

EKOLOGICKÉ DOPADY ZATEPLOVACÍCH SYSTÉMOV

ENVIROMENTAL IMPACTS OF THERMAL ISULATION MATERIALS

Patrícia Kadlicová¹, Linda Makovická Osvaldová², Stanislava Gašpercová³

¹Ing. Patrícia Kadlicová, Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, ul. 1. mája 32, 01 026 Žilina, patricia.kadlicova@fbi.uniza.sk

²doc. Bc. Ing. Linda Makovická Osvaldová, PhD., ŽU v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, ul. 1. mája 32, 01 026 Žilina, linda.makovicka@fbi.uniza.sk

³Ing. Stanislava Gašpercová, PhD., ŽU v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, ul. 1. mája 32, 01 026 Žilina, stanislava.gaspercova@fbi.uniza.sk

Abstrakt: Príspevok sa zaoberá popisom penových, minerálnych a prírodných izolačných materiálov, ktoré možno používať nie len na zateplovanie murovaných budov, ale aj stále častejšie sa vyskytujúcich nízkoenergetických drevostavieb. Ich špecifické fyzikálne a chemické vlastnosti umožňujú široké uplatnenie v praxi. Medzi tieto významné charakteristiky patrí odolnosť voči teplu, vlhkosti, ohňu, vibráciám, zvuku, baktériám a plesniam. Napriek veľkému množstvu pozitív takýchto zateplovacích systémov môže postupom času dochádzať k uvoľňovaniu látok, ktoré poškodzujú životné prostredie v miestach ich aplikácie.

Kľúčové slová: drevostavba, zateplovanie, polystyrén, vlna, drevovláknno, slama, korok

Abstract: The focus of this article is description of foam, mineral and natural - based insulating solutions, which can be used not only for the insulation of brick buildings, but also for more frequently occurring low-energy wooden houses. Their specific physical and chemical properties allow wide use in practice. These important characteristics include resistance to heat, resistance to moisture, fire and vibrations, soundproof, antibacterial and antimicrobial properties. Despite the large number of positive features of thermal insulation systems, it's possible that these materials would start to release some substances in places of their application over time which may harm the environment.

Key words: wooden construction, insulation, polystyrene, wool, fiberboard, thatch, cork

Úvod

V oblasti bývania zohrávajú drevostavby od nepamäti dôležitú úlohu. Kým v minulosti predstavovali len útulné príbytky k jednoduchému spôsobu života, v súčasnosti sa stávajú vyhľadávaným objektom záujmu za účelom prepojenia prírody s bývaním a zníženia nákladov na výstavbu či údržbu. Architekti a stavbári majú samozrejme v súčasnosti diametrálne odlišné možnosti výberu materiálov a technológií, a preto je možné a zároveň bezpečné stavať budovy z dreva v omnoho väčších rozmeroch a v rôznych konštrukčných kombináciách ako kedysi. Keďže žijeme v miernom podnebnom pásme, kde dochádza k striedaniu sa ročných období, a teda k teplotným zmenám, je potrebné okrem iných opatrení riešiť aj otázku tepelnej izolácie týchto stavieb. Variabilita možností ako drevostavby zateplovať je veľmi široká, pričom v každom prípade záleží na konkrétnom konštrukčnom riešení posudzovanej stavby a mieste, ktoré v nej potrebujeme tepelne izolovať. Najbežnejšie sa však zateplenie vykonáva vkladáním izolačných materiálov do pripravených roštov obvodovej steny, ktorá sa následne zaklopí pomocou drevených či drevovláknitých dosiek z oboch strán. Aplikáciou zateplovacích systémov sa zvyšuje úroveň celej stavby aj napriek tomu, že už samotné materiály používané pri výstavbe (drevo, spojovacie prvky a pod.) sú vysokej kvality. Obsahom príspevku je popis vybraných, najbežnejšie používaných zateplovacích materiálov a alternatívnych riešení, s cieľom porovnať ich a poukázať na prípadné negatívne environmentálne vplyvy.

Zateplovacie systémy

Jedným z primárnych faktorov optimálnej vnútornej klímy v stavbách je zabezpečenie ich tepelnej izolácie. Vhodný výber zateplovacieho systému prispeje k zníženiu rozdielu medzi teplotou v miestnostiach a vnútornou teplotou obvodových stien. Spolu s výbornými tepelno-izolačnými charakteristikami patria k podstatným a rozhodujúcim kritériám pri výbere izolácie stálosť materiálu, schopnosť vzdorovať vlhkosti, paropriepustnosť, akustický komfort a požiarne bezpečnosť. No zároveň by mal materiál spĺňať štandardy na ochranu životného prostredia (Dietrich, 2006). Izolačné materiály sa však odlišujú v závislosti od druhu suroviny, z ktorej sú vyrobené, od konkrétnych vlastností a od ich vhodnosti použitia na konkrétne časti stavieb.

Penové izolačné materiály

Podstatu izolácie v takýchto materiáloch predstavuje vzduch (príp. iný plyn), ktorý je uzatvorený v bublinkách tak malých, že v nich prakticky nedochádza ku konvekcii, t. j. prenosu tepla prúdením vzduchu. Z toho vyplýva, že k prenosu tepla dochádza len vedením:

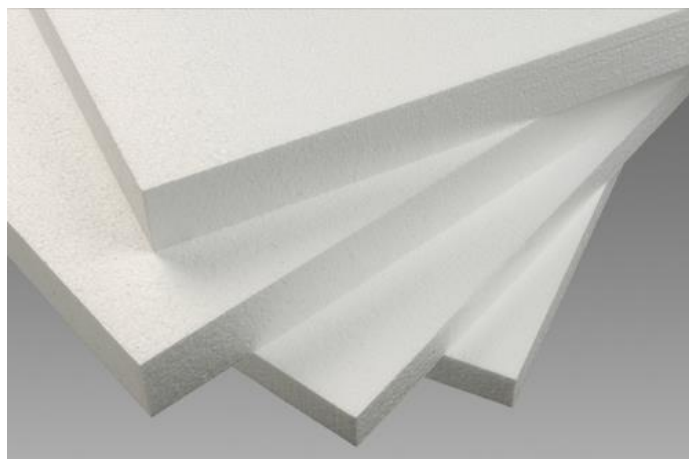
- stenami bubliniek,
- plynom, ktorý ich vyplňuje,
- radiáciou (Pěnové, 2010).

Ich tepelná vodivosť sa približuje k tepelnej vodivosti vzduchu, t. j. pohybuje sa okolo 0,03 až 0,04 W/(m·K). Sú teda málo priepustné pre vzduch a vodnú paru. Najznámejším materiálom spadajúcim do tejto skupiny je polystyrén vyskytujúci sa vo viacerých typoch (Tepelné, 2010).

Penový polystyrén (Obr 1/Fig 1) je v súčasnosti pravdepodobne najbežnejšie používaný izolačný materiál, no aj napriek tomu ho nie je možné použiť všade. Keďže sa jedná o difúzne

uzatvorený materiál, vo všeobecnosti sa nehodí napríklad na zatepl'ovanie starších domov s vyššou vlhkosťou. Vyrába sa polymerizáciou styrénu z ropy, a preto je v oblasti ekológie neprospešným. Obľúbeným materiálom pri zatepl'ovaní je pre svoju nízku objemovú hmotnosť, dobrú opracovateľnosť, cenovú dostupnosť, nízku nasiakavosť a schopnosť samozhášania, ktorá sa docieľa pridávanými retardérmi horenia počas jeho výroby. Najčastejšie sa používa pri zatepl'ovaní plochých striech a konštrukcií bez nárokov na ochranu proti požiaru a hluku (Aký materiál, 2012). Medzi najčastejšie používané penové izolácie patrí:

- expandovaný penový polystyrén,
- extrudovaný penový polystyrén,
- polystyrénbetón,
- sivý polystyrén,
- penové sklo (Stavebné, 2012).



Obr 1 Expandovaný polystyrén (Fasádný, 2011)

Fig 1 Expanded polystyrene (Fasádný, 2011)

Práve **sivý polystyrén** (Obr 2/Fig 2) sa čoraz častejšie využíva, a tým začína nahrádzať klasický biely polystyrén. Je však o niečo drahší, no má zhruba o 1/5 lepšie tepelno-izolačné vlastnosti. Zvláštne sfarbenie je spôsobené pridaním grafických častíc pri jeho výrobe. Práve táto prísada zlepšuje jeho izolačné schopnosti. Použiť sa môže ako na fasády, tak aj na podlahy (Stavebné, 2012).



Obr 2 Sivý polystyrén (Pěnový, 2016)

Fig 2 Gray polystyrene (Pěnový, 2016)

Ekologická alternatíva penového polystyrénu, ktorý sa využíva predovšetkým pri izolácii základov alebo plochých striech je **penové sklo**. Vyrába sa vo forme štrku alebo dosiek (Obr 3/ Fig 3), a to z mletého, často recyklovaného skla, ktoré sa pri výrobe napeňuje oxidom uhličitým. Vyznačuje sa dlhou životnosťou a dobrou odolnosťou voči organickým rozpúšťadlám. Ako izolačný materiál je parotesný, nenasiakavý, nehorľavý a má veľkú tlakovú únosnosť (Penové, 2016).



Obr 3 Penové sklo

Fig 3 Foamglass

Minerálne izolačné materiály

Medzi tento typ patrí izolácia z kamenných vlákien a sklená vlna, izolačné materiály, vyrobené na báze minerálov. Tieto dva druhy vlákien sa od seba líšia vstupnou surovinou, priemerom a dĺžkou vlákna danej suroviny (Minerálna, 2009). Izolácie v podobe minerálnych vlákien sa používajú na konštrukcie s potrebou dobrej požiarnej bezpečnosti a zvýšením akustických nárokov (Všetko, 2013). Majú nízku tepelnú vodivosť, sú nehorľavé, dobre tesnia, dajú sa ľahko upraviť a odolávajú plesniam i chemickým prvkom. Nemali by sa však používať na vlhkých miestach, pretože začnú strácať schopnosť tepelne izolovať (Kamenná, 2014).

Sklená vlna sa vyrába zo zmesi piesku a sklených črepov, ktoré sa tavia pri teplote približne 1 450 °C. Následne sa tavenina prevedie cez rozvlákňovacie stroje, kde vznikne požadované vlákno, ktoré sa premiesi so spojivom. Vlákna potom padajú na seba na pás a prechádzajú do konečnej formy cez vytvrdzovacú pec. Hotový produkt sa predáva v podobe veľkých balov (Obr 4/ Fig 4) alebo dosák, s ktorými sa pri zatepľovaní dobre manipuluje. Je vhodná na izoláciu šikmých striech, stropov, priečok i odvetraných fasád (Minerálna, 2009).



Obr 4 Sklená vlna (Prodej, 2016)

Fig 4 Rock wool (Prodej, 2016)

Kamenná vlna sa na rozdiel od sklenej vlny vyrába tavením rôznych kombinácií hornín, medzi ktorými prevažuje čadič, a to pri teplote okolo 1 600 °C. Kamenné vlákno je kratšie a hrubšie ako sklené, preto vykazuje vyššie hodnoty tepelnej vodivosti. V procese rozvlákňovania sa spravidla používa súbor rýchlo sa točiacich valcov. Má vyšší bod tavenia ako sklená vlna, a preto je predurčená do konštrukcií so zvýšenou požiarou odolnosťou, konkrétne do konštrukcií plochých striech, na fasády, podlahy alebo na izoláciu vzduchotechnických rozvodov. Dá sa ale použiť aj do priečok a šikmých striech. Vo všeobecnosti ako izolácia sa dá použiť až do teploty 750 °C. Na pohľad sa od sklenej vlny veľmi neodlišuje a taktiež sa vyrába vo forme balov (Obr 5/ Fig 5) alebo dosiek (Kamenná, 2014).



Obr 5 Kamenná vlna (Zažite, 2013)

Fig 5 Stone wool (Zažite, 2013)

Prírodné izolačné materiály

Tieto alternatívy zatepl'ovacích systémov tvorí celý rad látok, ktoré sa získavajú z prírodných produktov.

Tepelnoizolačný materiál vyrábaný z drevných vlákien lignocelulóзовých materiálov (štruktúrnych materiálov v stonkách alebo v kmeňoch rastlín, ktorý sa prevažne skladá z celulózy, hemicelulózy a lignínu), predovšetkým zo smrekového dreva, ku ktorým sa pridávajú vodeodpudivé látky a živice sa nazýva **drevovláknitá doska**. Výrobok vo svojom

konečnom stave prepúšťa vodnú paru, vďaka čomu sa môže využívať práve pri zatepl'ovaní drevostavieb, t. j. difúzne otvorených konštrukcií. Taktiež izoluje zvuk a vyznačuje sa schopnosťou kumulovať tepelnú energiu, ktorú uvoľňuje do interiéru, čím je vnútorná teplota priestoru menej ovplyvnená vonkajšími podmienkami (Müllerová, 2015).

Drevovláknité dosky sa vo všeobecnosti delia na mäkké a tvrdé. Odlišujú sa technológiou výroby. Mäkké sú vyrábané bez lisovania a tvrdé lisovaním, a to buď suchou alebo mokrou cestou. Ako tepelná a zvuková izolácia pri zatepl'ovaní vonkajších stien a podkrovných priestorov, podhl'adov i stropov a pod. sú používané predovšetkým mäkké typy drevovláknitých dosiek (Obr 6/Fig 6) (Čo by ste, 2016). Okrem zvukovo a tepelno-izolačnej schopnosti patrí medzi ich hlavné prednosti odstránenie anizotropného charakteru dreva (anizotropný materiál znamená, že v rôznych smeroch má rôzne vlastnosti), biologická neškodnosť a jednoduché spracovanie (Drevo, 2009).



Obr 6 Drevovláknitá doska

Fig 6 Fiberboard

Jednou z najstarších kultúrnych plodín je **konope**. Táto alternatíva tepelno-zvukovej izolácie sa vyrába z konopy siatej, neobsahujúcej žiadne návykové látky. Mechanicky vyrobené konopné vlákno má schopnosť opätovného uvoľňovania absorbovanej vlhkosti. Vďaka tejto schopnosti a vysokej priedušnosti konopná izolácia zachováva zdravú mikroflóru stavby, t. j. prostredie bez množiacich sa baktérií, plesní a iných mikroorganizmov, ktoré negatívne ovplyvňujú zdravotný stav človeka. Vo forme rohoží (Obr 7/Fig7) alebo rolí možno konopnou izoláciou zatepl'ovať podkrovné priestory, stropy, podlahy ale aj vnútorné i vonkajšie steny stavieb (Fanfárová, 2014).



Obr 7 Konopná izolácia vo forme rohoží (Konopné, 2016)

Fig 7 Hemp insulation in the form of mats (Konopné, 2016)

K tradičným zatepľovacím materiálom patria aj **balíky slamy** (Obr 8/ Fig 8). Slama je citlivá na vlhkosť, a preto je vhodná len na odvetrané fasády s dostatočnou difúziou. V opačnom prípade by mohla začať degradovať či kompostovať. Navyše sa jedná o ľahko dostupný materiál. Špeciálnym lisovaním nadobudnuté vlastnosti zhotovených balíkov slamy sú porovnateľné s vlastnosťami minerálnej vlny (patria do triedy horľavosti B2). Pokiaľ balíky spĺňajú vlhkosťné, objemové a hmotnostné kritériá, môžu tvoriť aj nosné steny (pokladajú sa ako klasické tehly). Inak sa pokladajú do drevenej rámovej konštrukcie drevostavieb, príp. sa prikladajú k vonkajším stenám murovaných budov. Veľkú výhodu predstavuje to, že slamu je možné dokonale recyklovať a je organicky rozložiteľná. Naopak, nevýhodou je nevhodnosť jej použitia v záplavových oblastiach (Aký materiál, 2012).



Obr 8 Izolácia zo slamených balíkov

Fig 8 Isolation of packages of thatch

V modernom stavebníctve sa začína trendom stávať **ovčia vlna**, ktorá sa vďaka svojmu trvanlivému a pružnému vláknu hodí do rôzne tvarovaných priestorov. Upravená vlna vytvára v konštrukciách paropriepustnú vrstvu, ktorá súčasne dostatočne tepelne izoluje. Na rozdiel od produktov na minerálnej báze ovčia vlna vyniká tým, že viaže vzdušnú vlhkosť a pritom nestráca tepelno-izolačné schopnosti. Vo všeobecnosti pri zatepľovaní ovčou vlnou platí, že čím sú podmienky extrémnejšie, tým lepšie izoluje. V lete tak pri vysokých vonkajších

teplotách uvoľňuje ohriata vlna vlhkosť, čím sa steny ochladzujú a následne sa znižujú tepelné toky v obvodových stenách. Naopak, počas nízkych zimných teplôt sa vlna ochladzuje a vlhkosť v nej kondenzuje. Odolnosť ovčej vlny proti škodcom, plesniam a požiarom sa docieli jej ošetrovaním špeciálnymi látkami. Konečný produkt sa predáva vo forme izolačných rohoží (Obr 9/Fig 9) i dosiek (Chybík, 2009).



Obr 9 Rohož z ovčej vlny (Izolačný, 2016)

Fig 9 Mat of fleece (Izolačný, 2016)

Vďaka špecifickej štruktúre, ktorá umožňuje jeho praktické používanie v oblasti tepelných, zvukových, protivibračných a antibakteriálnych izolácií sa medzi prírodné alternatívy zatepl'ovacích materiálov zaraďuje aj **korok**. Ten sa získava odlupovaním kôry z korkového duba, ktorý disponuje schopnosťou kôru regenerovať a umožňuje lúpanie bez poškodenia samotného stromu. Korkové pletivo obsahuje až 89,7 % plynných látok, jeho hustota je teda nízka, čo vyjadruje veľký nepomer medzi objemom a váhou danej suroviny. Štruktúra korku mu poskytuje tiež dobrú stlačiteľnosť a flexibilitu. Opisovaná izolácia sa vyrába vo forme expandovanej drviny alebo dosiek (Obr 10/Fig 10), ktoré sa vyhotovujú bez použitia cudzích spojív modernou technológiou (Korková, 2008).



Obr 10 Korková doska

Fig 10 Cork board

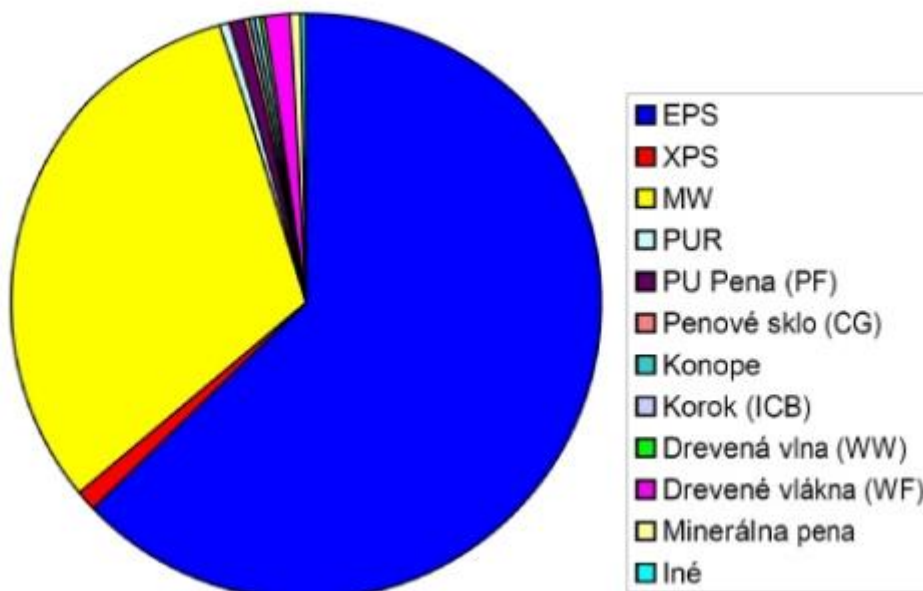
Takto zhotovený korkový produkt možno použiť pri zatepl'ovaní stropov, podláh, fasád i striech. A keďže je korok ťažko opotrebovateľný, odoláva striedaniu teplôt, suchu, vlhkosti

a dlhodobému pôsobeniu vody, možno ho používať aj vo vlhkých priestoroch kúpeľní (Aký materiál, 2012).

Analýza súčasného stavu používania izolačných materiálov

V poslednej dobe sa zmenil pohľad na tieto materiály. Od nepamäti sa od nich požadovala ochrana vnútorných priestorov budov pred vonkajším obklopujúcim prostredím. Permanentná energetická kríza vyvolala niekoľkonásobné zvýšenie nárokov na tepelno-technické parametre obalových konštrukcií budov. Dnes sa od izolácií vyžaduje, aby zamedzili stratám tepelnej energie spotrebovanej na vykurovanie stavebných objektov. Za samozrejmé sa pritom považuje, že ekologicky vhodné stavebné materiály s konštrukčným riešením a prvkami, vytvárajú priaznivú pohodu vnútorného prostredia budov. Úspora energie sa dnes považuje za dôsledný prvok ochrany životného prostredia. Vychádzajúc zo snahy o trvalo udržateľný rozvoj ľudstva, sa vhodne navrhnutou izoláciou proti stratám tepelnej energie šetria prírodné zdroje fosílnych palív na vykurovanie, znižuje sa obsah emisií síry a NO_x do ovzdušia, znižuje sa objem tuhých odpadov, šetrí sa pôda na výstavbu skládok tuhých odpadov atď. (Hroncová a Ladomerský, 2014, Marková a kol., 2016)

V súčasnosti existuje pestrá škála tepelno-izolačných materiálov, ktoré je možné aplikovať do zateplovacích systémov. V štatistickom hodnotení ich využiteľnosti dominuje EPS 62,6%, MW 31,6% a po veľkom znížení XPS v počte 1,1% (obr.11). Podľa Kulfasa (2003) použitie plastov ako tepelnej izolácie je možné len v kontaktných systémoch dodatočného zateplovacieho systému, najviac do výšky stavby $h = 22,5$ m, pričom musí byť zohľadnená skutočnosť prípadné unikajúce osoby nesmú byť ohrozené prípadným odkvapávaním jednotlivých komponentov konštrukcie dodatočného zateplenia. Vo všeobecnosti sa v praxi používajú tepelno-izolačné materiály plasty do výšky budovy 22,5 m, nad danú výšku len ňľahko horľavé materiály. (Marková a kol., 2004)



Obr 11 Štatistické vyhodnotenie uplatnenia izolačných materiálov podľa ETICS. (Správa č. 10110099/2011-Z-PSS)

Fig 11 Statistical evaluation of the application of insulating materials according ETICS. (Report no. 10110099/2011-Z-PSS)

Záver

Stavebné materiály sú vyrobené z minerálnych, organických, rastlinných či živočíšnych zdrojov. Je zložitá určiť najvhodnejší zatepl'ovací systém, keďže každá drevostavba ako celok, alebo jej časť si vyžaduje špecifický prístup pri riešení izolácie, čo sa odvíja nielen od jej dispozičného či konštrukčného riešenia ale aj od prírodných podmienok a účelu. Z popisu, ktorý bol vykonaný vyššie možno ale poukázať na výhody, prípadne nevýhody jednotlivých surovín a predpokladať ich dosah na životné prostredie.

V rámci prvej skupiny, t. j. spomedzi penových izolačných materiálov podotkneme vlastnosti penového polystyrénu. Je pravda, že vzniká z ropy, no väčšinu štruktúry expandovaného polystyrénu tvorí vzduch. Ako účinný a recyklovateľný izolačný materiál vďaka svojim vlastnostiam prispieva k znižovaniu strát energie, čím šetrí fosílnu palivá a zabraňuje emisiám oxidu uhličitého, ktoré spôsobujú skleníkový efekt a globálne otepľovanie. Jeho použitie v podobe tepelnej izolácie v stavebníctve znamená predovšetkým výrazné energetické úspory.

Minerálna vlna, ako produkt spadajúci do druhej popisovanej skupiny izolačných materiálov predstavuje látku, ktorá nie je pre zdravie nebezpečná. Jej vlákna sú biologicky rozložiteľné. Jediné ako sa osoba poraní pri kontakte s takouto vatou, je mechanické podráždenie kože, keďže na výrobu sklenej či kamennej vlny sa využíva drsný materiál (sklo, horniny, piesok a pod.). Celý výrobný proces je certifikovaný medzinárodnou normou, a preto je šetrná k životnému prostrediu.

Aj keď je v rámci tretej skupiny izolačných materiálov najčastejšie používaná drevovláknitá doska a najviac napredujúce zatepl'ovanie ovčou vlnou a slamou, hodnotenie si z hľadiska zanedbateľných nevýhod, medzi ktoré patrí vyššia cena a premenlivá dostupnosť, zaslúži korok. Medzi jeho najväčšie výhody patrí odolnosť proti vplyvom počasia a starnutiu, pričom nehynie a nepodlieha plesniam ani hubám. Aj napriek malému zaťaženiu životného prostredia pri výrobe je to čisto prírodný produkt, opätovne kompostovateľný, ktorý má výnimočnú akustickú schopnosť a tepelnú odolnosť v rozmedzí od + 200 °C do – 200 °C.

Možno teda konštatovať, že pri hľadaní vhodných materiálov na rôznych bázach, či ich alternatív sa nezabúda na potrebu bezpečného vplyvu k životnému prostrediu a zdraviu ľudí. Bezpečnosť sa uplatňuje použitím vhodných nezávadných prísad pri samotnej výrobe alebo po nej (pred aplikáciou systému do stavby). Prípadné malé výkyvy sú z pohľadu ekológie akceptovateľné. Vzhľadom k tomu, že problematika podrobného rozboru a riešenia zatepl'ovacích systémov v oblasti ochrany drevostavieb sa rieši pomerne krátky čas, neboli nájdené žiadne štatistické dokumenty vyhovujúce tomuto výberu zatepl'ovacích materiálov, ktoré by boli pri ich hodnotení nápomocné v značnej miere.

Podakovanie

This work was supported by the Slovak Grand agency VEGA (Project 1/022/16/6| Fire safe insulation systems based on natural materials).

Literatúra

Aký materiál použiť na tepelnú izoláciu stavby [on line]. Mojdom.sk, 2012. [cit. 2016-11-03]. Dostupné na internete: <http://mojdom.zoznam.sk/cl/10132/1299457/Aky-material-pouzit-na-tepelnu-izolaciju-stavby>.

- Čo by ste mali vedieť o DVD v nábytkárstve [on line]. Exiteria a.s. [cit. 2016-11-06]. Dostupné na internete: <https://www.mt-nabytok.sk/slovník-pojmov/228-drevovlákna-doska--dvd-.htm>.
- Dietrich, N. et al. 2006. *Stavebné konštrukcie II*. 1. slov. vyd. Bratislava: Jaga group, 499 s. ISBN 80-8076-035-7.
- Drevo [on line]. NOVODREVIS, s.r.o., 2009. [cit. 2016-11-03]. Dostupné na internete: <http://www.novodrevis.sk/materialy/drevo>.
- Fanfárová, A. 2014. Reakcia na oheň prírodnej tepelnej izolácie. In *Bezpečnosť, spoľahlivosť a rizika 2014* [elektronický zdroj]. Sborník z XI. ročníku medzinárodnej konferencie mladých vedeckých pracovníkov 23.-24. októbra 2014. Liberec : Technická univerzita, s. 7, ISBN 978-80-7494-110-8.
- Fasádny polystyrén EPS 70 (10.19) [on line]. Den Braven, 2011. [cit. 2016-11-04]. Dostupné na internete: <http://www.denbraven.sk/zateplovacie-systemy/1019-fasadny-polystyren-eps-70-11-sk495.html?lang=sk>.
- Hroncová, E., Ladomerský, J. 2014. The Environmental and Energy Potential of Incinerating Various Biomass Mixtures", *Advanced Materials Research*, Vol. 1001, pp. 114-117, 2014. <http://www.scientific.net/AMR.1001.114>
- Chybík, J. 2009. *Přírodní stavební materiály*. 1. vyd. Praha: Grada. 268 s. ISBN 978-80-247-2532-1.
- Izolačný pás DWS z ovčej vlny DAEMWOOL 90cm X 5bm [on line]. Ecoproduct EU s.r.o., 2016. [cit. 2016-11-06]. Dostupné na internete: <http://ovciavlna.sk/produkty/18-izolacny-pas-dws-z-ovcej-vlny-daemwool>.
- Kamenná verzus sklená vlna: Spoznajte rozdiel [on line]. Newsandmedia.sk, 2014. [cit. 2016-11-02]. Dostupné na internete: <http://lepsiebyvanie.centrum.sk/staviame/825793/kamenna-verzus-sklena-vlna-spoznajte-rozdiel>.
- Konopné izolácie [on line]. PROFITAPE, s.r.o., 2016. [cit. 2016-11-04]. Dostupné na internete: <http://www.profitape.sk/produkty/tesnenia-a-izolacia-pre-drevostavby/konopne-izolacie>.
- Korková tepelná a zvuková izolácia [on line]. JAGA GROUP, s.r.o., 2008. [cit. 2016-11-05]. Dostupné na internete: <http://www.asb.sk/stavebnictvo/stavebne-materialy/korkova-tepelna-a-zvukova-izolacia>.
- Kulfas, J. 2003. Zatepľovanie výškových budov. In: SPRAVODAJKA XXXIV (2/2003), 8-10. ISSN 1335-9975.
- Marková, I., Osvald, A., Oremusová, E. 2004. Tepelno-izolačné jadrá v zatepľovacích systémoch budov a ich požiarne bezpečnosť. In: Sborník přednášek "Požární ochrana 2004. I. vydanie. Ostrava : VŠB - TU Ostrava - Poruba, 14. - 16. September 2004, s. 180-194.
- Marková, I., Kaniánská, R., Jaďud'ová, J., Giertlová, Z. 2016. Protipožiarne hodnotenie prírodných materiálov, ktoré predstavujú základ izolácie „zelených domov“. In: FIROSS, Oponce, 2016. (CD rom)
- Minerálna vlna a jej použitie [on line]. JAGA GROUP, s.r.o., 2009. [cit. 2016-11-02]. Dostupné na internete: <http://www.asb.sk/stavebnictvo/stavebne-materialy/tepelne-izolacie/mineralna-vlna-a-jej-pouzitie>.
- Müllerová, J. – Vácval, J. 2015. Porovnávanie vlastností drevovláknitých dosiek na kónickom kalorimetri = Comparison of properties of the fiberboards on a cone calorimeter. In *Požární ochrana* [elektronický zdroj]. Sborník přednášek XXIV. ročníku medzinárodnej konferencie ... 9.-10. září 2015. Ostrava : Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, s. 213-215, ISBN 978-80-7385-163-7.
- Pénové materiály: Polystyren, pěnové sklo a další [on line]. Nazeleno.cz, 2010. [cit. 2016-11-03]. Dostupné na internete: <http://www.nazeleno.cz/stavba/izolace-2/tepelne-izolace-polystyren-mineralni-vata-a-dalsi.aspx>.
- Penové sklo [on line]. EcoZÁKLADY s.r.o., 2016. [cit. 2016-11-04]. Dostupné na internete: <http://www.penove-sklo.com/kontaktne-udaje.html>.
- Pénový polystyrén [on line]. Stavebninysova.cz, 2016. [cit. 2016-11-03]. Dostupné na internete: <http://www.stavebninysova.cz/clanky/penovy-polystyren>.

Prodej stavební izolace – tepelné izolace z minerálních vláken, kamenná vlna [on line]. Nabidky.edb.cz, 2016. [cit. 2016-11-04]. Dostupné na internete: <http://nabidky.edb.cz/Nabidka-57155-prodej-stavebni-izolace-tepelne-izolace-z-mineralnich-vlaken-kamenna-vlna>.

Správa č. 10110099/2011-Z-PSS úlohy výskumu a vývoja: Klasifikácia kontaktných systémomv zohľadňujúcich vlastnosti jednotlivých komponntov [online]. [cit. 2016-10-1] Dostupné na internete: <http://www.tsus.sk/sluzby/dokumenty/klasifikacia-etics.pdf>

Stavebné materiály na zateplenie [on line]. Webnode, 2012. [cit. 2016-11-04]. Dostupné na internete: <http://zateplovanie.webnode.sk/stavebne-materialy-na-zateplenie/>.

Všetko o zateplování domu, výběr správných materiálů a největší chyby [on line]. Mojdom.sk, 2013. [cit. 2016-11-05]. Dostupné na internete: <http://mojdom.zoznam.sk/cl/10052/1355822/Vsetko-o-zateplovani-domu--vyber-spravnych-materialov-a-najvacsie-chyby>.

Zažite pravé teplo domova a optimálnu klímu v podkroví [on line]. Topky.sk, 2013. [cit. 2016-11-03]. Dostupné na internete: <http://www.topky.sk/cl/13/1337261/Zazite-prave-teplo-domova-a-optimalnu-klimu-v-podkrovi>.