

# Oponentní posudek bakalářské práce

Jméno studenta: **Eva Berková**

Oponent bakalářské práce: **Ing. Jindřich Louthan**

OPONENTNÍ POSUDEK JE PŘILOŽEN

Event. pokračování textu na přiložených listech.

Navrhovaná výsledná klasifikace: *(nehodící škrtněte)*

výborně  
~~velmi dobře~~  
~~dobře~~  
~~nevyhověl~~

Místo, dne: *v. Plzeňi* ..... *12.6.2017*

..... *Louthan* .....  
podpis

# Oponentní posudek bakalářské práce

zpracované na téma

## Ověření chování ostrohranného otvoru umístěného v potrubí při stlačitelném proudění plynu

Jméno studenta: **Eva Berková**

Katedra studenta: **Západočeská univerzita v Plzni – Fakulta Strojní – Katedra energetických strojů a zařízení**

Oponent bakalářské práce: **Ing. Jindřich Louthan**

---

Předmětem oponentního posudku je bakalářská práce zpracovaná Evou Berkovou, studentkou Fakulty Strojní Západočeské univerzity v Plzni. Práce byla vypracována v rozsahu 79 stran a je členěna do 4 základních kapitol.

První kapitola je úvodem, ve kterém je čtenář seznámen s motivací dané bakalářské práce.

Ve druhé kapitole je čtenář seznámen se základy termodynamiky proudícího ideálního plynu Lavalovou dýzou a se základními výsledky prací S. A. Čaplygina a F. I. Frankla týkajícími se průtokem plynů ostrohrannými otvory. Ve druhé kapitole jsou dále definovány pojmy: průtokový součinitel ostrohranného otvoru a druhý kritický tlakový poměr.

V podkapitole 2.2 jsou uvedeny empirické vztahy pro určení součinitele místních ztrát pro různé rozměrové konfigurace clony v potrubí založené na experimentech a posléze uvedených publikaci Handbook of Hydraulic Resistance od autora I. E. Idělčika a jeho kolektivu.

Ve třetí kapitole je popisován základní princip přípravy CFD výpočtů. Jsou zde uvedeny: samotná příprava modelu, jakožto parametrického modelu, tvorba výpočetní sítě a nastavení výpočtu pro provedení CFD analýzy.

Model je založen na představě kolmo umístěné desky s otvorem v přímém potrubí. Vnitřní průměr kruhového potrubí byl uvažován 100 mm. Průměry otvorů byly uvažovány 50 mm a 80 mm, přičemž byl u každého otvoru měněn poměr  $L/D$ . Pro každou variantu byl vyhodnocován průtokový součinitel v širokém rozsahu tlakových poměrů na otvoru (44 různých tlakových poměrů pro každou rozměrovou variantu).

V grafu na Obr. 3.6 je patrné průběh průtokového součinitele ostrohranného otvoru v závislosti na tlakovém poměru. Křivka průtokového součinitele je tvarem (trendem) podobná křivce dle VDI 1952 z roku 1943, byť v absolutních hodnotách jsou dané křivky významně odlišné.

U varianty s otvorem/kanálem o průměru 50 mm: S prodlužováním otvoru (resp. zvětšováním poměru  $L/D$ ) se křivka průtokového součinitele začíná v oblasti podkritického tlakového spádu vyrovnávat, viz Obr. 3.8.

Pro  $L/D = 1$  a vyšší se již dokonce průtokový součinitel zvětšuje s rostoucím tlakovým poměrem, viz Obr. 3.10, Obr. 3.12, Obr. 3.14.

U varianty s otvorem/kanálem o průměru 80 mm: Hodnota průtokového součinitele narůstá s rostoucím tlakovým poměrem ve všech řešených variantách, viz Obr. 3.23, Obr. 3.25, Obr. 3.27, Obr. 3.29 a Obr. 3.31. Zvláštností je, že kromě varianty otvoru/kanálu s poměrem  $L/D = 0,1$ , vychází hodnota průtokových součinitelů pro nízké tlakové spády ve všech zbývajících variantách vyšší než 1. Tento zvláštní jev se nepodařilo eliminovat ani s uvažováním vlivu vstupní rychlosti vzduchu.

Hlavní příčina výše uvedené zvláštnosti se může nacházet v poměru průměrů potrubí a otvoru (kanálu), kdy omezující poměr  $d/D$  nebyl v literatuře uspokojivě specifikován. Například norma ISO 5167-2 uvádí pro měření průtoku na clonách rozsah platnosti metodiky pro poměr  $d/D$  od 0,1 do 0,75. Druhý sled variant v bakalářské práci pracuje s poměrem  $d/D = 0,8$ .

Je nutné si uvědomit, že se při výpočtu průtokového součinitele vychází z poměru průtoku zjištěného numerickou metodou CFD a průtoku ideální zužující se dýzou zjištěného analytickým způsobem. Určitá nesourodost původu vstupních hodnot může přispět k odklonu od očekávaných průběhů průtokového součinitele.

V podkapitole 3.3 je provedeno srovnání výsledků zjištěných ze CFD analýz a z empirického přístupu uvedeného v díle I. E. Idělčika. Srovnání bylo provedeno ve formě součinitele místních ztrát.

Závěr práce poukazuje správným způsobem na nezodpovězené otázky a zvláštnosti ve výsledcích. V práci je doporučeno provést experimentální ověření průtokových charakteristik clon/otvorů tj. provést experimentální validaci CFD výpočtů.

#### **Otázky pro závěrečnou zkoušku:**

- Dokázala byste uvést konkrétní praktické příklady použití jednoduchých clon/otvorů v oblasti energetického bloku?

Předložená bakalářská práce je po formální a jazykové stránce v pořádku. Co se týče grafického zpracování, nemám žádných výtek. Studentka prokázala teoretickou znalost řešené problematiky. Její schopnost práce v systému ANSYS Fluent je na vysoké úrovni. Některé postřehy z řešení bakalářské práce budou použity k dalším pracím v dané oblasti. Práce odhaluje zajímavé oblasti pro další výzkum. Tato práce svým rozsahem přesahuje statut bakalářské práce a je dobrým začátkem pro další doplnění v rámci diplomové nebo disertační práce, neboť daná problematika nebyla zatím uceleně publikována v rámci jednoho díla.

Na základě výše uvedeného posudku bakalářskou práci **doporučuji k obhajobě.**

Bakalářskou práci hodnotím známkou **výborně.**

V Plzni dne 12.6.2017

Ing. Jindřich Louthan

