

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA

V NITRE

TECHNICKÁ FAKULTA

Riešenie obalových plášťov nízkoenergetických budov

BAKALÁRSKA PRÁCA

130519

2011

VLADIMÍR KOZAKOVIČ

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA  
V NITRE  
TECHNICKÁ FAKULTA

Riešenie obalových plášťov nízkoenergetických budov

BAKALÁRSKA PRÁCA

130519

Študijný program: Preádzková bezpečnosť techniky

Pracovisko (katedra/ústav): Technická fakulta

Vedúci záverečnej práce/ školiteľ: Ing. Jana Lendelová, PhD.

Konzultant:

Nitra 2011

VLADIMÍR KOZAKOVIČ

## ABSTRAKT

Cieľom práce bolo analyzovať jednotlivé typy obalových plášťov nízkoenergetických budov. Problematika súvisí z možnosťami zateplovania vnútorného a vonkajšieho, ako aj materiálových a systémových riešení konštrukčného zateplenia. Práca je ďalej venovaná oceľovým montovaným konštrukciám a ich histórii, konštrukčnej a tepelnotechnickej podstate, zhotoviteľských a užívateľských výhodám. Využitie má nielen v bežnej praxi, ale aj pri riešení prírodných a živelných katastrof.

Tepelnoizolačné a konštrukčné vlastnosti oceľových montovaných konštrukcií v spojení presného oceľového skeletu s možnosťou odpruženia tepelnej rozťažnosti a seizmických účinkov spolu so zabezpečením minimalizácie tepelných strát a nepriezvučnosti dávajú široké možnosti využitia pre priemyselnú, občiansku i krízovú výstavbu.

## ABSTRACT

The goal was to analyze various types of packing blankets low-energy buildings. Issues related to the possibility of internal and external thermal insulation, as well as material and insulation system design solutions. Further work is dedicated to steel prefab constructions, to their history and construction of thermal essence of contractors and user benefits. It has applications not only in normal practice, but also in dealing with natural and natural disasters.

Thermal and structural properties of the steel mounted structures in connection the steel skeleton of the precise connection with the possibility of suspension expansion thermal and seismic effects, accompanied by security to minimize heat loss and insulation gives a wide range of uses for industrial, civil and construction crisis.

## ČESTNÉ VYHLÁSENIE

Podpísaný Vladimír Kozakovič vyhlasujem, že som bakalársku prácu na tému „Riešenie obalových plášťov nízkoenergetických budov“ vypracoval samostatne s použitím uvedenej literatúry.

Som si vedomý zákonných dôsledkov v prípade, ak hore uvedené údaje nie sú pravdivé.

V Nitre 4. mája 2011

.....

*vlastnoručný podpis*

## Pod'akovanie

Touto cestou chcem pod'akovať vedúcemu bakalárskej práce  
Ing. Jane Lendelovej, PhD. za odborné vedenie, pripomienky a cenné rady  
pri vypracovaní bakalárskej práce.

## POUŽITÉ OZNAČENIE

Fyzikálna veličina	Označenie	Jednotka
Objemová hmotnosť suchej látky	$\rho_o$	kg. m <sup>-3</sup>
Hmotnosť suchej látky	$m_o$	kg
Objem látky	$V_o$	m <sup>3</sup>
Hustota látky	$\rho$	kg. m <sup>-3</sup>
Objem materiálu bez dutín	$V$	m <sup>3</sup>
Hmotnostná vlhkosť	$u$	kg. kg <sup>-1</sup>
Hmotnosť vlhkej látky pred sušením	$m$	kg
Hmotnostná koncentrácia vlhkosti	$w$	kg. m <sup>-3</sup>
Objemová vlhkosť	$\psi$	m <sup>3</sup> . m <sup>-3</sup>
Objemová hmotnosť vody	$\rho_w$	( 997,6kg/ m <sup>3</sup> pri 23°C )
Tepelný odpor	$R$	m <sup>2</sup> . K/W
Hrúbka konštrukcie	$d$	m
Súčiniteľ tepelnej vodivosti	$\lambda$	W/m.K

# OBSAH

<b>ÚVOD</b>	9
<b>1 CIEĽ PRÁCE</b>	10
<b>2 METODIKA PRÁCE</b>	11
<b>3 VÝSLEDKY PRÁCE - ŠTÚDIA O SÚČASNOM STAVE RIEŠENEJ PROBLEMATIKY</b>	12
3.1 Definovanie budov s nízkou energetickou náročnosťou	12
3.2 Energetický certifikát	14
3.3 Základné podmienky pri návrhu nízkoenergetických budov	16
3.4 Základné obalové konštrukcie nízkoenergetických budov	17
3.4.1 Konštrukčné detaily výstavby nízkoenergetických budov	18
3.5 Tepelnotechnické vlastnosti stavebných látok	20
3.6 Zateplenie obvodového plášťa pri klasickej výstavbe	24
3.6.1 Vonkajšie zateplenie obvodového plášťa	24
3.6.2 Kontaktný zatepľovací systém	26
3.7 Vnútorne zateplenie	29
3.7.1 Vnútorne zateplenie obvodového plášťa	29
3.7.2 Zloženie vnútorného zateplenia	30
3.8 Zatepľovanie tepelnoizolačnou omietkou	31
3.9 Montované konštrukcie	35
3.9.1 Vzniku ocelového konštrukčného systému na výstavbu nízkoenergetických stavieb	36
3.9.2 Základné informácie o ocelovom konštrukčnom systéme	36
3.9.3 Hlavné výhody montovaného systému z ocelevej konštrukcie	37
3.10 Zateplenie stropnej konštrukcie	38
3.11 Zateplenie podlahy	42
<b>4 NÁVRH NA VYUŽITIE POZNATKOV</b>	44
<b>5 ZÁVER</b>	45
<b>POUŽITÁ LITERATÚRA</b>	46



## ÚVOD

Na základe veľkého plytvania energií Európsky parlament a Rada prijali 16. decembra 2002 smernicu č.2002/91/ES o energetickej hospodárnosti budov. Jej cieľ je dosiahnuť zlepšenie energetickej hospodárnosti budov.

Hlavným dôvodom pre výstavbu nízkoenergetických budov sú vyčerpatel'né zdroje energie. Dôsledkom je vyčerpávanie zásob energií. Cena plynu a elektrickej energie sa za posledných 15 rokov zvyšovala priemere o 10% ročne. Tieto výdaje začali byť pre rodiny veľkým zaťažením a na základe rôznych štatistík energií podľa ktorých je jednoznačne vidieť, že ceny energií stále rastu. To znamená, že nastal zvrat v stavebnom priemysle a začína sa veľmi dbať na hospodárnosť budovy.

Na základe hospodárnosti sa budovy zatriedili do rôznych kategórií, podľa ktorých sa začleňujú od mimoriadne neekonomickú budovu až po veľmi úspornú budovu .

V dnešnej dobe sa uvažovanie ľudí zmenilo v oblasti hospodárnosti budov. Hlavným dôvodom tejto zmeny je ekonomická nerovnováha v súčasnej dobe. Na základe toho ľudia museli začať pri výstavbe budov uvažovať do budúcnosti, aby predišli neekonomickému hospodáreniu budovy. Veľkú úlohu pri návrhu nových budov zohrávajú architekti. Musia si položiť zásadnú otázku. Budú schopný užívatelia budov platiť energie aj o 10, 15, 20 rokov atď. ?

A tu sa začína uvažovanie, nielen o klasickej výstavbe, ale o úspornejšej variante čiže nízkoenergetickej výstavbe budov. Navrhované nové budovy od roku 2008 musia mať na Slovensku Energetický certifikát. Práca sa zaoberá postupnými krokmi od výberu pozemku a dobrú orientáciu domu až po obalové konštrukcie nízkoenergetických budov .

# **1 CIEĽ PRÁCE**

Vypracovať prehľad aktuálnych riešení obalových plášťov vhodných pre vyhotovenie nízkoenergetických budov. Uvedená problematika súvisí s definovaním budov s nízkou energetickou náročnosťou, tepelnotechnickými vlastnosťami stavebných látok, zatepľovaním ako zvonka tak i z vnútornej strany obvodovej konštrukcie a rôznym sortimentom stavebných systémov.

## **2 METODIKA PRÁCE**

Z metodického hľadiska budú pri tvorbe tejto práce využité predovšetkým teoretické poznatky a metódy získavania a spracovanie údajov. Vychádzajúce z cieľa bakalárskej práce sa rámcová metodika práce delí do týchto nadväzujúcich častí:

1. Analýza súčasného stavu
2. Spracovanie jednotlivých konštrukčných riešení
3. Analýza moderných spôsobov opláštenia nízkoenergetických budov a návrh použitia jednotlivých konštrukčných riešení

V prvej časti bude potrebné analyzovať súčasnú problematiku, naštudovať a následne spracovať dostupnú odbornú literatúru autorov, vedecké časopisy, vysokoškolské skriptá, zborníky z konferencií a kongresov. Ďalej nasleduje spracovanie jednotlivých konštrukčných riešení a následný návrh použitia jednotlivých konštrukčných riešení.

### 3 VÝSLEDKY PRÁCE - ŠTÚDIA O SÚČASTNOM STAVE RIEŠENEJ PROBLEMATIKY

#### 3.1 Definovanie budov s nízkou energetickou náročnosťou

Pri bilancovaní energetickej potreby budov sa počítajú oddelené výpočty potreby energie na vykurovanie, na prípravu teplej vody a na prevádzkovanie elektrospotrebičov. Pritom rozhodujúcim faktorom pre rozdelenie a klasifikáciu budov s nízkou energetickou náročnosťou je práve potreba energie na vykurovanie. Táto potreba energie sa z dôvodu vzájomnej porovnateľnosti rôzne veľkých domov vzťahuje k podlahovej ploche  $e_A$  (kWh/m<sup>2</sup>), alebo k objemu budovy  $e_V$  (kWh/m<sup>3</sup>).

Budovy s nízkou energetickou náročnosťou majú mernú potrebu tepla na vykurovanie výrazne nižšiu, než je požadovaná hodnota. Obvyklým vyjadrením energetických vlastností takejto budovy, bez ohľadu na jej tvar, je plošná merná potreba tepla na vykurovanie  $e_A$ , vzťahujúca na 1 m<sup>2</sup> podlahovej plochy zateplenej časti budovy a 1 rok. Budovy, ktoré majú ročnú plošnú mernú potrebu tepla na zateplenie  $e_A \leq 50$  kWh (m<sup>2</sup> .a) sú označované ako nízkoenergetické domy. Budovy s ročnou plošnou mierou potreby tepla na vykurovanie  $e_A \leq 15$  kWh/( m<sup>2</sup> .a) sú označované ako domy pasívne. Pasívne domy majú lepšie tepelne izolované obvodové konštrukcie a ich potreba tepla na vykurovanie je bez použitia klasickej vykurovacej sústavy. Robí sa ako obvykle formou spätného získania tepla z od odpadového vzduchu (tzv. rekuperácia), solárnymi ziskami, alebo energiou získanou z biomasy. Špecifickou kategóriou sú tzv. nulové domy, ich spotreba energie sa blíži k nule  $e_A \leq 5$  kWh (m<sup>2</sup> .a). Nulové domy si v lete vyrábajú z obnoviteľných zdrojov nadbytok energie (napr. vo forme tepelnej energie uchovanej v akumuláčnych zásobníkoch, alebo vo forme elektrickej energie dodávanej do verejnej siete) (Vaverka a kol., 2006).

Priemerná spotreba energie v rodinnom dome (%)



zdroj: [www.portal.gov.sk](http://www.portal.gov.sk)

a) Pasívny dom:

Pasívne domy sú budovy s ročnou plošnou mernou potrebou tepla na vykurovanie  $e_A \leq 15$  kWh / (m<sup>2</sup>. a). Celkové množstvo primárnej energie spojené s prevádzkou budovy (vykurovanie, ohrev teplej vody a elektrická energia pre spotrebiče) nemá u pasívnych domov prekročiť hodnotu 120 kWh/( m<sup>2</sup>. a). Pritom primárnou energiou sa rozumie energia, ktorá sa musí v mieste zdroja (teda mimo budovy) uvoľniť, aby bola pokrytá energetická potreba budovy.

Merná tepelná strata budovy vzťahujúca na 1 m<sup>2</sup> podlahovej plochy zateplenej časti budovy, nemá u pasívnych domov prekročiť hodnotu 0,3 W/(m<sup>2</sup>. K).

Obvodové konštrukcie majú mať súčiniteľ prestupu tepla  $U \leq 0,15$  W/( m<sup>2</sup>.K) a tepelné mosty v konštrukciách a väzby medzi nimi musia byť minimalizované vhodnými stavebno – technickými opatreniami. Za vhodné riešenie sa považuje také, keď lineárny činiteľ prestupu tepla tepelné väzby neprekračuje hodnotu 0,01 W/ m<sup>2</sup> . K). Obvodové konštrukcie musia byť prakticky vzduchotesné ( $n_{50} \leq 0,5$  l/h). V budove musí byť zaistená dostatočná výmena vzduchu (Vaverka a kol., 2006).

b) Nízkoenergetické domy

V kategórii nízkoenergetických domov, kde sa dôraz kladie na minimalizáciu investičných nákladov, sú tepelné technické požiadavky nižšie než pre domy pasívne. Nízkoenergetické domy sú budovy s ročnou plošnou mernou potrebou tepla na vykurovanie  $e_A < 50$  kWh / (m<sup>2</sup>.a).

Obvodové konštrukcie majú mať súčiniteľ prestupu tepla  $U < 20$  W/ (m<sup>2</sup>. K) nižší ako príslušné normou doporučené hodnoty a tepelné mosty v konštrukciách a väzby medzi nimi musia byť minimalizované. Obvodové konštrukcie musia vykazovať experimentálne overenú vzduchotesnosť  $n_{50} \leq 1/h$  (Tywoniak, 2005).

## 3.2 Energetický certifikát

### Preukaz energetickej hospodárnosti budovy - (EHB)

Energetický certifikát je hodnotiaci dokument. Posudzuje úroveň existujúceho energetického hospodárstva objektu a na základe toho zatriedi objekt na stupnici A až G, ktorá označuje triedu energetickej hospodárnosti objektu. Objekt hodnotí z hľadiska potreby všetkých energií, teda nielen potreby energie na vykurovanie, ale i z hľadiska potreby energie na ohrev teplej vody, potreby energie na vzduchotechnické zariadenia a klimatizáciu (pokiaľ je inštalovaná), i z hľadiska potreby energie na zabudovanú elektroinštaláciu a umelé osvetlenie. Energetická hospodárnosť objektu je taktiež priamo spojená s prevádzkovými nákladmi, a tak tento energetický certifikát, resp. preukaz energetickej hospodárnosti objektu, bude hrať i dôležitú úlohu pri oceňovaní budovy na trhu, či už v prípade predaja, kúpy alebo prenájmu.

(Dahlsveen, 2008 ; Zuzana Sternová a kol. 2010)

Legislatívnym dôvodom pre vystavenie Energetického certifikátu je požiadavka vykonania energetického certifikátu na základe Zákona č. 555/2005 Z.z., ktorý túto povinnosť ukladá od 1.1.2008.

Vykonávacou vyhláškou Energetickej certifikácie je Vyhláška Ministerstva výstavby a regionálneho rozvoja č. 625/2006 Z.z., ktorou sa vykonáva Zákon č. 555/2005 Z. z.

Energetický certifikát je niekoľko stranový dokument o hodnotení budovy z hľadiska energetickej náročnosti.

Od 1.1.2008 je povinnosť spracovania energetického certifikátu podľa Zákona č. 555/2005 Z.z. (O energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov) pre všetky budovy, okrem nasledovných typov budov :

- budov a pamätníkov chránené z dôvodu architektonickej alebo historickej hodnoty, alebo ako súčasť charakteristického prostredia, pri ktorých by dodržanie požiadaviek na energetickú hospodárnosť budov neprijateľne zmenilo ich charakter, alebo vzhľad (sú to hlavne budovy vyhlásené za národné kultúrne pamiatky, budovy v pamiatkovej

rezervácii, alebo v pamiatkovej zóne ako súčasť historického sídelného usporiadania a budovy uvedené do užívania pred 1. januárom 1947)

- kostoly a iné budovy používané ako miesta na bohoslužby, alebo na náboženské podujatia
- budovy, ktoré sú dočasnými stavbami s plánovaným časom užívania kratším ako dva roky
- priemyslové stavby, dielne a nebytové poľnohospodárske budovy s nízkou spotrebou energie
- bytové budovy, ktoré sú určené na užívanie menej ako štyri mesiace v roku
- samostatne stojace budovy, u ktorých úžitková plocha je menšia ako 50 m<sup>2</sup>

Energetický certifikát, resp. „ Hodnotenie energetickej hospodárnosti budovy “ je povinné pri predaji budovy, prenájme budovy, pri dokončení novej budovy, alebo významne obnovovanej existujúcej budovy, v ostatných prípadoch je dobrovoľná.

Pokiaľ ide o veľkú existujúcu budovu, v ktorej sídli orgán verejnej moci, alebo právnická osoba poskytujúca služby veľkému počtu ľudí, pre ktoré ju ľudia často navštevujú, musí sa v budove umiestniť energetický štítok na nápadnom, zreteľne viditeľnom mieste prístupnom ľuďom, ktorí túto budovu navštevujú.

Oprávnenými osobami potvrdený energetický certifikát je vyžadovaný pri kolaudačnom konaní. V súčasnosti sa vo fáze projektu hodnotia budúce novostavby, resp. rekonštrukcie pomocou tzv. energetického kritéria - projektové hodnotenie.

V tejto súvislosti je ale veľmi dôležité upozorniť na skutočnosť, že nie každý objekt, ktorý splní energetické kritérium podľa STN 73 0540-2, splní automaticky i požiadavky energetickej certifikácie. Táto okolnosť je daná najmä tromi faktami :

1. Energetické kritérium podľa STN 73 0540-2 je špecifické hodnotenie, ktoré má vyjadrovať potrebu tepla na vykurovanie.
2. V energetickom certifikáte sa hodnotí potreba energie na vykurovanie, takzvaná potreba tepla na vykurovanie zhoršená o účinnosť odovzdávacieho a distribučného systému vykurovania. Požiadavky Vyhlášky č. 625/2006 Z.z. sú na viac prísnejšie ako požiadavky pre hodnotenie energetického kritéria - projektové hodnotenie podľa STN 73 0540-2 z roku 2002.
3. Okrem obytných budov (rodinné a bytové domy) nemožno uvažovať stanovenú potrebu tepla na vykurovanie pri hodnotení energetického kritéria - projektové hodnotenie podľa STN 73 0540-2 ako vstupnú hodnotu pre výpočet potreby energie na vykurovanie podľa požiadavky Vyhlášky č. 625/2006 Z.z.

Je to spôsobené inou metodikou výpočtu potreby tepla na vykurovanie pre budovy iné než rodinné a bytové domy. Preto, aby mal investor istotu, že po realizácii stavby budú splnené požiadavky energetickej certifikácie, je potrebné už vo fáze projektu spolupracovať s energetickým špecialistom. Z týchto dôvodov je odporúčané spracovanie napr. energetickej štúdie, v ktorej sa vyhodnotia požiadavky energetického kritéria - projektové hodnotenie podľa STN 73 0540-2, ale súčasne sa i predbežne hodnotí ako by bola podľa projektu zrealizovaná stavba hodnotená pre požiadavky energetického certifikátu z hľadiska potreby energie na vykurovanie. Vo fáze projektu možno vďaka tomuto predbežnému posúdeniu včas zabezpečiť nápravu a stanoviť potrebné energeticky úsporné opatrenia. Vystavenie energetického certifikátu na už zrealizovanú stavbu bude potom iba formalitou vždy s pozitívnym výsledkom. A bez obáv vlastníka, alebo investora stavby, či posudzovaný objekt bude vyhovovať. Zároveň sa tak vyhnú sankciám za nedodržanie požiadaviek na energetickú náročnosť (Pogran, 2006 ; Dahlsveen, 2008).

### 3.3 Základné podmienky pri návrhu nízkoenergetických budov

Voľba pozemku: ideálna orientácia pozemku smerom na juh s tým, že z tejto strany nie je tienený žiadnou výstavbou, vysokými stromami a pod., naopak že zo severu je pozemok chránený. Orientácia vchodu na pozemok nie je až tak dôležitá.

Orientácia budov: budovu je vhodné orientovať dlhšou stranou objektu a presklenou fasádou k juhu z dôvodu pasívnych tepelných ziskov. Pred letným kolným slnkom a pred prehrievaním budovu v letných mesiacoch ochránime mobilnými markízami, či pevnými prístreškami.

Kompaktnosť budov: je daná pomerom ochladzovanej plochy domu ( $A$ ) bez vlastnej základne a obostavaného priestoru budovy ( $V$ ), pričom by tento pomer nemal byť väčší ako 0,7. Ďalšou veľmi dôležitou zásadou je minimálna členitosť budovy.

Dispozičné usporiadanie budov: v prvom rade musíme zohľadniť orientáciu na svetové strany: slnečné časti budovy predstavujú tepelné zisky, ale tiež prehrievanie v letných mesiacoch. Tu sú situované obytné miestnosti. Na druhej strane



najochladzovanejšie časti budov sú v situované miestnosti, ktoré neplnia obytnú funkciu a tiež sú temperované na menšiu teplotu a bez veľkých nárokov na prirodzené osvetlenie - šatníky, chodby, WC, zádverie, vstupy apod.

Nízkoenergetické budovy musia byť konštrukčne navrhnuté tak, aby spĺňali všetky potrebné normy a predpisy, ktoré zabezpečia funkčnosť budov s veľmi nízkymi energetickými nákladmi (Vaverka a kol., 2006).

### 3.4 Základné obalové konštrukcie nízkoenergetických budov

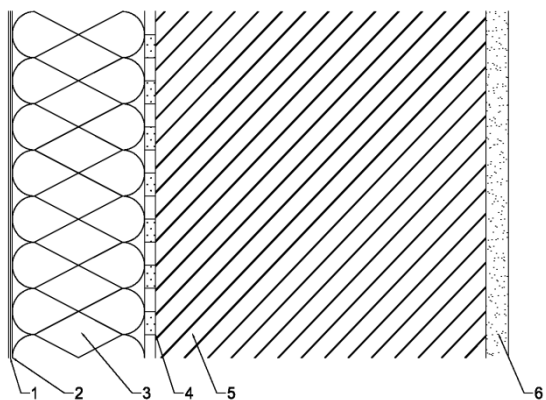
Na základe architektonických a tepelnotechnických výpočtov sa rozhodujeme pre skladbu obalovej konštrukcie nízkoenergetických budov.

Pri výstavbe nízkoenergetických budov sa stretávame s nasledovnými druhmi zateplenia:

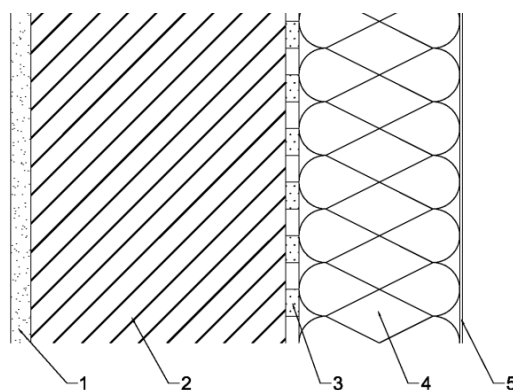
- a) zateplenie obvodového plášťa pri klasickej výstavbe (napr. tehla, pórobetón, betónová tvárnica)
  - vonkajším zateplením obvodového plášťa
  - vnútorným zateplením obvodového plášťa
- b) zateplenie obvodového plášťa pri montovaných konštrukciách
- c) zateplenie stropnej konštrukcie
- d) zateplenie podlahy

### 3.4.1 Konštrukčné detaily výstavby nízkoenergetických budov

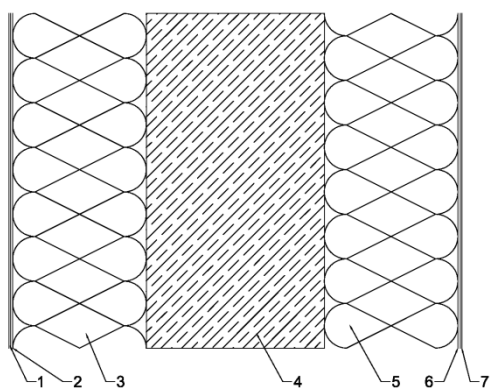
#### a) Murované systémy, liate systémy



1. Omietka exteriér
2. Sieťka, lepidlo
3. Tepelná izolácia
4. Vzduchová medzera
5. Murovací materiál
6. Omietka interiér

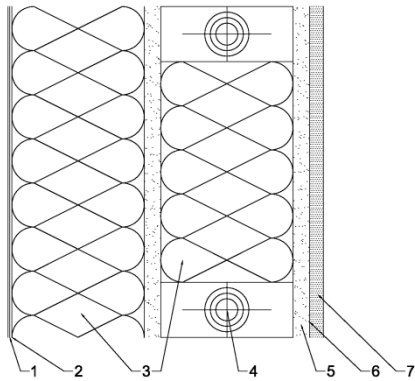


1. Omietka exteriér
2. Murovací materiál
3. Vzduchová medzera
4. Tepelná izolácia
5. Sadrokarón

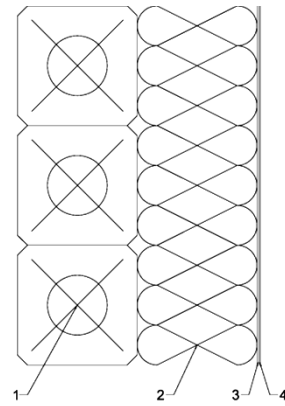


1. Omietka exteriér
2. Sieťka, lepidlo
3. Tepelná izolácia
4. Železobetón
5. Tepelná izolácia
6. Sieťka, lepidlo
7. Omietka interiér

b) Drevodomy

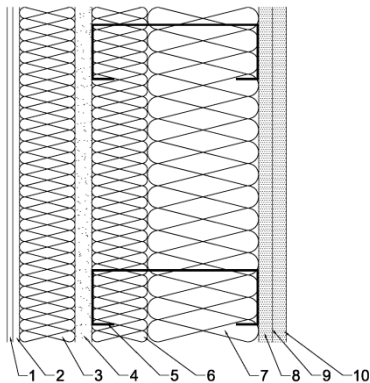


1. Omietka exteriér
2. Sieťka, lepidlo
3. Tepelná izolácia
4. Drevo
5. Drevotriesková doska
6. Paronepriepustná fólia
7. Sadrokartón

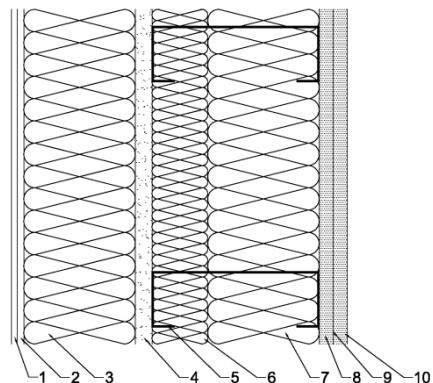


1. Drevo
2. Tepelná izolácia
3. Sieťka, lepidlo
4. Omietka interiér

c) Montovaný systém z oceleovej konštrukcie opláštený tepelnou izoláciou



1. Omietka exteriér
2. Sieťka, lepidlo
3. Tepelná izolácia
4. Drevotriesková doska
5. Pozinkovaný oceľový profil
- 6.-7. Tepelná izolácia
8. Sadrokartón
9. Paronepriepustná fólia
10. Sadrokartón



1. Omietka exteriér
2. Sieťka, lepidlo
3. Tepelná izolácia
4. Drevotriesková doska
5. Pozinkovaný oceľový profil
- 6.-7. Tepelná izolácia
8. Sadrokartón
9. Paronepriepustná hliníková fólia
10. Sadrokartón

### 3.5 Tepelnotechnické vlastnosti stavebných látok

Pri tepelnotechnickom výpočte, dimenzovaní alebo posúdení tepelnotechnických vlastností konštrukcií a budov sa použijú tepelnotechnické vlastnosti stavebných látok. Pri používaní hodnôt ich vlastností vždy treba poznať podmienky, v ktorých sa tieto vlastnosti získali, ale aj podmienky, v ktorých bude stavebná látka exploatovaná. Z experimentálnych poznatkov vieme, že tepelnotechnické vlastnosti stavebných látok nie sú konštantné veličiny, ale závisia od mnohých parametrov. Ak ich používame vo výpočtoch ako konštantné veličiny, vnášame do výpočtov zjednodušenia platné iba pre určitý interval použitia. Hodnoty tepelnotechnických vlastností stavebných látok sa získavajú meraním v laboratórnych podmienkach, alebo v konkrétnych podmienkach použitia konštrukcií a budov. Získané výsledky sa zvyčajne spracúvajú štatisticky.

#### 1. Tepelný odpor

Tepelný odpor  $R$  ( $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ ) je veličina, ktorou sa zabezpečuje požadovaná tepelná ochrana stavebných konštrukcií podláh, stien a striech v zmysle normy STN 730540 a STN EN ISO 6946.

Tepelný odpor stavebných konštrukcií určuje kvalitatívnu úroveň tepelno-izolačné vlastnosti jednotlivých častí obalového plášťa budov. Je priamo úmerný hrúbke a nepriamo úmerný tepelnej vodivosti použitých stavebných hmôt. Čím väčšia je hodnota tepelného odporu, tým vyššia je povrchová teplota konštrukcie v zimnom období a tým aj menej tepla konštrukciou uniká (Chmúrny, 2003).

$$R = \frac{d}{\lambda}, \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$$

kde

$d$  - hrúbka konštrukcie v m,

$\lambda$  - súčiniteľ tepelnej vodivosti použitého stavebného materiálu v  $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$

pre  $n$ -vrstvovú konštrukciu potom platí

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

kde

$R_1+R_2+R_3...R_n$  sú tepelné odpory jednotlivých vrstiev konštrukcie v  $m^2 \cdot K / W$

(Pogran, 2006).

## 2. Súčiniteľ tepelnej vodivosti

Tepelná vodivosť vyjadruje schopnosť látky vo väčšej alebo menšej miere prenášať teplo vedením. Tepelná vodivosť je najvýznamnejší ukazovateľ vlastnosti stavebných látok z hľadiska stavebnej tepelnej techniky. Tepelná vodivosť sa pri rôznych stavebných látkach pohybuje v širokom intervale. Charakterizuje ju súčiniteľ tepelnej vodivosti vo  $W (m \cdot K)$ . Hodnota súčiniteľa tepelnej vodivosti predstavuje tepelný tok vo  $W$ , ktorý sa šíri vedením cez kocku s hranou 1 m, ktorej protiľahlé strany majú teplotný rozdiel 1 K a pritom nevzniká deformácia teplotného poľa. Stavebné látky majú pomer najnižšej a najvyššej hodnoty súčiniteľa tepelnej vodivosti približne 1 : 2000. Súčiniteľ tepelnej vodivosti látky závisí od rozličných vplyvov z ktorých najdôležitejšie sú:

- hustota a objemová hmotnosť a pórovitosť
- vlhkosť
- smer tepelného toku v anizotropných látkach
- chemické zloženie
- teplota.

### Vplyv hustoty, objemovej hmotnosti a pórovitosti

Všetky stavebné látky sú zložené zo základnej látky a vzduchu, ktorý sa nachádza v póroch a má vplyv na hodnotu súčiniteľa tepelnej vodivosti. Súčiniteľ tepelnej vodivosti vzduchu má menšiu hodnotu ako základná látka. Významnou úlohou má tvar a veľkosť pórov. V malých póroch sa teplo šíri iba vedením.

Vo väčších póroch môže nadobudnúť významný vplyv prúdenia a sálenia, čím sa zvyšuje tepelný tok pri šírení tepla. Možno konštatovať, že súčiniteľ tepelnej vodivosti daného materiálu je tým menší, čím menšiu má objemovú hmotnosť. Materiál danej stavebnej látky má tým nižšiu hodnotu súčiniteľa tepelnej vodivosti, čím vyššia je pórovitosť. Niekedy sa pri výrobe stavebných materiálov cielene

snažíme vytvoriť pórovitú štruktúru na zníženie súčiniteľa tepelnej vodivosti. Príkladom je vyľahčovanie keramickej látky napr. pilinami, ktoré pri vypaľovaní v peci vyhoria a vytvoria pórovitú štruktúru s nižšou objemovou hmotnosťou a nižším súčiniteľom tepelnej vodivosti.

$$a = \frac{\lambda}{c \cdot \rho_v}, \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$$

$\lambda$ - je súčiniteľ tepelnej vodivosti materiálu (W/(m. K))

$c$ - merná tepelná kapacita materiálu (J/(Kg. K))

$\rho_v$ - objemová hmotnosť materiálu (kg/m<sup>3</sup>)

Ak je teplotná vodivosť materiálu relatívne nízka a tepelná pohltivosť materiálu relatívne vysoká, bude sa síce vykurovaný priestor aj ďalej zohrievať, ale po prerušení vykurovania si dosiahnutú teplotu udrží dlhšie ( pokles dosiahnutia teploty bude pozvoľný (Sloboda a kol., 2005).

### 3. Objemová hmotnosť, hustota a pórovitosť

Väčšina stavebných látok má pórovitú štruktúru. V dobrých izolantoch sa nachádzajú pory v ktorých je vzduch, čo zabezpečuje zlepšenie tepelnoizolačných vlastností materiálov. Objemová hmotnosť udáva hmotnosť objemovej jednotky určitej látky s dutinami a pórmí. V stavebnej tepelnej technike sa používa objemová hmotnosť suchej látky  $\rho_0$  ako podiel hmotnosti suchej látky a jej objemu.

$$\text{Vzorec } \rho_0 = \frac{m_0}{V_0}, \text{ kg/m}^3$$

Kde:

$\rho_0$ - je objemová hmotnosť suchej látky v kg/m<sup>3</sup>

$m_0$ - je hmotnosť suchej látky v kg

$V_0$ - je objem látky v m<sup>3</sup>, ktorý sa určí z lineárnych rozmerov vzorky.

Objemová hmotnosť stavebných látok závisí od pórovitosti a pri sypkých látkach aj od ich stlačiteľnosti. Hustota sa definuje podielom hmotnosti a objemu látky bez dutín a pórov (teda absolútne hutnej látky).

Vzorec  $\rho = \frac{m_0}{V}$ , kg/ m<sup>3</sup>

Kde  $\rho$  je hustota látky v kg/ m<sup>3</sup>

$m_0$ - je hmotnosť suchej látky v kg

V - je objem materiálu bez dutín a pórov v m<sup>3</sup>

Keď poznáme objemovú hmotnosť a hustotu látky, môžeme určiť jej pórovitosť p podľa vzťahu.

$$\rho = \frac{\rho - \rho_0}{\rho} \cdot 100, \text{ kg/ m}^3$$

Pórovitosť udáva podiel objemu pórov a objemu materiálu aj s pórmí. Stavebné látky majú pórovitosť od 0,2 % (žula) do 75 % (veľmi pórovitá tehla), 90 % pórovitosť má penobetón. Penový polystyrén môže mať ešte vyššiu pórovitosť (Chmúrny, 2003).

#### 4. Vlhkosť

V praxi sa stavebné látky takmer nikdy nevyskytujú v suchom stave. Vlhkosť charakterizuje prítomnosť chemicky neviazanej vody v látke. Vlhkosť je prítomnosť vody v plynnom, kvapalnom alebo tuhom stave. Vlhkosť látky charakterizujeme hmotnosťou a objemovou vlhkosťou. Hmotnostná vlhkosť udáva podiel hmotnosti vyparenej vody a hmotnosti suchého materiálu. V STN EN ISO 12570 (104) sa určuje zo vzťahu.

$$u = \frac{m - m_0}{m_0}, \text{ kg/kg}$$

kde u- hmotnosť vlhkosti v kg/kg

m- hmotnosť vlhkej látky pred sušením v kg

$m_0$ - hmotnosť suchej latky v kg

Ak sa hmotnostná vlhkosť udáva v %, potom sa táto hmota získa vynásobením vyššie uvedenom výraze s konštantou 100. Hmotnostná koncentrácia vlhkosti je podiel hmotnosti vyparenej vody a objemu suchého materiálu. Určuje sa zo vzťahu

$$w = u \cdot \rho_0, \text{ kg/ m}^3$$

Kde  $w$  je hmotnostná koncentrácia vlhkosti v  $\text{kg/ m}^3$ .

Objemová vlhkosť udáva objem vlhkosti v objeme látky (určuje sa podielom objemu vlhkosti a objemu suchého materiálu) a vypočíta sa zo vzťahu

$$\psi = u \cdot \frac{\rho_0}{\rho_w}, \text{ m}^3/ \text{ m}^3$$

kde  $\psi$ - je objemová vlhkosť  $\text{m}^3/ \text{ m}^3$

$\rho_0$ - objemová hmotnosť suchej látky v  $\text{kg/ m}^3$

$\rho_w$ - objemová hmotnosť vody (  $997,6\text{kg/ m}^3$  pri  $23^\circ\text{C}$  )

Nasiakavosťou sa rozumie množstvo vody, ktoré prijíma vysušený materiál pri úplnom ponorení do vody za určitú časovú jednotku.

Vzlínavosť je vzostup vody v pórovitej látke v dôsledku kapilárnej elevácie nad úroveň hladiny okolia, s ktorou skúšaný materiál prišiel do styku.

Rovnovážna vlhkosť je množstvo vlhkosti, ktoré prijme materiál zo vzduchu, ak je vystavený stálym teplotným a vlhkosťným podmienkam (Chmúrny, 2003).

### 3.6 Zateplenie obvodového plášťa pri klasickej výstavbe

#### 3.6.1 Vonkajšie zateplenie obvodového plášťa

Vonkajšie zateplenie budov je najčastejším spôsobom tepelnej ochrany. Jeho realizáciu však hlavne pri novostavbách, alebo starších domoch musí posúdiť odborník, ktorý zhodnotí stav muríva a vypracuje teplo technický výpočet.

Na základe teplotného výpočtu navrhne vhodné zloženie obvodového plášťa.

Pri zateplení budov sa najčastejšie uplatňujú dve materiálové bázy:

- a) materiály na báze minerálnej a sklenej vlny
- b) penoplastické materiály, hlavne penový polystyrén



## Výhody vonkajšieho zateplenia

- a) Zníženie spotreby energie na vykurovanie.
- b) Celistvosť tepelnoizolačnej vrstvy, pretože chráni celý objekt ako jeden celok.
- c) Zateplením zvonka je konštrukcia chránená proti nepriazni počasia. V zime zostávajú steny dlhšie teplé, a v lete sa naopak neprehrievajú.
- d) Zateplenie zvonka znižuje aj namáhanie spojov obvodových stien, odstráni sa aj tepelné nedostatky konštrukcie tzv. tepelné mosty, a zabráni sa kondenzácií vodných pár, a tým vzniku plesní.
- e) Predlžuje sa životnosť objektu.

Možnosti zateplenie obalových plášťov nízkoenergetických budov :

- a) kontaktný zatepl'ovací systém

Väčšina firiem ponúka ucelený systém na zatepl'ovanie fasád a tak predstavujú spôsob vonkajšej tepelnej ochrany budov a umožňujú zachovať pôvodný výraz fasády. Ich výhodou je celistvé zateplenie plochy obvodového plášťa bez akýchkoľvek tepelných mostov. Tepelná izolácia je pri tomto systéme spojená pomocou lepiacej malty a kotiev priamo s pôvodnou konštrukciou a s vrstvou omietky.

Postup práce pri kontaktnom zatepl'ovacom systéme:

Na podklad čiže obvodový plášť budovy sa nanáša lepiaci tmel, nasleduje izolačný materiál, ktorý sa prichytáva kotvami, lepidlom alebo kombináciou oboch. Na izolačný materiál sa aplikuje do výstužnej stierky sklenená tkanina, na takýto podklad už nanáša už len konečná povrchová úprava – dekoračná fasádna omietka, prípadne fasádna omietka a farba.

- b) zatepl'ovanie tepelnoizolačnou omietkou

Na vonkajšie zateplenie sa používa v prípade, že nemožno požiť kontaktný zatepl'ovací systém. Vyznačujú sa lepšou tepelnoizolačnou schopnosťou ako kontaktný zatepl'ovací systém . Jej výhodou je, že sa dá použiť na všetky druhy podkladov, ktoré sa v stavebnej praxi bežne používajú, či už je to murivo z plných pálených tehál, keramické tvarovky – termobloky, betónové tvárnice, pórobetónové tvárnice, betón, drevo cementové a drevovláknité tvarovky alebo dosky.

### 3.6.2 Kontaktný zatepľovací systém

Vlastnosti tepelnej izolácie minerálnej vlny :

#### a) Tepelná ochrana

Použitie izolačných materiálov z minerálnych vlákien je z hľadiska vytvorenia tepelnej pohody vnútorného prostredia a dosiahnutia minimálnych tepelných strát správnou voľbou pri návrhu skladby jednotlivých stavebných konštrukcií. Nízka tepelná vodivosť izolácie z minerálnej vlny umožňuje zníženie tepelných strát.

Súčiniteľ tepelnej vodivosti  $\lambda = 0,042 \text{ W/m.K}$ .

#### b) Paropriepustnosť

Vďaka minimálnemu difúznemu odporu izolácia z minerálnych vlákien nebráni prirodzenému pohybu vodnej pary. Izolácia nezadržuje vodnú paru v konštrukcii, ale naopak, umožňuje jej prechod do exteriéru, zjednodušene povedané „dom dýcha“. Paropriepustnosť možno exaktne vyjadriť. Používa sa na to faktor difúzneho odporu ( $\mu$ ), ktorý sa definuje ako násobok paropriepustnosti vzduchu (koľkokrát je materiál v tomto smere horší).

Paropriepustnosť:

Vzduch	$\mu = 1,0$
Tepelnoizolačné vláknité materiály	$\mu = 1,0 - 1,5$
Tepelnoizolačné penovo- plastické materiály	$\mu = 40 - 100$

#### c) Ochrana proti hluku

Veľmi dobrá absorpčná schopnosť vláknitých materiálov vložených v dutinách konštrukcií zvyšuje akustickú pohodu vnútri objektu, tzn. podporuje ochranu konštrukcie pred nežiaducim vonkajším hlukom a rušivým hlukom zo susedných miestností.

#### d) Požiarne bezpečnosť

Izolačné materiály vláknité sú nehorľavé kategória A1 a v prípade vzniku požiaru nedochádza k rozvoju a šíreniu plameňa na ich povrchu a vytváraniu toxických splodín.

#### e) Ekológia

Minerálna vlna zodpovedá všetkým požiadavkám, ktoré kladie moderné bývanie na tepelné izolácie. Každá čadičová a sklená vlna má pôvod z prakticky nevyčerpatelných prírodných surovín. Šetrná výroba s podielom recyklátov je realizovaná podľa najprísnejších európskych noriem. Výsledné produkty je možné opakovane použiť a sú taktiež ľahko recyklovateľné. Uvedené vlastnosti umožňujú klasifikovať tieto výrobky ako ekologicky absolútne zdravotne nezávadné pre ľudský organizmus, t.j. 100% BIO. Celosvetová snaha o znižovanie emisií CO<sub>2</sub> významnejšieho kvalitatívneho izolácie znásobila. Zateplený objekt vykazuje menšiu spotrebu tepla na vykurovanie. Keďže výroba tepla zaťažuje životné prostredie emisiami CO<sub>2</sub>, práve v oblasti domácností existuje najvyšší potenciál úspor energií a obnoviteľných zdrojov energie v SR.

#### f) Životnosť

Životnosť izolácií z minerálnych vlákien je v prvom rade daná správnym výberom výrobku pre konkrétny typ konštrukcie a tepelným vlhkosťovým návrhom optimálnej hrúbky. Návrh taktiež špecifikuje použitie ochranných vrstiev, ktoré izoláciu chránia pred atmosférickými vplyvmi a zvýšenou vlhkosťou interiéru. Bohužiaľ, ani ten najlepší návrh projektanta nezmôže nič proti neprofesionálnemu zabudovaniu izolácie do konštrukcie. Výrobky majú dlhú životnosť, sú stále – nemenia svoj tvar ani objem, neobsahujú retardéry horenia.

Zhrnutie vlastností systému z minerálnej vlny, pôvod z prírodných, prakticky nevyčerpatelných surovín

- a) podiel recyklátov 60% (sklená vlna)
- b) ekologicky šetrný postup
- c) vynikajúca tepelná, proti hluková a protipožiarne ochrana
- d) bez nadúvad a pesticídov

- e) dlhá životnosť, bez bio degradácie, chemicky neutrálne
- f) široká použiteľnosť, možnosť opakovaného použitia
- g) tvarová stálosť, vysoká pevnosť v ťahu i tlaku
- h) nehorľavé, bez retardérov horenia a chemikálií rizikových pre znečistenie spodných vôd

(Isover, 2010)

Základné vlastnosti výrobkov z penového (expandovaného) polystyrénu EPS.

a) Vysoké tepelnoizolačné vlastnosti. Súčiniteľ tepelnej vodivosti pri sivom polystyréne dosahuje až  $\lambda = 0,033 \text{ W/m.K}$  vid'. obr.1.

Penový polystyrén výborne tepelne izoluje, čo je dané jeho jemnou bunecnou štruktúrou skladajúcou sa z množstva uzavretých buniek v tvare guľičky obsahujúcich vzduch.

- b) Vysoká pevnosť v tlaku, ťahu a ohybe

Vysoká pevnosť EPS v tlaku zaisťuje odolnosť zateplených fasád proti prerazeniu, zároveň umožňuje jeho použitie pre terasy plochých striech, priemyselné podlahy a pod. Pevnosť v tlaku pri 10% stlačení: min. 200 kPa.

Vďaka tejto dôležitej vlastnosti nie je napríklad na plochých strechách nutné navrhovať spevnené komunikačné trasy, pretože nehrozí rozšliapanie tepelnej izolácie.

- c) Nízka hmotnosť

Nízka hmotnosť EPS znižuje zaťaženie nosnej konštrukcie, náklady na transport a námahu pri aplikácii.

- d) Veľmi nízka nasiakavosť

Minimálnu nasiakavosť EPS oceníme predovšetkým pri aplikácii tepelných izolácií za zhoršených klimatických podmienok, prípadnom zatečení do konštrukcie, zvýšenej kondenzácii v konštrukcii a pri nesprávne vyhotovených detailoch.

Objemová nasiakavosť: max. 0,20 %

(Isover, 2010)



Obr. 1 Príklad zateplenia šedým polystyrénom. Hrúbka tepelnoizolačnej vrstvy 160 mm.

### 3.7 Vnútorne zateplenie

#### 3.7.1 Vnútorne zateplenie obvodového plášťa

Systém murovania s tenkostennými vibrolisovanými betónovými tvárniciami novej generácie s vnútornou izoláciou predstavuje u nás zatiaľ málo používanú technológiu výstavby aj napriek nesporným výhodám overeným v krajinách EU. Najväčším zástancom tejto technológie je Francúzsko, kde patrí medzi dominantné stavebné systémy.

Stropná konštrukcia je nad prízemím najčastejšie betónová. Strechu tvoria najčastejšie úsporné drevené väzníky.

Po vymurovaní hrubej stavby je celý obvod budovy z vnútornej strany tepelne izolovaný prvkami a následné sú montované priečky a podhl'ady zo sadrokartónu. Okná sa osádzajú do izolácie. Tento systém stavania umožňuje jednoducho tepelne izolovať dôležité detaily, pretože tepelná izolácia podlahy plynule nadviaže na prvky vnútorného zateplenia a tepelnú izoláciu strechy. Tak je významne obmedzený vznik tepelných mostov a zároveň sú splnené požiadavky platných noriem.

System zateplenia umožňuje:

- vytvorenie účinnej tepelnej izolačnej vrstvy (tepelný odpor R 5,05)
- výrazné zníženie kondenzovanej vodnej pary v konštrukcii systému
- tepelne izolovanie dôležitých detailov a tým obmedzenie vplyvu tepelných mostov
- odoláva zvýšenej a periodicky sa opakujúcej vonkajšej vlhkosti
- univerzálnosť využitia – je možné voliť hrúbky izolácie
- aplikácia systému nie je závislá od klimatických podmienok
- montáž systému nevyžaduje stavbu lešenia
- zníženie hrúbky a hmotnosti múrov u novostavieb
- vysoká produktivita pri montáži veľkoformátových dosiek
- nie je nutné používať kotvenie hmoždinkami
- šetrenie životného prostredia (zníženie emisií pri výrobe energie na vykurovanie)

Výhody pre spotrebiteľa:

- Vysoké úspory nákladov na vykurovanie až 80 % v porovnaní s výstavbou budov pred rokom 1980
- Zateplené steny nie sú citlivé na poškodenie
- Energetická hospodárnosť a cenová dostupnosť
- Teplotná stabilita vnútorných priestorov v letnom aj zimnom období

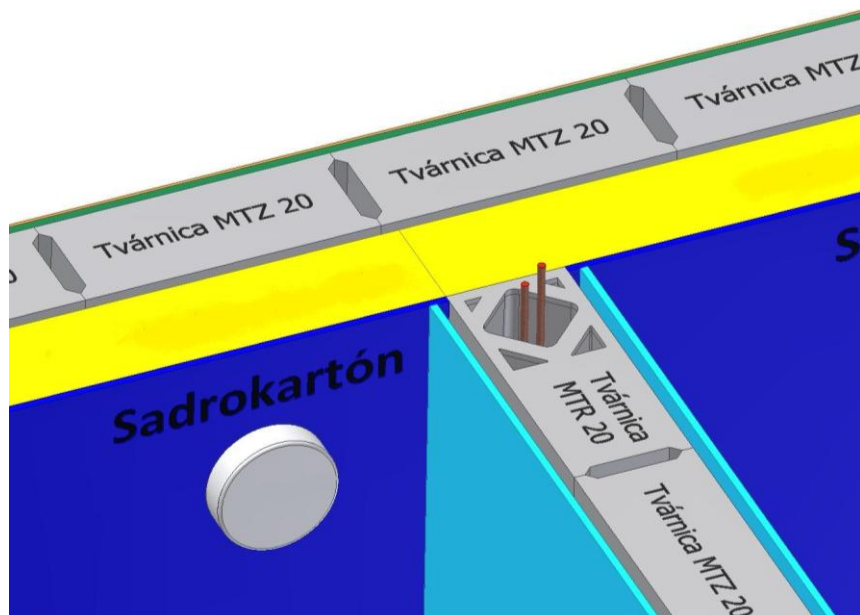
### 3.7.2 Zloženie vnútorného zateplenia

Základnou časťou zloženia steny s vnútorným zateplením je stena z betónových murovacích tenkostenných betónových tvárnic 500x200x200 mm s vnútornou tepelnou izoláciou.

Francúzsky systém vnútorného zateplenia zloženie (od exteriéru po interiér) obr.2 :

- farebná omietka
- vyrovnávacia malta

- murovacia tvárnica (200 mm)
- tepelná izolácia (hrúbka od 150 mm)
- sadrokartón 12,5 mm
- vnútorný náter



Obr.2 Príklad detailu riešenia vnútorného zateplenia objektu.

### 3.8 Zatepl'ovanie tepelnoizolačnou omietkou

Omietka je vyrobená z čisto prírodných minerálnych materiálov, ktoré nepodliehajú zvetrávaniu. Stavby postavené z vápna, cementu a sopečného piesku pretrvali stáročia. Pri výrobe omietky sú používané práve takéto, stáročiami overené materiály. Pridaním izolácie do takto vyrobenej omietky, získame tepelno izolačnú omietku s viac ako 2 krát lepším tepelnoizolačným ako majú doteraz používané tepelnoizolačné omietky. Vďaka maximálnej hrúbke aplikácie až 200 mm predstavuje omietka vynikajúcu alternatívu k momentálne používaným zatepl'ovacím systémom. Omietka vytvorí po aplikácii kompaktný, jednotný celok s podkladovým materiálom bez tepelných mostov a udržiava si svoje vlastnosti počas celého životného cyklu.

Základné vlastnosti tepelnoizolačnej omietky:

- a) časom nestráca tepelno izolačné vlastnosti
- b) paropriepustná – umožňuje stene dýchať a odvádzať vlhkosť z miestnosti

- c) protipožiarna – chráni podkladovú konštrukciu pred poškodením ohňom (trieda A1)
- d) protiplesňová – obsahuje vysoký pomer vápna a vďaka nemu má protiplesňové a dezinfekčné účinky. Ideálny materiál pre nemocnice a potravinársku výrobu.
- e) elastická – je možné ju aplikovať na rôzne povrchy vrátane dreva.
- f) aktívne reguluje klímu a vlhkosť v miestnosti
- g) znižuje obsah CO<sub>2</sub> v ovzduší, čo pri interiérovej aplikácii preukázateľne výrazne znižuje únavu
- h) neobsahuje žiadne chemické látky ohrozujúce zdravie
- i) cenovo výhodná vďaka dlhej životnosti predstavuje jednoznačne najvýhodnejšiu dlhodobú formu zateplenia
- j) recyklovateľná – ak je potrebné omietku odstrániť, je použiteľná ako prírodné hnojivo pre poľnohospodárske účely
- k) ľahká (250-300kg/m<sup>3</sup>) a preto výrazne nezaťažuje stavebnú konštrukciu.
- l) jednoduchá a rýchla aplikácia
- m) môže kopírovať tvar pôvodnej konštrukcie
- n) ideálny materiál pre zateplenie historických budov

Hlavné výhody :

- a) Dlhá životnosť

Pri výrobe omietky sa používajú výlučne materiály, ktoré sú overené časom a svoju trvanlivosť dokazujú už stáročia. Hlavným spojivom je kvalitná vápenná kaša, ktorá bola používaná už v rímskej ríši a pri výrobe čínskeho múra. Jej zvláštnosťou je prímies kamenia, ktorý vplyvom vysokých teplôt získal tepelno izolačné vlastnosti zväčšením svojho objemu. Na povrchovú úpravu sa môže použiť vápenno cementová omietka, alebo kvalitná vápenná farba so životnosťou dlhšou ako 20 rokov. V takomto prípade ide prakticky o bez údržbový systém. Omietka dokáže pracovať aj s veľmi pružným povrchom ako je napríklad drevo a prakticky nevytvára trhliny. Ak by sa aj napriek tomu (napr. pri mechanickom poškodení) voda dostala hlbšie, nedôjde k degradácii celého systému, pretože omietka je vodoodpudivá a paropriepustná v celom svojom priereze.



b) Trvalé tepelnoizolačné vlastností

Vyrába sa tak, že malé rozomleté frakcia sopečných hornín pod vplyvom vysokých teplôt 12-15 krát zväčšia svoj objem a vytvoria uzavreté zrníčka s veľkosťou 0,03 až 2 mm. Vzniknutý priestor zaplní vzduch, ktorý následne slúži ako tepelný izolant. Tento proces je pri teplotách nižších ako 1.300° C nezvratný. Keďže štruktúra takto uzavretých elementov je uzavretá, je nenasiakavá, a teda nemení svoje vlastnosti pod vplyvom vlhkosti v okolí. Omietka je teda kameň a ako taký výborne odoláva vplyvom počasia.

c) Tepelné mosty

Tepelnoizolačná omietka tvorí jednotný, homogénny a pružný celok s maximálnou hrúbkou až 200 mm. Keďže ide o homogénnu vrstvu s rovnakým koeficientom tepelnej vodivosti po celej hrúbke, možnosť vzniku tepelných mostov je eliminovaná a výrazne sa znižuje riziko vzniku prasklín. Pre upevnenie k podkladu nie je potrebné používať žiadne mechanické kotvenie ani lepidlá. Povrchová úprava sa môže previesť bežnou vápenno cementovou omietkou, alebo vápennou farbou ešte za mokra bez použitia výstužných mriežok.

d) Plesne

Tepelnoizolačná omietka je z veľkej časti tvorená vápnom, ktoré sa už stáročia požíva ako dezinfekčný prostriedok. Vápnno je silne zásadité, čo výrazne znižuje tvorbu plesní. Vďaka tomu je tepelnoizolačná omietka jedným z mála materiálov, ktorý je vhodný pre zateplenie z interiérovej strany.

e) Ekológia

Pri výrobe tepelnoizolačnej omietky sa používajú len prírodné materiály. Výroba samotnej tepelnoizolačnej omietky je energeticky rádovo menej náročná ako iných izolačných materiálov.

f) Klimatická pohoda.

Tepelnoizolačná omietka aktívne reguluje vlhkosť v miestnosti. Ak je vlhkosť v miestnosti vysoká, napr. počas sprchovania, prania a podobne, tepelnoizolačná omietka vďaka vysokému obsahu vápna túto vlhkosť absorbuje a následne v noci, keď percento vlhkosti klesá, nasiaknutú vlhkosť tepelnoizolačná omietka vracia do

prostredia. Ak sú na povrchovú úpravu použité odporúčané vápenné farby, tieto dodávajú stenám antistatický náboj, takže prach nemá tendenciu sa usádzať na stenách, čo pomáha udržiavať zdravšie prostredie pre alergikov.

g) Recyklácia

Tepelnoizolačná omietka vďaka svojej takmer neobmedzenej životnosti výrazne znižuje náklady na jej odstraňovanie. V prípade, že je nutné tepelnoizolačnú omietku odstrániť, po rozomletí môže byť použitá ako prírodné hnojivo pre poľnohospodárske účely. Vápno pri kontakte so vzduchom na seba viaže  $\text{CO}_2$ , čím prispieva k znižovaniu jeho podielu v ovzduší.

h) Proti požiarne vlastnosti

Tepelnoizolačná omietka má vynikajúce protipožiarne vlastnosti. Zatrieduje sa do kategórie A1 – (nehorľavé materiály). Pri vystavení ohňu nevytvára žiadne nebezpečné výpary a účinne chráni podklad pre škodami spôsobenými ohňom. Použitie tepelnoizolačnej omietky v rôznych systémoch zateplenia otvára dvere použitiu rôznych izolačných materiálov aj tam, kde doteraz kvôli svojej horľavosti nemali prístup.

Príklad realizácie tepelnoizolačnej omietky. Obr.2 prípravný podklad pod tepelnoizolačnú omietku. Obr.3 nanášanie omietky (hrúbka 20-30 mm). Obr. 4 konečný stav tepelnoizolačnej omietky.



Obr.2



Obr.3



Obr.4

### 3.9 Montované konštrukcie

Z hľadiska použitých nosných materiálov sa montované konštrukcie delia:

- a) Drevostavby- hlavným nosným prvkom je drevo
- b) Sendvičové systémy- ( napr. betón + EPS), hlavným nosným prvkom je betón
- c) Oceľové konštrukcie- (s tepelnoizolačným opláštením), hlavným nosným prvkom je pozinkovaná oceľová konštrukcia

#### Drevostavby

Nosným prvkom montovaných drevostavieb je rám zo smrekového, alebo jedľového reziva, ktorý tvorí základ pre obvodové aj priečkové steny. Priestory medzi nosnými prvkami hrúbky 120-140 mm sú vyplnené tepelnou izoláciou. Aby sa zabezpečila priestorová tuhosť a stabilita objektu, býva opláštenie rámu z oboch strán obyčajne riešené pomocou veľkoplošných OSB dosiek. Z exteriéru sa na panel aplikuje kontaktný zateplovací systém s exteriérovou omietkou. V interiéri sa zvyčajne používajú sadrokartónové dosky s konečnou povrchovou úpravou. Aj použitím drevotriekových, i fermacellových dosiek je takto vytvorené vnútorné prostredie schopné odoberať prebytočnú vlhkosť, a pri suchej klíme ju zase uvoľňovať. Stropná konštrukcia je tiež tvorená základnými drevenými nosnými prvkami. Typ tepelnej izolácie sa volí podľa druhu stavby (prízemný alebo podlažný) a tvaru strešnej konštrukcie.

Hornú stranu stropu tvoria obyčajne OSB dosky, na ktoré je možné aplikovať konštrukciu podlahy.

Nosné drevené prvky krovu sú z exteriéru zakryté paropriepustnou fóliou, kontra latami a latami, na ktoré ju upevnená hlavná strešná krytina. Interiérová strana je opatrená parotesnou fóliou, roštom a sadrokartónom s konečnou povrchovou úpravou. Uvedeným vrstvením materiálov s rôznou dynamickou tuhosťou sa veľmi výrazne obmedzuje prenos zvuku. Vzduchová nepriezvučnosť : obvodové steny dosahujú  $R_w = 44-48$  dB, stropná konštrukcia  $R_w = 60 - 65$  dB, kročajová nepriezvučnosť stropnej konštrukcie  $L_{n,w} = 49 - 52$  dB. Konštrukcie drevostavieb vykazujú súčiniteľ prestupu tepla v reze izoláciou  $U=0,19 - 0,20$  na obvodovej stene i na strešnej konštrukcii. Takéto drevostavby sa pri správnej realizácii môžu radiť k nízkoenergetickým domom s ročnou spotrebou energie v rozpätí  $50-70$  kWh.m<sup>-2</sup>/1 rok.

Ďalšou výhodou týchto typov opláštení je rýchlosť výstavby (3-4 mesiace), presnosť realizácie detailov i celkov s minimálnymi rozmerovými toleranciami a suchý spôsob výstavby bez vylučovania vlhkosti a s klimatickým regulačným účinkom materiálov na báze dreva.

### 3.9.1 Vzniku oceľového konštrukčného systému na výstavbu nízkoenergetických stavieb

Stavanie pomocou tenkostenného oceľového skeletu nemá síce niekoľko storočnú, alebo tisícročnú históriu, ale má už za sebou niekoľko desaťročí. Spočiatku sa tento spôsob výstavby využíval na stavbu vojenských budov v Amerike, Kanade, Austrálii a v menšej miere v Škandinávii, neskôr ho objavilo aj civilné stavitel'stvo. Najprv sa stavali týmto spôsobom priemyselné budovy (napr. autoopravovne s malými bytmi a pod.), víkendové domy, neskôr sa táto technológia využívala už aj pri stavbe bytových domov ako aj verejných budov. Výhodou systému je rýchla montáž, jednoduchá prestavba, realizácia bez technologických čakacích dôb a (prakticky) bez stavebného odpadu. Tieto vlastnosti sa v priemyselných spoločnostiach hodnotia ako klady, preto sa tento postup objavil aj v Nemecku, potom v Rakúsku, Írsku, Anglicku a o niečo neskôr aj v krajinách strednej a východnej Európy.

Stavebný systém ponúka pomerne širokú paletu možností použitia, ktoré môže obmedziť len technická vhodnosť. Pred uvedením stavebného systému na trh sa

vytrvalou prácou podarilo zbúrať administratívne bariéry, ktoré kládli úrady, vydávajúce povolenia, voči systému z dôvodu triezvej opatrnosti. Prispeli k tomu zozbierané viacročné skúsenosti, množstvo vykonaných testov a ich pozitívne výsledky. Vlastnosti konštrukcií zostavených z profilov systému boli stanovené meraniami, pokusmi a výpočtami. Tieto oficiálne potvrdené parametre sú uvedené aj v dokumente ÉMI ÉME (ÉMI - Verejnoprospešná spoločnosť pre kontrolu kvality a inováciu v stavebníctve, ÉME – Stavebno-priemyselné technické povolenie), ktorý umožňuje legálnu a voľnú domácu distribúciu stavebného systému. Na konštrukčný systém je vydaný certifikát kvality – ktorý vydal Technický a skúšobný ústav stavebný.

### 3.9.2 Základné informácie o ocel'ovom konštrukčnom systéme

Stavebná konštrukcia zostavená z tenkostenných ocel'ových profilov sa najviac podobá na tradičnú holandskú techniku stavania zvanú „Fachwerk“, ale čerpá aj z postupov a konštrukcií uplatňovaných v prípade „suchých stavieb“ v neskorších dobách. Podstatou je, že hlavnou nosnou konštrukciou rôznych ohraničujúcich konštrukcií je skelet zostavený z tenkostenných profilov C a U . Ďalšie dôležité príznaky konštrukcie stelesňujú iné konštrukčné prvky. Tento často diskutovaný spôsob stavania, ktorý zvädza úspešný súboj s jednovrstvovou nosnou a stavebnou konštrukciou, vďaka za svoje prežitie a modifikovateľnosti tomu, že sa jeho jednotlivé základné vlastnosti dajú meniť tak, že sa pritom iné vlastnosti vôbec nezmenia, alebo ak, tak len v minimálnej miere.

### 3.9.3 Hlavné výhody montovaného systému z ocel'ovej konštrukcie:

- a) minimalizovanie stavebných nákladov,
- b) skrátenie doby výstavby
- c) minimalizovanie spotreby energie potrebnej na prevádzku
- d) dosiahnutie akustickej „nezávislosti“ od prostredia
- e) možnosť neskoršieho rozšírenia budovy,
  - buď v rámci kontúr budovy (podkrovia)

- alebo mimo nich (prístavba)

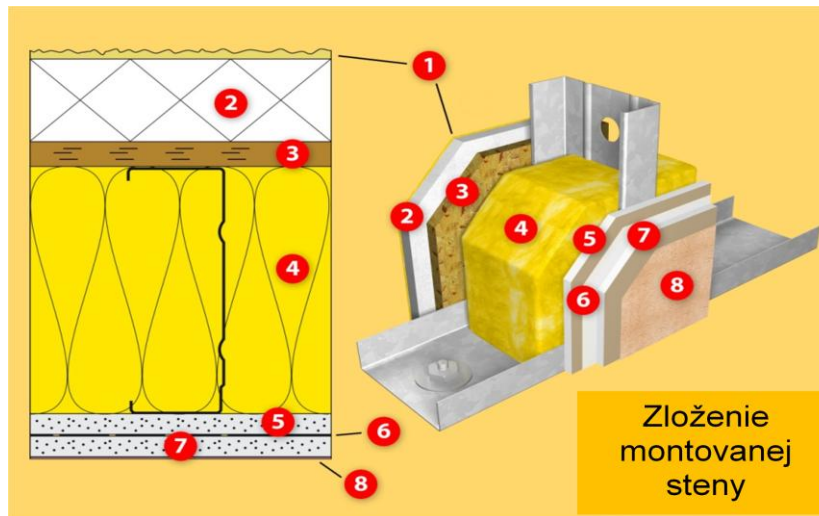
f) trvalá hodnota, možnosť výhodného predaja

Zloženie montovaného systému z ocelevej konštrukcie obr.5.

Tepelný odpor obvodovej steny v hrúbke 245 mm : R- 4,35 m<sup>2</sup>.K/W

Požiarna odolnosť: 0,5 hodiny

Zvukový útlm: 50 dB



Obr.5

Zloženie montovanej steny z ocelevej konštrukcie (od exteriéru po interiér):

1. 5 mm farebná omietka
2. 50 mm zateplenie fasády
3. 15 mm OSB doska
4. 150 mm žiarovo- pozinkované oceleové profily vyplnené tepelnou izoláciou
5. 12,5 mm sadrokartón
6. paronepriepustná fólia
7. 12,5 mm sadrokartón
8. povrchová úprava interiéru

### 3.10 Zateplenie stropnej konštrukcie

Jednou zo základných a veľmi dôležitých častí nízkoenergetických budov je stropná konštrukcia. Kvalitne zaizolované obvodové konštrukcie, okná a dvere nám v

žiadnom prípade nezabezpečia nízkoenergetickú budovu. Preto nesmieme zabudnúť na izolovanie stropnej konštrukcie.

Izolácie stropnej konštrukcie:

- a) Minerálna vlna
- b) EPS- penový (expandovaný) polystyrén
- c) Tepelnoizolačné panely (PUR, PIR pena)
- d) Striekaná izolácia (na báze s otvorenou bunkovou štruktúrou)
- e) Fúkaná izolácia (Celulóзовá tepelná izolácia)

Veľmi dôležitou časťou strešnej konštrukcie je tzv. parozábrana- ( paronepriepustná fólia). Funkcia parozábrany obr.6 spočíva v tom aby sa vlhkosť v bytovej jednotke, ktorá je vytvorená ( človekom, rastlinami, zvieratami, praním, varením ) nedostala do izolácie. Spôsobilo by to navlhnutie tepelnej izolácie, čo by malo za následok stratu tepelných vlastností udávaných výrobcom. Po dlhom pôsobení vlhkosti by nastalo aj následné znehodnotenie celkovej izolácie. Samozrejme ak hovoríme o nízkoenergetickej výstavbe tak najlepším riešením je odvetranie cez rekuperačnú jednotku.



Obr.6 Paronepriepustná fólia s odrazovým pôsobením tepla až 95%.

a) Minerálne vlna:

Stropná izolácia z minerálnej vlny sa najčastejšie delí na pás z minerálnej vlny, alebo doska z minerálnej vlny. Spomínané druhy izolácie sa aplikujú na základe daných podmienok strechy. Je možná aj kombinácia oboch typov. Súčiniteľ tepelnej vodivosti  $\lambda = 0,039-0,042 \text{ W/m.K}$ , ktorý závisí od typu izolácie.

Príklad skladby uloženia tepelnej izolácie v stropnej konštrukcii (dom bungalov - drevený krov) je uvedený na obr.7 a 8.

Podhl'ad stropnej konštrukcie tvorí napr. sadrokartón zavesený na nosnej konštrukcii, nasleduje paronepriepustná fólia- (dôkladne prilepená a skontrolovaná) , prvá vrstva tepelnej izolácie, druhá vrstva tepelnej izolácie, drevené latovanie, alebo OSB dosky.



Obr. 7 Realizácia stropu s minerálnou vlnou hrúbka 200 mm.

b) EPS- penový (expandovaný) polystyrén:

Menej využívaný pri klasických systémoch výstavby.

Hlavne ho používajú rôzne montované nové konštrukčné systémy, ktorými dokážu vytvoriť vhodné parametre domu.

Súčiniteľ tepelnej vodivosti  $\lambda = 0,036 \text{ W/m.K}$ , ktorý závisí od typu izolácie.

c) Polyuretánové panely:

Sú to panely ktoré sa nazývajú PIR/PUR- (tvrdý polyuretan)

Sú to panely ktoré majú na hrane tzv. zámok to znamená, že presne zapadajú do seba, a tým nevznikajú žiadne tepelné mosty. Tieto izolačné panely spĺňajú najprísnejšie normy ktoré zabezpečujú kvalitu pre zákazníka.



Použitie: obchodné centrá, hotely, štadióny atď.

