

České Vysoké učení technické v Praze

Fakulta stavební

Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví



Bakalářská práce

Technicko ekonomické posouzení zateplení fasád

Technical and Economics assesment of fasade insulation

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Kosík** Jméno: **Lukáš** Osobní číslo: **468235**
Fakulta/ústav: **Fakulta stavební**
Zadávací katedra/ústav: **Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví**
Studijní program: **Stavební inženýrství**
Studijní obor: **Management a ekonomika ve stavebnictví**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Technicko Ekonomické posouzení zateplení fasád

Název bakalářské práce anglicky:

Technical and Economic assessment of facade insulation

Pokyny pro vypracování:

Bakalářská práce bude rozdělena na teoretickou a praktickou část. Teoretická část bude obsahovat seznámení s problematikou, charakterický údaje materiálů a jejich popis a seznámení se základními pojmy. V praktické části budou vytvořeny jednotkové ceny materiálů, budou definovány technické požadavky a následné vyhodnocení.

Seznam doporučené literatury:

LINHART, Ladislav. Zateplování budov. Praha: Grada, 2010. Profi & hobby. ISBN 978-80-247-3361-6.
Tepelná ochrana budov - část 2: požadavky: ČSN 73 0540-2. Praha: Český normalizační institut, 2007.
ŠUBRT, Roman. Tepelné izolace domů a bytů. Praha: Grada, 1998. Profi & hobby. ISBN 80-7169-566-1.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

Ing. Lucie Brožová, Ph.D., katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví FSv

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **17.02.2020**

Termín odevzdání bakalářské práce: **24.05.2020**

Platnost zadání bakalářské práce: _____

Ing. Lucie Brožová, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) práce

prof. Ing. Renáta Schneiderová Heralová, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. Ing. Jiří Máca, CSc.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

Datum převzetí zadání

Podpis studenta

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval paní Ing. Lucii Brožové, Ph.D., vedoucí mé bakalářské práce, za její rady, podporu, připomínky a pozitivní přístup při zpracování práce. Dále děkuji celé své rodině za podporu během celého mého studia.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem předkládanou bakalářskou práci vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedené v seznamu zdrojů. Dále prohlašuji, že softwary, který byl použit je legální.

V Praze dne

Anotace

Správné zateplení budov je problém, který se musí řešit při výstavbě nových budov tak i při rekonstrukcích. Podcenění tohoto problému vede k vysokým nákladům na vytápění. K zateplení budov se používá několik druhů zateplovacích systémů. Předmětem bakalářské práce bude vytvoření směrných cen jednotlivých skladeb a posouzení z ekonomického hlediska. Dále se zabývá vhodným doporučením pro zateplení popisovaného objektu.

Klíčová slova: přenos tepla, zateplovací systémy, tepelné izolace, skladby, kritéria, náklady.

Annotation

Proper insulation of building envelope is a problem that must be addressed both in the construction of new buildings and renovations. Underestimation of the problem leads to unnecessarily high heating costs. Several types of insulation systems are used to insulate buildings. The subject of the bachelor's thesis will be the creation of guide prices for individual compositions and assessment from an economic point of view. Furthermore, a suitable recommendation for insulation of the described object remains.

Key words: heat transfer, thermal insulation systems, heat insulation, structure, criteria, costs.

Obsah

1	Úvod	8
2	Problematika zateplování	9
2.1	Důvody zateplení	9
2.2	Základní pojmy.....	10
2.2.1	Přenos tepla	10
2.2.2	Tepelný most, tepelná vazba	13
2.2.3	Součinitel prostupu tepla "U" [W/m ² K]	14
2.2.4	Tepelný odpor konstrukce "R" [m ² K/W]	14
2.2.5	Součinitel tepelné vodivosti "λ" [W/m*k].....	15
2.2.6	Průběh teploty v konstrukci.....	15
2.2.7	Tepelné ztráty	16
3	Varianty zateplovacích systémů	16
3.1	Vnější zateplení.....	16
3.1.1	Kontaktní zateplovací systém	17
3.1.2	Odvětrávané fasády	29
3.1.3	Tepelně izolační omítka	32
4	Vnitřní zateplení a sendvičový systém.....	33
4.1	Sendvičový systém.....	33
4.2	Vnitřní zateplení	34
5	Popis objektu	35
6	Oceňování rozpočtů	36
6.1	Oceňování stavební produkce	36
6.2	Kontrolní Rozpočet	36
6.3	Nabídkový rozpočet.....	36
6.4	Cenové soustavy a kalkulační vzorec.....	37

7	Skladby zateplovacích systémů a vlastnosti materiálů.....	38
7.1	Kontaktní zateplení.....	38
7.1.1	Kontaktní zateplovací varianta 1	39
7.1.2	Kontaktní zateplovací varianta 2	40
7.1.3	Kontaktní zateplovací varianta 3	42
7.1.4	Kontaktní zateplovací systém varianta 4.....	44
7.1.5	Kontaktní zateplovací systém varianta 5.....	46
7.2	Odvětrávané fasády.....	49
7.2.1	Odvětrávaná fasáda varianta 1.....	50
7.2.2	Odvětrávaná fasáda varianta 2.....	52
7.2.3	Odvětrávaná fasáda varianta 3.....	54
7.2.4	Provětrávaná fasáda varianta 4.....	55
7.2.5	Odvětrávaná fasáda varianta 5.....	57
7.3	Tepelně izolační omítka	58
7.4	Vlastnosti použitých materiálů	60
8	Posouzení a vyhodnocení	61
9	Závěr.....	63
10	Seznam literárních zdrojů.....	64
11	Seznam obrázků	69
12	Seznam tabulek	71
13	Seznam grafů.....	71
14	Seznam vzorců.....	71
15	Seznam příloh.....	72

1 Úvod

Tématem bakalářské práce je použití různých druhů tepelně izolačních materiálů a zateplovacích systémů fasád. Správně zvolená varianta vede nejen k ušetření finančních prostředků na vytápění, ale může dále přispívat i ke zlepšení životního prostředí. Nedostatečným zateplením nevzniká pouze problém s vysokými náklady na vytápění. Zatékající voda může zapříčinit jak estetické, tak i zdravotní problémy. Vznikají mapy na stěnách, dochází k růstu řas a plísní.

V současné době je na trhu mnoho variant zateplovacích systémů. Na základě dlouholetých zkušeností se zateplováním staveb, vznikají stále nové technologie, kterými se bakalářská práce zabývá, a to především kontaktnímu zateplovacímu systému, odvětrávanému zateplení nebo tepelně-izolační omítce.

Hlavním cílem bakalářské práce je návrh řešení zateplení bytového domu a vytvoření cenového ukazatele za 1 m² pro jednotlivé skladby. Dílčím cílem představení jejich výhod a nevýhod. Dílčím cílem bude zmapování různých způsobů zateplení na trhu.

2 Problematika zateplování

Práce se věnuje především problematice zateplování fasád, ale samozřejmě neplatí, že je to nejdůležitější část objektu, která by se měla vhodně zateplit. Je také důležité, jakým způsobem bude u objektu zateplena střecha nebo základy. V této kapitole se práce věnuje základním pojmům a důvodům proč a jak správně zateplovat.

2.1 Důvody zateplení

Většinu lidí určitě v dnešní době napadne, že hlavním důvodem k zateplení je jejich osobní pocit tepelné pohody. Dá se říct, že tomu tak je, ale není to hlavní důvod k zateplení. Tím stěžejním důvodem by mělo být zvýšení teploty na interiérové straně obvodové stěny. Pro zateplení domu existuje hned několik důvodů.

Prvním a asi nejvíce důležitým důvodem pro zateplení je úspora peněz za vytápění. Tomu můžeme napomáhat tím, že zvýšíme tepelný odpor obvodových stěn, respektive omezíme prostupu tepla, popřípadě chladu skrz konstrukci. Zateplením obvodových stěn lze dosáhnout až 50 % úspor na vytápění, ale toto platí jen u malých rodinných domů. U větších domů či bytových domů úspora klesá na 20 % až 30 %, čímž vytváří poměrně velké úspory.

Dalším důvodem je ochrana samotné nosné konstrukce objektu. A to především pomocí kontaktního zateplovacího systému, který posouvá bod mrazu do tepelného izolantu. Díky tomu jsou výrazně omezeny teplotní rozdíly v konstrukci a ta pak vydrží déle. Dalším plusem je, že se obvodová stěna dostatečně prohřeje a akumuluje teplo.

Třetím neméně důležitým důvodem je hygiena. V současné době se klade velký důraz na zdravý životní styl, a to s plísněmi nelze. Abychom žili v opravdu zdravém prostředí není zateplení tím jediným aspektem. Je důležité, aby byla dobře provedena montáž oken a veškeré detaily, dále musíme zajistit výměnu vzduchu regulované vytápění a vlhkosti vzduchu, tím zamezíme vzniku mikroorganismů a následnému výskytu plísní.

Dalšími důvody může být například estetika, tržní hodnota, ale také důležitá hydroizolační funkce. Zvýšením vnitřní pohody a pocitu tepla do jisté míry přispívá právě k mírnému navýšení tržní hodnoty objektu. Posledním důvodem je hydroizolační funkce.

Pokud zateplovací systém bude proveden důsledně a kvalitně, včetně perfektního oplechování vnějších parapetů a utěsnění spár, vyřešíme další problém. Tímto problémem je průnik dešťové vody spárami mezi panely, tento jev se nejvíce projevuje u panelových domů. Následné správné oplechování parapetů zamezí zatékání vody pod parapety, kde se můžou opět začít tvořit plísňe a mapy. [1]

2.2 Základní pojmy

K základním pojmům této problematiky patří přenos tepla, tepelné mosty, tepelné vazby, součinitel prostupu tepla, tepelný odpor konstrukce, součinitel tepelné vodivosti, tepelné ztráty a průběh teplot v konstrukci. Následující kapitola vysvětluje jednotlivé pojmy.

2.2.1 Přenos tepla

Přenos tepla je jev, kdy se teplo snaží dostat pryč z objektu. Dochází k tomu především přes fasádu nebo střechu, ale i dalšími konstrukcemi objektu například podlahou, stěnou sklepy a výplněmi otvorů. Nejvíce ideální řešení je obalit celý objekt do tepelné izolace bez vzniku spár a podobných problémů. Tepelné ztráty budou při rozdílu teploty z 0 °C na 20 °C nebo z teploty -15 °C na 20 °C velké a následně i požadavky na zateplení zde budou rozdílné. K velkým rozdílům teplot dochází především u střech a fasád, a právě proto by se kvalita a tloušťka u těchto konstrukcí měla volit co možná nejvyšší. Zároveň by se mělo při montáži zamezit vzniku tepelných mostů. Samozřejmě by neměla být opomíjena ani kvalita dveří a oken a volit například trojsklo.

Samotný přenos tepla je především popisován jako tepelný tok. Tepelný tok je fyzikální veličina, která definuje, jaké množství tepelné energie se přenesení za jednu měrnou jednotku času. Tepelný tok probíhá od částic, které mají vyšší energii k částicím s nižší energií. Přenos tepla rozdělujeme na tři možné způsoby: kondukce, konvekce a radiace. [2]

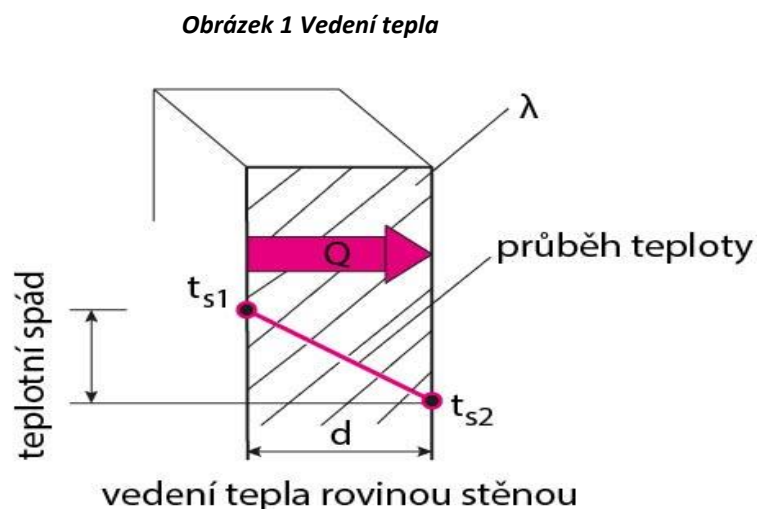
2.2.1.1 Vedení – Kondukce

Vedení je prvním ze způsobu přenosu tepla. K vedení tepla dochází při pohybu elektronů mezi fixovanými, nepohybujícími se molekuly tuhé látky nebo při pohybu molekul u látek kapalných a plynných. K přenosu dochází v případě rozdílných teplot.

Směr přenosu je ve směru klesající teploty. Tento jev ovlivňuje tloušťka materiálu, rozdíl teplot na jednotlivých stranách daného materiálu, velikost plochy a součinitel vodivosti.

Vzorec pro ustálený tepelný tok \bar{Q} je popsán vztahem, který vychází z Fourierova zákona. Kde d = tloušťka materiálu, S = plocha, λ = součinitel tepelné vodivosti a ΔT = rozdíl teplot. [2]

$$\bar{Q} = \frac{S \cdot \lambda \cdot \Delta T}{d} \text{ [W]} \quad (1)$$



Zdroj: [3]

2.2.1.2 Proudění – konvekce

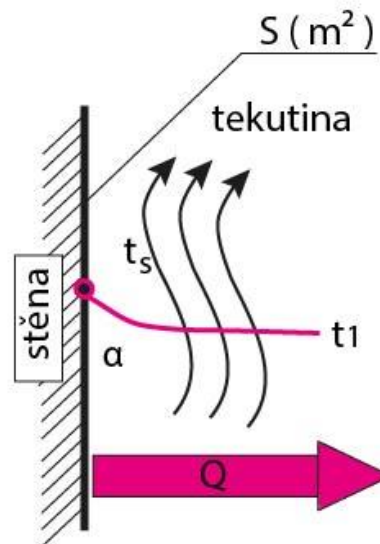
Dalším typem je takzvaná konvekce, tento tepelný tok je přenášen mezi povrchem tělesa, v našem případě budovou a okolní tekutinou neboli vzduchem. Primární dělení konvekce je podle toho, kde k ní dochází, a to zejména na vnitřní a vnější. Vnitřní konvekci dochází například u proudění v potrubí, kanálech, spalovacích motorů, v podstatě všude tam, kde je tekutina uzavřena stěnami. K vnější konvekci dochází při obtékání potrubí zvenčí, ale především v našem případě při obtékání budovy.

Dále jí rozlišujeme na dva základní typy. Prvním typem je konvekce přirozená. Při tomto typu je pohonnou jednotkou objemová změna způsobená teplotním rozdílem. Ta se nedá kontrolovat, protože je dána povahou tekutiny. Druhým typem je konvekce nucená, kdy se tekutina dostává do pohybu vlivem jiné síly. Typickým příkladem je například ventilátor.

Tento tepelný tok \bar{Q} je ovlivněn rozdílem teplot obtékaného tělesa T a okolní tekutiny T_f , dále pak plochou tělesa S a součinitelem přenosu tepla α [2]

$$\bar{Q} = S * \alpha * (T - T_f) \text{ [W]} \quad (2)$$

Obrázek 2 Proudění tepla



Zdroj: [3]

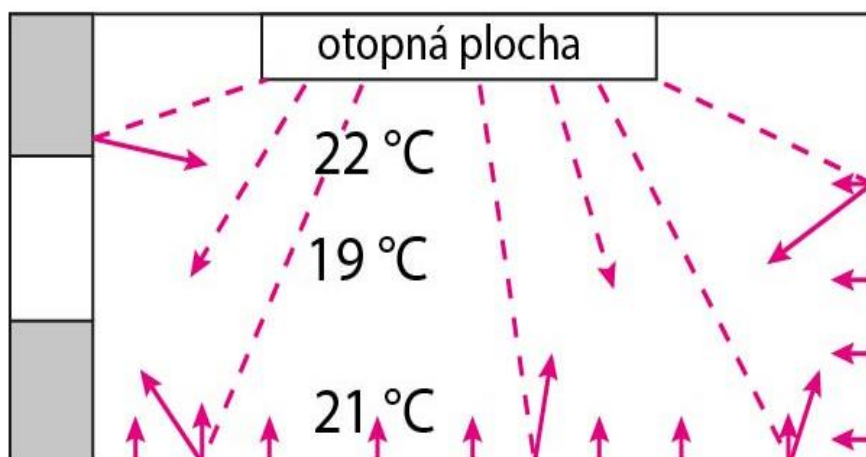
2.2.1.3 Sálání – radiace, záření

Posledním typem prostupu tepla je pomocí sálání. Při tomto druhu tepelná energie vyzařuje z povrchu těles nebo tekutin ve formě elektromagnetického záření. Toto vyzařování probíhá u každého tělesa, ale pouze pokud má těleso vyšší teplotu než 0 [K]. U sálání není potřeba přímý kontakt dvou prostředí či těles, ale vyžaduje takzvané přímé vizuální spojení. To znamená, že z povrchu jednoho tělesa musí být vidět na povrch tělesa druhého. Přenos tepelné energie pak probíhá oběma směry a výsledný tok závisí pouze na tom, které těleso má vyšší teplotu, a tudíž vyzařuje více energie.

Celková zářivost E_o je dána Stefan-Boltzmannovou konstantou o hodnotě $\sigma = 5,67 \text{ [W*m}^{-2}\text{*K}^{-4}\text{]}$. Dále je závislá na čtvrté mocnině absolutní teploty tělesa T a emitance ϵ , která udává, jaký podíl vyzářené energie ideálního zářiče skutečné těleso vyzáří. Ideální zářič je pojmenováno absolutně černé těleso. [2]

$$E_o = \epsilon * \sigma * T^4 \text{ [W*m}^{-2}\text{]} \quad (3)$$

Obrázek 3 Sálání tepla



Zdroj: [3]

2.2.2 Tepelný most, tepelná vazba

Tepelné mosty jsou přirovnávány k silničním mostům, akorát přes ně neproudí doprava, ale teplo, které se snaží dostat z objektu co nejsnadněji. Tepelné mosty vznikají v místech, kde je přerušena tepelná izolace. Jsou to místa s poměrně malou plochou, ale i přes to přes ně uniká mnohem více tepelné energie než z ostatních konstrukcí. S únikem tepla je spojený i další jev, a to že se povrchové teploty materiálu v interiéru ochlazují. Výpočty tepelných mostů jsou poměrně obtížné, a proto se v minulosti neuvažovaly. Bohužel i v současné době tento problém není zcela odstraněn. Většina lidí se totiž zaměřuje na stavbu jako celek, i když správně zateplí větší plochu fasády, tak už se tolik nezaměřují na detaily, jako například na zateplení rohů oken.

Únik tepla je problém, objekt bude muset být více vytápěn a tím pádem porostou i náklady na vytápění, ale není to problém pouze ekonomický ale i hygienický. Někdy se totiž může stát, že povrchová teplota konstrukce klesne pod rosný bod vzduchu v interiéru a voda v něm obsažená začne kondenzovat. Nejvíce náchylná místa jsou právě detaily konstrukcí, které jsou nejvíce náchylné na vznik tepelných mostů. Pokud tento problém bude trvat delší dobu, může dojít k trvalé vlhkosti rohů a důsledkem je vytvoření plísní, které se následně řeší různými nátěry, popřípadě i kompletní opravou a sanací. [4]

Tepelné mosty mohou být bodové nebo lineární. Typickým příkladem bodového tepelného mostu je průnik hřebíku střešní konstrukcí. Lineární vznikají například při nesprávné montáži oken do obvodových stěn nebo střech.

Tepelná vazba je označení pro tepelný most, který nemůžeme jednoznačně určit k jedné nebo druhé konstrukci. Přesněji řečeno je to rozhraní mezi dvěma či více konstrukcemi, opět se dají dělit na lineární a bodové. [5]

2.2.3 Součinitel prostupu tepla "U" [W/m²K]

Tento součinitel hodnotí tepelný tok prostupu tepla konstrukcemi, zároveň vede k vyváženému řešení jednotlivých konstrukcí a uvažuje i možný výskyt tepelných mostů. Tato hodnota je hlavním podkladem pro následný návrh vytápění, větrání, popřípadě klimatizace.

Součinitel prostupu tepla se používá od roku 2002 a nahradil veličinu Tepelný odpor konstrukce R, který na rozdíl od součinitele prostupu tepla neuvažoval vliv vnitřní a vnější strany konstrukce.

$$U = \frac{1}{R} \text{ [m}^2\text{K/W]} \quad (4)$$

Kde R je celkový odpor konstrukce při prostupu tepla, využívá se však komplexnější vzorec.

$$U = \frac{1}{R + (R_{si} + R_{se})} \quad (5)$$

Kde R_{si} je odpor konstrukce na interiérové straně a R_{se} je odpor na straně exteriérové. Více používaný je, ale vzorec zkrácený. [6]

2.2.4 Tepelný odpor konstrukce "R" [m²K/W]

Jedná se o fyzikální veličinu, která nám vyjadřuje, jakou plochu konstrukce a při jakém rozdílu teplot na povrchu konstrukce dojde k přenosu energie. Jednodušeji řečeno popisuje tepelně izolační vlastnosti materiálu. Je to vlastnost tepelně izolačního materiálu, nebo dvou různých vrstev stavební konstrukce s určitou tloušťkou. Cílem je dosáhnout co možná největší hodnoty tepelného odporu. Důležité je, aby tloušťka materiálu byla co největší a zároveň hodnota součinitele tepelné vodivosti byla co možná nejmenší.

Pokud má konstrukce více vrstev, tak se všechny tepelné odpory sečtou do jednoho.

$$R = \frac{d}{\lambda} [-] \quad (6)$$

Kde d je tloušťka materiálu a λ je součinitel tepelné vodivosti. [7]

2.2.5 Součinitel tepelné vodivosti "λ" [W/m*k]

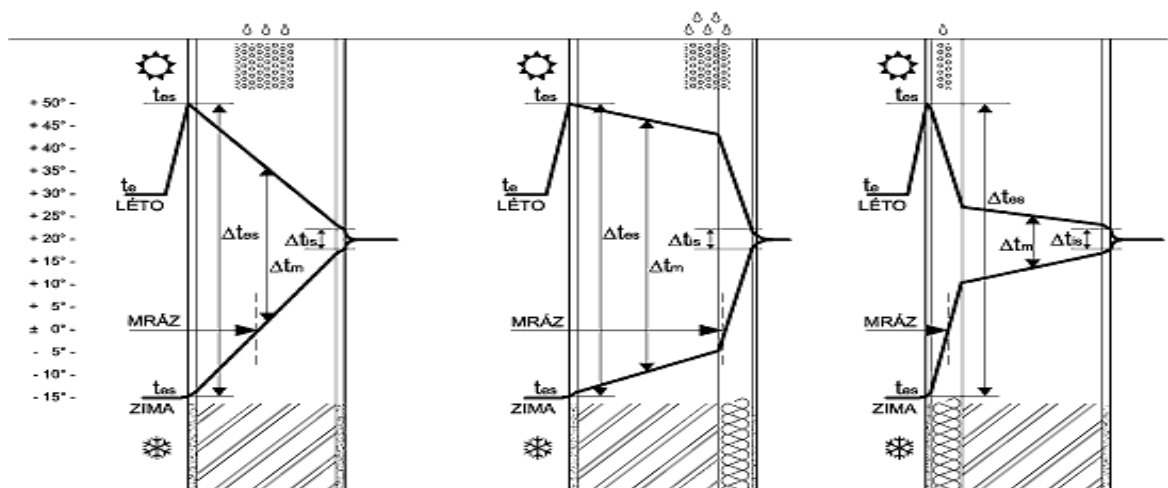
Jde o základní veličinu, která popisuje tepelně izolační materiály a určují, jak je materiál schopný vést teplo. Je definována jako „množství tepla, které projde za jednotku času určitým kusem materiálu tak, aby byl na jednotkové délce jednotkový tepelný spád“.

[8] Součinitel tepelné vodivosti je závislý na fyzikálních vlastnostech daného materiálu například vlhkosti, objemové hmotnosti, a především na jeho tloušťce. [8]

2.2.6 Průběh teploty v konstrukci

Následující obrázek popisuje, jak se mění teplota v závislosti na zvoleném typu zateplení.

Obrázek 4 Průběh prostupu tepla



Zdroj: [9]

Z obrázku je patrné, že nejhorší možností je zateplení vnitřní. Mráz se totiž posune až na rozmezí obvodové zdi a tepelného izolantu, kde může vznikat vlhkost. To může následně vést ke vzniku trhlin v materiálu, ale i k hygienickým problémům. Vůbec nejlepším a nejpoužívanějším řešením je zateplení z exteriéru, kde nedochází k takovým teplotním rozdílům a obvodové zdi tak nejsou tolik zatěžovány.

2.2.7 Tepelné ztráty

Tepelné ztráty se nejvíce projevují v zimních obdobích, kdy dochází k úniku tepla z teplého interiéru přes tepelné mosty v konstrukci do chladnějšího ovzduší.

Vztah pro výpočet ztrát je dán následujícím vzorcem:

$$Q_p = U * S * (t_i - t_e) \text{ [W]} \quad (7)$$

Kde U je součinitel prostupu tepla, S = plocha stavební konstrukce, t_i = vnitřní teplota a t_e = venkovní teplota.

Výpočet tepelných ztrát se nejčastěji používá při návrhu tepelného výkonu otopných těles, kdy tepelná ztráta v místnosti slouží právě pro návrh otopných těles. Tepelná ztráta celého objektu je důležitá pro návrh tepelného zdroje. [3]

3 Varianty zateplovacích systémů

Tato část bakalářské práce se věnuje různým systémům, které se dají použít při zateplení objektu. Dále se věnuje představením vhodných materiálů pro tepelnou izolaci.

3.1 Vnější zateplení

Vnější zateplení patří mezi stavebníky nejrozšířenějším a to proto, že je v mnoha ohledech výhodnější než zateplení vnitřní. Výhodnější je především z těchto důvodů:

- Chrání konstrukci objektu před vlivem počasí a promrzáním konstrukce
- Nezaniká schopnost domu akumulovat teplo
- Omezuje vznik tepelných mostů
- Při správné montáži nedochází v interiéru ke kondenzaci vodní páry, kondenzace se přesouvá k vnějšímu povrchu konstrukce

Výhody:

- Konstrukce není tolik namáhána dilatačními pohyby
- Při montáži není omezen provoz uvnitř objektu
- Neodchází k promrzávání konstrukce

Nevýhody:

- Nutné zateplovat po ucelených částech
- Realizace záleží na počasí
- Nutná potřeba lešení [10]

3.1.1 Kontaktní zateplovací systém

Kontaktní zateplovací systém neboli systém ETICS je v současné době nejrozšířenější a nejpoužívanějším systémem mezi stavebníky. Je charakteristický celoplošným spojením všech vrstev, z čehož vyplívá absence vzduchové mezery, která je využívána v provětrávaných fasádách. Kvalita tohoto systému závisí na provedení detailů (např. rohy oken a podobně). [11]

Výhody:

- Eliminace fasádních mostů fasádního pláště
- Zlepšení akumulačních vlastností stěn
- Menší tloušťka oproti provětrávaným fasádám
- Snadná údržba a opravitelnost
- Pořizovací cena

Nevýhody:

- Náročné na kvalitu provedení
- Přípravné fáze
- Vyšší pracnost u členitých pláštů
- Nižší odolnost vůči mechanickému poškození
- Omezení klimatickými podmínkami [12]

3.1.1.1 Zakládání systému

Před založením kontaktního systému je nutné provést vyměření nivelačním přístrojem nebo vodováhou tak, aby byla zajištěna absolutní rovina zakládání. Jednotlivé desky systému se osazují na soklové profily příslušné šířky z lehkých kovů. Tyto soklové profily se následně kotví zatloukacími hmoždinkami přibližně 3ks na 1bm. Ukončovací profily se musí osadit před začátkem osazení izolačních desek, pokud se v místě rohu dostaneme pod absolutní rovinu je možné využít distanční podložky. Pokud mezi zakládacím profilem a obvodovou stěnou vznikne prostor, je nutné ho utěsnit PUR pěnou tak, aby nedocházelo ke komínovému efektu. [13]

3.1.1.2 Připevnění kontaktního systému

Níže jsou uvedeny jednotlivé způsoby kotvení. V současné době rozlišujeme tři typy kotvení.

Lepený systém, kdy je soudržnost s podkladem zajištěna jen lepicí hmotou. Tato varianta je možná pouze u novostaveb do 2.NP, maximální výškou osmi metrů a stěny musí být zhotoveny z nových pálených nebo vápenopískových cihel.

Lepený systém s doplňkovým mechanickým kotvením. Zde opět veškerou soudržnost zajišťuje lepicí hmota a mechanické kotvení zajistí soudržnost jen po dobu tvrdnutí lepicí hmoty nebo v případě požáru. Ovšem i tato metoda je omezená výškou objektu a to do 25 metrů.

Mechanicky kotvené systémy s doplňkovým lepením je posledním systémem. Tento systém kotvení je nejbezpečnější. Soudržnost nám zajišťují mechanické kotvy a lepicí hmota zajišťuje rovinnost podkladu.

Lepicí hmoty se nejčastěji vyrábí z minerálních hmot na bázi cementu s organickými pojivy. Základním ukazatelem je soudržnost obvodové stěny a izolační desky. Soudržnost lepicích hmot je upravena v normě ČSN a musí být minimálně 0,2 MPa a přídržnost minimálně 0,08 MPa.

Mechanické kotvení, je prováděno pomocí kotev, jejich počet a rozložení je dáno projektovou přípravou. Nejčastěji jsou používány takzvané fasádní hmoždinky s talířovou hlavou. Hmoždinky dělíme na dva typy dle způsobu provedení. Zatlučovací hmoždinky se upevňují do předvrtaného otvoru a několika údery na trn se upevní tak, aby talíř lícovale s izolantem. Při tomto provedení však může nastat proražení izolantu. Druhou možností je hmoždinka šroubovací, která připouští dva druhy montáže. Prvním typem je pomocí zapuštěné montáže, kdy se pomocí nástavce hmoždinka s talířem šroubuje do izolantu a následně se zakryje velkou zátkou. Ovšem tato montáž se doporučuje u tloušťek nad 100 mm. Druhou možností je povrchová montáž, kdy talířek po zašroubování lícuje s tepelnou izolací a do otvoru po šroubu se následně vloží malá zátka. Při výběru trnu musíme dbát na plošnou hmotnost kontaktního zateplení. Do 10 kg/m² používáme plastové trny a od 10 kg/m² do 25 kg/m² používáme ocelové trny nebo

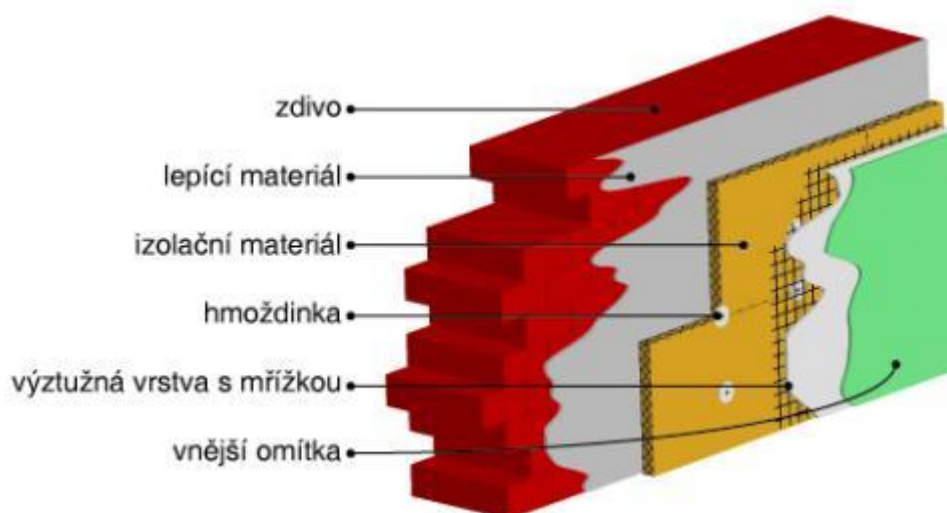
šrouby. Počet kotev a jejich rozmístění by měli být dány projektantem, ale obecně platí následující.

- Pro izolaci z expandovaného polystyrenu minimálně (EPS) 4 ks/m²
- Pro izolaci z minerálních vln do 100 mm minimálně 6 ks/m²
- Pro izolaci z minerálních vln nad 100 mm minimálně 8 ks/m² [14]

3.1.1.3 Technologický postup

Podklad pro izolant musí být suchý a zbaven všech nečistot a mastnot. Nesoudržné nebo uvolněné části obvodové stěny odstraníme. Následuje penetrační nátěr, který slouží pro spojení obvodové stěny a lepicí hmoty. Následně se připevňují soklové lišty kolem obvodu budovy. Dalším krokem je nalepení izolantu a jeho chemické kotvení. Pro úpravu nároží, parapetů a podhledů použijeme rohové lišty z hliníku nebo PVC opatřeny sklovláknitou tkaninou. Po dokončení celé plochy jí přetmelíme stěrkovou hmotou vyztuženou opět sklovláknitou tkaninou. Zde je důležité, aby se tkanina vždy minimálně 10 centimetrů překrývala. Po důkladném vyschnutí tmelu začínáme osazovat klempířské prvky, zatmelíme vzniklé spáry akrylovým tmelem a celá plocha se penetruje. Následně přichází poslední krok v podobě úpravy povrchu, a to omítkou nebo pomocí jiných prvků jako například kamenné desky a podobně. [15]

Obrázek 5 Kontaktní zateplovací systém



Zdroj: [11]

3.1.1.4 Typy používaných materiálů pro zateplování

Tato část práce se věnuje různým typům vhodných materiálů, které se dají použít jako tepelná izolace. V současné době je na trhu mnoho vhodných materiálů a je větší možnost výběru, než tomu bylo v minulosti.

Zvolené materiály:

- Expandovaný polystyren
- Extrudovaný polystyrén
- Minerální a skelná izolace
- Pěnový polyuretan
- Pěnové sklo
- Přírodní materiály (korek, ovčí vlna)

Existuje řada dalších materiálů, kterými se zatepluje jako například celulóza, konopí, sláma, cebuna, perlit, křemelina, keramzit nebo desky z dřevité vlny a cementu.

3.1.1.4.1 Expandovaný pěnový polystyren

Expandovaný polystyren, zkráceně EPS si na českém trhu vydobyl velmi pevné místo, a to především díky své ceně, výbornými izolačními vlastnostmi a lehké manipulaci. Je to univerzální materiál, který se ve stavebnictví nepoužívá jen jako izolant, ale například i jako materiál pro tvorbu modelů. Jeho použití je ale daleko pestřejší, využívá se i například jako forma pro odlévání kovů. [16]

Expandovaný polystyrén se značí zkratkou EPS 70 F, kde číslo udává pevnost v tlaku od 50 až do 250 KPa a písmeno značí způsob jeho použití, F – fasádní, S – stabilizovaný, P – podlahový.

Výhody:

- Nízká pořizovací cena
- Nízká hmotnost
- Snadná opracovatelnost

Nevýhody:

- Citlivost na teplotu
- Stárnutí materiálu
- Citlivý na vlhkost

- Hořlavý
- Neekologický
- Malá odolnost v tlaku [17]

Obrázek 6 Expandovaný polystyren



Zdroj: [18]

3.1.1.4.2 Expandovaný pěnový polystyren s granitem

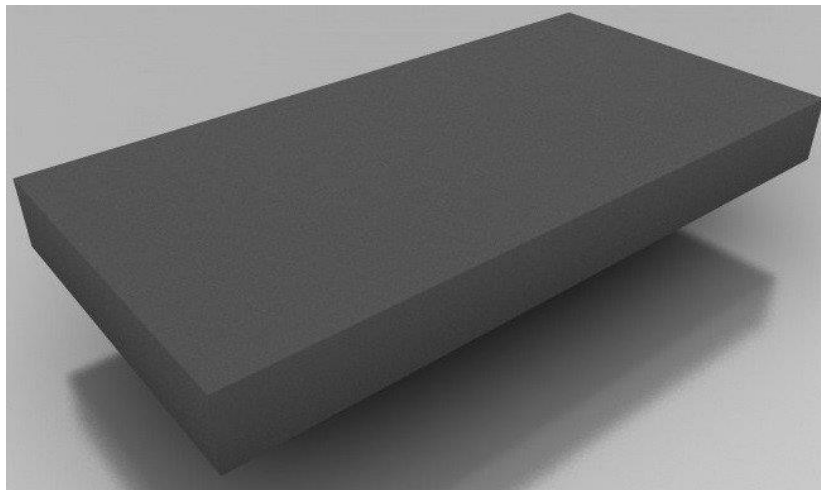
Šedý grafitový polystyren je v současné době používanější než klasický bílý polystyren, a to především díky nejlepšímu poměru cena/výkon na trhu. Na českém trhu se vyskytuje zhruba 13 let. Materiál a výroba se nijak neliší od klasického EPS, až na to že, se při výrobě přidávají grafitové částice neboli uhlík. Tyto částice výrazně zlepšují jeho tepelně izolační vlastnosti, ale i odolnost vůči požáru. Díky vlastnostem uhlíku, je možné aplikovat o 20 % tenčí vrstvu než u klasického EPS. Tedy pokud je u EPS 100 F navrhnutá tloušťka 100 mm u grafitového EPS bude stačit 80 mm. I přes to, že má vyšší odolnost vůči požáru a je samozhášivý, je stále řazen do třídy na reakci ohně E.

Šedý polystyren hůře odráží světlo a má tendenci pohlcovat sluneční záření. Díky tomu umožňuje izolantu se přehřát, zvýšit povrchovou teplotu a následně se desky deformují. Proto je nutné při skladování nebo montáži tento typ polystyrenu chránit. Nedoporučuje se překročení povrchové teploty přes 70 °C a při montáži je nutné před lešením montovat síť. To může mít za následek mírné zvýšení ceny.

I kotvení a lepení je náročnější na materiál než klasické EPS. Muže za to obsah grafitu, který povrch dělá hladším a povrch není tak přilnavý. Proto se doporučuje použít

lepící hmotu určenou především pro grafitový polystyren. Následující krok je kotvení. Výrobci doporučují 6-8 kusů hmoždinek na m². U tohoto typu je nutné vždy použít zápusťnou montáž a následně jí zakrýt šedou zátkou, která eliminuje tepelný most. Pokud by se nepoužila zápusťná montáž, je velká pravděpodobnost, že vznikne tepelný most a hmoždinky by se mohly prokreslit, což by ovlivnilo finální vzhled omítky. [19]

Obrázek 7 Expandovaný polystyren s grafitem



Zdroj: [20]

3.1.1.4.3 Extrudovaný polystyrén

Další materiál ze zástupců polystyrénů je extrudovaný polystyrén, který má značku XPS. Tento polystyrén má řadu výhod oproti klasickému EPS. Má menší součinitel tepelné vodivosti, díky uzavřeným pórům je nenasákavý, odolává deformaci od smršťování. Ovšem jeho pevnost v tlaku je stejná jako u EPS. Stejně jako pěnový polystyren s grafitem nemá rád teploty nad 70 °C a organická rozpouštědla. Jeho značnou výhodou je, že může být umístěn v trvale vlhkých místech, ale na zateplení fasád se běžně nepoužívá, a to z hlediska ekonomického. Jeho hlavní využití je především k zateplení základů, střech a podlah. Proto bude ve skladbách použit pouze jako sokl. [4]

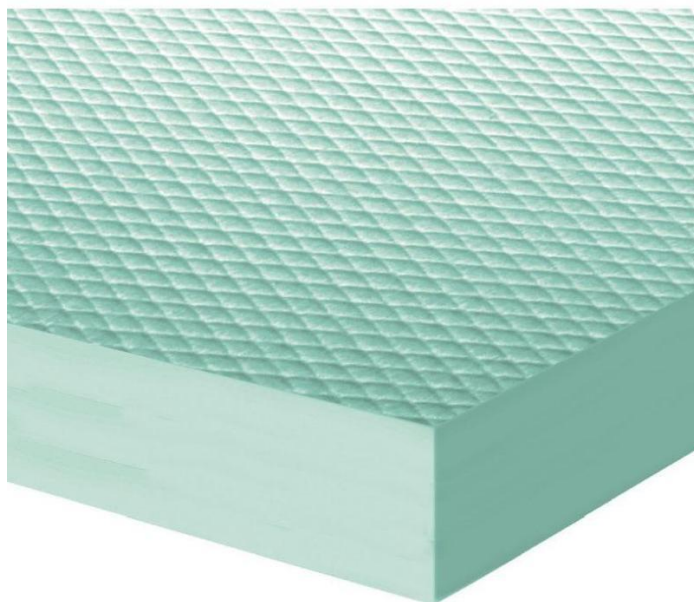
Výhody:

- Vysoká pevnost
- Snadná opracovatelnost
- Široké možnosti použití
- Nízká nasákavost a hmotnost
- Bez objemových změn
- Lepší mechanické vlastnosti než EPS

Nevýhody:

- Citlivý na teplotu a organická rozpouštědla
- Neekologický materiál
- Vysoká pořizovací cena [17]

Obrázek 8 Extrudovaný polystyren



Zdroj: [21]

3.1.1.4 Minerální a skelná vlna

Dalším tradičním a velmi známým zástupcem tepelných izolací je minerální vlna. Ta na trh vstoupila v roce 1996. Základní surovinou pro výrobu minerální vlny je čedič, struska a diabas. Tyto suroviny se po těžbě z lomu přepraví do výroby, kde se za velkých teplot taví v peci a vzniklá láva vytéká na rozvláknovací stroje. Výroba skelné vlny je velmi podobná až na to, že základní surovinou je křemičitý písek. [22]

Tento materiál má výborné izolační vlastnosti, ale není to pouze tato vlastnost, kterou se vyznačuje. Dobře odolává vysokým teplotám, je difuzní, a především jde o přírodní materiál, který je ekologicky nezávadný a lze ho bez problému likvidovat. Velkým nedostatkem této izolace je její vlastní tíha, nevhodnost do vlhkých prostředí, a především malá pevnost v tlaku. Ve Švýcarsku se dříve diskutovalo o tom, že tyto vlny vylučují karcinogenní mikrovlákna, ovšem tato teorie byla po důkladném zkoumání vyloučena. Přestože se s tímto materiálem velmi dobře pracuje a je tvárný, musíme

používat ochranné pomůcky, protože uvolňuje tenká ostrá vlákna, které mohou způsobit zánět. [17, 4]

Výhody skelné izolace:

- Zvukově izolační vlastnosti
- Nízký difuzní odpor
- Odolnost vůči vysokým teplotám
- Nehořlavé a tvárné
- Nízká hmotnost

Nevýhody skelné izolace:

- Náročné na kvalitu provedení
- Vysoká nasákavost
- Pořizovací cena

Výhody minerální izolace:

- Zvukově izolační vlastnosti
- Nízký difuzní odpor
- Odolnost proti vysokým teplotám a malá roztažnost
- Nehořlavé

Nevýhody minerální izolace:

- Vysoká nasákavost
- Hmotnost
- Náročnost na kvalitu provedení
- Pořizovací cena [17]

Obrázek 9 Minerální vlna



Zdroj: [23]

Tento materiál není tolik využívaný, jak by asi mohl být díky jeho skvělým izolačním vlastnostem. Vyskytuje se ve dvou podobách, měkká převážně jako molitan anebo tvrdá polyuretanová pěna, která je ve stavebnictví více používaná a známá jako PUR pěna. PUR pěna se dále dělí na jednosložkovou, která je ve spreji a nejvíce se využívá k vyplňování otvoru nebo k lepení konstrukcí. Druhou možností je PUR pěna dvousložková.

Pěnový polyuretan je nenasákavý materiál, který přijímá vlhkost jen do povrchových mechanicky otevřených pórů. Jeho využití je nejběžnější u obrácených nebo šikmých střech, kde působí i jako pojistná hydroizolace. Dále se používá v místech, které jsou vystaveny vlhkosti nebo velkým tlakům. Při použití PUR izolace nám umožňuje ztenčit tloušťku izolace zhruba o polovinu oproti EPS. Na stavbu se buď dodává v tekuté podobě, kdy je nanášena ze speciální pistole na připravenou plochu, která je vymezena omítníky a následně nabude. Dále se dováží už celé PUR panelové desky, které se kotví obdobně jako EPS. [4]

Výhody:

- Vysoká pevnost
- Široké možnosti použití

- Dobrá přilnavost
- Odolný vůči rozpouštědlům a kyselinám

Nevýhody:

- Neekologický
- Citlivý na UV záření
- Vysoká pořizovací cena [17]

Obrázek 10 Pěnový polyuretan



Zdroj: [24]

3.1.1.4.5 Pěnové sklo

Pěnové sklo se vyrábí z nově vyrobeného skla nebo z recyklátu. Jednou z hlavních výhod pěnového skla je relativně velká únosnost v tlaku a absolutní difuzní uzavřenost. Díky tomu se používá především k oddělení prostorů s vysokou vlhkostí, kde by jiné materiály nezajistily tepelně vlhkostní režim. [25]

Výhody:

- Vysoká pevnost v tlaku
- Nenasákavé
- Biologicky a chemicky odolné
- Nehořlavé
- Snadná opracovatelnost

- Životnost

Nevýhody:

- Odolnost vůči teplotám
- Velmi vysoký difuzní odpor
- Nepružné
- Vysoká pořizovací cena [17]

Obrázek 11 Pěnové sklo



Zdroj: [26]

3.1.1.4.6 Přírodní materiály

Korek

Korek je přírodní materiál s jedinečnou buněčnou strukturou, díky které má výborné zvukové a tepelně izolační vlastnosti. Nepřenáší vibrace, je nehořlavý, zabraňuje šíření plísní, je paropropustný a nenasákavý. Dalším unikátem, který korek má je, že si dokáže zachovat své technické vlastnosti dlouhá desetiletí. Díky jeho univerzálním vlastnostem se dá využít v podstatě kdekoliv na objektu, u střech, podlah, obkladech či zateplení a zároveň u všeho splňuje ty nejpřísnější kritéria. [27]

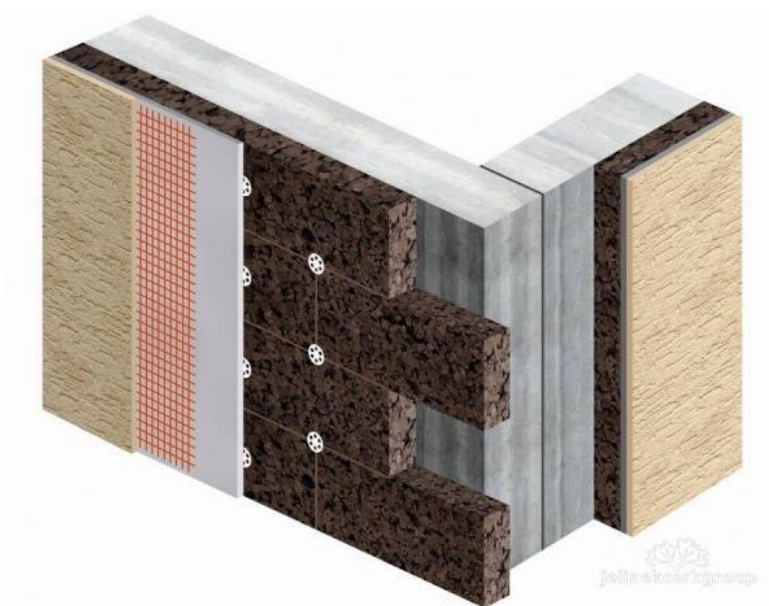
Výhody:

- Životnost
- Rozměrově stálý
- Omezuje vznik tepelných mostů
- Vysoká odolnost vůči extrémním povětrnostním vlivům
- Odolný vůči bakteriím
- Tepelná a zvuková izolace v jednom
- Přírodní produkt

Nevýhody:

- Vysoká cena
- Špatná dostupnost [27]

Obrázek 12 Korková izolace



Zdroj: [28]

Ovčí vlna

Ovčí vlna je výborný tepelný izolant, který je nejvíce oblíbený u ekologických staveb. Její vlastnosti jsou velmi podobné jako u minerální vlny, avšak největším rozdílem a výhodou ovčí vlny oproti minerální vlně je schopnost pohltit velké množství vlhkosti. Když tedy přičteme k této schopnosti ještě další vlastnosti, jako například nehořlavost, ekologičnost a obnovitelnost tak to ovčí vlnu řadí mezi elitu v zateplovacích

materiálech. Ovšem výroba je poměrně nákladná a bylo by optimální, aby stát podpořil výrobu tohoto materiálu. [29]

Výhody:

- Přírodní materiál
- Odolný vůči škůdcům a plísním
- Při výrobě nevzniká žádný odpad
- Třída hořlavosti B2
- Schopnost vázat vodu bez porušení tepelných vlastností
- Prodyšný materiál

Nevýhody:

- Cena
- Nutná úprava vlny – odstranění tuku
- Nutné dodatečné pevnění – materiál si sedá a je potřeba ho doplňovat
- Málo odolnost v tlaku

Obrázek 13 Ovčí vlna



Zdroj: [30]

3.1.2 Odvětrávané fasády

Dalším možným způsobem zateplení je pomocí takzvané odvětrávané fasády. Na první pohled by laik nepoznal rozdíl. Hlavním rozdílem je vzduchová mezera, která vznikne mezi vrstvou tepelné izolace a přesazenou vrstvou. Její velikost se liší podle

projektu, ovšem minimálně jsou vyžadovány 4 centimetry. Hlavním úkolem této mezery je odvést přebytečnou vlhkost mimo konstrukci budovy. U odvětrávaných fasád se nejvíce používají izolace, které mají malý difuzní odpor a umožňují proudění vzduchu. Mezi nejvíce používané izolanty patří například minerální vlna, ovčí vlna, buničina, sláma nebo konopí. [31]

Přednosti:

- Dobré tepelně izolační vlastnosti
- Možnost u objektů s vyšší vlhkostí
- Možná montáž i za mrazu
- Životnost
- Snadná údržba a opravitelnost

Nedostatky:

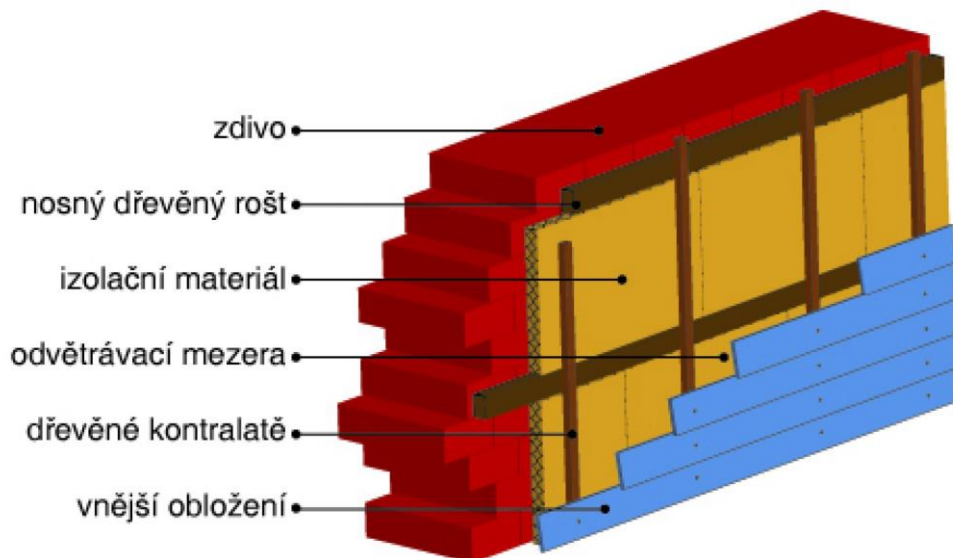
- Náchylnější na vznik tepelných mostů
- Vyšší pracnost
- Vyšší cena než u kontaktního zateplení [32]

3.1.2.1 Technologický postup

Pokud se rozhodneme pro tento typ zateplení, budeme muset nejdříve vytvořit rošt. Rošty jsou zpravidla tvořeny pomocí dřevěných latí, které nejprve musíme impregnovat proti hnilobě a škodlivému hmyzu a připevňujeme je ke zdivu pomocí atestovaných příchytěk. Jelikož se nikdy nepovede, aby stěna byla dokonale vyrovnaná, doporučuje se latě nejdříve připevnit vertikálně a následně horizontálně. Další možností vytvoření roštu je pomocí různých kotvicích systému, které jsou převážně z kovu. Do vytvořeného roštu následně skládáme zvolený izolační materiál. První vrstvu vkládáme do vertikálních latí a druhou vrstvu do horizontálních, tím se i překryjí jednotlivé spáry. Pokud zvolíme správný rozměr roštu nemusí se izolace dále nijak kotvit či lepit, ale především záleží na typu použitého materiálu. Pokud je ovšem deska volná a vypadává je nutné jí kotvit způsobem výše uvedeným. Další možností kotvení, je kotvení na trny. Trny zabudují na stěnu objektu a izolant se na ně následně napichuje, při tomto způsobu kotvení můžeme vynechat vymežovací rošt a vytváříme přímo rošt pro tvorbu

vzduchové mezery. Posledním krokem je osazení finální vrstvy systému společně s mřížkou, která se připevní na spod tak, aby do mezery nezalézali škůdci. [33]

Obrázek 14 Odvětrávaná fasáda



Zdroj: [32]

3.1.2.2 Chyby při montáži

Zvýšenou pozornost je potřeba věnovat kotvení systému do zdi. Kovové kotvy totiž můžou zvýšit únik tepla až o 20 %. Když k tomu ještě přičteme spáry a špatné provedení můžeme se dostat až na 50 %. Proto je důležité, aby se kotvy správně odizolovaly. Vzniklé spáry po montáži se musí utěsnit PUR pěnou.

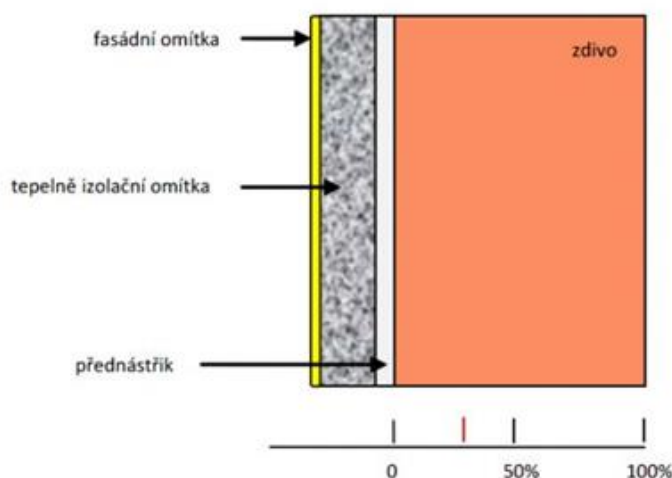
3.1.2.3 Vnější plášť

Dalo by se říct, že jedna z výhod odvětrávané fasády je skoro neomezené množství finální úpravy. Ovšem finální obklad neplní pouze funkci estetickou, ale i ochranou. Obklad chrání izolaci před teplotními rozdíly, srážkami, větrem a ostatními vnějšími vlivy. Pro finální povrchovou úpravu se dá použít téměř cokoliv, ale nejvhodnější jsou deskové materiály typu OSB desky, cetrisové desky, prkna nebo plastové lamely. U administrativních budov bývá často použit skleněný obvodový plášť. Pro tvorbu skladeb byly vybrány cetrisové desky, dřevo a cihla Novabrik. [31]

3.1.3 Tepelně izolační omítka

Termo omítky jsou v současné době na začátku svého rozvoje. Jde o moderní způsob zateplení a vytváří mezistupeň mezi kontaktním a odvětrávaným zateplením. Tato omítka odvádí z fasády vodní páry a díky tomu umožňuje stěnám „dýchat“. Tato omítka se doporučuje stavebníkům, kteří mají negativní zkušenosti s EPS či jinými zateplovacími materiály. Její velkou nevýhodou je pořizovací cena.

Obrázek 15 Tepelně izolační omítka



Zdroj: [34]

Níže uvedená tabulka porovnává termoizolační omítku s expandovaným polystyrenem. Tato tabulka uvádí hodnoty, při kterých dochází ke stejným izolačním vlastnostem u obou materiálů.

Tabulka 1 Porovnání omítky s izolantem

Termoomítka	11cm	15cm	20cm	23cm	30cm
EPS-F, VATA	5cm	7cm	9cm	11cm	15cm

Zdroj: [34]

Jedná se o klasickou omítku vylepšenou o izolační materiál, především perlit nebo polystyren. Je důležité si uvědomit, že termo omítka sama osobě nestačí a doporučuje se jí používat s tepelně izolační maltou. Vůbec nejlepší provedení je, když se termo omítka nanáší jednak z venčí, ale také i na vnitřní stranu obvodové zdi. Tento typ omítky je speciálně upravován, díky čemuž je odolná proti plísním a nehořlavá. Při

správném provedení nevznikají téměř žádné tepelné mosty. Druhou možností, jak využít termo omítku, je jako doplňková izolace, kdy už je objekt z části zateplen, například polystyrenem, a následně se aplikuje právě termo omítku, která dokonale uzavře spáry a zamezí tak vzniku tepelných mostů. [35]

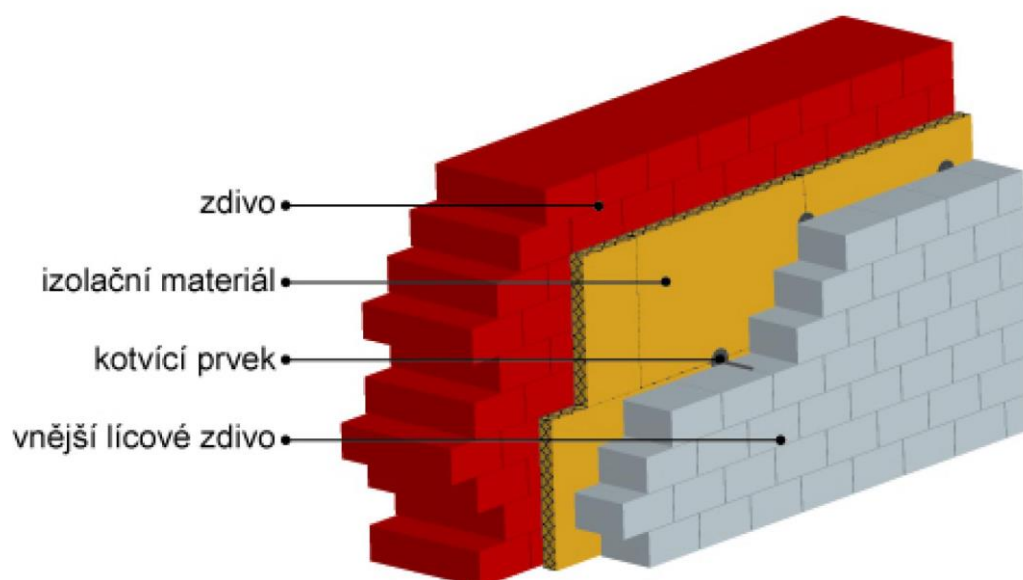
4 Vnitřní zateplení a sendvičový systém

Další možností, jak zateplit objekt je za pomoci vnitřního zateplení a pomocí takzvaného sendvičového systému. V následující kapitole budou oba způsoby vysvětleny.

4.1 Sendvičový systém

Na tento systém se dá dívat ze dvou pohledů. Prvním z nich je forma sendvičové konstrukce. Tato konstrukce se skládá z více vrstev materiálů, které mají odlišné tepelně izolační vlastnosti. Skladba může vypadat následovně nosná zeď, tepelný izolant, odvětrávací mezera a vnější přízdívka, popřípadě další nosná stěna. Tento systém se nejvíce používá u řadových budov, kdy jsou mezi jednotlivé nosné zdi vkládány tepelně a zvukově izolační materiály.

Obrázek 16 Sendvičový systém



Zdroj: [32]

Výhody:

- Dobré tepelné a izolační vlastnosti
- Možnost aplikace více izolačních vrstev
- Protipožární odolnost
- Životnost

Nevýhody:

- Vyšší pracnost a technologická náročnost
- Důležitá vzduchová mezera kvůli kondenzaci
- Cena [32]

Druhou možností jsou sendvičové desky. Tyto desky se většinou vytváří ze dvou či více materiálů a jejich vlastnosti se následně odvíjí od použitých komponentů. Největší výhodou je rychlost výstavby neboli rychlá montáž opláštění, především když se deska skládá z kovu a tepelně izolačního materiálu. Z toho vyplývá nejčastější použití těchto desek, a to především u velkých výrobních a ocelových hal. [36]

4.2 Vnitřní zateplení

Zateplení interiéru úzce souvisí s šířením vlhkosti. Pokud se překryje konstrukce z interiéru tepelnou izolací, bude mít stávající konstrukce nižší teplotu, než měla při stavbě. Bohužel nižší teplotu nebude mít pouze stávající konstrukce, ale i všechny konstrukce, které na ní přiléhají. V zimním období může být hlavním problémem kondenzace vodní páry, která podporuje růst plísně. Naopak v létě, kdy teploty rostou se bude konstrukce ohřívat, díky čemuž může dojít k rozpínání materiálu a následnému vzniku trhlin. Tyto problémy postihnou všechny přilehlé konstrukce. Největší riziko poškození je především u dřevěných konstrukcí, jako jsou například stropy, podlahy a krokve. Důsledky jsou pak velmi rozsáhlé od vzniku velmi nezdravého vnitřního prostředí až po statické porušení konstrukce. Pokud se rozhodneme pro tento typ zateplení musíme obzvlášť dávat pozor na kvalitu provedení, ale i na volbu kvalitních materiálů. To vše vede k tomu, že se jedná o jeden z vůbec nejdražších způsobů zateplení. [31]

Vnitřní zateplení se používá u budov, kdy vnější zateplení nelze realizovat nebo je požadavek na zachování původního vzhledu fasády. Například u rekonstrukce historických budov a u starých domů s kamennými zdi. Důležité je, aby tepelný izolant co nejméně propouštěl vodní páru, a byl především kompaktní. Nepropustnost zajišťují různé fólie, které se aplikují ještě před montáží izolantu. Největší revolucí v tomto odvětví jsou tepelně izolační desky Kingspan Kooltherm K118, které jsou tvořeny z tvrdé fenolické pěny. [37]

5 Popis objektu

Vytvořené vrstvy budou aplikovány na nové výstavbě bytového domu. Jedná se o výstavbu dvou bytových domů v Českém Brodě č.p. 722/2 a 722/6 o pěti podlažích. V jednom bytovém domě se nachází 19 bytových jednotek. V 1.NP se nachází dvě bytové jednotky typu 2+KK dále pak šest garáží a devatenáct sklepních kójí. V 2.NP až 4.NP se nachází bytové jednotky typu 1+KK, 2+KK a 3+KK. V 5.NP se pak nachází byty typu 4+KK. Objekt nemá žádné podzemní podlaží. Objekt se nachází blízko železničního koridoru, a proto by měl být kladen důraz nejen na tepelnou izolaci, cenu ale především i na zvukovou izolaci, aby bylo zajištěno pohodlí obyvatel. Celková zastavěná plocha jednoho bytového domu je 461,3 m² a obestavěný prostor jednoho objektu je 6623,3 m³.

Obrázek 17 Vizualizace objektu



Zdroj: Vlastní

6 Oceňování rozpočtů

Tato část bakalářské práce se věnuje základním způsobům ocenění rozpočtů. Existují základní dva typy, které budou v následující kapitole představeny. Dále budou charakterizovány používané cenové soustavy.

6.1 Oceňování stavební produkce

Hlavním cílem rozpočtování ve stavebnictví je sestavit výčet všech nákladů, které jsou v souvislosti se stavební činností. Náklady se strukturují tak, aby byly co možná nejvíce přehledné a srozumitelné. Budoucími uživateli rozpočtu jsou obvykle účastníci stavebního řízení například stavebník, zhotovitel, projektant, popřípadě orgány statní správy a podobně. Banky například používají rozpočty k vyčíslení hodnoty hypotéky. [38]

6.2 Kontrolní Rozpočet

Kontrolní rozpočet si nechává zadavatel vytvořit od projektanta. Ten vychází z projektové dokumentace, z ní spočítaného výkazu výměr a zpravidla pomocí databáze směrných cen stavebních prací. Takto oceněný výkaz výměr se nazývá kontrolním rozpočtem. Pro investora ho vytváří projektant. Jde o to, aby zadavatel mohl jednodušeji stanovit předpokládané náklady stavby. Při podávání veřejných nabídek je součástí ze zákona §44 odst.4 kromě projektové dokumentace i soupis stavebních prací, dodávek a služeb s výkazem výměr. Pokud si investor nechal zpracovat kontrolní rozpočet může ho následně použít jako již zmíněný výkaz výměr a soupis prací. [38]

6.3 Nabídkový rozpočet

Tento rozpočet představuje ocenění všech konstrukcí a prací, ze kterého se dílo skládá. Oproti kontrolnímu rozpočtu ho předkládá dodavatel investorovi jako cenový návrh zakázky. Nabídkový rozpočet je v podstatě výkaz výměr oceněný jednotkovými cenami. Tyto ceny si každý dodavatel zpracovává dle svých výrobních a technologických možností. Proto investor poptává více dodavatelů, jelikož jednotlivé jednotkové ceny se mohou lišit. [38]

6.4 Cenové soustavy a kalkulační vzorec

V České republice se obvykle používají dva typy oceňovacích podkladů. Prvním použitelným podkladem je Soustava rozpočtových ukazatelů od společnosti ÚRS Praha. Tyto ukazatele čerpají informace již z postavených objektů a vytvářejí směrné ceny. Program, ve kterém se rozpočtuje v této soustavě se jmenuje Kros 4. Tento program zahrnuje kromě směrných cen a popisů také katalogy a sborníky cen pořizovacích materiálů a sazby přímých nákladů. Dalším použitelným podkladem je Katalog staveb a objektů od společnosti RTS Brno.

V této bakalářské práci se bude používat software Kros 4. Skladby budou oceněny směrnými cenami. Materiály, které databáze neobsahuje budou poptány u jejich výrobců.

Obecně si každý podnik vytváří vlastní strukturu nákladů pro kalkulaci a je sestavena do takzvaného individuálního kalkulačního vzorce. Tento vzorec by měl respektovat obecné zásady pro členění nákladů. U velkých podniků bývá významným rysem kalkulační vzorec modifikovat a členit ho podle potřeb uživatele. Jeho použití vyžaduje pečlivou přípravu vstupních dat, které jsou rozhodující pro správnou kalkulaci.
[39]

Obecná struktura kalkulačního vzorce vypadá následovně:

- Přímý materiál
- Přímé mzdy
- Ostatní přímé náklady
- Výrobní režie
- Správní režie
- Odbytová režie
- Zisk

7 Skladby zateplovacích systémů a vlastnosti materiálů

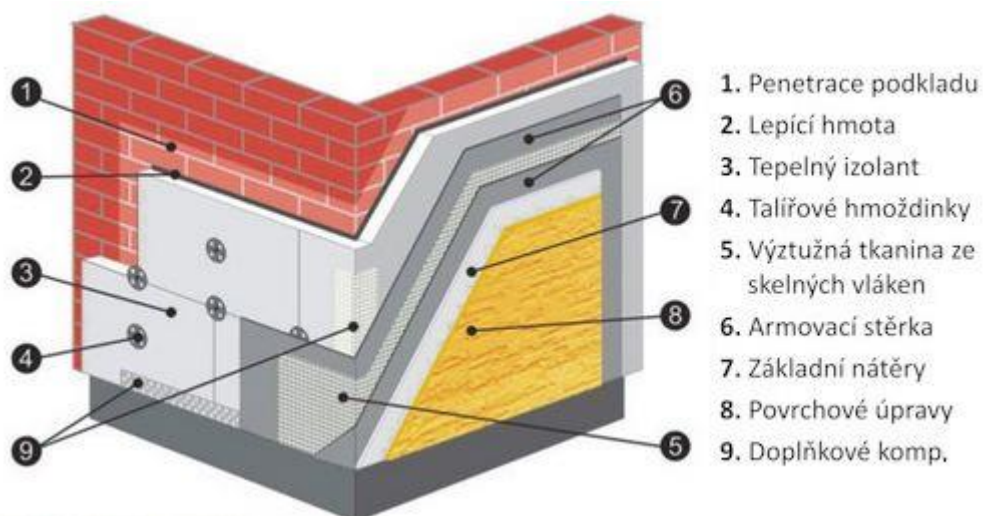
V této kapitole se bakalářská práce zabývá vytvořením skladeb pro následnou praktickou část bakalářské práce. Skladby budou tvořeny ze základních materiálů jako je polystyren a minerální vlna, ale i z materiálů jako je například korek či pěnové sklo. Další variantou bude odvětrávaná fasáda a poslední varianta bude tepelně izolační omítka doplněná o expandovaný polystyrén. V interiéru bude vždy provedena vápenocementová omítka tloušťky 1,5 cm.

Aby bylo možné lépe zhodnotit výsledky je vytvořena základní hodnota prostupu tepla, která bude dodržena u všech vytvořených skladeb, to znamená, že se budou u materiálů vyskytovat různé tloušťky. Základní hodnotou je $4,05 \text{ m}^2\text{K/W}$, tato hodnota odpovídá materiálu EPS 100F tloušťky 150 mm, který bude reálně použit na objektu, a proto je tato hodnota určena jako základní. Tloušťky materiálu budou navrženy tak, aby byly stejné, popřípadě vyšší, než je výchozí hodnota.

7.1 Kontaktní zateplení

Všechny materiály jsou deskové, a tudíž budou kotveny pomocí systému ETICS na obvodové zdivo za pomoci lepidla a hmoždinek.

Obrázek 18 Schéma skladby kontaktního zateplení



Zdroj: [40]

Skladby budou vytvořeny tak, aby materiály v nich použité měly stejný tepelný odpor, a proto tloušťky izolantů nebudou stejné.

7.1.1 Kontaktní zateplovací varianta 1

U první skladby bude použit jako tepelný izolant fasádní expandovaný polystyren Isover EPS 100 F. Tento materiál patří v České republice k nejběžnějším izolantům pro zateplování. Jako obvodové zdivo bude použit Porotherm 30 Profi. Toto zdivo bude aplikované u všech ostatních skladeb. EPS 100 F bude použit i na ostění a podhledy. Finální vrstvu bude tvořit tenkovrstvá silikátová omítka.

Skladba:

- Vnitřní vápenocementová štuková omítka – 15 mm
- Obvodové zdivo Porotherm 30 Profi P15 – 300 mm
- EPS 100 F–150 mm
- Vnější tenkovrstvá silikátová omítka tloušťky 2 mm

Využití pěnového expandovaného polystyrenu má velmi rozsáhlou škálu. Nejčastěji se používá při zateplování novostaveb RD a BD, na starší výstavby a rekonstrukce, pro domy se zdivem, které nejsou poškozeny vztlínající vlhkostí, pro dřevostavby a na ocelové kontejnery.

Tento materiál má také řadu výhod, které již byly v práci zmíněny. Jeho hlavní výhodou je snadná manipulace, a to díky jeho váze. Není náchylný na déšť ani sníh a je velmi dobře přilnavý k lepící a stěrkové ploše.

Ovšem má i své nevýhody. Tento izolant je méně paropropustný a při jeho montáži se vytváří velký odpad z EPS kuliček, které mohou mít dopad na životní prostředí. Je velmi náchylný na UV sluneční záření, které má za následek že povrch izolantu zprašuje a ubývá. Při teplotách nad 70 °C začne sublimovat a měnit svůj objem a tvar. Jeho největší nevýhodou je hořlavost. Tento izolant je zařazen do třídy reakce na oheň E, což je nejnižší třída. Kvůli této třídě se u výškových budov nad 12 metrů musí vkládat požární pásy z minerální vlny nebo jiného materiálu s minimální šířkou 900 mm, které mají třídu reakci na oheň A1 nebo A2. Tyto pásy by pak měly být použity i do

napraží, aby se zpomalilo šíření plamenů. Dále musí být vytvořen sokl z XPS, který požáru lépe odolává. Další nevýhodou je dále například nasákavost a malá odolnost v tlaku. [41]

Náklady při použití tohoto materiálu zobrazuje obrázek č.19. Jednotlivé dílčí položky naleznete v příloze č.1 Rozpočet EPS 100 F.

Obrázek 19 Náklady za zateplení EPS 100 F

Náklady ze soupisu prací	2 439 256,95
HSV - Práce a dodávky HSV	2 392 838,34
6 - Úpravy povrchů, podlahy a osazování výplní	2 091 308,16
9 - Ostatní konstrukce a práce, bourání	293 344,63
998 - Přesun hmot	8 185,55
PSV - Práce a dodávky PSV	46 418,61
713 - Izolace tepelné	46 418,61

Zdroj: Program Kros 4

Obrázek číslo 20 celkové hodnoty tepelného odporu konstrukce a celkového součinitele prostupu tepla za celou skladbu. EPS 100 F bude zvolen jako základní ukazatel, protože je navrhnutý pro zateplení novostavby BD. Ostatní skladby konstrukcí budou vytvořeny tak, abychom dostali co možná nejbližší hodnotu. Celkový výstup z programu Teplo naleznete v příloze č. 2 Kontaktní zateplení – EPS 100 F.

Obrázek 20 Vlastnosti skladby s EPS 100 F

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	5.756	0.169	0.0029	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.					

Zdroj: Program Teplo 2017

7.1.2 Kontaktní zateplovací varianta 2

V této skladbě bude použit jako tepelný izolant expandovaný polystyren s přidaným grafitem. Desky budou použity i na ostění a podhledy. Tento materiál se

v současné době dostává dokonce v používání před klasicky expandovaný materiál, a to především díky poměru cena/výkon.

Skladba:

- Vnitřní vápenocementová štuková omítka – 15 mm
- Obvodové zdivo Porotherm 30 Profi P15 – 300 mm
- Isover EPS greywall plus – 130 mm
- Vnější tenkovrstvá silikátová omítka tloušťky 2 mm

Tento materiál má v podstatě stejné výhody a nevýhody jako klasický expandovaný polystyren. Ovšem jeho charakteristické vlastnosti jsou přibližně o 15 % lepší, a to právě díky přidanému grafitu. Ten má za následek větší citlivost na UV sluneční záření a jeho povrchová teplota se může vyšplhat až na 80 °C. Proto se doporučuje při montáži tohoto izolantu zakrýt lešení sítí, popřípadě plachtou. Je to opět hořlavý materiál, a proto se u výškových budov musí znovu vkládat požární pásy z minerální vlny a je nutné vytvořit sokl z extrudovaného polystyrénu. Platí pro něj stejné podmínky jako u klasického expandovaného polystyrenu. [42]

Z obrázku číslo 21 je patrné, že tato skladba je přibližně o 60 000 Kč levnější než varianta předchozí. Jednotlivé položky rozpočtu opět zobrazuje příloha č. 3 Rozpočet EPS grafitový.

Obrázek 21 Náklady za zateplení EPS GREYWALL

Náklady ze soupisu prací	2 370 197,92
HSV - Práce a dodávky HSV	2 323 779,31
6 - Úpravy povrchů, podlahy a osazování výplní	2 022 965,73
9 - Ostatní konstrukce a práce, bourání	293 344,63
998 - Přesun hmot	7 468,95
PSV - Práce a dodávky PSV	46 418,61
713 - Izolace tepelné	46 418,61

Zdroj: Program Kros 4

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	5.764	0.169	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.

Zdroj: Program Teplo 2017

Z obrázku číslo 22 je patrné, že když bude porovnáván pouze EPS 100 F a EPS Greywall výhodnější bude právě Greywall. Oba materiály mají stejný tepelný odpor konstrukce, ale součinitel prostupu tepla je u této skladby přeci jen vyšší. Další výstupy z programu Teplo naleznete v příloze č. 4 Kontaktní zateplení – EPS grafitový

7.1.3 Kontaktní zateplovací varianta 3

Ve třetí skladbě bude jako izolant použita minerální vlna, která by měla být více paropropustná a měla by mít i další výhody oproti polystyrenům. Je to velmi kvalitní a oblíbený materiál, který se vytváří z čedičových vláken. Ostění i podhledy budou zatepleny také tímto materiálem. Dále je vytvořen sokl z XPS.

Skladba:

- Vnitřní vápenocementová štuková omítka – 15 mm
- Obvodové zdivo Porotherm 30 Profi P15 – 300 mm
- Minerální vlna– 150 mm
- Vnější tenkovrstvá silikátová omítka tloušťky 2 mm

Tento materiál většinou upřednostňují lidé, kteří nemají rádi výrobky na bázi plastu. Nejvíce se používá při stavbě budov, které jsou vyšší než 12 m, a to především díky tomu že je nehořlavý. Díky tomu se nemusí vkládat pásy, které brání šíření plamenů.

Nejen že má dobré tepelné vlastnosti, ale i vlastnosti akustické a dokáže pohlcovat zvuk. Desky z minerální vlny nejsou tak citlivé na UV sluneční záření a nemění svůj objem tak jako polystyreny. Desky, které jsou opatřeny silikátovým nástřikem jsou

více přilnavější, a tudíž je montáž rychlejší. U tohoto materiálu nevzniká takový odpad jako u desek z polystyrenu a jsou hygienicky a ekologicky nezávadné.

Ovšem i tento materiál má své nevýhody. Největší problém může nastat při zatečení vody při montáži, což by snížilo jeho tepelné vlastnosti. Oproti polystyrénům má větší objemovou hmotnost a hůře se s ním manipuluje. Při kotvení tohoto materiálu se smějí používat hmoždinky pouze s ocelovým trnem a spotřeba hmoždinek na m² je vyšší. Poslední nevýhodou je utěsnění vzniklých spár při montáži. Bohužel se tyto mezery nedají vyplnit montážní pěnou, ale můžou se použít pouze přířezky z minerální vlny. [43]

Z ukázky rozpočtu na obrázku číslo 23 je zřejmé, že tento materiál je dražší než zateplení z polystyrenu, a to zhruba o 500 000 Kč, což už jsou poměrně znatelné náklady. Jednotlivé položky rozpočtu opět naleznete v příloze č.5 Rozpočet minerální vlna.

Obrázek 23 Náklady za zateplení Minerální vlnou

Náklady ze soupisu prací	2 893 074,82
HSV - Práce a dodávky HSV	2 846 656,21
6 - Úpravy povrchů, podlahy a osazování výplní	2 538 112,49
9 - Ostatní konstrukce a práce, bourání	293 344,63
998 - Přesun hmot	15 199,09
PSV - Práce a dodávky PSV	46 418,61
713 - Izolace tepelné	46 418,61

Zdroj: Program Kros 4

Tepelný odpor konstrukce je opět velmi podobný, takže je splněn požadavek co nejvíce se přiblížit výchozímu materiálu tak, aby bylo možné porovnat jejich cenu. Součinitel prostupu tepla je vyšší, ale stále splňuje normu. Další informace z programu Teplo naleznete v příloze č.6 Kontaktní zateplení – Minerální vlna

Obrázek 24 Vlastnosti skladby s Minerální vlnou

SHRnutí VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 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]
...	stěna	5.649	0.172	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.

Zdroj: Program Teplo 2017

7.1.4 Kontaktní zateplovací systém varianta 4

Pro další variantu bude zvolen v našich podmínkách poměrně neobvyklý materiál a tím je pěnové sklo. Opět se jedná o recyklovaný materiál. Tento materiál bude použit také na zateplení ostění a podhledů. Sokl bude vytvořen opět z XPS.

Skladba:

- Vnitřní vápenocementová štuková omítka – 15 mm
- Obvodové zdivo Porotherm 30 Profi P15 – 300 mm
- Pěnové sklo Foamglas - 160 mm
- Vnější tenkovrstvá silikátová omítka tloušťky 2 mm

Tento materiál se dá použít jednak na zateplení fasád, ale i k zateplení střech a podlah. Nejvíce se využívá v místnostech, které jsou náročné na hygienické požadavky.

Obrázek 25 Zateplení pomocí Pěnového skla



Zdroj:[44]

Tento materiál má řadu charakteristik, které ho řadí mezi unikátní materiál. Mezi tyto vlastnosti patří malá hmotnost, díky které se s ním lehce manipuluje, vysoká pevnost v tlaku, vodotěsnost, nehořlavost, tepelně izolační vlastnosti a odolnost vůči chemikáliím. Nejen že má výborné tepelné izolační vlastnosti, ale slouží i jako zvuková izolace, kdy u 10 cm bloku je prostupnost 52 dB. To je srovnatelné pouze s minerální vlnou. Je zařazen do třídy reakce na oheň A1 což je nejvyšší třída, kterou materiál může mít. Díky koeficientu absorpci vody, který se pohybuje kolem 2 % se jedná o dokonale parotěsný materiál a znamená to, že v podstatě neabsorbuje žádnou vlhkost. Poslední výhodou je trvanlivost. Jeho životnost dosahuje skoro 100 let a nezatěžuje životní prostředí. Další kladnou vlastností je, že z hlediska dlouhodobého používání nemění svůj tvar a teploty ani srážky na něj nemají negativní dopad.

Pokud budeme hovořit o nevýhodách nalezneme pouze dva. Za to dost zásadní. Prvním a asi hlavním důvodem, který odradí od zateplení tímto materiálem jsou velmi vysoké pořizovací náklady. Vysoká cena materiálu je daná tím, že s výrobou jsou spojené vysoké náklady na energii a na technologie za pomoci kterých se vyrábí. Kromě toho je jeho výroba náročná časově i technologicky. Druhým nedostatkem je nízká pevnost pro mechanické poškození a vyznačuje se nízkou elasticitou, a proto je potřeba montážní práce provádět precizně. [44]

Z obrázku číslo 26 je patrné, že náklady za zateplení tímto materiálem jsou mnohem vyšší než u předchozích skladeb. Jak již vysvětluje předchozí odstavec může za

to cena pěnového skla, které je nákladné na výrobu. Jednotlivé dílčí položky najdete v příloze č.7 Rozpočet pěnové sklo.

Obrázek 26 Náklady za zateplení pěnovým sklem

Náklady ze soupisu prací	5 700 706,66
HSV - Práce a dodávky HSV	5 654 288,05
6 - Úpravy povrchů, podlahy a osazování výplní	5 346 822,10
9 - Ostatní konstrukce a práce, bourání	293 344,63
998 - Přesun hmot	14 121,32
PSV - Práce a dodávky PSV	46 418,61
713 - Izolace tepelné	46 418,61

Zdroj: Program Kros 4

Obrázek 27 Vlastnosti skladby s pěnovým sklem

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	5.604	0.173	0.0062	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.					

Zdroj: program Teplo 2017

Z obrázku číslo 27 vyplývá, že pěnové sklo je srovnatelný materiál s minerální vlnou, až na to že je zcela paropropustný. Další informace z programu tepla k této variantě naleznete v příloze č.8 Kontaktní zateplení – pěnové sklo.

7.1.5 Kontaktní zateplovací systém varianta 5

Pro poslední skladbu u kontaktního zateplení bude zvolen materiál, který je přírodní a nezatěžuje životní prostředí. Jedná se o korek. Tento materiál se dá použít jak do interiéru, tak i do exteriéru. Ve stavebnictví se používá především díky jeho antivibračním schopnostem. Výrobce bohužel vyrábí jen desky tloušťky 120 mm a 200 mm. Pro práci byly vybrány silnější varianty desek. Korek bude použit jak na ostění, tak i na podhledy. Sokl je vytvořen z extrudovaného polystyrenu. Přesto že se jedná

o přírodní materiál je jeho třída na reakci s ohněm B. Tato třída se dá navýšit za pomoci vodního skla až na A2.

Skladba:

- Vnitřní vápenocementová štuková omítka – 15 mm
- Obvodové zdivo Porotherm 30 Profi P15 – 300 mm
- Korkové desky – 200 mm
- Vnější tenkovrstvá silikátová omítka tloušťky 2 mm

Korek je spíše známý díky svým zvukovým vlastnostem, ale je možné ho použít i například na zateplení fasád. Nejvíce se používá v kvalitních ekologických, nízkoenergetických a pasivních stavbách, kde je nutné vytvořit zdravé prostředí. Korek se vyrábí v mnoha variantách od izolačních desek, které jsou určeny na fasádu, až po antivibrační desky a korkovou drť. Díky svým přírodním vlastnostem je odolný vůči plísním dřevokaznému hmyzu, roztočům a hlodavcům. Pro zajímavost je korková izolace použita například ve Vile Tugendhat v Brně. [28]

Jeho hlavní výhodou je, že splňuje hned několik izolačních vlastností a to tepelnou, zvukovou, vibrační a antibakteriální. Má nízký difuzní odpor a nedochází k akumulaci vodních par. Je rozměrově stálý a eliminuje vznik tepelných mostů. Skvěle se hodí do extrémních podmínek, jelikož odolává povětrnostním vlivům a rozdílům od -200 °C do 200 °C a je odolný vůči škůdcům. Poslední výhodou je jeho životnost.

Zdá se, že se jedná o ideální materiál, ale má i své nevýhody. Velkým problémem je dostupnost tohoto materiálu, protože se vyrábí z dubu, který se nachází pouze ve Španělsku a Portugalsku. To má za následek poměrně vysoké pořizovací náklady. [45]

Obrázek 28 Zateplení korkem



Zdroj: [45]

Z obrázku číslo 29 je patrné, že náklady se blíží ceně pěnového skla. Je to dáno tím, že se jedná o přírodní materiál a je to také způsobeno jeho dostupností. Jednotlivé dílčí položky naleznete v příloze č.9 Rozpočet korkové desky.

Obrázek 29 Náklady za zateplení Korkem

Náklady ze soupisu prací	5 680 177,95
HSV - Práce a dodávky HSV	5 633 759,34
6 - Úpravy povrchů, podlahy a osazování výplní	5 325 560,44
9 - Ostatní konstrukce a práce, bourání	293 344,63
998 - Přesun hmot	14 854,27
PSV - Práce a dodávky PSV	46 418,61
713 - Izolace tepelné	46 418,61

Zdroj: Program Kros 4

Obrázek 30 Vlastnosti skladby s korkem

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	6.146	0.158	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.					

Zdroj: Program Teplo 2017

Když se podíváme na vlastnosti skladby z obrázku číslo 30, můžeme si všimnout, že dosahuje vůbec nejlepších vlastností. Má nejvyšší tepelný odpor konstrukce, což je velmi důležité. Zároveň má nejnižší součinitel prostupu tepla konstrukce, což ho řadí do kategorie nízkoenergetický / pasivní dům. Podrobný výstup z programu teplo naleznete v příloze č.10 Kontaktní zateplení – Korek.

7.2 Odvětrávané fasády

U odvětrávacích fasád bude zvolena opět jako obvodová stěna pálená cihlu Porotherm 30 Profi P15. Jako izolační materiál bude použita minerální a ovčí vlna. Finální úprava materiálu se skládá z cetrisových desek, cihel novabrik, dřevěných desek parklex a panelů belan, které také napomáhají k příznivějšímu ukazateli prostupu tepla.

Pokud se rozhodneme pro tuto variantu zateplení, musíme být připraveni na to, že cena bude řádově dvakrát až čtyřikrát vyšší než u kontaktního zateplení. Je to způsobeno tím, že z části zateplujeme kontaktně, respektive lepíme izolaci z minerální vlny. Dále probíhá montáž závěsného systému tak, aby vznikla vzduchová mezera a posledním aspektem ceny je finální úprava. Všechny tyto části budou mít vliv na výsledné náklady.

Na druhou stranu má odvětrávaná fasáda i své výhody. Zdi jsou díky tomuto systému izolované, ale zároveň i odvětrávané díky vzduchové mezeře a minerální vlně. Systém má díky více vrstvám vysokou životnost. V létě nám tento systém poskytne svoji službu. Dům se bude lépe ochlazovat a nedejde k přehřátí fasády. Montáž fasády je poměrně nenáročná a rychlá a její jednotlivé části se dají rychle vyměnit. Ačkoliv jsou

náklady na pořízení až čtyřikrát vyšší, její investice se do budoucna rozhodně vrátí ve formě snížení nákladů za tepelné energie. [46]

7.2.1 Odvětrávaná fasáda varianta 1

V první variantě bude použita tvrdá polyuretanová pěna, přesněji fasádní panely od výrobce Belan. Tyto panely se vyrábí z tvrdé monolitní polyuretanové pěny a vnější stranu tvoří Betonové dlaždice, které již mají vyplněné spáry. Díky tomu jsou tyto panely hned po dodávce připraveny na montáž. Bohužel se panely vyrábí pouze v tloušťce 50 mm a díky zabudovaným betonovým dlaždicím je nelze vrstvit. Pro skladbu bude zvolena základní tloušťka 50 mm. Tímto materiálem se nedá zateplit ostění. Výrobce ve schématech uvádí, že se ostění může zateplit extrudovaným polystyrenem, popřípadě aby se okno posunulo na vnější stranu zdiva. Byla zvolena první možnost a ostění bude zachováno a zatepleno bude extrudovaným polystyrenem tloušťky 50 mm. Samotný panel se vyrábí pouze v tloušťce 50 mm, ale výrobce udává že zvládne vyrobít panel tlustší pomocí extrudovaného polystyrenu, který se nalepí na panel. Tyto panely se dají použít jak na odvětrávaný systém, tak pro kontaktní systém. [47]

Skladba:

- Vnitřní vápenocementová štuková omítka – 15 mm
- Obvodové zdivo Porotherm 30 Profi P15 – 300 mm
- Minerální vlna – 100 mm
- Vzduchová mezera – 60 mm
- Fasádní panely Belan – 50 mm

Největší nevýhodou tohoto materiálu je jeho cena. Tento obklad se totiž nevyrábí u nás, ale dováží se ze zahraničí, a tudíž záleží na ceně eura. Na obrázku číslo 31 je patrné, že náklady na toto provedení je zhruba třikrát vyšší než u EPS 100 F. Jednotlivé položky zobrazuje příloha č.11 Rozpočet panely belan.

Obrázek 31 Náklady zateplení panely belan

Náklady ze soupisu prací	7 325 603,75
HSV - Práce a dodávky HSV	7 279 185,14
6 - Úpravy povrchů, podlahy a osazování výplní	6 980 939,18
9 - Ostatní konstrukce a práce, bourání	293 344,63
998 - Přesun hmot	4 901,33
PSV - Práce a dodávky PSV	46 418,61
713 - Izolace tepelné	46 418,61

Zdroj: program Kros 4

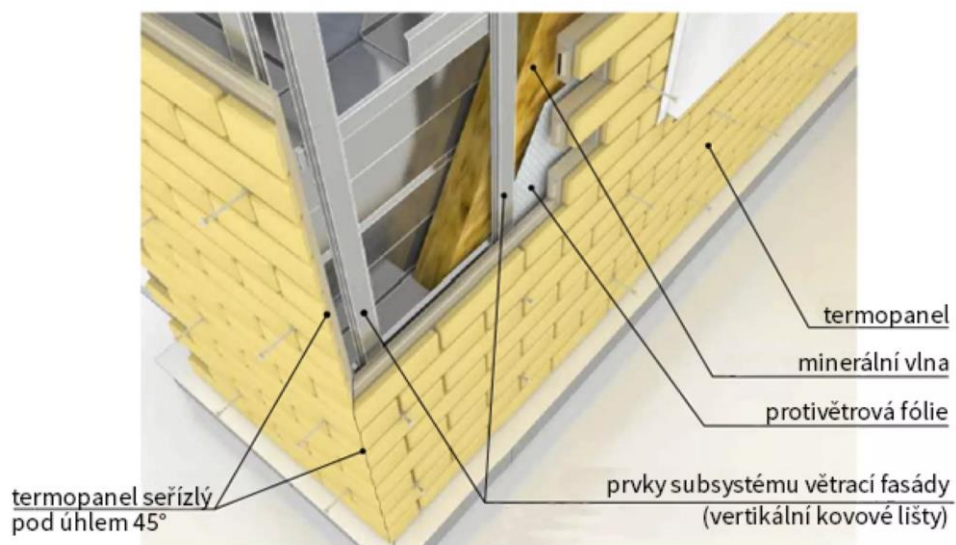
Obrázek 32 Vlastnosti skladby s panely belan

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	6.349	0.153	0.3553	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.					

Zdroj: Program Teplo 2017

Z obrázku číslo 32 je zřejmé, že tepelný odpor konstrukce je poměrně vysoký a součinitel prostupu tepla poměrně nízký tak, jako tomu bylo u korku. Proto se řadí do kategorie nízkoenergetický / pasivní dům. Jediný rozdíl je, že zdaleka není tak ekologický jako korek. Podrobnější informace z výstupu příloze č. 12 Odvětrávané zateplení – panely Belan.

Obrázek 33 Skladba panelu Belan



Zdroj: [48]

7.2.2 Odvětrávaná fasáda varianta 2

V této skladbě bude použita finální vrstva z cetrisových desek. Tento materiál je na českém trhu již zhruba 30 let a patří k jednomu z nejoblíbenějších materiálů. Jejich oblíbenost je způsobena díky široké škále použití. Dají se montovat na fasádu, na stěny a podlahy, dále pak jako protipožární aplikace a podobně. Tyto desky jsou lehčí než tradiční cementovláknité desky a také mají lepší odolnost vůči povětrnostním vlivům, mrazům, plísním a škůdcům. Jedná se o ekologický a nehořlavý materiál, který má zároveň dobré zvukové izolační vlastnosti.

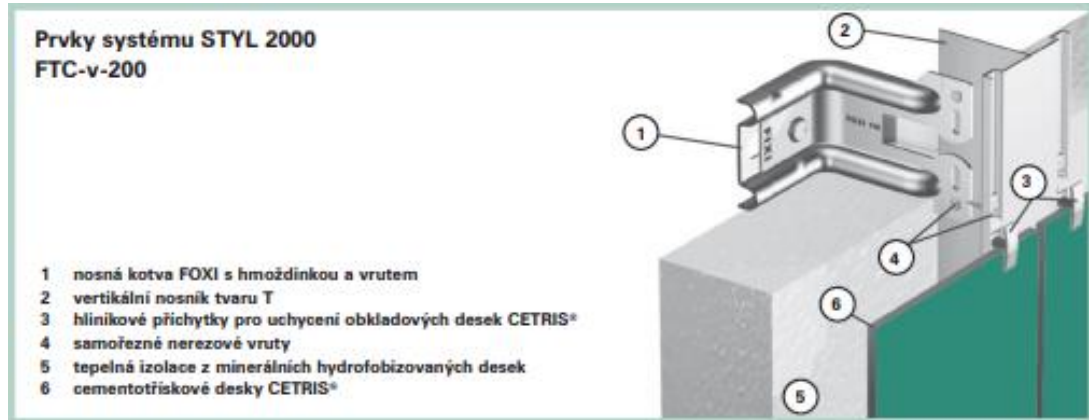
V současné době se kromě zvyšování nároků na tepelnou izolaci klade důraz i na ochranu zdiva proti vlhkosti. V obytných a administrativních budovách bývá problém relativní vlhkost vzduchu. Ta se dostává k vnějšímu povrchu zdiva, kde může zmrznout a tím zvětší svůj objem. Cetrisové desky v kombinaci s odvětraným systémem jsou vhodnou volbou k tomu, aby se těmto problémům předcházelo. [49]

Skladba:

- Vnitřní vápenocementová štuková omítka – 15 mm
- Obvodové zdivo Porotherm 30 Profi P15 – 300 mm
- Minerální vlna – 140 mm

- Vzduchová mezera – 60 mm
- Cetrisové desky – 16 mm

Obrázek 34 Schéma skladby s cetrisovou deskou



Zdroj: [49]

Obrázek 35 Náklady zateplení s Cetrisovými deskami

Náklady ze soupisu prací	8 010 338,70
HSV - Práce a dodávky HSV	5 777 417,63
6 - Úpravy povrchů, podlahy a osazování výplní	5 478 580,82
9 - Ostatní konstrukce a práce, bourání	293 344,63
998 - Přesun hmot	5 492,18
PSV - Práce a dodávky PSV	2 232 921,07
713 - Izolace tepelné	46 418,61
762 - Konstrukce tesařské	2 186 502,46

Zdroj: Program Kros 4

Obrázek 36 Vlastnosti skladby s cetrisovými deskami

SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 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]
...	stěna	5.682	0.171	0.6895	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.

Zdroj: program Teplo 2017

Náklady na provedení této skladby jsou patrné z obrázku číslo 35. Jsou poměrně vysoké a jsou dokonce vyšší než u panelů belan a to i přesto, že má v podstatě horší vlastnosti. Z obrázku číslo 36 je patrné, že vlastnosti skladby by se daly spíše přirovnat ke Kontaktnímu zateplení s minerální vlnou. Z toho vyplývá, že cetrisové desky nemají až takový vliv na izolační vlastnosti a slouží spíše jako ochranný plášť. Podrobnější informace z výstupů zobrazují v přílohy č. 13 a 14.

7.2.3 Odvětrávaná fasáda varianta 3

U této skladby bude vyměněn pouze tepelně izolační materiál a jako finální vrstvu budou použity cetrisové desky. A to z toho důvodu, že jak minerální vlna, tak cetrisové desky jsou nehořlavý materiál. Tudíž bychom nezískali žádné výhody. Oproti tomu ovčí vlna má třídu reakci na oheň E, tudíž by jí cetrisové desky v tomto směru doplňovaly. Dalším důvodem je, že ovčí vlna je přírodní a ekologický materiál.

Skladba:

- Vnitřní vápenocementová štuková omítka – 15 mm
- Obvodové zdivo Porotherm 30 Profi P15 – 300 mm
- Ovčí vlna – 160 mm
- Vzduchová mezera – 60 mm
- Cetrisové desky – 16 mm

Obrázek 37 Náklady na zateplení cetrisovými deskami a ovčí vlnou

Náklady ze soupisu prací	7 984 542,57
HSV - Práce a dodávky HSV	5 751 621,50
6 - Úpravy povrchů, podlahy a osazování výplní	5 448 331,80
9 - Ostatní konstrukce a práce, bourání	293 344,63
998 - Přesun hmot	9 945,07
PSV - Práce a dodávky PSV	2 232 921,07
713 - Izolace tepelné	46 418,61
762 - Konstrukce tesařské	2 186 502,46

Zdroj: Program Kros 4

Obrázek 38 Vlastnosti skladby s cetrisovými deskami a ovčí vlnou

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	5.998	0.162	0.3987	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.

Zdroj: Program Teplo 2017

Z obrázků číslo 37 a 38 je patrné, že tato varianta by byla výhodnější jak z cenového hlediska, tak z technologického hlediska. Přestože byly náklady sníženy stále to tuto variantu řadí mezi jedny z těch dražších. Podrobné informace zobrazují přílohy č. 15 a 16.

7.2.4 Provětrávaná fasáda varianta 4

U této skladby odvětrávané fasády bude finální vrstvu tvořit fasádní cihla LifeBrick. Tato cihla se dá použít na zateplení všech stavebních konstrukcí. Stavba se následně celá odvětrává plošně, a to především kvůli prodyšnosti materiálů. Tyto cihly se vyrábějí z vibrolisovaného probarveného perlit – betonu a nabízí širokou škálu barevnosti. Patří k jedněm z nejvíce používaných materiálů na finální úpravu, a to díky jejím izolačním vlastnostem. [50]

Skladba:

- Vnitřní vápenocementová štuková omítka – 15 mm
- Obvodové zdivo Porotherm 30 Profi P15 – 300 mm
- Minerální vlna – 140 mm
- Vzduchová mezera – 60 mm
- Cihla Lifebrick– 60 mm

Obrázek 39 Schéma zateplení cihlou Llifebrick



Zdroj: [51]

Obrázek 40 Náklady zateplení cihla Llifebrick

Náklady ze soupisu prací	4 631 268,30
HSV - Práce a dodávky HSV	4 584 849,69
6 - Úpravy povrchů, podlahy a osazování výplní	4 279 490,81
9 - Ostatní konstrukce a práce, bourání	293 344,63
998 - Přesun hmot	12 014,25
PSV - Práce a dodávky PSV	46 418,61
713 - Izolace tepelné	46 418,61

Zdroj: Program Kros 4

Obrázek 41 Vlastnosti skladby LifeBrick

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	6.525	0.149	0.5286	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.					

Zdroj: Program Teplo 2017

Z uvedených dat na obrázku číslo 40 a 41 je zřejmé, že se jedná o druhou nejlevnější variantu odvětrávaných fasád, přestože jsou její vlastnosti velmi dobré. Tepelný odpor konstrukce je dokonce nevyšší ze všech doposud uvedených skladeb. Součinitel prostupu tepla opět řadí tuto skladbu k nízkoenergetickým / pasivním budovám. Podrobnější informace z výstupů zobrazují přílohy č.17 a 18.

7.2.5 Odvětrávaná fasáda varianta 5

U poslední varianty odvětrávané fasády bude použit přírodní materiál, a to dřevěné panely parklex. Tento materiál dodává fasádě krásný vzhled přírodního dřeva. Jeho povrch je tvořen pravým tropickým dřevem, které je chráněno folií odolnou vůči UV slunečnímu záření, mrazu, dešti, větru a sněhu. Jádro této desky je tvořeno z vrstev sulfátového papíru syceného fenolovými pryskyřicemi. [52]

Skladba:

- Vnitřní vápenocementová štuková omítka – 15 mm
- Obvodové zdivo Porotherm 30 Profi P15 – 300 mm
- Minerální vlna– 140 mm
- Vzduchová mezera – 60 mm
- Dřevěné panely parklex – 10 mm

Obrázek 42 Upevnění desky parklex



Zdroj: [53]

Obrázek 43 Náklady na zateplení deskou parklex

Náklady ze soupisu prací		7 314 991,84
HSV - Práce a dodávky HSV		7 268 573,23
6 - Úpravy povrchů, podlahy a osazování výplní		6 969 341,31
9 - Ostatní konstrukce a práce, bourání		293 344,63
998 - Přesun hmot		5 887,29
PSV - Práce a dodávky PSV		46 418,61
713 - Izolace tepelné		46 418,61

Zdroj: Program Kros 4

Obrázek 44 Vlastnosti skladby s deskou parklex

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	5.654	0.172	0.6960	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.					

Zdroj: Program Teplo 2017

Z obrázků číslo 43 a 44 jsou zřejmé nízké náklady, díky kterým je tato skladba vůbec nejlevnější mezi odvětrávanými systémy. Oproti tomu její vlastnosti se dají srovnávat s cetrisovými deskou a slouží spíše jako ochranná vrstva. Podrobnější informace z výstupů obou programů zobrazují přílohy č.19 a 20.

7.3 Tepelně izolační omítka

Poslední skladbou, která bude použita je termoizolační omítka. Ovšem sama o sobě by termoizolační omítka nefungovala tak, jak bychom si představovali, a proto bylo přidáno EPS 70 F. Obecně se totiž uvádí, že 4 cm termo omítky se rovnají 1 cm bílého fasádního polystyrenu. Jedná se o takový mezistupeň mezi kontaktním zateplením a odvětrávanou fasádou

Skladba:

- Vnitřní vápenocementová štuková omítka – 15 mm
- Obvodové zdivo Porotherm 30 Profi P15 – 300 mm

- EPS 70 F–120 mm
- Termo omítka – 90 mm
- Vnější tenkovrstvá silikátová omítka tloušťky 2 mm

Velkou výhodou omítky je, že je nehořlavá, tudíž nemusíme přidávat u výškových budov nehořlavé pásy, které se používají u materiálů, které mají menší třídu reakce na oheň než A2. Další výhodou je, že termo omítka je paropropustná.

Důvod proč by se měly používat tyto dva materiály dohromady je následující. Polystyrén výrazně zlepšuje tepelně izolační vlastnosti a částečně dokáže přenést pohyby stavby a eliminuje praskání souvrství v ploše. [54]

Obrázek 45 Náklady na zateplení termo omítkou a EPS 70

Náklady ze soupisu prací	3 979 941,96
HSV - Práce a dodávky HSV	3 933 523,35
6 - Úpravy povrchů, podlahy a osazování výplní	3 614 597,04
9 - Ostatní konstrukce a práce, bourání	293 344,63
998 - Přesun hmot	25 581,68
PSV - Práce a dodávky PSV	46 418,61
713 - Izolace tepelné	46 418,61

Zdroj: Program Kros 4

Obrázek 46 Vlastnosti skladby termo omítkou a EPS 70 F

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	5.779	0.168	0.0030	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.					

Zdroj: Program Teplo 2017

Z obrázku číslo 45 je zřejmé, že náklady se blíží nákladům kontaktního zateplení. Tato skladba je mezistupněm mezi kontaktním zateplením a odvětrávanou fasádou. Podrobnější informace z výstupů obou programů zobrazují přílohy č.21 a 22.

7.4 Vlastnosti použitých materiálů

Pro lepší orientaci je sestavena tabulka s jednotlivými použitými materiály a jejich vlastnostmi.

Tabulka 2 Vlastnosti materiálů

Materiál	Tloušťka [mm]	Objemová hmotnost	Požární odolnost	součinitel tep. Vod. [W/m*K]	faktor difuzního odporu	Tepelný odpor R [m ² K/W]
Porotherm 30 Profi P15	300	800-850 kg/m ³	A1	0,18		1,67
EPS 70F	120	13,5-18 kg/m ³	E	0,039	20-40	3,08
EPS 100F	150	18-20 kg/m ³	E	0,037	30-70	4,05
EPS Greywall	130	13,5-15 kg/m ³	E	0,032	20-40	4,06
Minerální vlna	150	80-150 kg/m ³	A1	0,038	1	3,95
Minerální vlna	140	80-150 kg/m ³	A1	0,038	1	3,68
Minerální vlna	100	80-150 kg/m ⁴	A2	0,038	1	2,63
Panely Belan	50	320 kg/m ³	B	0,028	73,2	1,79
Pěnové sklo	160	115 kg/m ³	A1	0,04	parotěsná	4,00
Korek	200	160 kg/m ³	B	0,045	5-8	4,44
ovčí vlna Naturwool	130	13 kg/m ³	E	0,04	1	3,25
Cetrisová deska Lasur	16	1 300 kg/m ³	A2	0,2	52,8	0,08
Cihla novabrik	60	692 kg/m ³	A1	0,066	3	0,91
Dřevěné panely parklex Facade S	10	1350 kg/m ³	C	0,261	250	0,04
Termoomítka Baumit	90	470 kg/m ³	A1	0,09	15	1,0000

Zdroj: Vlastní

Tabulka číslo 2 popisuje jednotlivé třídy požární odolnosti jednotlivých materiálů. Třída E, materiály, které jsou schopny odolávat působení malého plamene po krátký časový interval bez většího rozšíření plamene a jsou snadno hořlavé. Dalším typem je třída C, tato třída je schopna odolávat malému plamenu po delší časový úsek bez většího rozšiřování plamene a vykazují jeho omezení. Třída B má stejné vlastnosti jako třída C, ale vyhovuje přísnějším požadavkům při omezování šíření plamene. Třída A2 spadá stejně jako třída B mezi nehořlavé materiály. Navíc třída A2 významně přispívá k omezení růstu požáru a ke kalorickému zatížení. Poslední třídou je třída A1, která je nejvíce odolná. Navíc materiály označené touto třídou nepřispívá k požáru a jsou často samozhášivé. [55]

Ve sloupci Součinitel tepelné vodivosti, je zřejmé, že většina materiálu má hodnoty podobné. Jak už bylo uvedeno v kapitole o součiniteli tepelné vodivosti je

důležité, aby tato hodnota byla co nejnižší. Tím nejlepším materiálem je tedy fasádní panely Benam složené z tvrdé polyuretanové pěny a betonových dlaždic. Nejhorším materiálem jsou dřevěné fasádní panely Parklex, které slouží spíše jako ochranná vrstva provětrávané fasády.

8 Posouzení a vyhodnocení

Tato kapitola se zabývá posouzením a vyhodnocením získaných dat. Vyhodnocení jednotlivých skladeb se posuzuje pouze podle nákladů.

Tabulka 3 Celková plocha

plocha	m ²
ostění	25,98
podhledy	102,065
stěny	1446,214
sokl	135,5766
celkem	1709,8356

Zdroj: Vlastní

Tabulka číslo 3 zobrazuje celkovou plochu, kterou je nutné zateplit. Důležitá informace je cena za jeden metr čtvereční. To bylo docíleno vydělením celkových nákladů celkovou plochou.

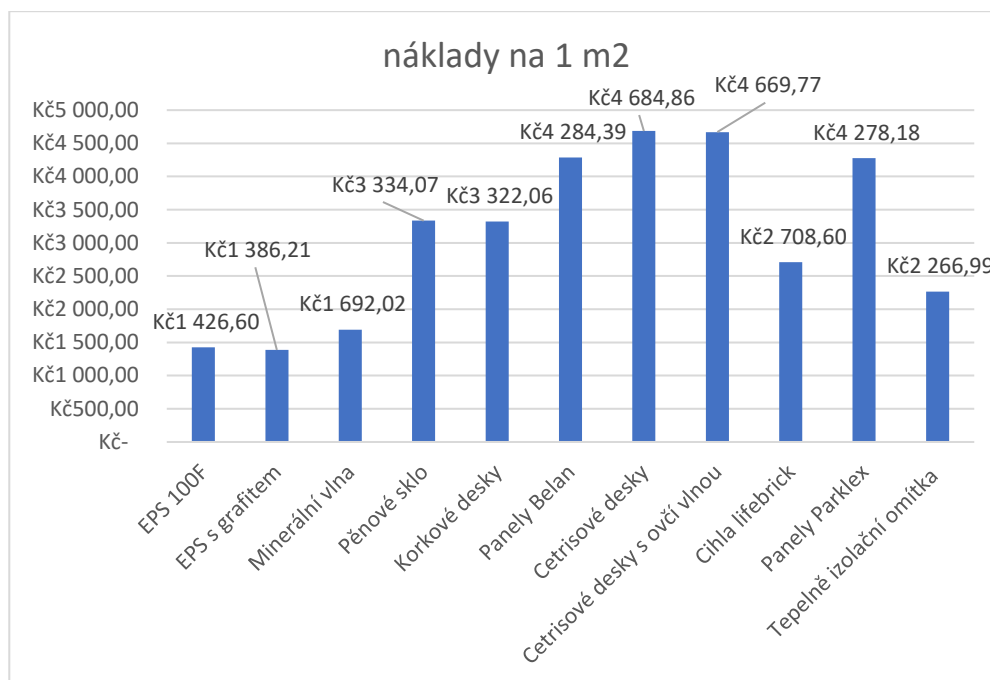
Tabulka 4 Rekapitulace

Skladba	cena celkem	cena za m ²	tepelný odpor konstrukce [m ² K/W]	součinitel prostupu tepla konstrukce [W/m ² K]
EPS 100F	2 439 256,65 Kč	1 426,60 Kč	5,756	0,169
EPS s grafitem	2 370 192,92 Kč	1 386,21 Kč	5,764	0,169
Minerální vlna	2 893 074,82 Kč	1 692,02 Kč	5,649	0,172
Pěnové sklo	5 700 706,66 Kč	3 334,07 Kč	5,604	0,173
Korkové desky	5 680 177,95 Kč	3 322,06 Kč	6,146	0,158
Panely Belan	7 325 603,75 Kč	4 284,39 Kč	6,349	0,153
Cetrisové desky	8 010 338,70 Kč	4 684,86 Kč	5,682	0,171
Cetrisové desky s ovčí vlnou	7 984 542,57 Kč	4 669,77 Kč	5,998	0,162
Cihla libebrick	4 631 268,30 Kč	2 708,60 Kč	6,525	0,149
Panely Parklex	7 314 991,84 Kč	4 278,18 Kč	5,654	0,172
Tepelně izolační omítka	3 876 181,71 Kč	2 266,99 Kč	5,779	0,168

Zdroj: Vlastní

V tabulka číslo 4 zobrazuje celkové výsledky z obou použitých programů. Z technologického hlediska vychází nejlépe skladba s cihlou lifestrick. Nejhuře vychází pěnové sklo. Co se týká nákladů nejnižší byli u kontaktního zateplení pomocí EPS s přidaným grafitem. Nejdražší byli cetrisové desky.

Graf 1 Přehled nákladů za metr čtvereční



Zdroj: Vlastní

Graf číslo 1 zobrazuje přehled nákladů všech vytvořených skladeb za jeden metr čtvereční. Nejlevnější variantou je skladba číslo 2. Jedná se o skladbu, kde je použit jako tepelný izolant šedý expandovaný polystyren. Nejdražší skladbou je pak odvětrávaná fasáda s obkladem z cetrisových desek.

V předchozích kapitolách práce byly zmíněny důvody vysokých cen pěnového skla a korku. To má vliv na zvýšení nákladů při realizaci zateplení. Výhodou těchto materiálů je jejich životnost a jsou odolné vůči vysokým teplotám. Právě proto jsou více používány v zemích, kde by polystyren díky přehřívání ztrácel své vlastnosti.

Kontaktní zateplení se dá použít jak při zateplení novostaveb, tak u rekonstrukcí. Podklad však musí být dokonale čistý, a především nesmí být vlhký. V případě, že by při rekonstrukci bylo obvodové zdivo vlhké, musela by být použita odvětrávaná fasáda, která díky vzduchové mezeře odvádí přebytečnou vlhkost do ovzduší. Kontaktní systém

by se neměl používat v oblastech s vysokými teplotami. Ty mohou mít za následek přehřívání fasády. Následkem toho by bylo zhoršení kvality tepelného izolantu a jeho životnosti.

Odvětrávané fasády se stejně jako u kontaktního zateplení dají použít jak u novostaveb ale i u rekonstrukcí. Používají se především pokud hrozí nadměrná vlhkost, která by se dostala do obvodových zdí. Díky vzduchové mezeře je schopná odvádět přebytečnou vlhkost do ovzduší a fasáda tak může „dýchat“. Další výhodou je předsazená konstrukce, která chrání tepelný izolant před vysokými teplotami. Neustálé proudění vzduchu chladí fasádu a nedochází k přehřívání, zamezuje také zatečení vody do tepelné izolace. [56;57]

Z vytvořených skladeb, by byla doporučena kombinace dvou skladeb. V kapitole popisu objektu bylo uvedeno, že se jedná o výstavbu nového bytového domu, který bude postaven v blízkosti železničního koridoru. Z tohoto důvodu je navržena kombinace z šedého expandovaného polystyrenu a korkových desek. Tyto desky by byly použity ve 4.NP a 5.NP za účelem zmírnění hluku od železničního koridoru.

9 Závěr

V úvodu bakalářské práce popisujeme, proč bylo vybráno zrovna toto téma a jaký bude cíl. Následně se práce zabývá úvodem do problematiky a poměrně velkou část věnuje základním pojmům, které jsou nutné pro pochopení této problematiky.

Hlavním cílem práce bylo sestavit cenový ukazatel jednotlivých skladeb za 1 metr čtvereční. K tomu byl použit software pro vytváření rozpočtů Kros 4. Výsledky zobrazuje graf číslo 1. Hlavní cíl byl tedy splněn a nákladově nejvýhodnějším materiálem je šedý expandovaný polystyren. Přesto byla doporučená kombinace šedého expandovaného polystyrenu a korkových desek. Dílčím cílem práce bylo zmapování trhu s tepelnými izolacemi. V práci se objevují jednak standartní materiály, ale zároveň také materiály, které jsou neobvyklé.

Třetí část této práce se zabývá různými možnostmi, jak zateplit objekt zvenčí. Uvádí jejich výhody a nevýhody a dále vysvětluje jejich technologický postup. Práce se také snaží charakterizovat tepelně izolační materiály, které se v těchto typech zateplení

používají a popisujeme jejich vlastnosti. Čtvrtá část je stručně věnována dalším typům zateplení, a to zateplení z interiéru, popřípadě sendvičovým systémem. Poslední část teoretické části popisuje a objekt, na který budou aplikovány jednotlivé skladby.

V teoretické části byli nejdříve vytvořeny jednotlivé skladby pro kontaktní a odvětrávané systémy. Práce se snažila, aby skladby měli podobné technologické vlastnosti, protože by pak bylo složité je mezi sebou následně posuzovat. Proto jsme museli vybrat základní materiál, respektive základní vlastnosti, kterých se skladby budou držet. Tímto materiálem byl zvolen klasický bílý expandovaný polystyren. Následně byli vytvořeny skladby v programu tepla abychom si ověřili jejich vlastnosti. Poté byl vytvořen rozpočet v programu kros a tím jsme získali potřebná data k vyhodnocení.

10 Seznam literárních zdrojů

[1] **REBUSTAV**. Důvody pro zateplení domu. *REBUSTAV* [online]. [cit. 2020-05-04]. Dostupné z: <https://www.rebustav.cz/duvody-pro-zatepleni-domu.htm>

[2] **PAVELEK**, Milan. *Termomechanika*. 1vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2011. ISBN 978-80-214-4300-6.

[3] **ŠMARDA**, Lubomír. *Učební text pro obor Instalatér* [online]. 1vyd. Brno: Střední škola polytechnická, 2016 [cit. 2020-05-04]. ISBN 978-80-88058-26-7. Dostupné z: <https://publi.cz/books/170/Impresum.html>

[4] **ŠUBRT**, Roman. *Tepelná izolace domů a bytů*. 1vyd. Praha: GRADA publishing, 1998. ISBN 80-7169-566-1.

[5] **IZOLACE - INFO**. Tepelné mosty a tepelné vazby. *Izolace-info* [online]. [cit. 2020-05-04]. Dostupné z: https://www.izolace-info.cz/technicke-informace/tepelne-mosty/21202-tepelne-mosty-a-tepelne-vazby-a.html#.Xq__u6gzaUl

[6] *Tepelná ochrana budov: komentář k ČSN 73 0540*. Část 2. Praha: Český normalizační institut, 2008.

[7] **REBUSTAV**. Tepelný odpor konstrukce. *REBUSTAV* [online]. [cit. 2020-05-04]. Dostupné z: <https://www.rebustav.cz/tepelny-odpor-konstrukce.htm>

- [8] **IZOLACE - INFO**. Technické informace: názvosloví tepelných izolací. *Izolace - info* [online]. [cit. 2020-05-04]. Dostupné z: <https://www.izolace-info.cz/technicke-informace/nazvoslovi-tepelnych-informaci/>
- [9] **ŠÁLA**, Jiří. O vnitřním zateplení. *Tzb-info* [online]. 2001 [cit. 2020-05-22]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/izolace-strechy-fasady/540-o-vnitrnim-zatepleni>
- [10] **ISTAVITEL**. Vnitřní nebo vnější zateplení. *Istavitel* [online]. [cit. 2020-05-04]. Dostupné z: http://istavitel.cz/clanek/izolace/tepeln-izolace/vnitn-nebo-vnj-zateplen---1-dl_98
- [11] **ISTAVITEL**. ETICS a zásady jeho realizace. *Istavitel* [online]. [cit. 2020-05-04]. Dostupné z: http://istavitel.cz/clanek/izolace/tepeln-izolace/etics-a-zsady-jeho-realizace_150
- [12] **ZOFI**. Kontaktní zateplovací systém. *Eshop.zofi* [online]. [cit. 2020-05-04]. Dostupné z: https://eshop.zofi.cz/kontaktni-zateplovaci-systemy?gclid=EAlaIQobChMI9ODNwvr25wIWWODtCh1XFgsZEAAYAiAAEgL6lvD_BwE
- [13] **LINHART**, Ladislav. *Zateplování budov* [PDF]. 1vyd. Praha: GRADA publishing, 2010 [cit. 2020-05-04]. ISBN 978-80-247-3361-6.
- [14] **VÝROBKYPROSTAVBU**. Kontaktní zateplovací systém. *VýrobkyProStavbu* [online]. [cit. 2020-05-04]. Dostupné z: <https://www.vyrobkyprostavbu.cz/kontaktni-zateplovaci-system-i-materialy-a-navrh/>
- [15] **IZOLACE**. Technologický postup při zateplení fasády. *Tepelná-izolace* [online]. [cit. 2020-05-04]. Dostupné z: <http://www.tepelna-izolace.cz/technologicky-postup-pri-zatepleni-fasady.html>
- [16] **EPSCR**. Pěnový Polystyrén. *Epscr* [online]. [cit. 2020-05-10]. Dostupné z: <https://epscr.cz/penovy-polystyren/>
- [17] **ISTAVITEL**. Tepelné izolace. *Istavitel* [online]. 2009 [cit. 2020-05-10]. Dostupné z: http://istavitel.cz/clanek/izolace/tepeln-izolace/zkladn-pehled-tepel-n-izolanch-materil_80

- [18] **FORUMPODLAH**. Expandovaný polystyren. *Forumpodlah* [online]. [cit. 2020-05-22]. Dostupné z: <https://www.forumpodlah.cz/expandovany-polystyren-isover-eps-70-100-mm-x-500-mm-x-1000-mm>
- [19] **ZOFI**. Šedý fasádní polystyren. *Zofi* [online]. [cit. 2020-05-10]. Dostupné z: <https://www.zofi.cz/sedy-grafitovy-fasadni-polystyren-v-cem-je-lepsi-nez-bily>
- [20] **VIRTUAL TRADE**. Styrotrade. *Virtualtrade* [online]. [cit. 2020-05-22]. Dostupné z: <https://www.virtualtrade.cz/12898-styrotrade-polystyren-styrotherm-plus-70-180-mm.html>
- [21] **WOODCOTE**. Extrudovaný polystyren. *Woodcote* [online]. [cit. 2020-05-22]. Dostupné z: <https://www.woodcote.cz/stavebniny/extrudovany-polystyren-fibran-xps-etics-gf>
- [22] **STAVEBNINY RYCHLE**. Jak probíhá výroba minerální vlny značky isover. *Stavebniny-rychle* [online]. [cit. 2020-05-10]. Dostupné z: <http://www.stavebniny-rychle.cz/jak-probiha-vyroba-mineralni-vlny-znacky-isover.html>
- [23] **DEK**. Tepelná izolace TF Profi. *Dek* [online]. [cit. 2020-05-22]. Dostupné z: https://www.dek.cz/produkty/detail/1435380940-isover-tf-profi-150mm-1000x600-1-2m2-bal?gclid=EA1aIQobChMIpsDVxZrM6AIViUHTCh1FVAT2EAQYAiABEGkqfPD_BwE
- [24] **IZOLACE - INFO**. Fasádní PUR desky. *Izolace-info* [online]. [cit. 2020-05-22]. Dostupné z: <https://www.isolace-info.cz/katalog/polyuretan/pcc-morava-chem/tvrde-polyuretanove-desky-tpd-pur-30-40-p.html>
- [25] **TZBINFO**. Pěnové sklo. *Tzb-info* [online]. [cit. 2020-05-10]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/300-penove-sklo>
- [26] **IZOLACE - INFO**. Foamglas T4. *Izolace-info* [online]. [cit. 2020-05-22]. Dostupné z: <https://www.isolace-info.cz/katalog/penove-sklo/foamglas/735116-izolacni-deska-z-penoveho-skla-foamglas-t4-p.html>

- [27] **KOREK**. Zateplení domu korkovým materiálem. *Korek* [online]. [cit. 2020-05-11]. Dostupné z: <http://www.korek.cz/cs/clanky-a-galerie/clanky-navody/10-o-korkove-izolaci/107-zatepleni-domu-korkovym-materialem-je-vhodne-pro-zdrave-bydleni>
- [28] **ARTSTYL**. Korkové izolace. *Artstyl* [online]. [cit. 2020-05-11]. Dostupné z: <https://www.artstyl.cz/korkova-fasadni-a-interierova-izolace/>
- [29] **AMBROŽOVÁ**, Elena. Izolace z ovčí vlny. *Tzb-info* [online]. 2013 [cit. 2020-05-11]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/9718-izolace-z-ovci-vlny>
- [30] **NATURWOOL**. A500 Naturwool. *Naturwool* [online]. [cit. 2020-05-22]. Dostupné z: <https://www.naturwool.cz/izolace-z-ovci-vlny/a500-naturwool/>
- [31] **ŠUBRT**, Roman. *Zateplování*. 1. Brno: ERA group spol., 2008. ISBN 978-80-7366-138-0.
- [32] **ISTVAVITEL**. Způsob zateplení obvodového pláště budov. *Istavitel* [online]. 2009 [cit. 2020-05-11]. Dostupné z: http://istavitel.cz/clanek/izolace/tepelne-izolace/zpsoby-zateplen-obvodovho-plt-domu_81
- [33] **STAVEBNINY RYCHLE**. Provětrávaná fasáda: jednoduchý postup. *Stavebniny-rychle* [online]. 2015 [cit. 2020-05-11]. Dostupné z: <http://www.stavebniny-rychle.cz/provetravana-fasada-jednoduchy-postup.html>
- [34] **ZATEPLENI-KWACZEK**. Tepelně izolační omítky. *Zatepleni-kwaczek* [online]. [cit. 2020-05-22]. Dostupné z: <https://www.zatepleni-kwaczek.cz/zateplovaci-omitky>
- [35] **STAVIMBYDLIM**. Vyplatí se tepleně izolační omítky. *Stavimbydlim* [online]. 2016 [cit. 2020-05-11]. Dostupné z: <https://stavimbydlim.cz/vyplati-se-tepelne-izolacni-omitky/>
- [36] **IZOLACE - INFO**. Sendvičové desky. *Izolace - info* [online]. [cit. 2020-05-11]. Dostupné z: <https://www.izolace-info.cz/katalog/sendvicove-desky/>
- [37] **TRNAVSKÝ**, Jiří. Vnitřní zateplení domu je kvalitnější. *Energie21* [online]. 2018 [cit. 2020-05-11]. Dostupné z: <https://www.energie21.cz/vnitri-zatepleni-domu-se-modernizuje/>

[38] **SCHNEIDEROVÁ HERALOVÁ**, Renata, Iveta STŘELCOVÁ, Lucie BROŽOVÁ a Michal STRNAD. *Oceňování v rámci výstavbového projektu*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2013. ISBN 978-80-01-05226-6.

[39] **SOUKUPOVÁ**, Věra a Dana STRACHOTOVÁ. *Podniková ekonomika*. 2. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2009. ISBN 978-80-7080-711-8.

[40] **COLORCENTRUMVRACOV**. Zateplovací systém ekolak s polystyrenem. *Colorcentrumvracov* [online]. [cit. 2020-05-22]. Dostupné z: <http://www.colorcentrumvracov.cz/fasadni-systemy/zateplovaci-system-ekolak.html>

[41] **ZOFI**. Zateplení bílým polystyrenem. *Zofi* [online]. [cit. 2020-05-11]. Dostupné z: https://eshop.zofi.cz/zatepleni-bilym-polystyrenem-eps-70f-a-100f?gclid=EAlalQobChMI4emi9-KP6QIVCap3Ch23XwDGEAAYAiAAEgL9PvD_BwE

[42] **ZOFI**. Zateplení šedým grafitovým polystyrenem. *Zofi* [online]. [cit. 2020-05-11]. Dostupné z: <https://eshop.zofi.cz/zatepleni-sedym-grafitovym-polystyrenem>

[43] **ZOFI**. Zateplení fasády minerální vatou. *Zofi* [online]. [cit. 2020-05-11]. Dostupné z: <https://eshop.zofi.cz/zatepleni-fasady-mineralni-vatou>

[44] **DECOREXPRO**. Technické vlastnosti a popis pěnového skla. *Decorexpro* [online]. [cit. 2020-05-11]. Dostupné z: <https://cs.decorexpro.com/dom/uteplenie/penosteklo/>

[45] **ABS-PORTAL**. Tepelná a zvuková korková izolace. *Abs-portal* [online]. 2008 [cit. 2020-05-11]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/zatepleni/tepelna-azvukova-korkova-izolace>

[46] **GILICHOVÁ**, Martina. Odvětrávané fasády jak fungují. *Bydleniprokazdeho* [online]. 2015 [cit. 2020-05-11]. Dostupné z: <https://stavba-a-rekonstrukce.bydleniprokazdeho.cz/omitky-a-fasady/odvetravane-fasady-jak-funguji.php>

[47] **FASADPANEL**. Proč zvolit fasádní panely Belan. *Fasadpanel* [online]. [cit. 2020-05-11]. Dostupné z: <https://www.fasadpanel.eu/>

[48] **FASADPANEL**. Montáž panelů Belan. *Fasadpanel* [online]. [cit. 2020-05-22]. Dostupné z: <https://www.fasadpanel.eu/index.php/montaz>

[49] **CETRIS**. Fasádní systémy. *Cetris* [online]. [cit. 2020-05-11]. Dostupné z: <https://www.cetris.cz/systemy/fasadni-systemy/>

[50] **LIFEBRICK**. Fasádní systém pro odvětrání a ochranu zdiva. *Lifebrick* [online]. [cit. 2020-05-11]. Dostupné z: <https://www.lifebrick.cz/lifebrick-standard-provetravana-fasada/>

[51] **NOVABRIK**. Novabrik. *Novabrik* [online]. [cit. 2020-05-22]. Dostupné z: <https://www.novabrik.cz/fasada-pro-novostavbu>

[52] **ODVĚTRÁVANÉ FASÁDY**. Parklexové obklady. *Odvetravane fasady* [online]. [cit. 2020-05-11]. Dostupné z: <https://www.odvetravane fasady.cz/odvetravane-fasady-obklady-parklex/>

[53] **GTRADE**. Obklady parklex. *Gtrade* [online]. [cit. 2020-05-22]. Dostupné z: <https://www.gtrade.cz/fasadni-obklady-parklex>

[54] **STUDENÝ, Roman**. Termo omítka. *Zofi* [online]. 2019 [cit. 2020-05-11]. Dostupné z: <https://www.zofi.cz/bonus-termo-omitka-vs-kontakti-zateplovaci-system>

[55] **IZOLACE - INFO**. Třídy reakce na oheň. *Izolace - info* [online]. 2014 [cit. 2020-05-11]. Dostupné z: <https://www.isolace-info.cz/aktuality/9111-tridy-reakce-na-ohen-u-stavebnich-materialu-a.html#.XrmdBkRLjct>

[56] **GTRADE**. Fakta o provětrávané fasdě. *Gtrade* [online]. [cit. 2020-05-22]. Dostupné z: <https://www.gtrade.cz/fakta-o-provetravane-fasade>

[57] **LIVING**. Kdy použít kontaktní a kdy odvětrávanou fasádu. *Living* [online]. [cit. 2020-05-22]. Dostupné z: <https://www.living.cz/kdy-pouzit-kontakti-a-kdy-odvetravanou-fasadu/>

11 Seznam obrázků

Obrázek 1 Vedení tepla	11
Obrázek 2 Proudění tepla.....	12
Obrázek 3 Sálání tepla.....	13
Obrázek 4 Průběh prostupu tepla	15
Obrázek 5 Kontaktní zateplovací systém	19

Obrázek 6 Expandovaný polystyren	21
Obrázek 7 Expandovaný polystyren s grafitem.....	22
Obrázek 8 Extrudovaný polystyren	23
Obrázek 9 Minerální vlna	25
Obrázek 10 Pěnový polyuretan	26
Obrázek 11 Pěnové sklo	27
Obrázek 12 Korková izolace	28
Obrázek 13 Ovčí vlna.....	29
Obrázek 14 Odvětrávaná fasáda	31
Obrázek 15 Tepelně izolační omítka	32
Obrázek 16 Sendvičový systém	33
Obrázek 17 Vizualizace objektu	35
Obrázek 18 Schéma skladby kontaktního zateplení	38
Obrázek 19 Náklady za zateplení EPS 100 F	40
Obrázek 20 Vlastnosti skladby s EPS 100 F	40
Obrázek 21 Náklady za zateplení EPS GREYWALL.....	41
Obrázek 22 Vlastnosti skladby s EPS GREYWAALL	42
Obrázek 23 Náklady za zateplení Minerální vlnou.....	43
Obrázek 24 Vlastnosti skladby s Minerální vlnou	43
Obrázek 25 Zateplení pomocí Pěnového skla	45
Obrázek 26 Náklady za zateplení pěnovým sklem.....	46
Obrázek 27 Vlastnosti skladby s pěnovým sklem.....	46
Obrázek 28 Zateplení korkem	48
Obrázek 29 Náklady za zateplení Korkem.....	48
Obrázek 30 Vlastnosti skladby s korkem.....	49
Obrázek 31 Náklady zateplení panely belan	51
Obrázek 32 Vlastnosti skladby s panely belan	51
Obrázek 33 Skladba panelu Belan	52
Obrázek 34 Schéma skladby s cetrisovou deskou.....	53
Obrázek 35 Náklady zateplení s Cetrisovými deskami.....	53
Obrázek 36 Vlastnosti skladby s cetrisovými deskami	53
Obrázek 37 Náklady na zateplení cerisovými deskami a ovčí vlnou.....	54

Obrázek 38 Vlastnosti skladby s cetrisovými deskami a ovčí vlnou.....	55
Obrázek 39 Schéma zateplení cihlou novabrik	56
Obrázek 40 Náklady zateplení cihla	56
Obrázek 41 Vlastnosti skladby LifeBrick.....	56
Obrázek 42 Upevnění desky parklex	57
Obrázek 43 Náklady na zateplení deskou parklex	58
Obrázek 44 Vlastnosti skladby s deskou parklex.....	58
Obrázek 45 Náklady na zateplení termo omítkou a EPS 70.....	59
Obrázek 46 Vlastnosti skladby termo omítkou a EPS 70 F.....	59

12 Seznam tabulek

Tabulka 1 Porovnání omítky s izolantem	32
Tabulka 2 Vlastnosti materiálů.....	60
Tabulka 3 Celková plocha	61
Tabulka 4 Rekapitulace	61

13 Seznam grafů

Graf 1 Přehled cen za metr čtvereční.....	61
---	----

14 Seznam vzorců

Vzorec 1 Ustálený tepelný tok	10
Vzorec 2 Tepelný tok	11
Vzorec 3 Celková zářivost	12
Vzorec 4 Součinitel prostupu tepla obecný	13
Vzorec 5 Součinitel prostupu tepla	14
Vzorec 6 Tepelný odpor	14
Vzorec 7 Tepelné ztráty	15

15 Seznam příloh

1. Rozpočet EP 100 F
2. Kontaktní zateplení – EPS 100 F
3. Rozpočet EPS grafitový
4. Kontaktní zateplení – EPS GREY
5. Rozpočet minerální vlna
6. Kontaktní zateplení – Minerální vlna
7. Rozpočet pěnové sklo
8. Kontaktní zateplení – pěnové sklo
9. Rozpočet korkové desky
10. Kontaktní zateplení – Korek
11. Rozpočet pnely Belan
12. Odvětrávané zateplení – panely Belan
13. Rozpočet cetrisové desky
14. Odvětrávané zateplení – cetrisové desky
15. Rozpočet cetrisové desky s minerální vlnou
16. Odvětrávané zateplení – cetrisové desky s ovčí vlnou
17. Rozpočet lifebrick
18. Odvětrávané zateplení – Cihla lifebrick
19. Rozpočet panely parklex
20. Odvětrávané zateplení – parklex
21. Rozpočet termoizolační omítka
22. Termo omítka