

# **ŠKODA AUTO VYSOKÁ ŠKOLA o.p.s.**

Studijní program: B6208 Ekonomika a management

Studijní obor/specializace: 6208R186 Podniková ekonomika a řízení provozu, logistiky a kvality

## **ZVÝŠENÍ VÝKONU TŘÍDÍCÍ LINKY ODPADU PRO SEPARACI KOVŮ**

**Bakalářská práce**

**Nela KOURKOVÁ**

Vedoucí práce: Ing. David Staš, Ph.D.



ŠKODA AUTO Vysoká škola

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Zpracovatelka: **Nela Kourková**

Studijní program: Ekonomika a management

Obor: Podniková ekonomika a řízení provozu, logistiky a kvality

Název tématu: **Zvýšení výkonu třídící linky odpadu pro separaci kovů**

Cíl: Analýza aktuálního stavu řešené problematiky vymezeného procesu, identifikace existujících překážek a stávajících problémů zabraňující zvýšení výrobního výkonu řešeného procesu. Návrh opatření pro eliminaci nalezených překážek s cílem zvýšení výkonu třídící linky, včetně vyhodnocení navrhovaných opatření z hlediska očekávaných přínosů a potenciálních hrozeb.

Rámcový obsah:

1. Provedte rešerši odborných zdrojů a v rámci řešené problematiky popište relevantní přístupy a aktuální trendy.
2. Vymezte a charakterizujte oblast řešené problematiky. Analyzujte aktuální stav s cílem identifikace překážek a souvisejících problémů limitující navyšování výkonu třídící linky.
3. Navrhněte opatření pro eliminaci nalezených překážek i souvisejících problémů, opatření které zajistí zvýšení výkonu třídící linky.
4. Navrhovaná opatření vyhodnoťte z hlediska očekávaných přínosů a potenciálních hrozeb.

Rozsah práce: 25 – 30 stran

Seznam odborné literatury:

1. VOŠTOVÁ, V. – A KOLEKTIV. *Logistika odpadového hospodářství*. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2009. ISBN 978-80-01-04426-1.
2. BEŇO, Z. – A KOLEKTIV. *Efektivní způsoby zpracování odpadů.: Recyklace*. 1. vyd. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2011. ISBN 978-80-214-4240-5.
3. COLLINS, S. *An Insider's Guide to Scrap Metal Recycling*. United States: Createspace Independent Publishing Platform, 2014. 66 s. ISBN 978-1-4974-2460-9.
4. GROS, I. *Velká kniha logistiky*. 1. vyd. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016. 507 s. ISBN 978-80-7080-952-5.

Datum zadání bakalářské práce: prosinec 2020

Termín odevzdání bakalářské práce: prosinec 2021

L. S.

Elektronicky schváleno dne 4. 5. 2021

**Nela Kourková**

Autorka práce

Elektronicky schváleno dne 24. 5. 2021

**Ing. David Staš, Ph.D.**

Vedoucí práce

Elektronicky schváleno dne 26. 5. 2021

**doc. Ing. Jan Fábry, Ph.D.**

Garant studijního oboru

Elektronicky schváleno dne 26. 5. 2021

**doc. Ing. Pavel Mertlík, CSc.**

Rektor ŠAVŠ

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci vypracovala samostatně a použité zdroje uvádím v seznamu literatury. Prohlašuji, že jsem se při vypracování řídila vnitřním předpisem ŠKODA AUTO VYSOKÉ ŠKOLY o.p.s. (dále jen ŠAVŠ) směrnicí OS.17.12 Vypracování závěrečné práce.

Jsem si vědoma, že se na tuto závěrečnou práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, že se jedná ve smyslu § 60 o školní dílo a že podle § 35 odst. 3 je ŠAVŠ oprávněna mou práci využít k výuce nebo k vlastní vnitřní potřebě. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna podle § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách.

Beru na vědomí, že ŠAVŠ má právo na uzavření licenční smlouvy k této práci za obvyklých podmínek. Užiji-li tuto práci, nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, mám povinnost o této skutečnosti informovat ŠAVŠ. V takovém případě má ŠAVŠ právo ode mne požadovat příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to až do jejich skutečné výše.

V Mladé Boleslavi dne 1. prosince 2021



Děkuji Ing. Davidu Stašovi, Ph.D. za poskytování rad a odborné vedení závěrečné práce, dále děkuji panu Ing. Petru Tomanovi za podporu a veškeré konzultace při psaní této práce.

Poděkování patří též mé rodině, která mě podporovala nejen při tvorbě závěrečné práce, ale především po celé roky svého studia.

## Obsah

|  |    |
|--|----|
| Úvod.....  | 7  |
| 1 Odpadové hospodářství.....   | 8  |
| 1.1 Legislativa .....  | 9  |
| 1.2 Klasifikace odpadů .....   | 13 |
| 1.3 Charakteristika kovových druhotných surovin materiálově využitelných . | 15 |
| 1.3.1 Železné kovy.....  | 16 |
| 1.3.2 Hliník jako vybraný zástupce neželezných kovů .....                  | 16 |
| 2 Analýza řešené problematiky.....   | 18 |
| 2.1 Nakládání s kovovými odpady v kraji Vysočina a ve městě Jihlava .....  | 18 |
| 2.2 Analýza nejlepšího dostupného řešení ve zkoumané lokalitě .....        | 20 |
| 3 Analýza zkoumané třídící linky odpadů.....                               | 22 |
| 3.1 Aktuální technologie třídění na vymezeném úseku .....                  | 23 |
| 3.2 Organizační zajištění zkoumaného provozu.....                          | 25 |
| 3.3 Výsledky analýzy .....   | 26 |
| 4 Návrhy na zlepšení aktuálního stavu .....                                | 28 |
| 4.1 Technologické opatření .....   | 28 |
| 4.2 Soubor organizačních opatření .....                                    | 30 |
| 5 Vyhodnocení navrhovaných opatření .....                                  | 32 |
| 5.1 Vyhodnocení navrhovaných organizačních opatření.....                   | 32 |
| 5.1.1 Očekávané přínosy.....   | 32 |
| 5.1.2 Potenciální hrozby .....   | 33 |
| 5.2 Vyhodnocení navrhovaných technologických opatření.....                 | 33 |
| 5.2.1 Očekávané přínosy.....   | 33 |
| 5.2.2 Potenciální hrozby .....   | 34 |
| 5.3 Očekávané zlepšení při zavedení všech navrhovaných opatření.....       | 35 |
| Závěr .....  | 38 |
| Seznam literatury .....  | 40 |
| Seznam obrázků a tabulek.....  | 44 |
| Seznam příloh .....  | 45 |

## Seznam použitých zkratk a symbolů

|         |   |
|---------|---|
| ASMJ    | A.S.A. (dnes FCC Česká republika, s. r. o.) a Služby Města Jihlavy s. r. o. |
| ČAOH    | Česká Asociace Odpadového Hospodářství                                      |
| Čl.     | Článek  |
| ISO     | International Organization for Standardization                              |
| kat. č. | Katalogové číslo  |
| MŽP     | Ministerstvo Životního Prostředí  |
| ob.     | Obyvatel  |
| PC      | Pořizovací cena   |
| s.      | Strana  |
| Sb.     | Sbírka zákonů   |
| SFŽP    | Státní Fond Životního Prostředí   |
| t       | Tuna, jednotka hmotnosti  |

## Úvod

V odpadovém hospodářství České republiky je klíčové dosažení maximálního množství vytríděných materiálově využitelných odpadů. Česká republika aktivně přistoupila k řešení této problematiky a od ledna 2021 přijala nový Zákon o odpadech č. 541/2020 Sb. Zákon stanovil povinnost cíleně navyšovat množství využitelných odpadů s cílovou hodnotou 70 % recyklovatelných obalových odpadů do roku 2030. Jedním z nástrojů pro splnění recyklačních cílů jsou technologická zařízení umožňující dotřídění obalů na materiálově využitelné složky, železné kovy a hliník.

Odpad je potřeba chápat jako zdroj životního cyklu výrobku. Nelze do nekonečna vytvářet další odpad z důvodu nedostatku zdrojů. Je zapotřebí ho vnímat jako nový opakovaně recyklovatelný zdroj a omezit neúčelnou spotřebu vyprodukovaných odpadů. Správné třídění odpadů je hlavním krokem k udržitelnosti systému.

Náplní práce je analýza současného stavu procesu třídění na vybrané třídící lince ASMJ s. r. o. v Jihlavě. Doporučí se technologická a organizační opatření vedoucích nejen k maximálnímu vytrídění množství kovů ze směsných plastů, ale i ke zvýšení výkonu třídící linky. Inspirací pro práci je regionální firma Sompo a. s., kde je již magnetický separátor plně implementován a v praxi funkční.

Klíčovým cílem práce je zvýšení výkonu třídící linky za pomoci doporučení magnetického separátoru, který technologicky dokáže vytrídřit ze směsných plastů maximální množství železných kovů a hliníku. Díky této nové odpadové technologii dojde k významnému urychlení a zjednodušení procesu třídění, rámcově se zvýší efektivita a produktivita práce.

Dojde k urychlení a zjednodušení procesu třídění. V bakalářské práci se identifikují překážky a problémy na separační lince. Cílů bude dosaženo analýzou současného stavu, analýzou nejlepšího dostupného řešení, zvolením dílčích opatření, návrhem na zlepšení a vyhodnocením přijatých opatření.

## 1 Odpadové hospodářství

Odpadové hospodářství (anglicky waste management) je technologickým odvětvím pro všechny stupně výrobního a spotřebního cyklu od těžby surovin, až po jejich likvidaci, kdy na konci jejich životnosti se stávají odpady. Vedlejší materiály pocházející z výroby těchto produktů jsou odpady z výroby. Kuraš (2008, s. 13) dále hovoří, že v odpadovém hospodářství nejde pouze o nakládání s odpady (využití, odstranění), ale i o předcházení jejich vzniku.

V odpadovém hospodářství se ocelový a litinový odpad rozděluje do tří skupin. První skupinou je výrobní odpad. Zahrnuje zbytky surovin, které vznikly při výrobním procesu (např. při výrobě oceli, ve slévárnách, válcovnách) a jsou zcela využity ve vlastním závodě. Jedná se o nejkvalitnější druhotnou surovinu (chemické složení a vlastnosti jsou známy). Další skupinou je zpracovatelský odpad (hutní výrobky při jejich zpracování). Poslední skupinou je amortizační odpad – odpad z průmyslu, ze živností a od občanů (kovové obaly a vyřazené výrobní prostředky a jejich části, kovový odpad z demolic, kovový šrot vytříděný z komunálního odpadu a další). Tvoří největší podíl odpadů všech kovů (železných, neželezných i drahých kovů). Souhrnně se pro zpracovatelský a amortizační odpad používá pojem „odběratelský odpad“. (Ministerstvo Životního prostředí, 2015)

Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech § 3 odst. definuje toto odvětví následovně: *„Odpadovým hospodářstvím se rozumí činnost zaměřená na předcházení vzniku odpadu, na nakládání s odpadem, na následnou péči o místo, kde je odpad trvale uložen, zprostředkování nakládání s odpady a kontrola těchto činností.“* (Životní prostředí, Zákon č. 541/2020 Sb., s. 428). V § 4 odst. 1 Zákona č. 541/2020 Sb., o odpadech vymezuje: *„Opad je každá movitá věc, které se osoba zbavuje, má úmysl nebo povinnost se jí zbavit.“*

*„Odpadové hospodářství je založeno na hierarchii odpadového hospodářství, podle níž je prioritou předcházení vzniku odpadu, a nelze-li vzniku odpadu předejít, pak v následujícím pořadí následně jeho příprava k opětovnému použití, recyklace, jiné využití, včetně energetického využití, a není-li možné ani to, jeho odstranění.“* (Životní prostředí, Zákon č. 541/2020 Sb., s. 428).

Významným procesem v odpadovém hospodářství je recyklace. Odpady se vrací do procesů, ve kterých odpad vzniká (interní recyklace). Externí recyklací jsou

odpady vznikající v průběhu výroby, ale nemusí se užít pouze ke stejnému použití. Podstatné je, že se odpady zpracovávají na jiné výrobky a materiály a je zachováno další využití odpadů. (Kuraš, 2008, s. 72)

Podle jedné z definic odst. § 11 písmena I (Sbírka Zákonů, Zákon č. 541/2020, o odpadech, s. 432) se recyklací rozumí: *„Recyklací odpadu je způsob využití odpadu, jímž je odpad znovu zpracován na výrobky, materiály nebo látky, ať pro původní nebo pro jiné účely; recyklace odpadu zahrnuje přepracování organických materiálů, ale nezahrnuje energetické využití a přepracování na materiály, které mají být použity jako palivo nebo jako zásypový materiál. V případě nemožnosti recyklace materiálu končí odpad na skládkách či spalovnách.“*

Voštová (2009, s. 57–58) klade důraz na logistiku hospodaření s odpady jako nezbytnou součástí strategie celého podniku, která je výslednou interakcí mezi podnikem, trhem a konkurencí. Ze strategie podniku je zapotřebí odvodit jaký, kolik, odkud a jak se odpad pořizoval a vybrat progresivní technologii včetně logistické koncepce. Právě moderní systémy hospodaření s odpadem vycházejí z předcházení vzniku samotného opadu, jeho nakládáním a zpracováním.

## **1.1 Legislativa**

Pod legislativu neboli zákonodárnou moc, rovněž zákonodárství náleží mimo jiné i zákony v oblasti odpadového hospodářství v České republice, v návaznosti na směrnice Evropské unie. Do doby, než byl zákon o odpadech přijat, nakládání s odpady nebylo řízené, neekologické. (Voštová, 2009, s. 5). Až v roce 1991 byl konečně přijat Zákon č. 238/1991 Sb., o odpadech, avšak ve vyspělých státech existoval již mnohem dříve. Samotný zákon o odpadech prodělal mnoho změn.

V minulosti platil důležitý Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, o předcházení vzniku odpadů a nakládání s nimi. Stanovoval pravidla pro dodržování ochrany životního prostředí, ochrany zdraví člověka a trvale udržitelný rozvoj v odpadovém hospodářství a definoval základní pojmy z oblasti odpadového hospodářství.

*„Legislativní oblast ochrany životního prostředí je rozdělena na několik částí, z nichž podstatné jsou ochrana ovzduší, ochrana vod, odpadové hospodářství, ochrana přírody a krajiny, ochrana životního prostředí (MŽP), Ministerstvo zemědělství,*

*krajské úřady v přenesené působnosti a Česká inspekce životního prostředí.*“ (Beňo, 2011, s. 10)

Dnes upravuje odpadové hospodářství v ČR Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech. Nakládání s odpady vychází ze zákona o odpadech a ze zákonů souvisejících. Mezi tyto patří např. Zákon č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí, Zákon č. 167/2008 Sb., o předcházení ekologické újmy a o její nápravě a o změně některých zákonů, Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší a další. (Ministerstvo životního prostředí, 2021)

Další významný právní předpis je vyhláška, která se zabývá odpadovým hospodářstvím. Vyhlášku o odpadech vydávají města i obce. Schvaluje ji zastupitelstvo města nebo obce. Každá obec má svoji vyhlášku odlišnou a je zpravidla zveřejněna na webových stránkách.

Vyhláška č. 8/2021 Sb., Katalog odpadů o posuzování vlastností odpadů (Katalog odpadů, 2021, s. 122), § 1 uvádí postup pro zařazování odpadu: „Tato vyhláška zapracovává příslušné předpisy Evropské unie, navazuje na přímo použitelné předpisy Evropské unie a upravuje, např.:

- a) *„katalog odpadů,*
- b) *postup pro zařazování odpadu podle Katalogu odpadů,*
- c) *obsah školení pro hodnocení nebezpečných vlastností odpadu.“*

Souvisejícím právním spisem v odpadovém hospodářství je Vyhláška č. 273/2021 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady. Zapracovává příslušné předpisy Evropské unie, navazuje přímo na použitelné předpisy Evropské unie a ukládá: požadavky na zařízení určená pro nakládání s odpady či jejich provoz (technické podmínky soustředování odpadu). Příloha 4 písmena E řadí kovové odpady mezi: *„Odpady, které je zakázáno ukládat do roku 2030 na skládku, protože je možné je za stávajícího stavu vědeckého a technického pokroku účelně recyklovat.“* (Příloha 4 k Vyhlášce č. 273/2021, s. 2867)

Zákon o odpadech prodělal mnoho změn a v současnosti *platí Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech,* který vešel v platnost dne 1. prosince 2020 a má za cíl: *„Zajistit vysokou úroveň ochrany životního prostředí, zdraví lidí, trvale udržitelné využívání přírodních zdrojů předcházením vzniku odpadů a nakládáním s nimi v souladu s hierarchií odpadového hospodářství za současné sociální únosnosti a včetně*

*ekonomické přijatelnosti tak, aby bylo dosaženo cílů odpadového hospodářství.“* (Životní prostředí, Zákon č. 541/2020, s. 427).

Zákon zapracovává a navazuje na předpisy EU a upravuje následující:

- a) *„pravidla pro předcházení vzniku odpadu a pro nakládání s ním,*
- b) *práva a povinnosti osob v odpadovém hospodářství,*
- c) *působnost orgánů veřejné správy v odpadovém hospodářství.“*

*Přijatá novela umožňuje vkládat do kontejneru plasty společně s kovy, čímž se usnadní třídění kovů. Jihlavská vyhláška této skutečnosti využívá. Jde o vícekomoditní sběr, díky kterému se ušetří náklady na separovaný svoz. Nádob pro společný sběr plastů a kovů je více než kontejnerů určených pouze pro kovy. Společné třídění plastů a kovů je podle ekologických organizací krok správným směrem. Odpadla by nutnost svozu samostatných kontejnerů na kovy, nicméně pro třídící linky je tento způsob třídění náročný. Společnost EKO-KOM podle MŽP zvýší poplatek třídícím linkám a za tunu vytríděných kovových obalů dostanou nově 420 Kč místo dosavadních 30 Kč (za nevytríděné obaly). (Ministerstvo životního prostředí, 2020)*

*„Pohyb zboží není možný bez využití vhodných obalů. Obaly jsou samy často předmětem jejich efektivní likvidace a zdrojem výroby druhotných materiálů.“* Obaly se rozdělují dle jejich funkce na: ochrannou (teplotní vlivy), manipulační (hmotnost, pevnost, rozměry v souladu s ISO), informační (čárový kód, prezentace výrobku, trvanlivost) a existuje rozdělení podle ekologických požadavků na recyklovatelné a na opakované použití obalů. (Gros, 2016, s. 373–374)

Zákon č. 545/2020 Sb., o obalech a o změně některých zákonů se zabývá tím, aby dle § 23a byla u obalů přímá podpora recyklace a nejvyšší využití odpadů z obalů.

Článek I č. 9 zní:

a) *„ekomodulací je zohlednění dopadu obalu na životní prostředí, zejména jeho opětovné použitelnosti, recyklovatelnosti, obsahu nebezpečných látek a plnění požadavků stanovených jinými právními předpisy), v rámci jeho životního cyklu při určování výše peněžního příspěvku autorizovanou obalovou společností pro jednotlivý obal nebo skupinu podobných obalů, hrazeného osobou uvádějící obal na trh nebo do oběhu za účelem zajištění plnění povinností zpětného odběru a využití odpadu z obalů podle tohoto zákona.“* (Sbírka zákonů č. 545/2020, s. 6301)



Kromě zákonů a vyhlášek se Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech se opírá o právní předpisy z Evropské unie, jenž posílí způsoby nakládání s odpady. Členské státy přijmou zvláštní opatření, kdy se namísto skládky a spalování odpadů se upřednostní předcházení vzniku odpadů a recyklace či opětovné využití odpadů a tím se posílí oběhové hospodářství. V ČR by se podle evropské směrnice mělo recyklovat až 50 % hliníku do roku 2025 a až 70 % veškerých obalů do roku 2030. Informace k pravidlům o odpadech do budoucna pro recyklaci jsou uvedeny v Tab. 1. (Evropská komise, 2018)

**Tab. 1 Cíle pro recyklaci obalového odpadu**

|                 | do roku 2025 | do roku 2030 |
|-----------------|--------------|--------------|
| Veškeré obaly   | 65 %         | 70 %         |
| Plasty          | 50 %         | 55 %         |
| Dřevo           | 25 %         | 30 %         |
| Železné kovy    | 70 %         | 80 %         |
| Hliník          | 50 %         | 60 %         |
| Sklo            | 70 %         | 75 %         |
| Papír a lepenka | 75 %         | 85 %         |

Zdroj: (Oběhové hospodářství – Evropská Unie, 2018)

Zákon č. 545/2020 Sb. (2020, s. 6317), o odpadech stanovuje: „*Míra recyklace, resp. celkového využití prodejních obalů určených spotřebiteli se stanoví jako podíl množství využitého obalového odpadu získaného zpětným odběrem od spotřebitelů a množství prodejních obalů, které osoba uvedla na trh nebo do oběhu. Ve jmenovateli nejsou zahrnuty prodejní obaly, které jsou současně průmyslovými obaly. Za obaly z jednoho materiálu se považují obaly, ve kterých daný materiál tvoří alespoň 70 % hmotnostního obalu. Recyklace a celkové využití jsou určeny v procentech hmotnostních a recyklace se zahrnuje do celkového využití jako jedna z jeho forem.*“

## 1.2 Klasifikace odpadů

Odpady lze rozdělit na jednotlivé skupiny dle různých požadavků. Ke konvenčnímu třídění odpadů na papír, kovy, sklo a textil se v 70. letech 20. století se přidala i skupina odpadů plasty. Autor (Beňo, 2011, s. 18) uvádí rozdělení odpadů podle skupenství na pevné a kapalné. Další rozdělení odpadů je podle původu na stavební, těžební, energetické, průmyslové, zemědělské, zdravotnické a *komunální*. Odpady se klasifikují i podle vlivu na životní prostředí na nebezpečné (obsahující organická rozpouštědla nebo jiné nebezpečné látky) a ostatní. Poslední dělení odpadů je podle možnosti dalšího využití na recyklovatelné a nerecyklovatelné.

Za *komunální odpady* je v souladu se Zákonem č. 541/2020 Sb., o odpadech v platném znění považován odpad směsný a tříděný odpad z domácností (zejména papír a lepenka, kovy, plasty, sklo, obaly, textil biologický odpad, dřevo, elektrická a elektronická zařízení, odpadní akumulátory a baterie, dále objemný odpad (matrace a nábytek), tříděný odpad z jiných zdrojů, pokud je podobný (v podobě složení) odpadu z domácností; komunální odpad nezahrnuje: odpady z výroby, zemědělství, lesnictví, kanalizačních sítí a čistíren odpadních vod. (Zákon č. 541/2020, 2021)

Mimo rozdělení odpadů podle jejich vlastností má každý odpad své katalogové číslo (dále „kat. č.“). V případě kovových odpadů je kat. č. 20 01 40 kovy. Pokud hovoříme o směsných plastech, hovoří se o kat. č. 20 01 39 plasty. Z pohledu projektu je klíčová vlastnost odpadu – magnetismus. Jeho využitím lze rozdělit odpad na železný a neželezný. Po vytrídění materiálově využitelných odpadů vzniká zbytková směs pod kat. č. 19 12 12. (Interní materiály ASMJ s. r. o., 2021)

*Katalog odpadů* definuje Vyhláška o Katalogu odpadů č. 8/2021 Sb., vydána na základě Zákona č. 541/2020 Sb. o odpadech. Postup pro zařazování odpadu do Katalogu odpadů § 4 je dle Vyhlášky č. 8/2021 Sb., (2021, s. 123) následovný:

*1) „Odpad se zařazuje pod šestimístní katalogová čísla druhů odpadů uvedená v Katalogu odpadů, v nichž první dvojčíslí označuje skupinu odpadů, druhé dvojčíslí podskupinu odpadů a třetí dvojčíslí druh odpadu. Některé odpady se zařazují pod osmimístní katalogová čísla podruhů odpadů uvedená v Katalogu odpadů.*

2) Odpad se přiřazuje ke katalogovým číslům 20 01 01 01, 20 01 08 01, 20 01 40 01, 20 01 40 02, 20 01 40 03, 20 01 40 04, 20 01 40 05, 20 01 40 06, 20 03 01 01 pouze, pokud se jejich původce rozhodne pro jejich oddělené soustředování.

3) Podle odvětví, oboru nebo technologického procesu, v němž odpad vzniká, se nejdříve vyhledá odpovídající skupina, uvnitř skupiny potom podskupina odpadu. V dané podskupině se vyhledá název druhu odpadu s příslušným katalogovým číslem; při tom se volí co nejurčitější označení odpadu.“

Jaké jsou možnosti limitace zvyšování množství odpadů? „Prevence vzniku odpadů a zvyšování podílu recyklace je limitována ekonomickými možnostmi a vyžaduje nejen nové ekonomické stimuly, ale zejména změnu chování výrobců a spotřebitelů.“ (Adamec, 2009, s. 96). Nesprávné třídění odpadů je každodenním problémem. Lidem je mnohdy lhostejné, na jaké správné místo odpad odložit. Obsahy těchto nádob pak nemohou být správně tříděny v dalším procesu zpracování. Do separačních nádob nepatří tlakové obaly od kosmetiky a cestovních vaříčů, hrozí jejich vznícení. Do kontejneru nepatří ani staré hasicí přístroje, nádoby od motorových olejů, benzínu, barev a dalších chemických nebo nebezpečných látek.

Díky projektu ASMJ s. r. o. Jihlava bude možné využít žluté kontejnery nejen pro sběr směsných plastů, ale i pro shromažďování železných a neželezných kovů. Článek 3 Vyhlášky č. 2/2019 města Jihlavy se zabývá využitelnými složkami komunálního odpadu. Kovy je možné dávat společně do žlutých kontejnerů. (Jihlava, 2021)

„Barva žlutá – plasty (např. stlačené PET láhve od nápojů, kelímky, sáčky, číré a barevné fólie, plastové obaly od kosmetiky či pracích prostředků, menší kusy obalového pěnového polystyrénu – např. výplň krabic od elektrozařízení; nápojové kartony (např. nápojové kartony od mléka, džusů); kovy (nejsou pravidlem, pouze z pohledu nového technického řešení ASMJ s. r. o.) (např. drobné kovové předměty jako hliníkové nebo železné plechovky od nápojů, víčka od jogurtů).“

### 1.3 Charakteristika kovových druhotných surovin materiálově využitelných

Mezi materiálově využitelné odpady se řadí železné kovy, např. železo, ocel, litina. Zástupcem neželezných kovů je hliník, dále měď, olovo, zinek, cín a jejich slitiny. Tyto kovy mají hojné využití ve strojírenství, automobilovém a hutnickém průmyslu i v dalších odvětvích. Kovy najdou použití v praxi jako obalový materiál a většina obalů (např. plechovky) je vyrobena ze železa či hliníku. (Jihlava, 2021) Kovy lze průběžně vkládat do žlutých kontejnerů (objem 1100 litrů), které se nacházejí ve městech, obcích nebo ve sběrných dvorech. Občané mají možnost nosit kovy (např. plechovky) i do výkopen, jejichž seznam je zveřejněný na internetových stránkách měst a obcí.



Zdroj: (Interní materiály ASMJ s. r. o., 2021)

#### **Obr. 1 Manipulační nádoba pro železné kovy – ruční vytřídění**

Na obrázku č. 1 lze vidět speciální kovovou nádobu umístěnou vedle pásu třídící linky určenou k vhazování ručně vytříděných železných kovů. Do této nádoby patří kovy např. plechovky od nápojů a konzerv, kovové tuby a další kovové odpady. Kovové odpady větších rozměrů (např. trubky, hrnce) se odváží do sběrných dvorů. Naopak do této nádoby nepatří plechovky od barev, tlakové nádoby (obaly od sprejů) ani domácí spotřebiče, biologicky rozložitelný odpad, zářivky.

### 1.3.1 Železné kovy

Železo je druhý nejrozšířenější kov na světě známý již od pravěku. Chemická zkratka je Fe, latinsky Ferrum. Železo se nachází v periodické tabulce prvků mezi přechodnými kovy. Molekulová struktura železa je prostorově centrovaná krychlová mřížka. Dle Ptáčka (2001) se železo vyskytuje ve dvou krystalografických modifikacích. Do teploty 911°C jde o stabilní modifikaci s krystalickou mřížkou krychlovou prostorově středěnou, označovanou jako modifikace alfa. Oproti hliníku, pokud se jedná o fyzikálně-chemické vlastnosti, má železo nízkou odolnost vůči korozi. Minerály železa se v přírodě nacházejí hojně a železo se z nich získává redukcí ve vysoké peci. Hnědel je nejrozšířenější železnou rudou.

Kratochvíl (2005) charakterizuje čisté železo jako kov měkký a tvárný s poměrně nízkou pevností. Z fyzikálních vlastností má železo významné feromagnetické chování, to znamená, že materiál může vykazovat samovolnou magnetizaci. Je jednou z nejsilnějších podob magnetismu. Feromagnetické vlastnosti železo ztrácí při teplotě 760°C. Je technicky nejvýznamnějším kovem. Dle Ocelářské Unie klesla výroba oceli v České republice. V roce 2019 se v ČR vyrobilo 4,6 milionů tun surové oceli, což je o 8 % méně než v předchozím roce. Díky propadu poptávky klesl i dovoz do ČR i EU. (Ocelářská Unie, 2020)

### 1.3.2 Hliník jako vybraný zástupce neželezných kovů

Neželezné neboli barevné kovy (a slitiny) mají mnoho specifických vlastností a dělí se podle teploty tání na kovy s nízkou, střední a vysokou teplotou tání. Hlavními vlastnostmi je vysoká elektrická vodivost a tepelná roztažnost. Výhodou je rovněž i vysoká odolnost proti korozi či nízká měrná hmotnost. (Ptáček, 2002)

V chemickém názvosloví se značí hliník Al, latinsky Aluminium. V periodické tabulce prvků je zařazen mezi nepřechodné kovy. Dle molekulového uskupení hliníku se jedná o kubickou plošně centrovanou mřížku, která dává hliníku výborné plastické vlastnosti. Vyniká výbornou tvárností za studena. Není ryzím kovem, proto ho lze najít na zemi pouze ve formě sloučenin (hlinité materiály tvoří 8 % zemského povrchu). Nejznámější rudou je bauxit.

Hliník je poměrně měkkým, odolným, lehkým a tvárným kovem. Jeho vzhled se může měnit od stříbřité po matnou šedou v závislosti na drsnosti povrchu. Jeho magnetickou vlastností je, že není feromagnetický. Ve světě najde využití na mnoho

způsobů. Nejen recyklace hliníku šetří peníze, ale i uvážená spotřeba surovin činí materiály dostupné pro budoucnost. (Collins, 2014)

Důležitou vlastností hliníku je jeho schopnost vytvářet na svém povrchu vrstvu oxidu hlinitého. Tato vrstva je elektricky nevodivá. Hliník je oproti železu kovem nemagnetickým a jeho slitiny jsou v každodenním životě využívány, především díky jejich korozivzdornosti a nízké hmotnosti (výroba stavebních konstrukcí). (Koutný, 2006)

Drobné hliníkové předměty lze vhazovat do žlutých kontejnerů a dílce větších rozměrů patří do sběrného dvora. Hliník obsažený v obalech je často kombinován s jiným druhem obalového materiálu (např. Tetra Pak). Díky obalu nedochází v krátké době ke znehodnocení obsahu. Dalším příkladem z praxe je nápojová plechovka jako obalový materiál. Je lehká, recyklovatelná a dobře chrání obsah. Ale je i jednoúčelová, to znamená obal na jedno použití, po kterém se stává odpadem. (samosebou, 2021)

## 2 Analýza řešené problematiky

Odpadové hospodářství zahrnuje oblasti odpadů od těžby surovin, až po zpracování výrobků. Prevence vzniku odpadů je dána především změnou chování výrobců a spotřebitelů. Snížení zátěže na životní prostředí vede k nutnosti znovuzískávání dále využitelných látek z odpadů. Lze ji podpořit pomocí moderních ekoinovativních technologií a změnou ekonomických stimulů. U materiálového využívání odpadů se uplatňují environmentální technologie zaměřené na odstraňování vybraných látek z odpadů a technologie zpracovávající na biologicky rozložitelné odpady. (Adamec, 2009, s. 94)

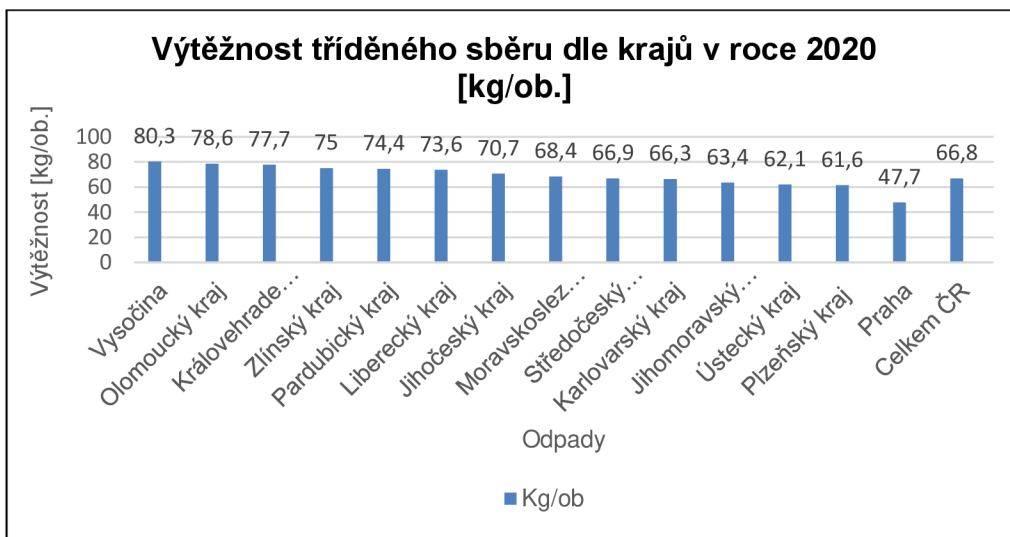
### 2.1 Nakládání s kovovými odpady v kraji Vysočina a ve městě Jihlava

Důvodem třídění odpadů je úspora přírodních zdrojů – surovin a energie, snížení množství odpadu na skládkách, odstranění černých skládek a opětovné využití odpadu (recyklace). Tříděním odpadů pomáháme životnímu prostředí ve smyslu snížení nepříznivých dopadů člověka na životní prostředí. Forma efektivního třídění komunálního odpadu závisí nejen na občanech, ale i na vyspělosti technologie. Důležité je poučit a motivovat obyvatele měst a obcí, jak správně třídí komunální odpad (Polish Journal of Environmental Studies, 2021)

Jednou z nejlépe recyklovatelných komodit je právě kovový odpad. 99 % kovů, které se vytřídí je opět recyklováno. Kov se dá recyklovat neustále a oproti výrobě úplně nového materiálu se při recyklaci uspoří až 95 % energie. Při recyklaci 1 kg hliníku se uspoří až 14 kWh (viz Příloha 1). To stejné platí i pro hliník. Podle společnosti EKO-KOM každý obyvatel České republiky vytřídil za minulý rok 2020 průměrně 13,6 kg kovů železných i neželezných. (EKO-KOM, 2021)

Systémově lze odkládat do směsných plastů i obalové kovy jako jsou plechovky, konzervy a ostatní drobné kovové objekty. Rozměrnější najdou uplatnění ve sběrných dvorech nebo ve výkupnách odpadů. Výjimkou jsou plechovky, které jsou zařazeny mezi nebezpečný odpad. Poznají se tak, že na obalu je výstražný symbol nebezpečnosti. Mají nebezpečné vlastnosti (např. žíravost, hořlavost) a patří výhradně do sběrných dvorů. (Jihlava, 2021)

Dle statistik EKO-KOM a. s. v loňském roce Češi vytrídili více než 228 600 tun z celkových odpadů. Z tohoto množství se vytrídilo přes 145 000 tun kovů a 4 500 tun nápojových kartonů. Z dat společnosti EKO-KOM, a. s. (Obr. č. 2) vyplývá, že v roce 2020 vytrídil každý obyvatel Kraje Vysočina dohromady 59,7 kg papíru, plastu, nápojových kartonů, čirého a barevného skla. Při započítání z plastů vytríděných 20,6 kg kovů patří Vysočině mezi kraji první místo, bez kovů místo třetí. (EKO-KOM, 2021)

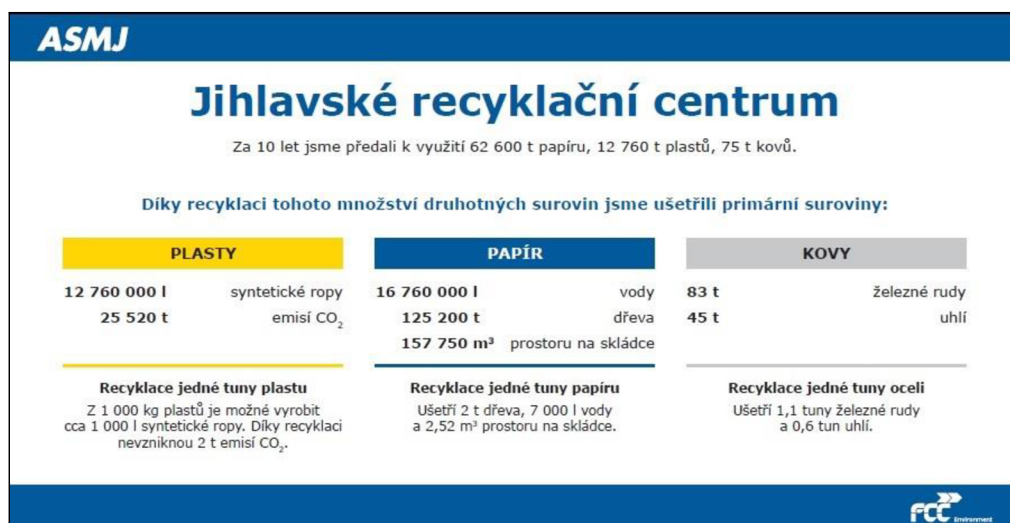


Zdroj: Upraveno dle (Kraj Vysočina, 2020)

**Obr. 2 Výtěžnost tříděného sběru dle krajů v roce 2020**

„Dokazují to dlouhodobé statistiky a díky ukázněným občanům, zodpovědné práci obcí, měst a svozových firem patří náš kraj dlouhodobě mezi nejlepší v Česku,“ pochvaluje si výsledky náměstek hejtmána pro životní prostředí a zemědělství Lukáš Vlček. (Kraj Vysočina, 2021) „Má to ale výhody i pro lidi v našem regionu, protože nově mohou drobný kovový odpad vyhazovat do kontejnerů na plast,“ popisuje pan Lapáček z firmy Sompo, a. s.





Zdroj: (FCC Environment, 2020)

### **Obr. 3 Přehled recyklace firmy ASMJ s.r.o. za deset let**

V Jihlavě a ve vybraných městech, obcích v regionu Vysočina se kovy vhazují do plastových kontejnerů. V Jihlavském recyklačním centru se za posledních deset let vytrídilo 75 tun kovů, přičemž recyklace 1 tuny oceli ušetří 1,1 tun železné rudy (znázorněno na Obr. č. 3). Dosud se na třídící lince třídily kovy na dopravníkovém pásu ručně. Charakter záměru cílí na rozšíření kapacity a množství kovů od občanů města Jihlavy. Při zavedení separátoru na třídící lince ASMJ s.r.o. by se posílila konkurenceschopnost firmy a otevřela by se možnost získání dotace od MŽP.

## **2.2 Analýza nejlepšího dostupného řešení ve zkoumané lokalitě**

Jihlavská třídící linka nedisponuje technologickým zařízením umožňujícím vytrídění kovů ze směsných plastů. V případě instalace technologického zařízení se tímto krokem trvale a udržitelně zvýší efektivita provozu. Splní se cíle systému řízení společnosti a to i v souladu s novým Zákonem o odpadech. Pro posílení konkurenceschopnosti je klíčové přijmout opatření a plně automatizovat technologické stupně třídění. V kraji Vysočina disponuje magnetickým separátorem společnost SOMPO a. s. a EKO-T s. r. o. v Třebíči.

Technickým řešením je doporučení separátoru třídící lince ASMJ s. r. o. vycházející inspirace u firmy Sompo a. s., kde již magnetický separátor funguje. Za dobu jeho provozu došlo k navýšení množství kovů. Firma splňuje legislativní požadavky a tím dostává navíc podporu na materiálové využití od SFŽP. Z Tab. č. 2 níže vyplývá, že

díky separátoru se ze směsných plastů vytřídí v průměru 2,5 % využitelných kovů ze 120 tun, tj. cca 1,5 tun železných kovů a 1,5 tun hliníku.

**Tab. 2 Přehled vytříděných železných kovů a hliníku ze směsného plastu**

| Celkem ze směsného plastu města 120 tun           |                       |         |   |
|---|-----------------------|---------|---|
| Sompo a. s. Hrádek u Pacov<br>(včetně separátoru) | Z toho železných kovů | 1,5 tun | 2,5%<br>(poměr železných kovů a hliníku je 50:50) |
|   | Z toho hliníku        | 1,5 tun |   |

Zdroj: (Sompo a. s., 2021)

### 3 Analýza zkoumané třídící linky odpadů

Třídící linka slouží k soustředování, třídění, zpracování a lisování materiálově využitelných složek, zejména papíru a plastů, přijímaných na území Statutárního města Jihlavy, popřípadě i z jiných obcí a měst či od právnických a fyzických osob oprávněných k podnikání. Zároveň lze v zařízení provádět i výkup (výlučně od podnikatelských subjektů) vybraných využitelných složek. (Provozní řád ASMJ s.r.o., 2021, s. 6)

Jde o smysluplný systém sběru a úpravy vybraných typů separovaných odpadů. Tříděním, úpravou a následným zpracováním pomocí lisu do balíků se ušetří náklady na přepravu k materiálovému nebo energetickému využití. Třídící linka pomáhá ke zvyšování množství vytríděných odpadů, které by skončily na řízené skládce odpadů. Rovněž navyšuje procento separovaných složek, které slouží jako substituce primárních surovin. Hlavním cílem při třídění odpadů na třídící lince je navýšení vytríděného množství využitelných odpadů (např. plastů nejméně 40 %).

Společnost ASMJ s.r.o. vznikla v roce 2009 spojením podniků dřívější A.S.A., spol s.r.o. (dnešní FCC Česká republika, s.r.o.) a Služby města Jihlavy s.r.o. Vybraná třídící linka ASMJ s.r.o. Jihlava (Obr. č. 4) slouží pro třídění využitelných odpadů ve městě Jihlavě a přilehlých obcích v regionu Vysočina. Ročně přijme více než 10 000 tun druhotných surovin (zejména plasty, papír, ve směsi s plastem i kovy). Společnost uplatňuje principy oběhového hospodářství. (FCC Environment, 2021)



Zdroj: (Kovoprojekta, 2021)

**Obr. 4 Třídící linka ASMJ s.r.o.**

Hala se člení na sektory určené k návozu odpadů a na technologický sektor s třídící linkou včetně hydraulického lisu. Uprostřed je uzavřená třídící kabina (Obr. č. 5), kde probíhá ruční třídění plastů na vodorovném osvětleném třídícím dopravníku s délkou 12 metrů. Pro lepší znázornění je layout haly neboli prostorové uspořádání pracoviště vnitřního prostoru třídící linky (viz Příloha 2).

Vedle kabiny se nachází lis ke kontinuálnímu lisování odpadů do balíků. Balíky jsou svazovány ocelovým drátem. Umístění magnetického separátoru je navrženo za třídící kabinou. Na konci třídění se již nebude hromadit velké množství odpadu a ve výmětu nebudou recyklovatelné složky.



Zdroj: (Interní materiály ASMJ s.r.o., 2021)

#### ***Obr. 5 Kabina pro třídění odpadů včetně boxů***

V současné době se na Jihlavské třídící lince třídí odpad ručně. Zpracování odpadů je pomalé a nevytřídí se takové množství odpadů. Navíc se na této lince nepracuje v plné obsazenosti linky, nevede se pravidelná evidence množství vytříděných kovů a pracovníci nejsou dostatečně proškoleni. Při zavedení správných opatření (technických i organizačních) by bylo dosaženo maximálního objemu a kvality realizovaného třídění surovin a zvýšení efektivity třídící linky.

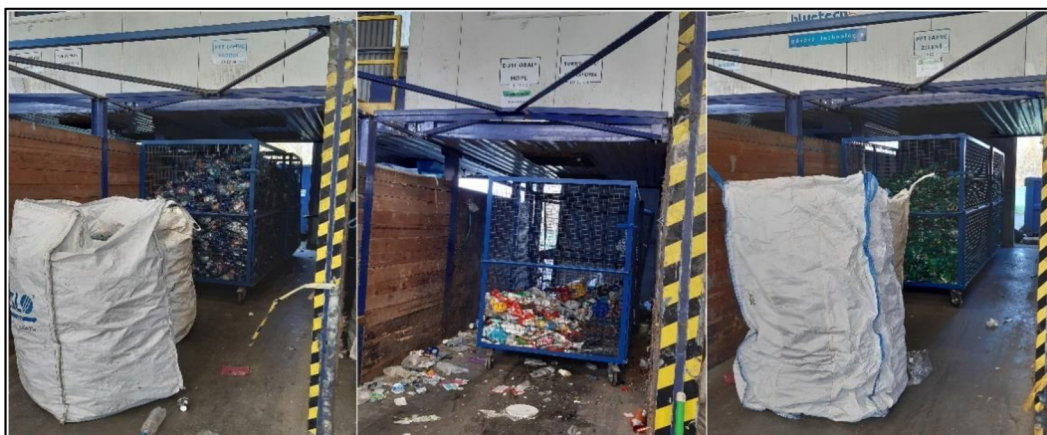
### **3.1 Aktuální technologie třídění na vymezeném úseku**

Odpad se zváží na certifikované váze a je přepraven do třídící haly. Odpad je připraven k mechanickému třídění. Papír se třídí dle druhů (papír – karton, lepenka, smíšený papír), které lze s ohledem na jejich kvalitu přímo lisovat do balíků. Tyto odpady se ručně nebo mechanicky roztřídí a nahnou na dopravník lisu. Plasty se



musí přetřídit ručně, kdy se za pomoci hrabla nahrnují na dopravník pásu v takovém přiměřeném množství, aby nedošlo k zahlcení pásu. Zůstává směs složená z kombinace plastů a kovů, která je vyvážena dopravníkem k ručnímu dotřídění. (Provozní řád ASMJ s.r.o., 2021)

V třídící kabině pracovníci z pásu manuálně vytrídí zvláště plasty z přebíracího stolu. Ty vhazují do osmi vhozových boxů pod kabinou viz. na obrázku č. 6. Patří sem: PET lahve dle barev (čiré, zelené, modré, směs barev), sklo, drobné kovy, obalové materiály (fólie), Tetra Paky a plastové pásky. V průběhu ručního třídění může dojít k poranění obsluhy dopravníku v kabině a při provozu dopravníku může nastat nehoda. V tomto případě obsluha zatáhne za lano, které je ve výši cca 50 cm nad pásem a pás se zastaví. Po přebrání obsluha opět zatáhne za lano a pás pokračuje dál.



Zdroj: (Interní materiály ASMJ s.r.o., 2021)

#### **Obr. 6** *Boxy pro vytríděné plasty a duté obaly*

Výstupem z dopravníku jsou slisované balíky dle vytríděného druhu odpadu, které kamiony po dosažení transportní hmotnosti přepravují k materiálovému využití. Nevyužitelná zbytkové frakce (tzv. výmět) vypadáva na konci z třídícího dopravníku. Výmět se po nashromáždění transportní dávky vozí k přepracování na tuhé alternativní palivo, které se používá při výrobě cementu. Odpady nepodléhající úpravě jsou u provozovatele soustředovány do manipulační nádoby a po nashromáždění výhodné transportní dávky následuje odvoz k dalšímu využití.

Po naplnění manipulační nádoby pro železné kovy (Obr. č. 1, viz podkapitola 1.3) se její obsah přesype do velkoobjemového kontejneru umístěného venku na ploše

v areálu (Obr. č. 7). Následně kovy putují dopravou do hutí a sléváren k výrobě nových výrobků.

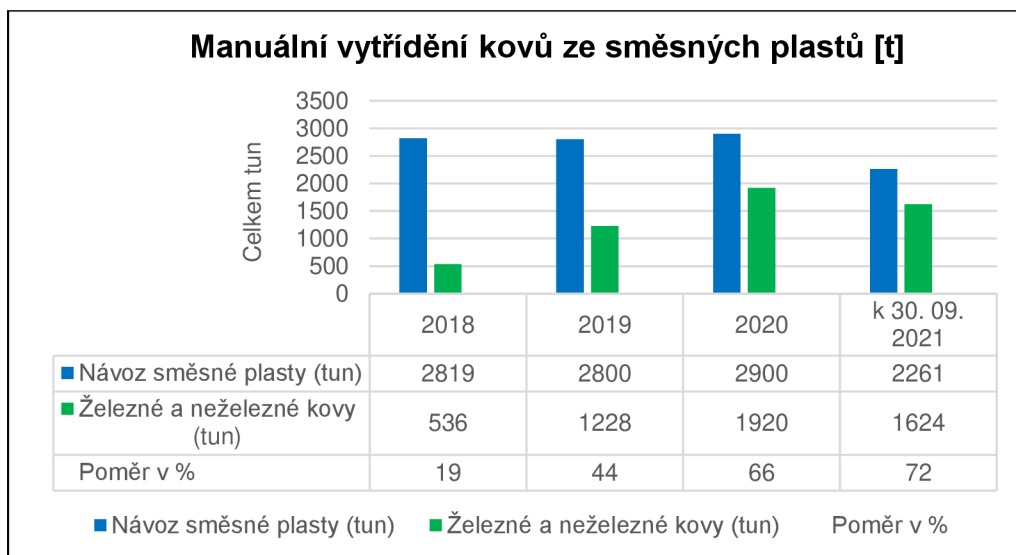


Zdroj: (Interní materiály ASMJ s.r.o., 2021)

**Obr. 7 Kontejner na železné kovy**

### 3.2 Organizační zajištění zkoumaného provozu

Na Obr. č. 8 je graficky znázorněn podíl vytríděných hmotností kovů ze směsných plastů (původem z měst, obcí v regionu Vysočina). Z grafu je zřejmé, že od roku 2018 do roku 2020 se množství vytríděných kovů prokazatelně zvyšuje.

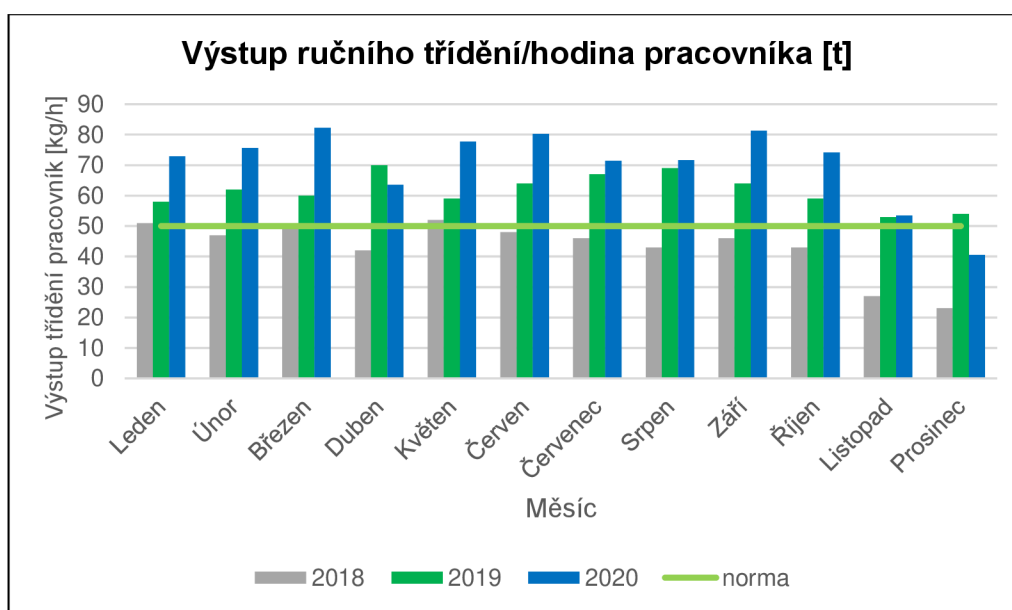


Zdroj: (Interní materiály ASMJ s.r.o., 2021)

**Obr. 8 Podíl vytríděných hmotností kovů ze směsných plastů na ASMJ s.r.o.**

V roce 2021 tento trend pokračuje a předpokládá se, že i při menším návozu bude množství kovů vyšší. Důvodem je především poučení v odpadovém hospodářství formou letáků do domácností, webů, stránek měst a seminářů.

Obrázek č. 9 přehledně uvádí, jaké množství využitelných odpadů vytřídil pracovník za 1 hodinu na třídící lince za jednotlivé roky 2018 – 2021 u ASMJ s.r.o. při firemní normě 50 kg/hod. Pracovníci třídí efektivně a překračují normu. Souhrnně vytřídí pracovník za směnu více než 400 kg využitelných odpadů, za měsíc přes 8 tun, za rok minimálně 96 tun.



Zdroj: (Interní materiály ASMJ s.r.o., 2021)

**Obr. 9 Výstup ručního třídění na hodinu práce pracovníka**

### 3.3 Výsledky analýzy

Při vyhodnocení analýzy se vycházelo ze současného stavu, při kterém dochází k manuálnímu vytřídění kovů ze směsných plastů. Při přezkoumání bylo zjištěno, že část kovů není vytříděna a nedochází k úplnému materiálovému využití. Důvodem nedokonalého třídění je vysoká rychlost třídícího pásu, pracovníci nestihnou vytřídít maximální množství kovů.

Pravidelnou kontrolou na pracovišti bylo dále zjištěno, že není vždy zajištěn plný počet pracovníků třídící linky, tudíž se zcela kovy nevytřídí. Identifikovaným nedostatkem bylo rovněž zjištění, že není dostatečně vedena denní evidence vytříděných železných kovů a hliníku a pracovníci nebyli proškoleni a neprošli

výcvikem. Správná motivace pracovníků linky je vhodným nástrojem pro zajištění bezproblémového a trvalého provozu na třídící lince.

Pozitivní zjištěním je skutečnost, že bylo zavedeno třídění kovů ze směsných plastů. Jedná se o významný a udržitelný environmentální aspekt. Zlepšení je i oblasti bezpečnosti práce, meziročně dochází k poklesu úrazů. Z grafů vyplývá, že prokazatelně dojde k navýšení množství vytríděných kovů. Díky zavedení magnetického separátoru se zvýší obrát společnosti a splní se finanční cíl.

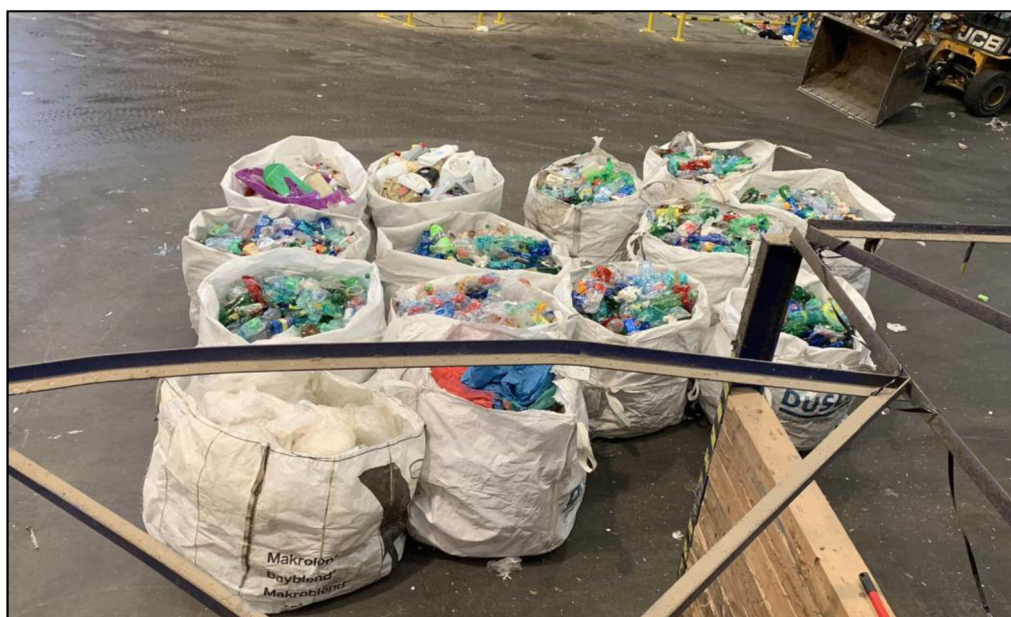


## 4 Návrhy na zlepšení aktuálního stavu

Jednotlivá opatření vedoucí ke zvýšení výkonu třídící linky odpadu pro oddělení kovů jsou navrženy v kapitole 4. Je zapotřebí správné nastavení ekonomických nástrojů u všech opatření. U každého opatření je popsán princip vykonávaných činností, zhodnocení přínosů a potenciálních hrozeb každé z navrhovaných variant. Řešení vychází z předpokladů a aktuálních trendů popsaných v teoretické části.

### 4.1 Technologické opatření

Na třídící lince ASMJ s. r. o. se pravidelně jednou za 2 měsíce provádí rozbor směsných plastů původem z měst a obcí. V praxi přijede svozové auto, které se zváží, a poté vysype plasty na manipulační plochu uvnitř haly. Pracovníci ručně třídí odpady dle druhu do pytlů (tzv. Big Bagy znázorněné na Obr. 10) a kovové obaly do ohradových železných palet. Po vytřídění následuje zvážení odpadů dle druhu na certifikované váze.



Zdroj: (Interní materiály ASMJ s.r.o., 2021)

**Obr. 10 Big Bagy naplněné odpadem**

Výsledkem třídění jsou následující sorty: PET lahve dle barev - čiré, modré, zelené, směs barev, dále čirá a barevná fólie, plastové pásky, duté plastové obaly, polypropylenové pásky, Tetra Paky, duté plasty (např. obaly od aviváží), plasty typu plastform (např. hračky, víka od barev, plastové květináče), obalové sklo, elektroodpad, kovy a barevné kovy, monočlánky a baterie. Z celkového vytříděného

množství se zjistí kolik kilogramů lze materiálově a energeticky využít. Zjistí se i množství odpadů, které bude odstraněno na řízené skládce odpadů.

Technologickým opatřením je navržena *implementace magnetického separátoru* na lince konci třídění. Pracovníci nebudou muset třídít kovy ručně. Separátor vytřídí podstatně větší množství kovů za stejný časový úsek než při ručním třídění.

Magnetická separace využívá sílu magnetického pole k vytvoření diferenciálního pohybu minerálních částic magnetickým polem. Tento fakt a zásadní rozdíly v magnetické citlivosti minerálů tvoří základ separace pro účinné získání, čištění nebo koncentraci minerálních produktů. Kromě toho jsou magnetické separátory široce používány jako zařízení ve zpracovatelských zařízeních drtiče, míchače, dopravníky a síta k odstraňování železa, které se nechtěně dostalo do přiváděného materiálu). (Gill, 1991)

V praxi se nejvíce využívá na třídění odpadů bubnový magnetický separátor. Skládá se z vnějšího nemagnetického otáčejícího se válce a uvnitř má usazen magnetický válec s permanentními magnety, které vytváří magnetické pole na povrchu vnějšího válce. Magnetické válce vyvolají magnetické pole a tím jsou oddělovány jednotlivě železné a neželezné kovy od ostatních nemagnetických částí směsi. (Voštová, 2009, s. 105).

Díky separátoru (Obr. 11) je zachyceno pro pozdější využití 99 % plechovek a jiných součástí odpadu, které by jinak byly přehlédnuty při ručním dotřídění.



Zdroj: (Interní materiály Sompo a. s. , 2021)

**Obr. 11 Technologické zařízení – magnetický separátor**

Součástí třídící linky jsou dva separátory. První separátor je zařízení, které pomocí magnetického pole separuje nejen železné kovy, ale i magnetické nečistoty včetně příměsí. Jedná se o permanentní magnet, který je umístěn nad dopravníkem. Mezi ním a odpadem běží dopravníkový pás, který zachycené feromagnetické nečistoty automaticky odhazuje mimo dopravní pás bočně do připravené nádoby. Neželezný odpad putuje po pásu k druhé fázi třídění.

Za pomoci druhého separátoru na bázi vířivých proudů je oddělen neželezný odpad, který směřuje do násypky lisu navazujícího na linku a následně do sběrné nádoby. V koncovém válci vznikají vířivé proudy na bázi vodivosti, zbytkové nečistoty automaticky padají do nádoby, která je umístěna pod separátorem. Pracovník pravidelně odváží násypku s kovovým odpadem.

## **4.2 Soubor organizačních opatření**

Jedním z cílů práce je přijmutí organizačního opatření, které povede k maximálnímu zvýšení efektivity práce a s tím spojeného maximálního vytrídění kovů ze směsných plastů. Tento bod bude splněn, pokud je při ručním třídění na třídící lince *obsluha v plném zastoupení*.

Plným zastoupením se rozumí 10 pracovníků na 1 osmihodinovou směnu. Při běžném provozu třídí kovy pouze 8 pracovníků, zbývající 2 pracovníci pomáhají při naložení směsných plastů na pás, který jej vynáší k samotnému třídění. Díky tomu se plně netřídí kovy, které v netříděném stavu vypadávají do kóje s ostatními materiálově nevyužitelnými plasty. Opatřením pro dosažení cíle je navýšení směny o 2 pracovníky, viz výpočet v Tab. 3 zhodnocení navrhované varianty.

Zavedení opatření do praxe řeší finanční plán společnosti a personální strategii. Z pohledu udržitelnosti je nutné dále rozvíjet a správně meziročně nastavit další parametry procesu, např. z pohledu bezpečnosti a ochrany práce (počet zjištění při nepoužívání ochranných pomůcek). Pracovník nepoužije rukavice, výsledkem je úraz a není jeho zástupnost. Tím dojde ke snížení efektivity a navíc k postihu ze strany inspektorátu práce. Pravidelné přezkoumávání parametrů, jejich správné nastavení a plnění odhalí zjištění při interních a externích auditech.

**Tab. 3 Organizační opatření – plná obsluha linky**

| <b>Navrhované opatření – zajištění plné obsazenosti třídící linky</b>          |  |
|--|--|
| Náklady 1 pracovník [Kč/měsíc]:  | 25 000 Kč  |
| Množství vyříděných kovů, prodejní ceny<br>vyříděných kovů do hutí [Kč/měsíc]: | 2 500 kg (Fe 6 Kč/kg) = 15 000 Kč                        |
|  | 2 500 kg (Al 14 Kč/kg) = 35 000 Kč                       |
| Celkem cena [Kč/měsíc]:  | 50 000 Kč  |
| Ušetřené náklady na personál:  | 50 000 Kč (1 pracovník náklady 25 000 Kč) = 2 pracovníci |

Zdroj: Upraveno dle (Interní materiály ASMJ s. r. o., 2021)

Dalším organizačním opatřením je *zavedení průběžné evidence železných kovů a hliníku*. Součástí magnetického separátoru bude počítačový program, který bude vyhodnocovat a zapisovat údaje z průběhu samotného třídění na pevný disk, např. množství v kg a počet ks. Obsluha pracovní linky po každé směně data přenesse do centrálního počítače, kde se data uloží a jsou statisticky zpracována.

Nesmí se opomenout ani školení pracovníků a výcvik. Při školení se pracovníci třídící linky naučí, proč je důležité důkladné třídění a při výcviku si vyzkouší, jak správným způsobem nejen kovy ze směsných plastů třídít. Klíčovým nástrojem je motivace, pomocí ní lze dosáhnout trvalého zlepšení na třídící lince.

## 5 Vyhodnocení navrhovaných opatření

Zavedená opatření mají za společný cíl zvýšení výkonu třídící linky a maximální výtěžnost kovů ze směsných plastů. Pomocí správně zvolených opatření se zvýší nejen objem vytříděných kovů ale i výtěžnost, čistota a kvalita druhotných surovin.

Dalším kladem budou ušetřené náklady nejen na personál, ale i zvýšení odměny od obalové společnosti EKO-KOm. Podmínkou plnění cíle je zajištění úplné obsazenosti linky pracovníky a zavedení do provozu magnetický separátor kovů.

Je nezbytné zhodnotit všechna navrhovaná opatření a jejich přínosy na třídící lince. Zejména pak návratnost investice při jejich zavedení. Porovnájí se prodejní ceny vytříděných kovů do hutí, náklady na personál, energie, opravy s odměnami, dotacemi či příspěvky od státu či obalové společnosti a zhodnotí se možná doba návratnosti investice u navrhovaných řešení.

### 5.1 Vyhodnocení navrhovaných organizačních opatření

Důležitým organizačním opatřením je *zavedení pravidelné evidence vytříděných železných kovů a hliníku* pracovníky na lince. Evidence si průběžně monitorují pracovníci na displeji upevněném na separátoru.

Důležité je i *pravidelné školení a výcvik pracovníků*, díky kterému se maximálně vytřídí kovy ze směsných plastů. Proškolení a výcvik je prováděn přímo na pracovišti vedoucím pracovníkem třídící linky.

Dalším důležitým opatřením je *zajištění plného počtu pracovníků při ručním třídění kovů ze směsných plastů*.

#### 5.1.1 Očekávané přínosy

Průběžná evidence bude sloužit pro sledování odchylek kvality, dále pro porovnání směn, výkonu lidí a efektivity. Pro přesné výsledky evidence je zapotřebí zavést správné a průběžné měření.

Díky důkladnému školení pracovníků se zjistí, proč je důležité důkladné vytřídění kovů a výcvikem zjistí jak správně kovy a jiný směsný plast třídít.

Při implementaci magnetického separátoru se při vytřídění 5 tun kovů ušetří za 1 měsíc náklady na personál, tzn. práci za 2 pracovníky, viz tab. 4. Pracovníci budou

vykonávat jiné související činnosti, např. práce s vysokozdvizným vozíkem. Ve výmětu zůstane minimálně nezužitkovaného odpadu.

**Tab. 4 Zhodnocení navrhované varianty – zajištění plné obsazenosti třídící linky**

| Navrhované opatření – zajištění plné obsazenosti třídící linky                |  |
|---|--|
| Náklady 1 pracovník [Kč/měsíc]:   | 25 000 Kč  |
| Množství vytríděných kovů, prodejní ceny vytríděných kovů do hutí [Kč/měsíc]: | 2 500 kg (Fe 6 Kč/kg) = 15 000 Kč                        |
|   | 2 500 kg (Al 14 Kč/kg) = 35 000 Kč                       |
| Celkem cena [Kč/měsíc]:   | 50 000 Kč  |
| <b>Ušetřené náklady na personál</b>   | 50 000 Kč (1 pracovník náklady 25 000 Kč) = 2 pracovníci |

Zdroj: Upraveno dle (Interní materiály ASMJ s. r. o., 2021)

### 5.1.2 Potenciální hrozby

Bez důkladně vedené evidence a proškolení a výcviku pracovníků nelze porovnat rozdíly vytríděného množství a počtu kovů za různá časová období. Navíc se bez provozu magnetického separátoru na třídící lince nevytrídí ručně takové množství kovů.

## 5.2 Vyhodnocení navrhovaných technologických opatření

Navrhovaným technologickým opatřením je *doporučení implementace magnetického separátoru* na třídící lince ASMJ s. r. o. v Jihlavě. Magnetický separátor vytrídí ze směsného plastu maximální množství kovů.

### 5.2.1 Očekávané přínosy

Mezi očekávané přínosy magnetického separátoru na třídící lince patří:

- a) Zvýší se průchod dopravníkového pásu linky, bez ruční manipulace.
- b) Prokazatelné zvýšení množství vyseparovaných železných a neželezných kovů.
- c) Snížení rizika úrazovosti.
- d) Zvýšení podílu využitých druhotných surovin.
- e) Zmenšení chybovosti pracovníků.

„Má to ale výhody i pro lidi v našem regionu, protože nově mohou drobný kovový odpad vyhazovat do kontejnerů na plast,“ prohlašuje Ing. Lapáček, ředitel firmy Sampo, a. s.

## 5.2.2 Potenciální hrozby

Předpokládanými hrozbami jsou především:

- Finanční náročnost, jelikož instalace technologie a dopravníkového pásu jsou náročnou investicí (viz Tab. 5).
- Hrozba delší návratnosti investic v návaznosti na vývoj cen vyseparovaných kovů.

Tab. č. 5 představuje položky, které je zapotřebí cenově zohlednit při zavedení magnetického separátoru. Hrubá bilance v ročním horizontu znamená zvýšení tržby za vyseparovaný kovy až 72 000 Kč. Měsíční mzda 27 040 Kč při nákladech na zaměstnance činí 169 Kč/hod. při 160 hod./měsíc, 324 480 Kč za rok. Rozdílem je roční úspora 107 520 Kč, přičemž s přičtením odměn od EKO-KOMU a dotací od MŽP by byla možná návratnost investice do 10 let.

**Tab. 5 Zhodnocení navrhované varianty – magnetický separátor**

| Navrhované opatření – návratnost investice při zavedení magnetického separátoru                            |                   |   |              |
|--|-------------------|---|--------------|
| Ovlivnění ceny: pozitivní položky (+)  |                   | Ovlivnění ceny: negativní položky (-)   |              |
| Prodejní ceny vytříděných kovů do hutí:<br>Fe 6 000 Kč/t, Al 30 000 Kč/t<br>(12 tun/rok Fe+ 12 tun/rok Al) | 432 000 Kč        | Požizovací cena separátoru, instalace, software, zprovoznění, stavební a technické úpravy linky. [Kč] | 3 100 000 Kč |
| Náklady na pracovníka. [Kč/rok]  | 324 480 Kč        | Navýšení roční spotřeby elektrické energie. [Kč/rok]  | 110 000 Kč   |
| Přepočet prodejních cen na náklady pracovníka. [Kč/rok]  | 107 520 Kč        | Zvýšení ročního příkonu hlavního jističe. [Kč/rok]  | 5 000 Kč     |
| Úspora při zavedení separátoru. [Kč/rok]   | 107 520 Kč        | Roční náklady spojené s opakovaným přetříděním kovů obsahující příměsi. [Kč/rok]                      | 70 000 Kč    |
| Odměny EKO-KOM. [Kč/rok]   | 80 000 Kč         | Roční náklady na servis a opravy. [Kč/rok]  | 40 000 Kč    |
| Dotace od MŽP. [Kč/rok]  | 130 000 Kč        |   |              |
| <b>CELKEM CENA:<br/>(úspora, odměna, dotace)<br/>[Kč/rok]</b>  | <b>317 520 Kč</b> |   |              |
| <b>Návratnost investice:</b>   | <b>10 let</b>     |   |              |

Zdroj: Upraveno dle (Interní materiály ASMJ s. r. o., 2021)

### 5.3 Očekávané zlepšení při zavedení všech navrhovaných opatření

Strategickými cíli v bakalářské práci je zvýšení množství vytríděných železných kovů a hliníku a navýšení procentuálního podílu vytríděných kovů ze směsných plastů. Pokud na zkoumaném pracovišti budou využity současně technologické a organizační opatření, bude naplněno strategických cílů.

Tab. č. 6 přehledně uvádí množství vytríděného podílu kovů v testovacích vzorcích měsíčně za období od 01. 2018 do 30. 09. 2021 na třídící lince ASMJ s. r. o. V této tabulce je obsaženo celkové navezené množství, dále jaké množství z celku zahrnují kovy. Vypočtena byla průměrná využitelná rezerva a data byla porovnána s firmou Sompo a. s. Například v roce 2020 se z celkového návozu plastu 3666 tun (z toho 57 tun kovů) nezužitkovalo 1,56 % kovů v odvalu, což je o cca procento méně v porovnání se Sompo a. s. (2,5 % s magnetickým separátorem). Firmě ASMJ s. r. o. se nikdy nepodařilo plně zužitkovat kovy.

Nicméně při zavedení magnetického separátoru na třídící lince by se vytrídilo podstatně více železných a neželezných kovů a pracovníci obsluhy by se mohli věnovat třídění jiných materiálově využitelných odpadů. Díky prokazatelnému zvýšení množství vyseparovaných kovů by se minimalizovalo množství odpadů, které zbytečně končí na skládkách nebo ve spalovnách. Navíc by se snížila úrazovost a zvýšila by se průchodnost dopravníkového pásu linky.



**Tab. 6 Měsíční přehled vytríděného podílu kovů v testovacích vzorcích**

| 2018   | 1     | 2 | 3 | 4 | 5 | 6     | 7 | 8     | 9 | 10 | 11    | 12 |
|--|-------|---|---|---|---|-------|---|-------|---|----|-------|----|
| Celkem odpadu [t]  | 1,7   |   |   |   |   | 2,34  |   | 2,35  |   |    | 1,72  |    |
| Kovy (Fe+Al) [t]   | 0,003 |   |   |   |   | 0,004 |   | 0,006 |   |    | 0,003 |    |
| [%]<br>(Cíl Sompo a. s. = 2,5%)  | 0,18% |   |   |   |   | 0,17% |   | 0,26% |   |    | 0,17% |    |
| Vytěžitelná rezerva ASMJ s.r.o. [%]  | 2,32% |   |   |   |   | 2,50% |   | 2,24% |   |    | 2,33% |    |
| <b>V průměru 2,35 %. Podíl vyseparovaných kovů ze směsných plastů je oproti třídící lince Sompo a. s. nižší.</b>                                 |       |   |   |   |   |       |   |       |   |    |       |    |
| <b>Plast: návoz odpadu celkem (svoz + transport) plast celkem 3717,5 t, z toho Fe+Al 86,38 t kovů (dle Sompo a.s., 43,19 t Fe a 43,19 t Al).</b> |       |   |   |   |   |       |   |       |   |    |       |    |

| 2019   | 1     | 2 | 3     | 4 | 5     | 6 | 7     | 8     | 9     | 10 | 11    | 12 |
|--|-------|---|-------|---|-------|---|-------|-------|-------|----|-------|----|
| Celkem odpadu [t]  | 2,04  |   | 2,68  |   | 6,38  |   | 4,68  | 4,92  | 4,76  |    | 4,62  |    |
| Kovy (Fe+Al) [t]   | 0,004 |   | 0,016 |   | 0,065 |   | 0,076 | 0,072 | 0,054 |    | 0,058 |    |
| [%]<br>(Cíl Sompo a. s. = 2,5%)  | 0,20% |   | 0,60% |   | 1,02% |   | 1,62% | 1,46% | 1,13% |    | 1,26% |    |
| Vytěžitelná rezerva ASMJ s.r.o. [%]  | 2,30% |   | 1,90% |   | 1,48% |   | 0,88% | 1,04% | 1,37% |    | 1,24% |    |
| <b>V průměru 1,46 %. Podíl vyseparovaných kovů ze směsných plastů je oproti třídící lince Sompo a. s. nižší.</b>                                 |       |   |       |   |       |   |       |       |       |    |       |    |
| <b>Plast: návoz odpadu celkem (svoz + transport) plast celkem 3372,1 t, z toho Fe+Al 54,34 t kovů (dle Sompo a.s., 27,17 t Fe a 27,17 t Al).</b> |       |   |       |   |       |   |       |       |       |    |       |    |

