

P O R O V N Á N Í
TEPELNĚ IZOLAČNÍCH VLASTNOSTÍ
TEPELNÝCH IZOLACÍ NA BÁZI KAMENNÝCH A SKLENĚNÝCH VLÁKEN
S CELULOZOVOU IZOLACÍ TEMPELAN

ZPŮSOB PROVÁDĚNÉHO POROVNÁNÍ : PŘÍMÝ TEPELNÝ TEST

TESTY PROVEDL : ING. ALEŠ SVOBODA – ENROLL CZ SPOL. S R.O.

POROVNÁNÍ TEPELNĚ IZOLAČNÍCH VLASTNOSTÍ TEPELNÝCH IZOLACÍ NA BÁZI KAMENNÝCH A SKLENĚNÝCH VLÁKEN S CELULOZOVOU IZOLACÍ TEMPELAN

Cílem tohoto porovnání je experimentálně zjistit tepelně izolační kvalitu izolačních hmot na bázi kamenného nebo skleněného vlákna, které jsou na trhu v České republice.

Jedná se o izolační hmoty, které se v České republice vyrábí, nebo jsou do České republiky dováženy. Základním společným rysem je jejich hromadné používání ve stavebnictví České republiky.

1) Výchozí stav

V České republice je na stavebním trhu k dispozici řada tepelných izolací na bázi kamenného nebo skleněného vlákna – obecně nazývané minerální. Tyto izolace patří, nebo jsou svými výrobci, či distributory zařazovány mezi izolace tzv. třídy 0,040. Tím je míněn koeficient tepelné vodivosti λ $\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$, ze kterého se v závislosti na vrstvě izolace přepočítává tepelný odpor R dle vzorce $R = m / \lambda$. Hodnota koeficientu tepelného odporu λ je poté stanovena dle vzorce $k = 1 / R$. Z této poměrně jednoduché matematiky je růstem hodnoty R nebo poklesem hodnoty λ označováno lepší zaizolování dané stavby.

Základním paradoxem přitom zůstává skutečnost, že přes rozdílnou objemovou hmotnost těchto izolací se hodnota λ nemění.

Naproti tomu u celulozové izolace TEMPELAN je hodnota koeficientu tepelné vodivosti λ uváděna v rozmezí od $\lambda = 0,038 \text{ W m}^{-1} \text{K}^{-1}$ do $\lambda = 0,045 \text{ W m}^{-1} \text{K}^{-1}$ právě v závislosti na objemové hmotnosti.

Platí totiž zásada, že vyšší objemová hmotnost znamená menší vzduchové částice mezi vlákny v hmotě izolace, a tedy i nižší koeficient λ . Všeobecně je tedy zažitý názor (a to jak v odborné, tak i v laické veřejnosti), že hodnota koeficientu λ je základním měřítkem izolační kvality dané izolace.

A protože výrobce celulozové izolace TEMPELAN se s tímto hodnocením zásadním způsobem neztotožňuje (i přes měření provedená státní zkušebnou) rozhodl se provést přímý tepelný srovnávací test po vzoru US výrobců sdružených do CIMA – Asociace výrobců celulozové izolace

<http://www.cellulose.org/CIMA>

Protože většina míst izolovaných zafoukáváním tepelné izolace TEMPELAN je do dutin stěn, střech nebo uzavřených podlah, pro daný pokus zvolil autor tohoto testu objemovou hmotnost TEMPELANU $50 \text{ kg} / \text{m}^3$. Tato objemová hmotnost je nižší, než je maximální objemová hmotnost docilovaná u výrobců rodinných domků, nebo firem, které svislé stěny v rodinných domcích - novostavbách - dosahují. Tam je objemová hmotnost na hranici $60 \text{ kg} / \text{m}^3$. V případě zájmu, nebo pochybností je možné provést tepelný test s izolací TEMPELAN o objemové hmotnosti $60 \text{ kg} / \text{m}^3$. Autor je však přesvědčen, že měření s objemovou hmotností $50 \text{ kg} / \text{m}^3$ je natolik průkazné, že další test by pouze potvrdil test stávající, pouze rozdíly by byly ještě výraznější.

Porovnání podstaty tepelných izolací

a) TEPELNÉ IZOLACE VE FORMĚ ROHOŽÍ A DESEK NA BÁZI MINERÁLNÍHO VLÁKNA JEDNÁ SE O BĚŽNĚ POUŽÍVÁNÉ A CHRONICKY ZNÁMÉ IZOLACE

Podstatou rohoží a desek je minerální vlákno o síle 0,005 mm. Směs rozdrčeného čediče, vysokopecní strusky a koksu se roztaví a tato tavenina je vlévána do rozvláknovacího stroje chlazeného vzduchem. Dále je vlákno dopravováno do ukládací komory na ukládací pás, kde je vlákno orientováno jedním směrem. Vlákno se následně pojí různými pojidly (fenolformaldehyd, rezolový olej) do tvaru rohoží, nebo desek o objemové hmotnosti : 24 - 180 kg / m³. Pro výrobu rodinných domků jsou hlavní měrou používány izolace o nejnižší objemové hmotnosti - rohože, které jsou nejlevnější.

PROTOŽE TATO PRÁCE NEMÁ ZA CÍL HODNOTIT EKOLOGICKOU A ZDRAVOTNÍ ZÁVADNOST RESP. NEZÁVADNOST POUŽÍVANÝCH POJIV, VLIV VLASTNÍHO KAMENNÉHO NEBO SKLENĚNÉHO VLÁKNA NA LIDSKÝ ORGANISMUS V PŘÍPADĚ VDECHNUTÍ, NEBOŤ TOTO JE POVINNOSTÍ HLAVNÍHO GYGIENIKA ČR A MINISTERSTVA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ, ANI OTÁZKU ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI VÝROBY, BUDE SE I NADÁLE ZAMĚŘOVAT VÝHRADNĚ NA VŠECHNY OKOLNOSTI, KTERÉ MOHOU A MAJÍ VLIV NA TEPELNĚ IZOLAČNÍ VLASTNOSTI DANÝCH MATERIÁLŮ.

NEVÝHODOU IZOLACÍ TOHOTO TYPU JE ZEJMÉNA :

I. Vynikající tepelná vodivost samotného minerálního vlákna. Tepelná vodivost je daná hlavně objemovou hmotností základního komponentu pro výrobu = kamene, skla

II. Relativně velké vzduchové „bubliny“ mezi minerálními vlákny. Přestože vzduch je poměrně dobrý izolant, u tepelných izolací je hlavním cílem dosáhnout co nejmenších vzduchových částeczek mezi vlastními vlákny. Oddělené částčky vzduchu si pak mezi sebou podstatně hůře předávají - sdílejí - teplo. Tím by mělo dojít ke zlepšení tepelně izolačních vlastností.

Zde vzniká základní Paradox objemové hmotnosti minerálních izolací : pokud se výrobce snaží získat co nejmenší částčky vzduchu mezi vlákny, může toho docílit pouze vyšší hustotou vláken na jednotku prostoru = vyšší objemovou hmotností samotné izolace. Tím paradoxně izolační prostor vyplňuje vlákny, které mají daleko lepší schopnost si navzájem předávat - sdílet - teplo než vzduch.

III. Neschopnosti zabránit proudění vzduchu skrz izolaci - okolo minerálních vláken. Proudění vzduchu se přitom snižuje s rostoucí objemovou hmotností. Tím se opět uplatňuje Paradox objemové hmotnosti minerálních izolací

IV. Sedavost minerálních rohoží ve vlastních svislých konstrukcích. Přestože tento jev si výrobci rodinných domků odmítají připustit a velmi bedlivě ho tají před svými klienty, je poměrně jednoduše zjiřitelný důslednější kontrolou investorů, nebo praktickým zjištěním termokamerou. Sedavost jako taková nemá vliv na tepelně izolační vlastnosti daného materiálu, ale na výslednou kvalitu izolování seriově vyráběných domů. Autor této práce se osobně ve výrobních závodech (nemůžeme jmenovat konkrétního výrobce, abychom se nedopustili porušení zákona) přesvědčil o tom, že apel techniků a pracovníků zodpovědných za kvalitu izolovaných domků, se u osob se strategickou pravomocí

setkává s odmítavým postojem. Jde totiž o výrobní náklady. Společnost XY navíc odůvodnila používání rohoží nikoliv jejich kvalitou, ale pouze dobrými vztahy se stávajícím dodavatelem, což je ve vztahu ke klientovi velmi nezodpovědné. APEL na kvalitu x cenu celulózové izolace byl ignorován.

