

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Základní návrh a bilance technologie geotermální elektrárny pro tekutiny s nadkritickými parametry
Jméno autora:	Albert Vocel
Typ práce:	bakalářská
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	Ústav Energetiky 12115
Oponent práce:	Ing. Václav Novotný
Pracoviště oponenta práce:	Ústav energetiky 12115, UCEEB

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	průměrně náročné
<p>Problematika zefektivnění geotermální energetiky je dlouhodobé téma, kdy globálně stále existuje teoreticky značný potenciál tohoto obnovitelného zdroje pracujícího v baseloadu, ale nedaří se ho technicky a ekonomicky využít. Náročnost zadání hodnotím jako průměrné až lehce náročnější.</p>	

Splnění zadání	splněno
<p>Zadání je splněno ve všech bodech v rozumném rozsahu.</p>	

Zvolený postup řešení	správný
<p>Pro řešení rešeršně-teoretické práce je zvolený postup správný a metody řešení přiměřené požadavkům zadání.</p>	

Odborná úroveň	B - velmi dobře
<p>Úroveň odbornosti a aplikace poznatků odpovídá studentům bakalářského studia. Student prokázal znalost tvorby bilančních termodynamických modelů a výpočtů s databázemi látkových vlastností pro aplikaci v energetice i porozumění a aplikace vhodných poznatků z literatury ohledně specifického tématu v rámci geotermálních elektráren. Výsledek výpočtu mj. ukazuje fakt, že maximální účinnosti je dosaženo, pokud zadaný pinch point je přítomný ve všech kritických bodech (na obou koncích limitujícího výměníku).</p> <p>Několik bodů ke zlepšení:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Není provedeno na konci rešerše shrnutí získaných informací, nalezení společných vlastností u projektů atp. - Technologie z kap. 1.3 jsou uvedeny jako efektivně na zadané parametry pro analýzu neaplikovatelné. Oponent by očekával ale diskuzi s ohledem na kapitolu 2.5 věnující se přímo nadkritickým parametrům zdroje - Rešerše samotných schémat elektráren pro konverzi SC přírodní páry na elektřinu obsahuje pouze jeden zdroj (pokud by opravdu další neexistovaly, je potřeba toto zmínit spolu se zadanou oblastí hledání). - Při popisu modelu v rovnicích není uvedeno, jakým způsobem je zahrnuta isentropická účinnost. - Volba vlhkosti na emisi z dílů turbíny je nevhodná pro prozkoumání možných stavů, lepší by bylo mít tlaky jako volitelný parametr s tím, že pouze max. vlhkost je omezena podmínkou. Primárně pro var C (kde na to je „prostor“) by stálo za to úvahu technicky určitě reálnější řešení, kdy by např. VT díl neexpandoval do mokré (nebo pouze do lehce mokré) páry. - Chybí vysvětlení spodního indexu a. - Příliš „jednovětných miniodstavců“. - Při zavádění mezistavů je vhodné být konzistentní, zároveň „L“ a zároveň * zhoršuje přehlednost. * se pak standardně užívá spíše jako horní index. - Obr. 30,31 – doporučoval bych sjednotit rozsahy x os - Průběh výkonu vypadá spojitě, ale ne hladce (uvedeno jako nespojitost) - obr. 46 pravděpodobně nebude odpovídat uvedenému T2 - Namísto optimalizace na nejvyšší svorkový výkon je vhodné optimalizovat čistý výkon systému <p>Oponent má několik následujících poznámek a otázek k zamyšlení:</p> <ul style="list-style-type: none"> - rov. (1.3.1) nemůže být obecně brána pouze s jednou hodnotou entalpie bez kontextu. Pokud je brána takto, platí pouze ve velmi specifických případech. 	

- V systémech dry steam je typicky velké množství NCG a uvedené schéma nebude vhodné. Proč, jak bude vypadat reálně?
- Jak souvisí (pokud opravdu spolu souvisí) u Kalinova oběhu uvedený výrok o tlaku syté kapaliny směsi se zvýšení účinnosti využití zdroje?
- Má pouhý fakt, že je látka v nadkritické oblasti, vliv na termickou účinnost Braytonova cyklu, jak je uvedeno?
- Práce uvádí řadu informací s ohledem na poloostrov Reykjanes, přitom by bylo lepší rozlišovat, ke které konkrétní elektrárně na daném poloostrově se data vztahují (Svartsengi nebo Reykjanes, plus u dalších lokalit se uvažuje o stavbě).
- Práce uvažuje dle schématu s uzavřeným okruhem chladicí věže. Jaká má tato varianta praktické nevýhody v geotermálních aplikacích a výhody v klasické energetice?
- Práce neuvažuje s injektážní geokapalinou. Je takový provoz udržitelný? Jak se sníží čistý výkon v případě jeho uvažování.
- Nebylo uvedené, jak byla jako pracovní látka ORC určena R123. Bylo by možné tuto látku aktuálně používat?

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce**B - velmi dobře**

Rozsahem práce splnila zadání 3 leté BP. Zarovnání do bloku by velmi prospělo čitelnosti. Metoda exportu nebyla vhodná z důvodu nemožnosti vyhledávání v textu, kopírování odkazů literatury apod.

Výběr zdrojů, korektnost citací**C - dobře**

Volba zdrojů je vhodná a sestávající převážně z odborných publikací a doplněná o převážně technicky zaměřené příspěvky z webů. Přejaté informace mají jasně uvedený zdroj. Reference odborných článků jsou ale uvedeny jako citace online webů, navíc nejsou uvedeni všichni autoři (pouze jeden).

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Práce řeší problematiku energetického využití nadkritické přírodní páry a na velmi zjednodušeném modelu ukazuje rámcové možnosti několika konfigurací elektráren. BP celkově odpovídá úrovni tříletého bakaláře rozsahem i formou zpracování. Student prokázal znalost tvorby bilančních termodynamických modelů a výpočtů s databázemi látkových vlastností pro aplikaci v energetice i porozumění a aplikace vhodných poznatků z literatury. Pro diskuzi při obhajobě mohou zaznít dotazy uvedené výše v hodnocení. Konkrétní dotazy k zodpovězení pak jsou následující:

1. Na obr. z vrtu Venelle je vidět téměř skokový nárůst teploty mezi cca 370 a 450°C. Čím si tento skok vysvětlujete? Jaké byly důvody častých zhroucení vrtů pro vysoké teploty a tlaky?
2. Jaký efekt na termodynamické bilanční výpočty budou mít NCG? V jaké míře je lze u nadkritické přírodní páry očekávat? Jaký bude dopad na parametry elektráren v analyzovaných konfiguracích a jak se změní optimální kondenzační parametry pro maximalizaci čistého výkonu? Máte nějaký návrh, jak negativní aspekty omezit?
3. Jak by se změnily parametry, pokud by kapalina z bodu 10 na obr. 40 byla přečerpána na vyšší tlak a smíchána s proudem 13
4. Co způsobuje drobný nárůst měrné práce v obr. 31 při nejvyšších hodnotách m_1 ? Čím je způsobena konstantní teplota T_6 v obr. 47 v rozsahu m_1 cca 0.69 – 0.71?

V případě jasných odpovědí na předložené otázky je možné práci hodnotit stupněm A-výborně.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **B - velmi dobře**.

Datum: 15.6.2021

Podpis: