

doc. Ing. Jan Pěňčík, Ph.D.
VUT v Brně, Fakulta stavební
Ústav pozemního stavitelství
Veveří 95, 602 00 Brno

OPONENSTKÝ POSUDEK

disertační práce
Ing. Libora Matějky, DiS.

na téma

Optimalizace konstrukčních detailů jednoplášťových plochých střech

Úvod

Dne 29. 1. 2015 jsem byl požádán dopisem děkana Fakulty stavební, Vysokého učení technického v Brně, prof. Ing. Rostislavem Drochytkou, CSc. ve smyslu článku 45 Studijního a zkušebního řádu doktorského studijního programu Fakulty stavební Vysokého učení technického v Brně o převzetí funkce oponenta doktorské disertační práce Ing. Libora Matějky, DiS. zpracované na téma *Optimalizace konstrukčních detailů jednoplášťových plochých střech* ve studijním programu Stavební inženýrství studijního oboru 3608V001 Pozemní stavby.

K posouzení a vypracování posudku byla předána disertační práce a teze disertační práce. Vlastní disertační práce o rozsahu 130 stran je uspořádána do pěti kapitol. Součástí práce je rovněž seznam použité literatury a zdrojů, ze kterých bylo při zpracování práce čerpáno (52 ks), seznam publikací autora (25 ks), ve kterých je Ing. Libora Matějky, DiS. uveden jako hlavní autor (11 ks) nebo spoluautor (14 ks), seznam použitých zkratk, symbolů a veličin s jednotkami, seznam obrázků (39 ks) a seznam tabulek (60 ks).

Aktuálnost tématu

Disertační práce se zabývá problematikou optimalizace konstrukčních detailů jednoplášťových plochých střech. Zaměřuje se na možnost aplikace recyklovaných materiálů, což je v současné době aktuální téma vzhledem ke snaze minimalizovat využívání přírodních zdrojů resp. snaze zajistit, aby čerpání přírodních zdrojů nepřesahovalo jejich vytváření. Aktuálnost využití recyklovaných materiálů lze vidět i v zefektivnění v oblasti trvale udržitelného rozvoje.

Informace a závěry získané pomocí optimalizačního algoritmu jsou přínosné a umožňují na základě vstupních definovaných kritérií zvolit v rámci konstrukčního řešení nejvhodnější variantu řešení konstrukčního detailu.

Cíle disertační práce

Cíle disertační práce, které jsou přehledně uvedeny v kapitole 2, vychází z řešení širšího tématu, kterým je aplikace recyklovaných materiálů pro nízkoenergetickou a pasivní výstavbu v konstrukčních detailech plochých jednoplášťových střech při uvažování optimalizace konstrukčního řešení.

V rámci řešení disertační práce porovnává recyklovaný materiál *tepelně izolačního bloku z kompozitního materiálu* s dalšími stavebními materiály, které se používají pro řešení tří

konstrukčních detailů plochých jednoplášťových střech, a to (1) ukončení ploché jednoplášťové střechy atikou, (2) ukončení ploché jednoplášťové střechy okapem a (3) průnik železobetonové konstrukce střešním pláštěm.

Pro splnění vytčených cílů disertační práce doktorand využil komparace metody experimentálního měření a metody numerického modelování (normový přístup). Jedná se o práci, která obsahuje jak teoretickou, tak i experimentální část. Doktorand v souladu s cíli současně navrhl a ověřil optimalizační algoritmus pro hodnocení konstrukčních detailů, který je založený na aplikaci multikriteriálních hodnotících metod.

Na základě optimalizačního algoritmu bylo provedeno vyhodnocení optimálních variant konstrukčních detailů (1), (2) a (3).

Postup řešení problému – metody zpracování

Při zpracování disertační práce doktorand použil tři metody zpracování, tj. teoretický rozbor, numerické modelování a experimentální měření.

Teoretický rozbor, tj. analýza tepelně technických modelů, teoretický výpočet technických veličin (součinitel tepelné vodivosti, lineární činitele prostupu tepla, teplotní faktor vnitřního povrchu), multikriteriální analýza a experimentální měřící metody, je uveden v kapitole 3. Součástí kapitoly je popis laboratorního stanovení nasákavosti kompozitního materiálu.

Přehled analyzovaných konstrukčních detailů s uvedením jejich popisu a výsledků numerického modelování včetně výběru optimální varianty na základě multikriteriální analýzy je uveden v kapitole 4.

Závěr a přínos pro praxi a další rozvoj vědy je uveden v kapitole 5.

Význam disertační práce pro praxi a pro rozvoj vědního oboru

Význam disertační práce pro praxi a pro rozvoj vědního oboru je možné vidět v několika oblastech. Navržení optimalizačního algoritmu založeného na multikriteriální analýze snižuje riziko neoptimálních konstrukčních návrhů. Současně pomocí optimalizačního algoritmu bylo zjištěno, že současný trend využívání vnějších kontaktních zateplovacích systémů nemusí být vždy tím nejoptimálnějším konstrukčním řešením. Získané poznatky a závěry lze použít i v projekční činnosti, při výběru vhodného stavebně konstrukčního řešení resp. výběru vhodných materiálů pro zvolené stavebně konstrukční řešení.

Doktorská práce má i význam ve formě získání nových informací o kompozitním materiálu, tj. o nasákavosti kompozitního materiálu a závislosti nasákavosti na objemové hmotnosti.

Z uvedených důvodů je předložená disertační práce aktuální a je přínosná a výsledky v ní uvedené přispívají k rozvoji vědního oboru.

Formální úprava disertační práce a její jazyková úroveň

Grafická, formální i jazyková úroveň disertační práce je na dobré úrovni. Text je členěn do kapitol. Členění kapitol by mohlo být lépe logicky zvoleno. Grafy a obrázky jsou vždy doplněny vhodným vysvětlujícím textem a popisem.

Hodnocení práce a činnosti doktoranda

Doktorand zpracováním disertační práce prokázal schopnost používat metody teoretického rozboru, numerického modelování a experimentálního měření. Současně prokázal schopnost orientovat se v odborné literatuře a schopnost provést in-situ měření.

Publikační činnost doktoranda je uvedena v seznamu publikací autora. Celkově je doktorand uveden v 25 publikacích, z toho v 11 případech jako hlavní autor a v 14 případech jako spoluautor. Doktorand publikoval jak v českých časopisech např. *Časopis Stavebnictví*, tak také v zahraničních časopisech např. *International Journal of Civil and Environmental Engineering*, *Eurostav*. Současně publikoval i na českých např. *Juniorstav 2013*, *Juniorstav 2012*, *Budovy a prostředí 2010*, i zahraničních konferencích s výstupy zařazenými do databáze SCOPUS a s nenulovým hodnocením výsledků podle metodiky VaV.

Připomínky a poznámky k textu disertační práce

K disertační práci mám tyto připomínky a dotazy, které by měl doktorand v rámci diskuze zodpovědět.

Připomínky:

- Vědecko-výzkumné texty, mezi které disertační práce patří, je vhodné publikovat s jednostranným tiskem oproti použitému oboustrannému tisku.
- V textu disertační práce nejsou uvedeny odkazy na literaturu, která je uvedena v kapitole *Seznam použité literatury* uvedené na str. 112 až 115 standardně uvažovaným způsobem ve formě [...] nebo jiným způsobem. Proč je v disertační práci použit dvojitý způsob odkazování na odbornou literaturu, tedy uvedení literatury v textu na straně jejího výskytu a poté v kapitole *Seznam použité literatury*? Proč nesouhlasí počet uvedených zdrojů – v textu 58 odkazů, v kapitole *Seznam použité literatury* 52 odkazů?
- Drobné chyby v textu např. statické vlastnosti na str. 18, v odkazu na str. 50, na str. 63 (2× odkaz na Obr. 19 v jedné větě) a další.
- V textu kapitoly 3.4.2 je uvedeno, že pro experimentální měření bude nalezen vhodný objekt, na kterém bude provedeno experimentální tepelně technické měření v reálném prostředí. Na str. 73 a str. 74 jsou uvedeny výsledky měření. V textu není uvedeno, o jaký objekt se jedná, jeho orientace a lokace, nejsou uvedeny skladby konstrukcí, přesné umístění čidel, atd. Umístění čidel je pouze orientačně uvedeno na Obr. 13.
- V textu kapitoly 4.1 jsou představeny uvažované konstrukční detaily ozn. A, B a C. Variantní řešení uvedené v Tab. 9 (str. 55) a v Tab. 11 (str. 59) nemá v textu žádnou grafickou interpretaci včetně uvedení rozměrů, výpisů skladeb konstrukcí, použitých materiálů a jejich vlastností. V případě konstrukčního detailu B, obrázky Obr. 14 až Obr. 16 rovněž neobsahují uvedení rozměrů a výpisů skladeb konstrukcí. Jak vypadaly konstrukční detaily ve všech variantách?
- V textu kapitoly 4.2 *Tepelně technická analýza užitím výpočetních modelů* chybí obrázek výpočtového modelu. Jaké typy konečných prvků byly použity, jaká byla hustota sítě konečných prvků, byl při výpočtu uvažován ustálený nebo neustálený teplotní stav?
- S ohledem na uváděné hodnoty pevnosti v tlaku kompozitního materiálu v Tab. 58 (str. 106) je využití tohoto materiálu v rámci konstrukčního detailu C2 nevhodné.

