

SLOVENSKÁ POĽHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V NITRE
TECHNICKÁ FAKULTA

1130379

BAKALÁRSKA PRÁCA

V Nitre, 2011

Andrej Bryndza

SLOVENSKÁ POĽHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V NITRE
TECHNICKÁ FAKULTA

VYUŽITIE PRÍRODNÝCH MATERIÁLOV NA
TEPELNÉ IZOLÁCIE BUDOV

Bakalárska práca

Študijný program: Prevádzková bezpečnosť techniky
Študijný odbor: 2386700 Kvalita produkcie
Školiace pracovisko: Katedra stavieb
Školiteľ: Ing. Milada Balková, PhD.
Konzultant: Ing. Štefan Pogran, CSc.

V Nitre, 2011

Andrej Bryndza

Čestné vyhlásenie

Dolu podpísaný Andrej Bryndza vyhlasujem, že som bakalársku prácu na tému “Vyžitie prírodných materiálov na tepelné izolácie budov” vypracoval samostatne s použitím uvedenej literatúry a zdrojov.

.....

V Nitre 4. mája 2011

Pod'akovanie

Týmto ďakujem Ing. Milade Balkovej, PhD. za jej pomoc, usmerňovanie a cenné rady pri zhromažďovaní podkladov ako aj pri samotnom písaní mojej bakalárskej práce.

.....

V Nitre 4. mája 2011

Abstrakt

Táto bakalárska práca sa zameriava na problematiku tepelných izolácií budov. Predovšetkým porovnáva tepelno-izolačné vlastnosti bežných priemyselne vyrábaných izolačných materiálov, ktoré sa v súčasnosti najviac v stavebníctve využívajú, s vlastnosťami tepelných izolácií z prírodných materiálov. Poukazuje na rozdiely medzi nimi a na základe vypočítaných hodnôt a záverov poskytne čitateľovi ucelený obraz o prírodných materiáloch, ktoré dokážu svojimi vlastnosťami bezproblémovo konkurovať o prvé priečky medzi tepelnými izoláciami na našom, ale aj zahraničnom trhu

Kľúčové slová: tepelno-izolačné vlastnosti, prírodných materiálov, rozdiely

Abstract

This thesis focuses on the problems of thermal insulation of buildings. In particular, compares the thermal insulation properties of industrially produced conventional insulating materials that are currently most used in construction, with thermal insulation properties of natural materials. Highlights the differences between them and based on the calculated values and ultimately providing the reader a complete picture of natural materials with properties that can seamlessly compete walls between the first thermal insulation in our, but also foreign markets

Keywords: thermal insulating properties of natural materials, the differences

Obsah

Úvod.....	9
1 Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky.....	10
1.1 Prírodné materiály.....	10
1.2 Možnosti uplatnenia prírodných izolačných materiálov.....	10
1.3 Environmentálne a klimatické vlastnosti prírodných materiálov.....	12
1.4 Tepelná izolácia	14
1.5 Tepelný most	15
1.5.1 Následky tepelných mostov.....	16
1.5.2 Diagnostika a riešenie tepelných mostov.....	16
1.6 Rozdelenie tepelných izolácií.....	17
1.7 Porovnanie prírodných a syntetických materiálov.....	19
1.7.1 Základná charakteristika tepelno-izolačných materiálov.....	20
1.7.1.1 Priemyselné materiály na tepelnú izoláciu budov.....	20
1.7.1.2 Prírodné materiály využívané na tepelnú izoláciu budov.....	23
1.7.1.3 Kritériá na posudzovanie tepelnoizolačných materiálov.....	26
1.8 Zatepl'ovanie budov.....	27
1.8.1 Zateplenie z vonkajšej strany.....	27
1.8.2 Zateplenie z vnútornej strany.....	28
1.8.3 Návrh zateplenia.....	28
1.8.4 Šírenie tepla.....	28
1.8.4.1 Prenos tepla vedením.....	28
1.8.4.2 Prenos tepla prúdením.....	29
1.8.4.3 Prenos tepla žiarením.....	30
1.9 Voda a jej kondenzácia.....	31
1.9.1 Difúzny odpor materiálu.....	31
2 Cieľ práce.....	33
3 Metodický postup.....	34
3.1 Vzťahy na výpočet zisťovaných hodnôt.....	34

4 Výsledky práce.....	35
4.1 Výpočet tepelného odporu vybraných skladieb konštrukcií a ich porovnanie...35	
4.1.1 Základné parametre stavby zohľadnené pri výpočte.....	37
4.1.2 Výstupy zo softvéru pri použití jednotlivých izolácií.....	37
4.2 Vyhodnotenie zistených údajov.....	47
5 Diskusia.....	48
6 Záver.....	49
7 Zoznam použitej literatúry.....	50

Zoznam použitých obrázkov

Obrázok 01: Ukážka termovíznej snímky znázorňujúcej tepelné mosty na budove

<http://www.s24.sk/sk/Byvanie/Stavba/Tepelny-most.alej>

Obrázok 02: Rôzne druhy tepelných izolácií

http://www.construct101.com/?page_id=93

Obrázok 03: Ukážka tepelnej izolácie z konope - Canabest

<http://www.mabeko.cz/?canabest-basic,36>

Obrázok 04: Ukážka zateplenia RD pomocou polystyrénu

<http://www.3m-mont.sk/ref2.html>

Obrázok 05: Ukážka zateplenia RD pomocou minerálnej vlny

<http://stavebnecentrum.sk/zateplenie-fasady/>

Obrázok 06: Ukážka aplikácie korkovej izolácie na zateplenie RD

[http://www.korok.sk/index.php?cl=fotogalery_item&iid=34&tname=\[photos_inbox](http://www.korok.sk/index.php?cl=fotogalery_item&iid=34&tname=[photos_inbox)

Úvod

V dnešnej modernej dobe sa začína čoraz viac dbať na ekológiu, spôsoby ako chrániť naše životné prostredie a ako čo najmenej zaťažovať už aj tak dosť zdevastovanú prírodu. Mnoho ľudí si začína uvedomovať dôležitosť ochrany prírody, prírodných zdrojov a začínajú sa zaujímať o možnosti, ktoré nám príroda poskytuje. Naši predkovia nepoznali moderné technológie, nemali možnosť vyrábať stavebné materiály tak ako ich poznáme teraz, no aj napriek tomu stavali svoje obydlia najlepšie ako vedeli a niektoré tieto stavby prežili generácie. Pri stavbe využívali len to, čo im príroda poskytovala a počas dlhých stáročí vypracovali skvelý systém stavieb, z ktorých mnohé stoja v pôvodnom stave dodnes. Využívali najmä kameň, drevo, slamu, rôzne trávy, hlinu a ďalšie materiály, ktoré im príroda dala.

V snahe vylepšovať tieto stavby a materiály, ľudstvo dospelo až do štádia, keď sa prírodné a najmä obnoviteľné zdroje začali nahrádzať umelo vyrábanými stavebnými materiálmi. V snahe znížiť výrobné náklady a produkovať čo najväčšie množstvá úplne vytlačili materiály, ktoré treba pestovať, starať sa o ne, zbierať a spracovávať.

Postupne si však začíname uvedomovať aj dôležitosť zdravia a zdravého bývania. Začíname hľadať najrôznejšie alternatívy, ktoré nám poskytnú rovnaký štandard bývania, plnohodnotne nahradia komerčne vyrábané materiály, ale zároveň sú oveľa šetrnejšie k prírode a v obytných priestoroch vytvárajú ideálnu klímu pre život ľudí.

1 Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky

1.1 Prírodné materiály

Prírodné materiály sú na rozdiel od novodobých komerčných materiálov vyskúšané a osvedčené. Zatiaľ čo reálna životnosť novodobých stavebných materiálov stále nie je dokázaná, dodnes sú známe stavby, kde boli použité výhradne materiály ako kameň, hlina a slama a tieto stavby prežili stáročia vo viac menej nezmenenom stave.

Je dokázané, že hlinené steny a omietky vykazujú veľmi dobré tepelno-izolačné ako aj pevnostné vlastnosti porovnateľné s komerčne ponúkanými materiálmi.

Na samotnú výstavbu stien z prírodných materiálov je možné použiť hlinu, drevo, kameň, slamu a ďalšie. Tieto vieme využiť samostatne, ale najčastejšie sa jedná o ich kombináciu.

V porovnaní s prírodnými sa využívajú komerčne ponúkané stavebné materiály ešte stále častejšie.

1.2 Možnosti uplatnenia prírodných izolačných materiálov

Primárna energetická náročnosť výroby prírodných izolačných materiálov je neporovnateľne nižšia (okrem drevených vlákien a penového skla) ako u syntetických materiálov. Popri nižšej náročnosti výroby sú však stále ceny materiálov a ich spracovanie vyššie ako pri umelých izoláciách. Príčinou vysokých cenových rozdielov sú hlavne vysoké náklady na ich prepravu, pretože v dôsledku malého množstva výrobcov rastú prepravné vzdialenosti. Aj keď je výroba penových materiálov (polystyrén, polyuretán a pod.) energeticky vysoko náročná, ich konečná cena rapídne klesá v dôsledku nízkej ceny vstupnej suroviny (ide o vedľajšie produkty pri spracovaní ropy), veľkých výrobných objemov a veľkého množstva výrobcov z čoho vyplýva jednoduchá dostupnosť a krátke prepravné vzdialenosti.

Využitie domácich prírodných materiálov je naproti tomu v začiatkoch a je obmedzené iba na niekoľko výrobcov. Okrem toho sa pri použití prírodných materiálov musí

prispôbiť konštrukcia podľa použitého materiálu, aby bola montáž nielen časovo nenáročná, ale aby sa mohlo s danými materiálmi pracovať úspornejšie. Keď sa tieto aspekty zohľadnia, tak cenovo a technicky konkurencieschopné konštrukcie by v budúcnosti nemali predstavovať žiaden problém. V súčasnosti nie sú zohľadnené v cenách umelých materiálov ani dodatočné ekologické náklady napríklad na recykláciu alebo zneškodnenie, čo bude čím ďalej meniť ceny v prospech prírodných materiálov. Niektorí výrobcovia izolačných materiálov si začínajú uvedomovať širšie environmentálne a marketingové súvislosti stavebného trhu budúcnosti, a svoju produkciu postupne pripravujú na reštrukturalizáciu udržateľným spôsobom.

V našich podmienkach sa v súčasnosti stretávame s použitím slamy, konopných alebo ľanových vlákien, ovčej vlny a rákosových výrobkov pre tepelnú izoláciu domov. Balíky slamy, ktoré sú stlačené na požadovanú hustotu a veľkosť sú vyrábané vždy na zákazku pre konkrétnu stavbu. Ovčia vlna je vo forme izolačných rohoží taktiež dostupná z miestnych zdrojov. Konope je v súčasnosti na trhu dostupné vo forme voľne loženej vlny, lisovaných platní na rôznu hustotu podľa využitia a vo forme rohoží. Panely z rákosia je možné použiť tak isto ako kontaktný fasádny systém, alebo do vnútra ako nosiče hlinených omietok. Ďalšími používanými materiálmi sú izolačné dosky z drevnej vlny, perlit a keramzit, ktoré sú cenovo dostupné.

