

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Optimalizace návrhu tepelného čerpadla pro rodinný dům s fotovoltaickou elektrárnou
Jméno autora:	Daniel Štecher
Typ práce:	bakalářská
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	Ústav energetiky, 12115
Oponent práce:	doc. Ing. Jan Hrdlička, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	ČVUT v Praze, FS

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	průměrně náročné
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zadání hodnotím jako průměrně náročné, odpovídající úrovni bakalářské práce.	

Splnění zadání	splněno s menšími výhradami
<i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i>	
Cíle práce (zadání) nejsou úplně jasně definovány, u jednoho z bodů je uvedeno, že „součástí může být“, je tedy brán jako volitelný. Zřejmě omylem je v úvodních stránkách uvedeno, že se práce zpracovávala v AR 2020/2021. Cíli (povinnými) tedy mělo být:	
<ul style="list-style-type: none"> - stanovení požadovaných tepelných výkonů pro charakteristické dny - stanovení energetických bilancí – zisky FVE, potřeby pro vytápění a ohřev TUV - optimalizace provozu TČ s provozem FVE, součástí optimalizace může být návrh zateplení RD 	
Zadání nepovažuji za zcela splněné, protože dle mého názoru v práci nebyla provedena optimalizace provozu tepelného čerpadla. Na druhou stranu byl splněn volitelný bod zadání (návrh zateplení RD).	

Zvolený postup řešení	správný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
K postupu řešení jako celku nemám žádnou výhradu, nemohu hodnotit optimalizaci TČ (viz komentář výše). Podrobnější vyjádření k práci je uvedeno dále.	

Odborná úroveň	C - dobře
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Autor celkově prokázal, že dokáže zpracovat zadané téma, bylo by ale vhodné se nad prací zamyslet s nadhledem. Práce obsahuje řadu zbytečných podrobností, které značně ztěžují orientaci v práci, na druhou stranu opomíjí klíčové body – jedním z nich je např. jednoznačná definice stávajícího stavu řešené budovy, ke které vztahuje úspory, druhým je např. neprovedení výpočtu alespoň prosté doby návratnosti navrženého řešení, resp. práce uvádí v závěru jedno číslo, které není blíže definované. V práci mi také chybí kritické zhodnocení dosažených výsledků.	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	B - velmi dobře
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Práce by potřebovala jazykovou korekci, vyskytují se v ní gramaticky chyby (typicky shoda podmětu s přísudkem nebo problémy s interpunkcí), či nesrozumitelné věty.	

Výběr zdrojů, korektnost citací

D - uspokojivě

Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.

Kapitola „Použitá literatura“ je nepřehledná, zřejmě došlo k nějakým formátovacím problémům. Citace mají podivný formát, doporučuji příště používat něco standardizovaného, jako jsou např. citace zdrojů dle normy ČSN ISO 690 – lze pro jejich automatickou tvorbu získat např. zásuvné moduly pro MS Word. Jinak zdrojem informací pro práci jsou převážně informace pocházející z neověřených internetových zdrojů, což není problém akceptovat např. při používání ceníků jako zdroje dat, citacích zákonných norem nebo využití ilustračních obrázků, je to ale nedostatečné v případě odborné literární rešerše. Konkrétním příkladem je obr. 2 – je zkopírován z uvedených firemních stránek, a je to typický příklad toho, jak by se informace pro odbornou práci neměly získávat. V tomto případě lze tzv. solární mapu získat kvalitních recenzovaných zdrojů, např. z knihy Matuška T.: Solární zařízení v příkladech. Ze stejného důvodu je pravděpodobně na obr. 3 do schématu TČ zařazen elektrokotel, ačkoliv v textu nikde není zmíněn a s vlastním TČ vůbec nesouvisí.

Další komentáře a hodnocení

Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.

Komentáře mám k některým specifickým místům v práci:

- rozlišujte pojmy výkon/příkon a potřeba/spotřeba energie, v práci je zaměňujete, včetně zmatku v rozměrech veličin.
- dovolím si částečně nesouhlasit s tvrzením, že „z hlediska energetiky má fotovoltaika velký potenciál a je velkým příslibem do budoucna“ (str. 11). Jak autor musí vidět z vlastních výsledků, solární zisky na území ČR jsou poměrně nízké a roční doba využití FVE zdroje je prakticky nejnižší mezi všemi OZE, využívanými v ČR.
- doporučuji vyvarovat se tvrzení typu „dosahují účinnosti až 21 %“ (např. na str. 13). Vždy bude možné najít informaci, že byl testován FV článek, u kterého byla naměřena účinnost 21,1 %, což znamená, že tvrzení bylo nepravdivé. Je třeba s těmito informacemi nakládat jinak a prezentovat je jinak, ideálně se specifickou podporou informace z literárních zdrojů.
- Tabulka 1 je vlastním dílem autora? Pokud ano, oceňuji, že autor dokázal alespoň takto ve stručnosti charakteristické výhody/nevýhody různých typů TČ přehledně shrnout. Pokud ne, chybí odkaz na zdroj.
- vztahy 9.1.1 a 2, 9.2.4 – plocha má pravděpodobně rozměr [m²], nikoliv [m]
- kap. 9.2, str. 24 – nejspíše se projevuje nepřilíživá volba stylu odkazů (kulaté závorky+číselný odkaz), která se míchá s číslováním rovnic (rovněž kulaté závorky).
- rovnice 9.2.9 by si zasloužila vysvětlení, že $R = 1/\alpha$ a $R = R_1 + R_2 + R_3$
- není mi zcela zřejmé, proč používáte pro součinitel prostupu tepla dva různé symboly „k“ a „U“, přičemž v každém vztahu, kde se vyskytují, uvádíte rovnost $U = k$.
- vztahy 9.6.1-9.6.3 -byly zde dosazovány určité koeficienty, z textu ale není zřejmé jaké.
- na str. 37 nesouhlasím s Vaším tvrzením, že „Objekt, pro který je tepelné čerpadlo navrhováno je trvale obývaný a je tedy potřeba stálého výkonu během celého roku“. To není pravda, potřebný topný výkon se mění v závislosti na venkovní teplotě, což nakonec v práci řešíte.
- obr. 13 na str. 38 je zcela zbytečný, není mi zřejmé, co má čtenáři sdělit – je na něm pouze červená a stříbrná bedna s logem firmy. Také nerozumím větě „Výkon tepelného čerpadla AquaMaster Inverter – 30l je řízen kompresorem a přizpůsobuje se aktuální potřebě tepla objektu“.
- co to je BOW35?
- v investičních nákladech na FVE jste dle mého názoru nezahrnul náklady na úpravu/vybudování elektroinstalace.
- str. 55 – myslím, že jste relativně hodně podhodnotil náklady na zateplení. Z velice čerstvé zkušenosti je cena za zateplení fasády okolo 2000-2500 Kč/m² (s finální povrchovou úpravou, zahrnuje jak materiál, tak práci, i všechny „skryté“ náklady typu parapety, lišty, průchodky, apod.), tj. jen Vaše fasáda by vyšla na cca 400 tis. Kč.
- v kap. 13.2 uvažujete využití dotace Zelená úsporám, neuvedl jste ale klíčové okrajové podmínky.
- kap. 13.3 – mám tomu rozumět tak, že ve stávajícím stavu se objekt vytápí přímotopy/elektrokotlem? Vyplývá to pouze z kontextu, stávající stav by bylo vhodné jasně definovat.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uveďte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.

Práce jako celek odpovídá běžným požadavkům na bakalářské práce, auto ukázal, že dokáže zpracovat zadané téma. V práci je řada nejasností, které komentuji výše, na některé pokládám konkrétní dotazy k obhajobě. V práci mi ale chybí závěr – připadá mi, že práce není dotažená do konce a autor mohl alespoň zpracovat jednoduchou ekonomickou bilanci a určit prostou dobu návratnosti instalace. Závěr, že z původních 110 tis. Kč ročních nákladů uspořím 102 tis. vypadá na první pohled velice dobře, ale proti tomu je nutné zhodnotit reálné náklady, které investice bude stát. Z údajů, které autor v práci uvádí, vychází prostá doba návratnosti investice cca 12 let (nevím, jak autor došle k číslu 8 v závěru práce, postup není zřejmý), a to ještě s výrazně podhodnocenými náklady na zateplení objektu. Pokud bychom měli navíc uvažovat změnu hodnoty peněz v čase, taková investice nebude reálně návratná.

Dotazy k obhajobě:

- 1) prosím o vysvětlení, z jakého důvodu jste pro určení venkovních teplot volil vrchol Milešovky? To není zcela typické místo, které by z hlediska meteorologických podmínek reprezentovalo sídelní oblast. Pokud zvolíte více reprezentativní meteorologickou stanici, jak by to mohlo (stačí kvantitativně) ovlivnit výsledky?
- 2) prosím o vysvětlení, na základě jakého kritéria/parametru jste usoudil, že vhodným typem TČ je systém zeměvoda (s vrtem), a ne jiný typ. Zvolená varianta je totiž investičně prakticky nejvíce náročná ze všech možných, a to právě z důvodu nutnosti realizovat vrt a přechodu na nízkoteplotní vytápění. Také prosím o vysvětlení, jak by toto TČ mohlo pracovat v režimu klimatizace – viz Vaše konstatování v úvodu kap. 11 ohledně využití přebytků z FVE pro ochlazování objektu. Také prosím o sdělení, jakou konkrétní optimalizaci TČ, jak uvádíte v závěru, jste v práci dělal a jaký byl její vstup a výsledek.
- 3) Obrázek 25, který je klíčový pro Vaše výpočty, jste získal pomocí internetového programu. Z jakého důvodu jste potom dělal rozbor v kap. 11.3 a 12, a jak jste jej tedy pro Vaši práci využil?
- 4) Prosím o vysvětlení výpočtu úspor v kap. 13.3, zejména jak do ní zahrnujete problém nesoučasnosti výroby elektřiny z FVE a spotřeby. Z textu práce není možné postup rozklíčovat.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **C - dobře**.

Datum: 21.8.2020

Podpis:

