

Prof. Ing. Jaroslav Valášek, PhD., Fazul'ová 1, 811 07 Bratislava, Slovenská republika

OPONENTSKÝ POSUDOK

dizertačnej práce Ing. Dalibora Skácela na tému Solární fototermální systémy
v podmínkách České republiky

Všeobecne

O vypracovanie oponentského posudku som bol požiadaný listom dekana Fakulty strojný TU v Liberci zo dňa 22.08.2012. Dizertačná práca má 142 bohato ilustrovaných strán a je doplnená veľkým počtom kvalitných, žiaľ neočíslovaných tabuliek.

Aktuálnosť zvolenej témy DP

Poznatky o využívaní slnečnej energie boli v Československu publikované už začiatkom 80-tich rokov minulého storočia. V tomto období sa vyskytli aj konkrétne realizácie, najmä v oblasti využitia solárnej energie na prípravu teplej vody a v bazénovom hospodárstve. Nakoľko však v tom čase nebola sledovaná energetická hospodárnosť budov, aplikácia týchto systémov sa orientovala skôr na ojedinelé realizácie s jednoduchými komponentami bez ich koordinovaného výskumu a vývoja. V súčasnosti sa pristúpilo k prísnemu sledovaniu energetickej náročnosti budov. Energetická náročnosť budov sa znižuje predovšetkým tzv. zatepľovaním stavieb a nasadením energeticky optimálnych technických zariadení. Výsledkom tejto činnosti je výrazný pokles nárokov na tepelnú energiu pre vykurovanie a prípravu teplej vody, čo vyzýva k maximálnemu využitiu zariadení, využívajúcich obnoviteľné zdroje. Z hľadiska ich využitia sa najviac ponúka slnečná energia a energia prostredia, získavaná tepelnými čerpadlami. Preto považujem zvolenú tému za vysoko aktuálnu.

Metódy spracovania DP

Dizertant obšírne popísal teóriu premeny a využívania slnečnej energie a vykonal analýzu existujúcich solárnych systémov pre prípravu teplej vody a podporu vykurovania a na základe vlastných bohatých skúseností spracoval optimalizáciu jednotlivých prvkov solárnych systémov. Podrobne vyhodnotil proces tepelnej transformácie v kombinovaných systémoch tepelné čerpadlo so solárnymi fototermálnymi kolektormi. Dizertačná práca obsahuje aj nevyhnutnú experimentálnu časť, ktorá pozostáva z vlastných meraní a sledovaní solárnych systémov v zimnom období r. 2009/2010 v troch rodinných domoch.

Dosiahnuté výsledky DP

V rámci experimentu dizertant posudzoval solárne systémy, ktoré pozostávajú z bežných solárnych komponentov, ktoré sú domácej ako aj zahraničnej výroby. Vysoko treba hodnotiť aj aplikáciu vlastne zostaveného tepelného čerpadla, špeciálne pre posudzovanú dizertačnú prácu. Simulácia solárnych programov pomocou PC vykazuje dostočnú zhodu s nameranými hodnotami. Pre jednu realizáciu v rámci experimentu navrhol optimalizačné opatrenie s navýšením akumulácie systému, ktoré je doplnené malou jednotkou tepelného transformátora. Zariadenie bolo realizované a doteraz dizertant jeho úspešnú prevádzku sleduje.

Prínos DP pre ďalší rozvoj vedy a techniky

Zabezpečenie energetickej hospodárnosti v oblasti stavebných materiálov a technológií a v oblasti nasadenia nových technológií v technických zariadeniach budov sa stalo samozrejmosťou. V oblasti využitia obnoviteľných zdrojov energie, najmä v solárnych fototerminických systémoch sa používajú zostavy prvkov, ktoré sa stali stereotypmi. Dizertant v predloženej dizertačnej práci navrhol celý rad možností použitia kvalitatívne aj výkonovo lepších riešení zostáv solárnych systémov pre prípravu teplej vody a podporu vykurovania. Tieto návrhy sú výzvou a dobrým podkladom pre napredovanie využitia slennej energie v spoločenskej praxi.

Splnenie sledovaného cieľa DP

Hlavným cieľom dizertačnej práce bolo zhodnotenie súčasného stavu v oblasti využitia solárnej energie pre prípravu teplej vody a podporu vykurovania. Na základe získaných poznatkov dizertant navrhuje optimalizačné opatrenia v oblasti inovácie jednotlivých prvkov systémov ako aj vytvorenie nových technologických schém progresívnych zariadení. Tento cieľ bol splnený.

Pripomienky oponenta

Dizertačná práca je spracovaná na vysokej odbornej a formálnej úrovni. Nesprávne je však vysvetlená skratka TV (pol. 29 v časti Vysvetlivky). Teplá voda je v ČSN EN 806-2 definovaná ako ohriata pitná voda, teda nie úžitková (toto nevhodné označenie sa používalo v ČSN 06 0320).

Odporúčam, aby dizertant pri obhajobe zodpovedal na tieto otázky:

1. Pri príprave teplej vody sa používajú solárne termické kolektory ako aj fotovoltaické panely. Aký vývoj sa v budúcnosti predpokladá, najmä z hľadiska použitých komponentov?
2. Aké spôsoby na ukladanie elektrickej energie zo slennej energie sú najvhodnejšie najmä z hľadiska zvýšenia podielu "vlastnej spotreby"?

Dizertant Ing. Dalibor Skácel v dizertačnej práci preukázal, že ovláda vedecké metódy, má hlboké teoretické znalosti a prináša nové poznatky v odbore. Vzhľadom na uvedené odporúčam, aby bola dizertačná práca postúpená k obhajobe.

V Bratislave 6.9.2012

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'M. Skácel', written in a cursive style.

oponent

Oponentský posudek disertační práce **Solární fototermální systémy v extrémních klimatických podmínkách České republiky**, kterou na Katedře energetických zařízení Fakulty strojní Technické univerzity v Liberci vypracoval student doktorandského studia **Ing. Dalibor Skácel**.

Školitelem disertační práce je Doc. Ing. Jiří Unger, CSc. Práce byla ukončena v listopadu 2011 a obsahuje 150 stran a 14 příloh.

O p o n e n t s k ý p o s u d e k

1. Aktuálnost zvoleného tématu

Disertační práce studenta Dalibora Skácela je v současné době hledání náhrad za vyčerpávaná fosilní i dovozově závislá paliva v České republice nanejvýš potřebná. Sluneční energie je všude dostupná a její využití je možné téměř u všech obytných i neobytných objektů. Práce se zabývá kombinací využití sluneční energie pro ohřev vody a přitápění a řeší nové trendy, které nejsou v české solární energetice obvyklé nebo je nikdo z teoretických úvah nevyzkoušel v praxi. Přínosem je i řešení pro extrémní klimatické podmínky.

2. Cíl disertační práce

Cílem disertační práce bylo současné zhodnocení oboru využití sluneční energie pro ohřev teplé vody a přitápění. Na trhu se objevují stále nové a nové sluneční kolektory, ohřívače i akumulární nádrže, není však řešen problém vývoje koncepcí, o kterém se dá říci, že kromě akumulárních nádrží s řízenou stratifikací, víceméně stagnuje. Rovněž kombinace sluneční energie a tepelných čerpadel není nikde odborně dostatečně zpracována. Autorovo měření u reálného solárního systému s tepelným čerpadlem (dle autora tepelným transformátorem) nebylo zatím v naší odborné literatuře publikováno. Z praktického ověření vyplynula další zdokonalená koncepce, kterou chce autor v budoucnu ověřit. Cíl disertační práce byl splněn více než dostatečně.

3. Metoda zpracování

Autor zhodnotil teoretické přeměny sluneční energie a rozebral současné systémy pro ohřev vody a přitápění a dále optimalizoval prvky a vzájemné vztahy solárních systémů. Nově je teoreticky řešena tepelná transformace získaného solárního tepla s cílem zvýšit účinnost současných slunečních kolektorů.

Práce je velmi přehledná. Začíná úvodní Teorií přeměny a využívání sluneční energie pro ohřev vody a přitápění, pokračuje kapitolou Optimalizace jednotlivých prvků solárních systémů. Dále pokračuje teoreticky velmi významnou kapitolou Tepelná transformace, pod kterou si student představuje kombinaci slunečních kolektorů a tepelného čerpadla. Experimentální část nepřináší laboratorní výsledky, ale již reálné výsledky z několika stávajících solárních kombinovaných systémů v rodinných domech v oblasti Jizerských hor. Nenahraditelná je i kvalita výsledků, protože všechny solární systémy realizoval Ing. Dalibor

Skácel vlastní firmou. V závěru práce je zpracováno ekonomické hodnocení solárních systémů realizovaných a navíc i systémů s novými koncepcemi, vzešlých z výsledků. Použitá literatura (29) je dostatečná.

4. Výsledky disertace

Pro reálné měření byly použity (resp. u měřených obytných objektů, které dále fungují) kvalitní solární prvky, dostupné na našem trhu a to jak tuzemské, tak i zahraniční. Použitá měřicí technika je rovněž kvalitní. Tepelné čerpadlo je sestaveno pro disertační práci.

Dostatečnou shodu s měřením potvrdily i simulace solárních programů pomocí PC, které však nemohly řešit autorem navržené kvalitativní změny solárních systémů (v době vzniku programů se s nimi nepočítalo nebo byly zcela neznámé).

5. Výsledky disertace pro společenskou praxi

Význam disertace pro národní hospodářství je zdůvodněn již v kapitole 1. V podstatě se jedná o návrh vývoje dalších kvalitativně i výkonově vyšších jednotlivých prvků solárního systému a stejně charakteristického řešení kombinovaných solárních soustav. K tomu je zapotřebí dále povýšit vzdělávací proces v této oblasti a obnovit vývoj nových prvků. U autora jsou k celému procesu osobní předpoklady, protože se uvedenými problémy zabývá již velmi dlouho teoreticky (učitel) i prakticky (firemní solární realizace). Jeho 15letá praxe, odborné publikace i jím realizovaných přes 350 solárních systémů uvedené výsledky zaručuje. Dá se říci, že obsáhlost a hloubka řešených problémů a odborné závěry budou ceněny i v budoucnu.

6. Připomínky k disertaci

V disertační práci jsme nenašel žádné věcné nedostatky. Drobné formální připomínky jsem projednal s autorem předem. Pro diskusi k disertační práci mám na autora tyto dotazy:

- a) Protože potřebné zimní solární zisky jsou proti letním ziskům výrazně nižší, je možné kolektory v podhorských a horských oblastech umísťovat tak, aby energeticky pomohlo i albedo zasněženého terénu? Na kolektory o větším sklonu kolektorů se dostatečně odráží sluneční záření zasněžené střechy před kolektorem. Má autor zkušenosti se solárními zisky v zimě „bez sněhu“ nebo „se sněhem“? Lze tento závěr využít vhodně i architektonicky?
- b) Využití venkovních rodinných bazénů pro zimní akumulaci sluneční energie je novým přínosem v řešení solární problematiky. Řešil autor nějakou spolupráci s výrobcí těchto bazénů, např. vhodné potrubní řešení? Výrobcům bazénů by se kladně rozšířil sortiment.
- c) Vychlazování spodní části akumulátoru tepelným čerpadlem zvýší vedení tepla stěnou akumulátoru z vyšší teplé části. Je řešitelné, aby výškový rozdíl hranice mezi teplou a studenou vodou byl co nejmenší např. použitím vnitřní tepelné izolace namísto vnější?
- d) Nemůže v budoucnu např. použití vzduchových kolektorů na střeše nebo na fasádě s tepelným čerpadlem s řízenými otáčkami poblíž a dopravou kapalného média do suterénu o vyšší teplotě omezit klasickou koncepcí kapalinových kolektorů? Je možné sekundárně ještě využít teplý vzduch z pudy?

- e) Disertační práce je velmi kvalitní a dala by se upravit a vydat jako odborná publikace celostátního významu. Jakým způsobem uvažuje autor o rozšíření získaných poznatků do praxe?

7. Závěr

V souvislosti s připomínkami a poznámkami nepodstatného charakteru, které nesnižují celkovou úroveň práce, hodnotím předloženou práci velmi kladně.

Celá práce má logickou skladbu i stavbu, je jasně členěná, psaná věcně a metodicky správně. Velkou předností disertační práce je, že její teoretické úvahy jsou doloženy praktickými příklady i výsledky z počítačových programů. Dalším významným prvkem je, že práce může teoreticky i prakticky podle naznačených koncepcí dále pokračovat.

Šířka a způsob zpracování tématu ukazují, že disertant se ve svém oboru dobře orientuje a přináší nové poznatky. Má hluboké teoretické znalosti a ovládá metody vědecké práce, což soustavně prokazuje i svojí aktivitou v různých odborných médiích i na různých celostátních odborných akcích.

Vzhledem k výše uvedenému

d o p o r u č u j i ,

disertační práci Ing. Dalibora Skácela k obhajobě před komisí pro obhajobu disertačních prací a doporučuji, aby po úspěšné obhajobě mu byl udělen akademicko-vědecký titul

Philosophiae doctor (PhD.).



V Liberci 15. květen 2012

oponent : Ing. Jaroslav Peterka, CSc.
SOLAR DYNAMICS
Polní 367
460 01 Liberec

Posudek

disertační práce pana **Ing. Dalibora Skácela**

Solární fototermální systémy v extrémních klimatických podmínkách České republiky

K oponování byla předložena disertační práce Ing. Dalibora Skácela o rozsahu 140 stran. Práce je členěna do sedmi kapitol a je doplněna zhruba 80 stranami příloh. Školitelem uchazeče je Doc. Ing. Jiří Unger, CSc.

1. Aktuálnost zvolené problematiky

Disertační práce Ing. Dalibora Skácela se zabývá tématem více než aktuálním, a to využíváním slunečního záření jako alternativního zdroje energie. Autor se ve své práci zabývá zejména systémy kombinující ohřev užitkové vody a přitápění. Práce popisuje nové trendy a způsoby, jak zlepšovat transformaci sluneční energie na energii tepelnou a elektrickou. Studie je provedena s ohledem na podmínky v České republice.

2. Dosažení stanovených cílů v disertační práci

Práce si klade za cíl analyzovat problematiku použití fototermálních systémů v našich klimatických podmínkách. Kromě typických úloh mezi které patří využití stratifikačních zásobníků, řešení účinnosti akumulace, inteligentní řízení atd. se autor zaměřuje na účinnější využití slunečních kolektorů využitím aktivních prvků.

Jednotlivé varianty zapojení sledovaného zařízení jsou důkladně popsány, výhody i nevýhody použití jsou zhodnoceny. Vytčené cíle disertační práce považují za splněné.

3. Rozbor současného stavu dané problematiky

Rozbor a přehled současného stavu zvolené problematiky lze sledovat napříč celou prací. Celkem logicky jsou současné způsoby zapojení konfrontovány s jejich modifikací či tzv. optimalizací. Díky své dlouholeté praxi se uchazeč v dané problematice velice dobře orientuje.

4. Teoretický přínos disertační práce

Předložená práce si neklade za cíl vytváření zcela nových, komplexně pojatých teoretických modelů transformace energií či používání optimalizačních metod pro optimální návrh zařízení. Jakožto experimentálně zaměřená práce staví na nezbytně nutném, pro své potřeby ale dostačujícím teoretickém základu.

5. Praktický přínos disertační práce

Za praktický přínos disertační práce lze považovat ucelený rozbor a popis jednotlivých variant zapojení sledovaného zařízení. Uchazeč si pro vlastní měření i posuzování výsledků musel vytvořit vlastní metodiku, kterou zde úspěšně používá.

6. Aplikovatelnost v praxi

V reálné možnosti aplikovat závěry v praxi vidím nejsilnější stránku předložené práce. Přesto že práci po teoretické stránce považují za poněkud slabší, její praktický přínos je nesporný. Autorovi lze snad vytknout pouze to, že více než zobecňováním svých rozsáhlých poznatků se věnuje detailnímu rozboru konkrétních variant zapojení.

7. Vhodnost použitých metod řešení a způsob jejich aplikace

Ing. Dalibor Skácel pro řešení zvolené problematiky použil jemu dostupných experimentálních metod. Jedná se o standardní měřicí metody, hojně používané v oblasti mechaniky tekutin. Využití metod považuji za vhodné.

8. Prokázání znalosti v oblasti řešení problematiky

Doktorand Ing. Dalibor Skácel vypracováním předložené rozsáhlé práce prokázal znalost zkoumané problematiky na vysoké úrovni. Dobře zvládl teoretický, ale především praktický popis dané problematiky.

9. Formální stránka zpracování disertační práce

K formální stránce disertační práce mám výhrady. Autor se do práce snažil vměstnat co nejvíce informací, což však místy zhoršuje její přehlednost. Obrázky a vzorce jsou do textu vkládány v nestandardní a často nepřehledné formě. Grafická úroveň práce není ideální. Řada obrázků má v textu chybné odkazy, některé nemají odkaz vůbec. K jazykové stránce nemám výhrady.

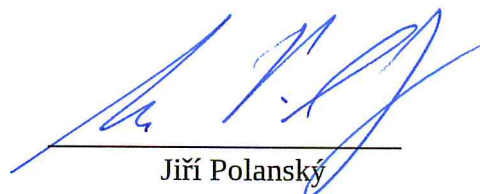
10. Připomínky

- Na jedné straně rozumím snaze autora podělit se se čtenářem o co nejvíce poznatků z fototermální problematiky. Na druhé straně je to zde na úkor přehlednosti a srozumitelnosti. Často méně znamená více.
- Autor se snaží uvádět odkazy na zdroje ze kterého čerpal. Ne vždy je však v tomto důsledný. Předpokládám, že uvedená schémata jsou dílem autora, ale řada obrázků bude převzata z odborné literatury či katalogů firem.
- Ne vždy přesně rozumím, do jaké míry se jedná o autorovo přispění k řešení dané problematiky a do jaké míry se jedná o citaci odborných materiálů.
- Autor se kromě technických záležitostí pouští i do jakýchsi politicko-historických komentářů a úvah. Vzhledem k tomu, že se jedná o technicky zaměřenou disertační práci je otázkou, zda to sem v takovém rozsahu patří.
- Během obhajoby bych uvítal upřesnění, které činnosti na prezentovaných systémech a experimentálních měření prováděl Ing. Dalibor Skácel osobně a které převzal.
- V práci jsem nedohledal přesnější popis použitých měřících zařízení. Žádám o jejich stručný souhrn během obhajoby práce.
- Uchazeč ve své práci často používá termín „optimalizace“. To, co zde pod tím ale zamýšlí, není optimalizace v pravém slova smyslu. Doporučuji nakládat s termínem „optimalizace“ obezřetněji.

11. Závěrečné zhodnocení

Domnívám se, že předložená disertační práce vyhovuje podmínkám stanovených pro doktorandské studium na TU v Liberci. Uvedené připomínky nesnižují kvalitu práce. Vytčené cíle považuji za splněné a doporučuji práci k obhajobě.

V Plzni 10. 8. 2012



Jiří Polanský