

Doc. Ing. Ivan Moudrý, CSc.,
Vysoké učení technické v Brně,
Fakulta stavební,
Veveří 95,
602 00 - Brno

Oponentský posudek

doktorské disertační práce Ing. Michala Majśniara „**Vliv vegetační střechy na tepelnou stabilitu objektu**“ ve studijním programu Stavební inženýrství studijního oboru 3608V001 Pozemní stavby na fakultě stavební VUT v Brně pod odborným vedením školitele prof. RNDr. Ing. Stanislava Šťastníka, CSc.

Oponentský posudek byl vypracován na podkladě ustanovení oponentem děkanem fakulty stavební VUT v Brně a vyžádaný dopisem č. j. 33/2017 z 27. 2. 2017.

Hodnocení disertační práce

Předložená práce doktoranda je sepsána na 110 stranách (celkem 38 obrázků, 10 tabulek, 16 grafů, 17 literárních referencí). Je členěna do patnácti hlavních kapitol. Text disertační práce je sepsán v českém jazyce, z čehož asi 50 stran je věnováno přehledu současného stavu problematiky a 60 stran vlastní experimentální části. V závěru práce podává přehled deseti vlastních publikací v roli autora nebo spoluautora.

a) Aktuálnost tématu disertační práce

Tematické zaměření práce odpovídá současným aktuálním problémům ve stavebnictví, zejména těžiště jejího využití je při návrhu opatření staveb proti účinkům vnějšího klimatu v rámci zimní a zejména letní tepelné ochrany. V oblasti stavebnictví jde o problematiku zajištění dlouhodobé funkční spolehlivosti stavebních konstrukcí bez rizika degradace požadované úrovně tepelné pohody účinky nadměrné vnitřní teploty ve vnitřním prostředí budov v letním období.

b) Splnění stanoveného cíle disertační práce

Cíle disertační práce jsou vymezeny na straně 56 takto:

1. Sestavení dynamického tepelného modelu budovy.
2. Upřesnění dynamického tepelného modelu budovy, započtení vnitřních zdrojů tepla.
3. Prokázání účinnosti vegetační střechy na tepelnou stabilitu u bytové výstavby z hlediska klimatických podmínek České republiky.

V úvodní části disertační práce je uveden formální přehled způsobů šíření tepla související s aplikací vegetační střechy. Zabývá přehledem fyzikálních vlastností materiálů konstrukčních vrstev vegetační střechy, jejich projevy z hlediska klimatických účinků při změně vlhkosti a teploty, také uvádí přehled rostlin vhodných pro zelené střechy s členěním na jednoleté rostliny, bylinné trvalky, sukulenty, trávy a geofity. Nesporně mezi zajímavé fyzikální veličiny je závislost součinitele tepelné vodivosti na teplotě a na objemové hmotnosti při změnách vlhkosti v oblasti intervalu praktické vlhkosti zabudované materiálové vrstvy vegetačního substrátu.

Disertant se také zaměřuje na další konstrukce stavebního objektu, které ovlivňují energetickou náročnost a mikroklimatické projevy v celém objektu, jako jsou okenní

konstrukce, spárová těsnost objektu, resp. průvzdušnost aj. s ohledem na konstrukci domu. Jsou uváděny charakteristiky nízkoenergetického domu, pasivního domu a objektu s téměř nulovou energetickou spotřebou na vytápění. Výsledky z provedených měření vychází z geometrického uspořádání experimentálního prostoru, které jsou tak poplatné pouze pro danou posuzovanou situaci. V teoretické části práce jsou shrnuty legislativní nástroje podle platné tepelně-technické normy pro hodnocení objektu z hlediska jejich tepelné stability jak pro zimní, tak i pro letní období.

Pro hodnocení objektů se disertant vydal vlastní cestou, neboť využívá výpočtového posuzovacího nástroje, který vychází z principu tepelného systému budovy. Modelové uspořádání objektu vystihuje jak tepelně-izolační, tak i tepelně-akumulační vlastnosti stavebních materiálů zabudovaných do stavebních konstrukcí s reálnými tepelnými toky procházející dělicími stavebními konstrukcemi. Tepelný systém objektu není autonomní, je navázán na vnější klimatické podmínky referenčního roku platného pro brněnskou oblast, který zohledňuje jak průběh vnějších klimatických teplot, tak polohu slunce na obloze kvůli geometrii oslunění vnějších stěn objektu a tepelné zisky v osluněných místnostech, okamžitou relativní vlhkost vzduchu, a to tzv. čtvrt hodinovými údaji. Výsledky numerických simulací měly být konfrontovány s fyzikálními daty ze společného měření na experimentální střeše, která však nebyla v plánované lhůtě studijní doby doktoranda sestavena. Proto využil pro porovnání výsledků simulací s teplotním průběhem podle vlastního teplotního měření experimentálního fragmentu střechy.

c) Hodnocení postupu řešení a výsledků disertační práce

Přínos disertační práce spočívá ve využití simulačního přístupu pro navrhování a posuzování stěnových konstrukcí s vhodnými materiály a snahou o ověření způsobem experimentálních měření s cílem navrhnout na této bázi takové uspořádání vegetační střechy, které poslouží jako podklad pro navrhování tepelně i teplotně zatížených vnitřních místností budov.

K výsledkům a prezentaci výsledků v předložené práci mám některé připomínky a dotazy:

1. Dizertant ve své práci na straně 62 uvádí popis řešení problému nestacionárního šíření tepla pomocí Crank-Nicolsonova schématu. V následující kapitole 7.4. není s úplností nastíněna implementace metodiky do strojového programu a využití systému bilančních rovnic místností. Bylo by účelné tento mechanismus upřesnit z hlediska konkrétního využití v numerickém zpracování včetně způsobu využití okrajových podmínek z hlediska teplotní rovnováhy v časově závislé evoluci teplot v konstrukcích.
2. Dizertant v odstavci 11.3. vyčíslil průběhy teplot v posuzované střešní konstrukci. V práci není blíže zmiňováno, jak se projeví na teplotách v interiéru vliv orientace objektu ke světovým stranám.
3. V disertační práci se v grafu 7 a 8 uvádí průběh potřeby tepelného výkonu. Do energetické bilance objektu rovněž vstupuje uváděná míra výměny vnitřního vzduchu. V případě využití uvedených závislostí se však neuvádí potřebná plošná velikost vegetační střechy. Uvedený dotaz se rovněž vztahuje i na křivky uváděné v grafech 10 až 16.
4. V souvislosti s použitým materiálem tepelné izolace ve střešní obalové konstrukci lze prokázat, že při použití minerálně-vláknitá tepelná izolace vychází poměrně krátká doba fázového zpoždění teplotní vlny. Jak mohou být ovlivněny tyto údaje při použití vegetačních vrstev? Analogicky lze očekávat, že se v této souvislosti projeví i mikroklimatických podmínek v interiéru objektu.
5. Ze závěrů disertační práce vyplývá, že z hlediska možnosti dalšího pokračování studia v dané problematice se připouští, že lze využít numerického modelu pro posuzování

konstrukčních úprav skladeb stavebních konstrukcí. Tento způsob by byl patrně nejvhodnějším nástrojem k prokazování funkčních vlastností, pokud se nejdříve prokáže velmi těsná vazba mezi vlastnosti numerického modelu a reálnými tepelnými pochody ve vzorku / zde vlastnostmi experimentální místnosti. Patrně by tak mohlo odpadnout nákladné a časově náročné sestavení zkušebních vzorků, experimentování a výsledky modelování by poskytly širší platnost bez omezení na zkoušený vzorek.

6. Dotazují se, jak by poznatky o chování vegetační střechy podle numerických simulací mohly být ovlivněny „size effectem“ místnosti vůči výsledkům pořízeným na případně studovaném experimentálním objektu?

d) Význam pro praxi a rozvoj vědního oboru

Předložená disertační práce přispívá k řešení problémů souvisejících s teplotním chováním tepelně zatížených místností. Na základě svých experimentálních výsledků předkládá možnosti aplikace vegetační střechy s cílem snížení špičkových denních teplot v letním období. Jde o možnost řešení případných problémů s tepelnou stabilitou místností ještě ve fázi návrhu stavební konstrukce. Zároveň pokládá základ pro další výzkumné aktivity vedoucí k rozšíření možností a zpřesnění provozních podmínek materiálových vrstev stavebních konstrukcí pomocí numerického modelování. Svým obsahem přispívá praktickému využití dané problematiky a nabízí další možnosti pro rozvoj dané vědní oblasti stavební tepelné techniky a akumulace tepla ve stavebních konstrukcích.

e) Úroveň formální úpravy disertační práce a její jazyková úroveň

Disertační práce je s ohledem na zadané téma zpracována v potřebném rozsahu, text práce je sepsán češtinou s několika gramatickými, výrazovými i matematickými nepřesnostmi, které sice snižují úroveň práce, avšak ve výsledku neovlivňují celkovou kvalitu odvedené práce.

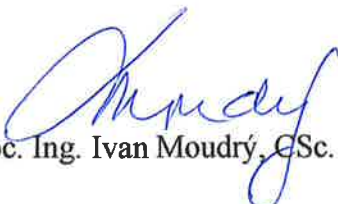
Závěr oponentského posudku

Jsem přesvědčen o tom, že posuzovaná práce doktoranda Ing. Michala Majsniara splňuje požadavky dané zákonem č.111/98 Sb. a článkem Studijního a zkušebního řádu doktorského studijního programu co do rozsahu práce, vědeckého přínosu i náročnosti řešení zadaného tématu práce.

Výše uvedené dotazy a připomínky mohou být doplněny a zodpovězeny během odborné rozpravy při obhajobě disertační práce.

Na základě celkového hodnocení doporučuji doktorskou disertační práci Ing. Michala Majsniara přijmout k obhajobě ve studijním oboru Pozemní stavitelství.

V Brně 8. 4. 2017


Doc. Ing. Ivan Moudrý, CSc.