

DŘEVO A TEPELNÁ POHODA V INTERIÉRU

Kristýna SCHULZOVÁ¹

¹ ČVUT v Praze, Fakulta architektury, Thákurova 9, Praha 6, kristyna.schulzova@fa.cvut.cz

Abstrakt:

Tepelná pohoda v interiéru je jednou z vlastností vnitřního prostředí budov, které mají zásadní vliv na zdraví a spokojenost jejich uživatelů. Příspěvek zkoumá možnosti využití dřeva jako stavebního materiálu pro dosažení neutrální tepelné bilance. Pro snížení tepelných ztrát mezi lidským tělem a okolním vzduchem konvekci jsou klíčové tepelné izolace na bázi dřeva. Pokles dotykové teploty podlahy je nejčastější způsob kondukce tepla mezi tělem a povrchy v místnosti a dřevěné podlahy jsou svými vlastnostmi dodnes nepřekonané. V neposlední řadě mají dřevěné materiály schopnost regulace vlhkosti vzduchu v místnosti a tím také tepelnou výměnu evaporací.

Klíčová slova:

Vnitřní prostředí, tepelná pohoda, tepelná bilance, dřevostavby

Úvod

V současné době, kdy obyvatelstvo vyspělého světa tráví drtivou většinu svého času v interiéru, je kvalita vnitřního prostředí v budovách jedním z klíčových faktorů ovlivňujících zdraví populace. Vnitřní prostředí v budovách je definováno jako *soubor fyzických podmínek, které obklopují člověka a působí na jeho smysly* [1].

Vnitřní prostředí má několik složek:

- Tepelně technické a vlhkostní parametry
- Světelně technické parametry
- Akustické parametry
- Kvalita vnitřního vzduchu
- Elektromagnetické, elektroiontové, elektrostatické a ionizační mikroklima
- Psychická pohoda uživatele

V tomto článku se budeme dále věnovat tepelně technickému mikroklimatu v budovách. ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, založená v roce 1894) definuje tepelnou pohodu prostředí jako *stav mysli, jenž vyjadřuje spokojenost s teplotním klimatem a který vychází ze subjektivního hodnocení* [2].

Výzkum vlivu tepelně technických parametrů vnitřního prostředí na člověka započal v podstatě ve dvacátých letech v USA založením laboratoří ASHVE (American Society of Heating and Ventilation Engineering) v Pittsburghu, kde byl nejdříve chápán jako tzv. tepelná bilance (thermal balance). Vycházel z metody tepelné výměny; negativní tepelná výměna znamená, že prostředí je příliš chladné a naopak. Pro zajištění komfortu musí být střední teplota kůže v určitých mezích. Později začal převládat adaptativní přístup, jehož principem je, že *pokud dojde ke změně tak, že vyvolá nepohodlí, lidé budou reagovat způsobem, který má tendenci obnovit jejich pohodlí* [3].

Rovnice tepelné bilance je následující:

$$M - W = C_{res} + E_{res} + K + C + R + E + S$$

$$M = \text{energetický výdej brutto } [W.m^{-2}]$$

$$W = \text{účinnost práce } [W.m^{-2}]$$

$$C_{res} = \text{výměna tepla v dýchacích cestách konvekcí } [W.m^{-2}]$$

$$E_{res} = \text{výměna tepla v dýchacích cestách evaporací } [W.m^{-2}]$$

$$K = \text{výměna tepla kondukcí=vedením} \quad \text{tělo} \leftrightarrow \text{vzduch}$$

$$C = \text{výměna tepla konvekcí=prouděním} \quad \text{tělo} \leftrightarrow \text{podlaha}$$

$$R = \text{výměna tepla radiací=sáláním} \quad \text{tělo} \leftrightarrow \text{okolní povrchy}$$

$$E = \text{výměna tepla na kůži evaporací=vypařováním}$$

$$S = \text{teplo kumulované v těle } [W.m^{-2}]$$

Výměna tepla kondukcí (vedením) označuje tepelnou výměnu mezi lidským tělem a okolním vzduchem. Cestou k minimalizaci tepelných ztrát vedením je tedy udržování stabilní teploty okolního vzduchu vytápění. Z hlediska uplatnění dřeva jako stavebního materiálu je tedy podstatná především možnost využití tepelných izolací na bázi dřeva.

Nejčastější způsob tepelné výměny mezi tělem a povrchy v místnosti konvekcí (prouděním) je pokles dotykové teploty podlahy. Tepelná výměna sáláním souvisí především s otopnými tělesy a třebaže je dřevo tradičně nejdéle využívaným palivem při vytápění staveb, technická zařízení budov nejsou předmětem tohoto příspěvku. Výměna tepla evaporací úzce souvisí s relativní vlhkostí vzduchu v místnosti a dřevo má excelentní schopnost vyrovnávání vlhkosti.

Níže jsou popsány některé konkrétní způsoby použití materiálů na bázi dřeva k regulaci výměny tepla mezi lidským tělem a prostředím uvnitř budov.

Tepelné izolace na bázi dřeva

Obytné budovy byly zpočátku budovány téměř výhradně ze dřeva, které vedle snadné dostupnosti a opracovatelnosti přinášelo také výhodu tepelnou. Tepelně izolační vlastnosti dřeva byly známy již od pravěku a po značnou část historie architektury bylo dřevo (vedle textilu a kožešin) jediným materiálem, který bylo možno využít k tepelné izolaci budov [4].

Potřeba reprezentace a většího bezpečí a zejména obavy z požáru však později vedly k rozšíření zděných staveb (z cihel či kamene). Otopné systémy, často založené na otevřeném ohništi, měly poměrně malou účinnost a neumožňovaly zejména v chladnějších částech Evropy celoroční obývání kamenných staveb. Obytná část domu byla tedy i nadále často tvořena obytným srubem z masivního dřeva. Mohlo se jednat buďto o srubovou konstrukci, opatřenou zvenčí pouze hliněnou omázkou, nebo o výdřevu uvnitř zděného pláště, která měla rovněž mnoho podob [5].

Výdřeva mohla být roubená z kuláčů nebo polokuláčů (stopy roubené dřevěné světnice je dodnes možno nalézt v mnoha hradech a měšťanských domech na našem území, viz obr. 1), s rámovou konstrukcí vyplněnou fošami, případně byly do obvodových stěn zazděny masivní latě, na něž bylo dodatečně přibíjeno deštění. Zejména později výdřevu tvořil dodatečný dřevěný obklad (deštění či táflování z prken). Vývoj měl obecnou tendenci od masivní roubené výdřevy k subtilnějšímu provedení z fošen a později prkenného obkladu.

Obr. 1: Otisky roubené světnice na hradě Radyně

Zdroj: <http://www.ruinen.cz/svetnice/svetnice.html>

Obr. 2: Roubená světnice v Kutné hoře

Zdroj: <http://www.ruinen.cz/svetnice/svetnice.html>

V posledních letech se rozmáhají také tepelné izolace na bázi dřeva, především dřevovláknité desky. Vyrábějí se lisováním krátkých a jemných dřevěných vláken za vysoké teploty. Jako pojiva slouží materiály na bázi přírodních pryskyřic a přírodní hydrofobizační látky [6]. Používají se v kontaktních zateplovacích systémech i jako výplň prostoru mezi konstrukčními prvky v dřevostavbách. Dřevovláknité desky mají tepelně izolační schopnost srovnatelnou s konvenčními tepelně izolačními materiály.

Obr. 3: Dřevovláknitá izolace ve sloupkové konstrukci dřevostavby

Zdroj: <https://www.nazeleno.cz/nahradi-drevo-vsudypritomny-polystyren-tepelne-izolace-na-bazi-drevovlakna/>

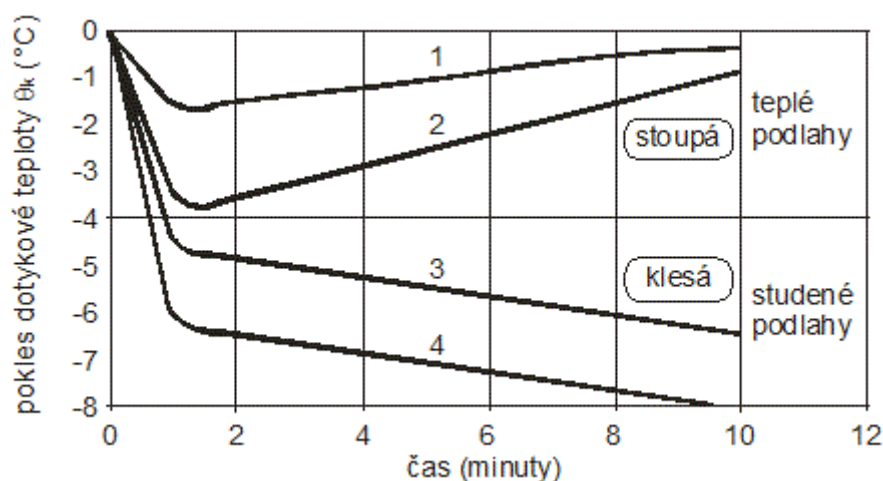
Novinkou ve světě tepelně izolačních materiálů je pěnové dřevo. Dřevo pěnové izolační desky se vyrábějí napěněním jemných částeczek dřeva. Dřevní hmota se nejprve jemně rozemele na kašovitou hmotu, do níž se vhání plyn, který vytváří typickou pěnivitou strukturu. Po vytvrzení lze dřevěnou pěnu dále zpracovat na tvrdé dřevité desky nebo elastické pěnové rohože [7].

Pokles dotykové teploty podlahy

Stanovením poklesu dotykové teploty podlahy hodnotíme podlahu z hlediska odnímatelnosti tepla, tedy z hlediska kontaktního ochlazovacího účinku na lidský organismus. Tepelná jímavost podlahy se určuje v zimním období za předpokladu neustáleného teplotního stavu za těchto okrajových podmínek: počáteční teplota povrchu nohy $\theta_k=33^\circ\text{C}$, doba kontaktu nohy s podlahovou konstrukcí $t = 600$ sekund. Podle poklesu dotykové teploty se podlahy zařídí do čtyř kategorií:

- I. Velmi teplé, o poklesu dotykové teploty $\Delta\theta_{10,N}$ do $3,8^\circ\text{C}$ včetně
- II. Teplé, o poklesu dotykové teploty $\Delta\theta_{10,N}$ do $5,5^\circ\text{C}$ včetně
- III. Méně teplé, o poklesu dotykové teploty $\Delta\theta_{10,N}$ do $6,9^\circ\text{C}$ včetně
- IV. Studené teplé, o poklesu dotykové teploty $\Delta\theta_{10,N}$ $6,9^\circ\text{C}$ [8].

Obr. 4: Průběh poklesu dotykové teploty podlahy vybraných podlahových konstrukcí dle [9] 1 – korková podlaha, 2 – dřevěná podlaha, 3 – PVC, 4 – betonová podlaha



Zdroj: F. Kulháněk, D. Bošová: Stavební fyzika II – Stavební tepelná technika [10]

Z grafu na obrázku 4 je patrné, že podlahy ze dřeva a materiálů na bázi dřeva (korek) mají vysokou tepelnou jímavost (schopnost teplo akumulovat a opět postupně uvolňovat) a jejich použití v interiéru (zejména obytných) budov má tedy pozitivní vliv na tepelný komfort jejich uživatelů.

Regulace vlhkosti vzduchu

Vlhkost vzduchu je jedním z nejvíce zanedbávaných faktorů kvality vnitřního prostředí, má však zásadní vliv na zdraví uživatelů. Vzdušná vlhkost se udává pomocí relativní vlhkosti vzduchu, což je poměr mezi množstvím vodních par ve vzduchu a maximálním možným množstvím par, které je vzduchu schopen pojmout. Relativní vlhkost vzduchu je tedy proměnlivá v závislosti na teplotě. Pro lidský organismus se ideální vlhkost vzduchu pohybuje v rozmezí 40-60 %.

Příliš vysoká vlhkost vzduchu může způsobovat kondenzaci vodních par, která poškozuje stavební konstrukce a také růst plísní a roztočů, což negativně působí na respirační systém obyvatel. Při vyšší vlhkosti vzduchu jsou navíc intenzivněji vnímány nepříjemné oděry [11]. Příliš suchý vzduch může způsobovat vysychání sliznic a očí, což vede k narušení imunitního systému. Suchý vzduch způsobuje také respirační obtíže, zvýšenou únavu a dehydrataci.

Dřevěné povrchy mají schopnost stabilizovat vlhkostní mikroklima v interiéru. Studie, kterou provedl v roce 2004 Fraunhofer – Institut Bauphysik ukazuje, že vnitřní obklad ze smrku a borovice snižuje relativní vlhkost v místnosti až o 50 procent v porovnání se sádrokartonovými deskami. Perforované akustické prvky, které jsou dýchovou překližkou s povrchovou úpravou, snižují kolísání vlhkosti o 30 procent [12].

Závěr

Tepelnou pohodu člověka lze vyjádřit pomocí rovnice tepelné bilance. Stavební materiály na bázi dřeva lze použít pro snížení tepelných ztrát všemi způsoby přenosu tepla mezi lidským tělem a jeho okolím. Tepelné izolace na bázi dřeva ob stojí v porovnání s konvenčními tepelně izolačními materiály.

Jako nenahraditelné se však dřevo ukazuje zejména v případě tepelných ztrát kondukcí (vedením) mezi lidským tělem (nohou) a podlahou. Díky své vysoké tepelné jímavosti je dřevo ideálním materiálem pro nášlapné vrstvy podlah zejména v obytných budovách, mateřských školách a dalších stavbách, kde dochází k přímému kontaktu lidského těla s povrchem podlahy.

Poděkování

Tento výzkum byl podpořen grantem SGS ČVUT SGS18/197/OHK1/3T/15 Metodika architektonického navrhování z hlediska vnitřního prostředí budov.

Literatura:

- [1] VEVERKOVÁ, Zuzana, Karel KABELE a Pavla DVOŘÁKOVÁ. Vnitřní prostředí budov. *TZB Haustechnik*. 2015, **2015**(12015, 14-18.
- [2] *ANSI/ASHRAE standard 55-2017: thermal environmental conditions for human occupancy*.
- [3] BLUYSSSEN, Philomena M. *The indoor environment handbook: how to make buildings healthy and comfortable*. Sterling, VA: Earthscan, 2009. ISBN 9781844077878.
- [4] HAUSEROVÁ, Milena. V kameni nebo ve dřevě?. *Kapitoly z historie bydlení*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2014, s. 11-26. ISBN 978-80-01-05433-8.
- [5] HAUSEROVÁ, Milena. Světnice jako srdce střeoevropského domu. *Kapitoly z historie bydlení*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2014, s. 27-60. ISBN 978-80-01-05433-8.
- [6] Nahradí dřevo všudypřítomný polystyren? Tepelné izolace na bázi dřevovlákn. *Nazeleno.cz* [online]. [cit. 2019-09-29]. Dostupné z: <https://www.nazeleno.cz/nahradi-drevo-vsudypritomny-polystyren-tepelne-izolace-na-bazi-drevovlakna/>
- [7] Pěnové dřevo je novinkou v oboru tepelných izolací. *DřevoStavby* [online]. [cit. 2019-09-29]. Dostupné z: <https://www.drevoastavby.cz/drevostavby-archiv/stavba-drevostavby/izolace/3300-penove-drevo-je-novinkou-v-oboru-tepelnych-izolaci>

-
- [8] ČSN 73 0540-2: *Tepelná ochrana budov – Požadavky*. Praha: ÚNMZ, 2011.
- [9] HALAHYJA, Martin, Ivan CHMÚRNY a Zuzana STERNOVÁ. *Stavební tepelná technika: tepelná ochrana budov*. 1. vyd. Bratislava: Jaga, 1998. ISBN 80-88905-04-4.
- [10] BOŠOVÁ, Daniela a František KULHÁNEK. *Stavební fyzika II: stavební tepelná technika*. 6., přeprac. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 2014. ISBN 978-80-01-05645-5.
- [11] ANDRES, Petr. Vlhkost vzduchu a hygiena prostředí. *TZB-info* [online]. [cit. 2020-10-04]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vnitni-prostredi/18142-vlhkost-vzduchu-a-hygiena-prostredi>
- [12] KUENZEL, H., A. HOLM, K. SEDLBAUER, F. ANTRETTTER a M. ELINGER. *Moisture buffering effects of interior linings made from wood or wood based products: Investigations commissioned by Wood Focus Oy and the German Federal Ministry of Economics and Labour*. 2004.