

DŘEVO JAKO PROSTŘEDEK ZLEPŠENÍ VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ BUDOV

Kristýna SCHULZOVÁ¹

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

Abstrakt:

Dřevo bylo již od pravěku využíváno jako stavební materiál především pro svou snadnou opracovatelnost a dostupnost. Tento článek se zabývá použitím dřeva, dřevěných konstrukcí a materiálů na bázi dřeva ve stavebnictví za účelem zlepšení vlastností vnitřního prostředí budovy. Nejvýraznější využití má dřevo v oblasti tepelné techniky a ve stavební akustice. Článek uvádí některé příklady z historických staveb i ze současné architektonické praxe.

Klíčová slova:

Dřevo, stavební fyzika, vnitřní prostředí, tepelná technika, akustika

Úvod

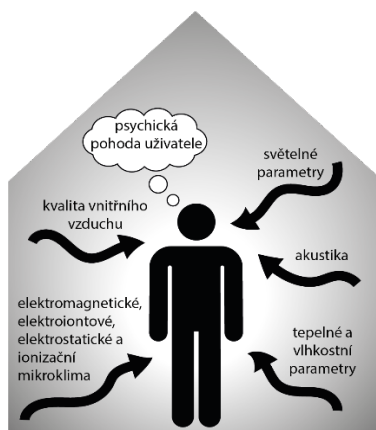
Vnitřní prostředí budov je životní prostředí v interiéru budov. Jedná se o soubor fyzických podmínek, které obklopují člověka a působí na jeho smysly [1].

Hlavním cílem techniky vnitřního prostředí je zajištění zdraví a pohody jeho uživatelů. Pohoda prostředí je definována jako „*Takový stav prostředí, při kterém se lidé v uvažovaném prostoru subjektivně cítí co nejlépe a jsou tedy též schopni maximálního pracovního výkonu ať již fyzického či duševního, nebo co nejučinnějšího odpočinku.* [2]“

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

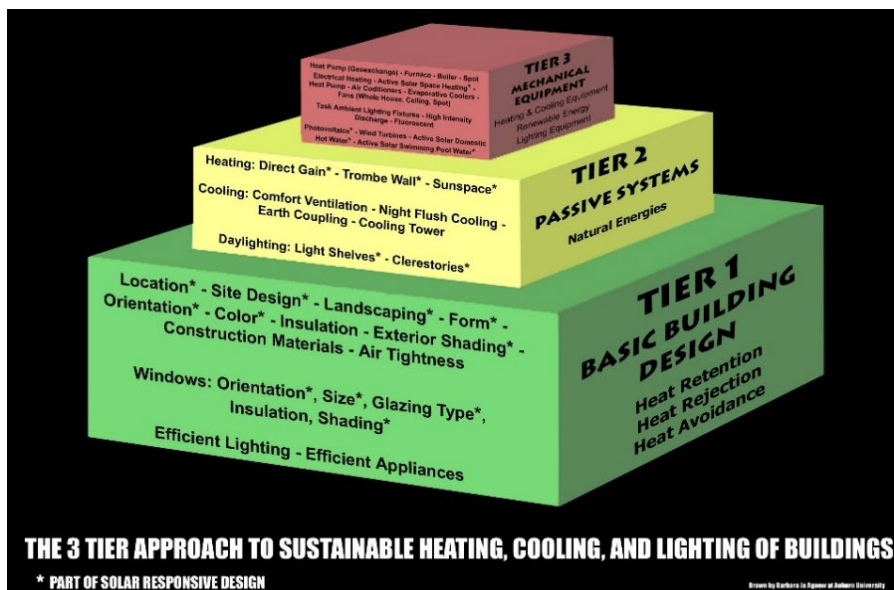
Obr. 1: Složky vnitřního prostředí působící na člověka



Zdroj: Adaptováno z několika zdrojů

Regulace vnitřního prostředí má několik úrovní. Uplatňuje se zde takzvaný třístupňový přístup (three-tier approach) [3]. První stupeň sestává z rozhodnutí, která byla učiněna při návrhu samotné budovy. Vhodnou architektonickou koncepcí lze minimalizovat potřebu umělého vytápění, chlazení a osvětlení. Druhý stupeň zahrnuje využití přírodní energie pasivním způsobem. Samotná koncepce budovy může u současných budov ušetřit asi 60 procent energie potřebné pro regulaci vnitřního prostředí, pasivní systémy dalších zhruba 20 procent. Třetím stupněm je potom využití mechanických a elektrických systémů, které pokrývají zbývající potřeby budovy.

Obr. 2: Třístupňový přístup k regulaci vnitřního prostředí v budovách



Zdroj: Norbert Lechner, Heating, Cooling, Lighting: Sustainable design methods for architects

Jedním z hlavních aspektů architektonického návrhu je také volba vhodných stavebních materiálů a jejich použití. Článek ukazuje, jak je pro zlepšení vlastností vnitřního prostředí budovy možno využít dřevo a uvádí příklady z historie architektury i za současné architektonické praxe.

Tepelná technika

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 omazávkou, 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. 3), s rámovou konstrukcí vyplněnou fošnami, 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. 3: Otisky roubené světnice na hradě Radyně



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

Obr. 4: Roubená světnice v Kutné hoře



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

Obr. 5: Táflování v audienční síni císaře Karla IV. na Karlštejně



Zdroj: <https://npu.fandom.com/wiki/T%C3%A1flov%C3%A1n%C3%AD>

Se zvýšením účinnosti kachlových kamen, používaných k vytápění, v pozdním středověku vřdřeva světnic postupně mizí zejména v městském a feudálním prostředí, ve venkovském prostředí však dřevěná zástavba často přetrvávala ještě do 20. století.

Dřevo je pro své tepelně izolační vlastnosti využíváno i v současné výstavbě. V případě dodatečného dřevěného obkladu je však třeba dbát na šíření vlhkosti konstrukcí tak, aby na vnitřním povrchu obvodové pláště nedocházelo ke kondenzaci vody, která by mohla dřevěné obložení znehodnotit.

Rovněž masivní srubové stěny mají v současné době využití. Laboratorní měření dokazují, že srubová stěna ze smrkového dřeva dosahuje tepelného odporu $R=3,12 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ a vypočteného součinitele prostupu tepla $U=0,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, což splňuje požadavek na maximální hodnotu součinitele prostupu tepla podle normy 730540-2:2012 ZMĚNA Z1 pro vnější stěny [6].

V průběhu historie stavebnictví až dodnes se ke snížení tepelných ztrát (zejména v noci) využívaly také dřevěné okenice. V současné době jsou tepelně izolační okenice často zateplen ještě vrstvou tepelné izolace z jiného materiálu (například pěnového polystyrenu).

Obr. 6: Dřevěné okenice



Zdroj: [Pixabay](#)

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 [7]. Používají se v kontaktních zateplovacích systémech i jako výplň prostoru mezi konstrukčními prvky v dřevostavbách, často v kombinaci s dalším materiálem tepelné izolace (nejčastěji minerální vatou). Dřevovláknité desky mají tepelně izolační schopnost srovnatelnou s konvenčními tepelně izolačními materiály.

Obr. 7: 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. Dřevopěnové 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 pěnitou strukturu. Po vytvrzení lze dřevěnou pěnu dále zpracovat na tvrdé dřevité desky nebo elastické pěnové rohože [8].

Kvalita vnitřního vzduchu

Zpočátku byla dostatečná kvalita vnitřního vzduchu chápána jako absence škodlivých látek a byla tedy zajišťována především větráním a odvodem spalin. Teprve později začaly být vnímány další vlastnosti vnitřního vzduchu, jako například teplotní stálost a relativní vlhkost. Dřevo není primárně používáno ke zlepšení kvality vnitřního vzduchu, přesto k němu však dřevěné povrchy v interiéru mohou značně přispět.

Dřevo je považováno za hypoalergenní. Hladké dřevěné povrchy se snadno čistí a nedrží se v nich prach (na rozdíl od kobereců a dalších textilních materiálů), proto jsou dřevěné podlahy často používány v prostředích, kde se zdržují osoby alergické na prach.

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 sádkartonovými deskami. Perforované akustické prvky, které jsou dýhovanou překližkou s povrchovou úpravou, snižují kolísání vlhkosti o 30 procent [9].

U dřevěných povrchů v interiéru je ovšem riziko uvolňování škodlivin z nátěrových hmot a pojiv. Nebezpečný je v tomto případě zejména formaldehyd, na jehož obsah ve dřevotřískových deskách a dalších materiálech na bázi dřeva jsou stanoveny přísné limity.

Akustika

Dřevo je relativně lehký materiál a jeho zvukově izolační vlastnosti tedy podle zákona o vlivu plošné hmotnosti na neprůzvučnost jednoduchých stěn (základní fyzikální zákon stavební akustiky) nejsou příliš dobré. Hladká dřevěná plocha není příliš vhodná ani jako akusticky absorpční materiál. Tvrdé dřevo naopak zvuk dobře odráží a lze ho tedy s úspěchem využít ke směřování zvukových odrazů [10].

Akustická odrazivost dřeva je využívána při výrobě hudebních nástrojů, v architektuře potom především v koncertních sálech. Dřevo má tu výhodu, že jej lze použít jak k výrobě akusticky odrazivých povrchů, tak akusticky absorpčních panelů při zachování jednotné estetické koncepce.

Dřevěné desky před vzduchovým polštářem jsou používány k absorpci nízkých frekvencí (basů). Dřevěné panely fungují jako rezonátory, zatímco základní rezonanční frekvence souvisí s hmotností na plošnou jednotku a s tuhostí vzduchového polštáře za nimi. Vzduchový obklad vede k jasnému zvuku díky absorpci nízkých frekvencí [11].

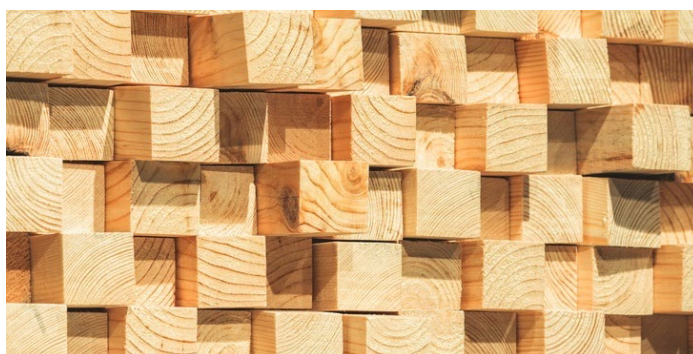
Obr. 8: Symfonická hala v Birminghamu



Zdroj: <https://www.thsh.co.uk/event/lunchtime-christmas-music-with-salisbury-cathedral-choir>

Dřevo je využíváno také k výrobě akusticky absorpčních panelů a stěn. Třebaže samo o sobě nemá výrazný akusticky pohltivý účinek, lze z něj vyrobit členité povrchy, které hluk utlumí ve své struktuře a částečně odráží jeho energii do více směrů.

Obr. 9: Dřevěný akustický panel



Zdroj: [Fotolia.com](https://www.fotolia.com)

Světelná technika

Denní osvětlení a proslunění budov je determinováno především základní hmotovou a prostorovou koncepcí budov a jejich urbanistickým kontextem, materiálové řešení v něm tedy nehraje primární roli.

Dřevěné prvky jsou v architektuře využívány především jako prostředek ochrany před sluncem. Dřevo se používá k výrobě lamelových žaluzií a slunolamů, které brání průniku přímého slunečního světla do interiéru a umožňují osvětlení difuzním světlem.

Obr. 10: Fasáda s využitím dřevěných slunolamů



Zdroj: <http://lite.lv/products/outdoor-shadowing-systems/sunbreakers/>

Novým materiálem na bázi dřeva, který v budoucnu pravděpodobně nalezne značné uplatnění ve stavebnictví, je takzvané průhledné dřevo. Tento materiál vyvinuli vědci ze švédského Královského technického ústavu (KTH) [12]. Ze dřeva byl uměle odstraněn lignin a nahrazen akrylátovým sklem.

