

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Zařízení v technologii výroby a recyklace plastů
Jméno autora:	Martin Pekař
Typ práce:	bakalářská
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	Ústav procesní a zpracovatelské techniky
Oponent práce:	doc. Ing. Lukáš Krátký, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Ústav procesní a zpracovatelské techniky

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání</b>	<b>průměrně náročné</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Předložená bakalářská práce je převážně teoretického charakteru a její zpracování bylo založeno pouze na sběru, utřídění a propojení informací zejména z české odborné literatury. Zadání práce proto hodnotím jako průměrně náročné.	

<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>	
Autor teoreticky zaměřené bakalářské práce si kladl za cíl (1) seznámit se s technologií výroby vybraného polymeru, (2) popsat principy recyklace plastů, a (3) popsat technologii a zařízení recyklace vybraného typu plastu. Práce je v téměř celém svém rozsahu zaměřena na možnosti recyklace různých typů polymerů a na předúpravu polymerů před vlastní recyklací. Popis technologie a zařízení při recyklaci vybraného polymeru regranulací je velmi stručný a je zejména zaměřen jen na mechanickou dezintegraci. Popis celé recyklační linky a zdůvodnění, proč jste se zaměřil právě na mechanickou dezintegraci by bylo žádoucí. Nicméně zadání bakalářské práce bylo splněno.	

<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>správný</b>
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Autor při řešení zadaného úkolu zvolil správný přístup ke zpracování a to z vlastní technické podstaty, i z logické návaznosti jednotlivých kroků. Koncepční návrh dezintegrační jednotky pro rozpojení PET a jeho provozní parametry jsou rovněž správně stanoveny.	

<b>Odborná úroveň</b>	<b>C - dobře</b>
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Bakalářská práce je logicky rozdělena do tří částí. V první části se autor věnuje detailnímu popisu recyklačních technologií. V druhé části práci se zaměřuje na možnosti regranulace PET odpadů a zaměřuje se správně na popis klíčového kroku, tj. mechanickou dezintegraci. Ve třetí části se pak věnuje koncepčnímu návrhu dezintegrační jednotky pro rozpojení PET a stanovení provozních parametrů. Práce obsahuje spoustu formálních i odborných nedostatků, vše je označeno v tištěné verzi práce. Zásadní nedostatky spatřuji místy v odbornosti textu, zejména v laických a nejasných formulacích. V tab. 2 je hodnocena energetická náročnost a použití dezintegračních jednotek, nicméně není jasné, kde autor čerpal tyto informace. Odbornou úroveň práce hodnotím jako dobrou.	

<b>Formální a jazyková úroveň, rozsah práce</b>	<b>C - dobře</b>
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Posuzovaná bakalářská práce obsahuje po formální stránce veškeré požadované náležitosti (zadání, anotaci, obsah, strukturu, závěr a seznam použité literatury). Je formulována jasně, výstižně, nicméně obsahuje spoustu formálních, gramatických a pravopisných chyb. V práci se objevují zápisy jednotek v nestandardním formátu, nejasné nebo nepřesné formulace (označeno v tištěné verzi práce), různé formátování textu, chybí číslování ve zdrojích literatury, popis obrázků je odlišný od standardů. I přesto předloženou bakalářskou práci hodnotím z hlediska vlastního rozsahu a úrovně jako dobrou.	

## 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.

Autor čerpal informace z relevantních 50 literárních pramenů, z toho bylo 42 českých a 6 zahraniční. Mnohé informace o dezintegračních jednotkách jsou čerpány z literatury o drcení a mletí nerostných surovin. Dle mého názoru by bylo vhodné více pracovat se zahraniční literaturou a aktuálními výsledky VaV v oblasti mechanické dezintegrace polymerů. Citace v rukopisu a formát citací, uvedený v soupise použité literatury, je plně v souladu s Autorským zákonem č. 121/2000 Sb. a i s veškerými citačními zvyklostmi. V práci občas není jasný zdroj informací. Práci proto z hlediska výběru zdrojů a korektnosti citací hodnotím jako velmi dobrou.

## 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.

### komentáře z hlediska formalit:

- Anglický překlad anotace je nízké kvality.
- Z hlediska typů recyklace není jasné, jaké metody se hodí na ty které typy plastů.
- Práce obsahuje spoustu překlepů, nejasností, gramatických a pravopisných chyb. Soupis těchto nedostatků není součástí posudku, protože vše je vyznačeno přímo v tištěné verzi práce.
- Str.14 – Odkud byly čerpány informace do odstavce 1.3.3? Není zde ani jedna citace.
- Str.49 – Obr.28 – Spíše bych začal tím, že navrhuji zařízení pro rozpojení PET o nějakých vlastnostech a požadavcích. K tomu využiji nožový mlýn a navrhuji tuto geometrickou konfiguraci. V dalším kroku musím stanovit výkon motoru a otáčky pro převodovku...

### odborné komentáře:

- Místy sporné používání pojmů drcení a mletí v celém textu práce.
- Str.16 – „Principem surovinové recyklace je zničení materiálu a štěpení na menší molekuly...“ Formulace?
- Str.16 – „Produktem pyrolýzy..., kapalná báze motorové nafty nebo plynné báze metanu...“ Opravdu?
- Str.20 – Tab.1 – Chybí odkaz na tabulku v textové části. Jak byly zjištěny výhody a nevýhody jednotlivých metod? V textu nejsou tyto informace diskutovány. Je to vytvořeno na základě subjektivního názoru.
- Str.21 – Autor se zaměřil na proces regranulace. Dle zadání bych očekával jasné vymezení a definování vybraného materiálu, procesních podmínek technologie zpracování a požadavky zpracovávaný materiál z hlediska čistoty, vstupní velikosti částic.
- Str.23 – V úvodu kap.2.2 autor uvádí, že budou zmíněny výhody a nevýhody drtičů a mlýnů a jejich energetická náročnost. Ta však není u žádného stroje pro rozpojení plastů uvedena. Dle literárních zdrojů autor uvádí přehled drtičů a mlýnů pro rozpojení nerostných surovin. Otázkou, zda všechny lze použít pro rozpojení plastů vzhledem k jejich odlišným mechanickým vlastnostem a zejména houževnatosti.
- Str.23 – Nožový mlýn lze využít k drcení odpadních plastů z kabelů, kde se kabel rozloží na kov a izolaci. Jakou životnost bude mít ostří nožů při rozpojování kov+izolace?
- Str.27 – Talířový nárazový mlýn na obr.11 je ve skutečnosti talířová odstředivka, tj. úplně jiné zařízení pro zcela jiné technologické účely.
- V kontextu celé rešerše mi občas chybí základní informace, pro jaké typy plastů se dají jednotlivé typy drtičů a mlýnů použít, jaké jsou limitní výstupní velikosti částic, energetická náročnost rozpojení chybí úplně.
- Str.35 – „Když je poničena jedna strana kladiva, otočí se směr rotace a postupně se poškozuje druhá strana.“ Pokud změním směr otáčení, tak rotor vyhazuje materiál proti nátok suroviny do vstupní komory, né-li ven ze zařízení.
- Str.42 – Co znamená termín „suchý“ a „mokřý“ plast?
- Str.44 – Dobrý přehled v Tab.2, nicméně nijak se neopírá o informace z rešerše, kde tato data nejsou uvedena. Jak tabulka vznikla? Jedná se o citaci nebo vlastní hodnocení?
- Str.45 – „Ideální“ tvrdost PET lahve. Co to znamená?
- Str.46 – „S vedoucím práce jsme dohodli na hodnotě konstanty CB...“ Nebylo by možné nalézt data o energetické

náročnosti rozpojení PET v dostupné odborné literatuře? Pokud ne, jak jste k dané hodnotě dospěli?

- Str.48 – „*Obvodovou rychlost volím...*“. Na základě čeho? Zdroj v literatuře? Vlastní inženýrský odhad?

### 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.*

Bakalářská práce je logicky rozdělena do tří částí. V první části se autor věnuje detailnímu popisu recyklačních technologií. V druhé části práci se zaměřuje na možnosti regranulace PET odpadů a zaměřuje se správně na popis klíčového kroku, tj. mechanickou dezintegraci. Zde si cením zpracovaného přehledu technologií a procesů v Tab.1 a přehledné tabulky drtičů a mlýnů v Tab.2. Velmi si cením části práce, kde student navrhuje vhodnou dezintegrační jednotku na rozpojení PET lahví. Postup výpočtu je správný včetně návrhu provozních parametrů jednotky a správné je rovněž navýšení výkonu o pasivní odpory.

Zásadní nedostatky práce vidím v používání odborných formulací (laické a nejasné formulace) a ve spoustě gramatických a pravopisných chyb. V tab. 2 je hodnocena energetická náročnost a použití dezintegračních jednotek, nicméně není jasné, kde autor čerpal tyto informace. Mnohé informace o dezintegračních jednotkách jsou čerpány z literatury o drcení a mletí nerostných surovin. Dle mého názoru by bylo vhodné více pracovat se zahraniční literaturou a aktuálními výsledky VaV v oblasti mechanické dezintegrace polymerů. Práce rovněž obsahuje spoustu formálních, gramatických i pravopisných chyb.

Autor prokázal schopnost nalézt, utřídit a propojit informace získané studiem odborné literatury a aplikovat je konkrétní návrh stroje. Předložená práce splňuje všechny požadavky kladené na bakalářské práce ČVUT. Práce však obsahuje formální chyby i odborné nejasnosti, které budou diskutovány v rámci obhajoby.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **C - dobře**.

#### **Otázky k obhajobě:**

1. Jaký je rozdíl mezi drcením a mletím, resp. drtičem a mlýnem?
2. Uvádíte, že každý člověk vyprodukuje 28 kg plastu za rok, tj. pro 10 mil obyvatel to je ročně  $28 \cdot 10^4$  tun odpadu. OK, mám tedy žlutý kontejner na sběr plastů a zajímá mě, jaké jsou možnosti recyklace (jaké je typové složení plastů a možnost jejich zpětného využití). Jak by vypadala linka na materiálovou nebo surovinovou recyklaci těchto odpadů?
3. Co znamená termín „suchý“ a „mokrý“ plast?
4. Prosim o vysvětlení Tab.2 – jak vznikla, na základě čeho jste určoval energetickou náročnost rozpojení, vhodnost použití pro jednotlivé materiály a na základě jakých kritérií bylo vytvořeno hodnocení dezintegračních jednotek.
5. Jaké typy dezintegračních jednotek z rešerše lze použít k rozpojení PET z 80 mm na 5 mm? Diskutujte rovněž jejich výhody a nevýhody vzhledem k materiálovým vlastnostem PET.
6. Pro rozpojení PET z 80 mm na 5 mm jste vybral správně nožový mlýn. Jaká by mohla být velikost a tvar otvorů propadových sít? Nehrozí, že 5 mm částice budou unášeny odstředivými silami rotoru a budou s ním cirkulovat místo toho, aby propadly skrze síto do výstupního hrdla? Jak byste se tohoto efektu vyvaroval?
7. „*S vedoucím práce jsme dohodli na hodnotě konstanty  $C_B$ ...*“ Nebylo by možné nalézt data o energetické náročnosti rozpojení PET v dostupné odborné literatuře? Pokud ne, jak jste k dané hodnotě dospěli?

Datum: V Praze dne 6.6.2017

Podpis: