

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Návrh laboratorního termoreaktoru
Jméno autora:	Bc. Aleš Skuhrovec
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	Ústav procesní a zpracovatelské techniky
Oponent práce:	Ing. Jiří Moravec, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Ústav procesní a zpracovatelské techniky

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
<p>Cílem práce bylo vypracovat rešerši zaměřenou na použití a konstrukci laboratorních termoreaktorů pro termochemickou konverzi syntézního plynu a na jejím základě navrhnout mobilní laboratorní termoreaktor včetně měřicích komponent. Součástí návrhu reaktoru bylo provést pevnostní výpočty tělesa reaktoru a procesní výpočty přenosu tepla u vybraných částí jednotky. Návrhová struktura hlavních aparátů a komponent měla být ve stupni basic design.</p> <p>Vzhledem k zaměření práce na oblast termochemických přeměn a potřeby provedení mnoha výpočtů potřebných pro zpracování daného zadání hodnotím zadání jako mírně náročnější.</p>	

Splnění zadání	splněno
<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 příčiny jednotlivých nedostatků.</i>	
Práce splňuje všechny požadované body zadání v rozsahu odpovídajícím požadavkům zadání.	

Zvolený postup řešení	správný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
<p>Při zpracování použil student správný postup řešení. Jednotlivé kroky v práci jsou logicky řazeny. Drobným nedostatkem, který mi v práci chyběl, bylo zohlednění výrobního procesu. Autor při volbě základních rozměrů nikde neuvedl, z jakých polotovarů předpokládá výrobu základních komponent. Přitom tento pohled má na volbu základních rozměrů poměrně podstatný vliv.</p>	

Odborná úroveň	C - dobře
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
<p>Autor aplikoval při řešení práce mnoho znalostí z oblasti termofyzikálních, chemických a tepelných procesů, také z oblasti pevnostních výpočtů a konstrukce a rovněž i z oblasti numerických metod řešení proudění látek. V některých částech však jeho postupy a volby nebyly zcela správné. Největší nedostatky jsem zaznamenal v částech, kde byly řešeny pevnostní výpočty částí reaktoru (zejména tloušťky kuželových přechodů, kde i při porovnání tlouštěk navazujících částí je zřejmé, že výpočty nejsou správné). Také mě mrzí, že autor při tvorbě návrhové výkresové dokumentace zcela vynechal technologické hledisko návrhu.</p>	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	B - velmi dobře
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
<p>Velmi pozitivní dojem vytváří práce svým rozsahem, uceleností i formálním a grafickým zpracováním. V tomto ohledu autora jednoznačně chválím. Z pohledu gramatického jsem v práci zaznamenal několik chyb (viz dále detailní poznámky). Ačkoliv je práce psána přehledně a srozumitelně, vyskytují se v ní i části, ve kterých jsem se ztrácel. Problémy vznikaly především z důvodu komplikované volby symboliky a někdy špatně opisovaných vypočtených hodnot. Pro zvýšení kvality bych také navrhl přeložit popisky v některých obrázcích do češtiny.</p>	

Výběr zdrojů, korektnost citací

B - velmi dobře

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.

Zdroje, které autor vybral a používá, jsou relevantní a jejich výběr je dostatečný. Chyběly mi snad jen citace zdroje v některých částech textu (např. v případě uvádění některých fyzikálně-chemických vlastností látek). Autorovi bych také vytkl fakt, že necituje práce dle pořadí jejich výskytu v textu, ale nahodile. Citace začínají odkazem na zdroj č. 11, což je vzhledem k použité formě citací nesprávné.

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.

Autor svou práci prokázal, že je schopen samostatně pracovat jako strojní inženýr a že je schopen uplatňovat znalosti, které získal studiem. Chyby, které v posudku autorovi vytýkám, nejsou charakteru nevědomosti, ale spíše nezkušenosti či nepozornosti, a proto věřím, že po obhajobě práce bude dobrým inženýrem.

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.

Při celkovém posouzení práce kladně hodnotím její rozsah, široký záběr výpočtů a ucelenost. Přesto nemohu přehlédnout chyby v oblasti pevnostních výpočtů a také zcela chybějící technologický pohled na návrh konstrukce termoreaktoru. Předloženou závěrečnou práci proto hodnotím klasifikačním stupněm **B - velmi dobře**.

Při čtení práce vyvstalo několik otázek, které navrhuji k diskusi při obhajobě práce.

- 1) V práci (str. 10) je uvedeno, že pro metanizaci je potřeba vodík, který může být vyráběn při přebytku energie v síti elektrolýzou vody. Jak moc je taková výroba energeticky náročná? Dokázal byste odhadnout výrobní cenu nějakého množství vodíku?
- 2) Jak je to se zvětšováním měřítka u termoreaktorů? O tom nebyla v práci žádná zmínka. Je známo, jak lze zvětšovat zařízení? Je třeba dodržet geometrickou podobnost? To by mohlo být důležité hledisko pro volbu tvaru konstrukce modelového termoreaktoru.
- 3) Pro výpočty stavových veličin je použita Redlich-Kwongova rovnice. Má tato rovnice nějaká omezení? Tím je myšleno, zda existují nějaká doporučení, podle kterých lze usoudit, kdy je vhodné použít tuto rovnici pro výpočty.
- 4) V kapitole 5.3 je řešena optimalizace geometrie nátoky do nádoby s ohledem na zrovnoměrnění toku plynu. Nebylo uvažováno o nějaké formě deflektátoru nebo jiného prvku, který by zrovnoměrnil nátok bez ohledu na volbu průtočného průřezu vstupní trubky? CFD analýza předpokládá na vstupu rovnoměrný tok, což nemusí být v reálném případě pravdivým předpokladem.
- 5) V tabulce 24 jsou uvedeny parametry a vlastnosti chladicí vody. Proč jsou teploty u syntézy metanu jiné než u dalších syntéz (4 °C na vstupu oproti 20 °C a 90 °C na výstupu oproti 35 °C)? Nezpůsobuje to pak problémy s chlazením (průtok je při velkém teplotním rozdílu malý a zhoršuje se tedy i součinitel přestupu tepla)? Navíc získání 4 °C vody je v laboratorních podmínkách komplikovanější než použití vody o teplotě 20 °C.
- 6) Z jakých polotovarů budou vyráběny základní části termoreaktoru (válcové, kuželové a příruby)? Jak bude reaktor uložen (kotevní prvky)?
- 7) Pro těsnění přírub jste zvolil oválný kroužek z austenitické oceli. Jakým utahovacím momentem bude potřeba stáhnout šrouby, aby v nich byla vytvořena požadovaná montážní síla?
- 8) Neměl by být termoreaktor v místech, kde není duplikátorový plášť, izolován? O této izolaci není nikde v práci zmínka.

IV. DETAILNÍ POZNÁMKY OPONENTA K PRÁCI

Poznámky či nejasnosti k obsahu práce:

- Str. 5: - 4. odst., 5. ř.: Podmínkou snad není jen to, aby byl vodík vyroben z obnovitelných zdrojů, ale i to, aby energie vydaná na výrobu pak nechyběla někde jinde, tj. aby nedocházelo k výrobě vodíku jen proto, aby mohl být pak použit při syntéze!?
- Str. 10: - Kap. 2.3.2, 1. odst., 3. ř.: „reakce 4 a 5“? Zde mají být asi jiná čísla.
- Str. 11: - 1. odst., 2. ř.: Píše se zde o rhodiu, ale v předchozím textu se psalo o rutheniu. O který prvek se tedy jedná?
- Str. 17: - 4. odst., 5. ř.: „PK-7R“ – není jasné, co za typ katalyzátoru to je. Je to rozebráno až dále na str. 20. Pomohla by zde zmínka, že se jedná o katalyzátor na bázi niklu.
- Str. 18: - 2. odst., 6. ř.: Jaká byla nejvyšší konverze? V textu to není uvedeno.
- 4. odst., 1. ř.: Objem 59,3 l, průměr 340 mm a výška 9,8 m mi nejdou k sobě. Není některá hodnota špatně?
- Str. 20: - 2. odst.: Není uvedeno, jak dlouhé jsou trubičky katalyzátoru. Tato informace by se hodila s ohledem na rozměry katalytického lože navrhovaného termoreaktoru.
- 3. odst.: Není uvedeno, do jakých teplot lze katalyzátor použít.
- Str. 21: - 1. odst., 3. ř.: Co tvoří zbytek, když kobaltu je tam 20 %?
- Str. 22: - 2. odst.: Cílem bylo navrhnout co nejuniverzálnější laboratorní termoreaktor. Proč nebyly zvoleny parametry odpovídající vysokotlaké nebo vysokoteplotní metodě syntézy?
- 2. odst., posl. ř.: Navýšení tlaku a zejména teploty na návrhové hodnoty je poměrně významné (zejména u teploty, kde počítáte s teplotou ještě vyšší, než odpovídá vysokotlaké FT syntéze). Nebylo by lepší s ohledem na konstrukční návrh použít nižší teplotu a tlak a zajistit, aby nedošlo k jejich překročení při provozu?
- Str. 23: - 2. odst., 2. ř.: Píše se zde o Redlich-Kwongově rovnici. Proč není pod textem uvedena?
- Rov. (5.2): Co je T_{pi} a p_{pi} ? Dle seznamu symbolů označuje index p spojovací potrubí. Přepokládám ale, že se jedná o teplotu a tlak při syntéze?
- Str. 25: - 1. odst., 2. ř.: „prostorový čas“ – je to oficiální pojem (vysvětlení)?
- Tab. 7: Hodnoty GHSV platí pro průmyslové nebo laboratorní procesy?
- Str. 26: - 1. odst., 3. ř.: „ $V_{kl} = S_{kl} H_p$, kde $S_p \dots$ a $H_{kv} \dots$ “ – ve vzorci jsou jiné indexy než poté ve vysvětlení. Nechápu, jaké indexy mají být použity? Co je S_{kl} a H_p a co S_p a H_{kv} ? Jaký je rozdíl mezi katalytickým ložem a katalytickou vrstvou? Proč je to vůbec odlišeno indexy, když se pak indexy mísí?
- Rov. (5.30), (5.32), (5.34) a (5.35): Proč je vždy v prvním vztahu H_p a v následujícím pak H_{kv} ?
- F-T syntéza: chybí výpočet výšky vrstvy.
- Str. 27: - 1. odst., 2. ř.: Musí být výška vrstvy přesně 748 mm? Proč to není zaokrouhleno na 750 mm?
- Kap. 5.3.1, 1. ř. (+ str. 28 – obr. 17 až 19): Podle čeho byly provedeny návrhy? Proč se liší v tolika parametrech (průměr vstupu, úhel rozevření kužele, délka nad vrstvou)?
- Kap. 5.3.1, 2. odst., 1. ř.: Proč nebylo uvažováno s reálnější porozitou, když je znám katalyzátor pro každou syntézu? Výsledky mohly být objektivnější.
- Str. 28: - Kap. 5.3.2, 2. odst., 5. ř.: „Vliv na přesnost výpočtů není významný.“ – bylo to tedy testováno? Pokud ne, dle čeho uvažujete, že vliv na přesnost výpočtů není významný?
- Str. 29: - Tab. 11 (+ 2. odst.): Kdyby byla „Orthogonal Quality“ škálována tak, jak je uvedeno v Tab. 11, byla by kvalita sítě nedostačující. Hodnoty v 2. řádku tabulky jsou zjevně v opačném pořadí.
- Str. 31: - 1. odst., 2. ř.: Bylo by vhodné zmínit, o jakých reziduích píšete.
- Obr. 21: Z průběhu reziduí je vidět, že počet iterací je zbytečně velký (stačil by poloviční). Dalo by se tak provést více výpočtů. Jaký byl časový krok? Kolik výpočtů bylo provedeno?

- Kap. 5.3.5, 2. ř.: „... pro jednotlivé syntézy...“ – znamená to, že varianta 1 je pro metan, varianta 2 pro metanol a třetí varianta pro F-T syntézu? Dle předchozího textu jsem myslel, že jsou to tři konstrukční varianty pro stejné zadání!
- Kap. 5.3.5, 2.-3. ř.: „Trubka o průměru 10 mm, kterou je veden syntézní plyn...“ – tento průměr už byl někde navržen? Proč zrovna 10 mm? Dle výkresu je na vstupu 15 mm? Tyto informace jsou trochu nejasné.
- Str. 36: - 1. odst., 2. ř. (+ Tab. 13): V textu je použit symbol H_{kv} , v tabulce H_{pv} . Proč?
 - Kap. 5.4, 2. ř.: Délka trubky je určena dle [37], tedy z www.jsp.cz. Je to opravdu správná citace? Délku trubky je možné navrhnout spíše dle znalostí hydromechanických procesů (pěti- až desetinásobek průměru trubky).
 - Kap. 5.4, 4. ř.: „15 mm“ – proč zrovna tento rozměr? V předchozím textu byla zmínka o 10 mm.
 - Kap. 5.4, posl. ř.: rychlost může být stanovena přímo z průtoku. Rovnice kontinuity pak není vůbec třeba a není potřeba se odkazovat ani na rychlosti v jiných částech termoreaktoru.
- Str. 37: - 1. odst., posl. ř.: „ $H_{vy} = 100$ mm“ – proč zrovna tato hodnota?
 - Tab. 14: „průměr výstupního válce 10 mm“ – tím je myšleno výstupní potrubí?
- Str. 38: - Tab. 15: Proč je tabulka pojmenovaná jako „Vybrané vlastnosti“, když jedinou vlastností je smluvní mez kluzu? Navíc by se zřejmě mělo jednat spíše o $R_{p1,0}$. Také by bylo asi vhodné uvést zdroj.
 - Kap. 5.6.2, 2. ř.: Návrhová teplota je 500 °C. V tabulce 14 byla uvedena maximální teplota 550 °C, výpočet je proveden pro 500 °C. Co je tedy správně?
 - Rov. (5.50): Měly by být vyžádány i hodnoty meze pevnosti, meze tečení a meze pevnosti při tečení. Jsou potřebné pro pevnostní výpočet.
- Str. 39: - Posl. ř.: Konečná volba tloušťky by měla zohledňovat výrobní postupy. Z jakého polotovaru bude prvek vyroben? Existuje pro daný polotovar a materiál zvolený rozměr, nebo ho lze docílit snadnou úpravou?
- Str. 42: - Text pod rov. (5.91): Proč je volena tloušťka kuželového přechodu 13 mm (což není ani tloušťka dle výrobní řady plechů)? Výrobně jednodušší by bylo mít tloušťku blízkou tloušťce válcové části.
- Str. 43: - Text pod rov. (5.109): Výpočet na zkušební tlak není nutné provádět, pokud $p_{zk} \leq p \frac{[\sigma]_{zk}}{[\sigma]}$. I když je ale výpočet proveden, nemůžou tloušťky vyjít dvojnásobné. Chyba je evidentně v dosazení špatné hodnoty dovoleného namáhání.
 - Tab. 17: Obsahuje chybné výsledky.
 - Posl. odst.: První dvě věty pravděpodobně vyjadřují to samé. Není mi jasné, co je v tab. 18 (kužel vstupní i výstupní už byl spočítán).
- Str. 44: - Tab. 18: Výsledky uvedené v tabulce jsou zřejmě špatné.
- Str. 49: - Tab. 25: Velikost teplosměnné plochy je pravděpodobně špatně zaokrouhlena (0,003348 m²).
 - Rov. (5.145) a text pod ní: Nepomohlo by zvýšení průtoku chladicí vody (viz poznámka o vstupní a výstupní teplotě chladicí vody u syntézy metanu)?
- Str. 51: - Kap. 5.8.1 (+ Obr. 30 na str. 52): Chladicí kapacita je do 20 kW při standardních podmínkách. Pozor na snížení chladicího výkonu.
- Str. 52: - Kap. 5.8.2, 2. odst.: Výpočet rozložený na jednotlivé části (tlakové prostory) je v pořádku a je v souladu s normou. Postup dle normy (část 4.17, kap. 4) je správný.
- Str. 53: - 1. odst., 3. ř.: Proč není použit stejný materiál jako pro těleso reaktoru (lepší shánění polotovarů, lepší svařování, ...)?
 - Tab. 28: Chybí vlastnosti při standardních podmínkách (pro tlakovou zkoušku).
 - Tab. 29: Proč je zvolena tloušťka 8 mm? Na tlak 3 bar stačí s jistotou 3 mm. Jaké jsou přídavky?
 - Text pod rov. (5.166), 2. ř.: Proč se zde píše o $[\sigma]_1$, když ve vztazích není?
- Str. 54: - Text pod rov. (5.168): Proč je celkový přídavek 1,8 mm? Pro duplikátorový prostor by stačilo méně.
 - Rov. (5.170): Za e_0 je dosazeno 38 mm, nad tím je však 39 mm; za $[\sigma]_0$ je dosazeno $[\sigma]_1$.

- Rov. (5.172): V textu jsem nikde nic o teplotních dilatacích nenašel. Tloušťka prstence 30 mm je hodně předimenzovaná (viz hodnoty dovolených tlaků a sil).
- Str. 55: - Kap. 4.5: Je tento výpočet nutný? Jak bude reaktor uložen? Pokud by měl být výpočet proveden, tak by měl být zpracován pro nejhorší případ (jeden výpočet), tj. reaktor plný vody při tlakové zkoušce. Není tedy třeba rozepisovat to na jednotlivé části.
- Str. 56: - Rov. (5.188): Za b_0 je dosazeno 21,5 mm, na str. 55 pod rov. (5.176) je však uvedena hodnota 39 mm.
- Rov. (5.190): Za b_0 je dosazeno 22,5 mm. Která hodnota je správná?
- Str. 57: - Kap. 4.6: Kolik cyklů najetí a sjetí předpokládáte? Pod rov. (5.216) je uvedeno 1000. To je limitní hodnota pro to, zda musí být tato kontrola provedena.
- Str. 61: - Obr. 35: Teplotní čidlo nebude končit v ose reaktoru?
- Str. 62: - Tab. 30: Dle kódů čidel usuzuji, že jejich délka se liší. Z tabulkových hodnot to však není zřejmé.
- Str. 63: - Tab. 31: Výška katalytického lože je 777 mm, na str. 36 to bylo 778 mm?
- Str. 64: - Kap. 5.11.1, 5.-7. ř.: Výrobce příruby s velkou pravděpodobností žádný výpočet na těsnost nezpracuje. To většinou řeší firmy, které dodávají těsnění.
- Kap. 4.1, 1. ř.: Předpokládám, že výpočet je proveden jen pro příruby 2 a 3 (poz. 4 a 5)?
- Kap. 4.1, 3. ř.: Dovolené namáhání pro tlakovou zkoušku je vyšší (stejně jako $[\sigma_z]$).
- Str. 65: - Text pod rov. (5.255): Výpočtová teplota příruby a šroubů není rovna výpočtové teplotě pláště, ale snižuje se (viz ČSN 69 0010, část 4.18, kap. 3).
- Text pod rov. (5.265): „ s_2 je tedy 5,8 mm“ – dle výpočtu v rov. (5.265) je to 11,5 mm!?
- Str. 67: - Rov. (5.276) a text pod ní: Průměr D_t je u profilových a oválných těsnění roven střednímu průměru těsnění, tedy d_m (viz ČSN 69 0010, část 4.18, kap. 6.2).
- Rov. (5.277): Uvedený vztah pro b_v platí jen pro rovinné těsnící plochy, pro těsnění v drážkách je jiný.
- Rov. (5.281): $D_t = d_m$.
- Rov. (5.282): Jak je možné, že hodnoty dosazené do vztahu jsou jiné než v rov. (5.279), když je dosazována stejná hodnota b_t ?
- Rov. (5.284): $D_t = d_m$.
- Str. 73: - Obr. 40 a 41: Chybí kóta hloubky drážky pro těsnění.
- Str. 74: - Obr. 42 (+ str. 75, 2. odst., 4.-5. řádek): Podložky se dávají pod matice. Je nějaký důvod, proč jsou pod šrouby?
- Str. 76: - 1. odst., 13. ř.: Šoupátka pro regulaci příliš vhodná nejsou.
- 1. odst., posl. věta: Jak bude pomocí N_2 ohřívána aparatura? Dusík je jen jako teplotně odolné médium?
- kap. 6.1, rov. (6.2): Rychlost plynu 0,94 m/s je zbytečně nízká.
- kap. 6.1, posl. věta: Vnější průměr trubky má být jiný (15 mm je vnitřní průměr). Bylo by asi vhodnější označit trubku tak, jak je zvykem mezi strojaři, tedy, že potrubí bude vyrobeno z trubky TR D x s.
- kap. 6.2, posl. ř.: „přestupu“ místo „prostupu“.
- Str. 78: - Rov. (6.8): V prvním členu ve jmenovateli má být $\ln(d_{pv}/d_p)$.
- Odst. pod rov. (6.16): Vyrábí se izolace s libovolnou tloušťkou (83 mm)?
- Str. 89: - Kap. 6.6.1: Tlakoměr je vybrán špatně. Teplota média bude nad 200 °C. Navíc je otázkou, zda není lepší tlakový senzor místo analogového ukazatele. Může pomocí něj být řízen proces.
- Str. 90: - Kap. 6.6.5: Kde bude umístěn jehlový ventil? Co je jeho funkcí?

Formální či gramatické chyby, nejasnosti a poznámky:

- Číslování stran začíná až u seznamu symbolů (číslem 1). Před tím je ale i obsah, poděkování, atd., což jsou také strany práce. Číslování by tedy mělo začít číslicí 9.

- **Obsah:** - Podkapitoly 5.6.2 až 5.6.4 jsou psány kurzívou. V práci se později čtenář dozví, že důvodem je převzetí názvů kapitol z normy ČSN (včetně číslování). To je však naprosto zbytečné. Mnohem lepší by bylo uvést vlastní název podkapitoly a v textu pak jen zapsat, že dané výpočty jsou zpracovány podle ČSN 69 0010, část X-XX, kapitola X.
 - „6.6 Měřicí“.
 - Chybí kapitola „Seznam obrázků“, která je v práci mezi kapitolami Závěr a Seznam tabulek. Také nevidím důvod pro rozlišování grafů a obrázků. Vystává totiž otázka, proč pak neodlišovat také schémata, fotky, apod. Navíc např. výstupy z numerických simulací jsou v podstatě také grafy (plošné, kde barva charakterizuje hodnotu). Proto doporučuji označovat vše jako obrázky.
 - „Citace a použítá literatura“ – slovo citace bych zde nepoužíval. Dle mého názoru představuje toto slovo komplex sestávající z nějakého odkazu, který je umístěn v textu (ve Vašem případě [X]) a jemu přiřazené reference (zápis zdroje včetně označení odkazu). Proto bych kapitolu pojmenoval jen „Použitá literatura“, nebo „Reference“ nebo „Seznam literárních zdrojů“, apod.
- **Symboly:** - Rozměr konstant B, C, D a b, c, d není $J/(mol.K)$ – viz např. rozměrová analýza rovnice pro c_p .
 - Průměry mají uvedenou jednotku (mm). V práci však pracujete se vzorci, do kterých je potřeba dosazovat v metrech. Proto by bylo vhodnější uvést v seznamu rozměr (m) a pak v částech, kde provádíte pevnostní výpočty, u kterých se dosazuje v milimetrech jen uvést v poznámce, že ve všech pevnostních výpočtech je průměr uveden v milimetrech. Ve stávajícím stavu by byly rovnice v procesních výpočtech rozměrově nekonzistentní.
 - „Nusseltovo“
 - $R_{p0,2}$ nebo $0,1$... místo $0,1$ mělo být zřejmě $1,0$. Navíc $0,2$ i $1,0$ se uvádí do indexu. Formálně správně by bylo uvést oba zápisy za sebou: „ $R_{p0,2}, R_{p1,0}$ “.
 - ΔT_L ... „střední logaritmický teplotní spád“.
 - \dot{v} ... neoznačuje to spíš „molární objemový tok“ než „molární objem“?
 - Řecké symboly jsou psané povětšinou standardním sklonem, měly by být asi psané kurzívou.
- **Str. 4:** - 1. odst., 8. ř.: „podporujícím“, „poškozujících“.
- 1. odst., 9. ř.: „vznikajících“.
- 1. odst., 17. ř.: „vyrobeným“.
- 2. odst., 2. ř.: „zaměřené“.
- 2. odst. - 5. ř.: „měřicí“.
- **Str. 5:** - 1. odst., 3. ř.: Bez čárky.
- 2. odst., 3. ř.: „která“? Spíš „které“.
- 2. odst., 4. ř.: Proč je první citace [11]? Při tomto stylu citování by měl být seznam zdrojů řazen dle výskytu v textu. Navíc v seznamu literatury chybí u tohoto zdroje autor.
- 4. odst., 4. ř.: „ekologický“.
- 4. odst., 5. ř.: „vodíku“.
- 5. odst., 3. ř.: „k jejich“.
- 5. odst., posl. ř.: Citace má být součástí věty (tečka až za ní).
- **Str. 6:** - Obr. 1.: Obrázek mohl být přeložen do češtiny. To platí i pro obr. 2 až 11.
- **Str. 7:** - 1. odst., 3. ř.: „kapalinu“.
- Kap. 2.1.1, posl. ř.: Chybí tečka na konci věty.
- Kap. 2.1.2, části a), b): uvítal bych citace literárního zdroje.
- **Str. 8:** - 2. odst., 1. ř.: „syntézy jsou“.
- Kap. 2.2.1, 1. odst., 2. ř.: „uveden jen“.
- Kap. 2.2.1, 1. odst., 4. ř.: „uhlovodíků“.
- Kap. 2.2.1, 1. odst., posl. ř.: „vznikajícími“.
- Kap. 2.2.2 – a), 3. ř.: „Ten je poměrně levný...“ – jedná se o nějaký vybraný typ, nebo zde mělo být: „Ty jsou poměrně levné...“? Chybí mi i citace zdroje informací části a).

- Kap. 2.2.2 – b), 1. ř.: „uhlovodíků“. Chybí mi i citace zdroje informací části b).
- Str. 9: - Posl. odst.: „používajícími“.
- Str. 10: - 1. odst., 6. ř.: čárky.
 - Kap. 2.3.1, rov. (2.13): „Boudouardova“.
 - Kap. 2.3.2, 2. odst., 1. ř.: bez čárky.
 - Kap. 2.3.3, 1. odst., 1. ř.: „Dle dostupné literatury...“ – jaké? Chybí mi citace.
- Str. 11: - 1. odst., 1. ř.: „které je velmi drahé ... nanášené“.
- 1. odst., 2. ř.: „účinné“.
- Kap. 2.3.4, posl. ř.: „plnicích“.
- Str. 12: - 1. odst., 3. ř.: „vznikajícího“, „Na základě rešerše...“ zase bych zde uvítal nějaký odkaz (na základě jakých konkrétních zdrojů to je).
- Str. 13: - Kap. 3.2.1, 2. ř.: „průmyslově“.
- Kap. 3.2.1, 4. ř.: „Chladicí“.
- Str. 16: - Kap. 3.2.4, 4. ř.: „Chladicí“.
- Str. 17: - 2. odst., 3. ř.: „látkami jsou“.
- 2. odst., 5. ř.: „měřicí“.
- Str. 18: - 4. odst., 1. ř.: „59,3 l“.
- 4. odst., 4. ř.: „vyrobené“.
- Str. 19: - 2. odst., posl. věta: Co je GHSV (gas hour space velocity)? – Vysvětlení je až v kapitole 5.2. Určitě by pomohlo, kdyby o tom bylo pojednáno dříve, např. už v rešeršní části, kde mohly být zároveň uvedeny i hodnoty GHSV pro jednotlivé syntézy.
- Str. 21: - 2. odst., 4. ř.: „(Co-Ni/Al₂O₃)“.
- Str. 22: - Tab. 2: „nízkotlaká“.
- 2. odst., předposl. ř.: „Výsledná“.
- 3. odst., 2. ř.: „obsahujících“.
- 3. odst., 3. ř.: Věta mi nedává smysl.
- 3. odst., 7. ř.: Číslo je na konci a jednotka na dalším řádku. Není to příliš vhodné.
- 3. odst., 9. ř.: „tak_z aby“.
- 4. odst., posl. ř.: „tlaku_z nelze“
- Str. 23: - 2. odst., 1. ř.: „T_{kr}“, „p_{kr}“.
- Tab. 4, 5, 6: „p_r“, „T_r“ (r je index).
- 3. odst., 1. ř.: „který se ~~pro~~ liší pro...“.
- Str. 24: - Rov. (5.5) až (5.7), (5.10) až (5.12), (5.15) až (5.17): jsou nekonzistentní se seznamem symbolů (viz jednotky v seznamu symbolů). Dosazováno je správně.
- Kap. 5.2, 1. odst., 2. ř.: „vedoucím“.
- Str. 25: - 1. odst., 5. ř.: „je výpočet je již“.
- Str. 26: - 1. odst., 6. ř.: „odpovídaly“.
- Str. 27: - Kap. 5.3, 1. odst., 1. ř.: „Hlavním“.
- Kap. 5.3, 2. odst., 3. ř.: D_p není v seznamu symbolů.
- Kap. 5.3, 2. odst., 4. ř.: H_{vv} (index).
- Str. 28: - Kap. 5.3.2, 3. ř.: „Multizone_z kde“.
- Str. 29: - 2. odst., 3. ř.: „kvalita sítě opět kvalit_z výborná.“.
- Str. 30: - 2. odst., 1. ř.: „tvorba sítě_z byla“.
- Rov. (5.39) a (5.41): proč je v rovnicích použit symbol D_ε, když v textu byl použit symbol D_p?
- Str. 33: - 1. odst., 7. ř.: „rovnoměrně“.
- 1. odst., 9. ř.: „exportována“.
- Str. 37: - Kap. 5.6, 1. ř.: „proveden“.

- Kap. 5.6, 2. ř.: „převzatého“; číslování převzaté z normy je zde trochu matoucí.
- Str. 38: - Rov. (5.49) a (5.52): „ R_{p10} “.
- Text pod rov. (5.53): „podmínka (5.54)_z uvedená níže_z není“.
- Text pod rov. (5.54): „určený“.
- Posl. ř.: „uvedená“.
- Str. 42: - 1. odst., 1. ř.: „a průměr výpočtový průměr“.
- Rov. (5.91): „ $D_k = D - 1,4 a_1 \sin \alpha_1$ “.
- Str. 44: - Kap. 5.7, text pod rov. (5.110) (+ Tab. 19): Chybí mi citace zdroje hodnot v tabulce 19.
- Text pod rov. (5.112): „spočítaná“.
- Text pod rov. (5.113): „výpočet je“.
- Str. 45: - Tab. 19 až 22: Jednotky konstant b, c, d a B, C, D jsou špatně.
- Str. 46: - Text pod rov. (5.117), 2. ř.: „poměr reaktantů vybraných reaktantů“.
- Str. 47: - Text nad rov. (5.125), posl. ř.: „výkon uvolněný uvolněné reakcí“.
- Text pod rov. (5.125): „střední logaritmický teplotní spád“.
- Str. 48: - Text pod rov. (5.135), 2. ř.: „odpovídá výšce“.
- Str. 51: - Kap. 5.8.1, 2. ř.: „podmínek_z viz obrázek“ (nebo v závorce).
- Str. 52: - Kap. 5.8.2, 5. ř.: „obrázku 31. Každá část – všude by mělo být malé „č“. Pro označení stačí číslování.
- Str. 53: - 1. odst., 1. ř.: „stejně_z jako“.
- 1. odst., 4. ř.: „v tabulce 29“.
- Str. 54: - 1. odst., 2. ř.: Místo „ $s_2 = 5 \text{ mm}$ “ má být asi „ $s_2 = 8 \text{ mm}$ “, když je na předchozí straně tloušťka 8 mm.
- Rov. (5.172): „teplotních“.
- Kap. 4.3.2, 1. ř.: „svaru a“ („a“ kurzívou).
- Str. 56: - Rov. (5.179), (5.181), (5.183): Chybí jednotka.
- Rov. (5.187): „0,7“.
- Str. 59: - Text pod rov. (5.222): „pro případ 1 300 °C“ – je to trochu matoucí, vypadá to, že teplota je 1300 °C.
Možná by bylo lepší napsat „pro první případ 300 °C“.
- Str. 62: - Tab. 30: „Měřicí“.
- Str. 63: - Kap. 5.11, 1. ř.: „získaná ... použita“ nebo „získané ... použity“.
- Str. 64: - Kap. 5.11.1, 1. ř.: „Příruba 3“.
- Kap. 5.11.1, 7. ř.: „umístěná“.
- Kap. 5.11.1, 9. ř.: „Příruby 5 jsou ...“ – označování přírub je trochu matoucí. Příruba 5 neoznačuje přírubu na pozici 5 (což je také příruba), ale přírubu 5 na pozici 12. Osobně bych radši použil jednoznačnější popisy.
- Str. 65: - Text nad rov. (5.263): „ s_1 “ (index).
- Str. 66: - Text pod rov. (5.275), 4. ř.: „uvedena“.
- Str. 68: - Text pod rov. (5.295), 1. ř.: „ F_u “.
- Rov. (5.301): „ $F_M = 271441 \text{ N}$ “.
- Str. 70: - Text pod rov. (5.332): „ M_M “.
- Str. 75: - 2. odst., 1. ř.: „sloužících“.
- 2. odst., 6. ř.: „kuželem (9)_z ...“.
- Str. 76: - 1. odst., 11. ř.: „procesů“.
- 1. odst., 12. ř.: „měřícími“.
- 1. odst., 14. ř.: „pojistnými ventily, chránícími“.
- Kap. 6.2, 2. ř.: Bez čárky.
- Str. 78: - Kap. 6.3, 1. ř.: „Předpokladem je_z že ...“.
- Str. 79 - Tab. 34: Jednotky b, c, d a B, C, D nejsou v J/(mol.K).
- Str. 80 - Posl. odst., 2. ř.: „kompresibilitním“.

- Posl. odst., 2. ř.: „kompresibilní“.
- Str. 85 - Rov. (6.45) až (6.47): Reakce už byly popsány, stačí se tedy na ně odkázat – rov. (5.114) až (5.116).
- Str. 87 - Rov. (6.58): Vztah už byl uveden, stačí se tedy na něj odkázat – rov. (6.17).
- Str. 89 - Rov. (6.65): „2002,8 s“ - posunutá desetinná čárka.
- Rov. (6.68): „1270,27 s“ - posunutá desetinná čárka.
- Kap. 6.6: „Měřicí“.
- Str. 91 - Kap. 6.6.7, 1. ř.: „pojistný ventil“.
- Str. 92 - 1. odst., 4. ř.: „měřících“, „aparátů“.
- 6. odst.: Chybí tečka na konci.
- 8. odst., 2. ř.: „chladicího“.
- 8. odst., 3. ř.: „10 l/min“.

Poznámky k přílohám (výkresové dokumentaci):

- Příloha 1 (Sestava termoreaktoru):
 - Mohlo by být někde uvedeno, že se jedná o Přílohu 1 (buď v textu práce, kde by byl pojem „Příloha 1“ spojen třeba s číslem výkresu, nebo přímo na výkresu, kdy by text „Příloha 1“ mohl být uveden v razítku). Platí to i pro druhou přílohu.
 - Hustota šrafování je malá (neodpovídá rozměrům výkresu). Těsnění není šrafováno vůbec.
 - Tloušťky kuželových přechodů jsou evidentně předimenzované. Stejně tak i tloušťky prstenců v duplikátorovém plášti (u nich by byl takto navíc problém s jednostrannými 1/2V svary).
 - Koutový svar mezi návarkem 2 (poz. 20) a duplikátorovým pláštěm je nevhodný (korozní mezera).
 - Rošt katalytického lože je na obrubě jen položený?
 - Pozice jsou mnohdy označeny vícekrát. Je to zbytečné.
 - Podložky (poz. 28) mají přijít pod matice, ne pod šrouby.
 - Zajímalo by mě, z jakých polotovarů budou vyráběny jednotlivé části. Vzhledem k chybějícím podélným svarům to budou zřejmě trubky. Existují však vhodné polotovary o zvolených rozměrech? Otázkou je, z čeho budou vyrobeny kuželové přechody. Volba jiných polotovarů, např. plechů by umožnila využití jiných svařovacích postupů a tedy i typů svarů, ...). Otázkou tedy je, zda jsou všechny navržené díly vyrobitelné při rozumných nákladech a co vlastně na výkrese chybí.
 - Řez H-H je v jiném měřítku. Mělo by být u řezu uvedeno.
 - Délky návarků pro teplotní čidla nejsou specifikovány.
 - Bude nějak izolován reaktor v místech, kde není duplikátorový plášť? Na výkresu není nic naznačeno.
 - Na výkresu nejsou žádné kotvící prvky. Jak bude zařízení ustaveno?
 - Mohla by být doplněna kóta tloušťky roštu katalytického lože a pohled na rošt (děrování). Dle hmotnosti v kusovníku rošt nic neváží.
 - Koutový svar mezi trubicí pro chladicí vodu (poz. 14) a pláštěm duplikátoru není vhodný (korozní mezera).
 - Chybí tabulka s technickými údaji o tlakové nádobě. Chybí popis štítku tlakové nádoby a jeho umístění.
- Příloha 2 (Schéma mobilní jednotky):
 - Osobně bych asi zařadil teplotní čidlo i před výměník W-130.
 - V cirkulačním okruhu chlazení reaktoru stačí jedno teplotní čidlo před výměníkem, druhé za výměníkem a jeden průtokoměr. Ventily v chladicím okruhu by měly být u reaktoru (čidla až v potrubí mezi ventily a výměníkem). Navíc by dva vstupní ventily mohly být řešeny jako 3-cestné, kdy by se jejich přepnutím dalo rozlišit, zda bude vstup napojen přímo na výměník nebo na vyšší část duplikátoru. Výstupní ventily by měly být vzájemně propojené a do výměníku by měla vést jen jedna cesta ze spodní části duplikátoru.
 - Chybí mi více informací o představě řízení procesu. Nejsou naznačeny žádné signální trasy mezi čidly a akčními členy. Jak bude prováděna analýza výstupního produktu? Nic není naznačeno.
 - Proč je na výstupu z procesu další průtokoměr?

- Proč je pojistný ventil za chladičem W-160? Tam by se asi spíš pro informaci (nebo i řízení) hodilo tlakové čidlo.
- V popisu výměníku W-150 je „cirkuační chladič“.
- Zařízení B-170 je zobrazeno jako zásobník kondenzátu. Jeho funkcí je však i odlučování kapiček. Dle textu práce má podobu cyklonu, proto by asi bylo vhodnější použít schematickou značku pro cyklon).
- Rohové razítko by mohlo obsahovat více informací (jméno autora, datum, č. výkresu, ...)

Datum: 29. 8. 2018

Podpis:

Ing. Jiří Moravec, Ph.D.
v. r.