Tento materiál zdokonalili vědci z Marylandské univerzity [13], kteří dřevo výše uvedeným způsobem obohatili ještě o polyethlenglykol. Takto upravené dřevo kromě toho, že propouští světlo, také velmi dobře ukládá teplo. Do budoucna se předpokládá využití transparentního dřeva jako náhrady skla jak ve stavebnictví, tak i například v solárních panelech.

Závěr

Dřevo bylo jako stavební materiál využíváno už od pravěku. Z hlediska kvality vnitřního prostředí byly nejvíce využívány jeho tepelně izolační schopnosti, kdy se až do dvacátého století jednalo v podstatě o jediný materiál, schopný efektivní tepelné izolace budov.

V současné době má dřevo ve stavebnictví obrovský potenciál především z hlediska trvalé udržitelnosti. Jedná se o materiál, který je jednak obnovitelný, jednak je po skončení jeho životnosti poměrně snadná jeho ekologická likvidace. V současné době jsou vyvíjeny některé moderní stavební materiály na bázi dřeva (například pěnové dřevo, transparentní dřevo), které by mohly nahradit v současnosti používané silikátové stavební materiály a tím zásadním způsobem snížit ekologický dopad stavebnictví.

Poděkování

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

Literatura:

- [1] Veverková Z. - Kabele K. - Dvořáková P. (2015): "*Vnitřní prostředí budov*", *TZB Haustechnik*, vol. 2015, no. 12015, pp. 14-18, 2015.
- [2] Jokl M.(1986): *Teorie vnitřního prostředí budov*, 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické, 1986.
- [3] Lechner N.(2015): *Heating, cooling, lighting: sustainable design methods for architects*, Fourth edition. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2015.
- [4] Hauserová M.(2014): "V kameni nebo ve dřevě?", in *Kapitoly z historie bydlení*, Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2014, pp. 11-26.
- [5] M. Hauserová, "Světlice jako srdce střeoevropského domu", in *Kapitoly z historie bydlení*, Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2014, pp. 27-60.
- [6] Al-Hajjar N., "Roubená stěna z dřevěných smrkových trámů tl. 300 mm", *TZB-info*. [Online]. Available: <https://stavba.tzb-info.cz/nosne-systemy-drevostaveb/12481-roubena-stena-z-drevenych-smrkovych-tramu-tl-300-mm>. [Accessed: 2019-09-29].
- [7] "Nahradí dřevo všudypřítomný polystyren? Tepelné izolace na bázi dřevovlákn", *Nazeleno.cz*. [Online]. Available: <https://www.nazeleno.cz/nahradi-drevo-vsudypritomny-polystyren-tepelne-izolace-na-bazi-drevovlakna/>. [Accessed: 2019-09-29].
- [8] "Pěnové dřevo je novinkou v oboru tepelných izolací", *DřevoStavby*. [Online]. Available: <https://www.drevoastavby.cz/drevostavby-archiv/stavba-drevostavby/izolace/3300-penove-drevo-je-novinkou-v-oboru-tepelnych-izolaci>. [Accessed: 2019-09-29].
- [9] Kuenzel H. - Holm A. - Sedlbauer K. - Antretter F. and Elinger M. (2004): "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.
- [10] "Acoustic properties of wood", *Wood Products*. [Online]. Available: <https://www.woodproducts.fi/content/acoustic-properties-wood>. [Accessed: 2019-09-30].
- [11] Bucur V. (1995):*The Acoustics of Wood* CRC Press, 2017.
- [12] Li Y., Fu Q., Yu S., Yan M. and Berglund L.(2016): "Optically Transparent Wood from a Nanoporous Cellulosic Template: Combining Functional and Structural Performance", *Biomacromolecules*, vol. 17, no. 4, pp. 1358-1364, 2016.
- [13] Zhu M., Song J., Li T., Gong A., Wang Y., Dai J., Yao Y., Luo W., Henderson D.and Hu L.(2016) "Highly Anisotropic, Highly Transparent Wood Composites", *Advanced Materials*, vol. 28, no. 26, pp. 5181-5187, 2016.