

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

<b>Název práce:</b>	<b>Tepelně vlhkostní chování oken v obvodovém plášti dřevostavby</b>
<b>Jméno autora:</b>	<b>Bc. Matěj Dvořák</b>
<b>Typ práce:</b>	diplomová
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta stavební (FSv)
<b>Katedra/ústav:</b>	Katedra konstrukcí pozemních staveb
<b>Vedoucí práce:</b>	Ing. Kamil Staněk, Ph.D.
<b>Pracoviště vedoucího práce:</b>	ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Katedra konstrukcí pozemních staveb

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání</b>	<b>náročnější</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zadání bylo náročné tematicky i rozsahem. Student měl kromě jiného navrhnout a stavebně realizovat velkorozměrový experimentální vzorek obvodové stěny dřevostavby se zabudovaným oknem, provést na něm měření vzduchotěsnosti a tepelně-vlhkostního chování, analyzovat měřená data a průběh experimentu simulovat pomocí pokročilých výpočetních nástrojů. Průběžné vyhodnocení výsledků zkoušek vzduchotěsnosti si vyžádalo jejich opakování a doplnění o laboratorní měření na malorozměrových vzorcích. Práce se také neobešla bez řady doprovodných úloh ať už v souvislosti se stavební realizací vzorku, osazením snímačů nebo ovládním zkušebních zařízení.	

<b>Splnění zadání</b>	<b>splněno</b>
<i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i>	
Zadání bylo splněno.	

<b>Aktivita a samostatnost při zpracování práce</b>	<b>A - výborně</b>
<i>Posuďte, zda byl student během řešení aktivní, zda dodržoval dohodnuté termíny, jestli své řešení průběžně konzultoval a zda byl na konzultace dostatečně připraven. Posuďte schopnost studenta samostatně tvůrčí práce.</i>	
Student pracoval na splnění zadání a konzultoval postup prací aktivně a pravidelně, na konzultace byl dobře připraven. Dokázal se také samostatně zorientovat a doplnit si znalosti nad běžně probíraný rámec v oblasti vzduchotěsnosti a tepelně-vlhkostního chování konstrukcí i v příslušných metodách měření.	

<b>Odborná úroveň</b>	<b>A - výborně</b>
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Student při zpracovávání prokázal vysokou úroveň znalostí, práce je po odborné stránce kvalitní. Výsledky jsou cenným příspěvkem do širší diskuze o tepelně-technickém chování moderních montovaných staveb na bázi dřeva.	
Nedostatky: Části, kde jsou výsledky diskutovány a formulovány závěry, by mohly být propracovanější. Práce však byla první zkušeností autora s komplexní problematikou měření a numerického simulování složitějších tepelně-technických jevů, které jsou zatíženy řadou nejistot a jejichž interpretace není snadná. Nejedná se tak z mého pohledu o podstatný nedostatek práce s vlivem na hodnocení.	
Dílní poznámky:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Zkušební komora nereguluje tlakový rozdíl při měření průvzdušnosti vzorku pomocí ventilátoru s proměnnými otáčkami, jak je uvedeno na str. 39, ale dávkováním stlačeného vzduchu.</li> <li>○ Měřené rozložení teplot po výšce okna je přisuzováno charakteru obtékání vnitřního povrchu vzorku cirkulujícím vzduchem ve zkušební komoře, vliv vertikální cirkulace plynu v dutinách zasklívací jednotky není zmíněn.</li> <li>○ Užití odborné terminologie je až na drobné výjimky v pořádku. Například na straně 46 místo „Objemový tok OSB desek...“ má být „Objemový tok vzduchu OSB deskami...“.</li> </ul>	

- Je vhodné v textu důsledně rozlišovat fólii v roli celoplošné parozábrany od okenní fólie š. 70 mm v roli vnitřního uzávěru připojovací spáry.

## Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

**B - velmi dobře**

*Posudte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posudte typografickou a jazykovou stránku.*

- Chybějící odkazy na obrázky, grafy a tabulky mírně znesnadňují orientaci.
- V grafech s průběhy jednotlivých veličin (teplota, relativní vlhkost) by mělo být pečlivě vyznačeno a popsáno všech sedm etap tepelně-vlhkostního experimentu. Usnadnilo by to orientaci, grafy by byly čitelnější.
- Označení měřicích míst a datových řad v grafech je zbytečně složité. Interní označení snímačů (např. TRHb, Tc apod.) není podstatné. Ve schématech lze vyznačit pouze měřicí polohy (např. 11) a měřené veličiny v jednotlivých bodech odlišit např. tvarem nebo barvou značky s příslušnou legendou. V legendě grafů by pak bylo stručnější označení kombinující polohu snímače a měřenou veličinu, např. 12b\_Q, 11a\_T apod.
- Práci by také prospělo pečlivé závěrečné pročtení a oprava některých formulačních nedostatků. V práci se sice vyskytuje jen malý počet překlepů, ale místy chybí slovo nebo je věta méně srozumitelná – zřejmě důsledek dodatečného pozměnění některých vět.

## Výběr zdrojů, korektnost citací

**A - výborně**

*Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posudte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.*

Během práce student vhodně využíval dostupné odborné zdroje, jejich citování v textu je korektní.

## Další komentáře a hodnocení

*Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.*

- V úvodních kapitolách je dobře zpracovaný obecnější základ pro navazující experimentální a výpočtové části práce.
- Součástí experimentální části je měření průvzdušnosti obvodové stěny dřevostavby se zabudovaným oknem, kde OSB tvoří vzduchotěsnicí vrstvu. Výsledky jsou dobře a přehledně zpracované. Podařilo se oddělit plošnou průvzdušnost OSB, spárovou průvzdušnost OSB a průvzdušnost zabudovaného okna. Výsledky byly také vhodně zasazeny do širšího kontextu na příkladu modelové budovy.
- Studentovi se podařilo podrobně zmapovat tepelně-vlhkostní chování obvodové stěny dřevostavby se zabudovaným oknem za různých okrajových podmínek. Prokázal, že dvouplášťová difuzně otevřená skladba má při správném návrhu a provedení velkou rezervu vlhkostní bezpečnosti. Z výsledků je také patrný nárůst vlhkosti ve skladbě při přetlaku na straně interiéru, který souvisí s plošnou průvzdušností OSB. Podobných dat je k dispozici velmi málo.
- Výsledky výpočetní části ukazují, že při pečlivém sestavení výpočetního modelu lze v jednodušších případech dosáhnout dobré shody s měřeným chováním. U složitějších případů, jako je detail ostění zabudovaného dřevohliníkového okna, je shoda výpočtu s měřením u některých experimentálních etap nižší. Ukazuje to na potřebu přistupovat k výpočtům náročnějších tepelně-vlhkostních úloh s jistou rezervou.
- Výslední výpočetní části také ukázaly, že difuzně otevřená i uzavřená řešení obvodové stěny mohou fungovat bez vlhkostních rizik včetně detailu ostění okna, jsou-li správně provedena. Jak ale plyne z předchozího zjištění, je v případě složitějších stavebních detailů vhodné zohlednit nejistotu výpočtů.

Text diplomové práce má také jeden rys, který znesnadňuje čtenáři orientaci, a tím je absence srozumitelných úvodů do jednotlivých částí – kapitol a podkapitol. Text rychle směřuje k popisu vzorků, měřicích nebo výpočetních metod apod., ale postrádá užší vazbu na celek a stručné představení dílčích cílů a použitých prostředků. Např. U kapitoly 6 Výpočetní část by bylo možné začít takto: *Cílem této části práce bylo prověřit tepelně-vlhkostní chování obvodových plášťů dřevostavby se zabudovaným oknem a vyhodnotit míru jejich vlhkostní bezpečnosti v běžných provozních podmínkách. Byly použity celkem čtyři výpočetní nástroje – dva dynamické (WUFI Pro a WUFI 2D) a dva stacionární (Tepl a Area). WUFI Pro a Tepl se omezují na jednorozměrný přenos tepla a vlhkosti (1D) a bylo jimi posuzováno chování skladeb obvodové stěny. WUFI 2D a*

*Area umožňují simulovat dvourozměrné (2D) šíření tepla a vlhkosti a bylo jimi posuzováno chování stavebního detailu v ostění okna. Postup práce byl následující. Nejprve byly sestaveny výpočetní modely odpovídající provedenému experimentu. Vypočtené teploty a vlhkosti byly porovnány s měřenými hodnotami z odpovídajících míst v konstrukci. Výpočetní modely byly následně pozměněny a rozšířeny pro popsání dalších obvyklých uspořádání ať už skladby obvodové stěny nebo stavebního detailu v ostění okna. Doplnkově byl proveden pokus o výpočet chování připojovací spáry s vynechanou PU pěnou pomocí vložení náhradních materiálů zastupujících vliv vertikální cirkulace ve vzduchové dutině.*

### **III. CELKOVÉ HODNOCENÍ A NÁVRH KLASIFIKACE**

*Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení.*

Práce je komplexní a po odborné stránce kvalitní. Její jádro tvoří laboratorní experimenty a dynamické simulace tepelně-vlhkostního chování obvodového pláště dřevostavby se zabudovaným oknem. Obě části na sebe úzce navazují a práce tvoří kompaktní celek s cennými praktickými výstupy.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **A - výborně**.

Datum: 6.2.2024

Podpis: