

Difuze a zateplování s pěnovým polystyrenem

Diffusion and warming-up by expanded polystyrene

Jerzy A. Pogorzelski, *Instytut Techniki Budowlanej*,
Andrzej Bobociński, *Instytut Techniki Budowlanej*

Souvislost toku vodní páry stěnou s použitým izolačním materiálem pro zateplení. Výpočtová analýza vlhkosti vnitřního ovzduší pro stěny zateplené pěnovým polystyrenem a minerální vlnou v závislosti na teplotě vnějšího ovzduší. Vyhodnocení prostupu vlhkosti stěnou a jeho vliv na kvalitu vnitřního ovzduší.

Connection between the vapour flow through the wall and the insulation material used for the warming-up. Calculation analysis of internal atmosphere humidity of walls insulated by expanded polystyrene and mineral wool in dependence upon the temperature of external atmosphere. Evaluation of the moisture permeance through the wall and its influence upon the quality of internal atmosphere.

1 Úvod

Výraz „dýchání stěn“ není technickým výrazem, objevuje se ale ve slovníku stavebních specialistů. Uvádějí, že nějaká stěna „dýchá“ či „nedýchá“, přičemž považují tento výraz za běžný pojem, který nepotřebuje vysvětlení.

Autoři této analýzy provedli několik objasňujících rozhovorů s uživateli tohoto termínu. Ukázalo se, že „dýcháním stěn“ rozumějí jev difuzního prostupu vodní páry z místnosti přes vnější stěnu. Tento jev se považuje za příznivý, pokud má chránit místnosti před nadměrnou vlhkostí povětří a jejími konsekvencemi (vnitřní kondenzace, rozvoj plísní a hub apod.). Je potřeba zdůraznit, že souvislost s „dýcháním stěn“ je vždy taková, že existence nebo neexistence tohoto jevu má významný vliv na „mechanismus“ odvádění vodní páry z místnosti.

Průvodním jevem zateplení vnějších stěn budovy je nejen značné zvýšení tepelného odporu konstrukcí, ale také zvýšení jejich difuzního odporu, někdy i několikanásobně.

Nezřídka je možné se setkat s názorem, že po zateplení stěn se zhoršil komfort v místnostech, a to proto, že bylo eliminováno nebo značně omezeno „dýchání“ vnějších stěn, které je považováno za jejich příznivou vlastnost.

Samotný jev difuzního prostupu vodní páry přes vnější stěny – v případě rozdílu parciálních tlaků vodní páry po obou jejich stranách – je nepochybnou fyzikální skutečností. Faktem je také, že většinu tohoto prostupu je možné v určitém rozsahu „usměrnit“ ve fázi návrhu zateplení. Zásadní otázkou je, zdali výše tohoto prostupu může mít nějaký praktický význam a může být srovnatelná s odstraňováním vodní páry ventilací. Tento materiál by měl poskytnout odpověď na výše uvedené otázky.

Je nezbytné zdůraznit, že tato problematika

není čistě teoretická, ale má i aspekt praktický a obchodní. Prokázání skutečnosti, že zajištění „dýchání“ stěn je důležitou součástí vysokého technického standardu místností, by vedlo k upřednostňování takových tepelně izolačních materiálů, které jsou charakterizovány malým difuzním odporem; v praxi by se jednalo o desky z minerální vlny namísto pěnového polystyrenu.

2 Předpoklady pro analýzu

Bylo rozhodnuto provést analýzu porovnávacím toků vodní páry mezi místností a vnějším ovzduším, a to difuzí, přes vnější stěnu ventilací a při různých hodnotách teploty vnějšího prostředí.

Pro výpočty byla použita místnost pro čtyři osoby o užitkové ploše 65 m² a ploše plných stěn (bez plochy oken) 30 m². S přihlédnutím k hodnotám v [1] byla použita celková emise využívané vlhkosti (od lidí a užíváním bytu) o hodnotě 300g/h.

Předpokládejme, že stěny jsou postaveny z plných cihel o šířce 25 cm a porovnejme 3 varianty skladby:

- nezateplené stěny;
- stěny zateplené pěnovým polystyrenem tloušťky 12 cm;
- stěny zateplené deskami z minerální vlny tloušťky 12 cm.

Vrstvy tepelné izolace jsou pokryty tenkovrstvou minerální omítkou s malým difuzním odporem.

Je nutné podotknout, že provedení analogických výpočtů pro jiné materiály vnějších stěn (duté tvárnice, odlehčený beton) není nezbytné, protože stěny z těchto materiálů jsou charakterizovány podobným difuzním odporem.

Pro účely výpočtů výměny vzduchu ventilací

Klíčová slova:

difuze vodní páry ♦ výpočty
♦ polystyren
♦ minerální vlna
♦ klima vnitřní
♦ větrání

Key words:

vapour diffusion
♦ calculations
♦ polystyrene
♦ mineral wool
♦ internal climate
♦ ventilation

Recenzent:

Pavel Zemene

byly použity dvě různé hodnoty četnosti: průměrná ($n = 0,8 \text{ h}^{-1}$), na základě výzkumu Zakładu Fyzyki Ciepłej ITB, provedeného v sezóně 1999/2000 v několika desítkách bytů ve Varšavě [2], a slabá ($n = 0,3 \text{ h}^{-1}$), v bytech s utěsněnými okny.

Výpočty byly provedeny při předpokladu teploty vnitřního ovzduší 20 °C a dvou hodnot teploty vnějšího ovzduší: 0 °C a -20 °C ; při těchto hodnotách teploty byl obsah vodní páry ve vnějším ovzduší: 3,0, resp. 0,6 g/kg.

Byly také provedeny výpočty, ve kterých byly velmi rozděleny velikost emise vlhkosti v místnosti (od 75 do 600 g/h) a četnosti výměny ovzduší (od 0,05 do $1,0 \text{ h}^{-1}$) za účelem ukázky, jak tyto změny ovlivňují přestup vlhkosti přes vnější stěny.

Výpočty ukazující vztah vlhkosti vnitřního ovzduší a emise vlhkosti v bytě, vlhkosti vnějšího ovzduší a toku vzduchu vyměňovaného ventilací, byly provedeny s využitím vzorce (1), obsaženého v [1]:

$$\dot{V} = \frac{w_s}{(x_w - x_n) \gamma_n} \quad (1)$$

ve kterém:

- \dot{V} je tok vzduchu vyměňovaného ventilací m^3/h ;
- w_s proud exploatačních zisků vlhkosti, kg/h ;
- x_w obsah vlhkosti v ovzduší odcházejícím z místnosti, kg/kg ;
- x_n obsah vlhkosti v ovzduší přicházejícím do místnosti, kg/kg ;
- γ_n hustota toku vzduchu přicházejícího (vnějšího), kg/m^3 .

Znalost vlhkosti vnitřního ovzduší při určitém toku ventilačního vzduchu umožňuje určit rozdíl parciálních tlaků vodní páry po obou stranách vnější stěny, a hustotu toku vodní páry prostupující přes vnější stěny podle vzorce:

$$q_m = \frac{\Delta p}{Z} \quad (2)$$

- Δp hustota toku vodní páry prostupující přes vnější stěny, $\text{g}/(\text{m}^2 \text{ h})$;
- q_m rozdíl parciálních tlaků vodní páry po obou stranách vnějších stěn (hPa);
- Z difuzní odpor vnější stěny ($\text{m}^2 \text{ h hPa}/\text{g}$).

Difuzní odpor stěny je možné určit podle vzorce:

$$Z = \sum \frac{d_i}{\delta_i} \quad (3)$$

- d_i tloušťka i -té vrstvy stěny, m ;
- δ_i součinitel přestupu vodní páry i -té vrstvy stěny, $\text{g}/\text{m h hPa}$.

3 „Dýchání“ stěn při odvodu vodní páry z místností

V *tab. 1* a na *obr. 1 – 3* jsou představeny výsledky výpočtů, které znázorňují vztah mezi difuzním prostupem vodní páry přes vnější stěny, a:

- druhem tepelné izolace stěn;
- emisí vlhkosti v místnosti;
- četností výměny ovzduší;
- vlhkostí vnějšího prostředí.

Výsledky výpočtů (*tab. 1*) ukazují, že při odvádění exploatační vlhkosti z míst-

ností je podíl proudu difuze přes vnější stěny zanedbatelný; prakticky celá exploatační vlhkost (více než 97%) je odváděna ventilací i tehdy, když ventilace je málo účinná.

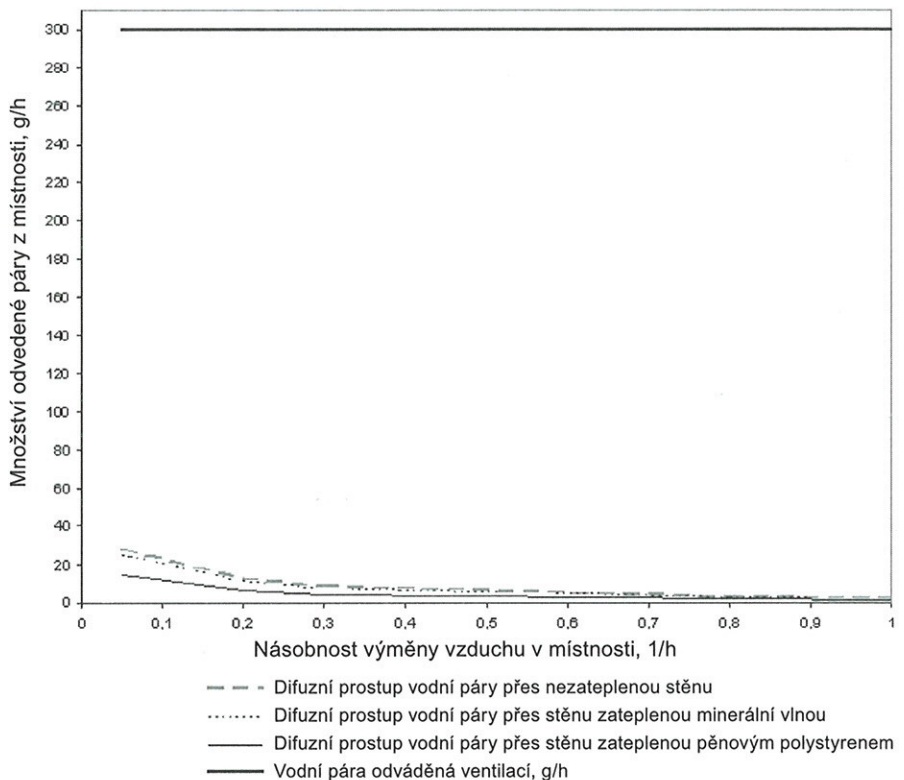
V případě minimálně průměrné účinnosti ventilace přes vnější stěny difunduje nejvýše do 1% celkového proudu vodní páry, odstraňované z obytných místností.

Vliv druhu tepelné izolace na velikost přestupu vodní páry přes stěny je tedy zanedbatelný. Rozdíl toku vodní páry difundující přes stěny nezateplené a zateplené pěnovým polystyrenem činí do 4 g/h. Vzhledem k toku vodní páry odváděné v průměrném bytě pomocí ventilace (cca 300g/h) je toto množství naprosto bezvýznamné. Ještě menší vliv má změna teploty vnějšího ovzduší.

Na *obr. 1* je zobrazen difuzní prostup

Tab. 1 Podíl difuze přes vnější stěny (%), v odvádění vodní páry z bytu

Teplota vnějšího ovzduší	Druh tepelné izolace	Průměrná ventilace ($0,8 \text{ h}^{-1}$)	Slabá ventilace ($0,3 \text{ h}^{-1}$)
0 °C	Pěnový polystyren	0,5	1,5
	Minerální vlna	1,0	2,6
-20 °C	Pěnový polystyren	0,5	1,4
	Minerální vlna	0,9	2,4



Obr. 1 Prostup vodní páry přes vnější stěny v závislosti na druhu tepelné izolace a násobků výměny ovzduší ventilací

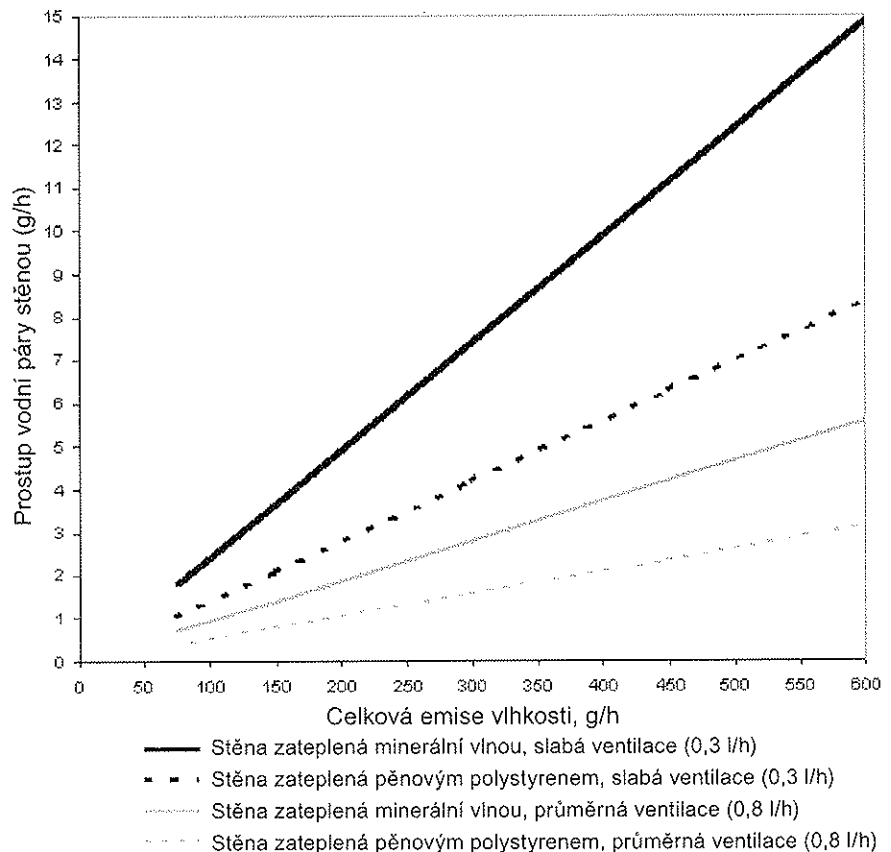
vodní páry přes vnější stěny v závislosti na druhu tepelné izolace (nebo její absence) a četnosti výměny vzduchu ventilací ve vzorovém bytě, popsáném v kap. 2.

Za účelem lepší interpretace výsledků je na obr. 1 znázorněn také proud vodní páry odváděný ventilací. Je vidět, že ve srovnání s proudem vodní páry difundující přes vnější stěny je malý – zvláště v rozsahu nejčastěji používaných násobků výměny vzduchu, tzn. mezi $0,3 \text{ h}^{-1}$ a $1,0 \text{ h}^{-1}$ – nezávisle na druhu tepelné izolace.

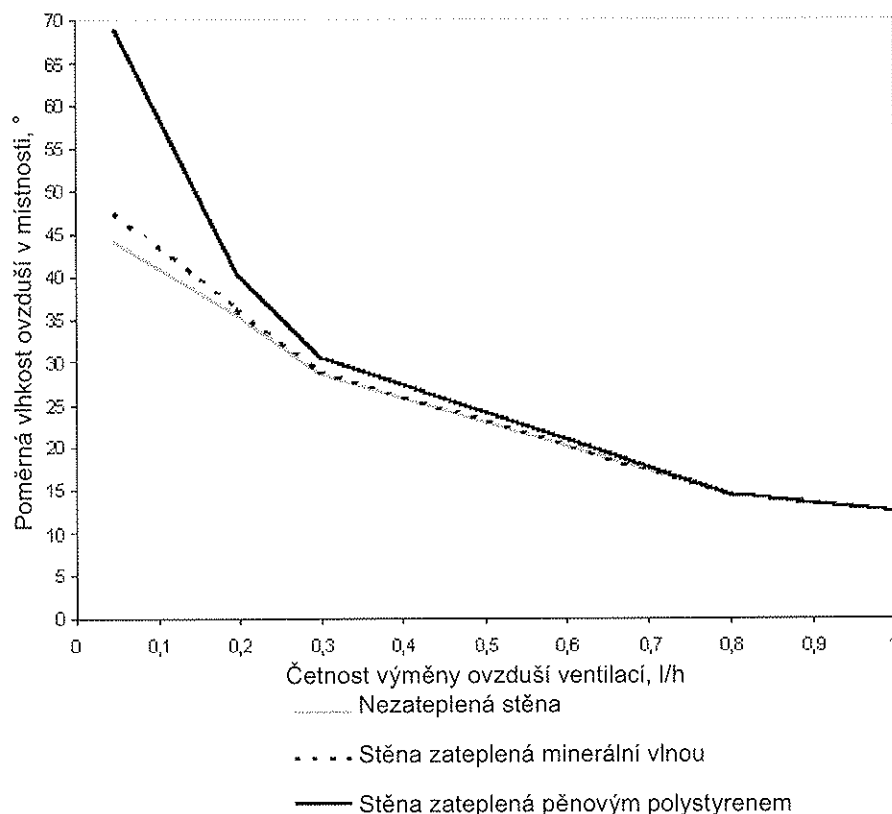
Na obr. 2 je znázorněn difuzní prostup vodní páry přes vnější stěny podle druhu tepelné izolace, násobku výměny ovzduší a celkové emise vlhkosti v bytě.

Z obr. 2 vyplývá, že na velikost prostupu vodní páry přes vnější stěny má vliv hlavně počet výměn vzduchu ventilací, v menší míře pak velikost emise vlhkosti v bytě a druh použitého zateplení.

Ani při velmi vysoké emisi vlhkosti a slabé ventilaci velikost proudění vodní páry difundující přes stěny nepřekračuje 15 g/h a je značně menší, než emise vlhkosti od jedné jediné osoby přebývající v bytě.



Obr. 2 Difuzní prostup vodní páry přes vnější stěny



Obr. 3 Závislost poměrné vlhkosti ovzduší v bytě podle druhu tepelné izolace a četnosti výměny ovzduší ventilací

Při analýze jevu „dýchání“ stěn si můžeme položit otázku, zdali prostup vodní páry přes vnější stěny může ovlivnit pokles poměrné vlhkosti ovzduší v bytě. Výsledky odpovídajících výpočtů jsou prezentovány na obr. 3. Vyplývá z nich, že tento vliv může být postřehnutelný pouze při téměř absolutním nedostatku ventilace.

Při četnosti výměny ovzduší alespoň $0,3 \text{ h}^{-1}$, rozdíl relativní vlhkosti ovzduší mezi stěnami „dýchajícími“ (nezateplenými) a „nedýchajícími“ (zateplenými pěnovým polystyrenem) nepřekračuje 2% a nemá praktický význam. Z uvedené analýzy vyplývá, že relativní vlhkost v místnosti je závislá na účinnosti ventilace, nikoli na „dýchání“ stěn.

4 Závěr

- Tok vodní páry prostupující přes vnější stěny z plných cihel typického bytu činí od 0,5 do necelých 3% celkového toku vodní páry odváděné z bytu. Konkrétní hodnota tohoto nevýznamného množství závisí především na účinnosti ventilace a na emisi vlhkosti v bytě, a jen z velmi malé

části na druhu tepelné izolace stěn a obsahu vodní páry ve vnějším ovzduší.

- Typické vnější stěny nejsou schopny ani částečně nahradit ventilaci ve funkci odvádění vodní páry z místností, protože exploatační zisky vodní páry jsou několikanásobně vyšší než množství, které ve skutečných podmínkách může difuzně prostoupit přes vnější stěny bytu, i kdybychom z důvodu nezvyšování jejich difuzního odporu nezateplili stěny pěnovým polystyrenem.

- Snahy o dosažení co největší paropropustnosti vnějších stěn, zvláště obviňování pěnového polystyrenu za nadměrnou vlhkost v místnostech z důvodu nedostatečného dýchání obvodových stěn, jsou z praktického hlediska nesmyslné a bezvýznamné. Výsledky provedených výpočtů dokazují, že při projektování výstavby nebo rekonstrukce budov nejsou potřeba žádná zvláštní opatření, vedoucí k zajištění co možná nemalého difuzního odporu obvodových stěn (včetně zateplení).

Literatura

- [1] MALICKI, M., *Wentylacja przemysłowa*, Arkady, s. 624, 1967.
- [2] POGORZELSKI, J. A., KASPERKIEWICZ, K., *Ochrona cieplna budynków wielkopłytowych i oszczędność energii*, temat planowy NF-34/00, (maszynopis), biblioteka ITB.
- [3] EN 12086:1997 *Thermal insulating products for building applications – Determination of water vapour transmission properties*.