Dotazy:

- Je počet 23 ks experimentálních vzorků z kompozitního materiálu použitých k laboratornímu stanovení nasákavosti vzhledem případným výrobním vadám např. uvedených na Obr. 8 (str. 46) dostatečný k provedení zobecnění o nasákavosti kompozitního materiálu?
- Na str. 51 je uvedeno „... tedy na 95 % se lze spolehnout, že pro objemovou hmotnost větší než 500 kg/m³ bude i horní odhad pro očekávanou nasákavost pod 3 %“. Jak koreluje toho zjištění se snahou snížit součinitel tepelné vodivosti kompozitního materiálu (viz. text na str. 111)?

- V detailu konstrukčního řešení B3 je použit kompozitní past. Jakým způsobem jsou vzájemně spojeny jednotlivé desky z kompozitního plastu? Bylo by možné použít místo tohoto materiálu např. XPS, recyklovaný HDPE nebo recyklovaný PP?
- Jak si vysvětlujete nárůst váhového faktoru v_2 hodnotícího faktoru f_2 (hmotnost) ve variantě s šesti hodnotícími faktory f_1 až f_6 oproti ostatním faktorům, které ve srovnání s váhovými faktory v_1 až v_5 pěti hodnotících faktorů f_1 až f_5 klesají, viz Tab. 26 na str. 87.
- V rámci analýz konstrukčních detailů A až C je uvažována konstantní hodnota součinitele tepelné vodivosti kompozitního materiálu. Jedná se o konstantní hodnotu nebo hodnotu proměnnou závisující na složení kompozitního materiálu (viz rozdílné hmotnosti v Tab. 7 na str. 44)? V případě, že se jedná o proměnnou hodnotu, jakým způsobem by bylo možné tento vliv zahrnout do multikriteriální analýzy?
- Lze modifikací kompozitního materiálu současně dosáhnout snížení nasákavosti c a snížení součinitele tepelné vodivosti λ při současném zvýšení pevnosti v tlaku f_c ?

Závěr

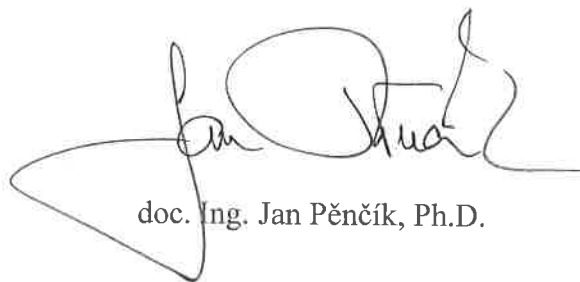
Práce vhodně rozšiřuje oblast návrhu a optimalizace konstrukčních detailů jednoplášťových plochých střech. Zpracováním disertační práce Ing. Libor Matějka, Dis. prokázal způsobilost k samostatné tvůrčí vědecké práci ve smyslu § 47 zákona č. 111/1998 Sb. a změnách a doplnění dalších zákonů.

Práce přispěla k rozšíření řešené oblasti o nové poznatky, a proto doporučuji, aby byla přijata k obhajobě, a v případě jejího úspěšného obhájení, aby byl

Ing. Liboru Matějkovi, DiS.

udělen titul doktor „Ph.D.“.

V Brně, 20. 4. 2015



doc. Ing. Jan Pěňčík, Ph.D.