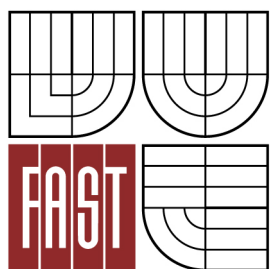




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

RODINNÝ DŮM S KADEŘNICTVÍM DETACHED HOUSE WITH HAIRDRESSING SALOON

SEMINÁRNÍ PRÁCE - ZATEPLOVÁNÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

JANA MACHAČOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. VĚRA MACEKOVÁ, CSc.

BRNO 2016

Obsah:

1 Úvod.....	2
2 Způsoby zateplení.....	3
2.1 Důvody proč je dobré zateplovat.....	4
2.2 Způsoby šíření tepla.....	5
2.3 Způsoby zateplení.....	6
2.3.1 Vnitřní a vnější zateplení.....	7
2.3.2 Kontaktní a nekontaktní zateplení.....	7
3 Tepelné izolace.....	8
3.1 Pěnový polystyren EPS-F.....	9
3.2 Extrudovaný polystyren XPS.....	9
3.3 Pojená minerální vlákna MW-F.....	9
3.4 Desky z fenolické pěny.....	9
3.5 Pěnové sklo.....	9
3.6 Izolace z papírových a dřevěných surovin.....	10
3.7 Konopná izolace.....	10
4 Návrh a posouzení obvodové stěny.....	11
4.1 Obvodová stěna nezateplená.....	11
4.2 Obvodová stěna zateplená expandovaným polystyrenem.....	12
4.3 Obvodová stěna zateplená minerální vatou.....	13
4.4 Obvodová stěna z tvárnic plněných minerální vatou.....	14
5 Vyhodnocení.....	15
5.1 Obvodová stěna nezateplená.....	15
5.2 Obvodová stěna zateplená expandovaným polystyrenem.....	15
5.3 Obvodová stěna zateplená minerální vatou.....	16
5.4 Obvodová stěna z tvárnic plněných minerální vatou.....	16
6 Závěr.....	17
7 Seznam použité literatury.....	18

1 Úvod

Stavebnictví je technický obor lidské činnosti tvořící lidská obydlí, jenž se po staletí vyvíjí. V poslední době je znatelný tlak na čím dál větší technologickou dokonalost budov, na příznivou ekonomiku a efektivnost jejich provozu. Postupem času jsou na obvodové konstrukce budov kladeny stále vyšší nároky, proto je dobré už při projektování stavby myslet na zateplení těchto konstrukcí.

Pro zateplování se v současné době rozhoduje čím dál více lidí. Někteří chtějí ušetřit výdaje na topení, jiní zateplení spojují s výměnou oken nebo chtějí vylepšit mikroklima v interiéru bytu.

Cílem této práce je prohloubení znalostí týkajících se problematiky zateplování obvodových stěn. Následně zvolit vhodnou skladbu obvodové stěny, která bude použita v mé bakalářské práci.

2.1 Důvody proč je dobré zateplovat:

1. Snížení nákladů na vytápění

Podle odborníků se spotřeba tepelné energie u starších domů pohybuje okolo 200 kWhm⁻², u nízkoenergetických zateplených domů 50 kWhm⁻². Zateplením se tak průměrně ušetří až 50 % energie, v případě nízkoenergetických nebo pasivních domů to může být více než 80%. Peníze vložené do zateplení se rychle vrátí díky nízkým účtům za plyn nebo elektřinu.

2. Bezpečná a návratná investice

V horkých dnech je třeba klimatizace a v zimě zase topení. Vysoká spotřeba tepelné energie zatěžuje životní prostředí a lidé se stávají závislejší na fosilních palivech a neobnovitelných přírodních zdrojích.

3. Prodloužení životnosti staveb

Zateplení vnější obálky domu Vám zajistí trvalou ochranu nosných konstrukcí domu a zamezí tak pronikání povětrnostních vlivů do konstrukce a jejich následné destrukci.

U domů dochází vlivem povětrnosti k poškození fasád, kde ochranu zdiva zajišťují minerální nebo cementové omítky s nátěrem, který nedokáže trvale odolat povětrnosti a proto dochází k prasklinám, odlupování nátěru nebo omítky a možnému zatékání do zdiva, což v zimních měsících snižuje akumulaci zdiva a posouvá, tak rosný bod hluboko do zdiva. Tyto nedostatky způsobují srážení vlhkosti na vnitřních stěnách, tvorbu plísní, odlupování vnitřních nátěrů stěn, vlhké mapy na vnitřní omítce, drolení vnitřní omítky na rozích při podlaze v oblasti věnců a překladů.

4. Ochrana životního prostředí

Zateplování budov je velmi závažná věc a je nesmírně důležité udržet vyprodukované teplo uvnitř domu. Snižováním energetické náročnosti budov docílíme snížení emise skleníkových plynů CO₂.

Zateplovací systémy z dostupných izolantů jsou plně recyklovatelné a našemu zdraví nezávadné.

5. Zdravější bydlení

Díky zateplení se snižuje riziko vzniku tepelných mostů a kondenzace vodních par na stěnách. V zateplených, správně větraných domech se neobjevují plísně, bakterie a další mikroorganismy.

6. Moderní vzhled

Zateplením domu si zajistíte trvale funkční ochranu před povětrnostními vlivy a dokonalým estetickým ztvárněním. Výztužná vrstva na izolantu zajišťuje v kombinaci lepidla a armovací tkaniny pevný a trvale soudržný podklad pod probarvenou pastovitou vodoodpudivou omítku. Pastovité omítky lze tónovat do mnoha odstínů. Pastovité omítky se vyrábí v různých strukturách a zrnitostech. Pro soklovou oblast dokonale poslouží mozaikové omítky.

2.2 Způsoby šíření tepla

Teplo se šíří třemi způsoby:

- Vedením
- Prouděním
- Sáláním

Vedení tepla

Vedení tepla nastává v látkách, v nichž si jednotlivé molekuly vzájemně předávají tepelnou energii tak, že pohyb elektronů v jedné molekule zrychluje pohyb elektronů v druhé molekule. Množství vedeného tepla závisí mimo jiné na schopnosti dané látky teplo vést. Vyjadřuje se součinitelem tepelné vodivosti λ [W^{-1}mK]. Tato veličina vyjadřuje, kolik tepelné energie ve vatech projde látkou o jednotkové tloušťce při teplotním spádu 1 Kelvin, tedy 1°C .

Proudění tepla

Proudění může nastávat v kapalinách a plynech. Tento přenos tepelné energie se děje prouděním molekul v látce, tedy jejich vzájemnou výměnou. Množství energie přenášené prouděním je závislé na tepelné kapacitě dané látky a dále na rychlosti proudění. Ta je zase ovlivněna viskozitou dané látky.

Proudění z exteriéru do interiéru se snažíme minimalizovat, neboť tím z domu uniká teplo bez jakéhokoli řízení. Proto je naším cílem postavit téměř vzduchotěsnou stavbu.

Tam, kde se využívá vzduch jako tepelná izolace (což je ve většině tepelných izolací), je snaha o co nejmenší dutinky tak, aby proudění pokud možno nenastávalo.

Sálání tepla

Sálání je přenos tepla pomocí tepelných paprsků, které jedno těleso vyzařuje na druhé. Tento typ přenosu je závislý na čtvrté mocnině teploty tělesa a je udáván v Kelvinech.

Teplota se měří od tzv. absolutní nuly, jejíž hodnota uvedená ve stupních Celsia je přibližně $-273,16^\circ\text{C}$. Závislost na čtvrté mocnině znamená, že teplejší těleso je schopno vyzařit řádově více tepla než těleso jen o málo chladnější.

Sálání je závislé na schopnosti tělesa teplo vyzařovat. Této vlastnosti se říká emisivita, uvádí se jako číslo v rozmezí mezi 0 a 1 a značí, kolik procent energie je těleso schopno vyzařit.

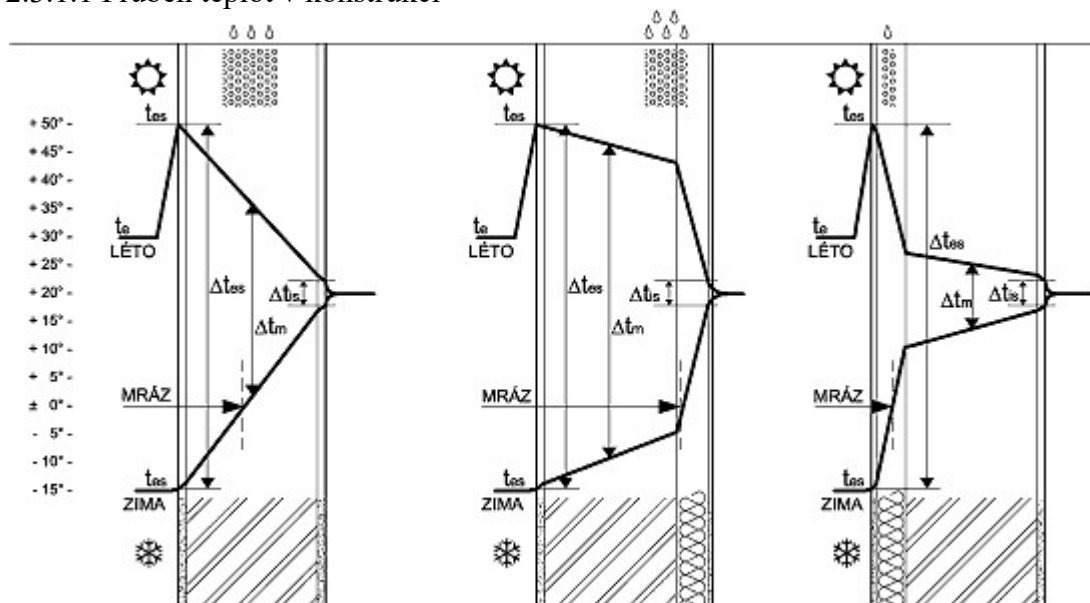
2.3 Způsoby zateplení

Zateplení lze rozdělit z hlediska:

- Polohy tepelné izolace na:
 - Vnitřní zateplení
 - Vnější zateplení
- Spojení vrstev
 - Kontaktní zateplení
 - Nekontaktní zateplení

2.3.1 Vnitřní a vnější zateplení

2.3.1.1 Průběh teplot v konstrukci



Obr. 1 Demonstrace důsledku vnitřního a vnějšího zateplení

Při zateplení stavební konstrukce se mění průběh teplot uvnitř konstrukce.

Při vnitřním zateplení se v zimním období posouvají nízké teploty k vnitřnímu líci konstrukce. Například nulová teplota se přenáší ze střední části původní konstrukce až na rozhraní mezi původní konstrukcí a vnitřním zateplením. Původní konstrukce se tedy výrazněji podchlazuje. V letním období dochází obdobně k přehřívání celé původní konstrukce. Tyto extrémní teploty se pak mohou velmi snadno prostřednictvím vodivějších materiálů procházejících tepelnou izolací přenášet na vnitřní povrch podél obvodu zateplení. Důsledkem snížení povrchových teplot v těchto místech pod teplotu rosného bodu v zimním období je kondenzace vodní páry ze vzduchu na vnitřním povrchu konstrukce. Dalším důsledkem je vznik a bujení plísní na tomto povrchu a následně postupné rozšiřování poruchy.

Při vnějším zateplení je situace opačná - tepelná izolace chrání původní konstrukci před teplotními výkyvy vnějšího prostředí, teplota původní konstrukce se stabilizuje - v zimě se neprochladuje a v létě se nepřehřívá. Vnitřní povrchové teploty jsou i v místech navazujících vnitřních stěn, přiček a stropu příznivější.

2.3.1.2 Kondenzace vodní páry uvnitř konstrukce

Ve většině stavebních konstrukcí dochází k nepatrné kondenzaci vodní páry v nejchladnějším období roku, která se pak v celoročním průběhu zase vypaří. Kondenzační zóna je například u jednovrstvých konstrukcí v okolí jejich středu.

Při vnitřním zateplení však dochází za normálních podmínek ke dramatické změně. Kondenzační oblast se posouvá k vnitřnímu povrchu až na rozhraní původní konstrukce a zateplení, zvyšuje se okamžité zkondenzované množství a prodlužuje se zároveň období, ve kterém v konstrukci vodní pára kondenzuje. Množství zkondenzované vodní páry v celoročním průběhu je pak podstatně vyšší. Tím vzniká

riziko situace, kdy se vodní pára nestačí v průběhu přechodných a letního období odpařit. V extrémním případě tak dochází k postupnému hromadění vlhkosti v konstrukci, které se musí projevit poruchou. Zvýšená vlhkost v konstrukci jednoznačně snižuje tepelně izolační vlastnosti materiálů tvořících konstrukci, může však i snížit její trvanlivost. Posunutí kondenzační zóny k vnitřnímu povrchu může způsobit destrukci zde uložených materiálů, například zhlaví stropních trámů.

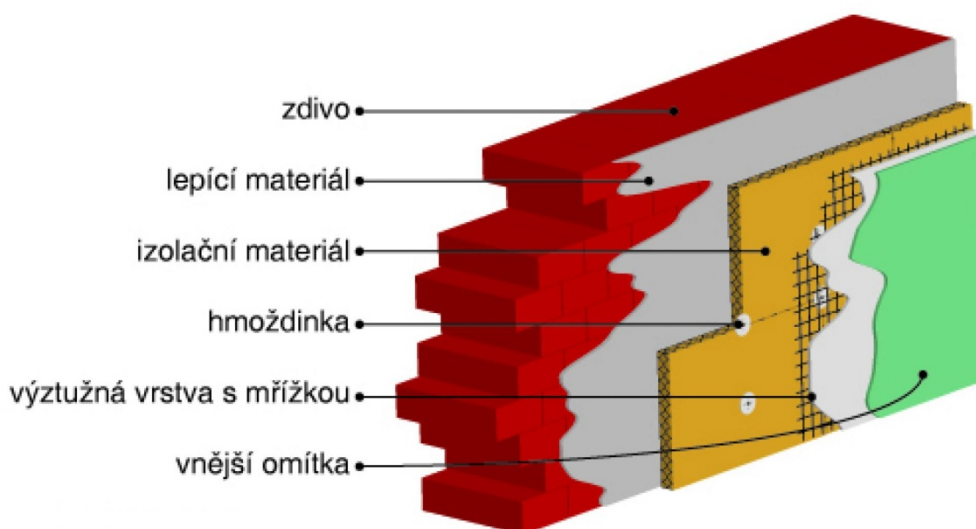
Proto se při vnitřním zateplení používají tzv. parozábrany u vnitřního povrchu. Jsou to obvykle fólie, výjimečně deskové materiály, které brání pronikání vzdušné vlhkosti do stavební konstrukce. Ale tyto vrstvy mají svá rizika ve snadné narušitelnosti prostupujícími předměty a spárami ve vrstvě. Kromě zranitelnosti mají tyto parozábrany i bezprostřední negativní důsledek - brání konstrukci v letním a částech přechodných období vysychat do vnitřního prostředí. Kondenzace vodní páry uvnitř stavební konstrukce a na jejím povrchu může zvýšit rizika alergií uživatelů přilehlých místností a vyvolat těžké stavební havárie těchto konstrukcí - kromě vzniku a bujení plísní je i možná destrukce stavebních materiálů hnilobou a houbami.

Vnější zateplení vede k vytlačení kondenzační zóny do vnější části konstrukce, tedy do bezpečné vzdálenosti od uživatele vnitřního prostoru. Množství zkondenzované vodní páry pak obvykle klesá, při vyšších tloušťkách tepelného izolantu pak vodní pára nekondenzuje vůbec.

2.3.2 Kontaktní a nekontaktní zateplení

2.3.2.1 Kontaktní zateplení

Podstatou kontaktního zateplovacího systému je nalepení tepelně izolačních desek na zateplovanou konstrukci, podklad musí být suchý, pevný a čistý. Lepidlo musí být minimálně na 40% plochy desky. Desky se obvykle kotví obvykle zatlučovacími hmoždinkami. Po osazení lišt se na desky tepelné izolace



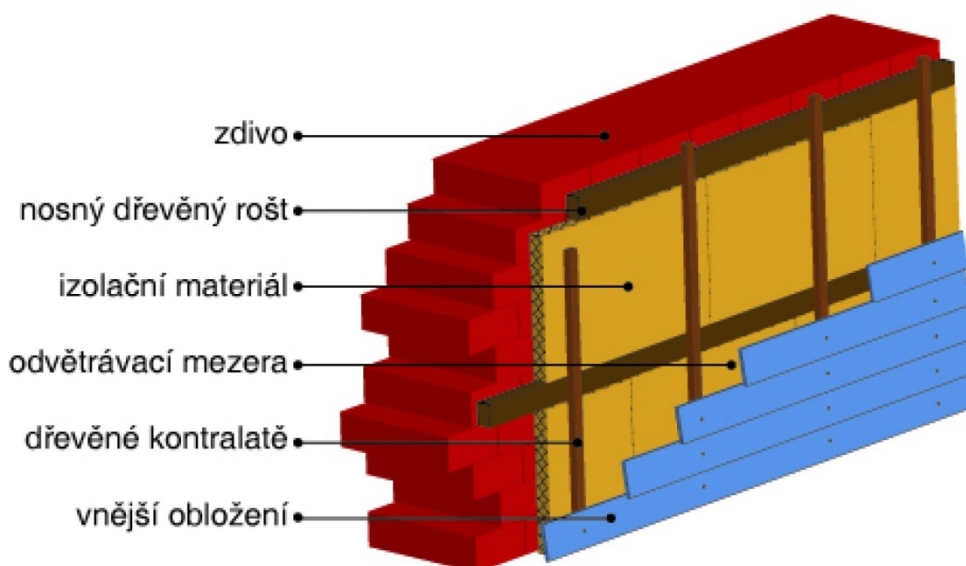
Obr. 2 Ukázka kontaktního zateplovacího systému

2.3.2.2 Nekontaktní zateplení

Tento způsob zateplení bývá obvykle dražší, i když to není pravidlem. Na zateplovanou stěnu se připevní tepelná izolace, která má malý difuzní odpor. Obvykle se jedná o kamennou vlnu či buničinu. Může to však být i rouno z ovčí vlny, desky ze lnu, konopí či jiné rostliny a podobné vláknité tepelné izolace. Obklad fasády nepřiléhá na tuto tepelnou izolaci, ale je zde větraná vzduchová mezera, minimálně 40 mm. Tloušťka této mezery se řídí výškou objektu a velikostmi větracích otvorů. Tyto otvory jsou zakryty mřížkou proti hmyzu, myším, ještěrkám apod. a umožňují kondenzované vodní páře uniknout do exteriéru.

Obklad fasády má mnoho materiálových variant. Vedle estetické funkce plní i funkci ochrannou – chrání tepelnou izolaci před vlivem povětrnosti.

Zvýšenou pozornost u tohoto způsobu zateplování je potřeba věnovat kotvení systému k nosné zdi. Obkladové desky je možné kotvit u menších domů na dřevěný rošt, u větších domů se pak zpravidla používají různé kotvicí systémy. Kovové kotvy mohou zvětšit úniky tepla až o 20%. Pokud se k tomu připočte vliv tepelných mostů spárami mezi deskami, mohou být úniky tepla až o 50% větší oproti kontaktnímu zateplovacímu systému.



Obr. 3 Ukázka nekontaktního zateplovacího systému

3 Tepelné izolace

Tepelné izolace pro zateplovací systém jsou vysoce účinné materiály se součinitelem tepelné vodivosti λ nižším než $0,05 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$. Pro konkrétní podmínky budovy a zateplované konstrukce se vybírá vhodný zateplovací systém tak, aby výsledné vlastnosti zateplené konstrukce byly co nejpříznivější. U tepelné izolace se zvažuje její vlhkostní odolnost, tuhost, paropropustnost, požární odolnost, samozřejmě tepelná vodivost, ale i technologická jednoduchost a cena.

Tepelně izolační vlastnosti zhoršují v zateplovacím systému především připevňovací prvky prostupující napříč tepelnou izolací. V místech s větším počtem uvedených připevňovacích prvků se sníží tepelně izolační schopnost zateplení konstrukce. Je-li vliv těchto prvků na prostup tepla menší než $0,04 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$, může se zanedbat. V opačném případě je třeba považovat tepelně izolační vrstvu za nesterjnorodou a je nutné stanovit tepelně izolační vlastnosti konstrukce s uvažováním

vlivu těchto tepelných mostů. Další příčinou zhoršení tepelně izolačních vlastností mohou být lepící a stěrková hmota vtlačené do spár mezi desky tepelné izolace a do míst případného porušení těchto desek.

Pro místa se zvýšeným vlhkostním namáháním, jako je tepelná izolace stěn pod úrovní terénu, v odstříkové výšce nad přilehlým terénem či vodorovnými konstrukcemi apod., musí být volena tepelná izolace s velmi nízkou dlouhodobou nasákavostí, nebo se musí zajistit její trvalá ochrana proti působení zvýšené vlhkosti.

3.1 Pěnový polystyren EPS-F

Jedná se o tuhý lehčený izolační materiál s pěnovou strukturou, která obsahuje 98% vzduchu uzavřeného v drobných buňkách hmoty. Je dodáván nejčastěji v deskách o různých tloušťkách. Upevňuje se lepením, kotvením pomocí hmoždinek, nebo vkládáním do rámu s přichycením. Ve stavebních konstrukcích je třeba jej chránit před všeobecným dlouhodobým působením vody a UV záření. Ve vnějších zateplovacích systémech se předepisují fasádní desky z tuhého stabilizovaného samozhášivého EPS-F. Má stupeň hořlavosti C1 a obvykle objemovou hmotnost 15 až 25 kg m⁻³.

3.2 Extrudovaný polystyren XPS

Vytlačovaný neboli extrudovaný polystyren XPS je hutnější – užívá se o objemové hmotnosti 30 až 40 kg m⁻³. Výhodou oproti EPS jsou jeho lepší mechanické vlastnosti, nenásákavost a také znatelně nižší tepelná vodivost. Nevýhodou je ale však jeho vyšší cena.

Při aplikacích XPS-F je nutné zohlednit jeho objemové změny, které jsou větší než u EPS-F. Poroto se doporučuje použít desky XPS-F v menších plochách, zejména v oblasti soklu. Má-li se použít v ploše fasády, pak musí splňovat přísnější požadavky jak na přípustné tolerance od jmenovitých hodnot rozměrů, tak i na rozměrovou stabilitu.

XPS-F se uplatňuje při zateplení míst zatížených vlhkostí, jako jsou konstrukce pod terénem, sokly budov v pásmu s odstříkem dešťové vody.

3.3 Pojená minerální vlákna MW-F

Pro kontaktní zateplovací systémy se používají tužší typy desek z minerální vlny, které se výrazně liší od běžných výrobků a nelze je tedy zaměňovat. Výrobci dodávají speciální fasádní desky MW-F, které jsou těžší než polystyrenové tepelné izolace – mají objemovou hmotnost obvykle 100 až 150 kg m⁻³. Kromě desek z minerální vlny s podélnými vlákny se užívají také lamelové desky z minerální vlny s vlákny kolmými na povrch, které jsou odolnější v tlaku, mají menší rozlupčivost a snadněji se tvarují podél zakřivených fasádních ploch.

MW-F mají tepelně izolační vlastnosti blízké polystyrenovým izolacím. Příznivější požárně technické vlastnosti a akustické vlastnosti. Ale mají vyšší cenu. Jsou vhodné pro zateplování staveb s vyššími požárně technickými nároky, pro zateplení požárních únikových cest a pro zateplení vyšších domů, nebo jejich vyšších podlaží nad požární výškou 22,5 m.

Kontaktní zateplovací systémy z MW-F nejsou vhodné do vlhkého prostředí.

3.4 Desky z fenolické pěny

Materiál je díky svým tepelněizolačním a mechanickým vlastnostem, dobré zpracovatelnosti a dalším technickým parametrům vhodný pro vytvoření tepelněizolační vrstvy ve vnějším kontaktním zateplovacím systému.

Fenolická pěna se vyrábí napěněním fenolformaldehydových pryskřic do bloků, které se následně řezou na desky a oboustranně opatřují skelným vláknem či reflexní hliníkovou fólií. Používá se pro zateplení fasád, s výhodou u rekonstrukcí či v detailech, kde není místo na velkou tloušťku izolantu pro její dobrou hodnotu součinitele tepelné vodivosti.

V reakci na oheň patří do třídy C, její obvyklá objemová hmotnost je 35 kg m^{-3} . Vyznačuje se nízkou tepelnou vodivostí $\lambda = 0,024\text{--}0,021 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$.

3.5 Pěnové sklo

Představitelem jsou tuhé deskové izolační hmoty na anorganické bázi. Vyrábí se z rozemletého vytaveného skla na jemný prach a smícháním s prachovým uhlíkem. Tato směs se ve formách zahřívá na 1000°C , kdy dochází k natavení hmoty a k současné oxidaci uhlíku na CO_2 . Tento plyn tvoří bublinky, které dvacetinásobně zvětší objem směsi skleněného a uhlíkového prachu. Poté je napěněná sklovina postupně ochlazována na 20°C .

Izolační pěnové sklo má několik podstatných výhod oproti ostatním izolantům. Odolává teplotám -260°C až $+430^\circ\text{C}$, má vysokou pevnost, je absolutně vodotěsný, nulovou kapilaritu, faktor difuzního odporu nekonečně malý, objemově stabilní. Nevýhodou pěnového skla je jeho velmi vysoká cena.

Pěnové sklo se k podkladu vždy plnoplošně lepí, nesmí se mechanicky kotvit, ani se přes něj nesmí kotvit žádná hydroizolace.

3.6 Izolace z papírových a dřevěných surovin

Představitelem této izolace je např. izolační hmota Climatizer Plus, která vzniká z odpadního papíru rozvlákněním a obohacením kyselinou boritou a boraxem. Tím se zajistí potřebné vlastnosti papírové hmoty, jak je vyžaduje požární ochrana a hygienické předpisy. Izolační hmota je trvanlivá, odolává vlhkosti a může se buď volně sypat, nebo se fouká speciálním přístrojem, čímž se zhutní a dosáhne kompaktnějšího provedení. Při foukání se může obohatit určitými tekutinami (voda, lepidlo apod.), které její vlastnosti ještě upravují.

Z dřevěné hmoty se vyrábí izolační desky dřevocementové, jejichž podstatou je dřevěná vlna ze smrkového nebo jedlového dřeva, cement a přísady pro impregnaci dřevěné hmoty, nebo desky třískocementové, jejichž podstatou jsou dřevěné třísky, cement a chlorid vápenatý. Promíchaná hmota se lisuje do desek o různé tloušťce a pevnosti. Povrch desek má porézní strukturu, umožňující aplikaci omítky.

Protože jejich izolační vlastnosti nejsou nejlepší, kombinují se s jinými izolačními materiály, přičemž se výhodně využívá jejich dobrých mechanických vlastností. Velmi častá je kombinace pěnového polystyrenu různých tloušťek, opatřeného z jedné strany vrstvou dřevocementové hmoty.

3.7 Konopná izolace

Konopná izolace disponuje součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,038$ až $0,04 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$, což ji řadí mezi nejlepší běžné izolanty. Faktoru difuzního odporu konopné izolace $\mu=1$ až 2 .

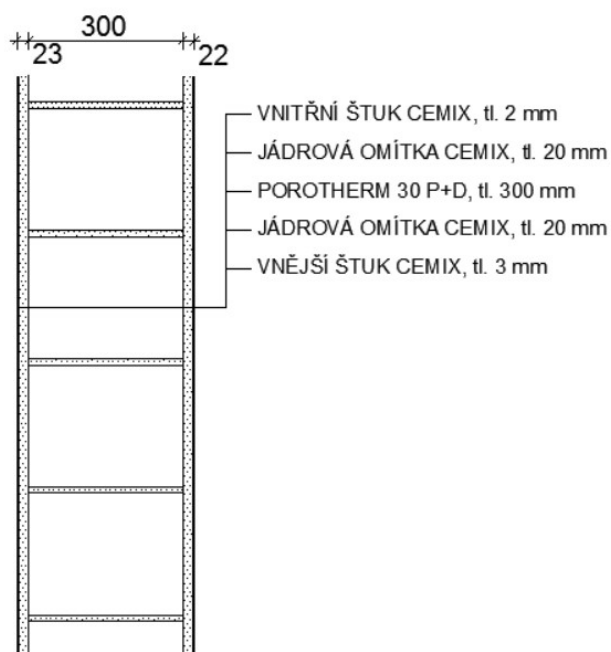
Konopná izolace je navíc schopna pojmout a vyrovnat se s velkým množstvím vlhkosti. Objemová vlhkost může narůst až na 20% , aniž by byla snížena účinnost izolačních

schopností. Ale tyto dobré vlastnosti samozřejmě vyvažuje její vysoká cena. V reakci na oheň spadá do třídy E.

4 Návrh a posouzení obvodové stěny

4.1 Obvodová stěna nezateplená

4.1.1 Návrh skladby



4.1.2 Posouzení součinitele prostupu tepla

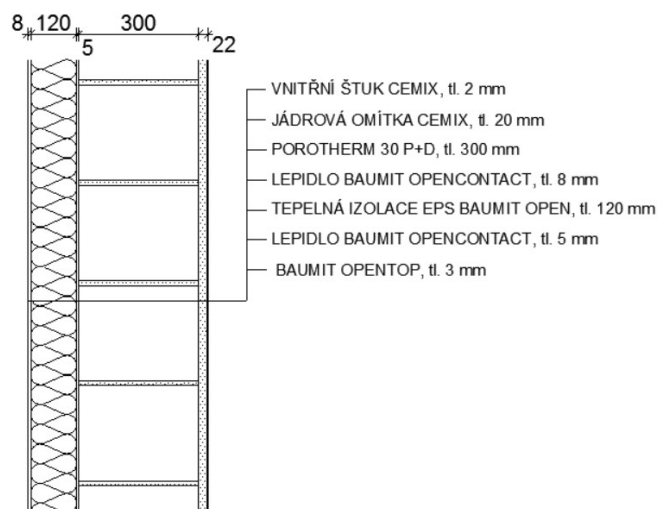
i	Popis vrstvy	d_i [m]	λ_i [$\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$]	R_i [$\text{W}^{-1}\text{m}^2\text{K}$]
1	Vnitřní štuk Cemix	0,002	0,54	0,004
2	Jádrová omítka Cemix	0,020	0,74	0,027
3	Porotherm 30 P+D	0,300	0,175	1,714
4	Jádrová omítka Cemix	0,020	0,74	0,027
5	Vnější štuk Cemix	0,003	0,54	0,006
				$\sum R_i = 1,778 \text{ W}^{-1}\text{m}^2\text{K}$

R_{si} [$\text{W}^{-1}\text{m}^2\text{K}$]	0,13
R_{se} [$\text{W}^{-1}\text{m}^2\text{K}$]	0,04
R_T [$\text{W}^{-1}\text{m}^2\text{K}$]	1,9
U [$\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$]	0,51

Požadovaný $U_{N,20}$ [$\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$]	0,3
Doporučený $U_{rec,20}$ [$\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$]	0,2
Nesplňuje požadovanou hodnotu U	

4.2 Obvodová stěna zateplená expandovaným polystyrenem

4.2.1 Návrh skladby



4.2.2 Posouzení součinitele prostupu tepla

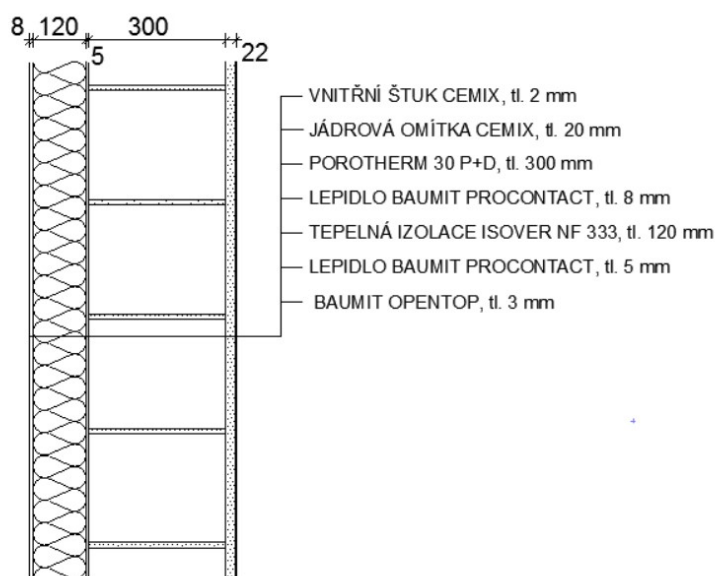
i	Popis vrstvy	d_i [m]	λ_i [$\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$]	R_i [$\text{W}^{-1}\text{m}^2\text{K}$]
1	Vnitřní štuk Cemix	0,002	0,54	0,004
2	Jádrová omítka Cemix	0,020	0,74	0,027
3	Porotherm 30 P+D	0,300	0,175	1,714
4	LEPIDLO BAUMIT OPENCONTACT	0,008	0,54	0,015
5	EPS BAUMIT OPEN	0,120	0,039	3,077
6	LEPIDLO BAUMIT OPENCONTACT	0,005	0,54	0,009
7	BAUMIT OPENTOP	0,003	0,54	0,006
				$\Sigma R_i = 4,933 \text{ W}^{-1}\text{m}^2\text{K}$

Požadovaný $U_{N,20}$ [$\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$]	0,3
Doporučený $U_{\text{rec},20}$ [$\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$]	0,2
Splňuje doporučenou hodnotu U	

R_{si} [$\text{W}^{-1}\text{m}^2\text{K}$]	0,13
R_{se} [$\text{W}^{-1}\text{m}^2\text{K}$]	0,04
R_T [$\text{W}^{-1}\text{m}^2\text{K}$]	5,1
U [$\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$]	0,2

4.3 Obvodová stěna zateplená minerální vatou

4.3.1 Návrh skladby



4.3.2 Posouzení součinitele prostupu tepla

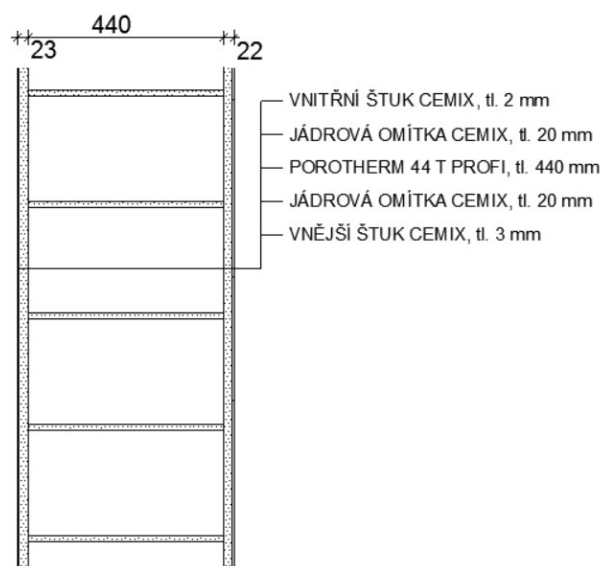
i	Popis vrstvy	d_i [m]	λ_i [Wm ⁻¹ K ⁻¹]	R_i [W ⁻¹ m ² K]
1	Vnitřní štuk Cemix	0,002	0,54	0,004
2	Jádrová omítka Cemix	0,020	0,74	0,027
3	Porotherm 30 P+D	0,300	0,175	1,714
4	LEPIDLO BAUMIT PROCONTACT	0,008	0,54	0,015
5	MW ISOVER NF 333	0,120	0,041	2,927
6	LEPIDLO BAUMIT PROCONTACT	0,005	0,54	0,009
7	BAUMIT OPENTOP	0,003	0,54	0,006
				$\sum R_i = 4,701 \text{ W}^{-1}\text{m}^2\text{K}$

R_{si} [W ⁻¹ m ² K]	0,13
R_{se} [W ⁻¹ m ² K]	0,04
R_T [W ⁻¹ m ² K]	4,9
U [Wm ⁻² K ⁻¹]	0,21

Požadovaný $U_{N,20}$ [Wm ⁻² K ⁻¹]	0,3
Doporučený $U_{rec,20}$ [Wm ⁻² K ⁻¹]	0,2
Splňuje požadovanou hodnotu U	

4.4 Obvodová stěna z tvárnic plněných minerální vatou

4.4.1 Návrh skladby



4.4.2 Posouzení součinitele prostupu tepla

i	Popis vrstvy	d_i [m]	λ_i [$\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$]	R_i [$\text{W}^{-1}\text{m}^2\text{K}$]
1	Vnitřní štuk Cemix	0,002	0,54	0,004
2	Jádrová omítka Cemix	0,020	0,74	0,027
3	Porotherm 44 T Profí	0,440	0,077	5,714
4	Jádrová omítka Cemix	0,020	0,74	0,027
5	Vnější štuk Cemix	0,003	0,54	0,006
				$\sum R_i = 5,778 \text{ W}^{-1}\text{m}^2\text{K}$

R_{si} [$\text{W}^{-1}\text{m}^2\text{K}$]	0,13
R_{se} [$\text{W}^{-1}\text{m}^2\text{K}$]	0,04
R_T [$\text{W}^{-1}\text{m}^2\text{K}$]	5,9
U [$\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$]	0,17

Požadovaný $U_{N,20}$ [$\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$]	0,3
Doporučený $U_{rec,20}$ [$\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$]	0,2
Splňuje doporučenou hodnotu U	

5 Vyhodnocení

5.1 Obvodová stěna nezateplená

Stěna bez zateplení nespĺňuje normové požadavky na součinitel prostupu tepla $U_{N,20}$. Proto tuto skladbu není možné použít na obvodovou stěnu, přesto že se cenově jeví nejpříznivěji.

Vrstva	Cena 1 m ² v Kč
Vnitřní štuk Cemix	14,2
Jádrová omítka Cemix	113,1
Porotherm 30 P+D	489,9
Jádrová omítka Cemix	113,1
Vnější štuk Cemix	14,8
Celkem =	745,1

Cena materiálu na 1 m² včetně DPH (21%) obvodové stěny.

5.2 Obvodová stěna zateplená expandovaným polystyrenem

Tato konstrukce je zateplená fasádním polystyrenem BAUMITOPEN. Jedná se o vysoce paropropustné tepelně izolační fasádní desky se sníženou hořlavostí, rozměrově přesné, tvarově stálé, odolné proti stárnutí. Optimalizovaná síť otvorů procházejících celou tloušťkou desky výrazně zrychluje vysychání novostaveb a podstatně snižuje riziko kondenzace vlhkosti v obvodových stěnách. U nižších staveb není třeba kotvit talířovými hmoždinkami, takže v případě správné montáže nedochází k žádným tepelným mostům.

Tento systém kombinuje výhody expandovaného polystyrenu a minerální vaty – cenová dostupnost a vysoká prodyšnost.

Vrstva	Cena 1 m ² v Kč
Vnitřní štuk Cemix	14,2
Jádrová omítka Cemix	113,1
Porotherm 30 P+D	489,9
LEPIDLO BAUMIT OPENCONTACT	72,0
EPS BAUMIT OPEN	265,6
LEPIDLO BAUMIT OPENCONTACT	57,6
BAUMIT OPENTOP	155,5
Celkem =	1167,9

Cena materiálu na 1 m² včetně DPH (21%) obvodové stěny.

5.3 Obvodová stěna zateplená minerální vatou

Tato konstrukce je zateplená fasádními deskami z minerální vaty ISOVER NF 333. Z tepelně-technického hlediska je tato skladba o něco horší než stěna zateplená polystyrenem. I cena je o něco vyšší. Ale má příznivější požárně technické vlastnosti a akustické vlastnosti. Tato konstrukce je vhodná pro stavby s vyššími požárně technickými nároky.

Vrstva	Cena 1 m ² v Kč
Vnitřní štuk Cemix	14,2
Jádrová omítka Cemix	113,1
Porotherm 30 P+D	489,9
LEPIDLO BAUMIT PROCONTACT	42,8
MW ISOVER NF 333	381,0
LEPIDLO BAUMIT PROCONTACT	34,2
BAUMIT OPENTOP	155,5
Celkem =	1230,8

Cena materiálu na 1 m² včetně DPH (21%) obvodové stěny.

5.4 Obvodová stěna z tvárnic plněných minerální vatou

Tato konstrukce je navržena bez dodatečného zateplení konstrukce. Tvárnice jsou plněny hydrofobizovanou minerální vatou, a tak vyhoví tepelně-technickým požadavkům bez jakékoli další izolace. Tím nám odpadá další práce spojená se zateplováním, ale při nedodržení správného postupu zdění daného od výrobce a nepoužití všech systémových prvků, se tak snadno mohou v konstrukci vytvořit tepelné mosty, které by se při dodatečném zateplení odstranily. Takže za nevýhody této skladby považují vysokou cenu a možnost vzniku tepelných mostů.

Vrstva	Cena 1 m ² v Kč
Vnitřní štuk Cemix	14,2
Jádrová omítka Cemix	113,1
Porotherm 44 T Profi	1715,8
Jádrová omítka Cemix	113,1
Vnější štuk Cemix	14,8
Celkem =	1971,0

Cena materiálu na 1 m² včetně DPH (21%) obvodové stěny.

Konstrukce	U [Wm ⁻² K ⁻¹]	Cena 1 m ² v K
Obvodová stěna nezateplená	0,51	745
Obvodová stěna zateplená EPS	0,2	1168
Obvodová stěna zateplená minerální vatou	0,21	1231
Obvodová stěna z tvárnic plněných minerální vatou	0,17	1971

6 Závěr

Ve své seminární práci jsem se zaměřila na problematiku zateplení obvodových stěn. Nejdříve jsem popsala, jaké jsou druhy zateplení, a pak jsem uvedla nečastěji používané tepelně izolační materiály. Cílem této práce je zjistit, který materiál a který zateplovací systém by byl případně nejvhodnější pro navrhovaný rodinný dům. Pro svoji bakalářskou práci jsem si vybrala konstrukci zateplenou polystyrenem BAUMITOPEN. Protože cenově i z tepelně technického hlediska vychází nejpříznivěji.

7 Seznam použité literatury

ŠUBRT, Roman. *Zateplování*. 1. vyd. Brno: ERA, 2008. Stavíme. ISBN 9788073661380.

ŠÁLA, Jiří a Milan MACHATKA. *Zateplování v praxi: provádění vnějších kontaktních zateplovacích systémů*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002. Profi & hobby. ISBN 802470224X.

VLČEK, Milan a Petr BENEŠ. *Zateplování staveb*. Brno: CERM, 2000. ISBN 8072041649.

ČSN 73 0540 – 2: 2011 + Z1 2012 – *Tepelná ochrana budov*.

Internetové odkazy:

<http://www.cemix.cz/>

<http://www.baumit.cz/>

<http://www.tzb-info.cz/>

<http://www.zatepleni-fasad.eu/>

V Brně dne 25. 5. 2016



.....
podpis autora
Jana Macháčová