

# Vliv stínění na tepelnou stabilitu ekologických domů

Tomáš Váchal<sup>1</sup>  
Šárka Čálková<sup>2</sup>  
Petr Hejtmánek<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Fakulta stavební, ČVUT v Praze, Thákurova 2077/7, 160 00 Praha 6, tomas.vachal@fsv.cvut.cz

<sup>2</sup> Fakulta stavební, ČVUT v Praze, Thákurova 2077/7, 160 00 Praha 6, sarka.calkova@fsv.cvut.cz

<sup>3</sup> Fakulta stavební, ČVUT v Praze, Thákurova 2077/7, 160 00 Praha 6, petr.hejtmank@fsv.cvut.cz

Grant: SGS17/009/OHK/1T/11

Název grantu: Technologické, ekonomické a konstrukční zhodnocení realizace environmentálně šetrného objektu na bázi slámy a experimentální zjišťování jeho požárních charakteristik

Oborové zaměření: JN - Stavebnictví

© GRANT Journal, MAGNANIMITAS Assn.

**Abstrakt** Článek se zabývá problematikou letní teplotní stability v objektech, které jsou šetrné k životnímu prostředí. Byl navržen, vyprojektován a postaven objekt ekologicky šetrného domu, jehož konstrukce byla tvořena samonosnou slámou, hlinou a dřevem. Na tomto objektu byly změřeny potřebné hodnoty pro porovnání výsledků s výpočty, ze kterých vychází hypotéza celého výzkumu.

**Klíčová slova** teplota, stabilita, sláma, hlína

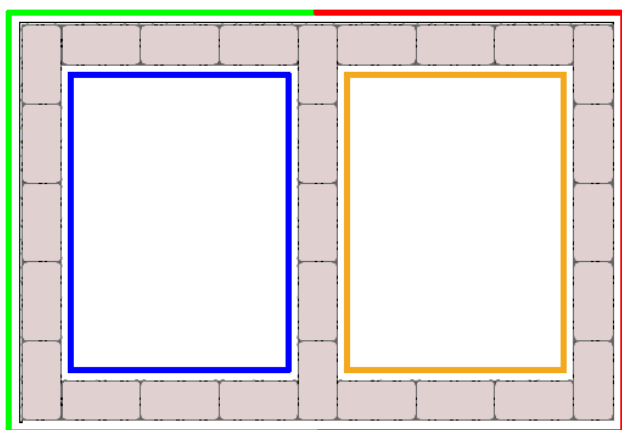
## 1. ÚVOD

Tento příspěvek řeší problematiku letní tepelné stability v objektech, které jsou šetrné k životnímu prostředí. Letní tepelná stabilita je v posledních letech ve světě velmi důležitým tématem z důvodu kolísání teplot v interiéru během letního období. K velkému kolísání teplot dochází především u budov, které mají velký podíl prosklených ploch ve fasádách, je však nutné zajistit tepelnou stabilitu i u běžných staveb. Výstupy diplomové práce, které budou navazujícími materiály na tento příspěvek, budou nápomocny široké veřejnosti v rozhodování, zda má smysl výstavba ekologických staveb na podobném principu, podobně jako je realizovaný experimentální objekt.

## 2. EXPERIMENTÁLNÍ OBJEKT

Ze studentské grantové soutěže Českého vysokého učení technického v Praze, grantu č. SGS17/009/OHK/1T/11, byl financován návrh, projekční práce a stavba experimentálního objektu. V rámci usnadnění administrativy bylo rozhodnuto, že realizovaný objekt bude o celkové půdorysné ploše do 25m<sup>2</sup>, neboť takový objekt nevyžaduje vyřizování stavebního povolení ani ohlášení stavby. Celý objekt byl již od fáze projektu řešen jako co nejvíce šetrný k životnímu prostředí, ale s ohledy na celkový rozpočet stavby to nebylo úplně jednoduché. Stavba byla založena na devíti betonových patkách o půdorysných rozměrech 500x400mm, na které byl položen dřevěný věnec, který byl tvořen latěmi o průřezu 50x40mm a OSB deskami tloušťky 18mm. Na spodní dřevěný věnec byly ukotveny kastlíky pro dveře, které byly technologicky řešeny úplně stejně jako již zmiňovaný věnec. Po jejich osazení se již mohlo začít se skládáním slaměných balíků do

požadované výšky dle projektové dokumentace, samozřejmě s ohledem na osazení kastlíků pro okna. Po dokončení výstavby slaměných stěn byl osazen horní ztužující věnec, jehož řešení bylo úplně stejné, jako řešení věnce spodního. Po tomto procesu přišla řada na stažení stěn ocelovými páskami, které byly předepnuty dle přesného stanovení zatížení konstrukce. Konečně přišla na řadu pultová střecha. Bohužel na tomto místě bylo použito ne úplně ekologických zdrojů, a to především z důvodu ekonomického. Krytinou se staly asfaltové pásy. Po dokončení kompletní nosné konstrukce slaměného domu o půdorysných rozměrech 6x4 m, mohly začít dokončovací práce. Jednak šlo o osazení výplní otvorů, především se ale jednalo o nanesení omítek. Vnitřní omítky byly v obou místnostech v interiéru hliněné, na straně exteriéru byly zvoleny na polovině hliněné a na druhé polovině vápenné. V obou případech bylo žádoucí nanést stejnou tloušťku omítky. Pro vznik diplomové práce, která bude navazovat na tento článek, bylo důležité, aby oba druhy omítek měly stejnou hodnotu prostupu tepla, což bylo ověřeno v programu URSA OBÁLKA. Obě omítky měly při dané tloušťce 50mm součinitel tepelné vodivosti roven hodnotě 0,8Wm-1K-1. Na základě této hodnoty bylo uvažováno se stejnými podmínkami v obou místnostech experimentálního domu. Přibližně se stejnými podmínkami bylo uvažováno na základě polohy vůči světovým stranám. Okno v každé z místností bylo orientováno na stranu jižní, přičemž dveře byly orientovány na stranu východní a západní. Obě místnosti byly odděleny stěnou, která měla stejnou skladbu, jako stěny obvodové.

**LEGENDA:**

- |                                                                                                         |                                                                                                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  Hliněná omítka vnější |  Hliněná omítka s polymerem       |
|  Vápenná omítka        |  Hliněná omítka vnější, vyztužená |

Obr. 1: Půdorys experimentálního objektu spolu s materiálovým rozdělením omítek

### 3. TEPELNÁ STABILITA V LETNÍM OBDOBÍ

Definice stability byla převzata od Kulhánka [1]. Hodnocení tepelné stability místnosti je typickým příkladem neustáleného teplotního stavu, neboť zkoumá chování vnitřního prostoru v případě, že je místnost v letním období osluněna a dochází k nárůstu teploty vnitřního vzduchu. Letní tepelná stabilita místnosti je stále aktuálnější problém, neboť především u objektů s vysokým podílem prosklených ploch v obvodovém plášti je nebezpečí přehřívání vnitřního prostoru v letním období vysoce akutní.

#### 3.1 Stanovení teplotní stability v letním období

Pro určení tepelné stability právě v letním období je nejdůležitějším ovlivňujícím faktorem nejvyšší denní vzestup teploty vzduchu v místnosti. Pro určení této veličiny existují tři možné postupy.

Prvním z nich je výpočet. Výpočet této veličiny je podrobně specifikovaný v normě ČSN 73 0540-4, nicméně vychází z Kirscherova vztahu. Pro tento postup je nutné znát maximální tepelný zisk a akumulovanou tepelnou energii v neosluněných konstrukcích tvořících místnost, pro jejíž zjištění je potřebné znát přesné specifikace všech materiálů, které tvoří svislé i vodorovné konstrukce. Tento způsob je nejsložitější.

Druhý způsob je za pomoci softwaru. Ideálním příkladem softwaru je program Stabilita 2011, který je právě k těmto účelům určen. K určení tepelné stability pomocí tohoto programu je nutné zadat materiálové charakteristiky, orientaci ke světovým stranám a velikosti otvorů v dané místnosti. Program pomocí výpočtového algoritmu zpracuje zadaná data a jeho výstupem jsou výsledky, které lze následně použít.

Třetím způsobem je samotné měření teploty po určitou dobu a následně vyhodnocení oscilací teplot ve vnitřních a vnějších prostředí objektu.

#### 3.2 Měření teplot v experimentálním objektu

Pro určení tepelné stability postaveného experimentálního objektu byla zvolena varianta třetí, tzn. přímé měření teploty. Měření probíhalo po celé tři měsíce po ukončení výstavby a uzavření

objektu v obou místnostech stavby. Uvnitř byla nainstalována souprava s čidly a centrální ústřednou pro sběr dat, která byla propojena s notebookem, do kterého byla zaznamenávána data každých pět vteřin. Pro získání dat k vyhodnocení, byla v objektu umístěna čidla: dotyková terčíková čidla na vnější líc skla oken, na vnitřní líc skla oken, prostorová čidla uprostřed místnosti ve výšce 10 cm od podlahy a prostorová čidla uprostřed místnosti 10 cm od hrany pohledu.

#### 3.3 Měření teplot v experimentálním objektu

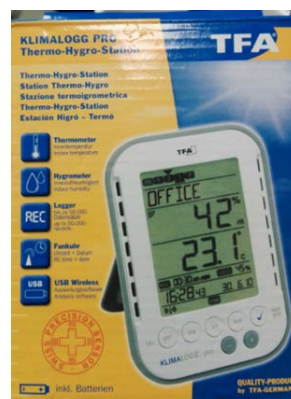
Měření probíhalo v obou místnostech kontinuálně. Pro měření a vyhodnocení dat byly vytvořeny tři různé scénáře. První byl referenční, kdy měření proběhlo v obou místnostech bez stínících prvků. Následně dva již probíhaly s použitím stínících prvků. V druhém byl přidán vnitřní stínící prvek na okno jedné místnosti – látka na bázi geotextilie, která měla téměř nulovou propustnost světla. Poslední měření probíhalo s vnějším zakrytím pomocí textilní markýzy.

#### 3.4 Měřicí přístroje



Obr. 2: Centrální ústředna pro přenos naměřených dat

Pro správnou kalibraci čidel a odstranění možných odchylek byla použita čidla značky TFA. Oba druhy čidel měřily s přesností na 0,1°C, což bylo pro naše účely dostačující.

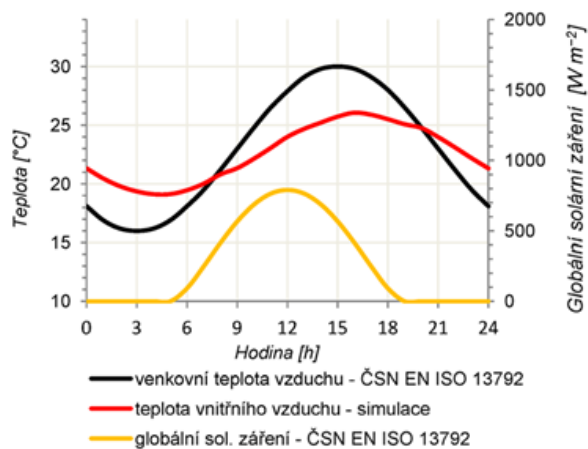


Obr. 3: Čidlo značky TFA určeno pro kalibraci

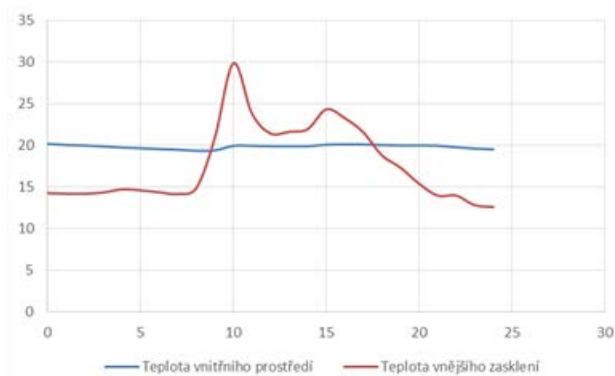
#### 3.5 Hypotéza

Předpokládaný závěr měření je viditelný na grafu viz Obr. 4, který vychází z ČSN ISO 13792. [2] Snahou celého záměru bylo navrzení takové konstrukce, která bude z hlediska teplotní stability vyhovovat lépe, než je tomu dle již zmíněné normy.

Na Obr. 5 je viditelný průběh teplot, který byl měřen na experimentálním objektu. Graf je zpracovaný zatím pouze pro jeden den, jedná se o 3. 9. 2017. Vzhledem k množství naměřených dat, bohužel zatím nejsou zpracované kompletní výsledky.



Obr. 4: Graf průběhu teplot dle ČSN ISO 13792



Obr. 5: Graf průběhu teplot experimentálního objektu

#### 4. ZÁVĚR

Pro množství dat, která jsou naměřena, nejsou kompletní výsledky vyhodnoceny. Prozatím se práce nachází ve fázi hypotézy, kdy je předpokládán normový průběh, případně o něco lepší tepelná stabilita v experimentálním objektu.

#### Zdroje

1. KULHÁNEK, František. Stavební fyzika II: stavební tepelná technika. Vyd. 3., přeprac. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2006. ISBN 80-01-03408-9.
2. Ut egestas vestibulum lacus fermentum consectetur. Praesent sit amet eros sit amet purus