| 2020  | 1 | 2     | 3 | 4     | 5 | 6     | 7 | 8     | 9 | 10    | 11 | 12 |
|---|---|-------|---|-------|---|-------|---|-------|---|-------|----|----|
| Celkem odpadu [t]   |   | 3,74  |   | 2,95  |   | 2,76  |   | 3,04  |   | 1,76  |    |    |
| Kovy (Fe+Al) [t]  |   | 0,047 |   | 0,035 |   | 0,03  |   | 0,035 |   | 0,015 |    |    |
| [%]<br>(Cíl Sompo a. s. = 2,5%)   |   | 1,26% |   | 1,19% |   | 1,09% |   | 1,15% |   | 0,85% |    |    |
| Vytěžitelná rezerva ASMJ s.r.o. [%]   |   | 1,24% |   | 1,31% |   | 1,41% |   | 1,35% |   | 2,50% |    |    |
| <b>V průměru 1,56 %. Podíl vyseparovaných kovů ze směsných plastů je oproti třídící lince Sompo a. s. nižší.</b>                                  |   |       |   |       |   |       |   |       |   |       |    |    |
| <b>Plast: návoz odpadu celkem (svoz + transport) plast celkem 3666,23 t, z toho Fe+Al 57,33 t kovů (dle Sompo a.s., 28,67 t Fe a 28,67 t Al).</b> |   |       |   |       |   |       |   |       |   |       |    |    |

| 2021 do 30. 09.  | 1 | 2     | 3 | 4     | 5 | 6     | 7 | 8     | 9 |  |  |  |
|--|---|-------|---|-------|---|-------|---|-------|---|--|--|--|
| Celkem odpadu [t]  |   | 2,96  |   | 2,97  |   | 2,67  |   | 2,16  |   |  |  |  |
| Kovy (Fe+Al) [t]   |   | 0,02  |   | 0,06  |   | 0,05  |   | 0,024 |   |  |  |  |
| [%]<br>(Cíl Sompo a. s. = 2,5%)  |   | 0,68% |   | 2,02% |   | 1,87% |   | 1,11% |   |  |  |  |
| Vytěžitelná rezerva ASMJ s.r.o. [%]  |   | 1,82% |   | 0,48% |   | 0,63% |   | 1,39% |   |  |  |  |
| <b>V průměru 1,08 %. Podíl vyseparovaných kovů ze směsných plastů je oproti třídící lince Sompo a. s. nižší.</b>                               |   |       |   |       |   |       |   |       |   |  |  |  |
| <b>Plast: návoz odpadu celkem (svoz + transport) plast celkem 2261 t, z toho Fe+Al 24,42 t kovů (dle Sompo a.s., 12,21 t Fe a 12,21 t Al).</b> |   |       |   |       |   |       |   |       |   |  |  |  |

Zdroj: Upraveno dle (Interní materiály ASMJ s. r. o., 2021)

Bez separátoru se třídící lince eliminují možnosti na vyšší výdělek za vytríděné železné a neželezné kovy. Firmy zpracovávající kovy vykupují aktuálně železné kovy za 6 Kč/kg, hliník za 30 Kč/kg. V roce 2021 se navíc zvyšují odměny za

vytříděné kovy, které EKO-KOM vyplácí třídící linkám. Platí zde přímá úměra – čím více kovů se podaří vytřídít, tím je vyšší odměna. ASMJ s. r. o. by tímto krokem omezila skládkování a přispívala by k principu oběhového hospodářství – opětovné využití odpadu. Odpad chápe jako primární zdroj.

Při instalaci magnetického separátoru dojde k navýšení výtěžnosti kovů na cílovou hodnotu 99 %. Z analýzy vyplývá, že pracovníci pásu vytřídí denně až 2880 kg kovů ze směsných plastů (numericky se jedná o 6 pracovníků při vytřídění 60 kg za hodinu při 8 hodinové směně). Separátor ušetří za 1 hodinu provozu práci 2 pracovníkům třídění, tzn. 120 kg, což je za směnu 960 kg. Z toho vyplývá, že díky práci separátoru při 8 hodinovém provozu dojde k vytřídění 3840 kg kovů ze směsného plastu (numericky 6 pracovníků, 60 kg za hodinu a 8 hodin, kumulativně 2880 kg, součtově 960 kg je 3840 kg).

Z porovnáním výše uvedených hodnot vyplývá, že díky separátoru prokazatelně dojde k cílovému navýšení množství kovů o 960 kg za 8 hodinovou směnu. Dojde k navýšení podílu vyseparovaných kovů až o 25 % ze směsných plastů. Zvýší se výtěžnost kovů, zkvalitní se se třídění a bude dosaženo integrovaných cílů společnosti.

Pro zlepšení provozu třídící linky je zapotřebí zavedení i organizačních opatření. Zvýší se množství a počet kusů vytříděných železných kovů a hliníku, sníží se množství neskládkovaných odpadů a díky softwaru se statisticky získaná data kvantifikují.

## Závěr

Cílem bakalářské práce bylo najít východiska řešení pro zajištění cílů firmy ASMJ s. r. o. Celkem byla nalezena východiska ve dvou oblastech, a to jednak opatření technologické a organizační. Pomocí těchto opatření dojde ke zvýšení výkonu třídící linky. V práci byl popsán aktuální výchozí stav a byla navržena dílčí opatření. Díky správně zvoleným a nastaveným opatřením se prokazatelně zvýší množství využitelných druhotných surovin, výkon třídící linky a sníží se podíl zbytkového nevyužitelného odpadu, který by skončil na řízené skládce odpadů.

Teoretická část představuje základy odpadové legislativy, zákon o odpadech a obalech, popisuje technologické trendy a postupy. Přehledně charakterizuje železné kovy a hliník jako hospodářsky nejvýznamnějšího zástupce neželezných kovů.

Praktická část je zaměřena na dvě analýzy. Při první analýze se analyzuje současný stav v odpadovém hospodářství v Jihlavě. Inspirací pro druhou analýzu je model řešení třídění kovů u firmy Sompo a. s., která pomocí technologického zařízení (magnetického separátoru) aplikuje strojové třídění kovů.

Pro vyšší a kvalitnější vytříděnost železných kovů a hliníku na třídící lince ASMJ s. r. o. je doporučení instalace magnetického separátoru, zavedení pravidelné evidence železných kovů a hliníku. Organizační opatření ve smyslu zajištění plného obsazení pracovníků obsluhy linky. Nezbytné jsou i pravidelné školení a výcvik pracovníků linky, protože díky proškolení a výcviku pracovníků se zvýší kvalita vytříděného materiálu a správnou motivací ve vztahu k výkonu se ovlivní efektivita provozu i systém kontroly.

Analýzou bylo prokázáno, že ASMJ s. r. o. má v separaci kovů značné rezervy. V průběhu práce byly identifikovány příčiny, které tyto problémy se tříděním způsobují. Proto je zde zavedení separátoru na místě, protože separátor vytřídí kovy rychleji a tím se v praxi navýší množství vytříděných kovů ze směsných plastů. Díky této modernizaci ASMJ s. r. o. třídící linka bude přispívat k plnění plánu odpadového hospodářství nejen města Jihlavy, ale i kraje Vysočina.

Je to správná cesta k oběhovému hospodářství a zacyklení v rámci systému nakládání s odpady. Pomocí společného nasazení technologických a organizačních opatření lze uplatnit princip neustálého zlepšování, tzn. navyšování podílu

vytříděných kovů. Správně zvolená opatření mají pozitivní ekonomický a environmentální efekt v rámci hierarchie nakládání s odpady.

## Seznam literatury

ADAMEC, Vladimír, BENEŠOVÁ, Helena, ed. Environmentální technologie a eko inovace v České republice: *Environmental technologies and eco-innovation in the Czech Republic*. Praha: CENIA, [2009] - 2011. ISBN 978-80-85087-90-1.

BEŇO, Zdeněk. *Recyklace: efektivní způsoby zpracování odpadů*. Brno: Vysoké učení technické, Fakulta strojního inženýrství, Ústav procesního a ekologického inženýrství, 2011. ISBN 978-80-214-4240-5.

COLLINS, Sarah. *An Insider's Guide to Scrap Metal Recycling*. United States: Createspace Independent Publishing Platform, 2014. 66 s. ISBN 978-1-4974-2460-9.

EKO-KOM – *Systém sběru a recyklace obalových odpadů*. [online]. 2021 [cit. 2021-10-04]. Dostupné z: [https://www.ekokom.cz/wpcontent/uploads/2021/09/Ekokom\\_vyrocní\\_shrnutí\\_2020\\_elektronické.pdf](https://www.ekokom.cz/wpcontent/uploads/2021/09/Ekokom_vyrocní_shrnutí_2020_elektronické.pdf).

Enviweb. *Počet vytríděných kovových obalů v metropoli stále roste*. [online]. 2021 [cit. 2021-09-29].

Dostupné z: <http://www.enviweb.cz/archiv/?find=plechovky&article=on&press=on&video=on&info=on>.

FCC ENVIRONMENT: *ASMJ s. r. o. – Jihlava* [online]. Jihlava, 2020 [cit. 2021-10-11]. Dostupné z: <https://www.fcc-group.eu/cs/ceska-republika/provozovny/asmj-s-r-o-jihlava.html>.

GILL, C.B. *Magnetic separation*. [online]. 1991 New York: Materials Beneficiation. Materials Research and Engineering. Springer. Dostupné z: [https://doi.org/10.1007/978-1-4612-3020-5\\_7](https://doi.org/10.1007/978-1-4612-3020-5_7).

GROS, Ivan. *Velká kniha logistiky*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016. ISBN 978-80-7080-952-5.

HLINÍK: *Jak třídit hliník, jak se recykluje hliník* [online]. [cit. 2021-10-11]. Dostupné z: <https://www.trideniodpadu.cz/hlinik>.

Interní materiály společnosti ASMJ s. r. o., 2021.

KOUTNÝ, Jiří: *Možnosti svařování hliníku a jeho slitin* [online]. 2006 [cit. 2021-10-4]. Dostupné z: <http://www.svarbazar.cz/phprs/storage/hlinik.pdf>.

KOVY. *Infografika: třídění a recyklace kovů v ČR* [online]. 2021 [cit. 2021-10-22]. Dostupné z: <https://www.samosebou.cz/2021/03/12/infografika-trideni-a-recyklace-kovu-v-cr/>.

Kovy: *Jihlava* [online]. 2019 [cit. 2021-10-29]. Dostupné z: <https://www.jihlava.cz/kovy/d-493645>.

Kraj Vysočina: *Kraj Vysočina patří mezi nejúspěšnější kraje v třídění odpadů* [online]. 2021 [cit. 2021-10-04]. Dostupné z: <https://www.kr-vysocina.cz/kraj%2Dvysocina%2Dpatri%2Dmezi%2Dnejuspesnejsi%2Dkraje%2Dv%2Dtrideni%2Dodpadu/d-4107311/p1=50823>.

KRATOCHVÍL, Bohumil, Václav ŠVORČÍK a Dalibor VOJTĚCH. *Úvod do studia materiálů*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2005. ISBN 80-7080-568-4.

KURAŠ, Mečislav. *Odpadové hospodářství*. Chrudim: Ekomonitor, 2008. ISBN 978-80-86832-34-0.

Ministerstvo životního prostředí. *Odpady* [online]. 2021 [cit. 2021-10-29]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/odpady\\_podrubrika](https://www.mzp.cz/cz/odpady_podrubrika).

MŽP a EKO-KOM se dohodly na finanční podpoře sběru kovů v obcích [online]. 2020 [cit. 2021-10-11]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/news\\_2020-MZP-EKO-KOM-se-dohodly-na-financni-podpore-sberu-kovu-v-obcich](https://www.mzp.cz/cz/news_2020-MZP-EKO-KOM-se-dohodly-na-financni-podpore-sberu-kovu-v-obcich).

Oběhové hospodářství: *Díky novým pravidlům zaujme EU celosvětové přední místo v oblasti nakládání s odpady a recyklace* [online]. Brusel, 2018 [cit. 2021-10-11]. Dostupné z: [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/cs/IP\\_18\\_3846](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/cs/IP_18_3846).

Ocelářská Unie: *Výroba oceli v Česku loni klesla o 8 %, výhled pro EU je letos ještě horší* [online]. [cit. 2021-11-01]. Dostupné z: <https://www.ocelarskaunie.cz/vyroba-oceli-v-cesku-loni-klesla-o-8-vyhled-pro-eu-je-letos-jeste-horsi/>.

Odbor 31200. Ministerstvo průmyslu a obchodu. *Politika druhotných surovin České republiky schválená vládou ČR dne 15.9.2014* [online]. 27.7.2015 [cit. 2021-11-12]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/dokument153352.html>.

Právo: *Do žlutých kontejnerů půjde i kov* [online]. 2021 [cit. 2021-10-15]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/articles\\_\\_20200527\\_Pravo\\_zlute\\_kontejnery\\_kov](https://www.mzp.cz/cz/articles__20200527_Pravo_zlute_kontejnery_kov).

Provozní řád firmy ASMJ s. r. o., 2021.

PTÁČEK, Luděk. *Nauka o materiálu II*. 2. opr. a rozš. vyd. Brno: CERM, 2002. ISBN 8072042483.

Sbírka zákonů ČR - *Zákony pro lidi* [online]. 2021 [cit. 2021-10-9]. Dostupné z: [https://www.inisoft.cz/direct/programy/dokumenty/legislativa/katalog8-21.pdf?fbclid=IwAR09KTG5C8ULNphsVQGIVv2bT56Jpx2ATUeBE\\_8xqWVvd8HU0SXhOI79I2s](https://www.inisoft.cz/direct/programy/dokumenty/legislativa/katalog8-21.pdf?fbclid=IwAR09KTG5C8ULNphsVQGIVv2bT56Jpx2ATUeBE_8xqWVvd8HU0SXhOI79I2s).

TEPLICKÁ, Katarína, Jaroslava KÁDÁROVÁ a Martin KOVÁČ. *Pol. J. Environ. Stud. Vol. 30: Implementation of a Coupon System in Municipalities and Its Significance in Area of Waste Sorting as Green Economy* [online]. Technical University of Kosice, Slovak Republic: Department of Earth resources, 2021, 9/2021 [cit. 2021-10-18]. Dostupné z: <http://www.pjoes.com/Implementation-of-a-Coupon-System-nin-Municipalities-and-Its-Significance-nin-Area,133117,0,2.html>.

VOŠTOVÁ, Věra. *Logistika odpadového hospodářství*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2009. ISBN 978-80-01-04426-1.

*Vyhláška č. 2/2019: Statutární město Jihlava* [online]. Jihlava, 2019 [cit. 2021-10-11]. Dostupné z: <https://www.jihlava.cz/vyhlaska-c-2-2019/d-532373>.

*Vyhláška č. 8/2021 Sb. Vyhláška o Katalogu odpadů a posuzování vlastností odpadů (Katalog odpadů)*. [online]. 2019 [cit. 2021-10-06]. Dostupné z: <https://www.jihlava.cz/vyhlaska-c-2-2019/d-532373>.

*Vyhláška č. 273/2021 Sb. Vyhláška o podrobnostech nakládání s odpady*. [online]. 2021 [cit. 2021-10-06]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2021-273>.

*Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů. Zákony pro lidi* [online]. 2020 [cit. 2021-10-04]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-185>.

*Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech. Zákony pro lidi* [online]. 2020 [cit. 2021-10-04]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-541>.

*Zákon č. 545/2020 Sb.: Zákon, kterým se mění zákon č. 477/2001 Sb., o obalech a o změně některých zákonů (zákon o obalech), ve znění pozdějších předpisů. Zákony pro lidi* [online]. 2020 [cit. 2021-10-11]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-545>.

*Životní prostředí: ochrana přírody a krajiny, ochrana ovzduší, zemědělský půdní fond, vodní hospodářství, horninové prostředí, odpady, obaly, posuzování vlivů, chemické látky, GMO, havárie, prevence znečištění, ekologická újma a další - celkem 28 zákonů: redakční uzávěrka 8. 2. 2021 Ostrava: Sagit, [2021]. ÚZ. ISBN 978-80-7488-458-0.*



## Seznam obrázků a tabulek

### Seznam obrázků

|  |    |
|--|----|
| Obr. 1 Manipulační nádoba pro železné kovy – ruční vytřídění.....              | 15 |
| Obr. 2 Výtěžnost tříděného sběru dle krajů v roce 2020 .....                   | 19 |
| Obr. 3 Přehled recyklace firmy ASMJ s.r.o. za deset let .....                  | 20 |
| Obr. 4 Třídící linka ASMJ s.r.o. ....  | 22 |
| Obr. 5 Kabina pro třídění odpadů včetně boxů.....                              | 23 |
| Obr. 6 Boxy pro vytříděné plasty a duté obaly.....                             | 24 |
| Obr. 7 Kontejner na železné kovy .....   | 25 |
| Obr. 8 Podíl vytříděných hmotností kovů ze směsných plastů na ASMJ s.r.o. .... | 25 |
| Obr. 9 Výstup ručního třídění na hodinu práce pracovníka .....                 | 26 |
| Obr. 10 Big Bagy naplněné odpadem .....  | 28 |
| Obr. 11 Technologické zařízení – magnetický separátor .....                    | 29 |

### Seznam tabulek

|  |    |
|--|----|
| Tab. 1 Cíle pro recyklaci obalového odpadu .....                                 | 12 |
| Tab. 2 Přehled vytříděných železných kovů a hliníku ze směsného plastu .....     | 21 |
| Tab. 3 Organizační opatření – plná obsluha linky .....                           | 31 |
| Tab. 4 Zhodnocení navrhované varianty – zajištění plné obsazenosti třídící linky | 33 |
| Tab. 5 Zhodnocení navrhované varianty – magnetický separátor.....                | 34 |
| Tab. 6 Měsíční přehled vytříděného podílu kovů v testovacích vzorcích.....       | 36 |

## **Seznam příloh**

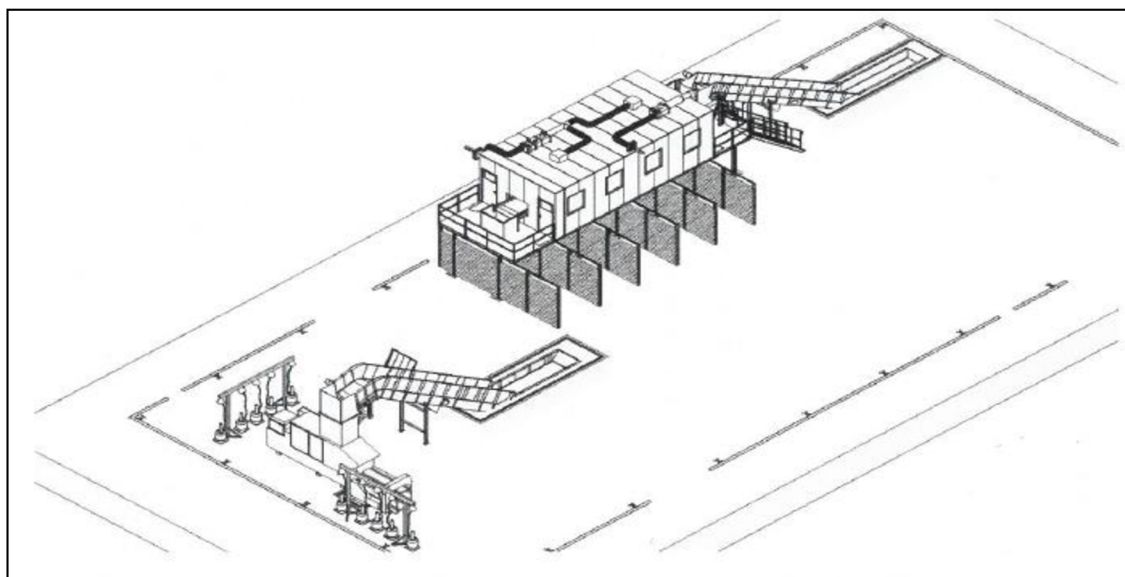
|  |    |
|--|----|
| Příloha 1 Recyklace hliníkového odpadu ..... | 46 |
| Příloha 2 Layout areálu třídící linky .....  | 47 |

## Příloha 1 Recyklace hliníkového odpadu



Zdroj: (Třídění a recyklace, 2021)

## Příloha 2 Layout areálu třídící linky



Zdroj: (Interní materiály firmy ASMJ s.r.o., 2021)

## ANOTAČNÍ ZÁZNAM

|   |  |                      |      |
|---|--|----------------------|------|
| <b>AUTOR</b>                              | Nela Kourková  |                      |      |
| <b>STUDIJNÍ PROGRAM/OBOR/SPECIALIZACE</b> | 6208R186 Podniková ekonomika a řízení provozu, logistiky a kvality   |                      |      |
| <b>NÁZEV PRÁCE</b>                        | Zvýšení výkonu třídící linky odpadu pro separaci kovů  |                      |      |
| <b>VEDOUCÍ PRÁCE</b>                      | Ing. David Staš, Ph.D.   |                      |      |
| <b>KATEDRA</b>                            | KRVLK - Katedra řízení výroby, logistiky a kvality   | <b>ROK ODEVZDÁNÍ</b> | 2021 |
| <b>POČET STRAN</b>                        | 49   |                      |      |
| <b>POČET OBRÁZKŮ</b>                      | 11   |                      |      |
| <b>POČET TABULEK</b>                      | 6  |                      |      |
| <b>POČET PŘÍLOH</b>                       | 2  |                      |      |
| <b>STRUČNÝ POPIS</b>                      | <p>Cílem bakalářské práce bylo najít východiska pro zajištění cílů firmy ASMJ s. r. o. Celkem byla nalezena východiska ve dvou oblastech, a to jednak opatření technologické a organizační. Technologickým opatřením je doporučení implementace magnetického separátoru, který vytřídí ze směsných plastů maximální množství železných kovů a hliníku na třídící lince ASMJ s. r. o. v Jihlavě.</p> <p>Díky této nové odpadové technologii dojde k významnému urychlení a zjednodušení procesu třídění. Zvýší se efektivita a produktivita práce, sníží se reklamace a splní se požadavky vyplývající z nového odpadového zákona.</p> <p>Práce vychází z aktuálního stavu třídění na třídící lince, definuje a řeší problémy, navrhuje konkrétní opatření k dosažení determinovaných cílů. Správně nastavená opatření budou dlouhodobým přínosem pro praxi a povedou k udržitelnosti v rámci odpadového hospodářství. Výsledky práce budou mít i regionální význam v kraji Vysočina ve vztahu ke společenské odpovědnosti.</p> |                      |      |
| <b>KLÍČOVÁ SLOVA</b>                      | odpadové hospodářství, třídící linka, železné kovy, hliník, magnetický separátor   |                      |      |

## ANNOTATION

|                             |  |             |      |
|-----------------------------|--|-------------|------|
| <b>AUTHOR</b>               | Nela Kourková  |             |      |
| <b>FIELD</b>                | 6208R186 Business Administration and Operations, Logistics and Quality Management  |             |      |
| <b>THESIS TITLE</b>         | Increasing the performance of the waste sorting line for metal separation  |             |      |
| <b>SUPERVISOR</b>           | Ing. David Staš, Ph.D.   |             |      |
| <b>DEPARTMENT</b>           | KRVLK -<br>Department of<br>Production,<br>Logistics and<br>Quality<br>Management  | <b>YEAR</b> | 2021 |
| <b>NUMBER OF PAGES</b>      |  |             |      |
|                             | 49   |             |      |
| <b>NUMBER OF PICTURES</b>   |  |             |      |
|                             | 11   |             |      |
| <b>NUMBER OF TABLES</b>     |  |             |      |
|                             | 6  |             |      |
| <b>NUMBER OF APPENDICES</b> |  |             |      |
|                             | 2  |             |      |
| <b>SUMMARY</b>              | <p>The aim of the bachelor thesis was to find starting points for achieving the goals of the company ASMJ s. r. o. In total, solutions were found in two areas, technological and organizational measures. Thanks to this new waste technology, the sorting process will be significantly accelerated and simplified. Efficiency and productivity will increase, complaints will be reduced and the requirements arising from the new waste law will be met.</p> <p>The thesis is based on the current state of sorting on the sorting line, defines and solves problems, proposes specific measures to achieve the set goals. Properly set up measures will be a long-term benefit for practice and will lead to sustainability in waste management. The results of the work will also be of regional importance in the Vysočina region in relation to social responsibility.</p> |             |      |
| <b>KEY WORDS</b>            | waste management, sorting line, ferrous metals, aluminium, magnetic separator  |             |      |