



POSUDEK OPONENTA DISERTAČNÍ PRÁCE

Assessment of the Dissertation

Titul, jméno a příjmení studenta:

Title, name, surname of student

Ing. Jakub Jiřinec

Doktorský studijní program:

Doctoral study programme

Elektrotechnika a informatika

Studijní obor:

Study branch

Elektroenergetika

Téma disertační práce:

Topic of the dissertation

Efektivní řízení TZB a obnovitelných zdrojů energie pro bytové a komerční objekty

Školitel:

Supervisor

prof. Ing. Jiří Kožený, CSc.

Oponent:

Opponent

doc. Ing. Václav Kotlan, Ph.D.

Zhodnocení významu disertační práce pro obor

Evaluation of the importance of the dissertation for the field

Téma práce a celou práci považuji za významnou pro obor Elektroenergetika. Student se svou prací zaměřil na stále častěji využívané vybavení a součásti technického zařízení budov (TZB) a jejich vzájemnou kombinaci s jednoznačným cílem úspory a minimalizace provozních nákladů, což je velmi aktuální téma. Neopomenul v práci naznačit i myšlenky velmi frekventované problematiky elektromobility, a to je dobíjení baterií elektromobilů a využití lokálních energetických obnovitelných zdrojů.

Vyjádření k postupu řešení problému, použitým metodám a splnění určeného cíle

Evaluation of the the problem-solving process, the methods used and the goal to be met

Zvolený postup koncepce práce reflektuje systematičnost práce studenta. Členění jednotlivých kapitol je v souladu s prací a vývojem studenta v průběhu doktorského studia. Definované myšlenky a metody jsou vhodné, jednoznačně definované a přehledně uspořádané. Hlavním cílem práce bylo dle autora navrhnout řídicí systémy pro jednotlivé části systému TZB. Dále si student stanovil dílčí cíle a lze konstatovat, že dílčí i hlavní cíl splnil. Jak sám uvádí v závěru práce, v určitých částech došlo k potvrzení či naopak vyvrácení předpokladů, což obojí považuji za přínosné pro další rozvoj tématu.

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

Statement to the results of the dissertation and on the original contribution of the submitter of the dissertation

Práci a její výsledky považuji z hlediska praktického využití za velmi dobrou. Bezpochyby výstupy studenta naleznou uplatnění v praxi. Jak je v textu uvedeno, řada z nich se již využívá na externích pracovištích, kde byly systémy i otestovány. Tuto stránku disertační práce považuji za velmi důležitou a praktickou realizaci chválím. Touto skutečností student vykompenzoval poněkud stručněji pojatou stránku teoretickou. V práci postrádám zobecněné závěry a návrh metodiky pro obecnější formulaci doporučení k řízení TZB. Dle mého názoru by tato část systematicky uzavřela celou práci a mohla přinést studentovi další náměty k publikační činnosti.

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

Statement to the systematics, clarity, formal adaptation and language level of the dissertation

V práci je několik překlepů a jazykových nesrovnalostí (např. „čerstvý vzduchu“, „je možné provést softwarovou korekci“, „dostatečným způsobem zajisti udržení koncentrace“, hodnotou teplené energie“, „byly poznatky získal k dané problematice“ a další. Tyto výskyty ale nejsou natolik časté, aby poškodily celkovou srozumitelnost textu.

K závažnějším nedostatkům se dostanu v dotazech v závěru posudku.

Po formální stránce považuji práci za velmi zdařilou, snad jen upozorním na typografické nedostatky v označení jednotek veličin kurzívou. Pro jednotky se používá standardní stojací písmo.

Jedinou možnou vadou v řazení celků práce je vysvětlení principu rekuperace až v kapitole 2.3.1 na straně 31. Od začátku práce je rekuperace zmiňována, bylo by tedy vhodnější základní teoretické aspekty objasnit více v úvodu.

Vyjádření k publikacím studenta

Statement to student's publications

Student v závěru práce uvedl 18 výstupů v přímé souvislosti s tématem práce a dalších 28 svých výstupů mimo toto téma. Velká část jmenovaných položek je z kategorie praktických výstupů (funkční vzorky, projektové zprávy, ověřené technologie,...), což se odráží i ve vlastním charakteru disertační práce a tvůrčí činnosti pana Jakuba Jiřince.

Z výše uvedených výstupů je 12 dohledatelných v databázi WoS a 13 v databázi Scopus. Je zde sporná přítomnost či absence výstupu v impaktovaném časopisu, navzdory tomu, že v seznamu jsou 4 články, které byly podány do časopisu, jež se o impakt uchází. Prozatím ale v databázi WoS neuspěl, má však přiděleno hodnocení dle SJR a SNIP. I tak lze hodnotit publikační činnost jako obvyklou a odpovídající.

Celkové zhodnocení a otázky k obhajobě

Total evaluation and questions for defence

Celkově hodnotím práci jako velmi kvalitní, systematicky sepsanou, přehlednou a ucelenou. Práci doporučuji k obhajobě a mám následující dotazy:

- 1) V kapitole 1.3 je uvedena zmínka o použití především logických metod zkoumání. Co jsou logické metody zkoumání? Existují i nelogické?
- 2) U srovnání offline a on-line predikce teploty v kapitole 2.2 uvádíte, že chyba offline predikce je vysoká a online predikce s využitím předpovědi počasí je řešením. Pokud ale porovnáme data s grafem na Obr. 2.10, není zde ta chyba velmi podobná? Existuje možnost jak data pro online předpověď ještě vhodněji korigovat s realitou? Co využití náhradních modelů s neuronovou sítí?
- 3) Na straně 32 jsou uvedena použitá čidla pro měření teploty. Jaká čidla byla použita pro měření vlhkosti, kterou také definujete mezi měřeními?
- 4) Na straně 39 je uveden výčet měřených dat ze dvou částí systému (analyzátor sítě a C-RIO). Jak byla řešena časová synchronizace?

5) V obr. 2.36 je na ose y opravdu teplota? Byla teplota ve třídě opravdu v rozmezí 100 až 900 °C?

6) Data spotřeby v grafu Obr. 3.14 jsou uvedena pro průměr nebo jeden konkrétní den? Jak by pak vypadala v jiný den, jiné roční období?

7) Lze z vaší práce vyvodit doporučující závěry a celou tvorbu měřicího systému zhodnotit jako jakýsi zákon pro potenciální zákazníky? Např.: „Pokud chcete kombinovat rekuperaci TČ, řiďte se těmito pravidly a použijte takovýto systém řízení.“

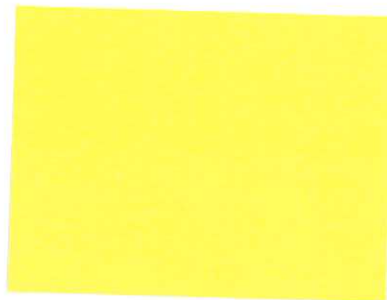
Doporučuji disertační práci k obhajobě
I recommend the dissertation for the defence

ano yes	x	ne no
------------	---	----------

Datum
Date

10.6.2021

Podpis oponenta:
Signature of opponent



Oponentní posudek na disertační práci

Doktorand: Ing. Jakub Jiřinec

Oponent: doc. Dr. Ing. Jan Kyncl

Téma disertační práce: „Efektivní řízení TZB a obnovitelných zdrojů pro bytové a komerční objekty“

Disertační práce je přehledně a formálně správně zpracována, s dobrou úrovní jazyka, kromě místy chybného používání čárek téměř bez gramatických chyb. S uvedenými závěry lze souhlasit.

Zároveň se práce obvyklým disertačním pracím vymyká, je velmi rozsáhlá a spíše inteligentně kombinuje větší množství známých technologií do optimalizovaného celku než by se věnovala užšímu tématu do větší hloubky.

Práce je na hraně mezi výzkumem a vývojem technických aplikací.

Každopádně je možné konstatovat, že autor věnoval vytvoření programů a konkrétních systémů velké úsilí a je bezesporu odborníkem v oblasti energetických aplikací TZB (měření a řízení rekuperačních jednotek, aplikace tepelných čerpadel, integrace FVE do systému budovy, řízení nabíjení elektromobilů, adaptivní osvětlení, řídicí systémy inteligentních budov, predikce teploty okolí atd.).

K práci mám následující dotazy a připomínky:

- Teplotní součinitel výkonu (str. 4 a str. 82) není bezrozměrný.
- Na str. 14 má být 101 kPa namísto 101 Pa.
- Jednotka rovnice (2.1.19) je chybně.
- Popis Obr. 2.18 neodpovídá popisu svislé osy.
- Odpovídá výsledná teplotní účinnost (str. 37) hodnotám, které by vyšly, kdybychom modelovali rekuperační jednotku jako výměník tepla s konstantní hodnotou k_S ?
- Nakolik je vhodná regulace radiátorových těles (str. 48) termostatickými ventily v případě vytápění tepelným čerpadlem?
- Vztah (2.6.2) uvažuje sdílení tepla v ustáleném stavu, případně v systému se zanedbatelnou akumulací tepla. Teplo potřebné pro krytí tepelné ztráty větráním se projeví okamžitě a z tohoto pohledu je použitý vztah v pořádku. Tepelný výkon zpravidla dobře zaizolovanou konstrukcí obálky budovy ovšem vykazuje znatelné zpoždění za změnami okolní teploty. Jaká nepřesnost přibližně vzniká použitím zjednodušeného vztahu (2.6.2)?
- V případě použití navrhované optimalizace práce tepelného čerpadla v rodinném domě dosáhneme vyššího topného faktoru, tepelné čerpadlo uvčem pracuje kratší čas, musí tedy být dimenzováno na vyšší výkon (potřebná energie pro vytápění je daná okolní teplotou a tepelnými zisky) a také musí být potřený elektrický výkon k dispozici. Výkonnější tepelné čerpadlo znamená pravděpodobně



vyšší investiční náklady a větší příkon může znamenat větší fixní měsíční platbu za elektřinu. Nevyruší tyto efekty příznivý vliv vyššího topného faktoru?

- Opravdu jsou na svislých osách grafů na obrázcích Obr. 3.6, 3.7, 3.8, 3.9 a 3.10 *energie*? Dole na straně 92 je u popisu Obr. 3.10 uvedeno, že jde o průběhy *výkonů*, což mi přijde správnější.
- Akumulační nádrže (str. 101) mi přijdou vzhledem k současné legislativě poměrně špatně zaizolované, namísto požadavku včasného využití teplé vody bych navrhl zlepšení jejich tepelné izolace.
- V práci místy nejsou některé veličiny kvantifikovány (zejména tam, kde je požadována dostatečná tepelná kapacita, např. podlahového vytápění). Vzhledem k faktu, že pojem „dostatečný“ je bezrozměrný, bylo by vhodné odvodit příslušná bezrozměrná kritéria.
- V práci se často hovoří o optimalizaci. Jaké metody optimalizace byly použity?

Závěry oponentského posudku:

Autor odvedl velké množství práce při realizaci jednotlivých systémů a měření na nich. Za obzvláště cenné považuji měření na reálných systémech.

Z textu práce by bylo možné po zobecnění vytvořit užitečný manuál, pomůcku pro vhodný návrh komplexních systémů s rekuperací tepla, tepelnými čerpadly, FVE a podobně.

- Práci považuji za přínosnou z hlediska současného stavu techniky.
- Použité metody považuji za odpovídající a stanovené cíle za dosažené.
- Seznam prací, kterých je Ing. Jakub Jiřinec autorem nebo spoluautorem, je poměrně rozsáhlý, všechny odpovídají oboru „Elektroenergetika“. Jádro práce považuji za dostatečně publikované. Myslím si, že schopnost publikovat výsledky své odborné práce kandidát prokázal a že jde o pracovníka s vědeckou erudicí.
- Práci ve smyslu zákona 111/1998 Sb., § 47 *doporučuji* k obhajobě.

V Praze 9. 6. 2021

doc. Dr. Ing. Jan Kyncl





POSUDEK OPONENTA DISERTAČNÍ PRÁCE

Assessment of the Dissertation

Titul, jméno a příjmení studenta:

Title, name, surname of student

Ing. Jakub Jiřinec

Doktorský studijní program:

Doctoral study programme

Elektrotechnika a informatika

Studijní obor:

Study branch

Elektroenergetika

Téma disertační práce:

Topic of the dissertation

Efektivní řízení TZB a obnovitelných zdrojů energie pro bytové a komerční objekty

Školitel:

Supervisor

prof. Ing. Jiří Kožený, CSc.

Oponent:

Opponent

doc. Ing. Dušan Medved', PhD.

Zhodnocení významu disertační práce pro obor

Evaluation of the importance of the dissertation for the field

Téma predloženej dizertačnej práce Ing. Jakuba Jiřince je vysoko aktuálna, ako z pohľadu snímania vybraných fyzikálnych veličín, využívania regulačných prvkov, nasadzovania obnoviteľných zdrojov energie, tak aj z pohľadu znižovania spotreby rôznych druhov energií pre bytové a komerčné objekty.

Zabezpečenie tepelnej, svetelnej a respiračnej pohody obyvateľov, či už v domácnostiach alebo v práci, prináša so sebou zvýšené nároky na zariadenia, ktoré snímajú a následne regulujú príslušné fyzikálne veličiny (napr. teplotu, svetelný tok, množstvo CO₂, ...). Riadenie príslušných fyzikálnych veličín v dovolených medziach tak vedie k väčšej efektívnosti pracovníkov vo firmách, prípadne v domácnostiach vedie k priblíženiu sa zdravému prostrediu.

Autor dizertačnej práce si preto zvolil tému, ktorá je svojou tematikou vysoko aktuálna a je predpoklad, že výsledky tejto práce budú tvoriť základ pre ďalšie práce s podobnou tematikou.

Vyjádření k postupu řešení problému, použitým metodám a splnění určeného cíle

Evaluation of the the problem-solving process, the methods used and the goal to be met

V predloženej dizertačnej práci autor jasne zadefinoval ciele a hypotézy, pričom presne vyšpecifikoval vedecké metódy, ktorými naplní stanovené ciele a overí zadefinované hypotézy. Vedecké metódy, ktoré si autor zvolil, sú vhodné a adekvátne pre danú problematiku. Hlavnými zvolenými metódami skúmania boli predovšetkým logické metódy skúmania, ktoré boli podporené overením získaných výsledkov v prevádzke. Metódu počítačového modelovania v prostredí PV*SOL považujem tiež za veľmi prínosnú.

Stanovisko k výsledkům disertační práce a

k původnímu konkrétnímu přínosu předkladatele disertační práce

Statement to the results of the dissertation and on the original contribution of the submitter of the dissertation

Predložená dizertačná práca svojim charakterom má logickú a jasne definovanú štruktúru. V úvodných kapitolách sa autor venuje analýze súčasného stavu danej problematiky. Nasledujúce kapitoly sú venované konkrétnym úlohám, v ktorých sú riešené úlohy riadeného vetrania a vykurovania budov; optimalizácie spotreby budovy s využitím fotovoltického zdroja a úlohy adaptívneho osvetlenia.

Medzi hlavné prínosy predkladanej práce je možné zhrnúť nasledovné dielčie výsledky:

- návrh a vytvorenie spôsobu off-line predikcie vonkajšej teploty a overenie možnosti využitia predpovede vonkajšej teploty pre účely riadenia rekuperačných jednotiek a tepelných čerpadiel;
- návrh a vytvorenie systému pre zber dát a vyhodnotenie prevádzky rekuperačných jednotiek, ktorý vedie k zníženiu spotreby zariadení v prevádzke;
- aplikovanie predikcie osvetlenia a následnej výroby elektrickej energie z FVE v rámci riadiaceho systému budovy;
- navrhnutie a vytvorenie riadiaceho systému pre optimalizáciu prevádzky tepelného čerpadla v závislosti od predpokladanej vonkajšej teploty a výkonu FVE s uvažovaním tepelných strát budovy, pri zabezpečení požadovanej tepelnej pohody;
- integrovanie funkcie detekcie rozsahu nabíjacieho výkonu elektromobilu v rámci plynulej regulácie výkonu nabíjania elektromobilu podľa aktuálnej výroby elektrickej energie z FVE;
- návrh a vytvorenie systému adaptívneho osvetlenia s dôrazom na úsporu elektrickej energie. Tento systém vypočítava spotrebu každého svietidla a umožňuje odpojenie napájania driverov pri vypnutom svietidle.

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

Statement to the systematics, clarity, formal adaptation and language level of the dissertation

Autor preukázal v predloženej práci veľmi dobrý prehľad a sčítanosť odbornej literatúry, či už z problematiky TZB, práce s riadením a spínaním prvkov elektrickej inštalácie, tak aj z oblasti programovania a počítačovej simulácie. V práci sa vyskytuje viacero fyzikálnych veličín, s ktorými autor operuje vo viacerých aplikáciách a práca tak nadobúda medziodborový rozmer. Prehľad využitých literárnych prameňov domácich a zahraničných autorov je dostačujúci.

Rozsah dizertačnej práce, ako aj časového harmonogramu, ktorý autor venoval pre vypracovanie, zodpovedá svojim rozsahom prácam tohto typu. Teoretická časť, ako aj praktická časť sú svojim rozsahom vyvážené a deklarujú príslušnú časovú náročnosť a zanietenosť autora pre jej úspešné vypracovanie.

Vyjádření k publikacím studenta

Statement to student's publications

Počet literárnych prameňov v dizertačnej práci zodpovedá náročnosti riešenej problematiky, ako aj dostatočnému záujmu autora pre jej úspešné zvládnutie. Počet vlastných publikácií zdôrazňuje autorovu iniciatívu zverejňovať výsledky pre vedeckú komunitu a konfrontovať ich s inými autormi na rôznych konferenciách. Počet tematických príspevkov autora tvorí súbor 18 článkov v časopisoch alebo zborníkoch, pričom jeden príspevok je zaradený medzi tzv. impaktované. Medzi ostatné publikácie autora je možné tiež zaradiť 28 publikácií, ktoré sa venujú elektro-ohrevu alebo ďalším oblastiam blízkym elektroenergetike.

Celkové zhodnocení a otázky k obhajobě

Total evaluation and questions for defence

Predmetná dizertačná práca Ing. Jakuba Jiřince, je vysoko aktuálna a približuje čitateľovi prehľad efektívneho riadenia TZB a OZE pre rôzne bytové alebo komerčné budovy.

Napriek veľmi dobre spracovanej problematike, k práci mám niekoľko pripomienok a otázok:

- Autor nerešpektoval normu ČSN ISO 80000-1: 2011-08 (011300) a preto sú niektoré veličiny, jednotky, konštanty písané nesprávnym typom písma (v niektorých prípadoch nie je možné identifikovať, čo je premenná, čo jednotka a čo funkcia).
- Práca je zameraná na jednotlivé čiastkové riadiace systémy, pričom autor neuviedol, akým spôsobom by boli jednotlivé riadiace systémy prepojené do jedného spoločného celku (zahrnutie multikriteriálneho rozhodovania).

- Nesúlada značenia veličín teploty (t_g , resp. ϑ_g (2.1.20)) (str. 18).
- V práci sa vyskytujú drobné gramatické chyby, resp. preklepy (napr. „rekuperační jednoty“; „kuchyňský vzduchu“; „je vidět spotřeba“; „při optimalizace“; „při výběru“; „mezi s sebou“; „jsme vytvořil“; ...).
- Niektoré obrázky majú nižšiu čitateľnosť (pravdepodobne spôsobené jpeg konverziou).
- Pri optimalizačných úlohách je potrebné uviesť optimalizačné kritérium, napr. minimalizovanie spotreby; minimalizovanie nákladov; maximalizovanie životnosti; a pod. (str. 65).
- Pri jednotlivých variantných riešeniach by bolo vhodné uviesť aj investičné/prevádzkové náklady s následným výpočtom doby návratnosti navrhovaného riešenia.
- Chýba legenda pre modul č. „6“ (str. 113, obr. 4.1).

Otázky k obhajobe:

1. Čo predstavuje parciálny tlak vodnej pary $p_p = 0$ Pa (str. 14)?
2. Aký je rozdiel medzi fyzikálnymi veličinami merná plynová konštanta a merná tepelná kapacita (str. 15)?
3. Aký účel má spustenie rekuperačnej jednotky v lete medzi 3:00 a 6:00 (str. 21)? Nie je výhodnejšie v danom čase „obísť“ rekuperátor napríklad by-passom?
4. Je vhodné využívať rekuperačné jednotky aj v prípade, že sa v miestnosti nachádza osoba s respiračnými problémami (resp. osoba, ktorá môže rozšíriť respiračné choroby)?
5. Prečo je hodnota $E_j = 0$ VARh, keď hodnota $Q = -10,55$ VAR (str. 42, obr. 2.23)?
6. Prečo boli zvolené pre daný objekt regulátory radiátorových telies s nespojitým riadením (str. 49)?
7. Je vhodné schladiť budovu/miestnosť na uvedenú nízku teplotu 5°C (str. 50)?
8. Je spotreba elektrickej energie na chladenie adekvátne pre získanie tepelnej pohody/komfortu v triedach (str. 59)?
9. Je teplotná krivka (zelená) pre prírodný vzduch uvedená vrátane predohrevu (str. 62, obr. 2.43)?
10. Aké optimalizačné kritérium zvolil autor v jednotlivých prípadoch (str. 65)?
11. Bola veľkosť zásobníka PHW dimenzovaná podľa predpokladanej dlhodobej spotreby PHW (str. 71)?
12. S akou hodnotou „prípustnej približnosti“ intenzity difúzneho a odrazeného žiarenia ste uvažovali vo svojich výpočtoch (číselne) (str. 81)?
13. Akým spôsobom je možné znížiť, resp. eliminovať spotrebu driverov svietidla pri vypnutých svietidlách (str. 113)?
14. Aká je životnosť svietidiel pri ich častej regulácii v porovnaní so svietidlami bez regulácie (str. 115)?
15. Ktoré zariadenia TZB využívajú v súčasnosti on-line dáta z predpovede počasia (str. 124)?

Na základe skôr uvedeného si dovoľujem konštatovať, že Ing. Jakub Jiřinec vypracovanou dizertačnou prácou preukázal dostatočný prehľad v riešenej problematike, potrebnú erudovanosť a schopnosť vedecky pracovať. Preto túto prácu

odporúčam

k obhajobe pred príslušnou komisiou a po úspešnej obhajobe odporúčam udeliť titul PhD.

Doporučuji disertační práci k obhajobě
I recommend the dissertation for the defence

ano yes	x	ne no
------------	---	----------

Datum
Date

08.06.2021

Podpis oponenta:
Signature of opponent

