

# Oponentský posudek disertační práce na téma „ Efektivní a ekologické spalování biomasy “

Doktorand: Ing. Michal Špiláček

Oponentský posudek je vypracován na základě požadavku děkana fakulty strojního inženýrství VUT v Brně doc. ing. Jaroslava Katolického, Ph.D., ze dne 1. 10. 2018. Předložená disertační práce obsahuje 135 stran a 35 příloh. Je podána na Energetickém ústavu FSI VUT v Brně a školitelem je doc. Ing. Zdeněk Skála, CSc.

## 1. Aktuálnost tématu disertační práce.

Předložená disertační práce pojednává o aktuální problematice zvyšování účinnosti spalovacích zařízení na biomasu se současným snížením škodlivých tuhých a plyných emisí. Dále se zaměřuje na ověření experimentálních výsledků měření spalování rostlinné biomasy pomocí počítačového modelu, k čemuž v práci sloužily výsledky analýz konané v rámci výzkumných prací na modulárním zařízení na spalování sypké dřevní biomasy pomocí pevného roštu, na jejichž pracích se disertant významně podílel.

Rostoucí význam biomasy jako zdroje energie je dán snahou využít všechny dostupné zdroje. Obvykle jde o domácí zdroje, takže produkce a zpracování vytváří nové pracovní příležitosti a podporuje rozvoj podnikání. Spalování biomasy, pokud je náhradou za fosilní paliva, přispívá ke snížení produkce skleníkových plynů.

Aktuálnost tématu spočívá v tom, že **výsledky uvedené v práci umožňují praktickou aplikaci u provozovatelů této technologie.** Aktuálnost tématu zvýrazňuje skutečnost, že umožňuje dát informace o spalovacím procesu z hlediska statiky i dynamiky a o koncepci spalovací komory s důrazem na snížení tvorby oxidů dusíku a těžkých uhlovodíků.

## 2. Splnění sledovaného cíle disertační práce.

Disertační práce shrnuje výzkumnou a publikační činnost disertanta, která je zaměřena na problematiku spalovacího procesu biomasy se snížením tuhých a plyných emisí škodlivin. Výsledkem je provedení analýzy a přehledu všech vlivů na proces hoření a na snížení emisí. Řešení těchto problémů bylo vyvoláno potřebami praxe.

**Cíle disertační práce spočívající na vytvoření počítačového modelu spalovacího procesu biomasy za účelem zvýšení účinnosti spalování a snížení emisí zejména oxidů dusíku a s ověřením na experimentálním modulárním zařízení byly splněny.**

## 3. Zvolená metoda zpracování.

Pro vytýčený cíl si disertant zvolil náročnou metodu analýzy spalovacího procesu na spalovací komoře o výkonu 110 kW určené pro spalování dřeva umožňující lepší kontrolu stability spalovacího procesu pomocí stupňovitého přívodu vzduchu. Pro výzkumné účely bylo na komoře provedeno několik úprav dovolující změnu podmínek pro měření a okrajových podmínek při řešení úloh na počítači. Pro výpočtové řešení bylo použito softwaru COMSOL s moduly „ CFD, „Heat Transfer“ a „Chemical Reaction



Engineering „ umožňujícího zhodnocení fyzikálních jevů pro popis modelu s využitím předností tohoto softwaru.

***Zvolená metoda zpracování umožňuje její aplikaci u provozovatelů spalovacích zařízení na biomasu.***

#### **4. Zhodnocení výsledků disertační práce.**

Získané poznatky výzkumu zpracované na vědecky podložených závěrech umožňují přímou aplikaci v energetice. Výsledky byly zpracovány v rámci výzkumu disertanta konaného v minulých čtyřech letech.

Přínosem disertační práce a účelem provedených analýz bylo získat a určit počítačový numerický model pro PC sestavu s dvěma procesory ve Windows 10 s výpočetní sítí, plně využívající možnosti paměti RAM sestavy. Výsledná sestava pracovala s 3,049 mil stupňů volnosti a s 2,09 mil. vnitřními stupni volnosti, což je plně dostačující pro prezentované analýzy a závěry.

Práce předkládá ucelený postup výpočtů a analýz a skládá se z rešeršní části, která zpracovává informace vztahené k řešené problematice faktorů biomasy a vlastní výzkumné části. Význačnou částí jsou také doporučení pro praxi spočívající v stabilizaci proudění a přenosu tepla a hmoty pasivními a aktivními konstrukčními prvky.

Kombinací poznatků z rešerší mechanismu chemických procesů, konfigurací geometrie spalovací komory a experimentálních ověřovacích měření se podařilo disertantovi sestavit úplný model spalovacího procesu ve, který kombinuje základní mechanismy přenosu hybnosti, energie a hmoty. Byly získány výsledky, jejichž analýza umožnila eliminaci horizontálních turbulentních vírů ovlivňujících tvorbu oxidů dusíku a těžších uhlovodíků. Mezi hlavní přínosy práce je vytvoření modelu spalovacího procesu s detailní dynamikou a velkým potenciálem pro aplikaci na malých spalovacích jednotkách.

***Téma odpovídá plně prvkům státní energetické koncepce České republiky .***

#### **5. Formální úprava disertační práce a jazyková úroveň.**

Bibliografická citace jsou zpracovány jako souhrn údajů o problematice nebo její části, umožňující její identifikaci. Obsah, formu a strukturu citací je v souladu s normou ČSN ISO 690, která specifikuje prvky, jež je třeba, popř. možno, v bibliografických citacích uvádět, stanoví a předepisuje jejich pořadí, ustavuje pravidla transkripce a formální úpravy informací získaných z pramenné publikace.

Experimentální část obsahuje úplný výčet a popis použitých materiálů, analytických, metod a technologických postupů, softwarů a statistických metod, atd., použitých v průběhu řešení zadané disertační práce. Diplomant správně uvedl původ výsledků zahrnutých v diplomové práci. Výsledky a diskuse obsahuje úplné uvedení výsledků ve formě textu, tabulek, grafů a obrázků se slovním vysvětlením a s diskusí s ohledem na dosud publikované poznatky v oblasti řešené problematiky. V závěru je správně provedeno shrnutí konkrétních poznatků a doporučení vyplývajících z disertační práce. Jazyková úroveň prokazuje, že dizertant porozuměl širokému spektru náročných, textů a pochopil i jejich implicitní význam.

Publikační činnost disertanta byla zaměřena na řešené téma. Celkem 20 publikací jako autor a spoluautor v časopisech.( Chemical Engineering transactions, Acta Politechnica, world Academy of Science, Engineering and Technology, Waste forum, Journal Transactions on Environment and Development aj.).

Úprava disertační práce a jazyková úroveň splňuje vysoké požadavky kladené na disertační práce.

#### **6. Konkrétní přínos disertanta**

Konkrétním přínosem je zpracovaná problematika analýzy spalování biomasy, dynamiky spalovacího procesu, produkce škodlivých emisí s hlavním zaměřením na oxidy dusíku a tvorbu dehtu a sestavení úplného matematického modelu umožňujícího simulaci procesu přenosu hybnosti, energie a hmoty s určením okrajových a počátečních podmínek.

#### **7. Připomínky a poznámky k disertační práci.**

- *Vysvětlete blíže u obhajoby zjednodušení fyzikálního modelu umožňujícího s výsledky matematického modelu provádět vhodné konstrukční úpravy technologie.*
- 
- *Porovnejte výhody a nevýhody modelu  $k$ -epsilon a  $k$ -omega se specifickou disipací energie omega.*
- 
- *Vysvětlete blíže redukci modelu spalování za pomoci skeletálního mechanismu.*
- 
- *Jakým způsobem by se mohl provádět modelový výzkum na zařízení TGA Energetického ústavu, jaká budou zjednodušení a jaké by byly cíle dalšího výzkumu.*

#### **8. Závěr.**

Předložená disertační práce je původní výzkumné dílo a zabývá se problematikou efektivního a ekologického spalování biomasy. Tato práce proto vychází z potřeb energetiky i rozvoje vědy na vysokých školách. Její teoretické a aplikační části mají velmi dobrou úroveň a získané výsledky jsou přínosem nejen pro další rozvoj oboru, ale poslouží také pro zajištění podmínek pro úspěšnou aplikaci těchto poznatků pro energetiku. Zájem o využití obnovitelných zdrojů energie je aktuální u nás i ve světě.

***Disertant v uvedené práci dokázal, že ovládá vědecko-výzkumné metody řešení, má velmi dobré teoretické vědomosti, které dovede uplatnit při řešení náročných problémů technické praxe.***

***Protože práce splňuje po všech stránkách podmínky a požadavky kladené na doktorské disertační práce stanovené vyhláškou MŠ ČR doporučuji, aby její autor Ing. Michal Špiláček byl vyzván k obhajobě a aby mu po úspěšné obhajobě byla udělena akademicko-vědecká hodnost Ph.D.***

V Ostravě dne 23. 10. 2018



Prof. Ing. Pavel Kolat , DrSc.  
Katedra energetiky VŠB-TU Ostrava