U nás sa tak často na výstavbe rodinných domov nepoužívajú, z dôvodu cenovej náročnosti. Súčiniteľ tepelnej vodivosti  $\lambda = 0,024 \text{ W/m.K}$  ktorý závisí od typu izolácie.

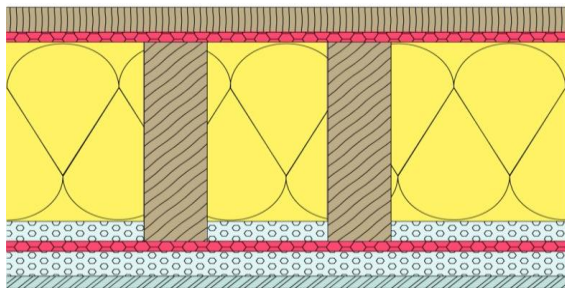
d) Striekaná izolácia:

Je novodobá technológia na zatepľovanie strešnej konštrukcie nízkoenergetických budov.

Výhody striekanej izolácie: rýchla aplikácia- (strecha RD za jeden deň), výborné tepelnoizolačné vlastnosti a možnosti hlavne vyplnia sa aj ťažko dostupných miest, čo nie je možné dosiahnuť iným systémom. Súčiniteľ tepelnej vodivosti  $\lambda = 0,036 \text{ W/m.K}$ .

e) Fúkaná izolácia (celulózoová tepelná izolácia):

Daná izolácia sa hlavne používa na rekonštrukciu budov a ťažko dostupných miest strešnej konštrukcie. Súčiniteľ tepelnej vodivosti (podľa spôsobu aplikácie)  $\lambda = 0,039-0,043 \text{ W/m.K}$ , ktorý závisí od typu izolácie.



Obr. 8 Príklad zloženie stropnej konštrukcie (vážnikový krov). Tepelný odpor stropnej konštrukcie :  $R = 5,99 \text{ m}^2.\text{K/W}$

Zloženie zhora nadol :

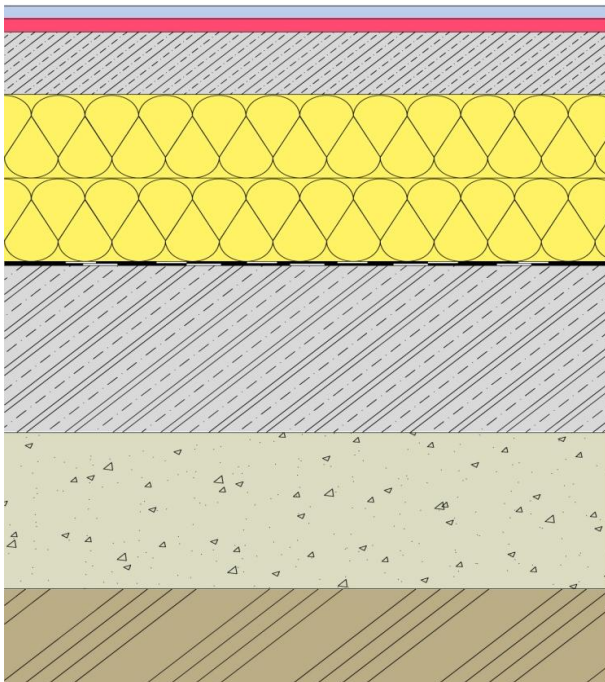
1. Drevený zaklop, dosky
2. Paronepriepustná fólia- (odráža 95% sálavého tepla v letnom období)
3. Tepelná izolácia- (hrúbka 180 mm)
4. Vzduchová medzera
5. Paronepriepustná fólia- (odráža 95% sálavého tepla v zimnom období)
6. Vzduchová medzera, oceľová konštrukcia pod sadrokartón
7. Sadrokartón- (hrúbka 12,5 mm)

### 3.11 Zateplenie podlahy

Podlaha v nízkoenergetických budovách je ďalšou nevyhnutnou zložkou, ktorej treba venovať pozornosť. Tak ako jej hrúbke, tak aj jej materiálu a tiež aj spôsobu aplikácie. Hrúbka sa volí na základe teplotného výpočtu. Je vhodné ju rozdeliť na dve vrstvy tak , aby sa kladením dosiek zamedzilo tepelným stratám. Materiál sa používa napr. minerálna vlna tvrdená, EPS tvrdený, rôzne tepelnoizolačné panely. Príklad tepelnej izolácie podlahy obr. 9.10.



Obr. 9 Uloženie tepelnej izolácie podlahy prekladaním.



Obr. 10 Zloženie podlahovej konštrukcie, tepelný odpor  $R = 4,54 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

Zloženie podlahy (zhora nadol):

1. Podlahová krytina
2. Paronepriepustná fólia- (odráža 95% sálavého tepla)
3. Betónový poter 60mm+ sieťovina Ø4 mm x 150x150mm
4. Podlahová tepelná izolácia prekladaná- hrúbka 2x 80mm
5. Hydroizolácia
6. Železobetónová doska C15/20- hrúbka 160mm
7. Podsyp kamenivo, Ø 16-32 mm
8. Rastlý terén

## 4 NÁVRH NA VYUŽITIE POZNATKOV

V tematike energetickej hospodárnosti budov zohráva dôležitú úlohu konštrukčný návrh opláštenia a jeho materiálové zloženie.

Montované drevostavby sa už na Slovensku presadili v dôsledku svojich tradícií a novým tepelnoizolačným vlastnostiam, ktoré prináša súčasná doba. Aj stupeň poznania sendvičových konštrukcií ako v priemyselnej tak i v občianskej výstavbe je značne rozvinutý.

System ocelových konštrukcií z hľadiska jeho využitia nízkoenergetických budovách je už síce vo svete rozvinutý a široko plošne využívaný, no na Slovensku zdoláva prvé zábrany v legislatívnom procese i v procese zavádzania na užívateľský trh. Svojimi výhodami ako je nie len rýchla výstavba, ale aj vysoká kvalita a parametre energetickej hospodárnosti budov predurčujú jeho využitie nielen v bežnej v praxi ale aj pri riešení prírodných a živelných katastrofách .

## 5 ZÁVER

Rastúce ceny energií zvýšili dopyt o rôznych typoch obalových plášťov, ktoré vďaka svojim parametrom vytvoria energeticky úsporné bývanie. Materiál na hrubú stavbu predstavuje menej ako polovicu celkových nákladov na stavbu, ale jeho vlastnosti významne ovplyvňujú výšku výdavkov na prevádzku domu i kvalitu jeho vnútorného prostredia. Cieľom práce bolo analyzovať jednotlivé typy obalových plášťov nízkoenergetických budov. Problematika súvisí s možnosťami zatepl'ovania vnútorného a vonkajšieho, ako aj materiálových a systémových riešení konštrukčného zatepl'enia.

Práca je ďalej venovaná oceľovým montovaným konštrukciám, ich histórii, konštrukčnej a tepelnotechnickej podstate, zhotoviteľských a užívateľských výhodám. Využitie má nielen v bežnej praxi, ale aj pri riešení prírodných a živelných katastrofách. Tepelnoizolačné a konštrukčné vlastnosti v spojení presného oceľového skeletu s možnosťou odpruženia tepelnej rozťažnosti a seizmických účinkov spolu so zabezpečením minimalizácie tepelných strát a nepriezvučnosti dávajú široké možnosti využitia pre priemyselnú, občiansku i krízovú výstavbu.

## POUŽITÁ LITERATÚRA

- 1 BÁRTA, J. 2008. *Pasívni domy 2008*. 1. vyd. Centrum pasivního domu, 2008. 388 s. ISBN 978-80-254-2848-1.
- 2 CHMÚRNY, I. 2003. *Tepelná ochrana budov*. Bratislava : JAGA group, 2003. 214s.ISBN 80-88905-27-3.
- 3 HALAHYJA, M., CHMÚRNY, I., STERNOVÁ, Z. 1988. *Stavebná tepelná technika:tepelná ochrana budov*. Bratislava : Jaga, 1998. 223 s. ISBN 80-88905-04-4.
- 4 POGRAN, Š. 2006. *Energetická náročnosť budov*.1.vyd. Nitra : SPU, 2006. 123 s. ISBN 80-8069-699-3.
- 5 ROSZKOPÁL, M. 2008. *Stavebný systém HARDELL STANDARD Projekčná príručka*. 1. vyd. HARDELL Systémové centrum, 2008. 64 s.
- 6 STERNOVÁ, Z. 2010. *Energetická hospodárnosť budov a energetická certifikácia budov*. Bratislava : Jaga, 2010. 352 s. ISBN 978-80-8076-060-1.
- 7 SVOBODA, L. 2005. *Stavebné materiály*. Bratislava : Jaga, 2005. 470 s. ISBN 80-8076-014-4
- 8 ŠTEFKO, J., REINPRECHT, L., KUKLÍK, P. 2009. *Dřevěné stavby konstrukce, ochrana a údržba*. Bratislava: Jaga, 2009. 196 s. ISBN 978-80-8076-080-9
- 9 TYVONIAK, J. 2005. *Nízkoenergetické domy Principy a příklady*. Grada Publishing, a.s., 2005. 200 s. ISBN 80-247-1101-X
- 10 TYVONIAK, J. 2008. *Nízkoenergetické domy 2 Principy a příklady*. Grada Publishing, a.s., 2008. 204 s. ISBN 978-80-247-2061-6
- 11 VAVERKA, J. 2006. *Stavební tepelná technika energetika budov*. Vysoké učení v Brně, 2006. 639 s. ISBN 80-214-2910-0
- 12 STN EN ISO 13790/NA *Tepelnotechnické vlastnosti budov. Výpočet potreby energie na vykurovanie. Národná príloha - návrh 2009*.
- 13 STN 73 0540-1 *Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Tepelná ochrana. terminológia*, 2002 ( 73 0540)
- 14 STN EN ISO 9346: 2000 *Tepelná izolácia. Prenos látky. Fyzikálne veličiny a definície*

- 15 STN EN ISO 6946:2001 *Stavebné konštrukcie. Tepelný odpor a súčiniteľ prechodu tepla. Výpočtová metóda.*
- 14 ISOVER, 2010. *Tepelnoizolačné vlastnosti materiálov.* Isover, 2010 ,  
Dostupné na : < <http://www.isover.sk>>