

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	3D tištěné turboexpandéry pro mikro-aplikace – návrh a ověření radiální rovnotlaké koncepce
Jméno autora:	Vojtěch Mareš
Typ práce:	bakalářská
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	Ústav energetiky
Oponent práce:	Ing. Jakub Maščuch, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	Ústav energetiky; Univerzitní centrum energeticky efektivních budov

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání</b>	<b>náročnější</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Vzhledem k rozsahu zadání závěrečné práce, množství vlastní invence a nutných znalostí z oboru návrhu expanzních strojů, jež musel student při jejím vypracování prokázat, hodnotí oponent zadání jako náročnější. Náročnost vyplývá i z poměrně značné obecnosti zadání a nutnosti pronikat do hloubky jednotlivých problematik, toto zadání tak podle názoru oponenta odpovídá spíše pracím magisterským.	

<b>Splnění zadání</b>	<b>splněno s menšími výhradami</b>
<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>	
Předložená práce splňuje zadání s menšími výhradami – dle pokynů vedoucího práce byla vypracována vyčerpávající rešerše turboexpandérů pro ORC o výkonech 1-10kW, byl proveden návrh radiální rovnotlaké jednostupňové koncepce vzduchového expandéru, který byl následně zprovozněn a v laboratoři proměřen. Drobou výhradu si zaslouží jen velmi okrajově řešený bod zadání, ve kterém měl být proveden koncepční návrh a úprava pro implementaci expandéru do ORC systému. Taková modifikace výsledků podle názoru oponenta přesahuje obvyklý rozsah bakalářských prací, protože vyžaduje značné znalosti z oblasti konstrukce turboexpandérů na jinou pracovní látku, než na kterou byl proveden návrh a ověření.	

<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>správný</b>
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Zvolený postup řešení je založený na důkladné rešeršní činnosti odborných zahraničních publikací, vlastním konstrukčním návrhu expandéru na základě vedoucím práce dodané geometrie lopatkování stroje, zprovozněním a experimentálním ověřením navrženého stroje a vyhodnocením dat z měření a porovnání dosažených experimentálních hodnot s hodnotami návrhovými. Tento postup a metodu řešení hodnotím jako správný pro splnění zadání práce.	

<b>Odborná úroveň</b>	<b>B - velmi dobře</b>
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Úroveň odbornosti závěrečné práce je z pohledu schopnosti zvládnout návrh vysokootáčkového expandéru, jehož funkčnost byla ověřena, nutné považovat za nadstandardní. Za vynikající je možné považovat rešeršní část čerpající především z aktuální zahraniční odborné literatury. V práci byl vytvořen přehled expandérů pro ORC aplikace mikro-výkonů včetně referencí na dostupné experimentální publikace. Očekával bych v textu kapitoly k 3D tisku a vysloveně možnostem jeho aplikace pro výrobu turboexpandérů. Vyhodnocení experimentálních dat je předloženo srozumitelně, oponent postrádá uvedení těchto dat například v příloze a alespoň stručný popis postupu. Student prokázal využití znalostí získaných studiem. V práci se vyskytuje řada nepřesností v terminologii, která je zřejmě dána překlady ze zahraniční literatury.	

<b>Formální a jazyková úroveň, rozsah práce</b>	<b>C - dobře</b>
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	

Grafická a formální úroveň práce odpovídá kvalitnímu technickému textu psanému studentem završujícím své bakalářské studium a ctí základní typografická pravidla. Úrovně kapitol závěrečné práce jsou však členěné poněkud zmatečně. Po stránce jazykové lze práci vytknout snad jen to, že by zasluhovala podrobněji pročíst a opravit některé překlepy, logické nesrovnalosti a gramatické chyby. Dále se objevují nepřesnosti v použití odborné terminologie, které by bylo zřejmě snadné odstranit pečlivou závěrečnou odbornou korekturou textu.

#### Výběr zdrojů, korektnost citací

A - výborně

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.

Student použil téměř výhradně recenzované odborné zahraniční publikace jako podklad pro rešeršní část práce, která je podrobná a detailní. Převzaté informace jsou správně referencované a odlišené od vlastních výsledků a závěrů. Bibliografické citace jsou provedeny v souladu s citačními zvyklostmi a normami. Oponent nezaznamenal porušení citační etiky.

#### 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.

Vzhledem k názvu bakalářské práce by oponent očekával, že se student bude v práci více zabývat vlastními metodami 3D tisku pro expandéry, nebo se zaměří alespoň na některá specifika návrhu 3D tištěných turboexpandérů, minimálně pro vyrobené a otestované stroje. Jelikož se práce specializuje na konstrukční návrh stroje, kvalita přiložené výkresové dokumentace by mohla být na vyšší úrovni. S ohledem na charakter práce se však nejedná o zásadní nedostatky.

### 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.

Bakalářská práce v úvodu rešeršní části poskytuje přehled expanzních strojů pro ORC systémy o výkonech 1-10kW, dále byl proveden přehled experimentů v této oblasti na zahraničních pracovištích. Vlastní návrhová část radiálního turboexpandéru na experiment na vzduchové trati byla provedena kvalitně, avšak pouze okrajově se student věnuje úpravám pro možnost použití expandéru v ORC jednotce. Toto však oponent s ohledem na celkový charakter zadání nepovažuje za chybné, protože zadání mělo být podle názoru oponenta konkrétnější a méně obsáhlé.

Experimentální měření a dosažené výsledky jsou uvedeny přehledně, postup vyhodnocování experimentálních dat by si zasloužil pečlivější přístup. Student úspěšně uplatnil studiem nabyté znalosti pro experimentální vývoj a konstrukci laboratorního zařízení, což spolu s kvalitní rešerší zahraničních experimentů je hlavním přínosem závěrečné práce.

Otázky k obhajobě:

1. Prosím rozveďte detailněji možné důvody, proč bylo experimentálně dosaženo natolik odlišných hodnot isentropické účinnosti turboexpandéru od hodnot návrhových.
2. V práci zmiňujete, že „koeficienty použité při výpočtu hmotnostního toku tryskami se liší od reálných koeficientů z měření“. Můžete prosím rozvést, co je touto větou konkrétně myšleno?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím s ohledem na terminologické a formální nedostatky klasifikačním stupněm C - dobře.

Datum: 15.7.2020

Podpis:

