 |
| Tabulka 36 - Porovnání skladeb dle stanovených kritérií střechy RD Jiřice | 73 |
| Tabulka 37 - Saatyho kritériální matice střechy RD Jiřice..... | 73 |
| Tabulka 38 - Vyhodnocení skladeb po započítání vah kritérií střecha RD Jiřice | 74 |
| Tabulka 39 - Cenové srovnání skladeb šikmých střech..... | 75 |
| Tabulka 40 - Srovnání doby realizace šikmých střech..... | 76 |
| Tabulka 41 - Porovnání skladeb dle stanovených kritérií střechy RD Jiřice | 78 |
| Tabulka 42 - Saatyho kritériální matice střechy RD Nouzov | 78 |
| Tabulka 43 - Vyhodnocení skladeb po započítání vah kritérií střecha RD Jiřice | 79 |

Seznam grafů

| | |
|---|----|
| Graf 1 - Vývoj požadavku na U v čase pro vnější stěny..... | 17 |
| Graf 2 - Vývoj požadavku na U v čase pro střechy..... | 18 |
| Graf 3 - Vývoj požadavku na U v čase pro podlahy přilehlé k terénu..... | 18 |

Seznam vzorců

| | |
|--|----|
| Vzorec 1 - Výpočet průměrného součinitele prostupu tepla | 21 |
| Vzorec 2 - Saatyho kritériální matice..... | 44 |
| Vzorec 3 - Geometrický průměr řádků Saatyho matice | 45 |
| Vzorec 4 - Normalizace hodnot b | 45 |

Seznam příloh

| | |
|--|-----|
| Příloha 1 - Posouzení prostupu tepla - skladba č. 1 vnější stěny | 92 |
| Příloha 2 - Posouzení prostupu tepla - skladba č. 2 vnější stěny | 93 |
| Příloha 3 - Posouzení prostupu tepla - skladba č.3 vnější stěny | 94 |
| Příloha 4 - Posouzení prostupu tepla - skladba č.4 vnější stěny | 95 |
| Příloha 5 - Posouzení prostupu tepla - skladba č. 1 podlaha na terénu..... | 96 |
| Příloha 6 - Posouzení prostupu tepla - skladba č. 2 podlaha na terénu..... | 97 |
| Příloha 7 - Posouzení prostupu tepla - skladba č. 1 plochá střecha | 98 |
| Příloha 8 - Posouzení prostupu tepla - skladba č.2 plochá střecha | 99 |
| Příloha 9 - Posouzení prostupu tepla - skladba č.3 plochá střecha | 100 |
| Příloha 10 - Posouzení prostupu tepla - skladba č.1 šikmá střecha | 101 |
| Příloha 11 - Posouzení prostupu tepla - skladba č.2 šikmé střechy | 102 |
| Příloha 12 - Posouzení prostupu tepla - skladba č.3 šikmá střecha | 103 |
| Příloha 13 - Ceny a pracnost zdiva | 104 |
| Příloha 14 - Ceny a pracnost skladeb plochých střech na m2..... | 105 |
| Příloha 15 - Ceny a pracnost skladeb šikmé střechy | 106 |

Příloha 1 - Posouzení prostupu tepla - skladba č. 1 vnější stěny

SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 2017 EDU tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

| Název kce | Typ | R [m ² K/W] | U [W/m ² K] | Ma,max[kg/m ²] | Odpaření | DeltaT10 [C] |
|-----------|-------|------------------------|------------------------|----------------------------|----------|--------------|
| ... | stěna | 5.677 | 0.171 | 0.0316 | ano | --- |

Vysvětlivky:

R tepelný odpor konstrukce
 U součinitel prostupu tepla konstrukce
 Ma,max maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
 DeltaT10 pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

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

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

Teplo 2017 EDU

Název úlohy :

Zpracovatel : TT 2017

Zakázka :

Datum : 19.03.2020

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

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

Skladba konstrukce (od interiéru) :

| Číslo | Název | D [m] | Lambda [W/(m.K)] | c [J/(kg.K)] | Ro [kg/m ³] | Mi [-] | Ma [kg/m ²] | |
|-------|----------------|--------|------------------|--------------|-------------------------|--------|-------------------------|--------|
| 1 | KS-QUADRO E/17 | | 0,1750 | 0,8600 | 960,0 | 1800,0 | 15,0 | 0.0000 |
| 2 | Cemix 115 - Le | 0,0080 | 0,6340 | 840,0 | 1550,0 | 20,0 | 0,0000 | |
| 3 | Isover EPS Gre | 0,1800 | 0,0330 | 1270,0 | 16,0 | 30,0 | 0,0000 | |
| 4 | Cemix 135 - Le | 0,0040 | 0,6340 | 840,0 | 1550,0 | 20,0 | 0,0000 | |
| 5 | Cemix AZ - Akr | 0,0030 | 0,9620 | 840,0 | 1800,0 | 204,0 | 0,0000 | |
| 6 | Cemix FA - Akr | 0,0003 | 0,7160 | 840,0 | 1600,0 | 360,0 | 0,0000 | |

Příloha 2 - Posouzení prostupu tepla - skladba č. 2 vnější stěny

SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 2017 EDU tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

| Název kce | Typ | R [m ² K/W] | U [W/m ² K] | Ma,max[kg/m ²] | Odpaření | DeltaT10 [C] |
|-----------|-------|------------------------|------------------------|----------------------------|----------|--------------|
| ... | stěna | 5.625 | 0.173 | 0.0476 | ano | --- |

Vysvětlivky:

| | |
|----------|--|
| R | tepelný odpor konstrukce |
| U | součinitel prostupu tepla konstrukce |
| Ma,max | maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok |
| DeltaT10 | pokles dotykové teploty podlahové konstrukce. |

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

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

Teplo 2017 EDU

Název úlohy :
Zpracovatel : TT 2017
Zakázka :
Datum : 19.03.2020

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

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

Skladba konstrukce (od interiéru) :

| Číslo | Název | D [m] | Lambda [W/(m.K)] | c [J/(kg.K)] | Ro [kg/m ³] | Mi [-] | Ma [kg/m ²] |
|-------|----------------|--------|------------------|--------------|-------------------------|--------|-------------------------|
| 1 | Porotherm 30 P | 0,3000 | 0,1800 | 1000,0 | 800,0 | 10,0 | 0.0000 |
| 2 | Cemix 115 - Le | 0,0060 | 0,6340 | 840,0 | 1550,0 | 20,0 | 0.0000 |
| 3 | Isover EPS Gre | 0,1300 | 0,0330 | 1270,0 | 16,0 | 30,0 | 0.0000 |
| 4 | Cemix 135 - Le | 0,0040 | 0,6340 | 840,0 | 1550,0 | 20,0 | 0.0000 |
| 5 | Cemix AZ - Akr | 0,0030 | 0,9620 | 840,0 | 1800,0 | 204,0 | 0.0000 |
| 6 | Cemix FA - Akr | 0,0003 | 0,7160 | 840,0 | 1600,0 | 360,0 | 0.0000 |

Příloha 3 - Posouzení prostupu tepla - skladba č.3 vnější stěny

SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplu 2017 EDU tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

| Název kce | Typ | R [m ² K/W] | U [W/m ² K] | Ma,max[kg/m ²] | Odpaření | DeltaT10 [C] |
|-----------|-------|------------------------|------------------------|----------------------------|----------|--------------|
| ... | stěna | 5.742 | 0.169 | 0.1007 | ano | -- |

Vysvětlivky:

| | |
|----------|--|
| R | tepelný odpor konstrukce |
| U | součinitel prostupu tepla konstrukce |
| Ma,max | maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok |
| DeltaT10 | pokles dotykové teploty podlahové konstrukce. |

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

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

Teplu 2017 EDU

Název úlohy :
Zpracovatel : TT 2017
Zakázka :
Datum : 19.03.2020

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

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

Skladba konstrukce (od interiéru) :

| Číslo | Název | D [m] | Lambda [W/(m.K)] | c [J/(kg.K)] | Ro [kg/m ³] | Mi [-] | Ma [kg/m ²] |
|-------|----------------|--------|------------------|--------------|-------------------------|--------|-------------------------|
| 1 | Porotherm 44 T | 0,4400 | 0,0790 | 1000,0 | 680,0 | 10,0 | 0.0000 |
| 2 | Cemix 052 - Ce | 0,0030 | 0,9620 | 840,0 | 1800,0 | 35,0 | 0.0000 |
| 3 | Cemix 057 - SU | 0,0250 | 0,1530 | 850,0 | 550,0 | 15,0 | 0.0000 |
| 4 | Cemix 023 - Vn | 0,0030 | 0,6340 | 790,0 | 1550,0 | 20,0 | 0.0000 |
| 5 | Cemix FA - Akr | 0,0010 | 0,7160 | 840,0 | 1600,0 | 360,0 | 0.0000 |

Příloha 4 - Posouzení prostupu tepla - skladba č.4 vnější stěny

SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 2017 EDU tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

| Název kce | Typ | R [m2K/W] | U [W/m2K] | Ma_max[kg/m2] | Odpaření | DeltaT10 [C] |
|-----------|-------|-----------|-----------|---------------|----------|--------------|
| --- | stěna | 5,569 | 0,174 | 0,0176 | ano | --- |

Vysvětlivky:

R tepelný odpor konstrukce
 U součinitel prostupu tepla konstrukce
 Ma_max maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
 DeltaT10 pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

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

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

Teplo 2017 EDU

Název úlohy :
 Zpracovatel : TT 2017
 Zakázka :
 Datum : 19.03.2020

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová
 Korekce součinitele prostupu dU : 0,000 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

| Číslo | Název | D [m] | Lambda [W/(m.K)] | c [J/(kg.K)] | Ro [kg/m3] | Mi [-] | Ma [kg/m2] |
|-------|----------------|--------|------------------|--------------|------------|--------|------------|
| 1 | Železobeton 2 | 0,1500 | 1,5800 | 1020,0 | 2400,0 | 29,0 | 0,0000 |
| 2 | Cemix 115 - Le | 0,0060 | 0,6340 | 840,0 | 1550,0 | 20,0 | 0,0000 |
| 3 | Isover EPS Gre | 0,1800 | 0,0330 | 1270,0 | 16,0 | 30,0 | 0,0000 |
| 4 | Cemix 135 - Le | 0,0040 | 0,6340 | 840,0 | 1550,0 | 20,0 | 0,0000 |
| 5 | Cemix AZ - Akr | 0,0030 | 0,9620 | 840,0 | 1800,0 | 204,0 | 0,0000 |
| 6 | Cemix FA - Akr | 0,0003 | 0,7160 | 840,0 | 1600,0 | 360,0 | 0,0000 |

Příloha 5 - Posouzení prostupu tepla - skladba č. 1 podlaha na terénu

SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 2017 EDU tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

| Název kce | Typ | R [m2K/W] | U [W/m2K] | Ma,max[kg/m2] | Odpaření | DeltaT10 [C] |
|-----------|---------|-----------|-----------|---------------|----------|--------------|
| --- | podlaha | 4.794 | 0.201 | 0.1358 | ne | --- |

Vysvětlivky:

R tepelný odpor konstrukce
 U součinitel prostupu tepla konstrukce
 Ma,max maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
 DeltaT10 pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

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

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

Teplo 2017 EDU

Název úlohy :

Zpracovatel : TT 2017

Zakázka :

Datum : 19.03.2020

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha na zemině
 Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

| Číslo | Název | D [m] | Lambda [W/(m.K)] | c [J/(kg.K)] | Ro [kg/m3] | Mi [-] | Ma [kg/m2] |
|-------|----------------|--------|------------------|--------------|------------|---------|------------|
| 1 | Dlažba keramic | 0,0100 | 1,0100 | 840,0 | 2000,0 | 200,0 | 0,0000 |
| 2 | Stavební tmel | 0,0080 | 0,2200 | 1300,0 | 1500,0 | 1350,0 | 0,0000 |
| 3 | Betonová mazan | 0,0500 | 1,2300 | 1020,0 | 2100,0 | 17,0 | 0,0000 |
| 4 | Isover EPS 150 | 0,1800 | 0,0350 | 1270,0 | 25,0 | 50,0 | 0,0000 |
| 5 | Betonová mazan | 0,0600 | 1,2300 | 1020,0 | 2100,0 | 17,0 | 0,0000 |
| 6 | Elastodek 40 M | 0,0040 | 0,2100 | 1470,0 | 1200,0 | 30000,0 | 0,0000 |
| 7 | Beton | 0,1000 | 1,3000 | 1020,0 | 2200,0 | 20,0 | 0,0000 |

Příloha 6 - Posouzení prostupu tepla - skladba č. 2 podlaha na terénu

SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 2017 EDU tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

| Název kce | Typ | R [m ² K/W] | U [W/m ² K] | Ma,max[kg/m ²] | Odpaření | DeltaT10 [C] |
|-----------|---------|------------------------|------------------------|------------------------------|----------|--------------|
| --- | podlaha | 4.844 | 0.199 | nedochází ke kondenzaci v.p. | | --- |

Vysvětlivky:

R tepelný odpor konstrukce
 U součinitel prostupu tepla konstrukce
 Ma,max maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
 DeltaT10 pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

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

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

Teplo 2017 EDU

Název úlohy :
 Zpracovatel : TT 2017
 Zakázka :
 Datum : 19.03.2020

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha na zemině
 Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

| Číslo | Název | D [m] | Lambda [W/(m.K)] | c [J/(kg.K)] | Ro [kg/m ³] | Mi [-] | Ma [kg/m ²] |
|-------|----------------|--------|------------------|--------------|-------------------------|---------|-------------------------|
| 1 | Dlažba keramic | 0,0100 | 1,0100 | 840,0 | 2000,0 | 200,0 | 0,0000 |
| 2 | Stavební tmel | 0,0060 | 0,2200 | 1300,0 | 1500,0 | 1350,0 | 0,0000 |
| 3 | Betonová mazan | 0,0500 | 1,2300 | 1020,0 | 2100,0 | 17,0 | 0,0000 |
| 4 | Rockwool Spodr | 0,0400 | 0,0430 | 840,0 | 125,0 | 3,0 | 0,0000 |
| 5 | Elastodek 40 M | 0,0040 | 0,2100 | 1470,0 | 1200,0 | 30000,0 | 0,0000 |
| 6 | Beton | 0,2500 | 1,3000 | 1020,0 | 2200,0 | 20,0 | 0,0000 |
| 7 | Pěnové sklo | 0,2900 | 0,0800 | 840,0 | 165,0 | 40000,0 | 0,0000 |

SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplota 2017 EDU tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

| Název kece | Typ | R [m ² K/W] | U [W/m ² K] | Ma,max[kg/m ²] | Odpaření | DeltaT10 [C] |
|------------|---------|------------------------|------------------------|----------------------------|----------|--------------|
| ... | střecha | 7.130 | 0.138 | 0.0065 | ano | --- |

Vysvětlivky:

| | |
|----------|--|
| R | tepelný odpor konstrukce |
| U | součinitel prostupu tepla konstrukce |
| Ma,max | maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok |
| DeltaT10 | pokles dotykové teploty podlahové konstrukce. |

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

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

Teplota 2017 EDU

Název úlohy :
Zpracovatel : TT 2017
Zakázka :
Datum : 20.03.2020

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha jednoplášťová
Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

| Číslo | Název | D [m] | Lambda [W/(m.K)] | c [J/(kg.K)] | Ro [kg/m ³] | Mi [-] | Ma [kg/m ²] |
|-------|-----------------|--------|------------------|--------------|-------------------------|----------|-------------------------|
| 1 | MAPEPLAN | 0,0015 | 0,1600 | 960,0 | 1400,0 | 150000,0 | 0.0000 |
| 2 | Isover EPS 100 | 0,3000 | 0,0370 | 1270,0 | 20,5 | 50,0 | 0.0000 |
| 3 | GLASTEK 40 | 0,0040 | 0,2100 | 1470,0 | 1200,0 | 30000,0 | 0.0000 |
| 4 | Asfaltový nátěr | 0,0010 | 0,2100 | 1470,0 | 1400,0 | 1200,0 | 0.0000 |
| 5 | Potěr cementov | 0,1000 | 1,1600 | 840,0 | 2000,0 | 19,0 | 0.0000 |
| 6 | Betonová strop | 0,2000 | 1,4300 | 1020,0 | 2300,0 | 23,0 | 0.0000 |

Příloha 8 - Posouzení prostupu tepla - skladba č.2 plochá střecha

SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 2017 EDU tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

| Název kce | Typ | R [m ² K/W] | U [W/m ² K] | Ma,max[kg/m ²] | Odpaření | DeltaT10 [C] |
|-----------|---------|------------------------|------------------------|----------------------------|----------|--------------|
| ... | střecha | 7.150 | 0.137 | 0.0055 | ano | --- |

Vysvětlivky:

| | |
|----------|--|
| R | tepelný odpor konstrukce |
| U | součinitel prostupu tepla konstrukce |
| Ma,max | maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok |
| DeltaT10 | pokles dotykové teploty podlahové konstrukce. |

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

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

Teplo 2017 EDU

Název úlohy :
Zpracovatel : TT 2017
Zakázka :
Datum : 20.03.2020

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha jednoplášťová
Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

| Číslo | Název | D [m] | Lambda [W/(m.K)] | c [J/(kg.K)] | Ro [kg/m ³] | Mi [-] | Ma [kg/m ²] |
|-------|-----------------|--------|------------------|--------------|-------------------------|---------|-------------------------|
| 1 | Elastodek 40 M | 0,0045 | 0,2100 | 1470,0 | 1400,0 | 20000,0 | 0.0000 |
| 2 | GLASTEK 30 | 0,0030 | 0,2100 | 1470,0 | 1200,0 | 30000,0 | 0.0000 |
| 3 | Isover EPS 100 | 0,3000 | 0,0370 | 1270,0 | 21,0 | 50,0 | 0.0000 |
| 4 | GLASTEK 40 | 0,0040 | 0,2100 | 1470,0 | 1125,0 | 14480,0 | 0.0000 |
| 5 | Asfaltový nátěr | 0,0010 | 0,2100 | 1470,0 | 1400,0 | 1200,0 | 0.0000 |
| 6 | Potěr cementov | 0,1000 | 1,1600 | 840,0 | 2000,0 | 19,0 | 0.0000 |
| 7 | Betonová strop | 0,2000 | 1,4300 | 1020,0 | 2300,0 | 23,0 | 0.0000 |

Příloha 9 - Posouzení prostupu tepla - skladba č.3 plochá střecha

SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 2017 EDU tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

| Název kce | Typ | R [m2K/W] | U [W/m2K] | Ma,max[kg/m2] | Odpaření | DeltaT10 [C] |
|-----------|---------|-----------|-----------|---------------|----------|--------------|
| ... | střecha | 7.041 | 0.139 | 0.0883 | ne | --- |

Vysvětlivky:

R tepelný odpor konstrukce
 U součinitel prostupu tepla konstrukce
 Ma,max maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
 DeltaT10 pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

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

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

Teplo 2017 EDU

Název úlohy :
 Zpracovatel : TT 2017
 Zakázka :
 Datum : 20.03.2020

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha jednoplášťová
 Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

| Číslo | Název | D [m] | Lambda [W/(m.K)] | c [J/(kg.K)] | Ro [kg/m3] | Mi [-] | Ma [kg/m2] |
|-------|----------------|--------|------------------|--------------|------------|---------|------------|
| 1 | Štěrka | 0,0500 | 0,6500 | 800,0 | 1650,0 | 15,0 | 0.0000 |
| 2 | Geotextilie | 0,0010 | 0,1000 | 1270,0 | 800,0 | 50,0 | 0.0000 |
| 3 | Synthos XPS 50 | 0,3000 | 0,0380 | 1270,0 | 40,0 | 100,0 | 0.0000 |
| 4 | Elastodek 40 S | 0,0040 | 0,2100 | 1470,0 | 1200,0 | 30000,0 | 0.0000 |
| 5 | Glastek 40 | 0,0040 | 0,2100 | 1470,0 | 1125,0 | 14480,0 | 0.0000 |
| 6 | Potěr cementov | 0,1000 | 1,1600 | 840,0 | 2000,0 | 19,0 | 0.0000 |
| 7 | Betonová strop | 0,2000 | 1,4300 | 1020,0 | 2300,0 | 23,0 | 0.0000 |

Příloha 10 - Posouzení prostupu tepla - skladba č.1 šikmá střecha

SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 2017 EDU tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

| Název kce | Typ | R [m ² K/W] | U [W/m ² K] | Ma,max[kg/m ²] | Odpaření | DeltaT10 [C] |
|-----------|---------|------------------------|------------------------|------------------------------|----------|--------------|
| ... | střecha | 7.289 | 0.134 | nedochází ke kondenzaci v.p. | | --- |

Vysvětlivky:

R tepelný odpor konstrukce
 U součinitel prostupu tepla konstrukce
 Ma,max maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
 DeltaT10 pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

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

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

Teplo 2017 EDU

Název úlohy :
 Zpracovatel : TT 2017
 Zakázka :
 Datum : 22.05.2020

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha dvouplášťová nebo strop pod půdou
 Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

| Číslo | Název | D [m] | Lambda [W/(m.K)] | c [J/(kg.K)] | Ro [kg/m ³] | Mi [-] | Ma [kg/m ²] |
|-------|----------------|--------|------------------|--------------|-------------------------|----------|-------------------------|
| 1 | Tyvek Solid | 0,0002 | 0,3500 | 1470,0 | 350,0 | 87,0 | 0.0000 |
| 2 | Izolace PIR de | 0,1600 | 0,0220 | 1500,0 | 60,0 | 100000,0 | 0.0000 |
| 3 | TOPDEK AL Barr | 0,0022 | 0,2100 | 1470,0 | 1125,0 | 280000,0 | 0.0000 |
| 4 | Dřevo měkké | 0,0020 | 0,4100 | 2510,0 | 400,0 | 4,5 | 0.0000 |

SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 2017 EDU tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

| Název kce | Typ | R [m2K/W] | U [W/m2K] | Ma,max[kg/m2] | Odpaření | De |
|-----------|---------|-----------|-----------|---------------|----------|----|
| ... | střecha | 7.362 | 0.132 | 0.2391 | ano | |

Vysvětlivky:

R tepelný odpor konstrukce
 U součinitel prostupu tepla konstrukce
 Ma,max maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
 DeltaT10 pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

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

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

Teplo 2017 EDU

Název úlohy :
 Zpracovatel : TT 2017
 Zakázka :
 Datum : 22.05.2020

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha dvouplášťová nebo strop pod půdou
 Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

| Číslo | Název | D [m] | Lambda [W/(m.K)] | c [J/(kg.K)] | Ro [kg/m3] | Mi [-] | Ma [kg/m2] |
|-------|---------------|--------|------------------|--------------|------------|----------|------------|
| 1 | Tyvek Solid | 0,0002 | 0,3500 | 1470,0 | 350,0 | 87,0 | 0.0000 |
| 2 | Izolace PIR | 0,1000 | 0,0220 | 1500,0 | 30,0 | 60,0 | 0.0000 |
| 3 | Isover Unirol | 0,1600 | 0,0580* | 1107,2 | 82,1 | 1,0 | 0.0000 |
| 4 | Isover Vario | 0,0000 | 0,3500 | 1470,0 | 60,0 | 100000,0 | 0.0000 |
| 5 | Sádrokarton | 0,0125 | 0,2200 | 1060,0 | 750,0 | 9,0 | 0.0000 |

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

* ekvival. tep. vodivost s vlivem tepelných mostů, stanovena interním výpočtem

U vrstvy č. 4 je faktor difúzního odporu proměnný v roce.

| Číslo | Kompletní název vrstvy | Interní výpočet tep. vodivosti |
|-------|------------------------|---|
| 1 | Tyvek Solid | --- |
| 2 | Izolace PIR | --- |
| 3 | Isover Unirol Profi | vliv systematických tep. mostů dle EN ISO 6946 Tep. vodivost zákl. materiálu: 0.036 W/(m.K) Tep. vodivost tep. mostů: 0.180 W/(m.K) Šířka tepelných mostů: 0.1600 m Tloušťka tepelných mostů: 0.1600 m Os. vzdálenost tep. mostů: 1.0000 m |

SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 2017 EDU tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

| Název kce | Typ | R [m ² K/W] | U [W/m ² K] | Ma,max[kg/m ²] | Odpaření | DeltaT10 [C] |
|-----------|---------|------------------------|------------------------|----------------------------|----------|--------------|
| ... | střecha | 7.261 | 0.134 | 6.9132 | ne | --- |

Vysvětlivky:

R tepelný odpor konstrukce
 U součinitel prostupu tepla konstrukce
 Ma,max maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
 DeltaT10 pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

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

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

Teplo 2017 EDU

Název úlohy :
 Zpracovatel : TT 2017
 Zakázka :
 Datum : 22.05.2020

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha dvouplášťová nebo strop pod půdou
 Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

| Číslo | Název | D [m] | Lambda [W/(m.K)] | c [J/(kg.K)] | Ro [kg/m ³] | Mi [-] | Ma [kg/m ²] |
|-------|---------------|--------|------------------|--------------|-------------------------|----------|-------------------------|
| 1 | Tyvek Solid | 0,0002 | 0,3500 | 1470,0 | 350,0 | 87,0 | 0,0000 |
| 2 | Isover Unirol | 0,1600 | 0,0580* | 1107,2 | 82,1 | 1,0 | 0,0000 |
| 3 | Isover Unirol | 0,1600 | 0,0360 | 840,0 | 21,5 | 1,0 | 0,0000 |
| 4 | Isover Vario | 0,0000 | 0,3500 | 1470,0 | 60,0 | 100000,0 | 0,0000 |
| 5 | Sádrokarton | 0,0125 | 0,2200 | 1060,0 | 750,0 | 9,0 | 0,0000 |

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

* ekvival. tep. vodivost s vlivem tepelných mostů, stanovena interním výpočtem

U vrstvy č. 4 je faktor difúzního odporu proměnný v roce.

| Číslo | Kompletní název vrstvy | Interní výpočet tep. vodivosti |
|-------|------------------------|---|
| 1 | Tyvek Solid | --- |
| 2 | Isover Unirol Profi | vliv systematických tep. mostů dle EN ISO 6946 Tep. vodivost zákl. materiálu: 0.036 W/(m.K) Tep. vodivost tep. mostů: 0.180 W/(m.K) Šířka tepelných mostů: 0.1600 m Tloušťka tepelných mostů: 0.1600 m Os. vzdálenost tep. mostů: 1.0000 m |

Příloha 13 - Ceny a pracnost zdíva

| | Cena/m2 | Nh/m2 |
|--|--------------------|--------------|
| SKLADBA 1 | 1 797,26 Kč | 1,447 |
| KS-QUADRO | 962,00 Kč | 0,367 |
| Isover EPS Greywall 180mm | 255,47 Kč | |
| Montáž KZ vnějších stěn z polystyrenových desek do 200mm | 579,79 Kč | 1,08 |
| | | |
| SKLADBA 2 | 2 018,43 Kč | 2,1 |
| Zdivo vnější nosné Porotherm 30 na MVC | 1 268,76 Kč | 1,04 |
| Isover EPS Greywall 180mm | 188,61 Kč | |
| Montáž KZ vnějších stěn z polystyrenových desek do 160mm | 561,06 Kč | 1,06 |
| | | |
| SKLADBA 3 | | 0,85 |
| Materiál | | |
| Zdivo Porotherm 44 T | 2 435,06 Kč | 0,85 |
| | | |
| SKLADBA 4 | 2 519,01 Kč | 2,47 |
| Sněny nosné ze ŽB 20/25 | 521,85 Kč | 0,278 |
| Zřízení oboustranného bednění nosných stěn | 363,27 Kč | 0,538 |
| Odstranění oboustranného bednění nosných stěn | 100,06 Kč | 0,176 |
| Výztuž svařovanými Kari sítěmi | 698,57 Kč | 0,398 |
| Isover EPS Greywall 180mm | 255,47 Kč | |
| Montáž KZ vnějších stěn z polystyrenových desek do 200mm | 579,79 Kč | 1,08 |

Příloha 14 - Ceny a pracnost skladeb plochých střeš na m2

| | |
|-------------------------|--------------------|
| SKLADBA 1 | 976,69 Kč |
| Materiál | |
| MAPEPLAN folie | 204,48 Kč |
| EPS 100 300mm | 417,24 Kč |
| GLASTEK MINERAL | 118,18 Kč |
| KOTVA 7ks/m2 | 13,95 Kč |
| materiál celkem: | 753,85 Kč |
| | |
| Montáž | |
| Kotvení folie | 212,90 Kč |
| Montáž EPS | 9,94 Kč |
| Montáž celkem: | 222,84 Kč |
| | |
| SKLADBA 2 | 856,12 Kč |
| Materiál | |
| ELASTEK 40 | 125,80 Kč |
| GLASTEK 30 STICKER PLUS | 116,60 Kč |
| EPS 100 300mm | 417,24 Kč |
| GLASTEK 40 MINERAL | 118,18 Kč |
| Materiál celkem: | 777,82 Kč |
| | |
| Montáž | |
| Natavení pásů | 38,97 Kč |
| Lepení pásů | 29,39 Kč |
| Montáž EPS | 9,94 Kč |
| Montáž celkem: | 78,30 Kč |
| | |
| SKLADBA 3 | 1 787,02 Kč |
| Materiál | |
| Štěrk | 8,00 Kč |
| Geotextilie | 36,74 Kč |
| Synthos XPS 300mm | 1 420,00 Kč |
| ELASTEK 40 | 125,80 Kč |
| Glastek 40 | 118,18 Kč |
| materiál celkem: | 1 708,72 Kč |
| | |
| Montáž | |
| Natavení pásů | 38,97 Kč |
| Lepení pásů | 29,39 Kč |
| Montáž EPS | 9,94 Kč |
| Montáž celkem: | 78,30 Kč |

Příloha 15 - Ceny a pracnost skladeb šikmé střechy

| SKLADBA 1 | Cena/m2 | Nh/m2 |
|--|--------------------|--------------|
| Folie Tyvek Solid | 31,85 Kč | |
| Izolace PIR 160 mm | 1 216,85 Kč | |
| TOPDEK AL Barrier (parotěs.) | 112,82 Kč | |
| Záklop montáž + řezivo | 103,95 Kč | 0,514 |
| montáž pojistná hydroizolace lepením do 45° | 20,80 Kč | 0,042 |
| montáž PIR desek do tl. 160mm nad krokve mi do 45° | 139,37 Kč | 0,187 |
| lepení asphalt. pásu (TOPDEK AL Barrier | 29,39 Kč | 0,21 |
| | 1 655,03 Kč | 0,953 |
| SKLADBA 2 | Cena/m2 | Nh/m2 |
| Folie Tyvek Solid | 31,85 Kč | |
| Izolace PIR 100mm | 760,53 Kč | |
| Isover Unirol 160mm mezi krokve mi | 146,72 Kč | |
| Folie Isover Vario | 45,50 Kč | |
| SDK Podhled 15mm | 586,12 Kč | |
| montáž parostěnné folie | 45,50 Kč | 0,088 |
| montáž pojistná hydroizolace lepením do 45° | 20,80 Kč | 0,042 |
| montáž PIR desek do tl. 100mm nad krokve mi do 45° | 86,22 Kč | 0,168 |
| montáž tepelné izolace kladené mezi krokve | 29,66 Kč | 0,1 |
| montáž sdk podhledu | 85,44 Kč | 0,203 |
| | 1 838,34 Kč | 0,601 |
| SKLADBA 3 | Cena/m2 | Nh/m2 |
| Folie Tyvek Solid | 31,85 Kč | |
| Isover Unirol 160mm mezi krokve mi | 146,72 Kč | |
| Isover Unirol 160mm pod krokve mi | 183,40 Kč | |
| Folie Isover Vario | 45,50 Kč | |
| SDK Podhled 15mm | 586,12 Kč | |
| montáž parostěnné folie | 45,50 Kč | 0,088 |
| montáž pojistná hydroizolace lepením do 45° | 20,80 Kč | 0,042 |
| montáž tepelné izolace kladené mezi krokve | 29,66 Kč | 0,1 |
| montáž tepelné izolace kladené pod krokve | 26,70 Kč | 0,09 |
| montáž sdk podhledu | 85,44 Kč | 0,203 |
| | 1 201,69 Kč | 0,523 |