

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava  
Fakulta metalurgie a materiálového inženýrství  
Katedra neželezných kovů, rafinace a recyklace

## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Možnosti využití vyřazených tonerů

The possibilities of using of discarded cartridges

## Zadání bakalářské práce

Student: **Pavel Horák**  
Studijní program: B3923 Materiálové inženýrství  
Studijní obor: 3911R033 Recyklace materiálů  
Téma: Možnosti využití vyřazených tonerů  
The possibilities of using of discarded cartridges  
Jazyk vypracování: čeština

### Zásady pro vypracování:

1. Literární rešerše se zaměřením na: základní charakteristiku OEEZ, odpadních tonerů, legislativu týkající se problematiky, možnosti využití odpadních tonerů včetně recyklace, hodnocení současného stavu.
2. Experimentální část: provedení materiálové bilance různých typů tonerů, návrh možnosti využití jednotlivých odseparovaných složek.
3. Diskuze a závěr

### Seznam doporučené odborné literatury:


- [1] TAKÁČOVÁ, Z., MIŠKUFOVÁ, A. Základné informácie o odpadoch. Košice, 2011, s. 236.
- [2] SCHEIRS, John. Polymer recycling: science, technology and applications. Chichester: Wiley, 1998, s. 591.
- [3] BROŽOVÁ, S., MALCHARCZIKOVÁ, J., et al. Elektroodpad – analýza a možnosti využití. Ostrava, 2008, s. 99.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Jitka Malcharcziková, Ph.D.**

Datum zadání: 30.11.2016

Datum odevzdání: 17.05.2017

  
prof. Ing. Miroslav Kurs, CSc.  
*vedoucí katedry*



  
prof. Ing. Jana Dobrovská, CSc.  
*děkanka fakulty*

## Zásady pro vypracování bakalářské práce

### I.

Bakalářskou prací (dále jen BP) se ověřují vědomosti a dovednosti, které student získal během studia, a jeho schopnosti využívat je při řešení teoretických i praktických problémů.

### II.

#### Uspořádání bakalářské práce:

- |  |                              |
|--|------------------------------|
| 1. Titulní list                              | 6. Obsah BP                  |
| 2. Originál zadání BP                        | 7. Textová část BP           |
| 3. Zásady pro vypracování BP                 | 8. Seznam použité literatury |
| 4. Prohlášení + místopřísežné prohlášení     | 9. Přílohy                   |
| 5. Abstrakt + klíčová slova česky a anglicky |                              |

- ad 1) Titulní list je koncipován podle požadavků příslušné oborové katedry.
- ad 2) Originál zadání BP obdrží student na oborové katedře.
- ad 3) Tyto „Zásady pro vypracování bakalářské práce“ následují za originálem zadání BP. („Zásady pro vypracování bakalářské práce“ jsou ke stažení na webových stránkách fakulty).
- ad 4) Prohlášení + místopřísežné prohlášení napsané na zvláštním listu (ke stažení na webových stránkách fakulty) a vlastnoručně podepsané studentem s uvedením data odevzdání BP. V případě, že BP vychází ze spolupráce s jinými právníckými a fyzickými osobami a obsahuje citlivé údaje, je na zvláštním listě vloženo prohlášení spolupracující právnické nebo fyzické osoby o souhlasu se zveřejněním BP.
- ad 5) Abstrakt a klíčová slova jsou uvedena na zvláštním listu česky a anglicky v rozsahu max. 1 strany pro obě jazykové verze.
- ad 6) Obsah BP se uvádí na zvláštním listu. Zahrnuje názvy všech číslovaných kapitol, podkapitol a statí textové části BP, odkaz na seznam příloh a seznam použité literatury, s uvedením příslušné stránky. Předpokládá se desetinné číslování.
- ad 7) Textová část BP obvykle zahrnuje:
- Úvod, obsahující charakteristiku řešeného problému a cíle jeho řešení v souladu se zadáním BP;
  - Vlastní rozpracování BP (včetně obrázků, tabulek, výpočtů) s dílčími závěry, vhodně členěné do kapitol a podkapitol podle povahy problému;
  - Závěr, obsahující celkové hodnocení výsledků BP z hlediska stanoveného zadání.

BP bude zpracována v rozsahu min. 25 stran (včetně obsahu a seznamu použité literatury).

Text musí být napsán vhodným textovým editorem počítače po jedné straně bílého nelesklého papíru formátu A4 při respektování následující doporučené úpravy - písmo Times New Roman 12b; řádkování 1,5; okraje – horní, dolní – 2,5 cm, levý – 3 cm, pravý 2 cm, zarovnání do bloku. Fotografie, schémata, obrázky, tabulky musí být očíslovány a musí na ně být v textu poukázáno. Budou zařazeny průběžně v textu, pouze je-li to nezbytně nutné, jako přílohy (viz ad 9). Odborná terminologie práce musí odpovídat platným normám.

Všechny výpočty musí být přehledně uspořádány tak, aby každý odborník byl schopen přezkoušet jejich správnost. Matematické vzorce musí být číslovány (v kulatých závorkách). U vzorců, údajů a hodnot převzatých z odborné literatury nebo z praxe musí být uveden jejich pramen - u literatury citován číselným odkazem (v hranatých závorkách) na seznam použité literatury. Nedostatky ve způsobu vyjadřování, nedostatky gramatické, neopravené chyby v textu mohou snížit klasifikaci práce.

- ad 8) BP bude obsahovat alespoň 10 literárních odkazů, z toho nejméně 3 v některém ze světových jazyků. Seznam použité literatury se píše na zvláštním listě. Citaci literatury je nutno uvádět důsledně v souladu s ČSN ISO 690. Na práce uvedené v seznamu použité literatury musí být uveden odkaz v textu BP.
- ad 9) Přílohy budou obsahovat jen ty části (speciální výpočty, zdrojové texty programů aj.), které nelze vhodně včlenit do vlastní textové části, např. z důvodu ztráty srozumitelnosti.

### III.

Bakalářskou práci student odevzdá ve dvou knihařsky svázaných vyhotoveních, pokud katedra garantující studijní obor neurčí jiný počet. Vnější desky budou označeny takto:

nahore: *Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava*  
*Fakulta metalurgie a materiálového inženýrství*  
*Katedra .....*

uprostřed: *BAKALÁŘSKÁ PRÁCE*

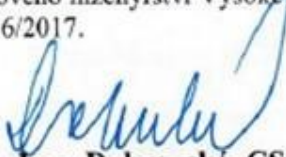
dole: *Rok* *Jméno a příjmení*

Kromě těchto dvou knihařsky svázaných výtisků odevzdá student kompletní práci také v elektronické formě do IS EDISON. Práce vložená v elektronické formě do IS EDISON se musí zcela shodovat s prací odevzdanou v tištěné formě. Po vložení BP do IS EDISON bude provedena její kontrola na plagiátorství.

### IV.

Nesplnění výše uvedených zásad pro vypracování bakalářské práce může být důvodem nepřijetí práce k obhajobě. O nepřijetí práce k obhajobě rozhoduje v tomto případě garant příslušného studijního oboru. Tyto zásady jsou závazné pro studenty všech studijních programů a forem bakalářského studia Fakulty metalurgie a materiálového inženýrství Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava od akademického roku 2016/2017.

Ostrava 2. 11. 2016

  
**Prof. Ing. Jana Dobrovská, CSc.**  
děkanka Fakulty metalurgie a materiálového inženýrství  
VŠB-TU Ostrava

# PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- jsem byl(a) seznámen(a) s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména §35 - užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního (§60 - školní dílo);
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB - TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odst. 3);
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude archivována v elektronické formě v databázi Ústřední knihovny VŠB - TUO a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO;
- bylo sjednáno, že s VŠB - TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona;
- bylo sjednáno, že užít své dílo - bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB - TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB - TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že odevzdáním své bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (Zákon o vysokých školách) bez ohledu na výsledek její obhajoby.

**Místopřísežně prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci vypracoval(a) samostatně.**

V Ostravě .....

.....

podpis (jméno a příjmení studenta)

## **Poděkování**

Děkuji doc. Ing. Jitce Malcharczikové, Ph.D. za odborné vedení, podnětné připomínky a pomoc při zpracování praktické části.

Při řešení této práce bylo využito zařízení pořízené v rámci projektu CZ.1.05/2.1.00/01.0040 “Regionální materiálově technologické výzkumné centrum” – ruční rentgenový spektrometr Delta Professional. Práce byla zpracována díky podpoře projektu č. LO1203 "Regionální materiálově technologické výzkumné centrum - program udržitelnosti“ financovaného Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy České republiky.

## **ABSTRAKT**

Tato bakalářská práce je zaměřena na možnosti využití vyřazených tonerů a jejich recyklaci. V posledních letech dochází k nárůstu poptávky po tiskárenských zařízeních a náhradních náplních. S tím je spojen velký nárůst těchto odpadních elektrozařízení včetně vypotřebovaných tiskařských náplní. V práci je uveden souhrn postupů určených pro zpracování odpadních tiskárenských náplní a možností pro využití jednotlivých materiálových složek, ze kterých jsou složeny. V návaznosti na neustále se zvyšující množství odpadních náplní různých značek a výrobců, je praktická část práce založena na stanovení materiálové bilance vybraných náplní pro laserové i inkoustové tiskárny, jenž si klade za cíl poukázat na velký počet konstrukčních součástí i značné množství využívaných druhů materiálů. Podíl recyklace odpadních tonerů je stále na nízké úrovni přesto, že z tohoto typu odpadu lze získat cenné druhotné suroviny.

**KLÍČOVÁ SLOVA:** toner, cartridge, renovace, recyklace, odpad

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis is focused on the possibilities of using and recycling of discarded cartridges. The demand for printing equipment and refills has increased in the last few years. In connection with increasing demand, there is lot of electronical waste including used print cartridges. The thesis also contains a summary of the possibilities of processing the discarded printing cartridges and the possibilities of usage of the individual components from which they are composed. Practical part of the thesis includes materials analysis of chosen refills for laser and ink printers, which aims to demonstrate the large number of components and different types of materials. The recycling of discarded cartridges is on a very low level, despite the fact that e-waste is a valuable source of secondary materials.

**KEYWORDS:** toner, cartridge, renovation, recycling, waste

## Seznam použitých zkratek

| Zkratka    | Celý název                                   |
|------------|--|
| ABS        | Akrylonitril-butadien-styren                 |
| ABS-GF5    | Akrylonitril-butadien-styren Glass Fiber 5 % |
| e-formulář | Elektronický formulář                        |
| HP         | Hewlett Packard                              |
| OPC válec  | Organic Photo Conductor                      |
| PRC válec  | Primary Charge Roller                        |
| POM        | Polyoxymetylen                               |
| PP         | Polypropylen                                 |
| PET-GF15   | Polyethylentereftalát Glass Fiber 15%        |



## Obsah

|   |    |
|---|----|
| 1. Úvod .....   | 1  |
| 2. Legislativa vyřazených tonerů .....  | 2  |
| 3. Tonery a cartridge .....   | 3  |
| 3.1 Rozdělení typů náplní .....   | 3  |
| 3.1.1 Podle typu tiskové kazety .....   | 4  |
| 3.1.2 Podle způsobu zpracování .....  | 4  |
| 3.1.3. Podle značky .....   | 6  |
| 3.2 Jak nakládat s tonery .....   | 6  |
| 3.2.1 Programy zpětného odběru a recyklace v ČR .....                           | 7  |
| 3.3 Problematika tonerů ve světě .....  | 10 |
| 4. Tonery a jejich složení .....  | 12 |
| 4.1 Konstrukční složení .....   | 12 |
| 4.2 Materiálové složení .....   | 13 |
| 4.2.1 Plasty .....  | 14 |
| 4.2.2 Kovy .....  | 15 |
| 4.2.3 Pryže .....   | 15 |
| 4.2.4. Tonerový prášek .....  | 15 |
| 5. Zpracování odpadních náplní .....  | 16 |
| 5.1 Recyklace .....   | 17 |
| 5.2 Renovace .....  | 19 |
| 6. Cíle práce .....   | 20 |
| 7. Praktická část .....   | 21 |
| 7.1 Materiálová bilance tonerových kazet .....                                  | 21 |
| 7.1.1 Plasty .....  | 26 |
| 7.1.2 Kovy .....  | 28 |
| 7.1.3 Toner .....   | 31 |
| 7.1.4 Relevantnost údajů o stavu náplně tonerové kazety uvedené tiskárnou ..... | 32 |
| 7.2 Materiálová bilance inkoustových kazet .....                                | 34 |
| 7.3.1 Cartridge značky HP .....   | 34 |
| 7.3.2 Cartridge značky Canon .....  | 37 |
| 8. Závěr .....  | 40 |

## 1. Úvod

V současné spotřebitelské době se setkáváme s velkým nárůstem odpadů ve všech aspektech našeho života. Zároveň se vznikem většího množství odpadů je třeba myslet na jeho vyšší využitelnost a prevenci hromadění. V České republice je zařazování odpadů a nakládání s ním ošetřeno v Zákoně o odpadech č. 185/2001 Sb. Z hlediska hierarchie odpadů je to tedy předcházení vzniku odpadů, znovupoužití, recyklace, energetické využití a teprve v poslední řadě zneškodnění (skládkování).

Vzhledem k technologickému pokroku se již nesetkáváme pouze se základními druhy odpadů, jako jsou např. komunální odpady, sklo a plast. V dnešní době je velkým problémem zvyšující se objem elektroodpadu. S velkým nárůstem poptávky po elektrozařízení, mezi které se řadí i tonerové kazety, se mnohonásobně zvyšuje i množství vyřazených elektrozařízení.

Laserová nebo inkoustová tiskárna je dnes standardem v každé škole, kanceláři a vzhledem k dobré cenové dostupnosti, i v mnoha domácnostech. S velkým množstvím využívaných tiskáren roste velkým tempem i množství prázdných tonerů z laserových tiskáren a cartridge z inkoustových tiskáren. Možností, jak s těmito odpadními náplněmi naložit, je několik. Záleží už na samotných spotřebitelích, zda bude možno toner nebo cartridge možné ještě využít. Tento typ odpadu obsahuje cenné materiály, které lze využít jako druhotné suroviny. Otázkou je však podíl využitelnosti a ekonomické aspekty materiálové recyklace.

Tato bakalářská práce se zabývá obecně problematikou náplní do tiskáren a možnostmi využití vyřazených tonerů a cartridge. V dnešní době je stále jen velmi malé množství znovu využito na renovaci k původnímu účelu nebo recyklováno na materiálové složky. Část tohoto odpadu je využita energeticky, velká množství jsou však pravděpodobně zneškodněna. Tato situace není příznivá a je nutné stále zlepšovat přístup k tomuto typu odpadu. Důvodem pro zvýšení podílu využívání vyřazených tonerů může být velká materiálová i energetická úspora, ale také omezení znečišťování a kontaminace životního prostředí.

## 2. Legislativa vyřazených tonerů

Základní pravidla pro nakládání s odpady jsou stanovena v **zákonu č. 185/2001 Sb.**, o odpadech a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů a jeho prováděcími právními předpisy. Zákon upravuje předpisy Evropské unie, jako pravidla pro předcházení vzniku odpadů a pro jejich nakládání v rámci dodržování ochrany životního prostředí, ochrany lidského zdraví, trvale udržitelného rozvoje a také v rámci omezování negativních dopadů využívání přírodních zdrojů a zlepšování účinnosti tohoto využívání. Také je zde zahrnuta úprava práv a povinností osob v odpadovém hospodářství a působnost orgánů veřejné správy v odpadovém hospodářství [1].

Zákon o odpadech dále ustanovuje působnosti zákona, základní pojmy v rámci odpadů a jejich zařazení do katalogu odpadů i podle kategorií.

**Tonerové kazety i cartridge**, používané v laserových i inkoustových tiskárnách, obsahují elektronické součásti a jejich funkce je závislá na elektrickém proudu, proto jsou ve smyslu § 37g písm. a) zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech, v platném znění, označeny za elektrozařízení, které náleží do skupiny č. 3 „Zařízení informačních technologií a telekomunikačních zařízení“ dle přílohy č. 7 zákona o odpadech. Při obchodování s těmito výrobky nebo jejich uvádění na trh se na výrobce (osoby ve smyslu definice § 37g písm. e) zákona o odpadech) vztahují povinnosti uvedené v dílu 8 zákona o odpadech (zajištění zpětného odběru, odděleného sběru, zpracování a zajištění příslušného využití odpadů z nich vzniklých), a to bez ohledu na to, zda jsou tonerové kazety či inkoustové náplně plné nebo prázdné [2].

**Katalog odpadů**, který je stanoven dle vyhlášky č. 93/2016 Sb, jsou **tonerové kazety** označené jako odpad, zařazena pod katalogová čísla:

- **16 02 14 - Vyřazená zařízení neuvedená pod čísly 16 02 09 – 16 02 13**
- **16 02 13\* - Vyřazená zařízení obsahující nebezpečné složky neuvedená pod čísly 16 02 09 – 16 02 13 [2]**

Zároveň je samostatně zařazen odpadní **tonerový prášek** pod:

- **08 03 17\* - Odpadní tiskařský toner obsahující nebezpečné látky**
- **08 03 18 – Odpadní tiskařský toner neuvedený pod číslem 08 13 17\* [2].**

Dále je třeba upřesnit podmínky nakládání s použitými odpadními tonerovými kazetami, které je určeno v **příloze č. 5 vyhlášky č. 294/2005 Sb.** Tato vyhláška obsahuje seznam odpadů, které je zakázáno ukládat na skládky všech skupin. V bodě A je uveden odpad vznikající z výrobků podléhající povinnosti zpětného odběru. V případě odpadních tonerových kazet se jedná o odpad vzniklý z výrobků podléhající povinnosti zpětného odběru, není jej tedy možné ukládat na skládky. Výrobci těchto elektrozařízení mají povinnost zajistit využití těchto elektroodpadů podle § 37 m zákona o odpadech:

- Výrobce elektrozařízení vytvoří systém, díky kterému bude zajištěno využití elektroodpadu navazující na zpětný odběr elektrozařízení nebo oddělený sběr elektroodpadu.
- Zpětně odebraná a odděleně sebraná elektrozařízení se před předáním zpracovateli přednostně opětovně použijí jako celek. Opětovně lze použít pouze elektrozařízení či jejich komponenty, které splňují požadavky příslušných právních předpisů.
- Ministerstvo stanoví vyhláškou způsob, jakým se počítá dosažení minimální úrovně využití elektroodpadu podle odstavce 3 [2].

### **3. Tonery a cartridge**

Pod pojmem toner se skrývá hojně využívaný zkrácený výraz pro samotnou tonerovou kazetu do laserové tiskárny. Reálný význam je označení prášku, jenž je za pomoci elektrického pole a laserového paprsku nanášen na papír, čímž vytváří obraz [3].

#### **3.1 Rozdělení typů náplní**

V běžné praxi se můžeme setkat hned s několika způsoby, podle kterých můžeme tonery rozlišovat, a to [3]:

1. Podle typu tiskové kazety
  - tonerové kazety
  - cartridge.
2. Podle způsobu zpracování:
  - originální kazeta
  - kompatibilní kazeta
  - renovovaná kazeta.

### 3. Podle značky:

- HP
- Canon
- Samsung
- Brother
- Epson
- ostatní (Xerox, OKI, Dell, Panasonic, atd.)

#### 3.1.1 Podle typu tiskové kazety

Tiskové kazety se dělí na základě typu jejich náplně (barvicí látky). Samotná kazeta je výměnný zásobník, který slouží jako fyzický nosič pro používané tiskové médium – inkoust nebo tonerový prášek [3,4].

**Tonerová tisková kazeta** – je naplněna tonerovým práškem, využívaným výhradně u laserových tiskáren. Obsažený prášek je založen na směsi uhlíku, zmagnetizovaných oxidů, pryskyřice, pigmentu a vosku. Tato směs je za pomoci elektrického pole a laserového paprsku nanášena skrze fotoválec na papír [3,5,6].

**Cartridge** – je zásobník naplněný inkoustem využívaný výhradně pro inkoustové tiskárny. Inkoust složený z barviva, povrchově aktivních látek, zvlhčovačů, ředidel a vody je nanášen na papír většinou pomocí miniaturních trysek [3,5,6].

#### 3.1.2 Podle způsobu zpracování

**Originální kazeta** – tato kazeta je vyrobena firmou, která se shoduje s výrobcem tiskárny. Obsahuje pouze originální díly, využité pouze ve svém prvním cyklu. Využité součásti a materiál tedy zaručují všechny předpoklady pro co nejkvalitnější tisk, nepoškození mechaniky, minimální usazování nečistot a bezproblémovou reklamaci v záruční době tiskárny. Záruka všech těchto předpokladů však udává vyšší pořizovací cenu produktu [3,5].

- Výhody – garantovaná kompatibilita s tiskárnou, kvalita tisku, barevná stálost
- Nevýhody – vysoká pořizovací cena.

**Kompatibilní kazeta** – neoriginální kazeta je kazeta vyrobená jiným výrobcem, než je výrobce tiskárny. Je vyrobena z nových dílů alternativních značek nebo alespoň převážně z nových dílů. Podstata výroby těchto kazet je v kopii těch originálních, kdy mohou, ale nemusí dosahovat téže kvality – ta většinou závisí na výrobcí kompatibilu. Výrobce tiskárny zde již nezaručuje bezproblémovost v užívání těchto typů kazet, což se odráží na výrazně nižší pořizovací ceně produktu.

Spolehlivost a životnost kompatibilních náplní od kvalitních a prověřených výrobců bývá standardně na stejné úrovni jako u náplní originálních. Obrovským rizikem však zůstává velké množství kompatibilních výrobků od nekompetentních výrobců. Ty jsou zpravidla velice levné, ovšem jejich kvalita je nízká, manipulace s nimi může být riziková a také může dojít k poškození tiskárny. Ve většině případů se při výrobě těchto tonerů ve východoasijských zemích nehledí na ochranu zdraví spotřebitele [7,8].

- Výhody – nízká cena, zpravidla srovnatelná kvalita s originálem
- Nevýhody – riziko nekompatibility, riziko koupě z východu dovážených nekvalitních výrobků, nelze dále renovovat, což je neekologické

**Renovovaná tisková kazeta** – je kazeta, ve které jsou všechny součásti, které splňují normu kvality, využité opětovně. Proces spočívá v kontrole všech součástí, jejich vyčištění, popřípadě nahrazení nekvalitních či poškozených součástí a novým dávkováním náplně. Renovovaný produkt se dá považovat za nový výrobek, ačkoli je výrazně levnější než originální kazeta. Důvodem je především materiálová úspora. Přestože má tento druh kazety mnoho výhod, včetně právě materiálové úspory a šetření životního prostředí, obrovskou roli pro výslednou kvalitu hraje technická úroveň a profesionalita přístupu renovátorské firmy [3,5].

Tento proces je velice diskutovaným tématem, jehož podstata tkví hlavně v boji originálních výrobců kazet proti specializovaným renovátorským firmám a ochráncům životního prostředí.

- Výhody – nízká cena, podpora ekologie
- Nevýhody – riziko nefunkčnosti, závislost na kvalitě procesu renovace

### **3.1.3. Podle značky**

Dělení náplní do tiskáren podle značek je velice podstatnou částí pro jejich následné zpracování jako odpadů. Každá značka má svou konstrukci tiskárny a na základě toho se liší i samotná konstrukce tonerových kazet a inkoustových cartridgí. Rozdílem je i využívání odlišných typů materiálů, kde se mezi hlavní rozdíly řadí nejrůznější druhy plastů a jejich kombinace.

## **3.2 Jak nakládat s tonery**

Tonery se podle zákona o odpadech č. 185/2001 řadí do kategorie nebezpečných i ostatních odpadů, takže se může i nemusí jednat o odpad nebezpečný. Zneškodnění je tedy možné podle litery zákona provádět spálením ve spalovnách a do roku 2016 bylo možné i uložení na skládku. Z domácnosti by se, dle aktuálního znění zákona, měly vyřazené tonerové kazety odevzdávat v rámci zpětných odběrů a již je není možné vyhodit do komunálního odpadu, kde však z ekologického hlediska nepatřily ani dříve. Přestože je tonerová kazeta hodnocena jako elektrozařízení, nepatří ani do kontejneru s elektroodpadem [9].

Když tiskárna nahlásí vypotřebované tonery, existuje několik cest, jak s nimi naložit šetrně k životnímu prostředí. První možností je nechat kazetu renovovat, jak již bylo zmíněno dříve. Další možností je využít některý z recyklačních projektů a toner odevzdat v rámci jejich zpětných odběrů [10].

Takovéto nakládání s vyřazenými tonery znamená minimalizaci zátěže pro životní prostředí, jelikož lze takřka všechny součásti využít. Jak vidíme na obrázku 1, po nashromáždění vyřazených tonerů v rámci zpětných odběrů, probíhá jejich demontáž. Demontované součásti následovně prochází důkladnou kontrolou. Kvalitní nepoškozený materiál se dá opět využít v rámci renovace kazet, nebo lze jednotlivé separované součásti dále zpracovávat a uplatnit materiál v mnoha dalších výrobních sektorech.



**Obr. 1** Schéma nakládání s vyřazenými tonery [11]

### 3.2.1 Programy zpětného odběru a recyklace v ČR

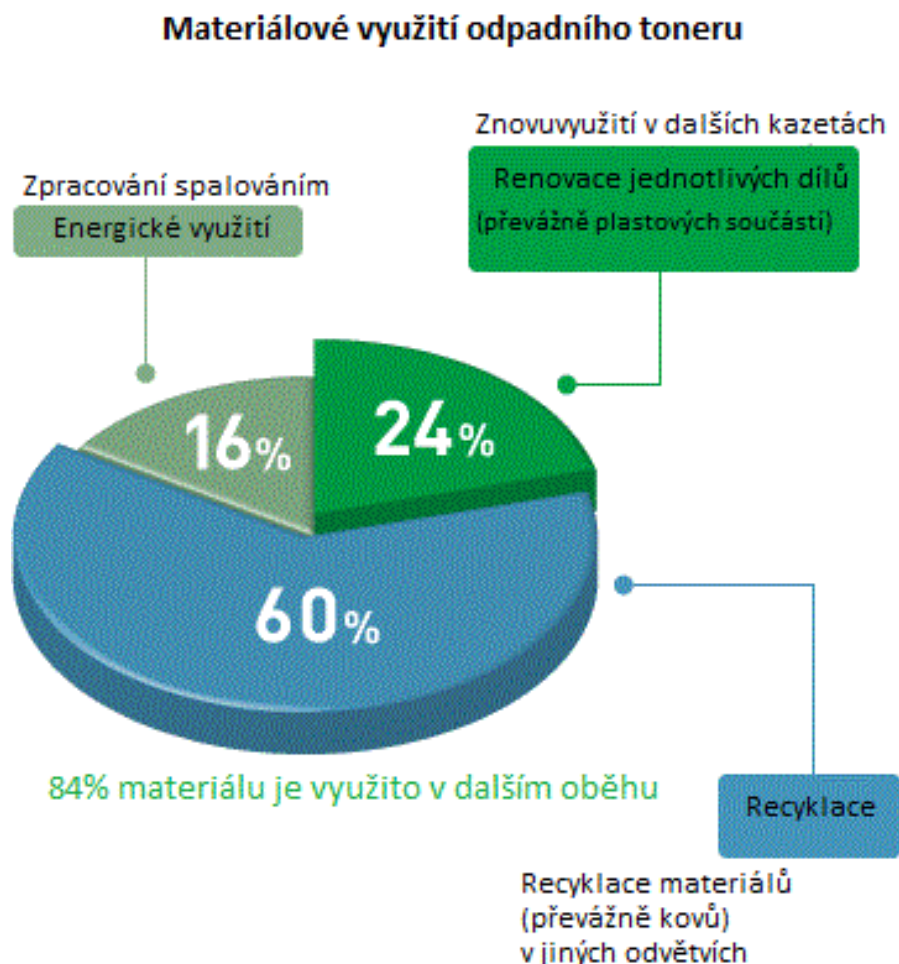
Některé firmy se rozhodly vyhovět tlaku společnosti a vydat se přínosnější cestou a to nejen pro životní prostředí. Využít tak lze specializovaných programů originálních výrobců, kteří však odebírají opět jen svou vlastní značku náplní nebo využít projekt „Sbírej-toner, cart4future“, který se zabývá zpětným odebíráním tonerů ovšem nehlédě na značku. Výjimku tvoří východní kompatibilní náplně, které mají často neoznačené materiály, které pak nelze zpracovávat.

#### Programy recyklace originálních výrobců

**Program Canon** - program recyklace byl spuštěn v roce 1990 a v současné době garantuje omezení odpadového materiálu na skládky ze sta procent. Všechny materiály jsou tedy využity. Fyzické osoby mají možnost kazety zdarma zaslat do recyklačního střediska či odnést na prodejnu originálního výrobce, firmy mají zajištěný pravidelný odvoz sběrných boxů. Mezi roky 1990 – 2016 bylo v rámci tohoto programu odebráno a zpracováno 378 tisíc tun kazet. Toto množství lze přepočítat na úsporu 551 tisíc tun emisí CO<sub>2</sub> a ušetřených 260 tisíc tun surovin [6,12].



Na obrázku 2 je uvedeno materiálové využití odpadních tonerů v rámci firmy Canon. 84 % materiálu je využito v rámci dalšího uplatnění, z toho 24 % se znovuvyužívá při renovaci kazet a 60 % je zpracováno v dalších průmyslových odvětvích na další výrobky. Jelikož však recyklační program společnosti Canon garantuje nulový vývoz na skládku, je zbylých 16 % materiálu využito jako zdroj energie.



**Obr. 2** Materiálové využití vyřazených tonerů firmy Canon [13]

### Programy zpětných odběrů dalších společností

**Cart4Future** – je společnost, která se orientuje především na sběr a ekologickou recyklaci cartridge i tonerů. Sběr provozuje skrze vlastní síť sběrných boxů (obr. 3), které poskytuje po celé ČR. Tyto boxy jsou vyrobeny z recyklovaného papíru a lze je využít opakovaně. Do tohoto projektu se mohou zapojit různé instituce a firmy (školy, úřady, obchody), ale také samostatné fyzické osoby. Lze se zapojit pouhou registrací prostřednictvím webu společnosti, jejímž výsledkem je dodání boxu do několika dnů. Po naplnění boxu firma zajišťuje svoz zdarma. Pro školy, obce i firmy, které produkují větší množství odpadních náplní je

v projektu zařazen také katalog odměn. Za dané množství odevzdaných boxů tyto instituce získávají body, za které si následně mohou vybrat odměnu v podobě florbalových holí, školního či kancelářského vybavení nebo kancelářských potřeb [14].



**Obr. 3** Sběrný box firmy Cart4future [15]

**Sbírej-toner** - je ekologicko-charitativní projekt organizovaný občanským sdružením AKTIPO, který také zajišťuje sběr a zpětný odběr tiskových náplní pomocí sběrných boxů. Po naplnění boxů je v rámci projektu zdarma zajištěn odvoz do vykupujících firem, které s projektem spolupracují a zabývají se renovací tonerů. Takto získané peníze jsou věnovány vybraným zařízením pečujícím o postižené. Projekt funguje již od roku 2009 a za jeho celkové období se vybrala částka 2 509 631 Kč za dodaných 264 751 tiskových kazet různých značek [5,16].

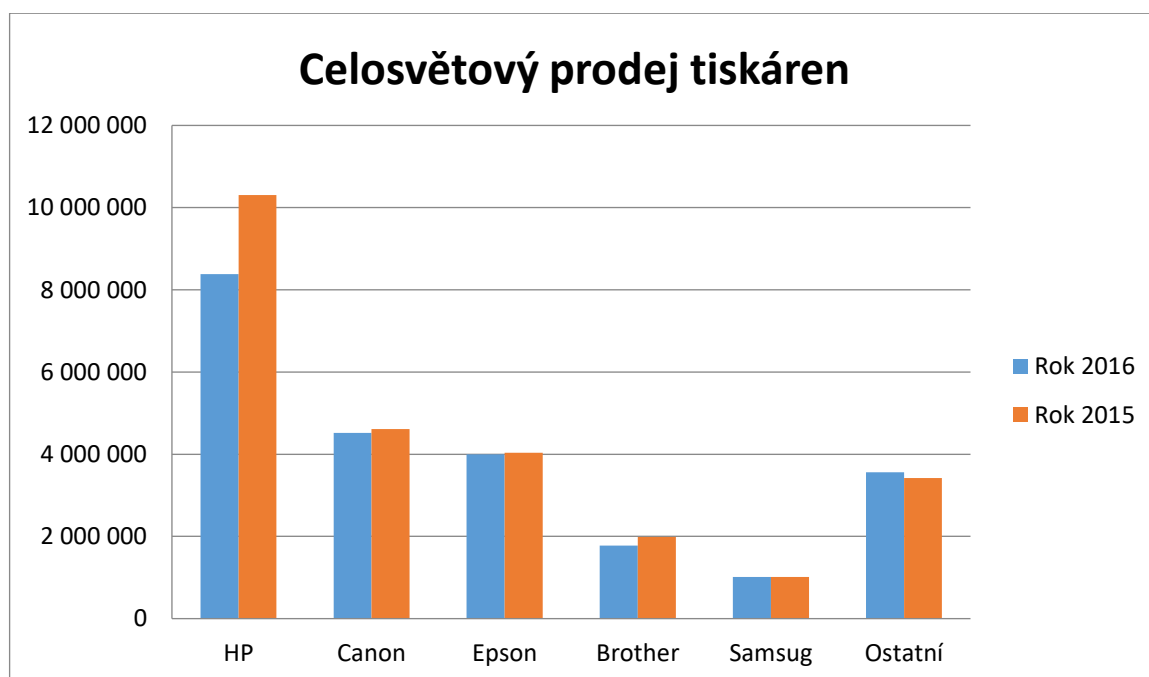
**Recyklohraní aneb uklidme si svět** – je projekt, který je provozován pod záštitou Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy ČR. Cílem projektu je informovat studenty českých základních škol o odpadech, obeznámit je s pravidly třídění odpadů i jejich recyklací a v neposlední řadě jim umožnit odevzdání baterií, cartridgí, tonerů a různého elektroodpadu. Do projektu se opět může zapojit každá škola, která se pomocí internetového e-formuláře registruje na stránky recyklohraní. Jako motivace působí sběr bodů za množství vybraného

odpadu. Za tyto body si následně školy mohou objednat odměny z katalogu odměn. Všechny předměty z katalogu odměn jsou zhotoveny převážně ze zpracovaného odpadu [17,18].

### 3.3 Problematika tonerů ve světě

Vyřazené tonerové kazety i inkoustové cartridge se řadí mezi jeden z nejrychleji rostoucích odpadů. Nahrává tomu především fakt, že tiskárny jsou stále lépe cenově dostupné a také technologický vzestup elektrozařízení za posledních několik let.

Ze statistiky za první pololetí v letech 2015 a 2016 vedené společností International Data Corporation plyne, že velký zájem o tiskárenské zařízení jak firem, tak soukromých subjektů je proměnlivého charakteru, přesto dosahuje obrovských čísel. Největším prodejcem tiskáren se stala společnost HP, která v polovině roku 2016 prodala 8 385 014 tiskárenských kusů zařízení a v roce předcházejícím dokonce 10 304 907 prodaných kusů. Druhým největším prodejcem je firma Canon se 4 517 713 kusy za rok 2016 a 4 609 897 za rok 2015. Podrobnější statistika je uvedena na obrázku 4 [19].

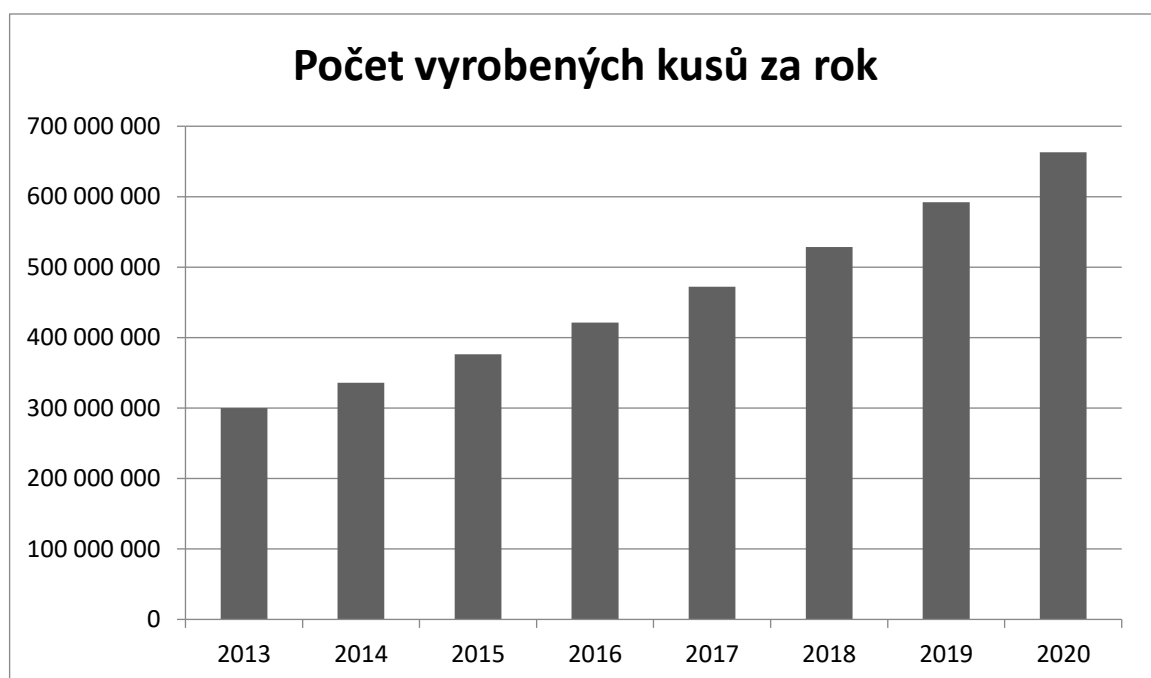


**Obr. 4** Srovnání celosvětového prodeje tiskáren (ks) v prvním pololetí roku 2015 a 2016 [19]

Zvýšený zájem o tiskárny s sebou nutně nese mnohonásobně vyšší zájem o tiskárenské náplně. S tímto tvrzením koresponduje rozsáhlá studie společnosti Transparency Market Research, která pojednává o růstu trhu spotřebního materiálu pro tiskárny, vycházející ze statistických dat trhu. Hodnota trhu spotřebního materiálu se v roce 2013 vyšplhala na 73 miliard Kč a z hlediska objemu činila celosvětová poptávka po tonerových kazetách 216 000

tun, což může být vyčísleno na asi 300 milionů kusů tonerových kazet. Z geometrického průměru koeficientu růstu z minulých let lze předpokládat, že další růst tohoto trhu bude až do roku 2020 o 5,8 % za rok. V roce 2020 by tedy trh mohl nabývat neuvěřitelných 110 miliard Kč. Spotřebitelská poptávka se zvětšuje směrem k barevnému tisku, takže růst trhu samostatných černých tonerů očekává pouze se 3,5 % ročně [20].

Za předpokladu tohoto růstu v tomto objemu lze očekávat nárůst vyrobených tonerových kazet o 12 % ročně. V roce 2013 bylo vyrobeno přibližně 300 milionů kusů kazet. V roce 2014 336 milionů, a v roce 2020 toto číslo může nabývat již takřka 660 milionů kusů. Stoupající trend celosvětové poptávky po tonerových kazetách je znázorněn na obrázku 5 [21].



**Obr. 5** Počet vyrobených kusů tonerů za rok při aktuálním koeficientu růstu trhu [21]

Z celého objemu tonerových kazet v roce 2013 bylo zpětně odebráno pouhých 30 %. Při zachování současného trendu růstu poptávky po tonerových náplních a nízkého zpětného odběru, existuje obrovské množství materiálu bez možnosti dalšího zpracování včetně recyklace. Zbylých 70 % materiálů je tedy zpracováno ve spalovnách, v horším případě končilo na skládkách. Skládkování cartridgí a tonerů však může představovat vážný problém. Použité plasty jsou nebiodegradabilní a v přírodě se rozkládají, v závislosti na typu plasty, stovky až tisíce let. Zbytkové inkoustové náplně jsou potenciálním nebezpečím pro kontaminaci vod a půd [6,22].

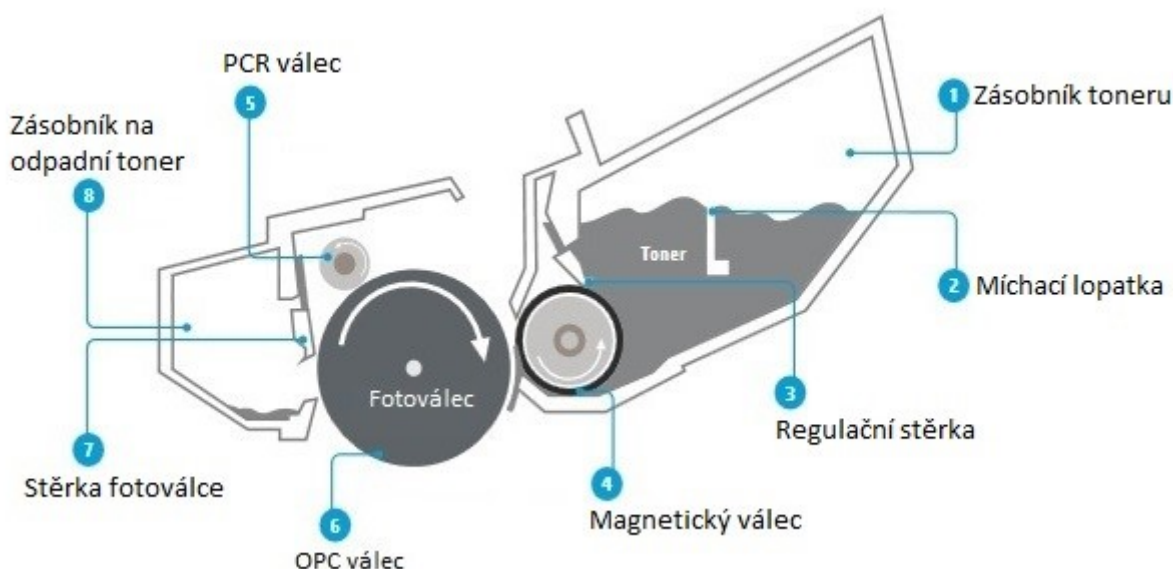
## 4. Tonery a jejich složení

Složení tonerů můžeme rozlišovat ze dvou hledisek, a to podle:

- konstrukčního složení
- materiálového složení.

### 4.1 Konstrukční složení

Konstrukční složení tonerových kazet je závislé na mnoha faktorech – výrobce, typ tiskárny apod. Většina tonerů využívaných v laserových tiskárnách však má základní principy i základní konstrukční díly shodné. Na obrázku 6 jsou tyto díly postupně uvedeny a dále je specifikována jejich funkce.



**Obr. 6** Konstrukční schéma toneru [23]

**Zásobník toneru** – je část tonerové kazety, kde se nachází specifický tonerový prášek. Na trhu se vyskytují nabídky univerzálního toneru, který však není ideální. Univerzální toner, který by zaručoval stoprocentní funkčnost, kompatibilitu a spolehlivost neexistuje. Jde hlavně o odlišné vlastnosti každé tiskárny pro práci s tonerovým práškem, jako jsou rychlost tisku, tavní teplota apod. [23].

**Míchací lopatka** – míchací lopatka má za úkol zajistit dobrou cirkulaci vzduchu v tonerové nádobě právě při tiskařských operacích. Když je tiskárna vypnutá nebo je pauza mezi tiskem, váha práškových částic způsobí usazení toneru na dně zásobníku. Jakmile se zahájí tisk, míchadlo nejprve usazený toner rozmíchá a pak jej tlačí směrem k magnetickému válci [23].

**Regulační stěrka** – při tisku se toner, poháněný míchací lopatkou, hromadí u magnetického válce a lepí se na něj. Při otáčivých pohybech válce, nalepený toner prochází pod stěrku, která zaručuje přesnou tloušťku vrstvy [23].

**Magnetický válec** – je potažený magnetickou vrstvou, která přitahuje práškové částice toneru a přenáší je na zobrazovací válec (OPC). Přesné množství toneru uchyceného na tomto válci má za úkol regulovat tzv. regulační stěrka [23].

**PCR válec (Primary Charge Roller)** – vícevrstvý válec, který přenáší elektrický náboj na fotoválec. Díky tomuto přenosu se na jeho povrchu vytvoří přesně daný nabitý obrazec, který předpřipraví fotoválec k vytvoření obrazu [23].

**Fotoválec OPC (Organic Photo Conductor)** – je to hliníkový válec, jehož povrch je potažený tenkou vrstvou pigmentových fotochemických látek nebo selenu. Za pomoci laserového paprsku se na jeho povrchu postupně vytváří obraz. Kontaktem s magnetickým válečkem se na tento vytvořený obraz nanáší toner, který se ihned tiskne na papír prostřednictvím nanášecího válce (který je součástí tiskárny, ne toneru) [23].

**Stěrka fotoválce** – po přenesení obrazce na papír se fotoválec dále otáčí a dochází do styku s čistící stěrku. Ta odstraňuje přebytečný zbytkový toner, prach a papírová vlákna z povrchu fotoválce přímo do odpadního zásobníku [23].

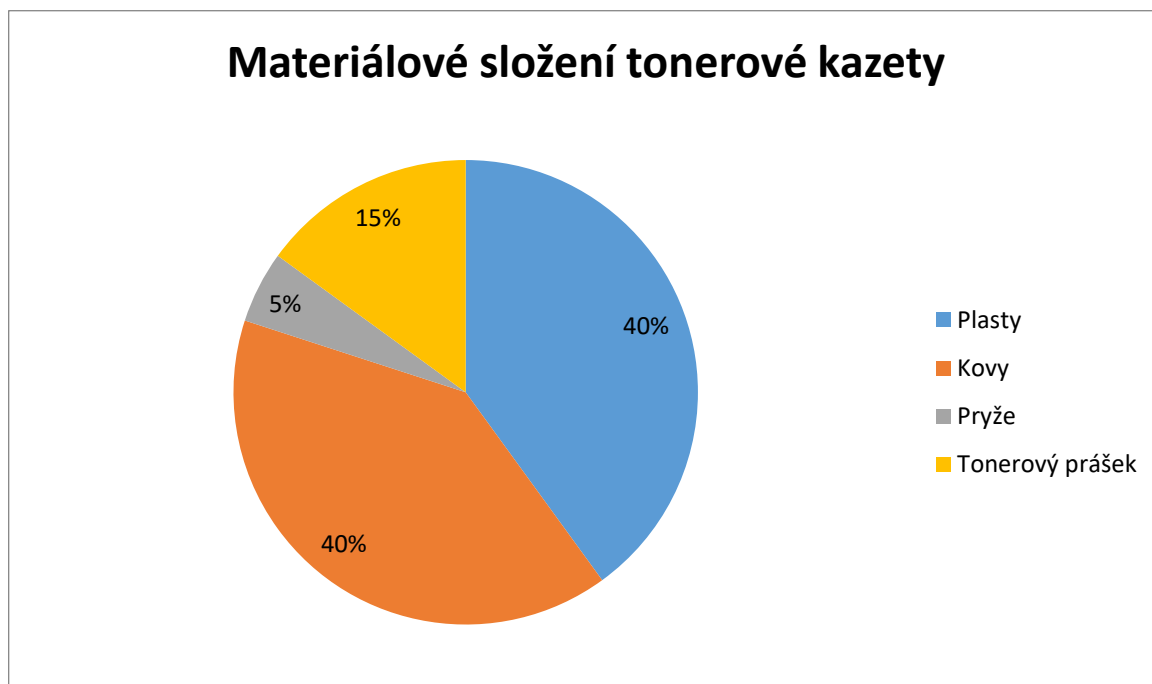
**Zásobník na odpadní toner** – částice přebytečného toneru, které jsou seškrábnuty čistící stěrku, se hromadí v zásobníku na odpadní toner. Nádobka je pečlivě utěsněná, aby nedocházelo k unikání částic odpadního prášku zpět do procesu tisku [23].

## 4.2 Materiálové složení

Materiálové složení tonerů se dá jen těžko jednoznačně určit. Každý výrobce, ale také jednotlivé typy tonerů stejných značek, mají jiné materiálové složení. Obecně však lze říci, že hlavním podílem materiálů využitých v tonerové kazetě jsou:

- plasty ( $\approx 40\%$ )
- kovy ( $\approx 40\%$ )
- pryže ( $\approx 5\%$ )
- tonerový prášek ( $\approx 15\%$ )
  - prášek zmagnetizovaných oxidů
  - polymerní prášek
  - pigmentový prášek [24].

Složení toneru je vyobrazeno také na obrázku 7.



**Obr. 7** Materiálové složení tonerové kazety [24]

#### 4.2.1 Plasty

**Plasty** tvoří objemově největší část tonerových kazet – požívají se na samotné tělo (pouzdro) toneru, konstrukční součásti apod. Předurčují je k tomu vynikající vlastnosti jako nízká měrná hmotnost, dobrá pevnost, nepropustnost pro vlhkost a důležitým aspektem je také dobrá ekonomická dostupnost a mnoho dalšího. Využití si zde nachází jak čisté plasty (polyetylen, polypropylen), tak i plasty kombinované (ABS), které se dále pro zlepšení svých vlastností mohou vytvrzovat například skleněnými vlákny. Příklady využívaných plastů jsou:

**ABS – (Akrylonitril-butadien-styren)** – je relativně nový amorfní termoplastický kopolymer. Vyniká především obrovskou pevností a houževnatostí při velice nízké hmotnosti. Dalšími vlastnostmi jsou odolnost proti tlaku za vysokých i nízkých teplot, odolnosti proti šíření trhlin i proti otěru, kyselinám i louhům. Všechny tyto vlastnosti předurčují ABS k velice širokému a častému využití, problém však nastává při zpracování jeho odpadů. Možnosti recyklace plastu ABS jsou značně omezeny, jelikož jeho opakované využívání razantně snižuje všechny mechanické vlastnosti oproti ABS využitého v jeho prvním cyklu [25,26].

**ABS-GF5 – (Akrylonitril-butadien-styren plněné 5 % skleněných vláken)** – skleněná vlákna se při výrobě ABS využívají jako plnivo. Tato vlákna jsou využívána jako výztuž

kompozitních materiálů, jelikož výrazně zlepšují mechanické a tepelné vlastnosti (především pevnost a nehořlavost) [27]. Toto plnivo však lze považovat z hlediska životního prostředí a recyklace za problém, jelikož postup zpracování kombinovaných plastů ještě více ztěžuje. Tento plast se používá hlavně na tělo kazety.

**POM F20-20 - (Polyoxymetylen vyztužené 20 % uhlíkových vláken)** – je kombinovaný plast, který je využíván pro svou pevnost a vyvážené mechanické vlastnosti. Chemicky je velice odolný, předností je vysoká tuhost, dobrá pružnost a zároveň odolnost proti opotřebení. To jsou vlastnosti, pro které je polyoxymetylen ceněný. Uhlíková vlákna ještě zvyšují pevnost a modul pružnosti [28,29].

**PP – (Polypropylen)** – je jediný zástupce čistého plastu objevující se v konstrukcích tonerových kazet. Termoplastický polymer je využíván v široké škále aplikací. Jedná se o ekonomicky velice dobře dostupný a levný typ plastu. Vyniká dobrou chemickou odolností, pevností, houževnatostí a nepropouští vlhkost. Jakožto nekombinovaný plast, jsou jeho možnosti recyklace mnohem širší a méně komplikované [25].

#### 4.2.2 Kovy

**Kovy** využitě v konstrukcích tonerů lze rozdělit na kovy základní a kovy ušlechtilé. Mezi základní kovové materiály patří slitiny mědi, ocel a nikl. Základní kovy jsou využity především pro výrobu stěrek, optických i magnetických válců a šroubků. Výskyt niklu reprezentuje hlavně chemické poniklování jednotlivých kovových součástí pro zvýšení otěrvzdornosti [30]. Mezi používané ušlechtilé kovy můžeme zařadit zlato, stříbro či paladium, jejichž použití je omezeno pouze na povrch čipů.

#### 4.2.3 Pryže

**Pryže** bývají využité nejčastěji na pogumování magnetického a PCR válce.

#### 4.2.4. Tonerový prášek

**Tonerový prášek** byl dříve složen pouze z uhlíkových částic. Tisk pomocí čistého uhlíkového prášku však nedosahoval vysoké kvality. Pro zlepšení kvality tisku se dnes využívá směs polymerních prášků. Každý výrobce využívá specifické polymery a jiné poměry, hlavní součástí jsou však vždy zmagnetizované oxidy, polymerní prášek, pigmentový prášek a vosk [30].



**Zmagnetizované oxidy** jsou směs zmagnetizovaných oxidů kovů, které jsou schopny vytvořit pozitivní i negativní magnetický náboj sloužící jako přenašeč částeczek toneru přes magnetický válec dále směrem k optickému válci [31].

**Polymerní prášek** nejčastěji styren-akrylátový kopolymer spojený polyesterovou pryskyřicí zastává tepelně citlivou část tonerového prášku, která roztává během tiskového procesu a zajišťuje dobrou zapékavost do papíru. To umožňuje velice přesný tisk [31].

**Pigmentový prášek** se dá označit za barvonosnou část prášku. Tyto barvy jsou tradičně označovány jako CMYK (obr. 8) - Cyan – modrá, Magenta – purpurová, Yellow – žlutá, Key – černá. Pomocí kombinování těchto barev je tiskárna schopna vytisknout obrovskou paletu barev [31].

**Vosk** je jedna z dalších přísad, která drží zmagnetizované oxidy, polymery i pigment pohromadě [31].



**Obr. 8** Tonerový prášek barevné palety CMYK [31]

## 5. Zpracování odpadních náplní

Základním krokem pro zpracování tiskárenských náplní zůstává jejich separace od ostatního odpadu a využívání systému zpětných odběrů.

Další krok je závislý na firmě, která vytríděné odpady dostane ke zpracování. Jako první možnost se u takřka všech firem, hlavně z ekonomických důvodů, volí renovace kazety.

Tonery a cartridge, které jsou poškozeny či nejdou z rozličných důvodů naplnit, jsou však často zneškodněny ve spalovně či dříve uloženy na skládku [10]. Renovace je tedy první možností zpracování, která je omezena pouze kvalitou stavu dílů.

Druhou možností je recyklace kazet, která se nese ve filozofii bezodpadového hospodářství. Každý materiál použitý v tonerech najde své uplatnění v dalších průmyslových odvětvích [10]. V ČR firma zabývající se recyklací chybí, je tedy vždy volena renovace náplní, což je i z hlediska odpadové hierarchie správným krokem. Ve světě se situace značně odlišuje a firem zabývajících se recyklací či kombinací obou metod zpracování tonerů je mnoho.

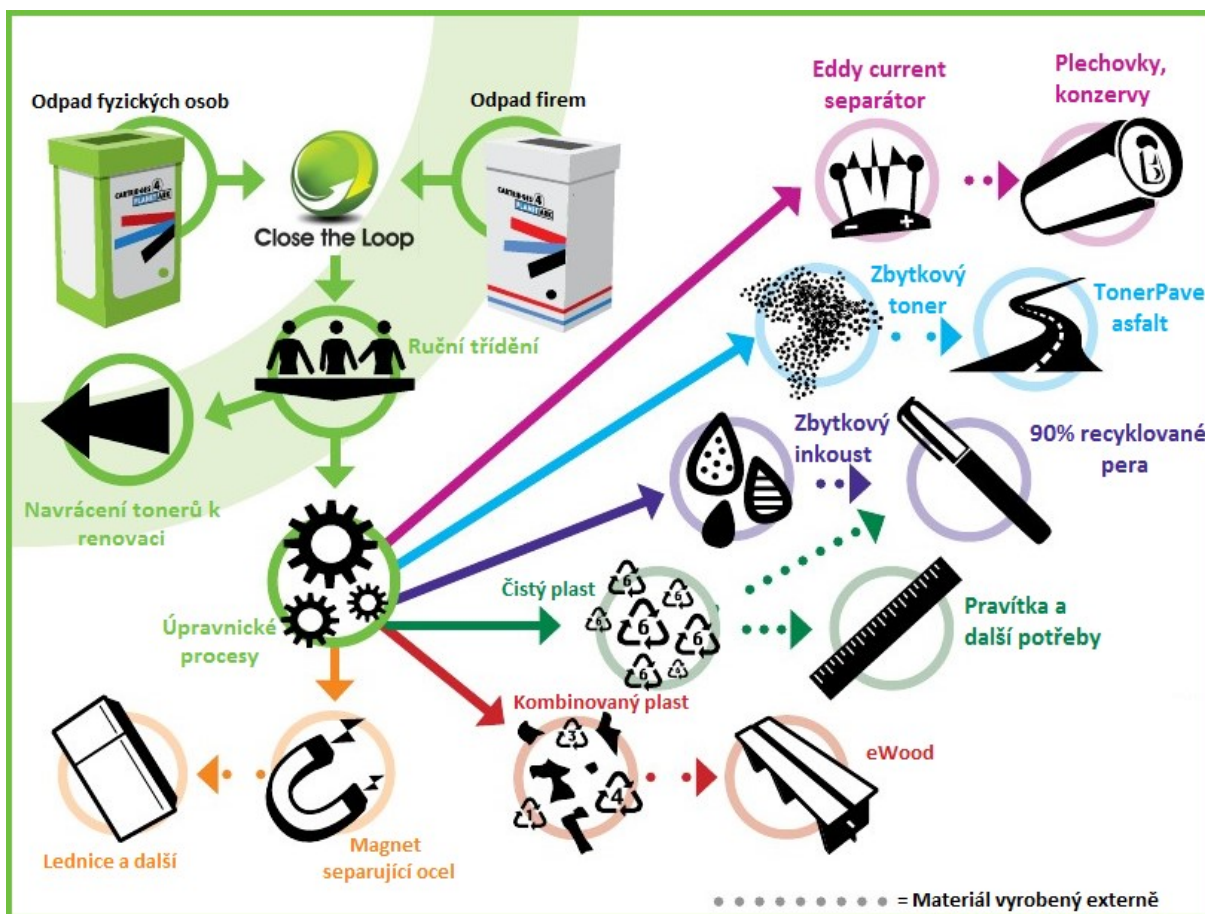
## 5.1 Recyklace

Podle Zákona o odpadech pod pojem recyklace odpadů rozumíme – jakýkoliv způsob využití odpadů, kterým je odpad znovu zpracován na výrobky, materiály nebo látky pro původní nebo jiné účely jejich použití [32].

Recyklace tonerů je tedy založena na separaci jednotlivých materiálových složek z toneru, jejich mechanické úpravě a následného využití pro další účely. Tonery jsou tříděny ručně, kde se zbavují zbytkového prášku a neporušená plastová těla jsou určena do procesu renovace. Ostatní části kazet jsou posílány k úpravnickým procesům na úpravnické, třídící linky či kombinované linky [33,34].

Tonerové kazety i inkoustové cartridge jsou upravovány odděleně, prochází však stejnými procesy. Prvním krokem je drcení. Materiál se zdrobní a jednotlivé složky se od sebe oddělí. Linka je vybavena magnetem, který separuje magnetické kovy (oceli), zatímco pro oddělování nemagnetických kovů (hliníku, mědi) je využíván separátor neželezných kovů (Eddy current separátor). V tomto stádiu procesu již zbývá pouze plast, kde se od sebe separují plasty čisté a kombinované. Obě tyto frakce se opět zdrobňují procesem drcení [33,34].

Příkladem podniku zaměřeného konkrétně na recyklaci tonerů a cartridge může být firma Close the Loop, působící v Austrálii a USA, orientovanou na dva způsoby zpracování tiskárenských odpadů, tzn. odpadní tiskárenské kazety renovuje i recykluje [35]. Na obrázku 9 vidíme jednotlivé separované frakce a jejich možné využití.



Obr. 9 Schéma recyklačního procesu tonerů a cartridge [35]

V rámci recyklačního procesu v uvedené firmě separují **magnetické a nemagnetické kovy**, které lze využít jako druhotné suroviny pro řadu výrobních odvětví. V případě tonerů jsou kovové součásti z oceli, hliníku a popř. slitin mědi [35]. Odpad obsahuje i velmi malý podíl drahých kovů ve formě elektrosoučástí a čipů.

**Zbytkový toner** slouží jako důležitá přísada pro výrobu asfaltu tzv. TonerPave [35].

**Zbytkový inkoust** je zpracován jako plnivo do per, jejichž těla mohou být také vyrobena z recyklovaného plastu [35].

Součástí recyklační technologie je i separace vybraných druhů plastů, čímž získáme tzv. **čistý plast**. Příkladem takto tříděného plastu může být např. polystyren nebo polypropylen, které lze využít jako kvalitní druhotnou surovinu [35]. S ohledem na používání velkého množství druhů plastů, včetně **kombinovaných plastů**, je efektivita třídění značně omezena. Získáme tak pouze směs různých plastů, které lze využít pro výrobu méně

hodnotných produktů jako je např. umělé dřevo tzv. eWood. Typické výrobky z umělého dřeva jsou lavičky a ploty [35].

## 5.2 Renovace

Renovace je další alternativou v rámci nakládání s odpadními tonery. Je to ucelený soubor činností, jehož cílem je plnohodnotné znovuvyužití nepoškozených dílů i vypotřebované kazety. Poškozené či opotřebované díly se vymění. Nespornou výhodou je materiálová úspora a pro zákazníka také příznivé snížení pořizovacích nákladů, přičemž kvalitou tisku se renovovaná kazeta většinou vyrovná té originální [36].

Celá tonerová kazeta je rozebrána na jednotlivé díly. Ty jsou zkontrolovány nejprve vizuálně a dle potřeby podrobeny chemickým, mechanickým či ultrazvukovým pochodům pro odstranění barvy či odhalení závady. Největší důraz je kladen na test optického válce, který musí pro kvalitní tisk splňovat normou danou sílu fotocitlivé vrstvy. Přestože optický válec nepatří mezi součásti s takřka neomezeným cyklem, jako je například plastové tonerové pouzdro, jeho životnost bývá 3x až 4x delší, než je vypotřebování prášku z toneru [6,37].

Pokud je nalezena poškozená či nefunkční součástka, je nahrazena novou či funkční součástkou z jiného odpadního toneru či díly z vlastní výroby. Renovátorské firmy si tyto náhradní díly opatřují výkupem prázdných kazet od zákazníků či v rámci vlastních zpětných odběrů. Tento odběr originálních kazet je podstatnou součástí každé kvalitní firmy věnující se renovaci. Každou součástku totiž nelze vyměnit za díl z vlastní výroby či jiným neoriginálním dílem, jelikož si výrobci originálních tonerů často chrání jednotlivé komponenty prostřednictvím patentů či průmyslových vzorů. Patentem však nelze ochránit celý výrobek, ale právě jen jednotlivé části. Pokud je nalezena nefunkční či poškozená součástka, která je takto chráněna patentem, je nutno ji vyměnit za originální součástku stejného typu. V jiném případě by byl postup nelegální [6,37,38].

Po očištění a kontrole jednotlivých dílů se tonerová kazeta naplní novým práškem, všechny díly se opět složí a provede se kontrolní výtisk. Pokud je kontrolní výtisk kvalitní a neodhalí případnou závadu, toner lze považovat za kvalitně renovovaný [37].

## 6. Cíle práce

Cílem této bakalářské práce je teoreticky zhodnotit problematiku odpadních tonerů z laserových tiskáren a inkoustových cartridge.

Dílčím cílem v teoretické části práce je zpracování přehledu základní legislativy týkající se nakládání s tiskárenskými odpady v České republice, charakteristika základních typů tiskárenských náplní a popis využívaných postupů pro zpracování tohoto typu odpadu.

Mezi dílčí cíle praktické části patří:

- charakteristika konstrukčního a materiálového složení tonerů,
- provedení materiálové bilance vybraných práškových i inkoustových tiskárenských náplní,
- identifikace používaných materiálů a jejich základní charakteristika,
- přesné stanovení druhu použitých plastů,
- analýza chemického složení větších kovových součástí,
- ověření relevantnosti údajů o stavu využití toneru uvedených tiskárnou.

## 7. Praktická část

V návaznosti na neustále zvyšující se množství odpadních náplní různých značek a výrobců, je praktická část práce založena na stanovení materiálové bilance vybraných náplní pro laserové i inkoustové tiskárny, jenž si klade za cíl poukázat na velký počet konstrukčních součástí s významnou materiálovou různorodostí.

V praktické části práce byla provedena materiálová bilance vybraných tonerových kazet a inkoustových náplní od různých výrobců. Primárním úkolem praktické části práce je provést materiálovou bilanci, včetně stanovení chemického složení kovových součástí jednotlivých tonerů. Sekundárním cílem je ověření relevantnosti údajů o stavu naplnění toneru, které jsou udávány tiskárnou vzhledem k reálnému stavu náplně v toneru.

### 7.1 Materiálová bilance tonerových kazet

Materiálová bilance byla provedena v laboratoři Katedry neželezných kovů, rafinace a recyklace. Pro experiment byly vybrány tonerové kazety značky Samsung CLT-M4072S/ELS různých barev.



**Obr. 10** Rentgenový spektrometr Delta Professional

Tonerová kazeta je vyrobena z mnoha odlišných druhů materiálů. Materiálová bilance byla v tomto případě provedena nejen jako celková, která vystihuje podíl základních typů materiálů, ale také byly přesně identifikovány složky dvou majoritních materiálů – plastů a kovů. Ke stanovení chemického složení kovových součástí byla využita metoda ED-XRF.

Všechny jednotlivé kovové součásti, které se vyskytovaly v tonerových kazetách, byly podrobeny analýze chemického složení metodou ED-XRF. Analýza byla provedena pomocí rentgenového spektrometru Delta Professional (obr. 10). Tento typ spektrometru neumožňuje stanovovat uhlík, nicméně lze ze složení určit druh oceli. Analýza je přesná a rychlá a zcela vyhovující pro rychlou analýzu různých odpadů.

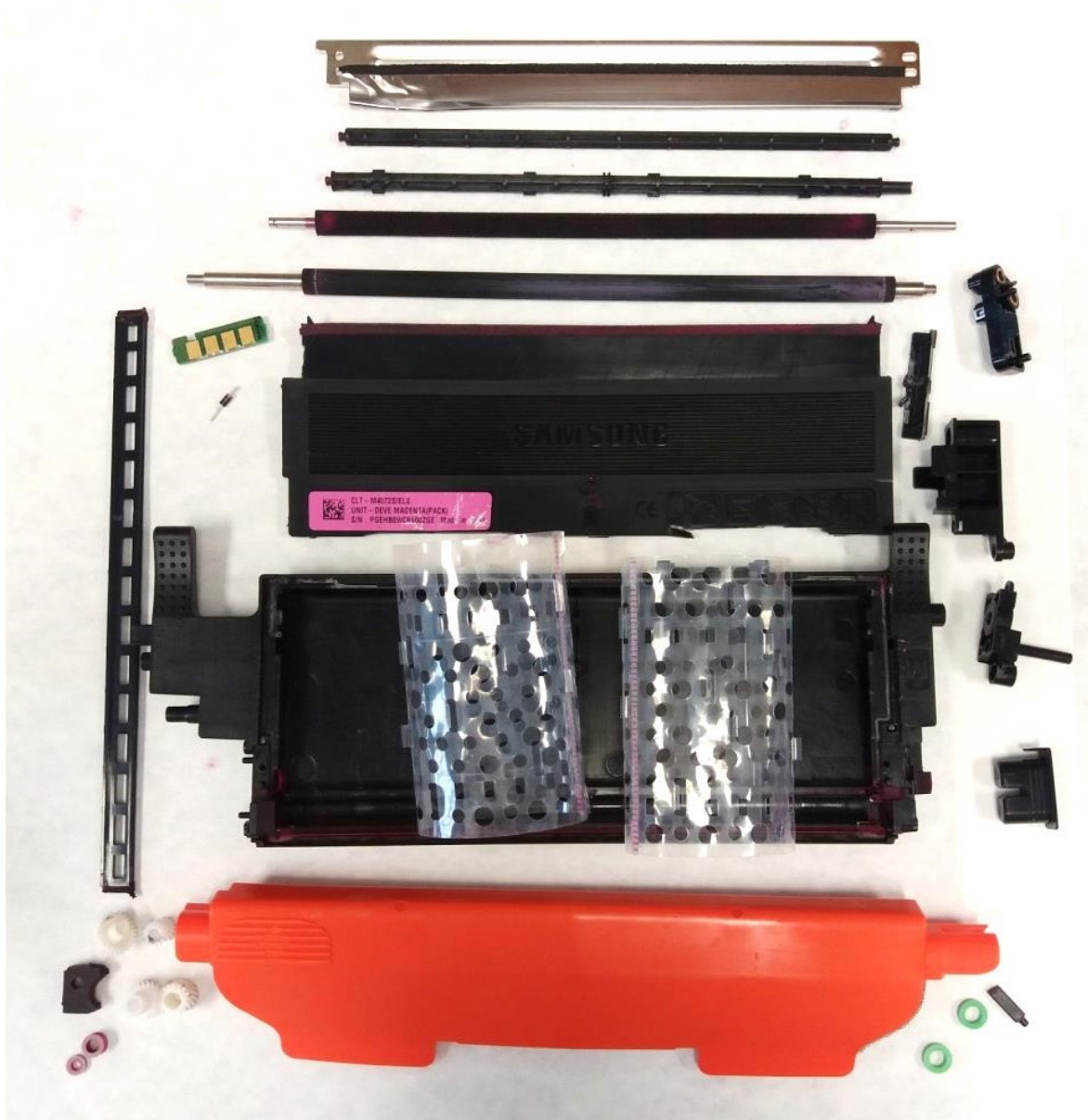
Všechny kazety byly zváženy a poté z nich byl vysypán zbytkový toner. Každá kazeta byla rozebrána, očištěna od zbytků tonerového prášku a jednotlivé části zváženy. Byl stanoven hmotnostní podíl jednotlivých materiálů. Separace tonerových kazet byla prováděna v digestoři a s ochrannými pomůckami s ohledem na možnou nebezpečnost některých složek tohoto typu odpadu.

Jako zástupce tonerových kazet byly vybrány odpadní tonery značky Samsung CLT-M4072S/ELS různých barev. Na obrázku 11 je zobrazena purpurová kazeta Samsung. Tato kazeta byla před demontáží zvážena s přesností na 2 desetinná místa. Navážená celková hmotnost byla 444,35 g.



**Obr. 11** Tonerová kazeta Samsung

Po zvážení byl z kazety vysypán zbytkový toner. Následovalo rozebrání tonerové kazety na jednotlivé typy materiálů. Celkový pohled na jednotlivé odseparované části toneru je na obr. 12. Je velmi zajímavé, z jak velkého počtu součástí je taková kazeta složena.



**Obr. 12** *Rozebraná kazeta Samsung*

Po rozebrání kazety byly jednotlivé části očištěny od zbytkového toneru. Kazeta obsahuje řadu součástí, jak je popsáno na obr. 6. Dále byla provedena identifikace materiálu každé jednotlivé části. Byl stanoven druh plastu a chemické složení kovových částí. Na

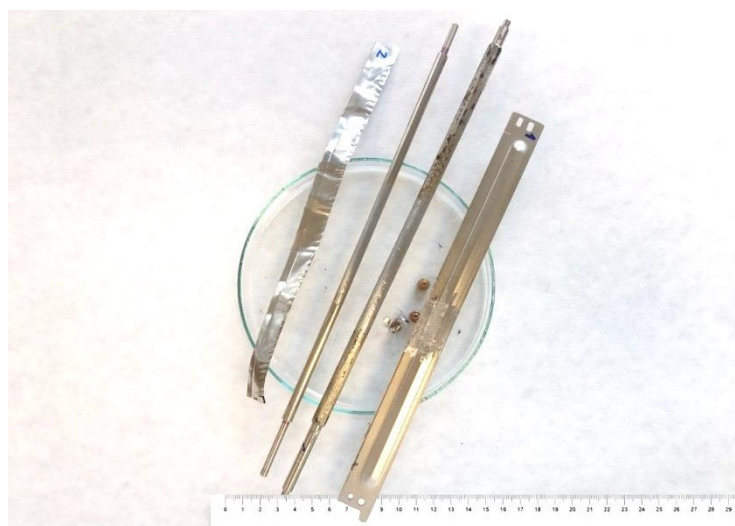


základě tohoto pak byly separovány jednotlivé materiály. Vytříděné materiálové frakce byly zváženy a byl stanoven jejich hmotnostní podíl z celkové hmotnosti toneru.

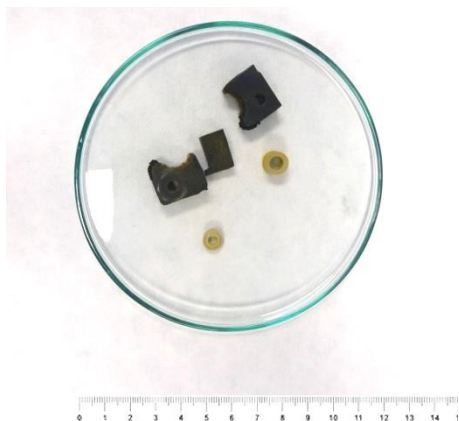
Podíl jednotlivých materiálů byl stanoven takto: **plasty** 45,55 % (obr. 13), **kovy** 49,33 % (obr. 14), **pryže** 3,3 % (obr. 15), **čip** 0,34 % (obr. 16), **zbytkový toner** 1,46 %. Všechny části kazety bylo možno oddělit, takže materiálová ztráta činila pouze 0,06 g, což z celkové hmotnosti reprezentuje 0,2 %.



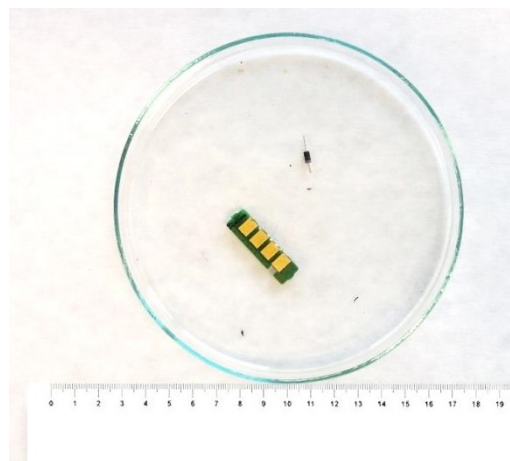
**Obr. 13** Kazeta Samsung - plasty



**Obr. 14** Kazeta Samsung - kovy



**Obr. 15** Kazeta Samsung – pryže

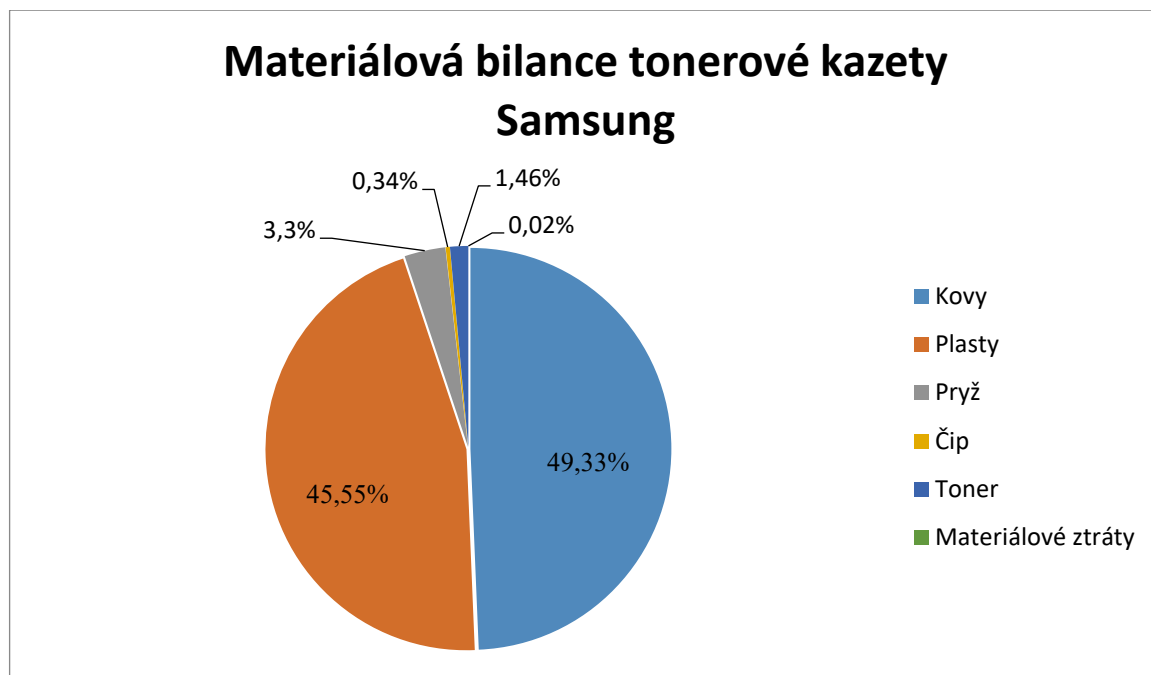


**Obr. 16** Kazeta Samsung - čip

**Tab. 1** Materiálová bilance tonerové kazety Samsung

| <b>Materiálová frakce</b> | <b>Hmotnost<br/>[g]</b> | <b>Hmotnostní podíl<br/>[%]</b> |
|---------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| <b>Kovy</b>               | 219,20                  | 49,33                           |
| <b>Plasty</b>             | 202,40                  | 45,55                           |
| <b>Pryž</b>               | 14,65                   | 3,30                            |
| <b>Čip</b>                | 1,53                    | 0,34                            |
| <b>Toner</b>              | 6,50                    | 1,46                            |
| <b>Součet frakcí</b>      | 444,28                  | 99,98                           |
| <b>Materiálové ztráty</b> | 0,07                    | 0,02                            |
| <b>Celková hmotnost</b>   | 444,35                  | 100,00                          |

Materiálové složení tonerové kazety Samsung je uvedeno v tabulce 1 a v grafické podobě na obrázku 17. Z hodnot vyplývá, že největší hmotnostní podíl zaujímají kovy a plasty.



**Obr. 17** Materiálová bilance tonerové kazety Samsung

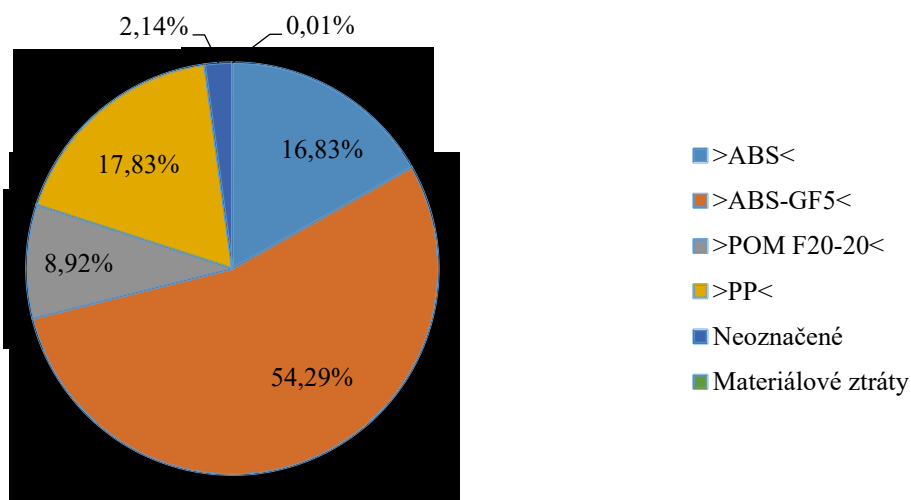
#### 7.1.1 Plasty

V konstrukci tonerové kazety je využito velké množství plastů. Objemově plast tvoří největší část kazety. Z rozloženého toneru byly vybrány všechny plastové díly (obr 13). Celková hmotnost všech plastových dílů byla 202,38 g. Většina dílů byla označena značkou druhu plastu, takže bylo možno přesně určit, o jaký druh plastu se jedná. Jen malý podíl plastových částí nebyl označen. Ty pak byly zahrnuty do kategorie „neoznačené“. Podíl jednotlivých plastů je uveden v tabulce 2 a graficky znázorněn na obrázku 18.

**Tab. 2** Materiálová bilance plastů v kazetě Samsung

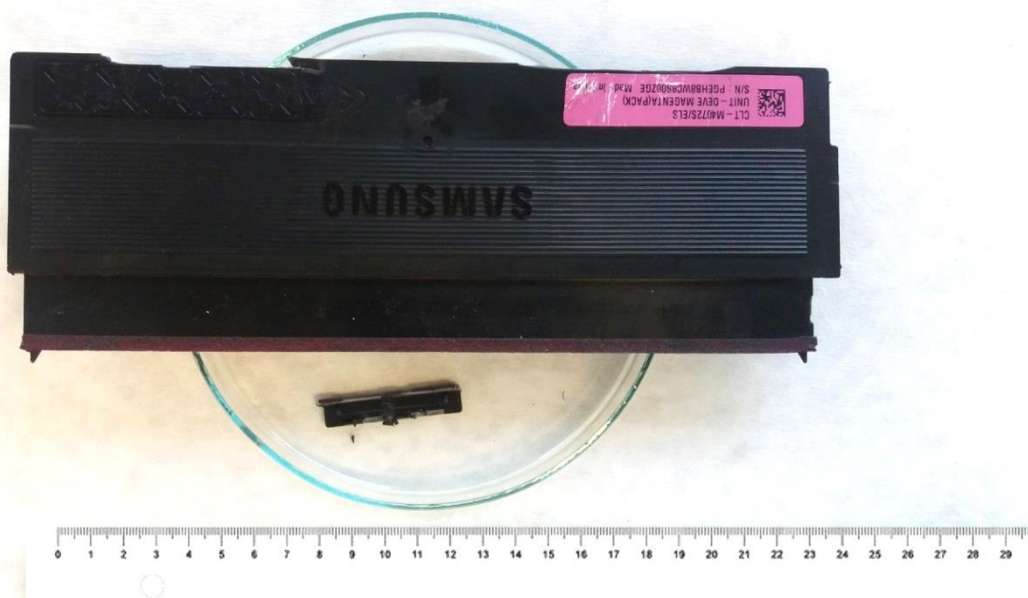
| Druh plastu        | Typ plastu  | Hmotnost<br>[g] | Hmotnostní podíl<br>[%] |
|--------------------|-------------|-----------------|-------------------------|
| >ABS<              | Kombinovaný | 34,06           | 16,83                   |
| >ABS-GF5<          | Kombinovaný | 109,87          | 54,29                   |
| >POM F20-20<       | Kombinovaný | 18,06           | 8,92                    |
| >PP<               | Základní    | 36,08           | 17,83                   |
| Neoznačené         | -----       | 4,34            | 2,14                    |
| Hmotnost složek    | -----       | 202,38          | 99,99                   |
| Materiálové ztráty | -----       | 0,02            | 0,01                    |
| Celková hmotnost   | -----       | 202,40          | 100,00                  |

## Materiálová bilance plastů v tonerové kazetě Samsung



Obr. 18 Materiálová bilance plastů v tonerové kazetě

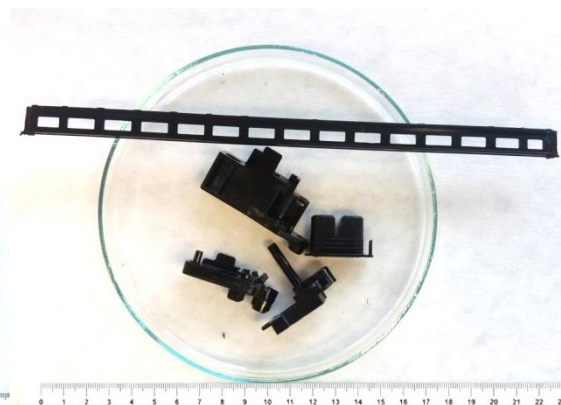
V daném toneru byly identifikovány převážně kombinované plasty se zástupci **ABS** 16,83 % (obr. 19), **ABS-GF5** 54,29 % (obr. 20), **POM F20-20** 8,92 % (obr. 21). Ze základních plastů byl využit pouze **PP** 17,83 % (obr. 22). Ostatní neoznačené plasty zařazené do kategorie **Neoznačené** představovaly jen malý podíl 2,14 % (obr. 23).



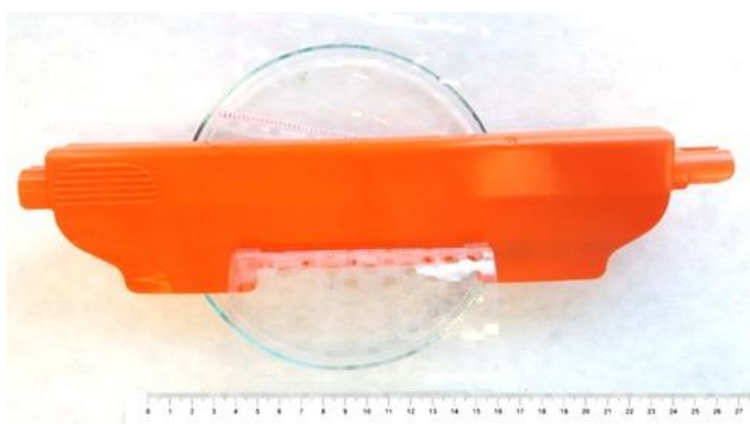
Obr. 19 Podíl plastů – ABS



**Obr. 20** Podíl plastů - ABS-GF5



**Obr. 21** Podíl plastů - POM



**Obr. 22** Podíl plastů – polypropylen

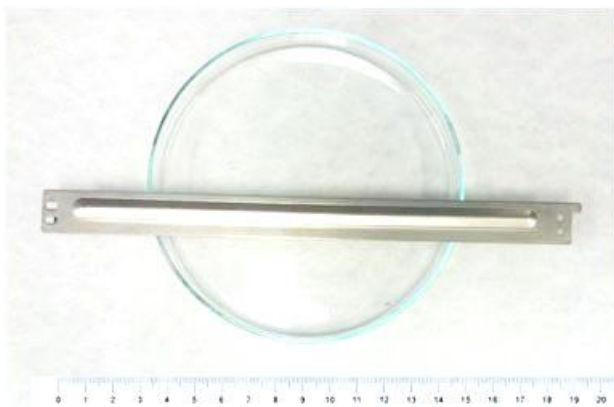


**Obr. 23** Ostatní plasty

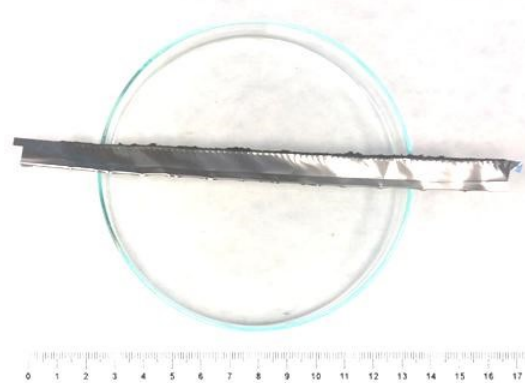
### 7.1.2 Kovy

Z rozebraného toneru byly vytříženy a zváženy všechny kovové součásti. Jejich celková hmotnost činila 219,2 g. V tonerové kazetě se objemově mnoho kovů nevyskytuje. Převážně jde pouze o stěrky, válce a drobné součásti, ovšem z hmotnostního hlediska tvoří největší část toneru Samsung. Všechny jednotlivé kovové součásti byly podrobeny analýze chemického složení metodou ED-XRF. Obsahy hlavních identifikovaných prvků jsou uvedeny v hmotnostních %.

Vzorky bylo nutné připravit pro měření, povrch vzorků byl obroušen a očištěn. Pokud bylo zjištěno, že součástka je opatřena nějakým typem povrchové úpravy, pak tato vrstva byla pečlivě obroušena. Např. stěrky a válce byly poniklovány. Miniaturní kovové součástky jako například šroubky jsou zařazeny do kategorie „ostatní“.



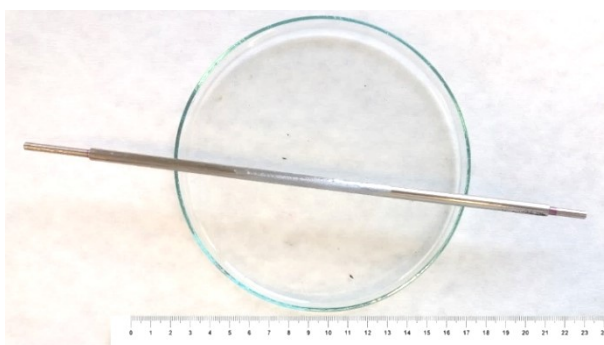
**Obr. 24** Regulační stěrka



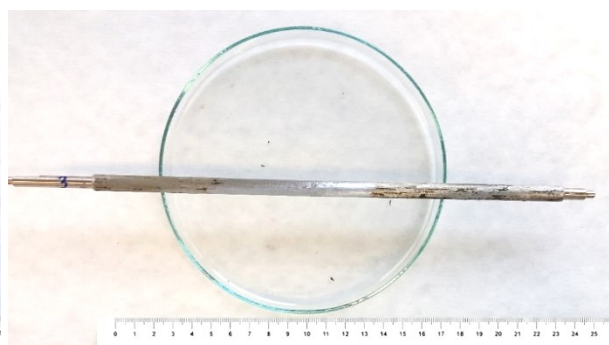
**Obr. 25** Plech regulační stěrky

Na obrázku 24 je stěrka vážící 57,04 g z nízkolegované manganové oceli (Fe 98 %, Mn 2 %). Manganová ocel je využívána především pro svoji vysokou odolnost proti otěru a také pro dobrou tvarovou a rozměrovou přesnost [39]. Na obrázku 25 je tenký plech z tonerové kazety o hmotnosti 2,10 g z vysoce legované chromniklové oceli (Fe 74 %, Cr 17 %, Ni 7 %). Tento typ oceli se využívá v aplikacích, kde je požadována vysoká odolnost proti působení vody, vodní páry a vlhkosti vzduchu [40].

Další analýza byla provedena na dvou válcích. Každý z nich v tonerové kazetě zastupuje jinou funkci, proto jsou i z odlišných materiálů. Magnetický válec (obr. 26) s hmotností 52,87 g je vyroben z křemíkové oceli (Fe 89 %, Si 5,5 %). Jedná se o typický materiál využívaný v elektrotechnice, a to především díky jeho dobré ekonomické dostupnosti. Dá se považovat za nejlevnější feromagnetický materiál [41]. Zajímavé je, že kazety běžně obsahují i fotoválec na bázi hliníku s fotovrstvou. U analyzovaného typu kazety v této práci však tato součást chyběla.



**Obr. 26** Magnetický válec

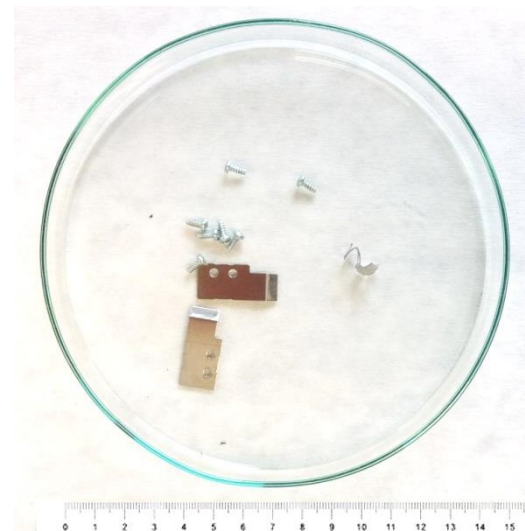


**Obr. 27** PCR válec

PCR válec (obr. 27) je vícevrstvý váleček, který převádí elektrický náboj na fotoválec tak, aby ho předpřipravil pro vytvoření obrazu. V této kazetě byl válec opatřen vrstvou pryžového materiálu, která byla oddělena. Váleček s hmotností 99,93 g je vyroben z nízkolegované manganové oceli (Fe 98,5 %, Mn 1%), stejně jako kovová stěrka (obrázek 24).



**Obr. 28** Bronzová ložisková pouzdra



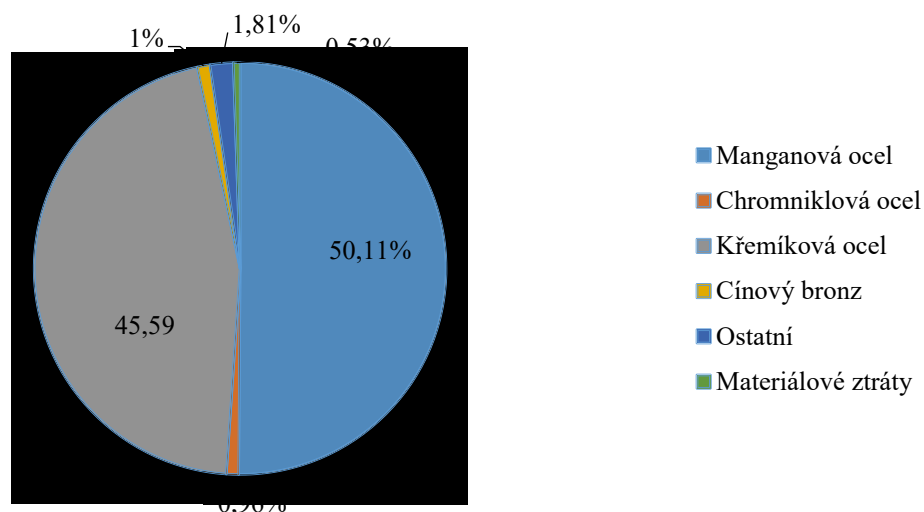
**Obr. 29** Ostatní kovové součásti

Další kovovou součástí toneru byla dvě ložisková pouzdra, která můžeme vidět na obrázku 28 (2,23 g). Pomocí spektrometru bylo zjištěno, že jsou obě tato pouzderka z měděné slitiny CuSn10 (Cu 90 %, Sn 10 %). Cínový bronz je často využíváný materiál ve slévárenství i při výrobě ložisek. Toto jsou jediné součásti toneru vyrobené z neželezných kovů.

**Tab. 3** Přehled kovových součástí využitých v konstrukci tonerové kazety Samsung

| Součástka/díl     | Stanovený typ slitiny | Základní prvky | Hmotnost [g] | Hmotnostní podíl [%] |
|-------------------|-----------------------|----------------|--------------|----------------------|
| Regulační stěrka  | Manganová ocel        | Fe, Mn, C      | 57,01        | 26,00                |
| Plech reg. stěrky | Chromniklová ocel     | Fe, Cr, Ni, C  | 2,10         | 0,96                 |
| Magnetický válec  | Křemíková ocel        | Fe, Si, C      | 99,93        | 45,59                |
| PCR válec         | Manganová ocel        | Fe, Mn, C      | 52,87        | 24,11                |
| Ložisková pouzdra | Cínový bronz          | Cu, Sn         | 2,23         | 1,00                 |
| Ostatní           | ---                   | ---            | 3,97         | 1,81                 |
| Hmotnost složek   | ---                   | ---            | 218,11       | 99,47                |
| Hmotnostní ztráty | ---                   | ---            | 1,10         | 0,53                 |
| Celková hmotnost  | ---                   | ---            | 219,20       | 100,00               |

## Materiálová bilance slitin v tonerové kazetě Samsung



**Obr. 30** Podíl slitin využitých v tonerové kazetě Samsung

Malé součásti, jako šroubky a malé plíšky, zařazené do kategorie „Ostatní“ jsou na obr. 29. Jedná se o ocelové součásti s různým složením. Přehled slitin vyskytujících se v tonerové kazetě Samsung CLT-M4072S/ELS včetně hmotností je uvedeno v tabulce 3 a na obrázku 30.

### 7.1.3 Toner

Hmotnostní podíl samotného toneru (obr. 31) je velmi obtížné stanovit. Zbytek tonerového prášku lze z kazety vysypat, přesto ho velká část ulpívá na vnitřních částech kazety. Proto podíl zbytkového toneru byl stanoven jako rozdíl celkové hmotnosti odpadní tonerové kazety a hmotnosti všech pevných součástí po jejich očištění od zbytku toneru (plasty, kovy, pryže a elektronické součásti uvedené v tab. 1).



**Obr. 31** Tonerový prášek



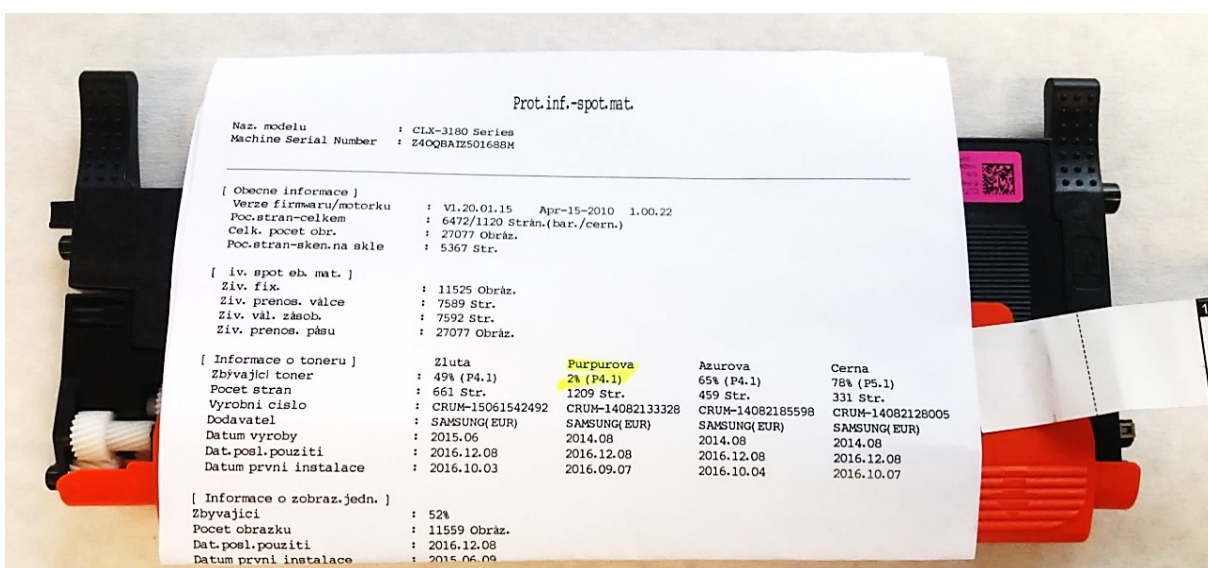
Dále byly rozebrány další barevné tonerové kazety Samsung typu CLT. Hmotnostní podíly jednotlivých materiálových složek a identifikované materiály odpovídaly zjištěným hodnotám uvedeným výše. Rozdílný byl však obsah tonerového prášku, jehož hmotnost se pohybovala v rozmezí 5,5 – 7 g. Z toho vyplynula další část práce a to ověření zbytkového množství toneru v kazetách při jejich výměně. Uživatel tiskárny je vyzván k výměně kazety a v tomto případě je možno zjistit, jaký obsah zbytkového prášku tiskárna uvádí. Toto bylo dále porovnáno se skutečným stavem, tzn. se skutečnou hmotností zbytkového toneru a hmotností toneru v nové kazetě.

#### 7.1.4 Relevantnost údajů o stavu náplně tonerové kazety uvedené tiskárnou

Při výměně kazety v laserové tiskárně Samsung CLX-3185 bylo využito informací o stavu náplně vypotřebovaného toneru, které uvádí příslušná tiskárna. Tiskárna uvádí podíl zbytkového toneru v %. S ohledem na předchozí zjištění, že pro stejný typ toneru mají pevné části toneru stejnou hmotnost (obr. 12), byla využita hmotnost těchto částí pro stanovení hmotnosti tonerového prášku u nových i vypotřebovaných kazet. Tento předpoklad lze použít pouze u kazet do laserových tiskáren. Takto byl zjištěn obsah toneru v několika kazetách stejného typu Samsung CLT.

**Kazeta 1** – kompletní nová tonerová náplň, obsah prášku 100 %

**Kazeta 2** – odpadní náplň z tiskárny Samsung CLX-318, která by dle uvedených údajů měla obsahovat 2 % zbytkového tonerového prášku (obr. 32).



**Obr. 32** Kazeta 2 – 2 % zbytkového prášku

**Kazeta 3** – kompletně rozebraná kazeta, jejíž komponenty byly očištěny od zbytku prášku. Hmotnost pevných částí této kazety je uvažována jako hmotnost zcela prázdné kazety s nulovým obsahem prášku (obr. 12). Údaje o kazetách jsou shrnuty v tabulce 4.

**Tab. 4** Hmotnosti tonerových kazet k ověření údajů

| SAMSUNG CLT tonerové kazety | Stav                         | Hmotnostní podíl prášku [%] | Celková hmotnost [g] |
|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------|
| <b>Kazeta 1</b>             | nová                         | 100                         | 474,67               |
| <b>Kazeta 2</b>             | nerozebraná<br>vypotřebovaná | 2                           | 455,58               |
| <b>Kazeta 3</b>             | rozebraná<br>vyčištěná       | 0                           | 449,00               |

Z odpadní **kazety 2** byl vysypán zbytkový toner, který byl zvážen. Tento prášek, který dle údajů z tiskárny představuje zbytkové množství 2 % z původního obsahu, vážil 5,9 g. Prášek zachycený (ulpěný na součástech) v tonerové **kazetě 2** v tomto případě bude brán jako hmotnostní ztráta, neboť tento podíl by již nebylo možno využít při tisku. Pro zjištění této hmotnostní ztráty, byla využita hmotnost kompletně vyčištěné **kazety 3** (449,0 g), která byla srovnána s hmotností **kazety 2** (455,58 g) bez prášku (5,9 g). Po srovnání hmotností obou kazet lze soudit, že ulpěné zbytky prášku v toneru představují hmotnost 0,68 g.

Po srovnání hmotnosti nové **kazety 1** (474,67 g) a vyčištěné **kazety 3** (449,0 g) je patrné, že plná kazeta obsahuje 25,67 g toneru. Pokud tedy 25,67 g představuje 100 % hm. tonerového prášku v kazetě, pak odpovídající podíl zbytkového toneru 2 % by měla odpovídat hmotnosti 0,51 g prášku. Vypočtené hodnoty jsou uvedeny v tabulce 5. Z výsledků vyplývá, že tonerová kazeta při výměně obsahuje stále ještě asi pětinu původního množství toneru (22,98 %).

**Tab. 5** Údaje uváděné tiskárnou srovnané s reálnými údaji

| Teoretické údaje |                     | Reálné údaje                        |                              |
|------------------|---------------------|-------------------------------------|------------------------------|
| Obsah toneru (%) | Hmotnost prášku (g) | Obsah toneru (%)<br>Údaj - tiskárna | Skutečná hmotnost prášku (g) |
| 100 %            | 25,67 g             | ---                                 | ---                          |
| 2 %              | 0,51 g              | 2 %                                 | 5,9 g                        |

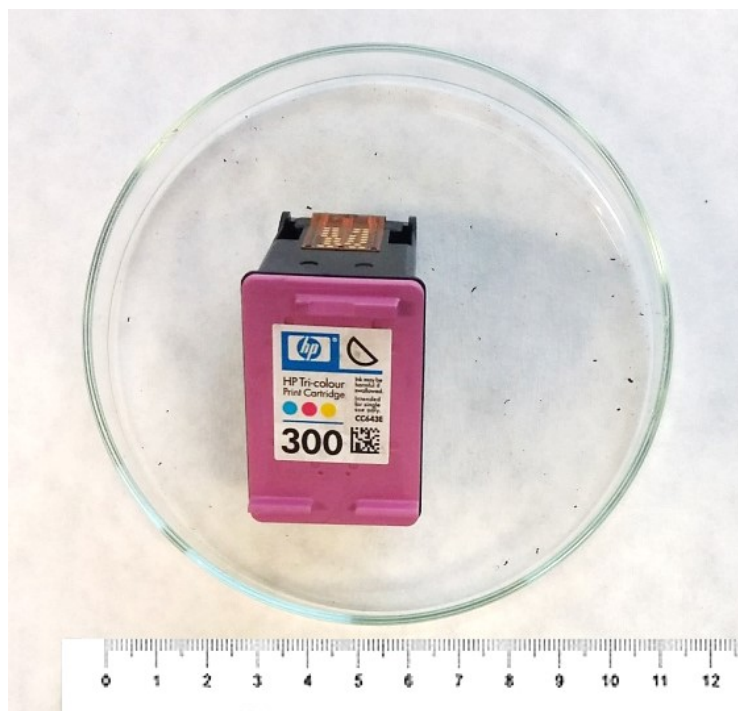
## 7.2 Materiálová bilance inkoustových kazet

Konstrukce a materiálové složení inkoustových náplní je oproti tonerovým kazetám značně jednodušší. Velkým problémem v tomto případě je jejich krátká životnost a s tím související velká množství odpadů vypotřebovaných cartridge, kterých vzniká naopak mnohonásobně větší objem.

Materiálová bilance byla provedena v laboratoři Katedry neželezných kovů, rafinace a recyklace. Pro experiment byly vybrány inkoustové náplně – Canon PGI-550 Black a HP Tri-colour Print Cartridge. Dále byly identifikovány využití materiály při jejich konstrukci.

### 7.3.1 Cartridge značky HP

První vybraná inkoustová náplň, pro kterou byla provedena materiálová bilance, byla značky HP model Tri-colour print cartridge, uvedená na obrázku 33. Celková hmotnost dosahovala 28,28 g.

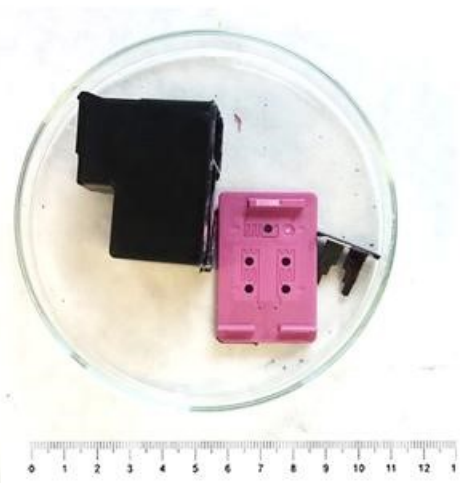


**Obr. 33** Inkoustová náplň HP

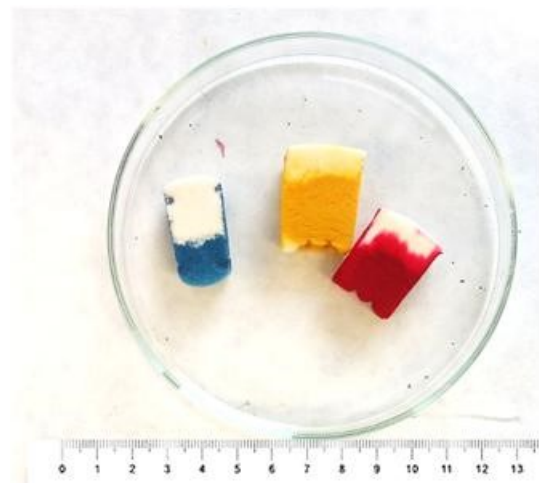
Cartridge byla rozdělena na jednotlivé materiálové frakce, které byly zváženy. Na základě toho byla stanovena materiálová bilance: **plasty** (obr. 35), **polyuretanová pěna s inkoustem** (obr. 36), **čip** (obr. 37), **pryž** (obr. 38). Na obrázku 34 je zobrazena rozdělená cartridge.



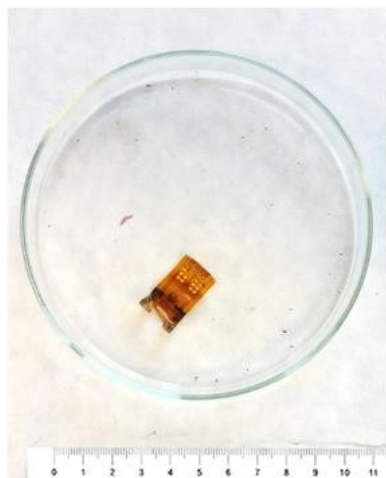
**Obr. 34** Oddělené konstrukční složky z inkoustové cartridge HP



**Obr. 35** HP cartridge – plasty



**Obr. 36** HP cartridge – PUR pěna



**Obr. 37** HP cartridge- čip

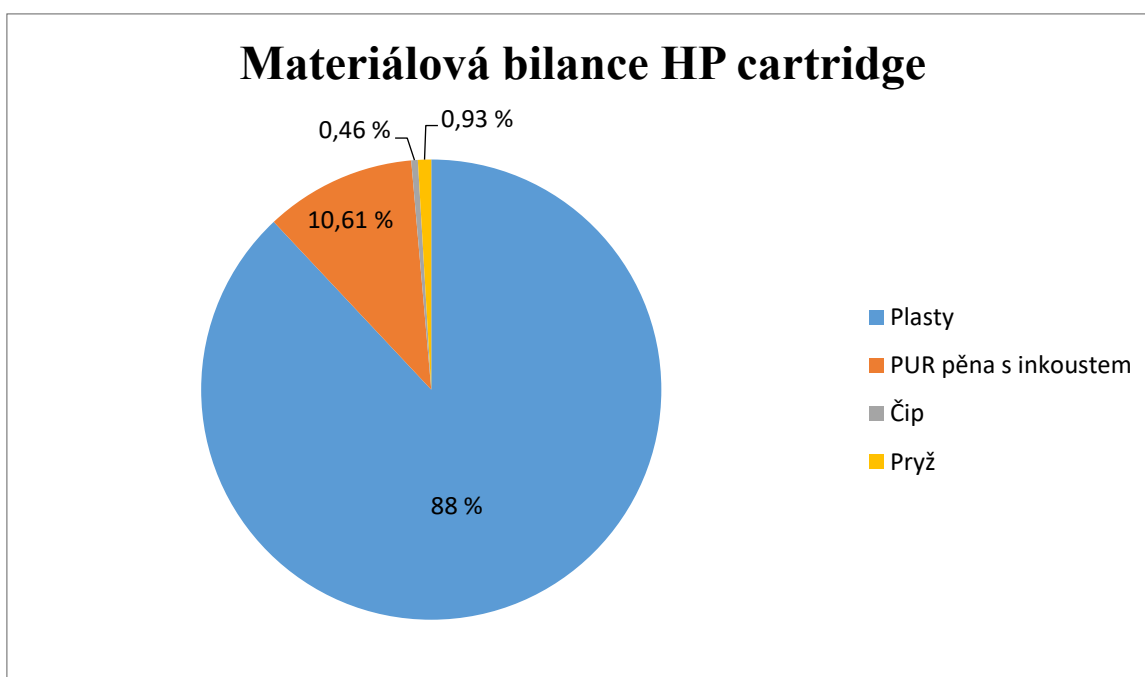


**Obr. 38** HP cartridge - pryže

Podíl jednotlivých materiálů využitých v HP cartridge byl stanoven takto: **plasty** 88 %, **PUR pěna s inkoustem** 10,61 %, **elektrotechnika/čip** 0,46 %, **pryž** 0,93 %. Údaje materiálové bilance jsou uvedeny v tabulce 6 a graficky znázorněny na obrázku 39.

**Tab. 6** Materiálová bilance cartridge HP

| <b>Materiál</b>                 | <b>Hmotnost<br/>[g]</b> | <b>Hmotnostní podíl<br/>[%]</b> |
|---------------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| <b>Plasty</b>                   | 24,89                   | 88,00                           |
| <b>PUR pěna<br/>s inkoustem</b> | 3,00                    | 10,61                           |
| <b>Čip</b>                      | 0,13                    | 0,46                            |
| <b>Pryž</b>                     | 0,26                    | 0,93                            |
| <b>Celková hmotnost</b>         | 28,28                   | 100                             |
| <b>Hmotnostní ztráty</b>        | 0                       | 0                               |



**Obr. 39** Materiálová bilance HP cartridge

Užitý druh plastu je kombinovaný plast **PET-GF15**. Plast s dobrými vlastnostmi, nicméně ve srovnání se základními plasty (např. polypropylen, polyetylen) jsou aktuální možnosti recyklace kombinovaných plastů na poměrně nízké úrovni.

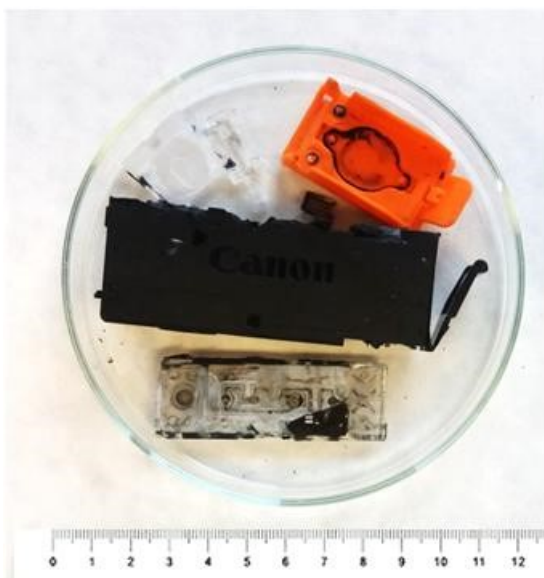
### 7.3.2 Cartridge značky Canon

Druhou vybranou inkoustovou cartridgejí byla kazetka značky Canon PGI-550 Black, která je zobrazena na obrázku 40. Její celková hmotnost byla 21,56 g.



**Obr. 40** Inkoustová kazeta značky Canon v nerozebraném stavu

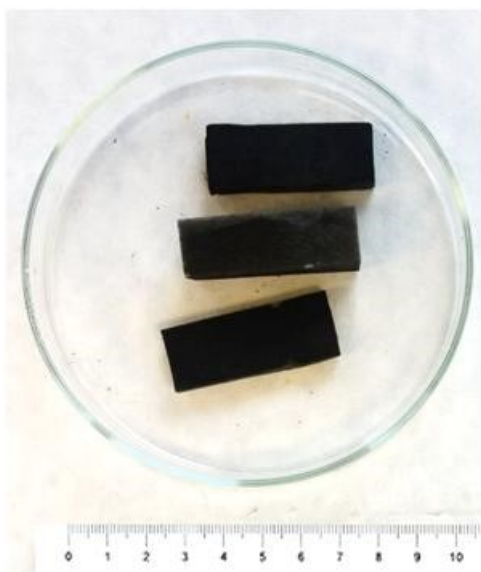
Inkoustová kazeta byla rozdělena na jednotlivé materiálové frakce: **plasty** 18,36 g (obr. 41), **pryže** 0,70 g (obr. 42), **PUR pěna s inkoustem** 2,28 g (obr. 43), **čip** 0,03 g (obr. 44).



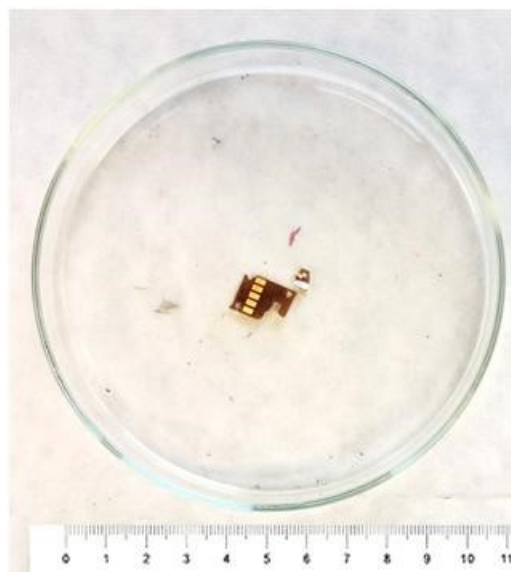
**Obr. 41** Canon cartridge – plasty



**Obr. 42** Canon cartridge - pryže



**Obr. 43** PUR pěna s inkoustem



**Obr. 44** Canon cartridge - čip

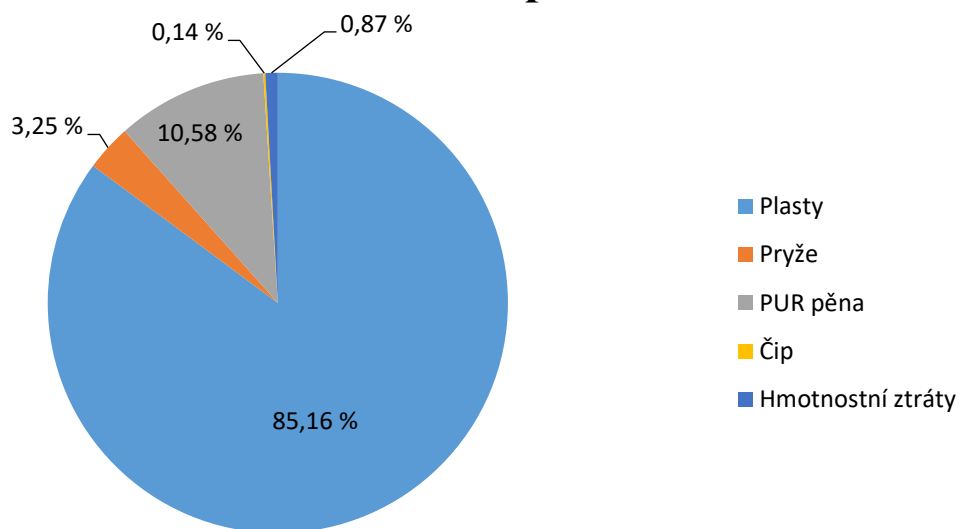
Použitým plastem byl **polypropylen**. Jednalo se tedy o nekombinovaný základní plast, který je z hlediska recyklace mnohem lépe zpracovatelný, než je tomu u plastů kombinovaných.

Jednotlivé materiálové frakce byly zváženy pro stanovení materiálová bilance. Údaje z této bilance jsou zaznamenány v tabulce 7 a graficky znázorněny na obrázku 45.

**Tab. 7** Materiálová bilance náplně Canon

| <b>Materiál</b>              | <b>Hmotnost<br/>[g]</b> | <b>Hmotností podíl<br/>[%]</b> |
|------------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| <b>Plasty</b>                | 18,36                   | 85,16                          |
| <b>Pryže</b>                 | 0,70                    | 3,25                           |
| <b>PUR pěna</b>              | 2,28                    | 10,58                          |
| <b>Čip (elektrotechnika)</b> | 0,03                    | 0,14                           |
| <b>Hmotnost složek</b>       | 21,37                   | 99,13                          |
| <b>Hmotností ztráty</b>      | 0,19                    | 0,87                           |
| <b>Celková hmotnost</b>      | 21,56                   | 100                            |

## Materiálová bilance náplně Canon



**Obr. 45** Materiálová bilance inkoustové náplně Canon



## 8. Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo teoretické zhodnocení problematiky tonerů a cartridge, seznámení se základními pojmy používanými v této oblasti a přehledem aktuálních recyklačních postupů tiskárenských náplní. V praktické části bylo cílem provedení materiálové bilance a identifikace používaných materiálů základních částí náplní.

Problematika tonerů je moderní téma, jehož důležitost rapidně vzrostla v posledních několika letech zároveň se zvyšujícím se objemem tisku ve firmách i domácnostech. Objem používaných tiskáren včetně vyměnitelných tiskových kazet, tak jako dalšího elektrozařízení, rapidně narůstá. Z tohoto důvodu narůstá i množství vznikajícího odpadu z tisku. Do roku 2016 nebylo nakládání s vyřazenými tonery v legislativě České republiky dostatečně ošetřeno. Odpad tohoto typu byl řazen do kategorie „O-ostatní odpady“, proto jejich zneškodnění bylo možné provádět běžným způsobem, tedy i skládkováním. Zde nastával ekologický problém, který spočíval v možné kontaminaci půd a vod nespotřebovaným inkoustem nebo tonerem a také látkami uvolňujícími se z pevných částí kazet. Dalším negativem tohoto postupu byla existence obrovského množství skládkovaného materiálu bez možnosti zařadit ho do recyklačního procesu. V aktuálním znění zákona jsou původci povinni vyřazené tonery poskytnout systému zpětného odběru či odevzdat vyřazený toner na příslušném místě, které umožní jeho další zpracování či zneškodnění ekologickými postupy. Hledání nových způsobů využití vyřazených tiskových kazet tak nabývá vyššího významu.

Nejšetrnější používanou metodou zpracování tonerů je jejich renovace. Renovací se rozumí použití k původnímu účelu. Během tohoto procesu se využívá hlavně vnější plastový obal, který představuje přibližně dvě třetiny hmotnosti celé tonerové kazety. Celá kazeta prochází kontrolou, kompletním vyčištěním, naplněním a následně je určena k opětovnému prodeji se sníženou cenou.

V praktické části práce byla provedena materiálová bilance vybraných tonerových kazet a inkoustových cartridge. Pokud to bylo možné, u všech pevných částí kazet byl identifikován použitý materiál. Detailně byly specifikovány druhy použitých plastů dle jejich uvedeného označení. Kovy a jejich slitiny byly analyzovány s využitím spektrometrické metody, takže bylo možno stanovit jejich přesné chemické složení a případně i typ slitiny. Velmi znepokojující zjištění je, že v rámci vybrané tonerové kazety Samsung bylo použito několik druhů plastů, což pak ztěžuje možnost recyklace plastů.

Dále byla ověřena kompatibilita údajů o obsahu toneru v tiskové kazetě při její výměně se skutečným stavem. Ze zjištěných údajů vyplynulo, že tiskárna neukazuje reálný stav objemu náplně vůči výchozímu stavu. Hmotnost toneru v odpadní kazetě je mnohonásobně vyšší, než by podle údaje z tiskárny měla být. Lze se domnívat, že každý toner i tiskárna má vlastní charakteristické hodnocení „technického“ stavu náplně a objem zbytkového toneru určeného pro kvalitní tisk je stanoven výrobcem jinak než vůči původní hmotnosti. Tento technický stav tedy nevyplývá ze skutečného obsahu prášku, a proto s největší pravděpodobností zůstává v každé vypotřebované tonerové kazetě velké množství nepotřebovaného tonerového prášku, přestože se v tiskárně jeví jako prázdný a je třeba jej vyměnit za nový.

V rámci této problematiky by bylo vhodné stávající zjištění doplnit o informace o materiálové bilanci a používaných materiálech u více typů tonerových kazet. Tyto kazety běžně obsahují i fotoválce na bázi hliníku s problematickou fotovrstvou. U analyzovaného typu kazety v této práci však tato součást chyběla.

Vypracováním této práce jsem získal praktické i teoretické zkušenosti v řešení problematiky tonerů a jejich zpracování a prohloubil dosavadní znalosti o nakládání s odpady.

## 9. Seznam – literatury a zdrojů

- [1] *185/2001 Sb. Zákon o odpadech* [online]. 2017 [cit. 2017-05-21]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-185#p1>
- [2] *Informace k nakládání s použitými tonerovými kazetami* [online]. Praha: Odbor odpadů MŽP ČR, 2016 [cit. 2017-05-21]. Dostupné z: [http://www.spravnytoner.cz/wp-content/uploads/OODP-informace\\_tonery\\_20160418.pdf](http://www.spravnytoner.cz/wp-content/uploads/OODP-informace_tonery_20160418.pdf)
- [3] *Základní pojmy - co je. Tisknulevně: Poradna* [online]. 2001 [cit. 2017-04-23]. Dostupné z: <https://www.tisknulevne.cz/poradna/vyber-zbozi/zakladni-pojmy-co-je>
- [4] *Výrobci tiskáren jsou s recyklátory stále ve sporu o toneru. Technet.cz* [online]. 2003 [cit. 2017-04-29]. Dostupné z: [http://technet.idnes.cz/vyrobci-tiskaren-jsou-s-recyklatory-stale-ve-sporu-o-tonery-prt-/hardware.aspx?c=A030415\\_5206183\\_hardware](http://technet.idnes.cz/vyrobci-tiskaren-jsou-s-recyklatory-stale-ve-sporu-o-tonery-prt-/hardware.aspx?c=A030415_5206183_hardware)
- [5] *Tonery, tonery, tonery. Ekologické centrum Most pro Krušnohoří* [online]. Most, 2011 [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: <http://www.ecmost.cz/clanky.php?page=tonery>
- [6] *Zpětný odběr*. Praha: ASEKOL, 2010, (1/10).
- [7] *Dosloužil toner vaší tiskárny? Vyhodit jej může znamenat vyhazovat peníze z okna. FeedIT.cz* [online]. 2012 [cit. 2017-04-30]. Dostupné z: <https://feedit.cz/2012/09/20/doslouzil-toner-vasi-tiskarny-vyhodit-jej-muze-znamenat-vyhazovat-penize-z-okna/>
- [8] *Originální či neoriginální toner? Vyplatí se šetřit? Škrtilék.cz* [online]. 2016 [cit. 2017-04-30]. Dostupné z: <http://www.skrtilék.cz/originalni-ci-neoriginalni-toner-vyplati-se-setrit/>
- [9] *Třídění odpadu - Tonery a inkousty. Třídění odpadu.cz* [online]. 2009 [cit. 2017-04-30]. Dostupné z: <http://www.trideniodpadu.cz/tonery-a-inkousty>
- [10] *Jak se recyklují tonery. Ekolist.cz* [online]. Praha, 200n. 1. [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: <http://ekolist.cz/cz/zelena-domacnost/rady-a-navody/jak-se-recykluji-tonery>
- [11] *Zero-waste*. In: *Turbon - Zero Waste* [online]. 2017 [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: <http://www.turbon.de/en/environmental-solutions/zero-waste.aspx>

- [12] Program recyklace kazet pro laserové a inkoustové kazety. *Canon.cz* [online]. 2014 [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: <http://www.canon.cz/recycling/#RECYCLE>
- [13] Total material recovery of Canon cartridge inks. *Canon.com* [online]. 2013 [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: <http://www.canon.com/environment/cartridge-sp/recycle/img/img-graph.gif>
- [14] Použité cartridge a tonery do popelnic nepatří. *EnviWeb.cz* [online]. 2014 [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: <http://www.enviweb.cz/clanek/odpady/98837/pouzite-cartridge-a-tonery-do-popelnic-nepatri>
- [15] Sběrný box. In: *Cart4Future.cz* [online]. [cit. 2017-05-02]. Dostupné z: <http://www.cart4future.cz/sites/default/files/users/Cart4Future/sbernyboyrozmery.png>
- [16] *Sbírej-toner.cz* [online]. 2016 [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: <http://www.sbirej-toner.cz/cs/>
- [17] Tonery a cartridge - víte kam s nimi? *Šrotý.cz* [online]. [cit. 2017-05-02]. Dostupné z: <http://www.sroty.cz/tonery-a-cartridge-vite-kam-s-nimi>
- [18] *Recyklohraní aneb. uklid'me si svět* [online]. Praha, 2010 [cit. 2017-05-02]. Dostupné z: <http://www.recyklohrani.cz/cs/>
- [19] *Vývoj trhu za první pololetí roku 2016 podle IDC: Asociace renovátorů tonerů* [online]. 2016 [cit. 2017-05-22]. Dostupné z: <http://www.spravnytoner.cz/vyvoj-trhu-tiskaren-za-prvni-pololeti-roku-2016-dle-idc/>
- [20] *Trh s tonery bude výrazně růst: Asociace renovátorů tonerů, z.s.* [online]. 2017 [cit. 2017-05-22]. Dostupné z: <http://www.spravnytoner.cz/trh-s-tonery-bude-vyrazne-rust/>
- [21] Cartridge recycling information. *Cartridge Care.uk* [online]. [cit. 2017-05-22]. Dostupné z: <http://i1.wp.com/www.cartridge-care.co.uk/blog/wp-content/uploads/2016/07/cartridge-recycling-information.jpg>
- [22] *The benefits of recycling: A greener refill* [online]. 2009 [cit. 2017-05-22]. Dostupné z: <http://www.agreenerrefill.com/The-Benefits-of-Recycling>
- [23] *Original HP toner cartridge - A look inside* [online]. Hewlett-Packard Development Company, 2014 [cit. 2017-05-03]. Dostupné z: <http://www8.hp.com/h20195/v2/GetPDF.aspx/4AA5-5975EEW.pdf>

- [24] INK Cartridge refilling and recycling facts. *AbsoluteToner.com* [online]. [cit. 2017-05-22]. Dostupné z: <http://s-media-cache-ak0.pinning.com/736x/d0/d5/bf/d0d5bfd67484ce70e41febfc382693fa.jpg>
- [25] *ABS- akrylonitril-butadien-styren* [online]. 2012 [cit. 2017-05-09]. Dostupné z: [http://www.georgefischer.cz/produkty/materialy/abs-akrylonitril\\_butadien\\_styren](http://www.georgefischer.cz/produkty/materialy/abs-akrylonitril_butadien_styren)
- [26] HELLEBRAND, Martin. *Recyklace plastů pro potřeby 3D tisku* [online]. Brno, 2014 [cit. 2017-05-09]. Dostupné z: [https://www.vutbr.cz/www\\_base/zav\\_prace\\_soubor\\_verejne.php?file\\_id=83240](https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=83240)
- [27] *Skleněná vlákna - CzechDesign.cz* [online]. 2003 [cit. 2017-05-09]. Dostupné z: <http://www.czechdesign.cz/temata-a-rubriky/sklenena-vlakna-historie-a-soucasnost>
- [28] *Lupital F20-20 - Mitsubishi Engineering-Plastics* [online]. [cit. 2017-05-09]. Dostupné z: <http://omnexus.specialchem.com/product/t-mitsubishi-engineering-plastics-iupital-fc2020h>
- [29] *POM|Polymerové typy - Resinex* [online]. 2017 [cit. 2017-05-09]. Dostupné z: <http://www.resinex.cz/polymerove-typy/pom.html>
- [30] *Chemické niklování* [online]. [cit. 2017-05-21]. Dostupné z: <https://www.bomex.cz/technologie/chemicke-niklovani>
- [31] *Do You Know What Toner Is Made Of? | CatPrint Digital Printing Blog* [online]. [cit. 2017-05-21]. Dostupné z: <https://blog.catprint.com/2014/08/29/do-you-know-what-toner-is-made-of/>
- [32] MALCHARCZIKOVÁ, J. *Recyklace kovových materiálů*. Ostrava, 2016.
- [33] The Green Machine. In: *YouTube.com* [online]. 2009 [cit. 2017-05-06]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=szlGwlnlrRA>
- [34] *Cartridges PlanetArk* [online]. 2014 [cit. 2017-05-06]. Dostupné z: <http://cartridges.planetark.org/involvement/whathappens.cfm>
- [35] *Close the Loop* [online]. Austrálie [cit. 2017-05-06]. Dostupné z: <http://www.closeheloop.com.au>
- [36] Technologie|TONERA. *TONERA* [online]. Praha, 2016 [cit. 2017-05-20]. Dostupné z: <https://www.tonera.cz/s/technologie-cs>

- [37] Toner Recycling Service recyklace. In: *YouTube.com* [online]. 2012 [cit. 2017-05-20]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=3MY3EouwCxA>
- [38] *Výroba tonerů | KMP.cz* [online]. [cit. 2017-05-21]. Dostupné z: <http://www.kmp.cz/vyroba-toneru/>
- [39] *Manganové oceli - Hadfield oceli* [online]. 2012 [cit. 2017-05-09]. Dostupné z: <http://hutec.blog.cz/1207/manganove-oceli-hadfield-oceli>
- [40] *Charakteristika nerezových ocelí* [online]. Praha [cit. 2017-05-09]. Dostupné z: [http://intersign.cz/index.php?c\\_id=18](http://intersign.cz/index.php?c_id=18)
- [41] VESELÝ, Martin. Feromagnetické materiály. *Ozeas.sdb.cz* [online]. 2004 [cit. 2017-05-09]. Dostupné z: [ozeas.sdb.cz/panska/2A/kazi/30%20%20Magneticky%20m%20kk%20.doc](http://ozeas.sdb.cz/panska/2A/kazi/30%20%20Magneticky%20m%20kk%20.doc)