NAVÍC - IZOLACI, KTERÁ SI TRANSPORTEM JEDNOTLIVÝCH PANELŮ DANÉHO DOMKU DOVEZENÉHO NA MÍSTO URČENÍ SESEDNE, JIŽ NENÍ MOŽNÉ NA MÍSTĚ DOPLNIT NEBO OPRAVIT.

TEPELNÉ MOSTY. KTERÉ TAKTO VZNIKNOU NATRVALO ZŮSTÁVAJÍ NEMĚNNOU SKUTEČNOSTÍ A ZPŮSOBUJÍ VYŠŠÍ NÁKLADY MAJITELE NA VYTÁPĚNÍ OBJEKTU.

b) TEPELNÉ IZOLACE VE FORMĚ ROHOŽÍ A DESEK NA BÁZI SKLENĚNÉHO VLÁKNA

Jedná se o běžně používané a chronicky známé izolace

Podstatou rohoží a desek je skleněné vlákno o síle 0.005 mm které vzniká vystřikováním roztavené skleněné hmoty různého složení přes rozvlákňovací stroj. Složení nemá vliv na tepelnou vodivost vlákna jako takového, ale spíše na barvu výsledné izolace. Vlákno se následně pojí různými pojidly (opět Fenol formaldehyd . .)do tvaru rohoží , nebo desek o objemové hmotnosti : 24 - 180 kg / m³. Pro výrobu rodinných domků jsou hlavní měrou používány izolace o nejnižší objemové hmotnosti, které jsou nejlevnější. V průmyslové výrobě - a tou jednoznačně sériová výroba rodinných domků je - jde totiž především o výrobní náklady.

NEVÝHODOU IZOLACÍ TOHOTO TYPU JE ZEJMÉNA :

I. Dobrá tepelná vodivost samotného skleněného vlákna. Tepelná vodivost je daná, stejně jako rohoží z kamenných vláken, objemovou hmotností základního komponentu pro výrobu = skla.

II. Relativně velké vzduchové „bubliny“ mezi skleněnými vlákny. Přestože vzduch je poměrně dobrý izolant, u tepelných izolací je hlavním cílem dosáhnout co nejmenších vzduchových částech mezi vlastními vlákny. Oddělené částčky vzduchu si pak mezi sebou podstatně hůře předávají-sdílejí-teplo.

Zde vzniká stejný Paradox objemové hmotnosti jako u izolací na bázi kamenného vlákna. Viz. 2. a) II.

III. Neschopnosti zabránit proudění vzduchu skrz izolaci - okolo skleněných vláken. Proudění vzduchu se přitom snižuje s rostoucí objemovou hmotností. Tím se opět uplatňuje *paradox objemové hmotnosti* stejně jako u izolací na bázi minerálního vlákna.

IV. Sedavost skleněných rohoží ve vlastních svislých konstrukcích. Přestože tento jev si výrobci rodinných domků odmítají připustit a velmi bedlivě ho tají před svými klienty, je poměrně jednoduše zjiřitelný důslednější kontrolou investorů, nebo praktickým zjištěním termokamerou. Sedavost jako taková nemá vliv na tepelně izolační vlastnosti daného materiálu, ale na výslednou kvalitu izolování seriově vyráběných domů. Autor této práce se osobně ve výrobních závodech přesvědčil o tom, že apel techniků a pracovníků zodpovědných za kvalitu izolovaných domků, se u osob se strategickou pravomocí setkává s odmítavým postojem. Jde totiž o výrobní náklady.

NAVÍC - IZOLACI, KTERÁ SI TRANSPORTEM JEDNOTLIVÝCH PANELŮ DANÉHO DOMKU DOVEZENÉHO NA MÍSTO URČENÍ SESEDNE, JIŽ NENÍ MOŽNÉ NA MÍSTĚ DOPLNIT NEBO OPRAVIT.

**TEPELNÉ MOSTY. KTERÉ TAKTO VZNIKNOU NATRVALO ZŮSTÁVAJÍ NEMĚNNOU SKUTEČNOSTÍ A
ZPŮSOBUJÍ VYŠŠÍ NÁKLADY MAJITELE NA VYTÁPĚNÍ OBJEKTU.**

c) Foukaná tepelná izolace na bázi CELULOZOVÉHO VLÁKNA - TEMPELAN

Podstatou celulózové izolace TEMPELAN jsou vlákna celulózy, která vznikají rozvlákněním papírové hmoty. Vlákna jsou impregnována retardéry hoření a antiseptiky. Výslednou hmotou je celulózová vata, která nemá rozměr, do staveb se dopravuje zafoukáváním, čímž naprosto dokonale vyplňuje izolovaný prostor. Díky retardérům hoření a antiseptik dosahuje celulózová izolace TEMPELAN mnohonásobně vyšší odolnost proti ohni než běžně používané minerální tepelné izolace a je naprosto odolná proti plísni.

Základní objemová hmotnost izolace ve stavebách je cca 30 kg / m³ / 10 cm vrstva. V současnosti se používají podstatně větší vrstvy izolace – 25 – 40 cm. V těchto vrstvách je pak dosahována objemová hmotnost okolo 45 kg / m³. Při aplikaci do svislých stěn rodinných domků je nutné zajistit stlačení tepelné izolace do objemové hmotnosti cca 65 kg / m³. Tato objemová hmotnost zajistí nulovou sedavost ve svislých konstrukcích.

ZÁKLADNÍ VÝHODOU IZOLACE NA BÁZI CELULOZOVÉHO VLÁKNA TEMPELAN JE :

I. Velmi nízká tepelná vodivost celulózového vlákna, která určuje tepelně-izolační vlastnosti dřevitých vláken

II. Nepatrné proudění vzduchu podmíněné hustotou této izolační hmoty. V praxi to znamená, že papírové vlákno, které je méně pevné, než minerální nebo skleněné vlákno, a které navíc není rovné, vytváří podstatně hustší hmotu, než je tomu u minerálních nebo skleněných vláken. A protože celuloza má jako hmota podstatně nižší objemovou hmotnost, vykazuje i výsledná izolační hmota při vyšší hustotě podstatně nižší objemovou hmotnost. Hustota této izolační hmoty tak zajišťuje minimální proudění vzduchu, a tím daleko menší ztráty tepelné energie. Test na proudění vzduchu v různých typech vláknitých izolací je možné kdykoliv demonstrovat jednoduchým pokusem.

III. Dobrá izolační vlastnost nepatrných částecek obsaženého vzduchu. Díky velké hustotě vláken v izolační hmotě jsou i částčky vzduchu v této hmotě obsažené podstatně menších rozměrů, než je tomu u minerálních nebo skleněných rohoží. Tyto částčky vzduchu jsou navíc od sebe odděleny vlákny, která mají podstatně nižší tepelnou vodivost.

***VÝSLEDNÝM EFEKTEM JE IZOLAČNÍ HMOTA, KTERÁ VYKAZUJE PODSTATNĚ LEPŠÍ TEPELNĚ
IZOLAČNÍ VLASTNOSTI, NEŽ IZOLACE NA BÁZI MINERÁLNÍCH, NEBO SKLENĚNÝCH VLÁKEN.***

2) Cíl experimentu

Cílem tohoto pokusu je, pomocí opakovaných měření za dodržení konstantních podmínek pro různé typy izolací měřené spolu s tepelnou izolací na bázi celulozy TEMPELAN, experimentálně dokázat, že stávající metodika výpočtu *Koeficientu tepelné vodivosti* je založena na nesprávném hodnocení vlivu objemové hmotnosti měřených izolačních hmot. Zatímco objemová hmotnost kamenných či skleněných rohoží ztužených formaldehydovým lepidlem je poměrně konstantní, u celulózové izolace

TEMPELAN se výrazně mění v závislosti na použitém prostoru - od 32,5 kg do 65 kg / m³. A protože je při vlastním měření nanесena vrstva TEMPELANU o velmi nízké objemové hmotnosti, zřejmě proto dochází k takovému zkreslení oproti skutečnosti. Navíc : měřená vrstva je v rozmezí 4 - 6 cm. To je vrstva, která se v praxi vlastně vůbec nevyskytuje. Každý milimetr odchylky pak tvoří významné procento zkreslení celkového výpočtu. Autor je přesvědčen, že pro pokus by měla být směrodatná vrstva 12 cm. A protože logické argumenty selhávají, byl autor této práce donucen přikročit k praktickému experimentu.

VÝSLEDKY TOHOTO EXPERIMENTU MAJÍ ZA CÍL SEZNÁMIT ŠIROKOU VEŘEJNOST S TEPELNĚ IZOLAČNÍMI VLASTNOSTMI TEPELNÝCH IZOLACÍ, KTERÉ JSOU MASOVĚ POUŽÍVANÉ. JE NA KAŽDÉM OBČANOVÍ, KLIENTOVÍ, INVESTOROVÍ, ABY SI Z TOHOTO POKUSU UDĚLAL ZÁVĚR SÁM PRO SEBE.

3) Popis experimentu

Autor nechal vyrobit domeček o rozměru 40 x 40 cm. Domeček byl podélně rozdělen na dvě shodné sekce, do kterých byla umístěna celulozová izolace TEMPELAN - vpravo a měřená izolace vlevo. Při všech pokusech bylo vždy přísně dbáno na to, aby vrstvy izolace byly v obou případech shodné = 20 cm. Do obou izolačních hmot byly vždy umístěny teploměry. Dolní okraje obou kruhových teploměrů se vždy dotýkaly základny a byly přitisknuty na čelní sklo. A protože výrobce zajišťuje výrobním procesem kolmost snímacích tyčkových sond na ploše teploměru, byly vždy obě snímací tyčkové sondy ve stejné hloubce měřených izolačních hmot. Tedy i vrstvy izolačních hmot mezi tyčkovými snímači teploty a zdrojem tepla byly vždy konstantní. Tím byly dodrženy objektivní podmínky pro oba typy měřených tepelných izolací.

Při shodném *Koeficientu tepelné vodivosti* stanoveném Státní zkušebnou, by tedy oba typy měřených tepelných izolací měly vykazovat stejný teplotní gradient.

Do střechy pokusného domečku byl instalován tepelný zdroj-žárovka s červeným sklem o výkonu 300 W

Díky vyšší teplotě bylo možné měřit v daleko kratším časovém intervalu shodnost - rozdílnost tepelně izolační charakteristiky měřených tepelných izolací, než by tomu bylo u skutečného domu, nebo modelu za vnitřních a vnějších teplot, které jsou v praxi skutečně dosahované.

Doba měření byla vždy stejná 30 minut. Měřené typy izolačních hmot byly vždy viditelně vyznačeny.

Na závěr - kdy po 30 minutách byl zdroj tepla přerušen, byla v průběhu dalších 5 minut sledována setrvačnost měřených izolačních hmot.

Začátek i konec experimentu byl dokumentován fotografiemi. Tyto tvoří podstatnou část této práce. A protože vývoj teploty je na lidské vůli nezávislý, je možné tento experiment považovat za naprosto objektivní a průkazný bez ohledu na vztah autora k měřeným tepelným izolacím.

Z Á V Ě R

Klienti, investoři - nenechte sebou manipulovat projektanty a stavebními firmami, jakož ani zavádějícími informacemi poskytovanými výrobcí minerálních rohoží. Požadujte zásadně nejlepší a nejlevnější izolace, které stávající trh nabízí. Mějte na paměti, že stavební firmy i projektanti jsou

zainteresováni na obratu a ne na tepelných úsporách Vámi financovaných staveb. Nikdo z nich Vám po následujících 25 let nebude doplácet zvýšené náklady na otop díky nevhodně zvolené tepelné izolaci.

U P O Z O R N Ě N Í

Kdokoliv má právo se závěry tohoto experimentu nesouhlasit. Kdokoliv má právo pochybovat o objektivnosti tohoto pokusu. Kdokoliv má proto právo se opakovaného pokusu zúčastnit osobně s jakoukoliv zkoušenou izolací.