# POSUDEK OPONENTA ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

| | |
|---|---|
| **Název práce:** | **Technologie výroby biometanu z bioplynu pomocí inovativní hybridní technologie typu membrána-adsorpce** |
| **Jméno autora:** | **Bc. Martin Zvěřina** |
| **Typ práce:** | diplomová |
| **Fakulta/ústav:** | Fakulta strojní (FS) |
| **Katedra/ústav:** | Ústav procesní a zpracovatelské techniky |
| **Oponent práce:** | Doc. Ing. Radek Šulc, Ph.D. |
| **Pracoviště oponenta práce:** | ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Ústav procesní a zpracovatelské techniky |

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

**Zadání** **náročnější**

*Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.*

Cílem práce bylo navrhnout koncept separace metanu z bioplynu pomocí hybridní technologie membrána-adsorpce, provést kritické zhodnocení konceptu, provést experimentální analýzu účinnosti separace metanu z binární směsi $CO_2$-$CH_4$ pomocí membrány s dutými vlákny. Dále pak v dalším kroku analyzovat další separaci $CO_2$ pomocí PSVA technologie simulačně v prostředí Aspen Plus. V současné době je téma velmi aktuální. Zadání hodnotím jako náročnější, neboť se autor kromě experimentu jako první musel poprat s dynamickou simulací adsorpce v prostředí Aspen Plus.

**Splnění zadání** **splněno**

*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.*

Cíle práce hodnotím jako splněné.

**Zvolený postup řešení** **správný**

*Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.*

K zvolenému postupu řešení nemám v zásadě připomínek. Diplomant k řešení zvolil kombinaci experimentální práce s následnou simulací v simulačním softwaru. Některé části řešení by si zasloužily podrobnější komentář.

**Odborná úroveň** **A - výborně**

*Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.*

K odborné úrovni nemám v zásadě připomínek. Zadání práce odpovídá profilu absolventa procesního inženýrství. Autor při práci využil znalostí získaných během studia. Tyto své znalosti dále hluboce rozšířil o specifickou oblast simulace technologie adsorpčního dělení plynných směsí.

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

*Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.*

Práce je napsána vcelku čitelně a srozumitelně. K formální a jazykové úrovni nemám v zásadě připomínek, kromě nějakých drobných překlepů (str. 17, tab1 aerobní, str. 17 přítomnost $H_2SO_4$, str. 24 Skastrom, obr.12-23), neshody podmětu a přísudku (např. str. 34 průtoky …, str. 62 varianty… ) či občas nedokončené věty (např. str. 26 od 0,16 do $kWh_{el}/Nm^3$, str. 32 „aby v retentátu byla co největší koncentrace $CO_2$ a minimální koncentrace“, str. 38 …analyzátor EMERSON.)

**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.*

Výběr pramenů odpovídá. Převzaté části jsou řádně odlišeny od vlastních výsledků. Citace jsou úplné s výjimkou citace 11, kde by bylo vhodné doplnit ISBN a vydavatelství pro úplnou citaci.

ČVUT
ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

# POSUDEK OPONENTA ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

**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.*

Str. 18 „..přidává za účelem potlačení tvorby sirovodíku“ – vhodnější formulace „pro zajištění biologické konverze $H_2S$ na síru“.
Str. 20 – měrná cena – dle kontextu by mělo být asi měrná spotřeba energie.
Str. 23, obrázek 5 - účel zapojení recyklu z flash separace na vstup do absorpční kolony je pro mě nejasný.
Str. 21 Kryogenní separace – je odstranění $H_2S$ a $H_2O$ při 6°C dostatečné, bylo by vhodné uvést „jiný zdroj“ konkrétně.
Str. 37 – molární průtok – pro veličiny vztažené k času by měla být používána ustálená symbolika.
Str. 47 obr. 24 – byl by vhodný komentář i pro modré symboly (dtto obr. 25), chybí modré kolečko pro maximální rozdíl tlaků.
Str. 54 – „Jediným spotřebičem elektrické energie je kompresor na vývěva dle schématu na obrázku 29“. – překlepy?
Str. 56 obr. 31 – dle mého názoru podle jednotky osa není čas, ale čas^1/2.
Str. 56-57, text vs. obrázek 32 – rozdíl mezi Simple Flowsheet a Intermediate Flowsheet ?? Není zřejmé.
Str. 58 – průrazové křivky – jak parametry navrženy, ověřoval autor kritéria pro strmou křivku?
Str. 60 – vstupní parametry by bylo vhodné pro jednotlivé varianty prezentovat formou tabulky, text nepřehledný.
Str. 64 – vztah (17) – rozměrově neodpovídá deklarované veličině. Překlep?
Str. 65 – tab. 7 nastavení parametrů – není uvedeno, jak byly časové parametry určeny, nejsme si jist uvažovanými parametry vývěvy, prosím o uvedení při obhajobě.
Str. 67 – obr. 41- u popisku osy by bylo vhodné uvést, že se jedná o koncentraci metanu.
Str. 69 obr. 43 – porovnání dle adsorpčních kapacit nebude dle mého názoru dostatečně vypovídající. Vhodnější dle grafu 31, pokud jsou však k dispozici průběhy i pro jiné tlaky. Pokud ne, nezbývá než zvolený postup pro hrubé porovnání.

## 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.*

Cíle práce hodnotím jako splněné. Diplomant k řešení zvolil kombinaci experimentální práce s následnou simulací v simulačním softwaru. Některé části řešení by si zasloužily podrobnější komentář.

Otázky k obhajobě:

1. Str. 23, obrázek 5 - účel zapojení recyklu z flash separace na vstup do absorpční kolony je pro mě nejasný. Prosím o vysvětlení.

2. Str. 44 – Autor uvádí, že pro každý průtok existuje takový pracovní tlak, při kterém je dosaženo maximální možné selektivity a výtěžnosti – Lze to nějak kvantifikovat? Jaké parametry doporučuje pro první membránový stupeň?

3. Str. 58 – průrazové křivky – jak parametry navrženy, ověřoval autor kritéria pro strmou křivku? Je možné z dat Aspen Plus tato kritéria spočítat?

4. Str. 66 – Hybridní varianta C3a – prosím o prezentaci výsledných provozních parametrů při obhajobě. Jak budou odstraňovány nežádoucí složky ($H_2O$, $H_2S$, $NH_3$) pro navržený koncept technologie? Jaká je celková měrná spotřeba energie v $kWh/Nm^3$ produktu. Prosím o srovnání s ostatními technologiemi dle rešerše.

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

Datum: 20.6.2023 Podpis: Šulc v.r.