Súbežne s presadzovaním týchto izolácií na trh prebiehajú skúšky a získavanie certifikátov pre tieto materiály. Navrhovanie a uplatnenie týchto materiálov v konštrukciách predpokladá jasné definovanie ich vlastností a technických parametrov. Správny výber tepelnej izolácie závisí predovšetkým od oblasti jej použitia pri zohľadnení všetkých stavebno-technických, stavebno-fyzikálnych a ekonomických podmienok.

1.3 Environmentálne a klimatické vlastnosti prírodných materiálov

Na trhu sú už dlhšiu dobu dostupné výrobky zo surovín ako je drevo, vlna, konope alebo ľan, ktoré boli doteraz ako tepelno-izolačné materiály prakticky neznáme. Výrobky na báze dreva sú medzi tepelnými izoláciami z obnoviteľných a dorastajúcich zdrojov číslo jedna. Takýmto materiálom sú napríklad drevovláknité dosky, ktoré sa vyrábajú z odpadu pochádzajúceho z drevospracujúcich závodov. Drevo sa spracováva aj do formy drevenej vlny, z ktorej sa po pridaní spojív vytvárajú tepelno-izolačné dosky. Dorastajúcim materiálom v širšom zmysle je aj celulóza, ktorú získavame priamo z dreva, alebo zo starého papiera a ako tepelná izolácia sa používa vo forme fúkaných vložiek alebo tvrdých dosiek.

Materiálmi s veľkým potenciálom hlavne pre domácu produkciu sú najmä ľan a konope. Tie sú svojou vláknitou štruktúrou ideálnymi materiálmi na výrobu tepelných izolácií. Vlákna sa rozčesávajú do podoby rúna a buď sa v takomto stave nechávajú, alebo sa spájajú do rohoží a dosiek. Na izolácie sa využíva aj ľanové a konopné pazderie. Ďalším podobným materiálom je aj obilná slama, ktorá sa od nepamäti využívala ako prísada do hlinených omietok a nepálených tehál pri stavbe domu. Aktuálne nachádza stále väčšie uplatnenie pri výrobe lisovaných slamených dosiek, pričom slamené balíky sa tešia stále väčšej pozornosti vzhľadom k nízkej cene a veľmi zaujímavým tepelno-izolačným vlastnostiam.

Ako zvyškový produkt obhospodarovania krajiny môže v oblasti výstavby nájsť uplatnenie aj rákosie, ktoré je použiteľné ako strešná krytina, alebo vo forme tepelno-izolačných dosiek a vysokou stabilitou a odolnosťou voči vlhkosti.

Vo forme dosiek sa tiež využíva korok, získavaný z korkového dubu. Korok môžeme v drvenej forme využiť aj ako sypanú výplň. Korok, kokosové vlákno a bavlna však nie sú domáce suroviny, preto je ich uplatnenie vzhľadom na prepravné vzdialenosti v našom regióne otázne.

Ďalším materiálom je už spomenutá bavlna, ktorá sa využíva vo forme rohoží alebo ako voľne ložený výplňový materiál. Podobné vlastnosti má aj vlna, s ktorou sa stretávame v podobe rúna s možným širokým uplatnením izolácií striech, stien a stropov.

Práve v oblasti sektoru tepelno-izolačných materiálov, kde je možné očakávať výrazný nárast spotreby v zmysle ochrany klímy a energetických úspor, tkvie obrovský potenciál pri uplatňovaní dorastajúcich surovín. Súčasnú hospodársku a právnu podmienku v rámci Európskej únie vytvárajú z dorastajúcich surovín a ich používania na tepelno-izolačné účely perspektívne odvetvie s vysokým potenciálom rastu.

Jednou z prekážok, ktoré bránia širšiemu používaniu je možná počiatočná nedôvera spotrebiteľov a stavebníkov v tepelno-izolačné vlastnosti týchto materiálov a tiež z vyššej ceny oproti bežným konvenčným materiálom. Ak majú byť tepelno-izolačné materiály z dorastajúcich surovín konkurencieschopné musia vykazovať porovnateľné alebo lepšie vlastnosti ako bežné konvenčne používané materiály. Pri laboratórnych testoch tepelnej vodivosti rôznych materiálov sa napríklad zistilo, že konopné vlákno je jednou z mála domácich surovín, ktorá je schopná nahradiť minerálnu vlnu.

Stavebníctvo a s ním súvisiaca výroba sa podieľajú zhruba na 40% celosvetovej spotrebe energií. Súčasný stav v oblasti výroby stavebných hmôt a izolácií nie je preto pri jeho energetickej náročnosti dlhodobo udržateľný. K obratu vo využívaní prírodných materiálov v širšom merítku môže dôjsť v dôsledku náhleho pohybu cien energií alebo nedostupnosť surovín pre výrobu syntetických materiálov.

To, čo sa dnes vníma ako nejaká alternatíva, môže byť za pár rokov bežný štandard alebo dokonca nutnosť. Zároveň si musíme začať uvedomovať súvislosti medzi navrhovaním budov a výberom vhodných materiálov na celkový dopad na životné prostredie a vyčerpatelnosť zdrojov.

(Sternová, Z. 1999)

1.4 Tepelná izolácia

Základnou fyzikálnou charakteristikou tepelno-izolačného materiálu je jeho veľký objem pri minimálnej hmotnosti, čo je dané veľkým množstvom vzduchových dutín, pretože vzduch je v porovnaní s inými materiálmi veľmi zlý tepelný vodič.

Za tepelnú izoláciu je vo všeobecnosti považovaný každý materiál, ktorého súčiniteľ tepelnej vodivosti λ je menší ako $0,30 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$. Ak súčiniteľ tepelnej vodivosti λ dosiahne hodnotu $\lambda < 0,10 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ môžeme hovoriť o efektívnej tepelnej izolácii.

Zo stavebno-fyzikálneho hľadiska je najdôležitejšou vlastnosťou izolácie jej tepelná vodivosť, ktorá úzko súvisí s reguláciou vlhkosti. Okrem tepelno-izolačných vlastností sa môžu tieto materiály svojou tepelnou kapacitou spolu-podieľať na vytváraní tepelnej stability v miestnostiach.

V súvislosti s rastúcim trendom zatepľovania budov sa naskytuje otázka, aký materiál použiť. Máme na výber z prírodných materiálov alebo zo synteticky vyrábaných. Prírodné materiály majú porovnateľné tepelno-izolačné vlastnosti ako syntetické, pričom ich výhodami sú lepšia letná tepelná ochrana, lepšia schopnosť regulovať vlhkosť a priaznivejšia ekologická bilancia. Sú však drahšie a jedinou cenovo porovnateľnou alternatívou je celulóza. Všeobecne sú prírodné tepelno-izolačné materiály v procese výroby, spracovania a použitia zo zdravotného hľadiska bezproblémovjšie a ich produkcia je obmedzená iba na najnutnejšie výrobné procesy. Zaťaženie životného prostredia je kvôli nepatrnej energetickej spotrebe pri výrobe zanedbateľná, pretože vytváranie hmoty prebieha prírodným procesom fotosyntézy a okrem toho nedochádza k uvoľňovaniu škodlivých plynov, častíc a rádioaktívneho žiarenia.

Hlavnou funkciou tepelnej izolácie je udržať príjemnú klímu v objekte, zabrániť tepelným stratám, regulovať celkovú tepelnú pohodu a v neposlednom rade aj chrániť samotný objekt pred rôznymi vonkajšími poveternostnými vplyvmi.

1.5 Tepelný most

Tepelný most je miesto v konštrukcii, kde dochádza k zvýšenému toku tepelnej energie. Vo vnútri domu má toto miesto výrazne chladnejší povrch ako okolie, v exteriéri je naopak výrazne teplejší.

Podľa charakteru delíme tepelné mosty na konštrukčné a geometrické.

Tepelné mosty sa môžu vyskytovať na celej rade miest. Najčastejšie sa tvoria v mieste styku dvoch rôznych konštrukcií. Ako príklad môžeme uviesť zvislú konštrukciu steny a vodorovnú konštrukciu stropu alebo v stene zakotveného balkónu. Ďalšou oblasťou výskytu tepelných mostov sú rámy rôznych výplní otvorov, ako sú napríklad okná a dvere. Veľmi citlivým miestom sú tiež okenné preklady, ktoré sa často riešia formou oceľových nosníkov. Toto riešenie je dobré po stránke statickej, ale z hľadiska tepelného už také ideálne nie je, vzhľadom k tomu, že oceľ je veľmi dobrým vodičom tepla.

Medzi rizikovými stavebnými konštrukciami treba spomenúť aj rôzne konštrukcie plochých striech. Tu cez rôzne kotviace konštrukcie, pomocou ktorých sa uchyťáva hydroizolácia tak isto dochádza k prestupu tepla (Obr.01). Všeobecným problémom pri strechách sú aj rôzne nasávacie otvory, vzduchotechnika, vetracie šachty, popri ktorých taktiež dochádza k úniku.

(Voženílek, O.1998)



Obrázok 01: Ukážka termovíznej snímky znázorňujúcej tepelné mosty na budove

Zdroj obrázku: <http://www.s24.sk/sk/Byvanie/Stavba/Tepelny-most.alej>

1.5.1 Následky tepelných mostov

Je všeobecne známe, že tepelné mosty sa prejavujú na celkovej energetickej bilancii stavieb. Samozrejme nemôžeme zabudnúť ani na ďalšie problémy, ktoré tepelné mosty spôsobujú. Pre zdravie každého z nás je škodlivý výskyt pliesní a tiež život v narušenej mikroklíme nášho domu alebo bytu. Práve tepelné mosty sú miestom, kde dochádza ku kondenzácii vodnej pary a tak sa v nich tvorí ideálne prostredie pre množenie pliesní. Tepelné mosty majú samozrejme na život v dome vplyv aj z ďalších hľadísk. Z hľadiska stavebného ide o narušenie statiky dôležitých konštrukcií a z hľadiska energetického, ktoré priamo súvisí aj s ekonomickou stránkou prevádzky. Náklady za energie môžeme znížiť, ak sa nám podarí tepelné mosty v konštrukciách odhaliť a následne čo najviac eliminovať.

(Voženílek, O.1998)

1.5.2 Diagnostika a riešenie tepelných mostov

Elimináciou tepelných mostov môžeme výrazne ovplyvniť aj náklady na energie. Tepelný most voľným okom nerozpoznáme. Na identifikovanie používame tzv. Termovíziu kameru, ktorá dokáže na obrazovke jednoznačne ukázať kadiaľ teplo uniká. Takéto merania sa robia najlepšie v zimnom období, kedy je prestup viditeľný najviac. Na obrazovke kamery sa tepelné straty zobrazia pomocou farebnej škály, pričom modrá znázorňuje chladné miesto a červená farba ukazuje, kadiaľ uniká teplo najvýraznejšie. Najčastejším riešením je v prípade úniku tepla kontaktné zateplenie. Dôraz treba dať najmä pri otvoroch a pri rôznych prechodových konštrukciách.

V súčasnosti sa používajú najmä priemyselne vyrábané materiály (Obr. 02) ako napríklad polystyrén, minerálna vlna, ale aj izolácie prírodného charakteru ako konope, ľan, bavlna.



Obrázok 02: Rôzne druhy tepelných izolácií

Zdroj obrázku: http://www.construct101.com/?page_id=93

1.6 Rozdelenie tepelných izolácií

Podľa funkcie

Podľa funkcie môžeme tieto izolácie deliť na konštrukčné, ktoré plnia okrem izolačných aj konštrukčné úlohy a tepelnoizolačné, plniace len izolačnú funkciu.

Podľa tvaru

- Sypké (patria medzi ne napríklad perlit, polystyrénové guľičky, kremelina)
- Vláknité (všetky materiály na báze minerálnej vlny)
- Tvarované (najrôznejšie materiály vyrábané väčšinou ako dosky a platne)

Podľa materiálu

Medzi najbežnejšie používané materiály v minulosti ale aj dnes stále patria izolácie ako:

Priemyselne vyrábané tepelné izolácie

- minerálna vlna (výrobok je zmesou taveniny hornín a vysokopecnej trosky)
- penový polystyrén vo forme dosiek
- expandovaný perlit
- penové sklo
- korok (lisovaná korková drvina s prímiesami rôznych pojív)
- kordové dosky
- rôzne pórobetónové a siporexové dielce
- čadičová vlna (tavenina čadiča)

- sklenená vlna
- Lignoporové dosky (polystyrén obojstranne opláštený vrstvou drevitej vlny a cementu)
- AC-PS Dosky (polystyrén obojstranne opláštený 6mm azbesto-cementovou vrstvou)
- polyuretánová pena
- expanzovaná sľuda
- expanzovaná bridlica
- expanzovaný íl
- polyetylén
- škvára, perlit, kremelina a podobne, z ktorých sa vyrábajú za pomoci pojív na báze cementu, vápna a pod. izolačné dosky

Tepelné izolácie na prírodnej báze

- korok
- drevená vlna
- drevené vlákna
- papier
- priemyselné konope
- ovčia vlna
- slama
- celulóza
- hobliny
- rákosie
- ľan
- kokosové vlákno
- bavlna
- hlina

1.7 Porovnanie prírodných a syntetických materiálov

Prírodné materiály majú porovnateľné tepelno-izolačné vlastnosti ako syntetické. Ich najväčšou výhodou je lepšia tepelná ochrana, skvelá schopnosť absorbovať a uvoľňovať vlhkosť čím ju vlastne reguluje. Ich výroba je omnoho menej energeticky náročnejšia a aj samotná práca s nimi je príjemnejšia.

V neposlednom rade treba spomenúť, že ide i prírodné produkty, takže sa vytvárajú prirodzene bez akýchkoľvek škodlivých látok a plynov, ktoré vznikajú pri výrobe syntetických látok a sú obnoviteľné.

Tepelne-izolačné vlastnosti a súčiniteľ tepelnej vodivosti, aký dosahujú prírodné materiály je len nepatrne menší, v niektorých prípadoch dokonca porovnateľný s umelo vyrábanými materiálmi. Jediným problémom, s ktorým sa stretávame pri prírodných materiáloch je stupeň horľavosti a napádanie škodcami. Tieto problémy viedli v minulosti množstvo výrobcov ako aj projektantov k tomu, aby sa prikláňali k priemyselne vyrábaným izolačným materiálom.

Tieto dva problémy sú už ale v súčasnosti vyriešené. Stačilo izolácie impregnovat' vodným sklom, bórovou soľou, sódou, síranom amónnym alebo inou environmentálne prijateľnou látkou, ktorá znižuje horľavosť a vytvorí prostredie, ktoré nie je pre škodcov nijakým spôsobom zaujímavé ani ako potrava, ani ako miesto pre zahniezdenie.

Na rozdiel od prírodných je problematika syntetických materiálov z ekologického aj zdravotného hľadiska dlhodobo známa. Jedným z hlavných problémov je najmä vysoká energetická náročnosť samotnej výroby, keďže na výrobu chemických materiálov je potrebné veľké množstvo výrobných procesov, pričom každý z nich je sám o sebe z hľadiska životného prostredia škodlivý. Ďalším argumentom, ktorý stojí na strane prírodných izolácií je aj využívanie ropy, na báze ktorej sa vyrábajú mnohé materiály. Ropa je problematická z hľadiska obnoviteľnosti s čím súvisí znižovanie zásob, problémy pri preprave a samozrejme aj hroziace ekologické riziká počas samotného transportu.

1.7.1 Základná charakteristika tepelno-izolačných materiálov

1.7.1.1 Priemyselné materiály na tepelnú izoláciu budov

Penový polystyrén

Penový polystyrén vzniká polymerizáciou styrénu. Po procese polymerácie je spevňovaný, rezaný a formátovaný do rozmerov štandardizovaných tabúľ. Súčiniteľ tepelnej vodivosti polystyrénu je $\lambda = 0,0037 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$. Ďalším parametrom pri polystyréne, ktorý sa udáva je jeho pevnosť v tlaku napr. EPS 100. Rozmedzie EPS sa pohybuje v rozmedzí 50-250 kPa.

Veľkou výhodou polystyrénu je jeho nízka cena a ľahká montáž, čo sú jedny z dôvodov, prečo sa vo veľkom používa na zateplovanie budov. Budovy zateplené polystyrénom sú pri dodržaní technológie zaizolované dokonale. Takto izolované objekty však vykazujú problémy s dýchaním konštrukcií čo môže spôsobovať nepríjemnú klímu v interiéri, potrebu častého vetrania, držanie vlhkosti v objekte, alebo naopak priveľké teplo čo má za následok nepríjemné podmienky na bývanie.

Polystyrén je možné použiť aj na izoláciu do podláh a rôznych ďalších častí konštrukcií, nesmie však byť dlhodobo vystavovaný vlhku a vlhkému prostrediu.

Extrudovaný polystyrén

Na rozdiel od klasického polystyrénu sa extrudovaný polystyrén využíva v priestoroch a na konštrukcie, ktoré sú v styku s vlhkým prostredím. (Obr. 03) Extrudovaný polystyrén má uzavreté póry, čo zabezpečuje jeho nenasiakavosť. Obchodné názvy pre tento výrobok sú napríklad Styrodur, Fibran alebo Styrofoam. Je predurčený napríklad na izoláciu základových dosiek, soklov, múrikov a vzhľadom na jeho pevnosť sa obzvlášť hodí aj na rôzne stavebné konštrukcie v kúpeľniach a ďalších priestoroch.

Penový polyuretán

Polyuretánová pena, vyskytujúca sa najčastejšie pod názvom PUR pena je vinikajúci materiál využívaný v stavebníctve. Dosahuje veľmi nízky súčiniteľ tepelnej vodivosti dosahujúci úroveň $\lambda = 0,0025 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$. Tieto hodnoty dosahuje vďaka svojim malým pórům, ktoré sú husto rozmiestnené po celom objeme hmoty. Najčastejšie sa s touto

formou PUR peny môžeme stretnúť vo forme sprejov, kde je hmota pod tlakom a pri kontakte s kyslíkom vzniká chemická reakcia vďaka ktorej materiál na vzduchu vytvrdzuje a získava svoje vlastnosti. Inou známou formou polyuretánu je aj tzv. Molitan. Polyuretán je potrebné chrániť pred UV žiarením.

Penové sklo

Tento materiál sa na trhu vyskytuje najmä pod značkou Foamglas. Na výrobu penového skla sa používa špeciálne hlinito-silikátové sklo, ktoré sa po rozomletí na prášok a zmiešaní a jemným uhlíkovým prachom vloží do oceľových foriem a následne je táto zmes roztavená v tunelovej peci pri teplote 1000°C. Pri procese tavenia dochádza v zmesi k oxidácii uhlíka na plyn CO₂. Tento plyn súčasne vytvorí z taveniny penu a zároveň zvýši jej objem. Po ochladení zmesi na teplotu zhruba 20 °C sa objem hmoty ustáli na konečný rozmer. Vzniknutý materiál je dokonale parotesný a nehorľavý. Tieto vlastnosti sú dosiahnuté vďaka drobným uzavretým vzduchovým bublinkám, ktoré sú rovnomerne po celej štruktúre materiálu. V súčasnosti je jednou z veľkých nevýhod tohto materiálu je relatívne vysoká cena. Čo sa týka súčiniteľa tepelnej vodivosti, penové sklo dosahuje parameter $\lambda = 0,04 - 0,048 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

Vákuová izolácia

Hlavná myšlienka tejto izolácie je založená na tom, že vzduch je vynikajúcim izolantom a vo väčšine izolácií sa významnou časťou podieľa na veľkosti tepelnej vodivosti samotnej izolácie. Požívané materiály ako rôzne peny, rastlinné alebo prírodné vlákna, sú skvelou izoláciou práve v kombinácii so vzduchom, ktorý zaberá veľkú časť samotnej izolácie. Aj vďaka tomuto sú hodnoty tepelnej vodivosti λ veľmi blízke vzduchu, približne $\lambda = 0,03 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$. Tieto vlastnosti sa značne zlepšia, ak sa z izolácie úplne odčerpá vzduch. Týmto sa dosahuje takmer 100%-né vákuum, čím je maximálne potlačený vplyv tepelnej vodivosti vzduchu. Medzi najväčších výrobcov v Európe patria napríklad firmy Porextherm, Variotec, Microtherm, Vaku-Isotherm a iný.

Minerálna vlna

Tento materiál patrí v súčasnosti medzi najviac používané tepelné izolácie. Obrovskou výhodou tohto materiálu je pomer jeho vlastností, ceny a výsledného efektu zaizolovanej

konštrukcie (Obr. 04). Minerálna vlna sa vyrába tavením čadiča alebo kremeňa. Podľa použitia východiskových surovín vzniká sklenená alebo kamenná vlna.

Kamenná vlna vzniká tavením čadiča. Ďalším krokom vo výrobe je impregnovanie hotových výrobkov rôznymi proti-plesňovými a hydrofobizačnými prísadami, ktoré dodávajú materiálom ďalšie špecifické vlastnosti. Posledným výrobným krokom je formátovanie tabúľ na vopred určené rozmery, prípadne je distribuovaný vo forme roliek. Veľkou výhodou kamennej vlny je jej odolnosť voči ohňu. Táto vlastnosť je dosiahnutá vďaka kamennej vlne, ktorá má vysoký bod tavenia. Kamenná vlna by nemala byť dlhodobo vystavovaná vlhku. Sklenená vlna je vďaka veľkej podobnosti východiskových materiálov vlastnosťami na takej istej úrovni ako kamenná vlna.

Prednosťou minerálnych izolácií je najmä vysoká paropriepustnosť takže budova môže dýchať a tým pádom sa všetka prípadná skondenzovaná vlhkosť ľahko odparí. Táto vlastnosť výrazne prispieva k tomu, že sa minerálna vlna vo veľkom využíva v difúzne otvorených konštrukciách a dvojplášťových strechách. Tento materiál dosahuje hodnoty tepelnej vodivosti $\lambda = 0,035 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$.



Obrázky 03 a 04: Ukážka zateplenia RD pomocou polystyrénu (03) a minerálnej vlny (04)

Zdroje obrázkov: <http://www.3m-mont.sk/ref2.html>, <http://stavebnecentrum.sk/zateplenie-fasady/>

1.7.1.2 Prírodné materiály využívané na tepelnú izoláciu budov

Konope

Konopná izolácia patrí medzi tepelné izolácie, ktoré aj napriek svojmu prírodnému charakteru dosahuje porovnateľné vlastnosti ako minerálna vlna. Hodnota tepelnej vodivosti konopných izolácií je na hodnote $\lambda = 0,04 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$. Jednou z mnohých predností tohto materiálu je jeho rýchla obnoviteľnosť v prírode, nevyžaduje si žiadnu výnimočnú starostlivosť a rastlina nepotrebuje ani zvláštne ošetrovanie chemickými látkami. Rastlina rastie podstatne rýchlejšie ako drevo.

Samotná izolácia je distribuovaná najčastejšie vo forme dosiek, rohoží a aj ako fúkaná sypká hmota (Obr. 05). Výrobky z konope skvele odolávajú vlhkosti, sú pevné a zároveň ľahké pri manipulácii a samotná práca s nimi je možná aj bez ochranných pomôcok. Ošetrojú sa ekologickými materiálmi, ktoré bránia napadnutiu škodcami a pred hnilobou.

Izolácia z konope dokáže skvele pracovať s vlhkosťou, keďže dokáže vodu absorbovať a zároveň ju aj plošne uvoľňuje, čím zaručuje bezpečné dýchanie stavby a bráni tvorbe plesní.



Obrázok 05: Ukážka tepelnej izolácie z konope - Canabest

Zdroj obrázku: <http://www.mabeko.cz/?canabest-basic,36>

Celulóza

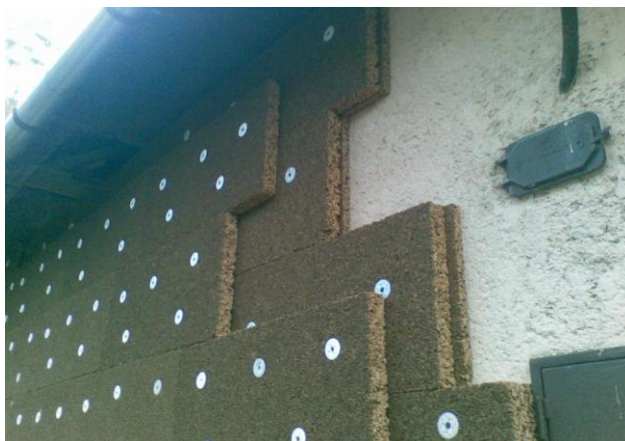
Surovinou z ktorej vzniká táto izolácia je recyklovaný novinový papier. Keďže ide o izoláciu z papiera, základnou zložkou je v podstate drevo, z ktorého bol pôvodne papier vyrobený. Princíp spočíva v tom, že roztrhaný papier je zmiešaný s prísadami. Prevažne ide o bórity. Tieto zabezpečia predovšetkým jeho odolnosť voči plesniam, škodcom, hnilobe, ohňu a pod. Celá táto zmes je následne rozomletá a v takejto forme sa aj ponúka na trhu. Aplikuje sa fúkaním, čo zaručuje dokonalé vyplnenie aj bežne nedostupných škár

a medzier medzi konštrukciami. Túto izoláciu je možné nájsť na trhu pod názvami ako Thermofloc alebo Isofloc. Súčiniteľ tepelnej vodivosti je $\lambda = 0,039 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

Ako aj ostatné prírodné materiály, aj celulózová izolácia na seba dokáže naviazať vlhkosť, ktorú je schopná následne celoplošne uvoľňovať. V súčasnosti má najväčšie využitie v drevostavbách a pasívnych domoch.

Korok

Korkový Dub rastie v pásme Stredozemného mora. Strom sa dožíva asi 180 rokov a z jedného stromu sa dá korok vyťažiť v priebehu života asi 18 krát. Korok je vlastne kôra stromu, ktorú je možné lúpať bez poškodenia samotného stromu a dobre sa regeneruje. Steny korkových buniek sú tvorené celulózou, voskom a suberinom. Každá bunka navyše obsahuje plyn, vďaka ktorému je korok skvelý izolant. Korkové bloky sa vytvárajú pri ohreve korkového šrotu. Zohrejú sa nad parou na teplotu 380 °C, korok napučí a začne sa uvoľňovať suberin (živica), ktorá spojí zmes dokopy. Takýmto spôsobom vzniká 100% prírodný izolant. Recykláciou korkovej izolácie vzniká tzv. regranulát. Platne z korku sú vhodné ako tepelná izolácia (Obr. 06) do fasádnych systémov alebo ako izolácia do montovaných konštrukcií a do podláh. Regranulát najmä na stropy, steny ale aj ako výplňová izolácia dverí keďže má skvelé tepelné a zvukovo izolačné vlastnosti.



Obrázok 06: Ukážka aplikácie korkovej izolácie na zateplenie RD

Zdroj obrázku:

[http://www.korok.sk/index.php?cl=fotogalery_item&iid=34&tname=\[photos_inbox\]](http://www.korok.sk/index.php?cl=fotogalery_item&iid=34&tname=[photos_inbox])

Rákosie

Rákosie sa využíva často ako nosič hlinených omietok. Rákosové panely sú vhodné a použiteľné aj ako kontaktná izolácia pri difúzne otvorených konštrukciách. Tento materiál je rovnako vhodný ako difúzne otvorené riešenie strechy. Strecha z rákosia spĺňa estetickú, ale aj tepelno-izolačnú funkciu. V prípade nutnosti obnovy je možné opravu vykonať doplnením a netreba vymieňať pôvodné vrstvy. Ako protipožiarne opatrenia sa využívajú rôzne ochranné nástreky, lapače iskier na komín a hasiace systémy striech.

Slama

Slamu v minulosti využívali naši predkovia s veľkou obľubou ako tepelno-izolačný materiál ako súčasť murív, hlinených omietok, na strechy a podobne. V súčasnosti sa začína opäť využívať a ľudia začínajú opäť objavovať jej výhody ako stavebný materiál.

Slama sa začína opäť používať ako konštrukčný prvok do stien

Hlina

Jedným z najstaršie používaných materiálov takmer po celom svete bola nesporne hlina. Tento 100% prírodný materiál má prednosti, ktoré ho právom radia medzi najlepšie a zároveň najekologickejšie materiály aké človek používal. Ide predovšetkým o priedušnosť, skvelá akumulačná schopnosť, hlina vytvára pocit tepelne príjemného prostredia, má vynikajúce zvukovo-izolačné vlastnosti, skvele reguluje vlhkosť, materiál je ľahko dostupný a 100% recyklovateľný. Hlinené stavby majú síce špecifické požiadavky týkajúce sa najmä sucha.

Nesmú sa stavať v oblastiach kde hrozia záplavy, povodne a všeobecne v miestach kde je zvýšená zemská vlhkosť. Je známe, že hlinené stavby vydržia veľmi veľa rokov a zachovávajú si svoje skvelé vlastnosti iba v prípade, že sa do múrov nedostáva nadmerné množstvo vlhkosti. Hlina sa v posledných desaťročiach začala považovať za zastaralú a začala byť hromadne nahradzovaná novšími materiálmi, ktoré ale nedokázali úplne nahradiť jej vlastnosti. V stavebných normách bola s pomedzi stavebných materiálov úplne vyradená, čo malo za následok to, že sa takmer prestala používať. V súčasnosti sa hlina začína opäť objavovať najmä pri výstavbe ekologických a nízko-energetických stavieb.

Hlina nepatrí medzi tepelné izolácie ako také, ale vzhľadom na jej tepelnoizolačné vlastnosti, schopnosť regulovať vlhkosť a klímu v objekte je iste dôležité ju spomenúť.

1.7.1.3 Kritériá na posudzovanie tepelnoizolačných materiálov

Medzi najdôležitejšie kritériá pri posudzovaní tepelnej izolácie patria tieto vlastnosti:

Tepelná vodivosť materiálu

Tepelná vodivosť udáva množstvo tepla preniknutého stavebným materiálom s hrúbkou 1m pri ploche 1m^2 za 1 sekundu pri rozdielne teplôt priľahlých prostredí 1°C ($=1\text{ K}$). Označuje sa písmenom λ a jednotkou je $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. Za efektívne tepelnoizolačné materiály sa považujú s hodnotou λ menšou ako $0,1\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. (Pogran, 2006)

Difúzia vodnej pary

Posúdenie vplyvu tepelnoizolačného materiálu na presun vlhkosti je účelný len v súvislosti s celkovou konštrukčnou skladbou stavebného prvku. Zohľadňujú sa hrúbky jednotlivých vrstiev a faktor difúzneho odporu (ich násobkom je hodnota ekvivalentnej difúznej hrúbky vrstiev a faktor difúzneho odporu $\mu_{s,d}$), ktoré sa sčítajú. (Nagy, E, 2002)

Hrúbka tepelnoizolačnej vrstvy

Potrebná hrúbka tepelnoizolačnej vrstvy vyplýva z výpočtu.

Uvoľňovanie škodlivín do prostredia

Dôležitou vlastnosťou, ktorá sa posudzuje pri navrhovaní tepelnej izolácie je jej vplyv na životné prostredie a množstvo látok, ktoré prirodzene vylučuje. Ide najmä o uvoľňovanie rôznych výparov a posudzovanie rádioaktivity. Tieto hodnoty nesmú presahovať povolené hodnoty.

Posúdenie energetickej náročnosti výroby

Pomocou tepelnej izolácie dokážeme obvykle ušetriť väčšie množstvo energie v porovnaní s množstvom energie, ktorá je použitá pri jeho výrobe. Veľký rozdiel je však medzi jednotlivými druhmi izolácie a náročnosti ich výroby. Napríklad pri ľanovej izolácii je spotreba energie na jej výrobu až 10 krát nižšia ako je potrebná pri výrobe polystyrénu s rovnakými tepelno-izolačnými vlastnosťami.

Energetickú náročnosť výroby materiálov s porovnateľnou hrúbkou môžeme zdeliť:

-nízka EN, do 100 MJ (27,8 kWh)

-stredná EN, 100 – 200MJ (27,8 – 55,6 kWh)

-vysoká EN, 200 -300MJ (55,6 -83,3 kWh)

-veľmi vysoká EN, nad 300MJ (83,3 kWh)

(Chmúrny, I,2003)

1.8 Zatepl'ovanie budov

Zateplenie budovy má viacero účelov a nie vždy sa používa len ako tepelno-izolačná vrstva.

V súčasnosti ponúka mnoho výrobcov produkty určené na výstavbu domov, ktoré nie je nutné zatepl'ovať pretože po tepelno-technickej stránke sú vyhovujúce. Ide napríklad o Porothem Ti, YTONG Lambda, Termalica 300 pri ktorých stráca zateplenie význam z hľadiska ochrany pred únikom tepla. Tieto výrobky je však vhodné zatepl'iť z dôvodu rozšírenia samotnej steny, čím dokážeme posunúť rosný bod mimo muriva do izolácie alebo ako ochrannú vrstvu, ktorá chráni murivo pred poveternostnými vplyvmi a predlžuje tým životnosť stavby.

V prípade použitia materiálov, ktoré vyžadujú dodatočné zateplenie z hľadiska úniku tepla pri novostavbách, alebo pri únikoch tepla pri rekonštrukciách je vhodným riešením zatepl'iť objekt z vnútornej, alebo z vonkajšej strany. Oba tieto spôsoby majú svoje výhody, ale aj nevýhody.

1.8.1 Zateplenie z vonkajšej strany

Výhody:

- pri kvalitnom spracovaní zateplenia dokážeme minimalizovať výskyt tepelných mostov
- posúvame rosný bod von zo stien, čím výrazne bránime zrážaniu vody a navlhnutiu muriva
- ochrana muriva pred poveternostnými vplyvmi
- interiér budov zostáva nedotknutý a nijak nie je obmedzená prevádzka vnútorných priestorov
- steny sa pri vykurovaní akumulujú a dlhšie dokážu udržať tepelnú pohodu v miestnostiach

Nevýhody:

- finančná náročnosť
- nutné používať lešenia
- práce vo výškach a s tým súvisiace zvýšené riziko úrazu robotníkov
- pre kvalitné prevedenie nutné zverenie zateplenia kvalifikovaným pracovníkom a firme
- nutná úprava parapetných dosiek, vetracích mriežok a rôznych klampiarskych prvkov

1.8.2 Zateplenie z vnútornej strany

Výhody:

- možnosť individuálneho zateplenia jednotlivých priestorov napríklad v bytových domoch
- zateplenie nenaruší vonkajší vzhľad budovy čo je nevyhnutné pri historických stavbách
- menej finančne náročné riešenie oproti zatepleniu z vonkajšej strany
- rýchlejší nábeh teplôt v miestnosti pri vykurovaní
- možnosť aj svojpomocného zateplenia

Nevýhody:

- rýchlejší pokles vnútornej teploty v miestnosti pri odstavke kúrenia
- zmenšenie vnútorného priestoru miestnosti o hrúbku izolačnej vrstvy na obvodových stenách
- nutnosť úprav prípadných rozvodov elektriny, telefónu a pod.
- pri vykonávaní zateplenia je obmedzená prevádzka v priestoroch
- nižšia efektívnosť samotného zateplenia v porovnaní so zateplením z vonkajšej strany steny
- izolácia nemá žiaden vplyv na ochranu muriva pred vonkajšími vplyvmi

1.8.3 Návrh zateplenia

Pre správne navrhnutie vhodnej tepelnej izolácie budovy potrebujeme poznať, kde na danej budove vznikajú najväčšie tepelné straty a následne toto zistenie zohľadniť.

1.8.4 Šírenie tepla

1.8.4.1 Prenos tepla vedením

Tento druh prenosu sa vyskytuje predovšetkým u tuhých telies a pevných materiáloch. Princíp spočíva v rozkmitaní častíc na úrovni atómov ktoré do seba navzájom narážajú a tým odovzdávajú teplo po celom objeme materiálu. Pri výpočtoch tepelných strát v budovách najviac uvažujeme práve s týmto druhom prenosu tepla.

Označenie a pomenovanie jednotiek:

λ - tepelná vodivosť [W/m.K]

U - koeficient prestupu tepla W/(m².K) - $U = 1 / R = \lambda / d$

R - tepelný odpor [m².K/W], $R = d / \lambda$

d - šírka steny [m]

Tepelnou vodivosťou, ktorá má označenie λ označujeme tepelno-izolačnú vlastnosť materiálov. Jednotka tejto vodivosti je W/m.K.

Materiál je o to lepší vodič tepla, čím má vyššiu λ , ale zároveň je o to horší tepelný izolant.

Pre porovnanie napríklad polystyrén $\lambda=0,04$, pórobetónové tvárnice $\lambda=0,13$, betón $\lambda=1,3$.

Pod pojmom tepelný odpor rozumieme schopnosť stavebnej konštrukcie tepelne izolovať, teda brániť prestupu tepla konštrukciou. Označenie tepelného odporu je R. Jednotka tepelného odporu je m².K/W. Veľkosť tepelného odporu sa odvíja od hrúbky konštrukcie d a tepelnej vodivosti λ . Čím má konštrukcia vyššiu hodnotu R, tým má lepšiu schopnosť udržať teplo, čo má vplyv na nutnosť vykurovania.

Dôležitým parametrom je aj koeficient prestupu tepla U, ktorý udáva schopnosť stavebnej konštrukcie viesť teplo. Jednotkou koeficientu prestupu tepla je W/m².K. Tento koeficient udáva tepelný výkon, ktorý prenesie konštrukcia cez 1m² svojej plochy pri rozdielne teplôt 1 °C medzi navzájom protiľahlými povrchmi.

1.8.4.2 Prenos tepla prúdením

Princíp spočíva v prenose tepla pomocou prúdiaceho média napríklad kvapalina alebo plyn, ktoré sú schopné svojím pohybom prenášať teplo, ktoré v sebe obsahujú. Prúdiace médium odberá teplo zo zdroja okolo ktorého prúdi a šíri ho ďalej pričom zároveň zdroj tepla ochladzuje. Dôvodom prúdenia vzduchu je najčastejšie rozdiel hustoty, ktorá je rozdielna pri teplom a pri studenom vzduchu. Týmto vzniká vztlaková sila, ktorá rozprúdi vzduch. Na pohyb vzduchu má vplyv aj prievan alebo vietor.

Označenie a pomenovanie jednotiek:

α – koeficient prenosu prúdením

ΔT – teplotný rozdiel medzi stenou a vzduchom [K, °C]

S - plocha steny [m²]

P – prenos tepla prúdením

Na výpočet prenosu tepla prúdením využívame vzťah $p = \alpha \cdot \Delta T \cdot S$, ktorým zistíme veľkosť tepelného výkonu v kW preneseného medzi vzduchom a stenami.

1.8.4.3 Prenos tepla žiarením

Každé jedno teleso, ktoré má svoju teplotu vyššiu ako je 0, vyžaruje elektromagnetické žiarenie. Pri izbovej teplote ide o infračervené žiarenie, ktoré má vlnovú dĺžku cca 1mm s výkonom asi 400W/m². Prenos tohoto žiarenia je dôležitý najmä pri izolačných materiáloch nepohlcujúcich infračervené žiarenie, ako napríklad sklo, vata, polystyrén a pod. Takýto výkon žiarenia uvažujeme a počítame aj pri sálavých zdrojoch tepla.

Označenie a pomenovanie jednotiek:

ε - emisivita materiálu

S - plocha telesa

T - termodynamická teplota [K]

Emisivita materiálu ε , je schopnosť materiálu vyžarovať teplo žiarením. Emisivita má hodnoty od 0-1 a obvykle sa rovná absorpčnej schopnosti materiálu označovaného ako A.

Výkon žiarenia vyjadríme pomocou Planckovho zákona ako $p = \varepsilon \cdot 5,67 \cdot S \cdot (T/100)^4$

Prenos tepla žiarením sa výrazne prejavuje najmä v lete pri strešných konštrukciách izolovaných ľahkými izoláciami ako napríklad polystyrén alebo vata. Zníženie tepelných strát ako aj zníženie teploty v podkroví používame reflexné fólie. Tieto fólie obsahujú hliníkové častice, ktoré sú schopné odrážať tepelné žiarenie späť. Pri okenných otvoroch sa využíva naparená kovová vrstva, ktorá je neviditeľná. Nachádza sa na vnútornej časti skla, prepúšťa viditeľné svetlo ale tepelné žiarenie odráža von. V strešných konštrukciách sa reflexné fólie využívajú aj ako parozábrana, prípadne ako paropriepustná vrstva.

1.9 Voda a jej kondenzácia

V prípade nedostatočnej tepelnej izolácie steny alebo v mieste tepelného mostu sa často stretávame s problémom kondenzovania vlhkosti muriva. Toto zrážanie sa vodných pár vzniká na povrchu steny v dôsledku náhlych teplotných rozdielov medzi vzduchom a konštrukciou. Toto miesto teplotných rozdielov nazývame aj tzv. rosný bod.

V dôsledku dosiahnutia rosného bodu vodných pár vo vnútri steny nastáva kondenzácia. Tento jav môže byť spôsobený v dôsledku veľkého tlaku vodných pár a ich náhlom ochladení. Toto nastáva v prípade, ak je stena z vnútra paropriepustná, ale z vonkajšej strany je uzavretá, zle tepelne izolovaná v čoho dôsledku je paronepriepustná. Toto je napríklad častou príčinou výskytu vlhkosti murív a plesní v priestoroch zateplených polystyrénom a hermeticky uzavretých oknami bez vhodného vetrania. Vlhkosť nemá kam odísť, preto zostáva v murive a prejavuje sa na vnútornom povrchu.

Kondenzácia ako taká je jav, ktorému sa nedá zabrániť a pre každý druh muriva existuje teplota, pri ktorej v ňom začne kondenzovať vlhkosť.

Rosný bod je ovplyvnený tepelnou vodivosťou všetkých materiálov, ktoré sú použité na vonkajšom murive od interiéru až po exteriér. Ďalej je dôležitá samotná vnútorná a vonkajšia teplota, nadmorská výška, atmosférický tlak, vlhkosť vo vnútri ale aj vonku a iné faktory.

1.9.1 Difúzny odpor materiálu

Označenie a pomenovanie jednotiek:

μ - faktor difúzneho odporu

r_d – ekvivalentná difúzna šírka [m]

Difúznym odporom materiálu rozumieme schopnosť materiálu prepúšťať vodnú paru. Parametrovo najmenší odpor proti šíreniu pary kladie vzduch. Ktorýkoľvek ďalší materiál kladie voči prenikaniu vodnej pary väčší odpor ako vzduch v závislosti na obsahu množstva vzduchu v tomto materiále.

Pomer medzi difúznym odporom ľubovoľného materiálu v určitej hrúbke a medzi difúznym odporom vzduchovej vrstvy v takej istej hrúbke nazývame ako faktor difúzneho odporu. Označenie faktoru je μ .

Označenie r_d vyjadruje ekvivalentnú difúznu šírku, ktorá označuje, akú širokú vrstvu vzduchu by sme museli použiť na to, aby kládla rovnaký difúzny odpor ako daný materiál. Ekvivalentnú difúznu šírku vyjadríme vzťahom $r_d = \mu \cdot D$ [m]

Niektoré materiály sú pre vodnú paru prakticky nepriepustné ako napríklad kovy, sklo, plasty alebo kaučuk. To znamená, že majú veľkú hodnotu μ resp. r_d . Opačným prípadom sú napríklad materiály ako betón, polystyrén, minerálna vlna, drevo, sadrokratón a pod., ktorými vodná para za nejaký čas dokáže preniknúť, čím sa vyrovnajú tlaky na oboch stranách materiálu. V prípade viac vrstvových konštrukcií sa ekvivalentné difúzne hrúbky materiálov zrátajú. Platí, že celková ekvivalentná difúzna šírka je súčtom difúzných širok všetkých vrstiev.

Z uvedených vlastností materiálov vyplýva, že vodná para preniká každou obvodovou konštrukciou. V zimných mesiacoch výhradne z vnútornej časti von. V prípade, ak sa rosný bod nachádza vo vnútri konštrukcie, nastáva tu kondenzácia. Zrazená voda v murive nasaje do materiálu, ktorý stráca svoju izolačnú schopnosť čo vyplýva z toho, že voda je veľmi dobrým vodičom tepla.

V prípade, ak je tepelná izolácia umiestnená z vonkajšej strany steny, ku kondenzácii vodných pár v murive nedochádza vzhľadom k presunutiu rosného bodu do samotnej izolácie.

2 Cieľ práce

Cieľom tejto práce je poukázať na výhody a možnosti používania prírodných materiálov na účely tepelnej izolácie budov a oboznámenie čitateľa s technickými vlastnosťami vybraných priemyselne vyrábaných a prírodných materiálov.

V práci je popísaná súčasná problematika využívania izolačných materiálov z neobnoviteľných, prípadne len pomaly obnoviteľných zdrojov, pri výrobe ktorých vznikajú z ekologického hľadiska ďalšie negatívne dopady na prírodu.

Je poukázané na výhody prírodných materiálov z hľadiska podstatne ľahšej prirodzenej obnoviteľnosti, ekologického spracovania ako aj možnosti recyklácie a celkového dopadu na prírodu a životné prostredie.

Na jednoduchých výpočtových prípadoch a v tabuľkách je znázornené výpočtové porovnanie tepelno-technických vlastností medzi priemyselne vyrábanými a prírodnými materiálmi.

Práca je napísaná ako zhrnutie najbežnejšie používaných materiálov v stavebníctve, ich jednoduché rozdelenie do kategórií a porovnanie z hľadiska najdôležitejších vlastností.

3 Metodický postup

- Zhromažďovanie odbornej literatúry a článkov z internetu zaoberajúcimi sa problematikou prírodných materiálov a tepelných izolácií na budovy
- Štúdium odbornej literatúry a triedenie vhodných článkov a obrázkov
- Popísanie problematiky tepelných izolácií z hľadiska súčasného využívania
- Všeobecná charakteristika tepelných izolácií a úvod do problematiky
- Popísanie základných pojmov ako tepelná izolácia, tepelný most, ich diagnostika a riešenie
- Základné rozdelenie najčastejšie využívaných izolácií a ich stručná charakteristika
- Porovnanie vlastností prírodných a priemyselne vyrábaných materiálov
- Problematika zatepl'ovania budov, prenos tepla, difúzny odpor, kondenzácia
- Rozpísanie základných parametrov izolácií a ich porovnanie v tabuľke
- Jednoduché porovnanie tepelno-technických vlastností izolácií výpočtom
- Záver a vyhodnotenie zistených hodnôt

3.1 Vzťahy na výpočet zisťovaných hodnôt

Softvér Fragment 3.0, pomocou ktorého porovnáваме vlastnosti materiálov je založený na výpočtoch pomocou nasledovných základných vzorcov a vzťahov.

U - koeficient prestupu tepla $U = 1 / R = \lambda / d$ [W/(m².K)]

R - tepelný odpor $R = d / \lambda$ [m².K/W]

Ekvivalentná difúzna šírka $r_d = \mu \cdot D$ [m]

λ - tepelná vodivosť [W/m.K]

d - šírka steny [m]

4 Výsledky práce

4.1 Výpočet tepelného odporu vybraných skladieb konštrukcií a ich porovnanie

Na výpočet som použil softvér Fragment 3.0, ktorý som získal od spoločnosti Isover. Program je zdarma a je voľne dostupný na CD. Po zadaní správnych hodnôt slúži ako pomôcka na výpočet základných tepelno-technických vlastností jednotlivých častí obalového plášt'a budovy.

Pomocou programu získame po zadaní vstupných hodnôt nasledujúce parametre:

- súčiniteľ prechodu tepla U
- teplotu vnútorného povrchu konštrukcie pri uvažovaní jednorozmerného vedenia tepla
- priebehy teplôt vo vnútri konštrukcie
- priebehy čiastočného tlaku vodnej pary vo vnútri konštrukcie
- vyhodnotenie prítomnosti kondenzácie vodných pár v konštrukcii
- bilanciu vyparenej a skondenzovanej vlhkosti v konštrukcii

Všetky výpočty priamo nadväzujú na normu STN 730540 – Tepelno-technické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov, Tepelná ochrana budov, z ktorej aj vychádzajú.

Softvér Fragment 3.0 dokáže vypočítať a posúdiť všetky vodorovné, zvislé a šikmé konštrukcie a stavebné detaily. V práci sme sa zamerali na porovnanie izolácií a ich parametrov pri zvislých konštrukciách, preto budú výpočty orientované na vonkajšie stenové konštrukcie.

Použité materiály

Kvôli ujednoteniu výpočtu a prehľadnému porovnaniu výstupných hodnôt som si zvolil nasledovné materiály, (Tab. 01, Tab.02) ktoré budú použité pri vzorovom výpočte.

Materiály sú uvedené postupne pod sebou v smere z exteriéru do interiéru budovy.

Tab.01 Materiály a ich vlastnosti použité pri výpočte

Materiál	Obj.hmotnosť [kg/m ³]	Súčiniteľ tep. vod. λ [W/(m.K)]	Merná tep. kap. Cd [J/(kg.K)]	Faktor dif. odporu μ	Uvažovaná hrúbka [mm]
Baumit silikón. omietka SilikonPutz	1350	0,74	920	37	10
Zateplenie hrúbky 100mm, vid' tab. 04					
Porotherm Profi 44 murované na Porotherm Profi	700	0,141	1000	5	440
Vzduchová dutina	1700	0,294	1010	1	50
Sadrokartónová doska	750	0,22	1060	9	25
Baumit jemná štuk. omietka FeinPutz	1600	0,85	850	12	3

Všetky výpočtové hodnoty sú čerpané zo softvéru Fragment 3.0 a zo stránok výrobcov

Tab. 02 Materiály vybraných izolácií použitých pri výpočte

Materiál	Obj.hmotnosť [kg/m ³]	Súčiniteľ tep. vod. λ [W/(m.K)]	Merná tep. kap. Cd [J/(kg.K)]	Faktor dif. odporu μ	Uvažovaná hrúbka [mm]
Expandovaný polystyrén	20	0,038	1300	50	100
Drevovláknitá doska	250	0,039	2100	5	100
Celulózo izolácia	45	0,036	1970	2	100

Konopná izolácia	100	0,039	1600	1	100
Minerálna vlna	90	0,040	840	3	100

Všetky výpočtové hodnoty sú čerpané zo softvéru Fragment 3.0 a zo stránok výrobcov

4.1.1 Základné parametre stavby zohľadnené pri výpočte

Ako príklad použijeme rodinný dom postavený v Nitre. Ide o novostavbu. Na murivo sme použili tehly Porotherm Profi 44 na maltu Porotherm Profi. Z vonkajšej strany je silikónová omietka Baumit SilikonPutz. Vnútorňa strana stien je vyrovnaná a obložená sadrokartónovými doskami osadenými na štandardnej konštrukcii. Vnútorne steny sú povrchovo ukončené jemnou štukovou omietkou Baumit FeinPutz.

Počítame z nasledovnými hodnotami:

-minimálnu teplotu v zimnom období uvažujeme na -11°C

-vnútornú teplotu uvažujeme 20°C

-relatívna vlhkosť vnútorného vzduchu $j_i = 50,00\%$

-relatívna vlhkosť vonkajšieho vzduchu $j_e = 84,00\%$

-uvažujeme s nasledovnými hodnotami pre prestup tepla

$$R_{si} = 0,13 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$$

$$R_{se} = 0,04 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$$

4.1.2 Výstupy zo softvéru pri použití jednotlivých izolácií

Obvodová konštrukcia **BEZ ZATEPLENIA (Tab.03)**

Fragment konštrukcie – vonkajšia stena a strecha so sklonom nad 45°

Tepelno-technické charakteristiky materiálov podľa normy STN 73 0540/3

(materiály podľa normy STN 73 0540/3 sú označené * pred názvom materiálu)

Tab.03 Skladba konštrukcie bez zateplenia

Názov	d [mm]	λ_e [w/(m.k)]	λ_d [W/(m.K)]	c [j/(kg.k)]	$\rho\rho$ [kg/m ³]	μ [1/s].10 ⁹	R [m ² k/w]	Rd [m/s].10 ⁹
Baumit jemná štuková 3,0 850 1 600 12 omietka (FeinPutz)	3,0	0,85	0,8	850	1600	12	0,004	0,19
* - Sadrokartón	25,0	0,22	0,15	1060	750	9	0,114	1,20
* - 50 mm vzduch. dutina	50,0	0,294	0,294	1010	1700	1	0,17	0,27
POROTHERM PROFI 44 murované na POROTHERM Profi	440,0	0,141	0,135	1000	700	5	3,121	11,69
Baumit silikónová omietka (SilikonPutz)	10,0	0,74	0,7	920	1350	37	0,014	1,97
SUMA (Σ)	528,0						3,423	15,30

Výsledok výpočtu:

Teplota povrchu konštrukcie Φ_{si} : 18,88 °C

Súčiniteľ prechodu tepla U: 0,28 W/(m².K)

Difúzny odpor konštrukcie: 1,97 x10⁹ m/s

Tepelný odpor konštrukcie R: 3,423 m².K/W

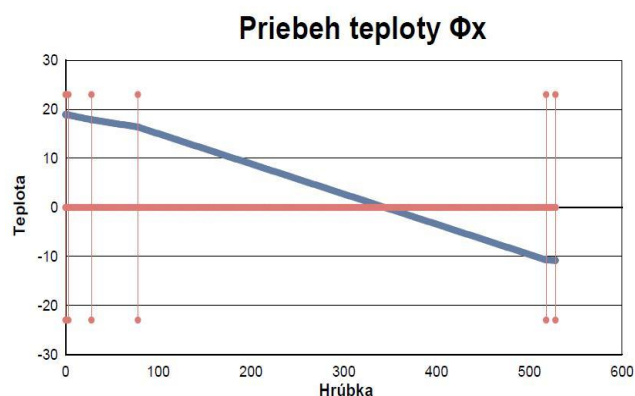
Normalizovaná hodnota Ua: 0,46 W/(m².K): maximálna hodnota

0,32 W/(m².K): odporúčaná hodnota

V konštrukcii dochádza ku kondenzácii.

Začiatok kondenzačnej zóny [mm]: 469

Koniec kondenzačnej zóny [mm]: 517



Konštrukcia vyhovuje maximálnej aj doporučenej hodnote U_a

Obrázok 07

Obvodová konštrukcia **ZATEPLENIE POLYSTYRÉNOM (Tab.04)**

Fragment konštrukcie – vonkajšia stena a strecha so sklonom nad 45°

Tepelno-technické charakteristiky materiálov podľa normy STN 73 0540/3

(materiály podľa normy STN 73 0540/3 sú označené * pred názvom materiálu)

Tab.04 Skladba konštrukcie so zateplením – polystyrén

Názov	d [mm]	λ_e [w/(m.k)]	λd [W/(m.K)]	c [j/(kg.k)]	ρ [kg/m ³]	μ [1/s].10 ⁹	R [m ² k /w]	Rd [m/s].10 ⁹
Baumit jemná štuková 3,0 850 1 600 12 omietka (FeinPutz)	3,0	0,85	0,8	850	1600	12	0,004	0,19
* - Sadrokartón	25,0	0,22	0,15	1060	750	9	0,114	1,20
* - 50 mm vzduch. dutina	50,0	0,294	0,294	1010	1700	1	0,17	0,27
POROTHERM PROFI 44 murované na POROTHERM Profi	440,0	0,141	0,135	1000	700	5	3,121	11,69
Expandovaný polystyrén	100	0,038	0,038	1300	20	50	2,632	26,56

Baumit silikónová omietka (SilikonPutz)	10,0	0,74	0,7	920	1350	37	0,014	1,97
SUMA (Σ)	628,0						6,055	41,87

Výsledok výpočtu:

Teplota povrchu konštrukcie Φ_{si} : 19,35 °C

Súčiniteľ prechodu tepla U: 0,16 W/(m².K)

Difúzny odpor konštrukcie: 1,97 x10⁹ m/s

Tepelný odpor konštrukcie R: 6,055 m².K/W

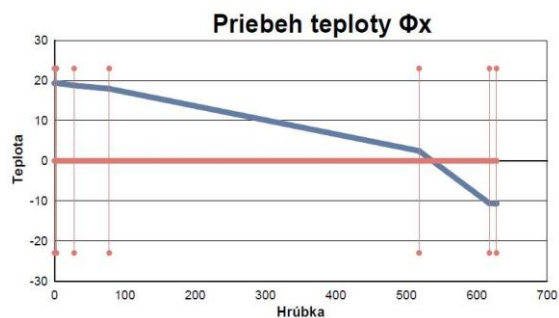
Normalizovaná hodnota U_a: 0,46 W/(m².K): maximálna hodnota

0,32 W/(m².K): odporúčaná hodnota

V konštrukcii dochádza ku kondenzácii.

Začiatok kondenzačnej zóny [mm]: 518

Koniec kondenzačnej zóny [mm]: 593



Konštrukcia vyhovuje maximálnej aj doporučenej hodnote U_a.

Obrázok 08

Obvodová konštrukcia **ZATEPLENIE DREVOVLÁKNITOU DOSKOU (Tab.05)**

Fragment konštrukcie – vonkajšia stena a strecha so sklonom nad 45°

Tepelno-technické charakteristiky materiálov podľa normy STN 73 0540/3

(materiály podľa normy STN 73 0540/3 sú označené * pred názvom materiálu)

Tab.05 Skladba konštrukcie so zateplením – drevovláknitá doska

Názov	d [mm]	λe [w/(m.k)]	λd [W/(m.K)]	c [j/(kg.k)]	ρ [kg/m ³]	μ [1/s].10 ⁹	R [m ² k /w]	Rd [m/s].10 ⁹
Baumit jemná štuková 3,0 850 1 600 12 omietka (FeinPutz)	3,0	0,85	0,8	850	1600	12	0,004	0,19
* - Sadrokartón	25,0	0,22	0,15	1060	750	9	0,114	1,20
* - 50 mm vzduch. dutina	50,0	0,294	0,294	1010	1700	1	0,17	0,27
POROTHERM PROFI 44 murované na POROTHERM Profi	440,0	0,141	0,135	1000	700	5	3,121	11,69
Drevovláknitá doska	100	0,039	0,039	2100	250	5	2,564	2,66
Baumit silikónová omietka (SilikonPutz)	10,0	0,74	0,7	920	1350	37	0,014	1,97
SUMA (Σ)	628,0						5,987	17,96

Výsledok výpočtu:

Teplota povrchu konštrukcie Φ_{si} : 19,35 °C

Súčiniteľ prechodu tepla U: 0,16 W/(m².K)

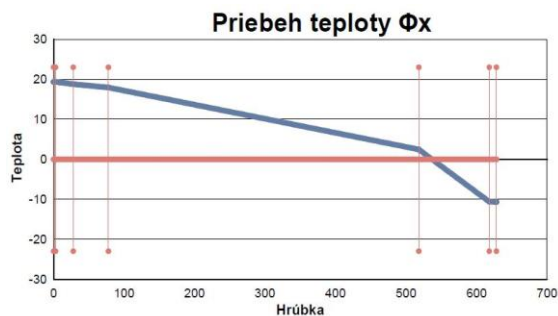
Difúzny odpor konštrukcie: 1,97 x10⁹ m/s

Tepelný odpor konštrukcie R: 5,987 m².K/W

Normalizovaná hodnota U_a: 0,46 W/(m².K): maximálna hodnota

0,32 W/(m².K): odporúčaná hodnota

V konštrukcii dochádza ku kondenzácii.
 Začiatok kondenzačnej zóny [mm]: 617
 Koniec kondenzačnej zóny [mm]: 617



Konštrukcia vyhovuje maximálnej aj doporučenej hodnote U_a

Obrázok 09

Obvodová konštrukcia **ZATEPLENIE CELULÓZOU (Tab.06)**

Fragment konštrukcie – vonkajšia stena a strecha so sklonom nad 45°

Tepelnotechnické charakteristiky materiálov podľa normy STN 73 0540/3

(materiály podľa normy STN 73 0540/3 sú označené * pred názvom materiálu)

Tab.06 Skladba konštrukcie so zateplením – celulóza

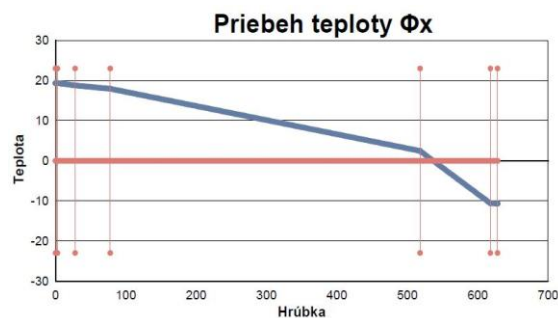
Názov	d [mm]	λe [w/(m.k)]	λd [W/(m.K)]	c [j/(kg.k)]	ρ [kg/m ³]	μ [1/s].10 ⁹	R [m ² k/w]	Rd [m/s].10 ⁹
Baunit jemná štuková 3,0 850 1 600 12 omietka (FeinPutz)	3,0	0,85	0,8	850	1600	12	0,004	0,19
* - Sadrokartón	25,0	0,22	0,15	1060	750	9	0,114	1,20
* - 50 mm vzduch. dutina	50,0	0,294	0,294	1010	1700	1	0,17	0,27
POROTHERM PROFI 44 murované na POROTHERM Profi	440,0	0,141	0,135	1000	700	5	3,121	11,69
Celulóza	100	0,036	0,036	1970	45	2	2,778	1,06
Baunit	10,0	0,74	0,7	920	1350	37	0,014	1,97

silikónová omietka (SilikonPutz)								
SUMA (Σ)	628,0						6,201	16,37

Výsledok výpočtu:

Teplota povrchu konštrukcie Φ_{si} : 19,35 °C
 Súčiniteľ prechodu tepla U: 0,16 W/(m².K)
 Difúzny odpor konštrukcie: 1,97 x10⁹ m/s
 Tepelný odpor konštrukcie R: 6,201 m².K/W
 Normalizovaná hodnota U_a: 0,46 W/(m².K): maximálna hodnota
 0,32 W/(m².K): odporúčaná hodnota

V konštrukcii dochádza ku kondenzácii.
 Začiatok kondenzačnej zóny [mm]: 617
 Koniec kondenzačnej zóny [mm]: 617



Konštrukcia vyhovuje maximálnej aj doporučenej hodnote U_a.

Obrázok 10

Obvodová konštrukcia ZATEPLENIE IZOLÁCIOU Z KONOPE (Tab.07)

Fragment konštrukcie – vonkajšia stena a strecha so sklonom nad 45°

Tepelnotechnické charakteristiky materiálov podľa normy STN 73 0540/3

(materiály podľa normy STN 73 0540/3 sú označené * pred názvom materiálu)

Tab.07 Skladba konštrukcie so zateplením – konope

Názov	d [mm]	λ_e [w/(m.k)]	λd [W/(m.K)]	c [j/(kg.k)]	ρ [kg/m ³]	μ [1/s].10 ⁹	R [m ² k/w]	Rd [m/s].10 ⁹
Baumit jemná štuková 3,0	3,0	0,85	0,8	850	1600	12	0,004	0,19

850 1 600 12 omietka (FeinPutz)								
* - Sadrokartón	25,0	0,22	0,15	1060	750	9	0,114	1,20
* - 50 mm vzduch. dutina	50,0	0,294	0,294	1010	1700	1	0,17	0,27
POROTHERM PROFI 44 murované na POROTHERM Profí	440,0	0,141	0,135	1000	700	5	3,121	11,69
Konopná izolácia	100	0,039	0,039	1600	100	1	2,564	0,53
Baumit silikónová omietka (SilikonPutz)	10,0	0,74	0,7	920	1350	37	0,014	1,97
SUMA (Σ)	628,0						5,987	15,84

Výsledok výpočtu:

Teplota povrchu konštrukcie Φ_{si} : 19,35 °C

Súčiniteľ prechodu tepla U: 0,16 W/(m².K)

Difúzny odpor konštrukcie: 1,97 x 10⁻⁹ m/s

Tepelný odpor konštrukcie R: 5,987 m².K/W

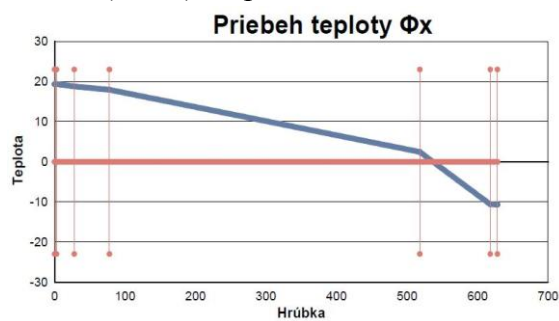
Normalizovaná hodnota U_a: 0,46 W/(m².K): maximálna hodnota

0,32 W/(m².K): odporúčaná hodnota

V konštrukcii dochádza ku kondenzácii.

Začiatok kondenzačnej zóny [mm]: 617

Koniec kondenzačnej zóny [mm]: 617



Konštrukcia vyhovuje maximálnej aj doporučenej hodnote U_a.

Obrázok 11

Obvodová konštrukcia **ZATEPLENIE MINERÁLNOU VLNOU (Tab.08)**

Fragment konštrukcie – vonkajšia stena a strecha so sklonom nad 45°

Teplnotechnické charakteristiky materiálov podľa normy STN 73 0540/3

(materiály podľa normy STN 73 0540/3 sú označené * pred názvom materiálu)

Tab.08 Skladba konštrukcie so zateplením – minerálna vlna

Názov	d [mm]	λ_e [w/(m.k)]	λd [W/(m.K)]	c [j/(kg.k)]	ρ [kg/m ³]	μ [1/s].10 ⁹	R [m ² k/w]	Rd [m/s].10 ⁹
Baumit jemná štuková 3,0 850 1 600 12 omietka (FeinPutz)	3,0	0,85	0,8	850	1600	12	0,004	0,19
* - Sadrokartón	25,0	0,22	0,15	1060	750	9	0,114	1,20
* - 50 mm vzduch. dutina	50,0	0,294	0,294	1010	1700	1	0,17	0,27
POROTHERM PROFI 44 murované na POROTHERM Profi	440,0	0,141	0,135	1000	700	5	3,121	11,69
Minerálna vlna	100	0,04	0,040	840	90	3	2,5	1,59
Baumit silikónová omietka (SilikonPutz)	10,0	0,74	0,7	920	1350	37	0,014	1,97
SUMA (Σ)	628,0						5,923	16,90

Výsledok výpočtu:

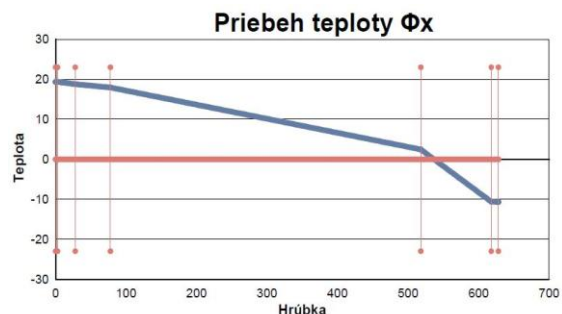
Teplota povrchu konštrukcie Φ_{si} : 19,34 °C

Súčiniteľ prechodu tepla U: 0,16 W/(m².K)

Difúzny odpor konštrukcie: 1,97 x 10⁹ m/s

Tepelný odpor konštrukcie R: 5,923 m².K/W
Normalizovaná hodnota Ua: 0,46 W/(m².K): maximálna hodnota
0,32 W/(m².K): odporúčaná hodnota

V konštrukcii dochádza ku kondenzácii.
Začiatok kondenzačnej zóny [mm]: 617
Koniec kondenzačnej zóny [mm]: 617



Konštrukcia vyhovuje maximálnej aj doporučenej hodnote Ua.

Obrázok 12

4.2 Vyhodnotenie zistených údajov (Tab.09)

Tab. 09 Porovnanie tepelných odporov stien po aplikovaní vybranej tepelnej izolácie:

Druh izolácie	Hrúbka konštrukcie [mm]	Tepelný odpor R [m ² .K/W]	Súčiniteľ prech.tepla U [W/(m ² .K)]	Kondenzačná zóna [mm]
Bez zateplenia	528	3,423	0,28	469-517
Polystyrén	628	6,055	0,16	518-593
Drevovlák.doska	628	5,987	0,16	617-617
Celulóza	628	6,201	0,16	617-617
Konopná izolácia	628	5,987	0,16	617-617
Minerálna vlna	628	5,923	0,16	617-617

Tepelný odpor R – Tento údaj udáva schopnosť udržania tepla v danej konštrukcii. Čím má konštrukcia vyššiu hodnotu R, tým má lepšiu schopnosť udržať teplo, čo má vplyv na nutnosť vykurovania.

Koeficient prestupu tepla U – Dôležitý údaj, ktorý udáva schopnosť stavebnej konštrukcie viesť teplo. Tento koeficient udáva tepelný výkon, ktorý prenesie konštrukcia cez 1m² svojej plochy pri rozdieli teplôt 1 °C medzi navzájom protiahlymi povrchmi.

Kondenzačná zóna - Udáva nám úsek, v ktorom vzniká zrážanie vodných pár v stavebnej konštrukcii.

5. Diskusia

Z vyššie uvedených definícií a údajov v tabuľke jasne vyplýva, že nezateplená konštrukcia kladie výrazne nižší tepelný odpor a má vyššiu tepelnú vodivosť ako konštrukcia zateplená.

Z uvedených tepelných izolácií má najvyšší tepelný odpor Celulózová izolácia, čo znamená, že dokáže najlepšie z daných izolácií zabezpečiť konštrukciu pred únikom tepla a vychladnutím.

Nezateplená stena má túto schopnosť samozrejme značne horšiu.

Ďalším dôležitým údajom je aj údaj o kondenzačnej zóne, kde môžeme jasne vidieť, že pri použití zateplenia budovy sa posúva rosný bod a miesto kondenzovania smerom k vonkajšej strane obvodovej konštrukcie. Pri väčšine izolácií uvedených v použitom príklade sa bod kondenzácie pár presunul z muriva do tepelnej izolácie, čím nadobúda tepelná izolácia svoj zmysel a spĺňa okrem tepelno-izolačnej aj ochrannú funkciu, keď chráni murivo pred vlhkosťou. Názorne tento posun vidieť na obrázkoch 07-12.

Všetky izolácie uvedené v príklade dokážu bez problémov odstrániť rosný bod z muriva a presunúť ho mimo. Polystyrén je o trochu horší v porovnaní s ostatnými porovnávanými izoláciami, hoci aj on z väčšej časti presunul rosný bod mimo muriva.

Nezateplená stena, vzhľadom na nulovú ochranu, všetku vlhkosť pohltí, keďže rosný bod je priamo v konštrukcii.

6. Záver

Na základe vyššie uvedených zistení a na základe výpočtov jednoznačne vyplýva užitočnosť tepelnej izolácie obvodových konštrukcií na budovách nie len z hľadiska tepelno-izolačného, ale aj z hľadiska ochranného.

Z výpočtov a následných porovnaní parametrov ďalej vyplýva, že prírodné materiály dokážu plnohodnotne nahradiť izolácie, ktoré sú priemyselne vyrábané a vo veľkej miere v súčasnosti využívané. V žiadnom prípade sa však nedá hovoriť o znížení parametrov samotnej izolácie či už po stránke kvality samotného vyhotovenia izolácie, alebo po stránke tepelno-izolačných schopností.

Znamená to, že pri dosiahnutí a zachovaní rovnakých, alebo v niektorých prípadoch aj získanie lepších tepelno-izolačných vlastností sme schopný realizovať v súčasnej dobe tepelnú izoláciu pomocou prírodných materiálov, ktorých obnoviteľnosť, spracovanie, recyklácia a celkové využitie má podstatne menší ekologický dopad na našu planétu v porovnaní s priemyselne vyrábanými materiálmi.

7. Zoznam použitej literatúry

1. Chmúrny, I.: Tepelná ochrana budov. Bratislava: Jaga group, 2003.
2. Farka, V. – Izolace staveb proti vodě, chladu, hluku, Praha 1975, ISBN 04-315-75.
3. Gernot Minke, Friedemann Mahlke – Stavby ze slámy, Ostrava 2009, ISBN 978-80-86167-31-2.
4. Hauskrecht, A. – Tepelná ochrana budov, Bratislava 1982, ISBN 63-056-82.
5. Luboš Svoboda a kolektiv - Stavebné materiály, ISBN 80-8076-014-4.
6. Nagy, E.: Manuál ekologickej výstavby. Navrhovanie a výstavba trvalo udržateľných ľudských sídel. Revúca: Permakultúra (CS), 1999.
7. Němeček, M. – Co vše dokáže slaměný balík, Brno 2009.
8. Pogran, Š. - Energetická náročnosť budov, Nitra: SPU, 2006.
9. Sternová, Z. – Zatepl'ovanie Budov, Tepelná ochrana, Bratislava 1999, ISBN 80-88905-11-7.
10. STN 73 0540-2, – Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov, Tepelná ochrana budovy.
11. Voženílek, O. – Stavebné materiály, Nitra 1998, ISBN 80-7137-468-7.

Webové stránky

1. Energetická účinnosť. 2010 Dostupné na:
<http://www.knaufinsulation.sk/sk/energeticka-ucinnost>
2. Greenteq. 2010 Dostupné na:
<<http://www.greenteq.sk/>>
3. Možnosti využívání přírodních tepelně-izolačních stavebních materiálů a jejich environmentální a klimatické vlastnosti. 2010 Dostupné na:
<<http://www.prirodni-izolace.cz/vyuziti.html>>
4. Návrat na scénu: hlinené domy. 2011 Dostupné na:
<<http://lepsiebyvanie.centrum.sk/staviame/728723/navrat-na-scenu:-hlinene-domy>>
5. Obvodové steny. 2010 Dostupné na:

<<http://www.drevostavby.sk/obvodovesteny.htm>>

6. Prírodné materiály. 2010 Dostupné na:

<<http://www.prirodnedomy.sk>>

7. Prírodné izolácie. 2011 Dostupné na:

<<http://www.prirodnestaviteľstvo.sk/materialy/prirodne-izolacie>>

8. Produkty. 2011 Dostupné na:

<<http://www.naturbau.sk/ram02.html>>

9. Stavebné materiály. 2010 Dostupné na:

<<http://www.vsetkoprestavbu.sk/stavebne-materialy>>

10. Tepelné izolácie. 2011 Dostupné na:

<http://www.stavocentrum.cz/index.php?none=1&action=rubrika&r_id=57&info=1>.

11. Tepnotechnické vlastnosti stavebných materiálov. 2011 Dostupné na:

<http://www.archiportal.sk/?category_name=budova-a-energia>

12. Zateplenie. 2011 Dostupné na:

<http://www.zateplit.sk/>