

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Prediktivní řízení tepelného čerpadla
Jméno autora:	Karolína Indruchová
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra měření
Oponent práce:	doc. Ing. Tomáš Matuška, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	Ústav techniky prostředí, Fakulta strojní

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Modelování reálného provozu tepelného čerpadla, navíc s vlivem pokročilé regulace, vyžaduje vysokou úroveň znalostí, jak z oblasti fungování tepelných čerpadel, tak z oblasti regulace samotné, zde konkrétně prediktivní regulace.	

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>	
Diplomová práce rámcově splňuje zadání, nicméně chybí mi nějaké číselné vyhodnocení úspor zavedením prediktivní regulace.	

Zvolený postup řešení	částečně vhodný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
<p>Jednotlivé porovnávané varianty jsou zvoleny velmi nevhodně z pohledu návrhu konkrétního tepelného čerpadla vzhledem k tepelné ztrátě budovy a neodpovídá reálnému dimenzování v praxi. Varianta s bivalentním provozem uvažuje teplotu bivalence 2 °C, což je velmi nezvyklé (poddimenzované), zpravidla se volí bod bivalence okolo -5 °C. Druhá varianta monovalentního provozu je také nevhodná, nicméně předpokládám, že je uvažována pouze jako fiktivní pro srovnání. Přestože se jedná o tepelné čerpadlo bez regulace výkonu, není uvažována v základních variantách akumulace tepla (v praxi nezbytné). Ta je uvažována až v souvislosti s prediktivní regulací.</p> <p>Z diplomové práce není jasné, zda model u základních variant pracoval s hodinovým krokem výpočtu (není uvedeno ani vysvětleno). Není jasné, jak byla stanovena potřeba tepla budovy, zda také v hodinovém kroku a zda vůbec byly uvažovány nějaké tepelné zisky (vnitřní, solární) – předpokládám, že ne a jedná se tedy o neobsazenou budovu bez oken.</p> <p>Není také jasné, k čemu má prediktivní regulace vést, co má být jejím cílem – zda úspora energetická (není vyhodnocena změna efektivity tepelného čerpadla), nebo úspora provozních nákladů (nepracuje se s měnící se cenou energie během dne). V diplomové práci chybí uvedení uvažovaného objemu akumulčního zásobníku.</p> <p>Řada uvedených vztahů je jednoduše špatně, např. vztah na str. 47: $P_{top} = P_{elTC} + P_{kot}$, výkon do topné soustavy NENÍ součet elektrického příkonu tepelného čerpadla a dodatkového zdroje, ale součet tepelného výkonu(!) tepelného čerpadla a dodatkového zdroje. Vztah na str. 48: $P_{topTC} = k_2 \cdot (T_{w1} - T_{w2}) / 2$ – Tin je také špatně, má tam být $(T_{w1} + T_{w2})$, předpokládám, že v tomto případě se jedná o překlep, nicméně stejná chyba se objevuje i na str. 51 a 54. Vztah na str. 50: $P_{top} = P_{topTC} + P_{prim}$ neodpovídá naznačenému schématu.</p>	

Odborná úroveň	E - dostatečně
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Odborná úroveň práce je velice nízká, a to zvláště v oblasti tepelných čerpadel a otopných soustav. Už v samotném vysvětlení principu fungování tepelného čerpadla se objevují věty, které nedávají ani fyzikálně smysl: „Odebrané teplo se předává pomocí termostatického expanzního ventilu do okruhu technologie s chladivem. Tlak za expanzním ventilem je nižší než venkovní teplota, a proto se chladivo rychle odpařuje.“ Podobně vysvětlování a znázornění ekvitermních křivek vzbuzuje pochybnosti o jejich správném použití v modelu (pokud byly použity). Uvádění naakumulované energie v kW je	

chybně, nelze míchat veličiny výkon a energii (str. 29). Řada předpokladů a závěrů je chybných, např. že energeticky vhodnějším řešením přípravy teplé vody je pouze předehřev tepelným čerpadlem a dohřev bivalentním zdrojem – ovšem při nejběžnějším řešení dohřevu elektrickou energií (COP=1) je naopak takové řešení méně energeticky vhodné.

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

E - dostatečně

Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.

Formální úroveň je průměrná. Jazyková úroveň je nevalná s častými překlepy a nevhodnými formulacemi. Například překlep „teplené“ namísto „tepelné“ se v práci objevuje více než 20x, dokonce i v anotaci. Problematické jsou také technické termíny, které se v oboru nepoužívají jako např. „topné médium“, „teplá užitková voda“ (termín zrušen už před více než 20 lety), „teplá pitná voda“ (teplá voda není považována normou za pitnou). Nešťastná jsou také vyjádření jako „topný zdroj, který pokryje topnou část ...“ nebo „Snížit energetickou náročnost budov je možné s technologiemi stálými i nově vyvíjenými.“ (co znamená stálá technologie?). Nevhodné je značení veličin jako „msteckou“ na str. 65 (průtok) nebo „prumernyvykon“ na str. 67 (lze označit symbolem a nevyepisovat otrocky název veličiny).

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.

Překvapivý je výběr zdrojů, ze kterých autorka čerpá. Jedná z velké části o jiné diplomové práce nebo popularizační články a knihy z oblasti hobby literatury. Očekával bych mimo jiné použití doporučené literatury ze zadání.

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.

U diplomové práce s názvem Prediktivní řízení tepelného čerpadla bych očekával, že výsledkem bude kvantitativní vyjádření vlivu nasazení prediktivní regulace na úspory (energetické, nákladové). To v práci není. Nicméně i v případě analýz provedených autorkou bych očekával větší prezentaci funkce modelu, např. průběh teplot na výstupu z tepelného čerpadla, průběh příkonu, výkonu, COP během vybraného sledovaného období pro znázornění funkce modelu, průběh teploty v akumulátoru, apod.

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.

Odborná úroveň práce v oblasti tepelných čerpadel je nízká, nicméně nedovedu posoudit, jakým způsobem se autorka vyrovnala s modelováním prediktivní regulace. Část věnovaná prediktivní regulaci je nicméně velmi strohá a popsána mlhavě a není jasná, za jakým účelem měla být v systému nasazena, resp. co měla přinést.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **E - dostatečně**.

Datum: 1.6.2022

Podpis: