

Oponentní posudek na disertační práci

Doktorand: Ing. Josef Vaněk

Oponent: doc. Dr. Ing. Jan Kyncl

Téma disertační práce: „Stanovení hygienických podmínek pro efektivní užití sálavého vytápění“

Autor v práci shrnul základní zákony přenosu tepla zářením, uvádí normami a literaturou dané vztahy výpočtu sálavého toku, z několika přístupů pojednává problematiku tepelné pohody člověka. Dále autor uvádí metodiku a výsledky měření vlastností několika topných sálavých panelů a popis programu pro tepelně technické výpočty v budovách, který vytvořil. Až na kvalitu některých přejatých obrázků je grafické vypracování práce uspokojivé. Práce obsahuje množství překlepů a neobratných formulací.

K práci mám následující dotazy a připomínky:

- Chyby a překlepy v seznamu použitých veličin: vyjádření „činitel korigující skutečnost“ je zvláštní, „opravný součinitel... při přerušném vytápění“, součinitel přestupu tepla prouděním uveden dvakrát, jednotka Lewisova poměru jistě neobsahuje °C, psaní jednotek často pro správnou interpretaci vyžaduje invenci čtenáře, protože autor nepoužívá pro násobení tečku a někdy ani mezeru mezi symboly ($kg\text{směna}^{-1}$), intenzita výměny vzduchu za hodinu těžko bude v pascálech, občas si jde význam domyslet snadno (p_D „tlaku par“), občas obtížněji („ztráty prouděním celkové záporná tolerance podle J. Brože“, Q_{dw} „odparem vody v plicích.“, „obvod podlahy oddělující vytápění prostor od uvažované části“), jednotka měrného sálavého výkonu je špatně. Účinná plocha okolních ploch těžko bude v K, $V_{mm,i}$ může být požadovaná hodnota z hygienických důvodů, nebylo by ale špatné uvést čeho se týká. Není mi také jasný rozdíl mezi dvakrát uvedeným součinitelem přestupu tepla prouděním h_c a „teplotním součinitelem přestupu tepla“ značeným α . Pro vrstvy je λ_n „součinitel tepelné vodivosti“ a λ_{zeminy} je již „tepelná vodivost“. „Poměr osálení lidského těla zářiče“ je také zvláštní. Stefan-Boltzmannova konstanta má odlišnou jednotku od Boltzmannovy konstanty a jednotka spektrální hustoty vyzářeného toku by měla obsahovat metr.
- Opravdu nechápu, proč v kapitole Úvod autor píše to, co píše, navíc „úvod“ obsahuje pochybné formulace (chápeme-li tradičně „částice plynu“ jako molekuly, nelze jim přiřadit teplotu. „Vznik elektromagnetických vln je důsledek změn vnitřní energie těles“... autor by mohl vysvětlit proč a jak, vždyť těleso o konstantní teplotě, chemickém složení a při stálém tlaku okolního vzduchu má nulové změny vnitřní energie a přesto vyzařuje elektromagnetické vlny).

- Zadáním googlu sekvence „Základním a největším zdrojem sálavého tepla na Zemi je Slunce“ zjistíme, že až na jedno či dvě slova je odstavec 1.1 okopírován z <http://sun-of-hope-topne-panely.sunofhope.cz/pohled-fyziky.pdf>
- V odstavci 1.3.1 má sice autor narozdíl od seznamu veličin jednotku intenzity vyzařování správně, opět si však plete Stefan-Boltzmannovu konstantu s Boltzmannovou konstantou.
- Wienova konstanta je v seznamu jednotek bezrozměrná, v 1.3.2 je správně.
- Rovnice (1-12) platí pro bodové zářiče, nikoli plochy (pokud není jejich velikost zanedbatelná vůči jejich vzdálenosti a lze je tedy s rozumnou přesností za bodové zářiče považovat).
- Vztah (1-13) rozhodně nelze považovat za správný vzorec pro výměnu tepla sáláním mezi šedými tělesy. Vztah platí pro výměnu tepla sáláním pouze pro $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 1$, tedy pro černá tělesa. Pro nečerná tělesa je třeba uvažovat mnohonásobné odrazy a vztahy jsou komplikovanější. Chyba pro uvažované situace pravděpodobně bude pravděpodobně malá (emisivita zářiče i povrchu člověka jsou blízké jedničce), bylo by však vhodné ji kvantifikovat.
- Rovnice (1-13) sice nepopisuje výměnu tepla sáláním, ale alespoň zahrnuje správně součinitel vzájemného osálení. Vztah (2-6) již nepotřebuje integraci a je evidentně nesprávný: například vůbec neobsahuje velikost plochy S_1 .
- Obr. 2-2 je téměř nečitelný.
- Povrch lidského těla podle vztahu (3-1) je ve wattech.
- Veličina Q_m ze vztahu (3-2) není v seznamu použitých veličin a není mi jasná poznámka „ Q_{mi} stejné v časových úsecích od 0 do 24 hodin“. Proč by mělo Q_{mi} být konstantní?
- Závěr, že mokré pocení pociťujeme jako nepohodu je v rozporu s Fangerovými rovnicemi tepelné pohody.
- K_i ve vztahu (5-2) nemůže být bezrozměrné číslo.
- Opravdu vyšly všechnu hodnoty z tabulky 6-8 (a dalších) tak, že při obvyklém způsobu zaokrouhlování je výsledek celé číslo?
- K čemu je vztažena hodnota chyby pyrometru 4%? (str. 49).
- Vysvětlete tvrzení „Ztráty prouděním lze zmenšit hrubším povrchem horní stěny a bočních stěn“ (str. 50)!
- Nadpis Tab. 7-2 „Vypočtené sálavé výkony pod panelem v jednotlivých bodech...“ je bez uvedení rozměrů čísel v tabulce zmatečný: v bodě nemůže být nenulový výkon, jen hustota výkonu (str. 54).
- „Celkový měrný sálavý výkon...“ (str. 54. pod nadpisem 7.2) je nesmysl, měrný sálavý výkon může být průměrný, ne celkový.
- β_{char} z rovnice (9-1) není bezrozměrný (str. 58).
- Ve vztahu (12-6) (str. 68) má být $t_{cl} + t_r$ a o jednu pravou závorku méně.
- Věty „V měřeních, které jsem provedl, lze se výše uvedené nejistoty neprojevíly. Nejistota prostupnosti atmosféry byl jen vzduch, měření byla korigována na vliv drazů z jiných zdrojů.“ ponoukají k otázce, v jakém jazyce je práce napsána (str. 83).
- Metodika měření účinnosti sálavých panelů, která spočívá ve výpočtu rozdílu tepelného celkového výkonu panelu a výkonu sdíleného konvekcí do okolí, je správná pouze teoreticky: nejistota určení konvektivního výkonu je prakticky

vždy větší, než nejistota zjištění sálavého výkonu (měření emisivity a teplot a výpočet výkonu).

- Je otázkou, zda je přínosem napsat program pro výpočet tepelných ztrát jednopodlažních domů: existují komerční (Energie 2014 od firmy KCAD, s.r.o., volně použitelné interaktivní programy na www.tzb-info.cz a další). Vytvořený program navíc pro spotřebu tepla na vytápění používá denostupňovou metodu, přičemž např. podle současných předpisů pro tvorbu PENB je nejkratší doba uvažující průměrnou teplotu jeden měsíc, použít průměrné hodnoty za celé otopné období je nepřípustné.

Závěry oponentského posudku:

Práce působí roztříštěně. Za původní a přínosné pro obor považuji dotazníkové šetření a vyhodnocení výsledků. Použité metody považuji za vhodné částečně. Publikace autora považuji za dostačující.

Ve smyslu zákona 111/1998 Sb. ve znění pozdějších předpisů doporučuji práci k obhajobě.

V Praze 21. 3. 2016



OPONENTSKÝ POSUDOK

dizertačnej práce s názvom

„Stanovenie hygienických podmienok pre efektívne využitie sálavého vykurovania“

Autor práce: Ing. Josef Vaněk

Školiteľ: prof. Ing. Jiří Kožený, CSc.

1. Zhodnotenie významu dizertačnej práce

Zvolená téma dizertačnej práce Ing. J. Vaněka je spoločensky zaujímavá a z pohľadu konverzie elektrickej energie na užitočné teplo stále aktuálna. Vykurovanie a temperovanie uzavretých priestorov sálavými panelmi rozširuje možnosti využívania elektrickej energie metódami elektrického vykurovania, v súčasnosti progresívneho a užívateľmi žiadaného. Dôvodov je viacero. Je to vhodná tvorba tepelnej pohody, zabezpečenie hygienicky optimálneho prostredia, sú to tiež dôvody ekonomické a estetické. Aj preto vykurovanie sálavými panelmi zažíva istú renesanciu pri výrobe tepla v rodinných domoch, bytových jednotkách, všeobecne v nevýrobnej sfére, ale aj v rôznych výrobných halách a pod. Riešenie problematiky vykurovania sálavými panelmi má preto opodstatnenie, náležitý odborný a celospoločenský význam.

2. Vyjadrenie k postupu riešenia, k použitým metódam a splneniu cieľov dizertačnej práce

Podľa vyjadrenia autora (str. 13) základným cieľom dizertačnej práce je experimentálne stanovenie hodnoty merného sálavého toku (výkonu), korešpondujúcej s hygienickými podmienkami na optimálnu tepelnú pohodu. Podružnými cieľmi sú konštrukcie programov pre stanovenie sálavej účinnosti panelov a pre výpočet tepelných strát uzavretých objektov. Konštatujem, že stanovené ciele dizertačnej práce sú splnené. Rozsahom, ich naplneniu autor venuje až nadštandardne široký priestor v kapitolách 5 až 19 na str. 43 až 112. Týmto predchádzajú úvodné kapitoly, v ktorých autor širšie oboznamuje s problematikou fyzikálnej podstaty a zákonmi sálania, možnosťami výpočtu sálavých výkonov a čo je dôležité, podrobnejšie s fyziológiou človeka. V týchto úvodných kapitolách nachádzam len drobné chyby, napr. na str. 25 konštanta k nie je Stefanova – Boltzmannova, ale Boltzmannova, na str. 26 Wienova konštanta má rozmer [m.K] a nie [1]. Pri uvádzaní číselných hodnôt niektorých koeficientov napr. α , c_s , c_A , aj keď korešpondujú s odbornou literatúrou, autor sa pozabudol odvolať na jednotlivé pramene, čoho sa sporadicky dopúšťa aj v ďalších kapitolách. V súvislosti s citovanými možnosťami výpočtu sálavého výkonu (2. kap.) mám pre autora otázku podľa akého záväzného predpisu sa v ČR hodnotí predmetný výkon, napr. pri certifikácii panelov, ak je norma ČSN 06 0215 zrušená?

Postupy riešenia jednotlivých úloh (stanovenie sálavých účinností a sálavých výkonov) a zvolené metódy, vrátane výpočtov tepelných strát panelov považujem za správne a prehľadne prezentované. K tejto časti by ma zaujímal postoj autora k trom otázkam:

1. Do akej miery autor považuje výsledky výpočtu tepelných strát panelov konvekciou za relevantné, s ohľadom na stanovenie α podľa citovaných autorov (Michjev a Brož)?

2. 2. v čom vidí autor príčinu rozdielov v hodnotách α stanových podľa Michejeva na jednej strane a pomocou Grashofovho kritéria na strane druhej, pre aktívnu a neaktívnu stranu panelov?
3. Zamyslel sa autor nad celkovou energetickou bilanciou panelov? Súčet tepelných strát konvekciou a sálavých tokov panelov korešponduje s ich príkonmi 300 resp. 700 W?

Z pohľadu komplexnosti práce oceňujem vypracovanie kap. 11, „Subjektívne pocity“ a nasledujúce výpočty metódami PMV a PPD. Je však anketa dostatočne výpovedeschopná pre počet respondentov 53 a najmä pre vymedzený vek od 19 do 24 rokov, keď je známe, že na tepelnú pohodu sú podstatne citlivejšie staršie generácie a najmä ženy?

Za správny tiež považujem aj vytvorený program pre výpočet tepelných strát jednopodlažných budov podľa ČSN EN 12831, aj keď s problematikou sálavých panelov priamo nesúvisí a náročnosť takejto úlohy zodpovedá skôr inžinierskemu ako doktorandskému štúdiu.

3. Stanovisko k výsledkom dizertačnej práce a ich pôvodnosti, prehľadnosti a formálnej úprave

Dosiahnuté výsledky predkladanej práce Ing. J. Vaněka považujem za dizertabilné a spôsob ich dosiahnutia za pôvodný. Riešenie termokinetických procesov v akomkoľvek elektrotepelnom konverznom prvku, teda aj pri sálavých paneloch, je vždy náročné a zároveň pre rozšírenie vedeckých poznatkov nanajvýš užitočné. V práci oceňujem najmä matematicko-experimentálny spôsob riešenia problému, ktorý prispieva k jej originalite. Práca je napísaná zrozumiteľne, možno by bolo vhodné niektoré výsledky viac komentovať, formálna úprava je primeraná. Jazykovú úroveň si nedovoľujem komentovať.

4. Vyjadrenie k publikáciám dizertanta a použitej literatúre

V dizertačnej práci autor uvádza 9 vlastných publikácií, priamo sa dotýkajúcich riešenej problematiky. Ich počet pokladám za primeraný. V práci cituje 53 literárnych odkazov, čo je tiež dostačujúce.

5. Záver

Dizertačnú prácu p. Ing. Josefa Vaněka, s názvom uvedeným v záhlaví posudku, odporúčam k obhajobe.

Košice, 12.2.2016


doc. Ing. Pavel Novák, CSC.

Oponentský posudek disertační práce

Autor práce: Ing. Josef Vaněk

Studijní obor „Elektroenergetika“

Téma práce: Stanovení hygienických podmínek pro efektivní užití sálavého topení

Zhodnocení významu a aktuálnosti práce pro obor

Pro vytápění rodinných domů a bytů jsou využívány různé technologie jejichž vývoj a zdokonalování je na pořadu dne. Jednou z nich a poměrně novou technikou je sálavé vytápění jehož problematikou se zabývá předložená disertační práce. Téma předložené práce je velmi aktuální z hlediska dosažení optimálního využití elektrického sálavého topení v rodinných domech a bytech. Důležitou veličinou z hygienického hlediska je intenzita měrného oslání, jejímž stanovením se disertace zabývá. Cílem předložené disertační práce je stanovení přesnější sálavé intenzity pomocí metody měření tepelného toku sáláním z plochy na plochu, při které bude dodržena tepelná pohoda.

Vyjádření k postupu řešení problému, použitým metodám a splnění cíle

Práce má celkem 152 stran včetně příloh. V úvodu práce autor předkládá teoretickou část, kde jsou uvedeny zákony z oblasti sálavého přenosu tepla. Tato část byla při přepracování disertační práce rozšířena ku prospěchu věci. V kapitole 2 jsou uvedeny aktuální možnosti výpočtu sálavého výkonu. V kapitolách 3 a 4 se autor zabývá tepelným výkonem člověka a tepelnou pohodou. Od páté kapitoly pak začíná stěžejní část práce, která zahrnuje měření sálavé účinnosti a sálavého výkonu pro dva typy sálavých panelů pro různé výšky jejich zavěšení. Navazuje pak část s vyhodnocením subjektivních pocitů 53 osob zúčastněných v experimentu (použit písemný dotazník). V kapitole 12 se autor zabývá výpočtem hodnot PMV (Predicted Mean Vote) a PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied) pro měřené panely 300 a 700 W. V dalším je jedna kapitola věnována měřením v reálném domě vytápěném sálavými panely a další kapitola pak specifickému případu využití sálavého panelu při obsluze varhan, kde bylo k měření použito také infrakamery. Kapitoly před závěrem jsou věnovány zpracování programů v Excelu (výpočet tepelných ztrát jednopodlažních domů, výpočet tepelných ztrát prostupem tepla, výpočet potřeby tepla denostupňovou metodou, stanovení počtu sálavých panelů, výpočet sálavé účinnosti panelu, výpočet měrného sálavého výkonu mezi dvěma plochami. Postup řešení, který autor zvolil považuji za správný. Po teoretickém úvodu autor použil experiment, reálné měření s vyhodnocením. Na základě poznatků z měření zpracoval program ke stanovení počtu sálavých panelů pro různé typy místností a jejich tepelné ztráty. Na základě rozsahu i obsahu disertační práce, získaných výsledků a návrhů konstatuji, že disertant splnil cíle disertační práce uvedené na str. 13.

Stanovisko k výsledkům disertační práce a k původnímu konkrétnímu přínosu jejího předkladatele

Výsledky disertační práce podle mého názoru přispívají k prohloubení a rozšíření dosavadních poznatků z oblasti využití sálavých panelů pro vytápění bytů a rodinných domů. Jedná se o složitou a aktuální problematiku s dopadem na efektivní využití a rozvoj elektrického sálavého vytápění. Předložená práce dává reálný pohled na řešenou problematiku. Mezi hlavní přínosy a výsledky práce patří pak výsledky experimentů týkajících se různých způsobů umístění sálavých elektrických panelů ve vytápěné místnosti s vyhodnocením subjektivních pocitů osob včetně vytvoření výše uvedených výpočtových programů. Získané poznatky jsou přínosem pro další rozvoj vědy a jejich aplikací

v praxi za účelem zefektivnění využití elektrických sálavých panelů pro vytápění. Práce je přínosem pro obor „Elektroenergetika“

Vyjádření k systematicce, přehlednosti, formální úpravě a jazykové úrovni disertační práce

Dle mého názoru autor postupoval při řešení problematiky a zpracování disertace systematicky. Seznam použité literatury obsahuje 53 položek a byl podstatně rozšířen oproti původní verzi disertační práce. Ke zpracování práce mám níže uvedené poznámky. Grafické zpracování je dobré až na horší kvalitu některých obrázků. Jazyková úroveň je dobrá.

- Poznámky: str. 18 – v seznamu zkratk je 2 x uvedeno t_p
str. 30 – nekvalitní obr. 2-1
str. 32 – obr. 2-2 nekvalitní
str. 49 - Brož, Michejev uvést odvolávku na prameny
str. 58 - Nusultonovo číslo - má být Nusseltovo
str. 77 - ... tento vzorke ..
str. 73 - nahoře .. obsluha budu ... a přímot ..
str.113- Spojením subjektivního měření .. (věta je nedokončená)
str.113 - ... určení teplotní součinitele (má být teplotního)

Vyjádření k publikacím disertanta

Disertant uvádí v přehledu vlastní publikační činnosti - dvě publikace v knize (kapitoly), 2 publikace ve sbornících mezinárodních konferencí (Athény, Wien) a další publikace v tuzemsku. Uvedeno je celkem 9 prací a příspěvků, ve kterých prezentoval výsledky své práce v oboru disertace.

Náměty do diskuse při obhajobě disertační práce

- Popsat způsob a průběh měření teplot osálané plochy i sběru dat v průběhu experimentu.
- Jaké je předpokládané využití a aplikace výsledků disertace?

Závěr

Konstatuji, že Ing. Josef Vaněk vykonal množství práce při realizaci cílů disertace a **doporučuji disertační práci k obhajobě**. Výše uvedené připomínky a nedostatky považuji za námět do diskuse. Po úspěšné obhajobě doporučuji i udělení vědecké hodnosti PhD..

V Plzni 25.01.2016

prof. Ing. Jan Škorpil, CSc.

