

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

<b>Název práce:</b>	Distribuce rozpuštěného CO <sub>2</sub> v pivním sudu
<b>Jméno autora:</b>	Jiří Bojas
<b>Typ práce:</b>	diplomová
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta strojní (FS)
<b>Katedra/ústav:</b>	Ústav procesní a zpracovatelské techniky U 12118
<b>Oponent práce:</b>	Marek Růžička
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	ÚCHP AVČR Praha-Suchdol

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání</b>	<b>mimořádně náročné</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Vložte komentář. Zadání práce je vícečetné a řešené problémy jsou obtížné a různorodé, byť se jedná o různé aspekty téhož problému. Je pravděpodobné, že taková úloha dosud řešena nebyla a tato práce je pionýrská. To, že ji zvládl diplomant, lze považovat za neobvyklé.	

<b>Splnění zadání</b>	<b>splněno</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>	
Vložte komentář. Lze konstatovat, že zadání bylo splněné ve všech aspektech.	

<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>vynikající</b>
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Vložte komentář. Zvolené a navržené a vypracované metody řešení úlohy jsou plně adekvátní svému účelu.	

<b>Odborná úroveň</b>	<b>A - výborně</b>
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Vložte komentář. Po odborné stránce je práce v pořádku a dokumentuje široký rozsah autorových znalostí z různých oblastí, do kterých zadání úlohy zasahovalo.	

<b>Formální a jazyková úroveň</b>	<b>B - velmi dobře</b>
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Vložte komentář. Rozsah práce je značný, přes 110 stran textu, je psána srozumitelně, výklad je logický a čte se příjemně. Jako každý text, tak i tento obsahuje jistý počet drobných chybek, které nemají významný vliv.	

<b>Výběr zdrojů, korektnost citací</b>	<b>A - výborně</b>
<i>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.</i>	
Vložte komentář. Použité informační zdroje jsou adekvátní a relevantní, základní poznatky jsou čerpány ze standardních učebnic, specifické a obtížněji získatelné údaje jsou vyhledány na internetu, jak to v současné době bývá.	

<b>Další komentáře a hodnocení</b>	
<i>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.</i>	
Vložte komentář (nepovinné hodnocení). Dosažené výsledky jsou kvalitní a zajímavé, měly by se publikovat.	

### 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.*

Nejvíce mě ovlivnilo originální zadání tématu práce. Jedná se o složitý multi-disciplinární problém z vícefázové hydrodynamiky, o kterém jsme také uvažovali v našem oddělení. Je překvapivé, jak efektivně bylo uchopeno a účelně vyřešeno, až po ryze praktické závěry. Poznámky a připomínky k práci jsou obsaženy v Příloze, kde jsou také vyznačeny dotazy, na které by měl student reagovat při obhajobě: jedná se asi o 5 témat označených jako "Vhodné k diskuzi při obhajobě".

Diplomovou práci doporučuji k obhajobě.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **A - výborně**.

Datum: 29.1.2016

Podpis: Marek Růžička

## Příloha k posudku oponenta

Jméno autora: Jiří Bojas

Diplomová práce: Distribuce rozpuštěného CO<sub>2</sub> v pivním sudu

V této příloze jsou uvedeny různé dotazy, poznámky a návrhy, které mi vytanuly na mysl při čtení diplomky. Jsou řazeny za sebou podle stránek textu. Druh těchto poznámek je velmi různorodý, od zcela nepatrných formalit typu překlepu, přes dotazy k vysvětlení, až po návrhy, které může autor třeba shledat užitečnými. Je to kolegiální zpětná vazba a v žádném případě nesnižuje kvalitu odvedené práce, která se mi velice líbila.

Marek Růžička (oponent)

### ===== Poznámky oponenta =====

Proč je práce tištěna pouze z jedné strany listu?

Str. 13. "...chemické fyzikální...", asi chybí čárka.

Str. 16. "organoleptické vlastnosti", je zde vztah k pojmu 'vlastnosti sensorické'?

Str. 17. "...až 0,3 kg CO<sub>2</sub> 1 hl.," chybí 'na'.

Str. 19. "Ryby jej extrahují z vody...", termín 'extrahovat' zde není úplně vhodný.  
"Pro zjednodušení vodní páru zanedbáme.", jakou chybu toto zanedbání způsobí?

Str. 22. rovnice (5.4), asi má být (3.4).

Str. 24. "V literatuře je možné najít závislost mezi pH a obsahem rozpuštěného plynu ve vodě...", není uvedena citace; doporučuji prostudovat rovnovážné stavy pufrovací soustavy  $\text{CO}_2 \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \leftrightarrow \text{HCO}_3^- \leftrightarrow \text{CO}_3^{2-}$ , např. v učebnici Pavel Pitter: Hydrochemie.

"...uvolnění CO<sub>2</sub>, které je realizováno mechanickým vytřepáním..."

Dotaz: Jak mechanické třepání ovlivní termodynamickou rovnováhu?

Vhodné k diskusi při obhajobě.

Str. 26. "...rozpuštnost vzduchu je ...nižší..." a "... klesá parciální tlak vzduchu mnohem výrazněji...", není zde spor?

Str. 28. "...hydroxid se...titruje...na fenolftalein...", výraz 'titrovat na fenolftalein' je chemický slang, jak to vyjádřit více formálně?

Kapitola 6, 7. Měření tlaků: postrádám informace o popisu měření, použitých měřidlech, jejich typu, rozsahu, citlivosti, kalibraci, chybách, údaje o opakování měření, reprodukovatelnosti, statistice změřených údajů, chybách měření dílčích i odhadu celkové chyby konečného výsledku.

Vhodné k diskusi při obhajobě.

Str. 37. "...Na Obr. 5.2 - Obr. 5.4...", asi 6.2-6.4.

Str. 39. "...je na Obr. 5.2...", asi 6.2.

"...Obr. 5.3 dokumentuje...", asi 6.3.

- Str. 40. "... teplotě  $t = 6 \text{ }^\circ\text{C}$ ...", symbol 't' je vyhrazen pro čas, viz. str. 107.  
Veličina " $p_b$ ", index 'b' není v seznamu na s. 108.
- Str. 42. "... při přetlaku...", překlep.
- Str. 49. "... $e_{zc} \dots = 58\,836 \text{ Pa}$ ...", je jednotka energie 'e' Pascal nebo J/kg? totéž mnohokrát i dále.
- Str. 50. "...Dle literatury a Obr. 9.9...", obr. 9.9 na s. 96 k tomu nepasuje.
- Str. 58. "... případ objemového chlazení zobrazen na Obr. 7.10...", asi 7.11.
- Str. 62. "... Níže jsou výsledky této kapitoly shrnuty v Tabulka 1...", to je špatný čeština.
- Str. 63. "...hodnoty pro, které...", chybné pořadí 'čárky' a 'pro'.  
"...určit podle Obr. 9.1...", obr. 9.1 na s. 91 k tomu nepasuje.  
"...dle Obr. 7.3 pivo nepřesytí...", obr. 7.3 k tomu nepasuje.
- Str. 64. V obrázku 8.1 by měla být vyznačena použitá soustava souřadnic.
- Str. 65. Předpoklad polo-nekonečného prostoru ( $x \rightarrow \infty$ ). Pivní sud zpravidla není nekonečný (i když se to někdy může zdát). O.P. výrazně ovlivňuje charakter řešení parciálních rovnic.  
Dotaz: Zkuste odhadnout vliv konečnosti domény na vlastnosti řešení rovnice (8.1). Diskutujte, zdali tento efekt by mohl, alespoň kvalitativně, přispět k částečnému vysvětlení zjištěného rozdílu mezi modelovým řešením a experimentálními daty.  
Vhodné k diskuzi při obhajobě.
- Str. 68. Rovnice (8.5) obv. sluje 'Navier-Stokesova' pouze pro volbu  $\Phi \equiv \mathbf{u}$ .
- Str. 70. "... by nebyl...", proč font italika? zdůrazňuje se něco?
- Str. 71. Konvektivní přenos hmoty - viz poznámku ke Str. 89 níže.
- Str. 72. "... dle kterých se pivo chová jako pufr....", viz. poznámku o pufrování ke Str. 24 výše (termín 'pufr' také není úplně formální, viz. 'tlumivý roztok').
- Str. 76. "...teplota piva  $t_p$ ...", 't' je čas.
- Str. 77. "... o teplotě  $t_{vz}$  ...", 't' je čas.
- Str. 82. Tabulka 6: k průměrům chybí směrodatné odchylky, tedy jak moc jsou tyto průměry 'ostré'.  
"... CO<sub>2</sub>, ale vzduch..." překlep: mezera vs. čárka.
- Str. 83. "...nevařené nerezové trubičky...", asi překlep s tím vařením.
- Str. 84. "...vzorky 1- 8...", mezera: jedna buď chybí nebo přebývá.
- Str. 88 Obr. 8.14: počáteční lineární trend - diskutujte s výsledky na Obr. 8.2-8.4.  
Rozdíl grafů pro větší časy - fyzika nebo nepřesnost měření? error-bary?  
Vhodné k diskuzi při obhajobě.
- Str. 89. Rozdíly výsledků: modely x experiment. Fenomén konvekce.

Udělejte odhad předpokladů ke vzniku přirozené tepelné konvekce v sudu na základě vyhodnocení vašeho Rayleighova čísla  $Ra$  a jeho porovnání s kritickou hodnotou  $Ra_{crit}$  pro nástup (lineární) nestability tepelné vrstvy.

Udělejte odhad relaxačního času  $S$  zatlumení rychlostních disturbancí vnesených do tekutiny v sudu vyčepováním tří pif a porovnejte jeho velikost s charakteristickým časovým měřítkem experimentu  $E$  (tj. časová prodleva mezi následnými měřeními, cca. 24 hod.). Diskutujte velikost poměru  $(S/E)$  a jeho fyzikální význam (čas proměny systému  $S$ )/(čas jeho pozorování  $E$ ) a také jeho filosofický přesah (o měnnosti či neměnnosti okolní reality před očima člověka, viz. Debořino číslo, Deborah number).

Udělejte odhad pro možnost výskytu jevu 'vícefázové konvekce', kdy vrstva usazených kvasinek na dně sudu produkuje jisté množství metabolických plynů, které obalí jejich vločky a vynesou je k hladině, kde se bubliny odtrhnou a vločky zase klesnou na dno (podobný úkaz, jako použitá žvýkačka na dně půlitru: někdy dokáže oscilovat mezi dnem a hladinou).

Vhodné k diskuzi při obhajobě.

Str. 89. Poznámka pod čarou: v Příloze 3 je úbytek pěny.

Str. 90. "namaštěná stopově vepřovým sádlem", krásný výraz (asi jako topinka k tataráku :)

Str. 91. "...výsledky jsou reprodukovatelné...", bez znalosti chyb měření je toto tvrzení velmi odvážné.

Obr. 9.2: časové jednotky patrně nejsou minuty.

Str. 92. Obr. 9.3-4, rozptýl dat: fyzika nebo chyba měření?

Str. 93. Chybí číslování rovnic. Rovnice pro nárůst výšky piva. Pro tento typ asymptotické závislosti (Obr. 9.7-8.), též označovaný jako 'saturační kinetika', někdy dobře zafunguje vzorec:  $y(x) = A \cdot x / (B + x)$ , který má jasnou fyzikální interpretaci:  $A$  - maximální, mezní, limitní hodnota  $y$ ,  $B$  - hodnota  $x$  když  $y = A/2$  (viz. Monodův růst mikrobiálních populací, Michaelis-Mentenové enzymová kinetika, rovnovážná Langmuirova izoterma, apod.). Možná by vaše data mohl někdy vystihnout lépe než exponenciála, která je typická pro kinetické procesy prvního řádu.

Str. 97. "... příčinou rychlejšího úbytek pěny...", překlep.

Str. 103. "...eliminuje nežádoucí pění v pivním. Bylo...", něco tady chybí.

"... nežádoucího pění potrubí. ...", tady taky.

"...K tomu může nastat především...", čeština.

"... vytřepání...", buď 'vytře paní' anebo 'vytřepání'.

Str. 112. Citace [25]: asi chybí vydavatel publikace.

===== Konec poznámek =====