

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA APLIKOVANÉ EKOLOGIE



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Sběr a recyklace potravinářských obalů z hliníku

Vedoucí práce: Ing. Tereza Hnátková, Ph.D
Vypracoval: Jan Eliášek

2020

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou/závěrečnou práci na téma: Sběr a recyklace potravinářských obalů z hliníku vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědom, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne

Jan Eliášek

Poděkování

Touto cestou bych rád poděkoval vedoucí mé bakalářské práce, Ing. Tereze Hnátkové, Ph.D., za cenné připomínky, cenné rady a konzultace při zpracování mé bakalářské práce.

Dále bych chtěl poděkovat panu Bořivoji Šenkýřovi za představení recyklační linky v areálu Pražských služeb, jakož i celému týmu technického dozoru na Pražských službách.

V neposlední řadě bych chtěl poděkovat svojí rodině za poskytnutou podporu během celého mého studia.

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá sběrem, tříděním a recyklací potravinářských obalů z hliníku. Práce je zaměřena zejména na zájmové území hlavního města Prahy. V práci je uveden náhled do historie využívání hliníku, sociální a environmentální dopady při jeho získávání, přehled výroby a popis životního cyklu obalových prostředků z hliníku. Práce se zabývá současným stavem sběru a recyklace této kategorie odpadů v ČR a zahraničí. V práci je shrnut vývoj sběru kovových potravinářských obalů v rámci hlavního města Prahy od pilotních projektů až do současnosti.

Klíčová slova

Hliník, kovové obaly, obaly, sběr, recyklace, plechovky

Abstract

This bachelor's thesis deals with collecting, sorting and recycling of aluminum food packaging products. The paper focuses on the area of Prague, the capital city of the Czech Republic. The paper presents an insight into the history of aluminum use, social and environmental impacts of its obtaining, overview of its production and description of the life cycle of aluminum packaging products. The thesis deals with the current state of collecting and recycling of this category of waste in the Czech Republic and abroad. The paper summarizes the development of collecting metal food packaging in Prague, from pilot projects until now.

Key words

Aluminum, metal packaging, packaging, collecting, recycling, cans

Seznam zkratk

AGREV Verpackungsverwertungsgesellschaft

Al Hliník (hliníkový)

$Al_2(SO_4)_3$ Síran hlinitý

Al_2O_3 Oxid hlinitý

$AlCl_3$ Chlorid hlinitý

ARA Alstoff Recycling Austria

CO_2 Oxid uhličitý

ČR Česká republika

DPG Deutsche Pfandsysteme GmbH

DSD Duales System Deutschland

EAN European Article Number

EU Evropská unie

Fe Železo (železný)

GVM Gesellschaft für Verpackungsmarktforschung

H_2O Voda

H_2SO_4 Kyselina sírová

HCl Kyselina chlorovodíková

HNO_3 Kyselina dusičná

LCA Life Cycle Assessment

Na_2CO_3 Uhličitan sodný

Na_3AlF_6 Hexafluorohlinitan sodný

$NaAlO_2$ Hlinitan sodný

NaOH Hydroxid sodný

ÖKK Österreicher Kunststoffkreislauf

OPNO Opakovaně použitelné nápojové obaly

OZV Organizace zodpovědných výrobců

PET Polyethylentereftalát

POH Plán odpadového hospodářství

SiO_2 Oxid křemičitý

USA Spojené státy Americké

Zevo Zařízení na energetické využití odpadu

Obsah

1. Úvod.....	8
2. Cíle práce.....	8
3. Historie využívání potravinářských obalů z hliníku.....	9
3.1 Hliník a jeho historie	9
3.2 Historie potravinářských obalů z kovů	9
3.3 Vlastnosti hliníku	10
3.3.1 Fyzikální vlastnosti hliníku.....	10
3.3.2 Technologické vlastnosti hliníku.....	11
3.3.3 Mechanické vlastnosti hliníku	12
3.3.4 Chemické vlastnosti hliníku.....	13
3.4 Využití hliníku a jeho slitin	13
3.4.1 Hlavní oblasti použití hliníku v současnosti:.....	13
3.5 Výskyt hliníku v přírodě	14
4. Výroba a popis životního cyklu	15
4.1 Metody zpracování hliníku.....	15
4.1.1 Bayerova metoda.....	16
4.1.2 Spékací metoda	17
4.1.3 Metoda elektrolýzou.....	18
4.2 Dopady na životní prostředí.....	20
4.3 Vznikající odpady a jejich opětovné využití.....	22
4.4 Výroba hliníkových obalů.....	23
4.4.1 Suroviny používané při výrobě	23
4.4.2 Označení hliníkového obalu	23
4.5 Recyklace a zpracování	25
4.5.1 Výhody recyklace hliníku.....	26
4.5.2 Míra recyklace evropských hliníkových nápojových obalů	27
5. Nakládání s obalovými odpady v ČR a zahraničí.....	27
5.1 Systémy třídění ve členských státech EU	28
5.2 Strategické cíle EU.....	29
5.3 Strategické cíle ČR.....	30
5.4 EKO-KOM a systém zeleného bodu	30
5.4.1 Historie společnosti EKO-KOM	30
5.4.2 Co dělá společnost EKO-KOM.....	31
5.4.3 Systém Zeleného bodu.....	31

5.5	Celková produkce hliníkových obalů v ČR	31
5.6	Nakládání s hliníkovými obaly v ČR	32
5.6.1	Sběr a svoz nápojových obalů na území Brna	32
5.6.2	Sběr a svoz nápojových obalů na území Ostravy	33
5.6.3	Sběr a svoz nápojových obalů na území Plzně	34
5.7	Nakládání s obalovými materiály v zahraničí	34
5.7.1	Spolková republika Německo	34
5.7.2	Rakouská republika	36
5.7.3	Slovenská republika	37
5.7.4	Švédsko	38
6.	Vývoj sběru potravinových obalů z kovů v rámci hlavního města Prahy	39
6.1	Sběrné dvory, sběrný kovů a zařízení na energetické využití odpadu	39
6.2	Pilotní projekt z roku 2013 – šedé mini-h	39
6.3	Současná situace ve sběru a svozu	40
6.4	Recyklační linka Pod Šancemi	41
7.	Návrh na zefektivnění sběru	45
7.1	Dotazníkové šetření	45
7.2	Metodika a cíle dotazníkového šetření	46
7.3	Seznam otázek a výsledky dotazníkového šetření	46
7.3	Vlastní návrh na sběr potravinářských obalů z kovů	56
7.3.1	System záloh	57
7.3.2	Převedení odpovědnosti na výrobce	57
7.3.3	Rozšíření dosavadního sběru	58
8.	Diskuze	58
9.	Závěr	59
10.	Seznam literatury	61
11.	Seznam obrázků	67
12.	Seznam tabulek	68
13.	Seznam grafů	68

1. Úvod

Téma sběr a recyklace potravinářských obalů z hliníku jsem si zvolil, poněvadž se domnívám, že systém sběru, recyklace a znovupoužití materiálů je jednou z nejpodstatnějších věcí v ochraně životního prostředí a měli bychom se ho pokoušet zanechat v lepším stavu pro naše budoucí generace. Recyklace je jednou z nejdůležitějších otázek, neboť až lidstvo vyčerpá všechny suroviny, už bude příliš pozdě. Ačkoliv se dnes hovoří o předcházení vzniku odpadů, tak nám stále produkce odpadů narůstá. Sklárky nemají neomezenou kapacitu a doposud není vytvořen systém, který by si s ohledem na životní prostředí dokázal poradit se stále se zvyšující produkcí odpadu.

Udržitelnost je to, co by mělo být důležitým faktorem v odpadové politice. Proto je zapotřebí dokonale využívat druhotné suroviny.

Odpadové hospodářství je v České republice stále teprve v začátcích, vždyť první zákon vyšel teprve v roce 1997. Tak jako v celé řadě dalších odvětví tedy dochází k úpravám a vývoji. V rámci nejnovějšího nařízení vlády, které vešlo v platnost v roce 2015 je v plánu odpadového hospodářství kladen větší důraz na celkovou recyklaci a využití odpadů, ale rovněž je také řešena recyklace odpadů z kovových obalů, která doposud nebyla výrazněji řešena.

V mé bakalářské práci se výrazněji zaměřuji na nápojové plechovky jakožto reprezentativní typ potravinářských obalů z hliníku. Tyto obaly jsou stále oblíbenější zejména u mladší generace. Proto je v práci popsána výroba těchto oblíbených obalů a životní cyklus hliníku.

Začátek práce je věnován seznámení se s hliníkem, jeho vlastnostmi, výskytem, těžbou, zpracováním, ale i výrobou samotnou. Dále je zde zmíněn sociální a environmentální dopad, jakož i strategické cíle ve členských státech Evropské unie a České republiky a nakládání s nápojovými obaly v rámci velkých měst České republiky a situace v zahraničí. Jako reprezentativní město jsem si vybral naše hlavní město Prahu z důvodu, že zde jakožto i jedna desetina obyvatel České republiky žijí a pracují a velmi jsem chtěl vědět, jakým způsobem to zde v tomto odvětví funguje.

2. Cíle práce

Práce zpracovaná formou rešerše měla za cíl zpracovat problematiku se zaměřením na výrobky obsahující hliník a jejich recyklaci. Dalším cílem byla příprava vlastního dotazníkového šetření, následné zpracování získaných dat a jejich grafickou prezentaci. Dotazníkové šetření jsem použil pro svůj další cíl, a to návrh na zefektivnění

sběru a recyklaci hliníkových obalů. V rámci práce se zejména zaměřuji na to, jakým způsobem je řešena daná problematika v našem hlavním městě.

3. Historie využívání potravinářských obalů z hliníku

3.1 Hliník a jeho historie

Hliník je v dnešní době jedním z nejrozšířenějších a nejpoužívanějších kovů. Široké uplatnění nachází například v elektrotechnice. (Michna a kol. 2005) Lidstvo je spjato s využíváním hliníku již od starověku, kdy se používaly hlinité oxidové jíly při koželužství. Do konce 19. století byl hliník považován za vzácnější kov než zlato, nebo stříbro.

Teprve v roce 1889 se objevily první techniky výroby hliníku způsobem, které byly z hlediska nákladů nenákladné na výrobu. (The aluminium association ©2020) Hliník se díky svým skvělým vlastnostem, mezi které lze zařadit: lehkost, dobrou elektrickou vodivost a zejména stoprocentní recyklovatelnost, stal základem pro infrastrukturu většiny zemí na naší planetě. Hliník je dnes uplatněn takřka ve všech oblastech jako například: automobilový průmysl, energetika, stavebnictví, doprava aj.

3.2 Historie potravinářských obalů z kovů

Chceme-li se dozvědět o výrobě první plechovky, musíme se vrátit o 300 let zpět, a to do dob Napoleona Bonaparta. V této době je takřka celá Evropa zmítána válkami trvajících od několika měsíců až po několik let. Armády císaře Napoleona trpěly hladem, nikoliv však pro nedostatek potravin, ale neboť se jídlo velmi rychle kazilo. Napoleon proto vypsál odměnu pro toho, kdo dokáže najít způsob, jakým by se daly uchovat potraviny co nejdéle, což nakonec vedlo v roce 1810 k výrobě první plechovky. (Jánský 2017)

Pokud se budeme bavit o nápojových obalech z kovů, tak se musíme vrátit zpět v čase, a to do roku 1930, kdy byla v USA vynalezena první nápojová plechovka. Nejednalo se samozřejmě o jiný nápoj než o pivo. Plechovka pak procházela mnoha zkouškami a přísnými testy. (Pivovary.info ©2020) Jako první začala prodávat pivo v plechovkách americká firma Krueger Beer z Newarku v New Jersey.

Jako prvním prodejcem tohoto druhu nápojového balení na starém kontinentě se stal pivovar Felinfoel Brewery z Walesu. Trh s plechovkami zažil díky enormnímu zájmu prudký rozvoj, jen v prvním roce se prodalo okolo 200 miliónů plechovek. Velkým milníkem se stal rok 1958, kdy se začaly vyrábět plechovky z hliníku. Slabinou plechovek se stalo otevírání plechovky, proto byl v roce 1964 představen trhací uzávěr, který navýšil pohodlí spotřebitele a tím se stal tak důležitým bodem ve výrobě plechovek.

Co se týče vývoje plechovek, tak byla v padesátých letech vyráběna plechovka složená ze tří částí: z pájeného těla, dolního a horního dna. Nám známé plechovky, tedy vyráběné ze dvou dílů, se na trhu začaly objevovat až v roce 1974. Velmi významným se v rámci výroby stal i rozdíl ve váze plechovek. V roce 1951 byla váha plechovky okolo 83 gramů, v dnešní době váží plechovka jen něco okolo 13,4 gramů. (Pivovary.info ©2020)

V Československu se novodobá plechovka objevila až začátkem devadesátých let 19. století. Jako první prodejce piva v plechovkách u nás byl Plzeňský Prazdroj (Kušová 2011)

3.3 Vlastnosti hliníku

Rychlý růst výroby a spotřeby hliníku v posledním desetiletí nemá, a to až na titan a jeho slitiny, ve světě obdobu. (Michna a kol. 2005) Důvodem, proč tomu tak je, je nejen ve skvělých vlastnostech hliníku a jeho slitin, ale i nekonvenčně vyrobených materiálů na bázi hliníku. Jedná se zejména o kombinaci fyzikálních, chemických, mechanických a technologických vlastností, jež jsou aplikovány takřka do všech odvětví lidské činnosti.

3.3.1 Fyzikální vlastnosti hliníku

Hliník patří díky svým vlastnostem mezi hlavní konstrukční materiály pro takřka všechna odvětví průmyslu. Hustota hliníku je $2\,700\text{ kg m}^{-3}$, čímž se řadí mezi lehké kovy. Hliník je velmi dobrým vodičem, proto se často využívá v nadzemním rozvodu elektrického proudu. Na to je však nutná jeho vysoká čistota. (Němec a Provazník, 2008) Teplota tání čistého hliníku je $660,4^{\circ}\text{C}$. Je dobře kujný a slévateľný. Hliník je jedním z předních paramagnetických materiálů, to znamená, že je magnetický pouze v přítomnosti jeho vnějšího pole, proto je jeho magnetická propustnost o něco větší než nula.

Hliník je rovněž využíván ve varných nádobách a ve výměnících tepla, neboť má vysokou tepelnou vodivost. Tepelná vodivost 99,99 % čistého hliníku je $244\text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\text{K}^{-1}$ při teplotním rozsahu $0\text{-}1\,000^{\circ}\text{C}$ ($32\text{-}1\,832^{\circ}\text{F}$). (Warrings a Fellner 2018) Hliník má kubickou plošně centrovanou mřížku K12. Z tohoto důvodu má hliník a jeho slitiny velmi dobré plastické vlastnosti, jak za tepla, tak i za studena. Hodnoty několika vybraných fyzikálních vlastností jsou uvedené v tabulce (viz tabulka 1).

Vlastnosti	Hodnoty
Mřížka	K2
Parametr mřížky	$a = 0.404958 \text{ nm}$
Hustota	2.6989 g.cm^{-3} (při 20 °C)
Teplota tavení	660.4 °C
Teplota varu	2494 °C
Tepelná vodivost	247 W.m^{-1} (při 25 °C)
Elektrická vodivost	62 % IACS (Al 99.8) 65 – 66 % IACS (Al 99.999+)
Latentní teplo tavení	397 kJ.kg^{-1}
Latentní teplo varu	10.78 MJ.kg^{-1}
Atomová hmotnost	26.98154
Objemová změna při krystalizaci	6.5 %
Specifické teplo	0.900 KJ/kg.K (při 25 °C) 1.18 KJ/kg.K (při 660.4 °C)
Spalné teplo	31.05 MJ/kg
Elektrický odpor	$26.2 \text{ n}\Omega.\text{m}$ (Al 99.999+ při 20 °C) $26.55 \text{ n}\Omega.\text{m}$ (Al 99.8 při 20 °C)
Teplota supravodivosti	1.2 K
Účinný průřez pro neutrony	0.2b/atom pro energii neutronu 0.02 V 0.65 b/atom pro energii neutronu 100 MV

Tabulka 1: Vybrané fyzikální vlastnosti (Michna a kol. 2005)

Výše uvedené vlastnosti se používají v jednotlivých oborech. Například účinný průřez pro neutrony je využíván v aplikaci slitin v jaderné energetice, elektrická vodivost v elektrotechnice a tepelná vodivost v energetickém průmyslu. (Michna a kol. 2005)

3.3.2 Technologické vlastnosti hliníku.

Technologickými vlastnostmi hliníku se rozumí jako souboru fyzikálních a mechanických vlastností materiálů, který nám umožní vyrobit definovaným způsobem zpracování výrobek. Mezi nejdůležitější technologické vlastnosti patří:

Tvárnost – souvisí se zpracováním materiálu pomocí kování, válcování, lisování apod. Zjišťuje se zkouškami za tepla i studena.

Lámavost – hodnotí materiály, které jsou namáhány ohybem a posuzuje vznik trhlin.

Svařitelnost – Jedná se o schopnost spojit nerozebíratelně dvě části za pomoci tavného, tlakového, nebo jiného svařování. Vyjadřuje se ve čtyřech stupních: zaručená, zaručená podmíněná, dobrá, obtížná.

Obrobitelnost – definuje chování technických materiálů při obrábění reznými nástroji (soustružení, frézování, hoblování, vrtání apod.) (Müller a Petržela 2011)

Slévatelnost – jde o soubor vlastností, které musí mít technický materiál pro zpracování litím.

Je-li materiál vhodný ke zvolenému způsobu zpracování, nebo účelu použití, je hodnoceno speciálními zkouškami, jež musí dát reprezentativní a reprodukovatelné výsledky. Tyto technologické zkoušky jsou obvykle obsaženy v dodacích podmínkách průmyslových výrobků. Testem materiálu lze získat velké množství informací o materiálech, které se zrovna vyvíjí nebo jsou začleňovány do produktů a tím je zajištěno, že nebude jejich fungování mimo očekávanou specifikaci. (Intertek Group plc, b.r.)

3.3.3 Mechanické vlastnosti hliníku

Bavíme-li se o mechanických vlastnostech, tak se zabýváme zejména pevnostními vlastnostmi materiálu. Nejčastějším kritériem určujícím vhodnost materiálu a jeho použití, jsou pevnostní vlastnosti. Základními pevnostními vlastnostmi jsou zkoušky tahem, tlakem, zkoušky tvrdosti a zkoušky rázem v ohybu. V praxi se nejčastěji využívá zkouška tahem a zkouška tvrdosti. Tvrdostní zkoušky jsou pro svou jednoduchost provedení velmi oblíbené a výhodné. Ve většině případů získají rychle výsledek, bez potřeby odebrání dalšího vzorku spojeného s výrobou dalšího zkušební tělesa, jako je tomu například u zkoušky tahem.

Posuzované vlastnosti jsou zejména:

Pevnost – odolnost materiálu proti působení napětí bez poruchy. (Paroc Group ©2020)

Tvrdoost – Odolnost materiálu proti deformaci povrchových vrstev za působení vnějších sil.

Houževnatost – Odolnost materiálu proti porušení při deformaci vnějšími silami.

Pružnost – Schopnost materiálu vrátit se do původního stavu po ukončení působení vnějších sil.

Tyto zkoušky lze dělit na statické, kdy se zatížení zvyšuje pozvolna a dynamické, kdy je zatížení náhlé a proměnlivé.

3.3.4 Chemické vlastnosti hliníku

Hliník se stejně jako bor, indium, galium a thallium nachází ve skupině IIIA v periodické soustavě prvků. Základní fyzikálně-chemické vlastnosti hliníku jsou vypsány v tabulce 2.

vlastnost	hodnota
atomové číslo	13
počet přírodních izotopů	1
atomová hmotnost	26.98
atomový poloměr [pm]	143
elektronová konfigurace	[Ne] 3s ² 3p ¹
elektronegativita	1.47
ionizační energie [kJ mol ⁻¹]	
I	577.4
II	1816.1
III	2744.1
teplota tání [°C]	660.4
teplota varu [°C]	2467
hustota (20°C) [g cm ⁻³]	2.699
teplo tání ΔH _t [kJ mol ⁻¹]	10.50
teplo varu ΔH _v [kJ mol ⁻¹]	290.8
standardní elektrodový potenciál E ⁰ (Al ³⁺ + 3e ⁻ ↔ Al) [V]	-1.662

Tabulka 2: Fyzikálně-chemické vlastnosti (Michna a kol. 2005)

Hliník se v přírodě vyskytuje pouze jako jeden izotop. Dle elektronové konfigurace hliníku víme, že hliník má tři valenční elektrony. K získání stabilní elektronové konfigurace vzácného plynu dojde tehdy, jestliže tyto tři valenční elektrony budou sdíleny v chemických vazbách.

3.4 Využití hliníku a jeho slitin

Hliník najdeme ve všem, co nás obklopuje. Hliník je nejrozšířenějším kovem v zemské kůře, třetím nejhojnější chemický prvek na naší planetě a druhý nejčastější kov pro výrobu věcí (po železe a oceli). (Woodford ©2019) Zároveň nás provází ve věcech každodenní potřeby, jako jsou například: budíky, tuby zubních past, spreje, fólie na svačiny, nebo při otevření jogurtu, až po dopravu do zaměstnání autem, nebo hromadnou dopravou. S hliníkem se můžeme setkat i při výrobě výtahů, jízdních kol, lehkých žebříků apod. (Němec a Provazník, 2008) Současné výrobky z hliníku mají širokou škálu použití, přičemž splňují nároky na funkčnost a estetiku a tím pádem ovlivňuje náš životní styl.

3.4.1 Hlavní oblasti použití hliníku v současnosti:

Doprava – největší spotřebitel hliníku. Dá se dále rozdělit na letecký a automobilový průmysl, kolejovou dopravu, konstrukce lodí a kosmonautika.

Stavebnictví – co do objemu je stavebnictví na druhém místě, co se spotřeby hliníku týče. Hlavní výhody staveb s hliníkem jsou, že si uchovávají vzhled po dlouhou dobu, snadná a

levná údržba, malá hmotnost u použitých materiálů, velmi dobrá odolnost proti korozi, rychlá a snadná zpracovatelnost hliníkových materiálů při montáži a možnost nabarvit ho na různé odstíny.

Strojírenský a elektrotechnický průmysl – třetí největší spotřebitel hliníku a jeho slitin pro neuvěřitelné množství součástek, nebo celých zařízení. Příkladem z praxe jsou například čerpadla, součásti optických přístrojů, chladiče, tepelné výměníky a mnoho dalších.

Potravinářský průmysl – v tomto odvětví průmyslu našel hliník uplatnění hlavně z důvodu možnosti vyrábět tenkou fólii, jenž je vhodná pro uchovávání hotových jídel a nápojů, balení potravin a úpravě potravin. V potravinářském průmyslu našel hliník uplatnění zejména jako nádoba na nápoje, díky tomu, že se snadno tvaruje a nekoroduje. (Dorsetware ©2020)

Chemický průmysl – asi největší použití v chemickém průmyslu je u medikačních prostředků, od ochranných obalů na léky až po léky samotné.

Jiné oblasti použití – rekreační průmysl, sport, klenotnictví a mnoho dalších (Hlinikbronz.cz ©2020)

3.5 Výskyt hliníku v přírodě

Je nutné podotknout, že se hliník v kovové formě v přírodě nedá najít, neboť je vždy kombinací s dalšími prvky ve sloučeninách. V přírodě se dá nalézt jako součást chemických forem u nerostů, zemin, vegetaci, ale také například jako částice prachu vzduchu, nebo ve vodách. V zemské kůře se hliník nachází ve formě sloučenin s kyslíkem, fluorem, křemíkem a dalšími prvky. (Barabars a kol. 2002) Byl součástí všech jíílů, které byly základem pro výrobu keramických nádob od zrodu prvních civilizací.

Přestože je hliník velmi rozšířen v životním prostředí, nemá vliv na živé organismy. Je to způsobeno tím, že přirozené formy hliníku jsou stabilní. Například všechny rostliny absorbují přímo z půdy hliníkové částice a stávají se tak rostlinnými akumulátory. Jak již bylo zmíněno, hliník se přirozeně vyskytuje i v povrchových a podzemních vodách. V polovině 17. století německý chemik Andreas Sigismund Marggraf (1709-82) tvrdil, že našel novou zeminu zvanou alumina v kamenci, ale nedokázal odstranit z kamence čistý kov. (Advameg ©2020a) Kamenec (hliníkový sulfát) je dnes používán ve většině vodáren po celém světě jako flotační činidlo při úpravě vody. Proto je hliníkový sulfát (kamenec) celosvětovým prostředkem při úpravách vod. Je využíván zejména pro svou cenovou dostupnost, bezpečnou manipulaci a malé znečištění. Dle názoru expertů nepředstavuje riziko pro lidské zdraví. Ačkoliv pro některé vody se nevyžaduje tento způsob úpravy, u

některých je nezbytný, jde zejména o kalné vody se zvýšeným obsahem chemikálií a mikroorganismů, jenž mohou u lidí vyvolat mnohá onemocnění.

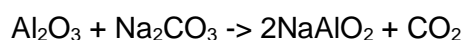
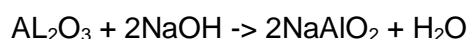
Jakož i v přírodě, je hliník také součástí lidského organismu. Dle odhadů má průměrné lidské tělo 35 až 50mg hliníku. Nejbohatší zastoupení hliníku v lidském těle nalezneme v plicích přibližně 50 %, 25 % v měkkých tkáních a 25 % v lidských kostech. (AssanAlüminyum ©2020) Doposud není biologická funkce hliníku v lidském těle zcela probádána, tudíž není hliník považován za významný stopový prvek. Lidské tělo má však vybudovanou efektivní obranu proti předávkování hliníkem. V případě, že by bylo množství hliníku v těle příliš vysoké, tak se zvýší absorpční schopnost kostí, dojde k akumulaci a poté je postupně hliník z kostí uvolňován.

4. Výroba a popis životního cyklu

Hlavní suroviny potřebné k výrobě hliníku jsou oxid hlinitý, uhlík, energie, fluorid hlinitý a kryolit. (Gándara 2013) Oxid hlinitý se získává z bauxitu. Pro získání 1 kilogramu čistého hliníku je nutné mít 4 kilogramy bauxitu. V současné době existuje mnoho způsobů pro výrobu čistého oxidu hlinitého z bauxitu, průmyslově se však používá jen několik z nich. Bohužel se vždy jedná o velmi energeticky náročný proces. Pro získání 1 kilogramu hliníku je spotřebováno zhruba 20 kWh. Je tedy spotřebováno skoro třikrát více energie, než na výrobu plastů a asi pětadvacetkrát více než u výroby skla.

4.1 Metody zpracování hliníku

V dnešní době se oxid hlinitý vyrábí nejčastěji zásaditými metodami. (Michna a kol. 2005) Těmito metodami se působením alkálií (NaOH, resp. Na_2CO_3) na rudu bauxitu váže oxid hlinitý na hlinitan sodný, který je rozpustný ve vodě, podle rovnic:



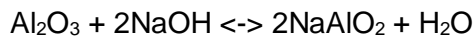
Roztok hlinitanu sodného je oddělen od sraženin, tzv. červeného kalu, jenž je složen zejména z oxidů a hydroxidů křemíku, železa a titanu. Roztok hlinitanu sodného je následně rozkládán a při tom se vylučuje čistý hydroxid hlinitý, ten je následně odfiltrován a alkalický roztok je po úpravách vrácen zpět do procesu. Hydroxid hlinitý je pak za vysokých teplot zkalcinován za účelem odstranění vody a je proměněn na čistý, suchý a nehygroskopický $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, jenž je vhodný pro výrobu kovového hliníku.

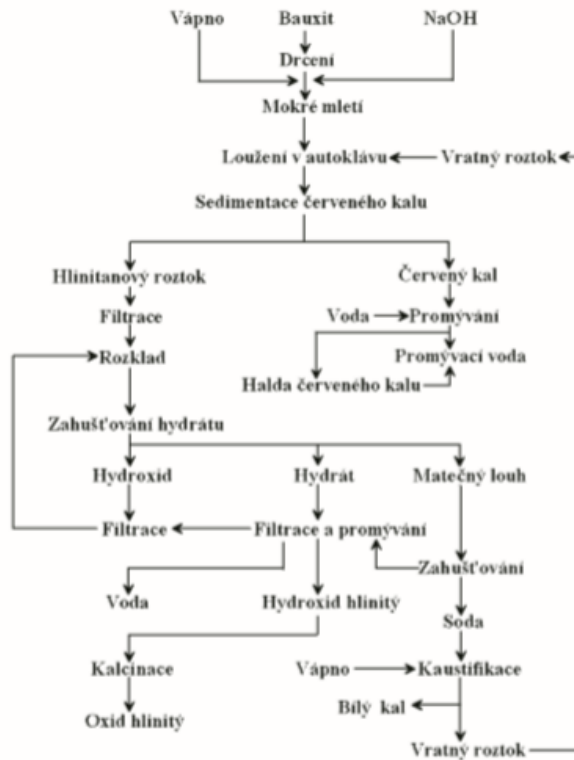
4.1.1 Bayerova metoda

V současnosti nepoužívanější hydrometalurgická metoda pro výrobu oxidu hlinitého zásaditým způsobem. Pro tento způsob zpracování musí být použit kvalitní bauxit, obsahující poměrně malé množství oxidu křemičitého v rozmezí 2-5 %. Pro zpracování takto kvalitních bauxitů je Bayerova metoda nejvhodnější, je jednoduchá a pomocí této metody lze vyrobit velmi čistý oxid hlinitý.

Bayerův proces byl vynalezen rakouským chemikem Carlem Josefem Bayerem v roce 1887 při práci v ruském Petrohradu na vývoji způsobu pro dodávku aluminy do textilního průmyslu. (Kimberlite Softwares Pvt. Ltd. ©2020) Bayer učinil dva důležité objevy, jež se staly základem jeho procesu. Prvním z těchto objevů byl samovolný rozklad roztoků hlinitanu sodného a vylučování hydroxidu hlinitého za přítomnosti katalyzátoru čerstvě vysráženého $\text{Al}(\text{OH})_3$.

Druhý jeho objev spočíval v tom, že je možné oxid hlinitý, obsažený v bauxitech, tlakově loužit působením hydroxidu sodného za vzniku hlinitanu sodného. Těmito dvěma pochody, přímým loužením oxidu hlinitého loužícími roztoky za účelem získání hlinitanového roztoku a jeho samovolným rozkládáním a vylučováním hydroxidu hlinitého, je definována podstata Bayerova výrobního postupu. (Michna a kol. 2005) Bayerův postup je uzavřeným cyklem založeným na chemické reakci





Obrázek 1: Blokové schéma Bayerovy metody (Michna a kol. 2005)

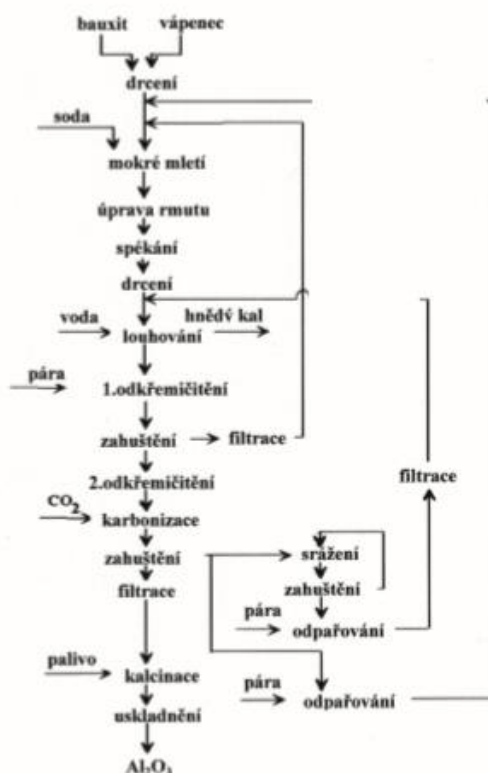
4.1.2 Spékací metoda

Spékací metody výroby Al_2O_3 patří do kategorie termických zásaditých způsobů výroby a používají se na zpracování chudších bauxitů s vyšším obsahem SiO_2 a křemíkovým modulem nižším než 6. (Michna a kol. 2005) Spékací metoda je založena na principu spékání bauxitů se sodou a vápencem, čímž vznikne tzv. spečenec, který se dá snadno rozpouštět ve vodě. Hlinitanový roztok vznikne vyloužením spečenice ve vodě, obdobným způsobem jako u Bayerovy metody. Při zpracování vznikne rovněž nerozpustný zbytek, který je nazýván hnědým kalem. Hnědý kal oproti červenému se odlišuje jak z hlediska mineralogického, tak z hlediska chemického.

Po separaci hnědého kalu se hlinitanový roztok rozloží karbonizací za pomoci oxidu uhličitého, čímž vzniká hydroxid hlinitý a mateční roztok. Na rozložení matečného roztoku se používají spaliny ze spékací pece, v závislosti na tom, jak jsou bohaté na oxid uhličitý. Karbonát sodný, neboli matečný roztok je znovu recyklován na začátek procesu do mokrého mletí a na spékání. Vyroběný hydroxid hlinitý se nejprve odfiltruje, poté promyje a následně je kalcinován podobným způsobem jako u Bayerovy metody.

Pro vytvoření pevného hlinitanu sodného je zapotřebí do procesu přidat karbonát sodný za účelem reakce s oxidem hlinitým, který je obsažen v bauxitu. Vápenec je přidáván za účelem reakce s křemičitým podílem z bauxitu, čímž vznikne dikalcium

silikátu. Takto je odstraněn oxid křemičitý vyluhováním v alkalickém prostředí tzv. desilikace, jelikož tento silikát nereaguje s loužícím roztokem a zůstane v hnědém kalu.



Obrázek 2: Blokové schéma spékací metody (Michna a kol. 2005)

4.1.3 Metoda elektrolýzou

Nazývaná též Hall-Heroultův proces, je o pouhé dva roky starší než Bayerova metoda a používá se na celém světě pro výrobu hliníku z aluminy (Bagshaw, 2017) Za objevitele této metody je považován německý chemik Fridrich Wöhler, který roku 1845 vyrobil malé množství hliníku redukcí za pomoci alkalických kovů a popsal jeho vlastnosti. V roce 1886 nechali nezávisle na sobě patentovat Francouz Paul Héroult a Američan Charles Hall výrobu hliníku elektrolýzou oxidu hlinitého v roztaveném kryolitu sodném. Je pozoruhodné, že se tento způsob s malými obměnami používá až do dnes. Proto je někdy elektrolýza nazývána Hall-Heroultova elektrolýza.

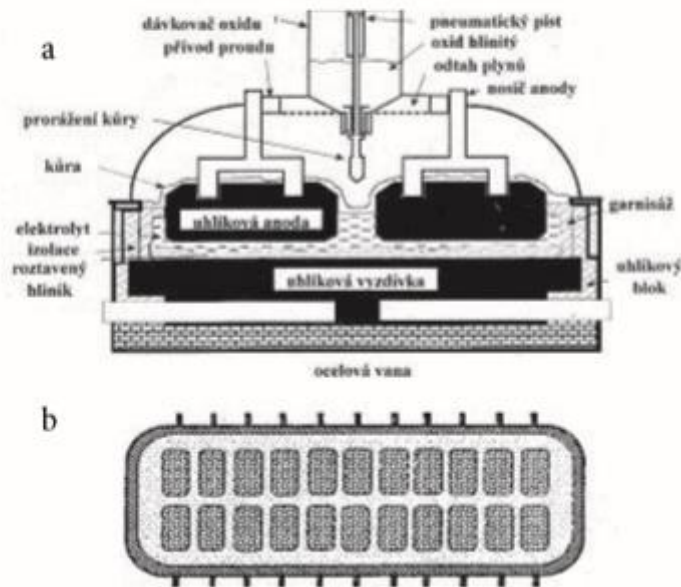
K největším změnám procesu elektrolýzy došlo s vývojem počítačového průmyslu. To umožnilo aplikovat automatické řízení operace elektrolýzy. Automaticky řízený systém využívá modulární regulační procedury k nastavení operačních parametrů individuálních pecí, jako jsou např. vzdálenost katoda-anoda, koncentrace oxidu hlinitého a obsah

fluoridu hlinitého v koupeli. (Michna a kol. 2005) Jsou rozlišovány dva typy elektrolyzérů, a to se Söderbergovými horizontálními, nebo vertikálními anodami a s předem vypálenými anodami. Dnes je stále více propagován elektrolyzér s předem vypálenými anodami, z důvodu proudové účinnosti a kontroly emisí.

Z důvodu, že je hliník výrazně neušlechtilým kovem, není ho možné vyrobit elektrolýzou z vodních roztoků, proto je výhodné použít elektrolýzu z roztavených solí. Na výrobu hliníku elektrolýzou je nejideálnější použít roztavenou sůl kryolit (Na_3AlF_6), do které je vsazen oxid hlinitý a přídavky na modifikaci vlastností elektrolytu, nejčastěji se jedná o báze fluoridů a chloridů sodíku, hořčíku, vápníku, lithia apod.

Elektrolýza je realizována roztaveným kryolitem při teplotě okolo $960\text{ }^\circ\text{C}$, toto probíhá buď v elektrolytických pecích, nebo elektrolyzérech. V současnosti je elektrolyzér tvořen uzavřeným systémem, do kterého patří uhlíková katoda, která tvoří dno elektrolyzérova a uhlíková anoda, která je ponořena v roztavené koupeli. Do koupele je pravidelně přidáván oxid hlinitý, který je za daných podmínek rozpouštěn v kryolitu, následkem nastaveného napětí na elektrolyzérova je rozkládán na kovový hliník, který putuje na dno ke katodě a kyslík, který oxiduje uhlíkovou anodu. Čistý hliník se hromadí na dně redukčního hrnce a je odsáván. Hrnce pracují 24 hodin denně, sedm dní v týdnu. (Advameg ©2020b) Z tohoto důvodů dochází ke spotřebě anod v procesu, zatímco se elektrolyt nespotřebovává, pouze se doplňují modifikátory, jako fluorid hlinitý a další přídavky.

Pro nezbytnou údržbu je nutné v pravidelných intervalech vybourat vany elektrolyzérů a znova vyzdít. Provoz elektrolýzy je většinou sestaven ze série elektrolyzních pecí.



Obrázek 3: Schéma Hall-Héroultova elektrolyzéro a) průřez, b) půdorys (Michna a kol. 2005)

4.2 Dopady na životní prostředí

Nejdůležitější rudou pro získání hliníku je bauxit. Na výrobu hliníku se spotřebuje zhruba 85 % veškerého vytěženého bauxitu. Světové zásoby bauxitu se odhadují na zhruba 50 biliónů tun. (Jhm 2010) V současné době jsou dominantními státy v těžbě bauxitu: Austrálie, Guinea, Jamajka, Brazílie a Čína. Mezi další země, ve kterých se těží bauxit ve významném množství jsou Venezuela a Indie.

Celosvětově největším producentem bauxitu je Austrálie. Aktuálně existuje v Austrálii pět bauxitových dolů, které poskytují suroviny pro sedm rafinérií oxidu hlinitého, které dodávají oxid hlinitý do šesti Australských tavíren hliníku a exportnímu trhu. (Australian Aluminium Council ©2020)

Proces těžby bauxitu je komplikovaný a škodlivý. Způsobuje odlesňování, degradaci půd a porušování lidských práv. Vzhledem k tomu, že se bauxit těží v povrchových dolech, tak má těžba za následek zabírání ohromných ploch půdy. Z tohoto důvodu má těžba významné sociální dopady na obyvatelstvo, které je z důvodů těžby nuceno se odstěhovat a nechat své pozemky velkým těžařským firmám. Těžba bauxitu také způsobuje kontaminaci vody, což má za následek úhyn ryb a znečištění okolní půdy.

Jako by nebyl dopad těžbou již tak dost špatný, tak i jeho zpracování zatěžuje

životní prostředí. Výroba hliníku je energeticky velmi náročná, navíc produkuje velké množství CO₂, a také některé fluorované uhlovodíky. Ve výsledku to znamená, že hliníkový průmysl je sám o sobě zodpovědný za výrobu zhruba 1 % celosvětových emisí skleníkových plynů. (Zacune 2013)

Asi největším problémem při samotné výrobě hliníku je její meziprodukt červené bahno. Červené bahno je komplikovanou chemickou polévkou, vodnatý kal obsahující jemná zrnka hornin, solí, prvků a sloučenin. (Jhm 2010) Jeho složení se zásadně liší dle původu bauxitu. Důvodem, proč je bahno tak nebezpečné, je vysoký obsah louhu, který se používá při rafinaci. Hodnota pH bahna je 13. Louh má takovou sílu, že může zabíjet rostliny a zvířata. Zároveň způsobuje poškození a popálení dýchacích cest, pokud se nadýcháme jeho výparů.

Bahno je uskladňováno v nádržích, nejčastěji válcového tvaru. Pravděpodobně nejhorším příkladem nebezpečnosti červeného kalu je případ z roku 2010, kdy se v Maďarském městě Ajka protrhla nádrž, kde byl uskladněn odpad z hliníkárny. Následkem toho, došlo k zaplavení zhruba čtyřiceti kilometrů čtverečních a bohužel došlo i ke ztrátám na lidských životech. Tato tragédie je zobrazena na obrázku 4.



Obrázek 4: zamoření města Ajka (Associated Press ©2018, dostupné z

https://www.idnes.cz/zpravy/zahranicni/pred-toxickou-katastrofou-v-madarsku-varoval-uz-v-cervnu-letecky-snimek.A101013_101048_zahranicni_aha/foto/JB3647f6_03.JPG)

Bezesporu dalším extrémním dopadem na životní prostředí jsou emise. Jedna plechovka vyprodukuje daleko více skleníkových plynů, než sama váží. Pro výrobu plechovky o objemu 0,5 litru se vyprodukuje zhruba 0,22 kg CO₂ekv. Při spotřebě 1 kWh elektrické energie vznikne něco okolo 0,65 kg CO₂ekv, což je ekvivalentem tří plechovek od piva. Při spotřebě litru benzínu se vytvoří emise zhruba 2,5 kg CO₂ekv což je ekvivalentem 11 plechovek od piva. Pro srovnání lze říci, že jeden strom dokáže za jeden rok pojmout zhruba 6 až 70 kg CO₂ekv, což je ekvivalent 200 plechovek od piva. Proto,

aby výrobci a konzumenti plechovek kompenzovali svoji uhlíkovou stopu, museli by ročně zasadit zhruba 100 000 stromů. (Arnika ©2014) Recyklací plechovek lze i přesto ušetřit až 75 % vložené energie než při primární výrobě.

4.3 Vznikající odpady a jejich opětovné využití

Jak již bylo zmíněno v kapitole 2.2, tak proces získání aluminy z bauxitu má velmi závažné dopady na přírodu a okolní obyvatelstvo. Během procesu nám vzniká spousta odpadů. Jedním z hlavních odpadů procesu těžby je odpadní voda. Voda je v procesu použita u drcení a mletí, kdy se používá k potlačení vznikajícího prachu, dále voda vypouštěná z dolu a povrchový odtok, jenž vytváří malý objem odpadní vody. Tato voda se neutralizuje vápnem a poté je vypouštěna do okolních toků. (Unisted States Envirometnal Protection Agency ©2017) Rafinérské procesy využitě k výrobě hliníku vyprodukují asi 2 – 2,5 tuny pevného odpadu na každou 1 tunu vyrobeného hliníku. (Unisted States Envirometnal Protection Agency ©2016) Z tohoto pevného odpadu je zde malé množství odpadních hornin, malé množství pevného odpadu a již zmíněných odpadních bahen. Sušený bauxit je smíchán s horkými žíravými roztoky, aby se rozpustil oxid hlinitý. Právě zbytky těchto bauxitů se nazývají „červeným bahnem“ a jsou ponechávány v usazovacích nádržích, kde se v některých závodech bahno dále zpracovává na oxidy hliníku. Tento odpadní produkt je nazýván „hnědým bahnem“. Odpad z červeného bahna se nechává zaschnout na velmi jemnou práškovou pevnou látku, která obsahuje poměrně velké množství železa, hliníku, vápníku a sodíku. Vysušené kaly červeného a hnědého bahna se využívají pro rekultivaci půdy, pro stavbu přehrad nebo hrází, popřípadě jako vstupní materiál pro další procesy těžby.

4.4 Výroba hliníkových obalů

4.4.1 Suroviny používané při výrobě

Druh suroviny s obsahem energie	Množství	Druh suroviny s obsahem energie	Množství
Ropa	6,47E+01	Lignit	6,04E-03
Zemní plyn	5,09E+01	Rašelina	1,44E-02
Uhlí	5,33E+01	Dřevo	5,04E+01
Metalurgické uhlí	3,46E-01		

Tabulka 56 – Spotřeba surovin a vody jednocestných hliníkových plechovek 0,5l (kg/funkční jednotka)

Druh suroviny	Množství	Druh suroviny	Množství
Baryt	7,01E-03	Dolomit	1,06E-02
Bauxit	1,60E+02	Cr	2,68E-04
NaCl	3,59E+00	O ₂	3,18E-02
CaSO ₄	2,53E-04	N ₂	4,29E-01
Jíl	8,65E-01	Vzduch	2,15E+01
Feromangan	7,85E-04	Bentonit	1,13E-03
Fluorit	2,91E+00	Štěrk	3,19E-03
Fe	8,64E-01	Olivín	8,11E-03
Pb	6,06E-03	Jilovitá břidlice	7,18E-04
Vápenec (CaCO ₃)	7,93E+00	Ulexit	1,00E-08
Mg	1,96E+00	Chlorid draselný (KCl)	5,35E-03
Mn	1,24E-01	S (vázaná)	1,33E-04
Rutil	4,00E-08	Živočišné látky	1,50E-01
Písek (SiO ₂)	6,41E-02	Biomasa (včetně vody)	3,64E+01
Zn	4,44E-03	Hg	8,14E-06
Cu	4,87E-06	Zemina	4,02E+00
Fosfáty jako P ₂ O ₅	4,54E-02	Voda	4,27E+03
S (elementární)	1,30E+00		

Tabulka 3: Spotřeba surovin a vody jednocestných hliníkových plechovek 0,5l (MŽP ©2009, dostupné z http://lca-cz.cz/projekt-lca/download/Publikace_LCA_napojovych_obalu.pdf)

4.4.2 Označení hliníkového obalu

Dle normy ČSN 77 0052 – 2 (770052) by měl mít každý v České republice vyrobený hliníkový nápojový obal označení, zda jde o recyklovatelný materiál. Značka pro hliníkové materiály je složena ze tří šipek složených do trojúhelníku a nesoucí buď číselné označení 41, nebo písemné označení ALU viz obr. 5. Fakt, že máme, co dočinění právě s hliníkem, lze snadno ověřit třeba testem s magnetem. (ZO ČSOP Veronica ©2020)



Obrázek 5: Označení hliníkových obalů (ZO ČSOP Veronica ©2020, dostupné z <https://www.veronica.cz/hlinik-zbytecny-odpad>)

Výrobní postup:

Výrobu lze shrnout v 9 krocích. Pro výrobce je důležité, aby každá plechovka měla stejné vlastnosti.

Mazání a lisování - Hliníkové obaly jsou vyrobené z obrovské hliníkové fólie, jež váží něco okolo deseti tun. Tato fólie je natřena speciálním lubrikantem (mazivem) a je za pomoci dopravního pásu přivedena do hlubokotažného lisu. Z této fólie se lisují mělké kalíšky.



Obrázek 6: Lis (Ball Beverage Packaging Czech Republic s.r.o., dostupné z <https://www.ballcorp.eu/plechovka/>)

Formování - Kalíšky jsou umístěny před pohybující se raznici, a ta je protlačí přes řadu tvarovacích kroužků, čímž roste výška kalíšku a zároveň se snižuje tloušťka stěny.

Ořezávání - Po zformování plechovek jdou kalíšky do trimmeru. Zde trimmer ořízne plechovku na požadovanou výšku. (Ball Beverage Packaging Czech Republic s.r.o. b.r.) Při tomto procesu zůstává spousta odřezků. Odřezky se slisují a jsou posílány zpět do zpracovatelského závodu, kde je opět vyrobena nová fólie.

Omývání – Kalíšky prochází myčkou z důvodu odstranění lubrikantu (maziva), jenž se používá při formování. Zároveň myčka připraví povrch pro nanesení barvy a laku.

Potisk – Plechovka je dekorována. Vrchní lak, jenž je bezbarvý, dodává plechovce lesk a chrání tisk před poškozením.

Vnitřní lakování - Zároveň je plechovka lakována uvnitř, aby lak chránil produkt před kontaktem s kovem.

Tvarování hrdla a příruby - Dalším krokem je formování hrdla a příruby, jež snižuje průměr horní části plechovky, vytváří přírubu a umožní nám tak plechovku po jejím naplnění uzavřít.



Obrázek 7: Tvarování hrdla a příruby (Ball Beverage Packaging Czech Republic s.r.o., dostupné z <https://www.ballcorp.eu/plechovka/>)

Kontrola kvality - Během celého procesu dochází ke kontrole kvality. A v poslední části procesu prochází plechovky dodatečnými testy. Mezi testy patří např. testování děr a prasklin příruby, nebo testování vnitřních vad.

Naskladnění na palety - Na konci celého procesu jsou plechovky baleny a odesílány do skladu, nebo přímo k odběratelům.

4.5 Recyklace a zpracování

Po shromáždění hliníkových plechovek slisovaných do balíku (viz kapitola 6.4) dojde k jejich odvozu do zpracovatelského závodu s tavírenskou pecí. Nejdříve se balíky přivedou do pece, aby došlo k odstranění potisku a nežádoucích částí. V peci je udržována teplota 7000 °C, neboť je tato teplota nejnižším bodem tání některých kovů.

Během tavení se do hliníku přidávají chemikálie, aby měl ve výsledku hliník správné složení.

Všechny nečistoty jsou vyplaveny na horní povrch horkého hliníku. (Conserve Energy Fututre ©2020) Tato tzv. struska se poté odstraňuje za pomoci speciální škrabky. Dalším krokem je ustavovací pec. V peci roztavený hliník čeká na proměnu v ingoty. Jednou za čas se pec naklopí, aby se roztavený hliník vлил do formy. Každý ingot obsahuje zhruba 1,6 miliónu nápojových plechovek.

Tato tavenina se pak přelije na lící pás a je odlévána do ingotů, nebo bloků. Hliníkové ingoty se pak odešlou do válcovny, kde jsou opět vylisovány hliníkové svitky. Celková doba od shromaždiště až po recyklované plechovky na pultech obchodů, může být v ideálním případě, tj. bez doby zdržení nějakého kroku pouhých šest týdnů.

V současné době nalezneme dva hlavní typy recyklačních procesů. Jedná se o recyklaci s otevřenou a uzavřenou smyčkou. (General Kinematics Corporation ©2020) Bavíme-li se o otevřeném cyklu, tak se jedná o proces, při němž se recyklované materiály přeměňují na nové suroviny a odpady. Lze tedy říci, že recyklované materiály se obvykle použijí při výrobě produktu, než byl jejich původní recyklační účel. Jinými slovy lze říct, že mohl být materiál použit jako vstup pro výrobu jiného produktu. Výhodou tohoto procesu je, že výroba nemusí čekat na dostatečné množství nasbíraného materiálu a může být zkombinována s podobnými výrobky. Nevýhodou je, že velmi často dochází k degradaci recyklovaného materiálu a ztrátou připojených materiálů, které se nerecyklují. Mezi tyto materiály lze přiřadit například etikety, nebo lepidla.

Recyklace v uzavřené smyčce je zaměřena hlavně na udržitelnost dodavatelského řetězce. Recyklační procesy v této smyčce jsou navrženy tak, aby vyrobený materiál mohl být recyklován, nejčastěji pro použití stejného produktu. Výhoda uzavřené smyčky tkví v tom, že se výrobky vrací zpět do společností výrobního odvětví, znovu se použijí, nebo jsou renovovány bez ztráty materiálu. Nevýhodou tohoto procesu je, že musí dojít k dobré přípravě, respektive takřka čistému vytřídění materiálu, aby nedocházelo k degradaci materiálu.

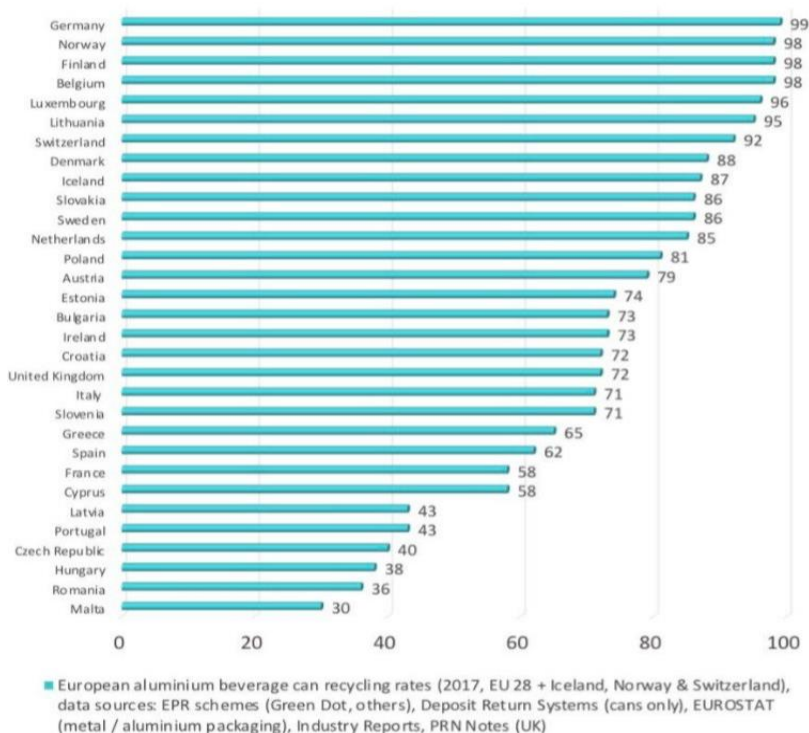
4.5.1 Výhody recyklace hliníku

Mezi hlavní výhody hliníku patří bezesporu to, že jeho kvality recyklací nikterak neutrpí a může být tedy využíván prakticky donekonečna. Recyklací lze ušetřit nejenom energii, ale i suroviny pro jeho primární výrobu. Recyklací se ušetří takřka 20x více energie než při jeho získávání z rudy. Na výrobu 100 000 tun hliníku z rudy se spotřebuje přibližně 4 700 TJ energie. Recyklací, respektive druhotným zpracováním se za účelem získání

stejného množství hliníku spotřebuje pouze 240 TJ. Celková úspora energie je tedy okolo 95 %.

Recyklací se také ušetří zhruba osmdesát milionů tun emisí skleníkových plynů, což je stejné jako u přibližně patnácti milionů osobních automobilů. Recyklací můžeme v rámci hliníkového průmyslu snížit emise skleníkových plynů až o 92 %. (Soo a kol. 2018) Mezi hlavní nevýhody hliníku patří beze sporu to, že se hliník v přírodě a na skládkách nerozkládá, neboť při reakci s atmosférickým kyslíkem se na povrchu hliníku vytvoří vrstva, která neumožňuje další reakci. Proto není-li hliníkový obal odevzdán do sběru, nebo do separovaných nádob, končí v tom lepším případě na skládkách. V tom horším případě končí jako odpad odhozen někde v lese, nebo u městských zástaveb.

4.5.2 Míra recyklace evropských hliníkových nápojových obalů



Graf 1: Míra recyklace evropských hliníkových nápojových obalů (Baum Publications Ltd. ©2020 dostupné z <https://www.recyclingproductnews.com/article/32127/aluminium-beverage-can-recycling-in-europe-hits-record-745percent-in-2017>)

5. Nakládání s obalovými odpady v ČR a zahraničí

Jak je nám definováno zákonem č. 185/2001 Sb., odpad je každá movitá věc, které se osoba zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se jí zbavit. Dle této definice nepochybně patří i obalové materiály ke složkám odpadu. V České republice je však tento druh odpadu vymezen jako obaly a podléhá zákonu 477/2001 Sb. o odpadech.

Účelem zákona č. 477/2001 Sb. je primárně chránit životní prostředí tím, že předejdeme vzniku odpadů z obalů, zejména snížením hmotnosti, objemu a škodlivosti obalů. Tento zákon zároveň stanoví práva a povinnosti podnikajících právnických a fyzických osob. Dále stanoví působnost správních úřadů u nakládání s obaly, a to u uvádění obalů, nebo balených výrobků na trh a dále do oběhu, při jeho zpětném odběru a při využití odpadu z obalů a stanoví přestupky, opatření k nápravě, poplatky a ochranná opatření.

V okamžiku, kdy obal přestane plnit svůj účel, kvůli kterému byl vyroben, stává se z něj odpad. (MŽP ©2019 a) Většina obalových odpadů je velmi dobře využitelná například jako vstupní surovina pro zpracování dalších výrobků. Aby byla recyklace co nejvíce efektivní, je zapotřebí odpady z obalů správně vytřídit na jednotlivé složky dle jejich materiálového složení, tím pádem je tedy odkládat v rámci odděleného sběru odpadů.

5.1 Systémy třídění ve členských státech EU

Systémy sběru odpadu užívané jednotlivými státy Evropské unie se velmi liší v jejich konfiguraci. Prozkoumat, jaké systémy jsou v které zemi zavedeny, je proto nesmírně těžké, neboť ve většině členských států se liší také na regionální a dokonce i na obecní úrovni. Proto se pro usnadnění získání dat dělí do níže uvedených kategorií:

Primární systém: Je definovaný jako nejpoužívanější systém v celé zemi.

Sekundární systém: Jde o druhý nejrozšířenější systém v zemi.

Vzácné, nebo velmi vzácné systémy: Kategorie zřídka kdy využívaných systémů.

Tyto systémy se dále dělí do kategorií:

Systém door-to-door collection – jedná se o způsob třídění odpadu do pytlů, speciálních pytlů, zásobníků a kontejnerů, jenž se sváží s pravidelnou frekvencí. Tento systém se dá dále rozdělit z hlediska využití těchto pytlů na nejčastěji používaný sběr hliníkových obalů společně s plastem, dohromady s dalšími frakcemi a odděleného sběru

Systém Bring points – Pro tento systém je požadováno, aby se nápojové obaly přinesly do specializovaných středisek či sběrných míst. Tento systém se dá dále rozdělit dle způsobu sběru, zda jsou obaly tříděny dohromady či odděleně.

Občanská vybavenost – Tento systém je nám celkem dobře známý, neboť se využívá na většině míst České republiky. Jde o systém sběrných nádob a sběrných míst (dvorů), kam se dá odnést odpad z domácností.

Uložení a vrácení – zpravidla se využívá na nápojové láhve (plechovky) vyrobené ze skla, plastu a kovu. (Seyring a kol. 2015)

Členské státy EU + Velká Británie	Door-to-door dohromady s plastem	Door to door dohromady s dalšími frakcemi	Door to door odděleně	bring points dohromady	bring points odděleně	Občanská vybavenost
Belgie	x					
Bulharsko	x					
Česko						x
Dánsko			x			
Estonsko					x	
Finsko		x				
Francie	x					
Chorvatsko				x		
Irsko		x				
Itálie	x					
Kypr	x					
Litva				x		
Lotyšsko						x
Lucembursko	x					
Maďarsko	x					
Malta		x				
Německo	x					
Nizozemsko			x			
Polsko				x		
Portugalsko				x		
Rakousko					x	
Rumunsko		x				
Řecko		x				
Slovensko						x
Slovínsko	x					
Španělsko				x		
Švédsko					x	
Velká Británie		x				

Tabulka 4.: Primární systémy třídění ve členských státech EU (autor 2020 dostupné z https://ec.europa.eu/environment/waste/studies/pdf/Separate%20collection_Final%20Report.pdf)

5.2 Strategické cíle EU

Dne 30. května 2018 byla vydána směrnice Evropského parlamentu a rady (EU) 2018 /852, kterou se změnila původní směrnice 94/62/ES o obalech a obalových materiálech. Směrnice 94/62/ES měla za cíl zvýšit využití a recyklaci obalů a obalových odpadů tak, aby byly lépe odráženy ambice Unie přejít na oběhovou ekonomiku. Směrnice (EU) 2018/852 nám přímo udává parametry, kterých by se mělo dosáhnout. A to konkrétně by se do 31. prosince 2025 mělo recyklovat minimálně 65 % veškerého odpadu z obalů. Minimální hmotnostní cíle pro hliník obsažený v odpadech byly vytyčeny na 50 % a pro železné kovy 70 %. A dále stanovuje cíle do 31. prosince 2030, které jsou stanoveny na recyklování minimálně 70 % hmotnosti veškerého obalového odpadu. Limit pro hliník je zde zvýšen na 60 % a pro železné kovy 70 %.

5.3 Strategické cíle ČR

Dne 22.12.2014 schválila vláda České republiky nový plán odpadového hospodářství ČR (POH ČR) pro období 2015–2024. Rovněž bylo schváleno nařízení vlády, kterým se vyhlašuje závazná část POH ČR, nařízení vlády č. 352/2014 Sb. o plánu odpadového hospodářství České republiky pro období 2015-2024. (MŽP ©2019 b)

Závazná část Plánu odpadového hospodářství České republiky je závazným podkladem pro zpracování plánů krajského odpadového hospodářství a pro rozhodovací, nebo jiné činnosti správních úřadů krajů a obcí v rámci odpadového hospodářství. Závazná část Plánu odpadového hospodářství České republiky, je především založena na dodržování hierarchie nakládání s odpady.

Strategickými cíli odpadového hospodářství ČR v období 2015-2024 je snížit měrou produkci odpadů a předcházet tak jejich vzniku, snížit nepříznivé účinky při vzniku odpadů a eliminovat jejich dopady na lidské zdraví a životní prostředí, v rámci udržitelného rozvoje se přiblížit k evropským recyklačním standardům, maximálně využít odpady jako substitutu prvotních zdrojů a přechod na oběhové hospodářství.

Cílem je dosáhnout limitů vytyčených Evropskou unií pro rok 2025 tj., že by se mělo recyklovat minimálně 50 % hliníku.

5.4 EKO-KOM a systém zeleného bodu

5.4.1 Historie společnosti EKO-KOM

Společnost EKO-KOM, a.s. byla založena v roce 1997 průmyslovými podniky vyrábějícími balené zboží, v témže roce byl uveden v platnost zákon č. 125/1997 Sb. o odpadech, ve kterém však byla problematika řešena pouhými dvěma paragrafy. Společnost EKO-KOM byla založena s cílem, aby byl vytvořen v České republice systém zeleného bodu.

V roce 2000 byla společnosti EKO-KOM, a.s. udělena od PRO EUROPE licence k užívání známky Zelený bod v ČR.

Na začátku roku 2002 vstoupil v účinnost zákon č. 477/2001 Sb. o obalech, jenž zpřesňoval povinnosti spojené s nakládáním s obaly a obalovými odpady. 28.3.2002 bylo ministerstvem životního prostředí vydáno Rozhodnutí o autorizaci dle platného zákona o odpadech, tím se tak stala společnost EKO-KOM, a.s. autorizovanou obalovou společností. 19. března 2012 byla společnosti EKO-KOM prodloužena ministerstvem životního prostředí autorizace do roku 2020. Autorizace je nutná pro to, aby EKO-KOM mohl zajišťovat třídění a využití odpadů z obalů. (EKO-KOM, a.s. ©2020a)

5.4.2 Co dělá společnost EKO-KOM

Autorizovaná obalová společnost EKO-KOM zajišťuje provoz a fungování celého systému třídění a recyklace obalových odpadů v podstatě v celé ČR. (EKO-KOM, a.s. ©2017) Systém je fungující na vzájemné spolupráci obcí a průmyslových podniků. Výrobci, plniči a dovozci baleného zboží, kteří uzavřeli s autorizovanou obalovou společností smlouvu o zajištění zpětného odběru a využití obalů, jsou povinni platit stanovené poplatky, jejichž výše je odvedena od množství obalů, jenž vyprodukují. Tyto peníze jsou pak využity pro zajištění sběrných sítí a zpětného odběru u obcí, jež jsou do tohoto systému zapojeny. Tím je tak utvořen systém, díky kterému jsou obalové materiály vytříděny, odvezeny, dotříděny, a poté jsou použity jako druhotná surovina, nebo jako zdroj energie.

5.4.3 Systém Zeleného bodu

Použití ochranné známky Zelený bod lze pouze u výrobků vyrobených v ČR a to jen se souhlasem autorizované obalové společnosti EKO-KOM. To znamená, že musí mít každý subjekt, usilující o značku zelený bod, uzavřenou smlouvu se společností EKO-KOM. Označení Zelený bod se smí použít pouze, zda byl za daný obalový výrobek uhrazen poplatek u společnosti zajišťující zpětný odběr a využití obalového odpadu v souladu dle směrnice Evropského parlamentu a Rady 94/62/EHS o obalech a obalových materiálech.



Obrázek 8: Značka Zelený bod (EKO-KOM ©2020b, dostupné z <https://www.ekokom.cz/cz/klienti/uzitecne-informace-pro-klienty/zeleny-bod>)

5.5 Celková produkce hliníkových obalů v ČR

Dle zprávy Life Cycle Assessment (LCA) nápojových obalů zpracované pro ministerstvo životního prostředí v roce 2009 vyplývá, že ačkoliv životní cyklus hliníkových plechovek spotřebovává nejvíce energie, má vysoké nároky spotřeby neobnovitelných surovin (ropa, bauxit) a je nejvyšším producentem nebezpečného odpadu. (MŽP ©2009) I přesto v České republice vyrobí okolo dvě stě třiceti milionů kusů nápojových plechovek. Z tohoto objemu vyrobených plechovek jich připadá zhruba sto dvanáct milionů kusů na plechovky o objemu 0,25 litrů, padesát tři milionů kusů na plechovky o objemu 0,33 litrů a šedesát pět milionů kusů na plechovky o objemu 0,5 litru. Spočítáme-li si, že plechovka o

objemu 0,5l váží 16,8 gramů, plechovka o objemu 0,33l váží 13 gramů a plechovka 0,25l váží 10,7gramů, tak jednoduchým výpočtem zjistíme, že se na výrobu 230 milionů plechovek spotřebuje přibližně 3000 tun hliníku. (MŽP ©2009)

5.6 Nakládání s hliníkovými obaly v ČR

Za posledních pár let učinila Česká republika ohromný krok kupředu. Ještě pár let zpátky nebyl žádný systém na třídění a hliníkové odpady šlo odevzdat pouze do sběrných dvorů, nebo do výkopen kovů.

Ministerstvo životního prostředí sice chtělo v roce 2007 prosadit zálohovaný systém pro hliníkové nápojové obaly a PET lahve, stejně jako je tomu například v Německu (viz kapitola 5.7.1) a Švédsku (viz kapitola 5.7.4), ale nakonec se od této novely upustilo. Zároveň se však začala připravovat novela nová, která měla za úkol více podpořit sběr a třídění.

V současné době je v platnosti zákon č. 352/2014 Sb., který stanovuje cíl zvýšit recyklace kovových obalů minimálně na 55 % do roku 2020. Proto se na spoustě míst v České republice začal podporovat sběr nápojových obalů. Spousty měst a obcí začalo využívat žlutých kontejnerů na plast i na kovové obaly. V některých zejména větších městech byly proto zkoušeny různé způsoby třídění v rámci pilotních projektů.

5.6.1 Sběr a svoz nápojových obalů na území Brna

Město Brno zvažovalo o rozšíření komodit separovaného sběru. Z důvodu zahájení zkušebního provozu dotřídovací linky se však rozhodlo pro jiný druh sběru. A tak zahájilo od 1. září 2010 sběr do stávající sítě sběrných nádob. Nutno podotknout, že v Brně nejsou sbírány směsné plasty, ale pouze PET lahve.

Od 1. září 2010 jste tedy mohli do žlutých kontejnerů odevzdat nápojové kartony, hliníkové nápojové obaly a PET lahve. Město se rozhodlo pouze pro sběr hliníkových obalů od nápojů, a nikoliv kovových obalů, a to zejména z důvodu, aby nebyly znehodnoceny zbytky potravin aj. již sbírané PET lahve a také z důvodu zápachu a hygieny, neboť je ve městě rozmístěno 806 kusů žlutých kontejnerů s objemem 1100 l a 133 kusů drátěných košů 2,5 – 5 m³.

Za čtyřměsíční fungování bylo vytríděno zhruba 400 kg hliníkových obalů z nápojů. Co však představovalo problém, bylo to, že se v kontejnerech začalo kromě tříděných komodit objevovat i velké množství nežádoucích příměsí, nejčastěji se jednalo o směsný komunální odpad.

Zároveň došlo k instalaci nové technologie škvárového hospodářství. Ve společnosti SAKO Brno a.s. byla zabudována linka na principu vířivých proudů, kde (jak je zmíněno v kapitole 6.1) můžeme na základě rozdílné hmotnosti mechanicky oddělit hliníkové slitky od škváry. Za prvních sedm měsíců fungování této linky tak došlo k vytřídění a předání přibližně 120 tun hliníku.

Když se porovnaly efektivnosti výtěžnosti obou systémů získání hliníku jednoznačně vyplynulo, že získání hliníku separací ze škváry je dosaženo až o dva řády vyšší výtěžnosti než jeho klasickým odděleným sběrem. (Vaněček 2011)

5.6.2 Sběr a svoz nápojových obalů na území Ostravy

Ostrava má stejně jako Brno zavedený systém společného kontejneru pro plast, nápojové kartony a hliníkové obaly. Tomuto kroku však předcházela pilotní projekt, ve kterém se řešil problém, zda tříditi kovové obaly společně s plasty, papírem a nápojovými kartony, nebo zda tříditi do speciálních popelnic pouze na kovové obaly. Proto se pro vyzkoušení, který z uvedených systému je výhodnější vybraly dvě oblasti města, Výškovice, kde byl systém společné nádoby a Slezskou Ostravu, kde byly rozmístěny popelnice pouze pro kovové obaly.

Při vyhodnocení pilotního projektu se prokázalo, že společný sběr a svoz kovových obalů společně s plasty a nápojovými kartony je levnější, než je tomu tak u sběru a svozu samostatném. (Kce 2011) Vzhledem k tomu, že k dotřídění muselo dojít v obou případech, byl ekonomičtější systém společný sběr. Důvodem k tomu mohl být i fakt, že v nádobách s kovovými obaly bylo kromě 60 % využitelných kovů také 20 % odpadových materiálů typu sklo, papír apod. a 20 % nevyužitelných kovů např. znečištěné, nebo nebezpečné. Za devět měsíců pilotního projektu se podařilo vytříditi téměř 5300 kg kovových obalů. Z nasbíraných obalů se podařilo společnosti OZO Ostrava vytříditi tři tuny kovu pro další využití. Z důvodu malého množství kovů nešlo ekonomicky vyhodnotit odbyt tohoto materiálu.



Obrázek 9: Modrožluté kontejnery OZO (Ryšavý 2018, dostupné z <https://www.moderniobec.cz/ostrava-se-chysta-na-ojedinele-trideni-odpadu-do-jedne-nadoby-bude-mozne-spolecne-vkladat-plasty-papir-napojove-kartony-i-kovove-obaly/>)

5.6.3 Sběr a svoz nápojových obalů na území Plzně

Doposud byl v rámci města Plzně zajišťován sběr za pomoci sběrných dvorů a velkoobjemových kontejnerů, kde se během roku 2018 vytrídilo zhruba 400 tun kovů. V současné době se čeká na vyhodnocení pilotního projektu. Společnost Čistá Plzeň, která má na starosti svoz ve městě, instalovala do ulic 8 šedých kontejnerů na kovové obaly, které poskytla společnost EKO-KOM. Pokud se budou i nadále Plzeňany využívat kontejnery, tak se časem zvýší jejich počet. (Pecuch a Jarošová 2019)

Do nových kontejnerů lze třídit hliníkové a železné plechovky od nápojů a potravin, kovová víčka či zátky, alobal a další kovové drobnosti z domácností, jakož i staré klíče, kancelářské svorky, nebo drátěná ramínka.

5.7 Nakládání s obalovými materiály v zahraničí

5.7.1 Spolková republika Německo

V rámci snahy o minimalizování vzniku odpadu z obalů byla v roce 1991 v Německu zavedena vyhláška o odpadech, kterou byla zodpovědnost za snížení množství odpadu přenesena na výrobce. Systém zeleného bodu je cesta, která výrobcům usnadní činnost spojenou se zpětným odběrem v souladu s Německou legislativou. (Hřebíček a kol. 2009)

Německý zelený bod má za úkol přimět výrobce k předcházení vzniku odpadu již při navrhování výrobku. Systém je zaměřen zejména na tři odpadové toky z obalů: přepravní obaly, druhotné obaly a primární obaly.



Obrázek 10: Značka Německého Zeleného bodu (Abfallberatung b.r., dostupné z https://www.abfallberatung-unterfranken.de/von_der_muellabfuhr_zur_kreislaufwirtschaft.html)

V Německu byly vytyčeny dva cíle, oba určovaly celkovou dosaženou úroveň recyklace. Bylo požadováno recyklovat 72 % skla a plechovek a 64 % odpadů z plastu, papíru, lepenky apod. Nedlouho po zavedení vyhlášky bylo však jasné, že dosáhnout požadovaných kvót recyklace, je pro samotné výrobce vysoce náročné. Proto byl v Německu zbudován duální systém nazývaný Duales System Deutschland (DSD). DSD je nezisková organizace, jenž přijímá od svých členů přijímací poplatky. Každý člen DSD proto může na svůj výrobek umístit značku Zelený bod, což zaručí, že pokud je obal sebrán v rámci tříděného sběru, tak bude recyklován.

Jednocestné nápojové obaly jsou v Německu zálohovány, což vyplývá z ustanovení zákona o obalech z 12. června 1991. Toto ustanovení nám říká, že klesne-li podíl opakovaně použitelných nápojových obalů (OPNO) na nápojovém trhu pod 72 %, tak se na jejich podporu vytvoří systém záloh na environmentálně nešetrné jednocestné nápojové obaly. Toto nastalo poprvé v roce 1997, kdy byl podíl OPNO 71,33 %. Z důvodu poklesu podílu OPNO na trhu i v dalších dvou letech, tak byla u všech jednocestných nápojových obalů, kterým poklesl podíl pod 72 %, uložena zálohovací povinnost. Konzument, jenž vrátí nápojový obal do sítě obchodů, má nárok na vyplacení zálohy, která byla stanovena na 25 centů (ϕ). (Hřebíček 2009) Povinnost zálohovat tyto obaly vstoupila v platnost 1. ledna 2003. Od vstoupení v platnost se začaly vytvářet práce na národním zálohovacím systému.

Dne 1. května 2006 vstoupila v platnost novela zákona o obalech (Verpackungsverordnung – VerpackV), jež pozměnila některá ustanovení původního zákona, která se týkala zálohovaného systému na jednocestné nápojové obaly. Novela dále rozšířila povinnost zálohovat jednocestné nápojové obaly o objemu od 0,1 do 3 litrů, a to v případě alkoholických míchaných nápojů a nesycených nealkoholických nápojů.

Zmíněná změna zákona v roce 2006, měla zcela zásadní dopad pro individuální systémy zpětného odběru nápojových obalů uvedený výrobcem na trh, neboť se tyto systémy zcela zrušily. Do té doby mohl obchod odmítnout nápojový obal, který byl od

jiného výrobce. Od tohoto data je obchodník povinen odebrat veškeré nápojové obaly, které odpovídají materiálově tomu, jaké nápoje nabízí, a to bez ohledu na to, zda jsou tyto obaly z jeho distribuce, nebo od konkurence.

Subjekty, kteří chtějí, nebo uvádějí v Německu jednocestné nápojové obaly, jsou povinni tyto obaly označit znakem systému jednotného zálohovaného systému Deutsche Pfandsysteme GmbH (DPG) a EAN kódem. Nápojové obaly jsou spotřebiteli vráceny zpět do obchodních sítí, a to buď pomocí automatů, nebo ručním odběrem. Podmínkou pro vrácení obalů je, že nesmí být láhev zdeformována, nebo znečištěna a musí obsahovat znak DPG a EAN kód.



Obrázek 11: Označení jednocestného nápojového obalu DPG (DAVR ©2020, dostupné z <https://www.davr.de/index.php/recycling/dpg-system.html>)

V roce 2012 byly v Německu vyrobeny hliníkové obaly z téměř 93 800 tun hliníku. Z toho bylo recyklováno 83 500 tun. Organizace Gesellschaft für Verpackungsmarktforschung (GVM), která provedla průzkum, uvedla, že hodnota recyklace hliníku dosáhla nového maxima a to konkrétně 89 %. Díky dosažené míře recyklace a s přihlédnutím ke sběru, zpracování a případné materiálové ztráty, které počítá společnost DAVR, je roční úspora skleníkových plynů více než 390 000 tun CO₂, což je ekvivalent celkové spotřebě paliva 13 000 nově registrovaných automobilů na Německých silnicích. (The International Aluminium Institute ©2018)

5.7.2 Rakouská republika

Sběr v oblasti průmyslu a obchodu je také organizován na úrovni národní, a to prostřednictvím regionální partnerské organizace pro znovuvyužití obalového odpadu, místních recyklačních center a přímém odvozu. (Bagárová Grzywa 2001) Tím pádem je tedy zákazníkovi umožněn svobodný výběr operátora pro nakládání s odpady.

Sběr odpadů z obalů má na starosti v Rakousku společnost Altstoff Recycling Austria (ARA), která má licenci k udělování zeleného bodu, který byl vytvořen již zmíněnou asociací pro opětovné využití Duales System Deutschland (DSD). Jak již bylo zmíněno v kapitole 5.7.1, tak tento systém umožní přenos povinnosti zpětného odběru za pomoci licenčního poplatku. Zapojení členové mohou používat na svých obalech známku zeleného bodu, avšak není to povinné.

Kromě společnosti ARA se v Rakousku podílí na sběru plastů a opětovného využití odpadů další dvě společnosti. Je to společnost Verpackungsverwertungsgesellschaft (AGREV), jež má na starosti druhový sběr a třídění plastů, hliníku, oceli atd. a společnost Österreicher Kunststoffkreislauf (ÖKK), která je zodpovědná za sběr a třídění plastových obalů, jejich recyklaci a zpětné využití, ale zároveň poskytuje rady a informace spotřebitelům a zhodnocuje nové technologie ve třídění.

Rakouské organizace pro znovuvyžití odpadů z obalů vykonávají, jak sběr z domácností, tak i z obchodních a průmyslových organizací, čímž se liší od spousty jiných systémů v Evropě. Systém je založen na tzv. donášek do středisek (angl. Bring collection) a tzv. systému ode dveří ke dveřím (angl. Door to door collection).

Pro bring collection je požadováno, aby se recyklované komponenty přinesly do specializovaných středisek a zde byly odloženy dle druhu odpadu. Typ tříděného sběru se dá rozpoznat dle barevných kódů umístěných na nádobách uvnitř střediska.

Pro systém door to door collection je od obyvatel vyžadováno třídění do speciálních žlutých pytlů a jejich následné připravení před dům. Žluté pytle jsou pak sváženy jako běžné odpady. (Hřebíček 2009)

5.7.3 Slovenská republika

V rámci obalového hospodářství na Slovensku působí od roku 2003 společnost ENVI-PAK, a.s. ENVI-PAK je neziskovou organizací, která se následně po svém založení stala členem PRO EUROPE, která zajišťuje systémy v rámci celé Evropy. Dne 20.dubna 2016 udělilo ministerstvo životního prostředí Slovenské republiky autorizaci pro obaly a neobalové výrobky a společnost ENVI-PAK se tak stala Organizací zodpovědnosti výrobců (OZV). Tím pádem je ENVI-PAK nejdéle působící oprávněnou organizací na území Slovenska. (OZV ENVI-PAK ©2016 a) ENVI-PAK má licenci na použití ochranné známky Zelený bod.

Výrobci za zakoupení ochranné známky hradí náklady spojené se sběrem, přepravou, recyklací, přípravou na opětovné využití, mzdy, energie, nebo náklady na třídící

linky. To má pozitivní vliv pro obecní a městské rozpočty. Čím více tedy obec, nebo město vytřídí, tím méně nákladů jí poté zbude na likvidaci směsného odpadu. Při nastavení efektivního tříděného sběru v obci se tak pro obce a občany bezplatným stane takřka bezplatným. (OZV ENVI-PAK ©2016 b)

V současné době se na Slovensku připravuje zálohovací systém pro plastové lahve a nápojové plechovky. Zatím počítá ministerstvo s tím, že za PET lahev by byla záloha 12 eurocentů a za nápojové plechovky 10 eurocentů, stejně jako je tomu u systému vratných lahví na sklo. Díky zálohování by se tento podíl měl zvýšit na více než 90 %. Po nastavení nových pravidel by PET lahve a plechovky byly označeny jedinečným kódem, díky kterému by nápojové obaly podléhaly vratné záloze. (Echo media a.s. ©2020) Systém záloh bude centralizovaný a provoz budou mít na starosti výrobci obalů a prodejci.

5.7.4 Švédsko

Za recyklaci obalových materiálů je ve Švédsku zodpovědná od roku 1994 jediná společnost, a to AB Svenska Returpack.



Obrázek 12: Značka Returpack (Studentevent.se, dostupné z <http://www.studentevent.se/miljo/>)

Ve Švédsku je celonárodní a kompatibilní systém zpětného odběru. Dále je ve Švédsku nařízení o vkladech, který je kontrolováno Švédským parlamentem. V důsledku to znamená, že každý, kdo plní nápojové obaly, nebo je dováží, tak musí být jeho láhve a plechovky zahrnuty do schváleného recyklačního systému. Záloha na plechovky a PET láhve do objemu jednoho litru je stanovena na 1 Švédskou korunu a 2 Švédské koruny za lahve na jeden litr. (Pantamera b.r.) Lahve lze vracet do automatů, kde jsou nápojové obaly lisovány a přepravovány do sběrných centrál. Automat pro recyklaci je k nalezení prakticky v každém větším švédském obchodě s potravinami. (Bagárová Grzywa 2000) Dozorčím orgánem je Švédská zemědělská rada Jordbruksverket a Švédská agentura pro ochranu životního prostředí Naturvårdcverket, která odpovídá za oficiální statistiku. Díky tomuto systému se může Švédsko pochlubit 90 % mírou třídění nápojových obalů. Jinými slovy 9 z 10 nápojových obalů je opět využito.

6. Vývoj sběru potravinových obalů z kovů v rámci hlavního města Prahy

6.1 Sběrné dvory, sběrný kovů a zařízení na energetické využití odpadu

Ještě před uvedením pilotního projektu (viz kapitola 6.2) nebyla situace s kovovými obaly v Praze nijak zvlášť šťastně řešena. Kovové obaly se daly odevzdat buď ve sběrných kovů, nebo na sběrných dvorech. Bohužel pro většinu občanů se jednalo o příliš složitý proces, a proto končila většina nápojových obalů v komunálním odpadu. I přesto, že se část komunálních odpadů dostala do zařízení na energetické využití odpadu (Zevo), kde se po energetickém využití tuhého komunálního odpadu vyseparovala ze škváry a nespalitelných částí většina železných obalů pomocí magnetu. Na základě rozdílné objemové hmotnosti bylo pak možno za pomoci vířivých proudů oddělit hliníkové slitky od škváry. Naneštěstí větší část těchto obalů končila na skládkách bez dalšího využití.

6.2 Pilotní projekt z roku 2013 – šedé mini-h

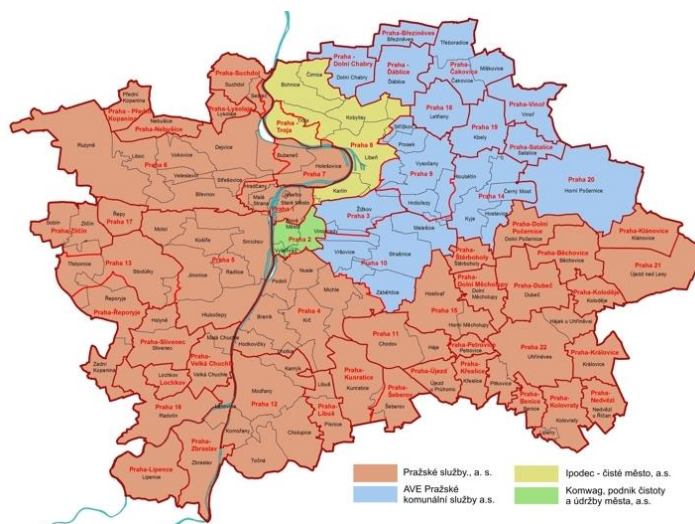
Pro stále se zvyšující nárůst používání nápojových plechovek byl ve spolupráci Magistrátu hlavního města Prahy a společností Pražské služby a.s. zahájen od 1.5.2013 pilotní projekt. Pro pilotní projekt byly vybrány celkem 3 městské části hl. m. Prahy. (Cihelka 2013 a) Šlo o městské části Praha 1, Praha 17 a Klánovice. V rámci pilotního projektu bylo 45 stanišť tříděného odpadu doplněno o nádoby na kovové obaly o objemu 240 a 1100 l. Pilotní projekt trval 6 měsíců a za tu dobu se podařilo nasbírat zhruba 780 kg nápojových plechovek. Po překvapivých prvních výsledcích se rozhodlo, že projekt bude dále pokračovat. Do navazující projektu se přidaly čtyři nová stanoviště na Praze 1 a úplně nová stanoviště na Praze 4. Ostatní nádoby byly ponechány pouze s úpravou v městské části Klánovice, kde se z důvodu menší výtěžnosti komodity, související s hustotou zalidnění, změnila nádoby z 1100 l za nádoby s objemem 240 l. V navazujícím pilotním projektu se zejména sledovala výtěžnost v zimních a jarních měsících, kdy byl očekáván z důvodu nižších teplot pokles výtěžnosti. Navazující projekt byl od 1.11.2013 do 30.6.2014. (Cihelka 2013 b)



Obrázek 13: Nádobna na kovové obaly o objemu 1100l (Autor 2020)

6.3 Současná situace ve sběru a svozu

V současné době je Praha rozdělena mezi čtyři velké svozové společnosti. Jsou to konkrétně: Pražské služby a.s., AVE Pražské komunální služby a.s., Ipodec – čisté město, a.s. a Komwag, podnik čistoty a údržby města, a.s. (viz obrázek 14)



Obrázek 14: Rozdělení svozových oblastí Praha (Portál životního prostředí hlavního města Prahy b.r., dostupné z

http://portalzp.praha.eu/jnp/cz/odpady/pro_obcany/system_sberu_komunalniho_odpadu_v_praze/index.xhtml

)

V únoru roku 2019 tak bylo v Praze možné nalézt 844 nádob o kapacitě 1100 litrů, 49 menších 240litrových popelnic a 8 podzemních kontejnerů s kapacitou 3000 litrů. (Bereň, 2019) Nádoby se svážejí ve frekvencích jednou za dva, tři, čtyři a šest týdnů. Každý z Pražanů si může zjistit v jaké četnosti je nádoba u jeho domova svážena, a to buď aplikací provozovanou Magistrátem hlavního města Prahy „Mapa separačního odpadu“ (<https://ksnko.praha.eu/map-separated/>), nebo dle nálepky s četností svozu na každé nádobě.

Všechny nádoby na kovové obaly v Praze jsou sváženy na centrum recyklace Pod Šancemi (viz kapitola 6.4). Nádoby jsou sváženy dvěma způsoby. 240 litrové nádoby jsou sváženy klasickými kuka vozy a vysypávány vyklápěčem do zadní části vozu a nádoby s objemem 1100, 1500, 2150 a 3000 litrů se spodním výsypem jsou sváženy vozy s hydraulickou rukou.



Obrázek 15: Nádoba na kovové obaly o objemu 1500 l (Autor 2020)

6.4 Recyklační linka Pod Šancemi

V současné době jsou všechny kovové obaly získané ze separačních stanovišť po Praze navezeny na centrum recyklace v areálu Pražských služeb v ulici Pod Šancemi.

Shromazďování - Odpad je vysypán do kóje a následně nakladačem naložen do násypky



Obrázek 16: Shromažďování kovových obalů (Autor 2020)

Čištění - Dále je odpad transportován po pásovém dopravníku, kde je obsluhou odebírán nevhodný (nekovový) odpad jakým jsou například plasty, nebo skleněné láhve, které by správně do nádob vůbec patřit neměly.

Magnetická separace - Po prvotním „vyčištění“ jede kovový odpad k magnetickému separátoru, kde jsou od sebe odděleny hliníkové a kovové nádoby dále pokračují pouze hliníkové obaly, kovové jsou magnetickým separátorem odvedeny do připravené nádoby k pozdějšímu zpracování.

Dočasné zmagnetizování - V dalším kroku se odpad třídí pomocí tzv. vířivých proudů. Zásluhou této technologie jsou části odpadu dočasně zmagnetizovány a jsou v silné opozici oproti rotujícímu magnetickému rotoru. (Samosebou.cz ©2019) Opozice způsobí to, že jsou neželezné kovy tzv. Al kovy doslova vystřeleny a dostanou se za přepážku, jenž odděluje lehčí obaly a nečistoty.

Dotřídění - Plechovky dále pokračují po páse, kde jsou dotříděny od přilepených částí lehčích obalů, nejčastěji plata od léků obsahující hliníko-plastovou kombinaci, což je nežádoucí materiál.



Obrázek 17: Přilepené nečistoty lehkých obalů (Autor 2020)

Lisování - Plechovky pokračují dopravníkem k násypce k hydraulickému lisu kde, jsou slisovány do jednoho zhruba 250 kg těžkého kvádrů (balíků).

Uložení a odvoz - Poté jsou slisované balíky vzaty a uloženy v areálu kde čekají na odvoz k zpracování.



Obrázek 18: Uložení slisovaných balíků (Autor 2020)

Změna typu lisovaného odpadu - Při dostatečném množství odseparovaných železných obalů tzv. Fe obalů s kovovými částmi, je pás zastaven a vyklápěčem, stejným jako u kukavozů, vysypán do lisu a kovový odpad zpracován do balíku stejně jako tomu je u Al obalů. Jeden balík Fe obalů váží přibližně 450 kg.



Obrázek 19: Lis, násypka a nakládač (Autor 2020)

Návoz kovových obalů na centrum recyklace (hodnoty v tunách)

2017	I.	II.	III.	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Celkem
PRAŽSKÉ SLUŽBY a.s.	4,22	5,36	5,3	5,02	8,72	6,58	5,12	8,66	8,92	8	6,52	15,16	87,58
AVE CZ	0,76	2,96	3,94	0	3,46	5,316	4,68	0,96	3,42	4,44	4,26	3,52	37,716
IPODEC	0	1,02	0,84	1,3	0	1,28	1,3	1,36	0,68	1,14	2,08	0,9	11,9
KOMWAG	0,3	0,2	0,26	0,18	0,58	0,3	0,14	0,4	0,3	0,36	0,58	0,4	4
Celkem	5,28	9,54	10,34	6,5	12,76	13,48	11,24	11,38	13,32	13,94	13,44	19,98	141,196

2018	I.	II.	III.	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Celkem
PRAŽSKÉ SLUŽBY a.s.	10,36	10,76	10,14	11,84	12,58	12,3	14,04	13,8	12,37	13,72	16,55	18,74	157,2
AVE CZ	6,36	1,86	6,18	6,48	8,86	7,22	2,88	7,9	4,3	7,42	6,66	6,46	72,58
IPODEC	2,3	1,26	1,92	1,96	1,18	1,8	2,8	1,18	2,48	2,42	1,24	1,36	21,9
KOMWAG	0,58	0,64	0,88	0,7	1,14	0,76	0,71	0,64	0,66	1,18	0,76	1,1	9,75
Celkem	19,6	14,52	19,12	20,98	23,76	22,08	20,43	23,52	19,81	24,74	25,21	27,66	261,43

2019	I.	II.	III.	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Celkem
PRAŽSKÉ SLUŽBY a.s.	19,49	18,08	21,2	20,9	19,76	21,28	26,06	19,26	21,18	22,41	28,6	27,84	266,06
AVE pražské komunální služby	10,26	7,08	8,82	7,4	5,88	9,44	10,1	5,36	8,56	10,14	8,88	10,18	102,1
IPODEC	2,96	3,36	3,28	3,2	3,648	3,26	4,32	2,52	3,98	5,26	3,98	3,62	43,388
KOMWAG	0,76	0,7	0,72	0,58	0,92	0,64	0,7	0,6	0,62	0,88	0,66	0,74	8,52
FCC Česká republika								3,74	3,9	5,84	3,74	1,98	19,2
AVE Kladno								1,96	3,98		3,92		9,86
Celkem	33,47	29,22	34,02	32,08	30,21	34,62	41,18	33,44	42,22	44,53	49,78	44,36	449,128

2020	I.	II.	III.	IV	V	Celkem
PRAŽSKÉ SLUŽBY a.s.	29,9	26,38	29,02	36,92	34,74	156,96
AVE pražské komunální služby	12,3	10,2	10,18	13,61	13,56	59,85
IPODEC	5,54	4,18	4,8	4,62	5,02	24,16
KOMWAG	1,14	1,48	1,02	2,3	2,04	7,98
FCC Česká republika	3,9	4,02	6,24	6,78	6,14	27,08
AVE Kladno	4,14	2,1	1,62	3,64	3,52	15,02
Celkem	56,92	48,36	52,88	67,87	65,02	291,05

Tabulka 5: Návoz kovových obalů na centrum recyklace (Autor 2020)

Z celkového návozu kovových obalů na centrum recyklace Pod Šancemi se vyseparuje v průměru 60 % železných kovových obalů, 35 % hliníkových obalů a 5 % ostatních odpadů a nečistot, které nakonec skončí na Zevo Malešice. Bohužel se tento údaj nedá nikdy přesně stanovit zejména z důvodu, že nikdo dopředu neví, které nápojové plechovky budou zrovna v obchodech v akci. Tento hrubý přepoččet je uveden v tabulce č.5.

Určení ceny je složité, vzhledem k tomu, že se cena během let vyvíjí. Z důvodu, že si poskytovatel dat o cenách výkupu nepřeje podávat přesná data o cenách výkupu během posledních let, tak mi poskytl průměrné ceny během posledních tří a půl let. Průměrná cena výkupu 1 kg železných kovových odpadů je tedy 1,95 Kč a u hliníkových kovových obalů je to 20,15 Kč. Odpad, který je odvážen na Zevo v Malešicích je zaúčtován zhruba 1500 Kč za tunu. Je až skoro k neuvěření, že celkovou částku za odkup vyseparovaného materiálu v roce 2018 se podařilo nasbírat během prvních pěti měsíců v roce 2020.

Kovové obaly po vytřídění (hodnoty v tunách)

Druh odpadu / rok	2017	2018	2019	Do května 2020
Železné plechovky	84,7176	156,858	269,477	174,63
Hliníkové plechovky	49,4186	91,5005	157,195	101,8675
Odpad z čišťení	7,0598	13,0715	22,4564	14,5525
Celkem	141,196	261,43	449,128	291,05

Tabulka 6: Kovové obaly po vytřídění (Autor 2020)

Cena odvezeného materiálu v Kč

Druh odpadu / rok	2017	2018	2019	Do května 2020
FE kovové obaly	165877	307128	527636	341925,54
AL kovové obaly	995785	1843735	3167475	2052630,125
Odpad a nečistoty	-10590	-19607	-33685	-21828,75
Celkem	1151072	2131256	3661426	2372726,915

Tabulka 7: Cena odvezeného materiálu (Autor 2020)

7. Návrh na zefektivnění sběru

7.1 Dotazníkové šetření

Dotazník je veden formou uzavřených otázek, kdy je u třinácti otázek možná vždy jen jedna odpověď a u dvou otázek je umožněn výběr více odpovědí. Dotazník je dále větven u otázky č. 5, zda respondenti třídí odpad. Při zaškrtnutí odpovědi ne, je respondent automaticky posunut k otázce č.9, neboť respondent takto odpovídající, by pravděpodobně nebyl schopen odpovědět na další tři otázky. Celkově má dotazník tedy

patnáct otázek. U vyhodnocování většinou uvádím, jak odpovídala určitá skupina respondentů, neuvádím však jednotlivé grafy kvůli velkému počtu grafických zobrazení.

7.2 Metodika a cíle dotazníkového šetření

Pro svůj návrh na zefektivnění sběru a recyklaci obalového hliníku jsem zvolil tyto metody:

- Nastudování materiálů o různých systémech sběrů a recyklace, které se používají jak v České republice, tak v zahraničí.
- Získání informací ohledně informovanosti občanů v oblasti sběru nápojových obalů z hliníku.
- Krátkodobá kvantitativní metoda v podobě dotazníku, rozeslaného mezi své přátele, kolegy, rodinu s žádostí o předání dotazníku třetí osobě, která by nebyla ovlivněna svým výběrem.
- Použití dotazníkového tiskopisu v papírové formě a internetový dotazník.
- Cílem dotazníků bylo:

Zjistit základní informace o respondentech a aplikovat jejich odpovědi do dalších částí dotazníku.

Zjistit, jak dobře jsou respondenti informováni o dané problematice.

Zjistit, jaká je spotřeba kovových obalů u respondentů.

Zjistit, zda je současný stav sběru pro respondenty dostačující, nebo zda by se měl změnit.

Získaná data graficky zpracovat a vyhodnotit.

Dle získaných dat zvolit nejefektivnější metodu sběru kovových obalů.

Metoda vyhodnocení dat získaných od 117 respondentů.

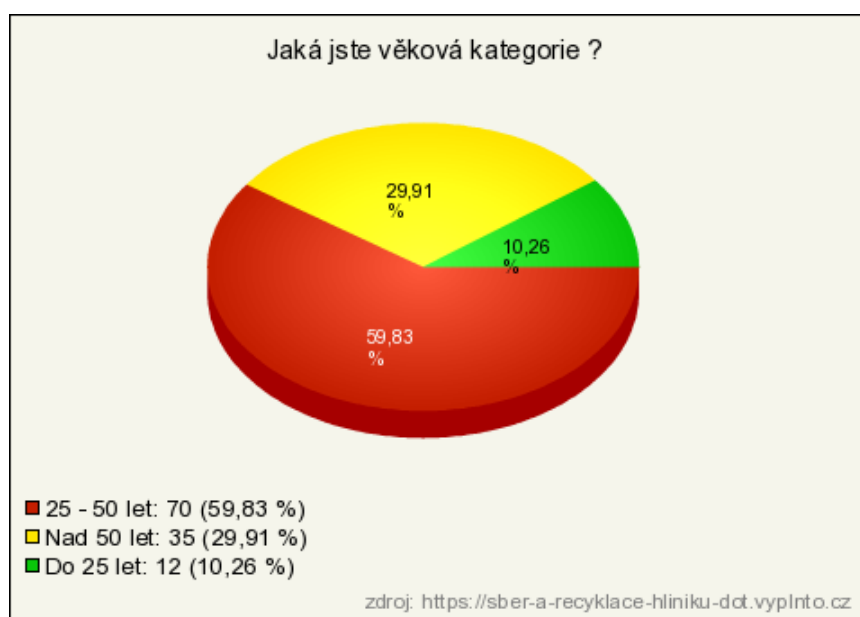
- Vyhodnocení dotazníku bylo provedeno formou grafů a subjektivním popisem odpovědí s různými variacemi odpovědí. U vybraných kategorií rozdělených podle věku, pohlaví, vzdělání a bydliště jsou pod jednotlivými grafy rozepsány variace odpovědí. Získaná data byla zpracována za pomoci dotazníkového portálu www.vyplnto.cz.

7.3 Seznam otázek a výsledky dotazníkového šetření

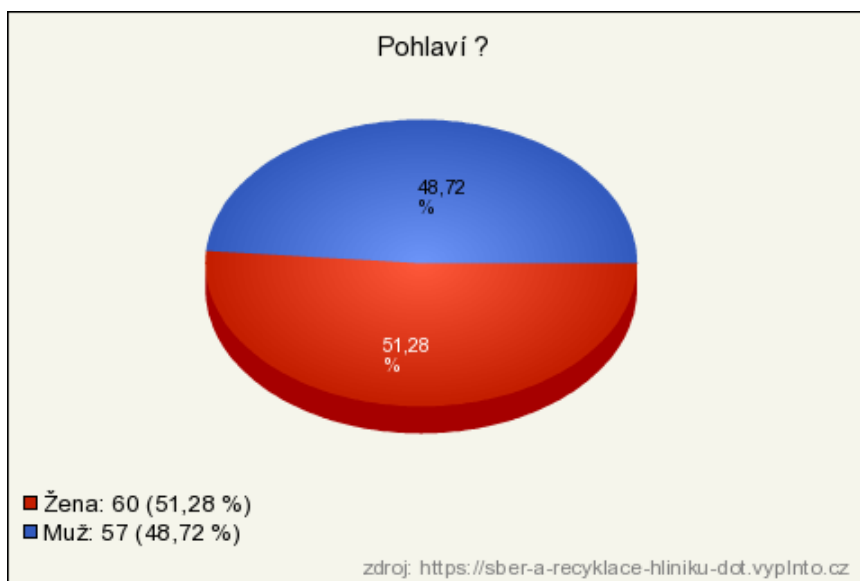
Seznam otázek:

- 1) Jaká jste věková kategorie?
- 2) Pohlaví?
- 3) Jaké máte dosažené vzdělání?
- 4) Vaše místo bydliště má:

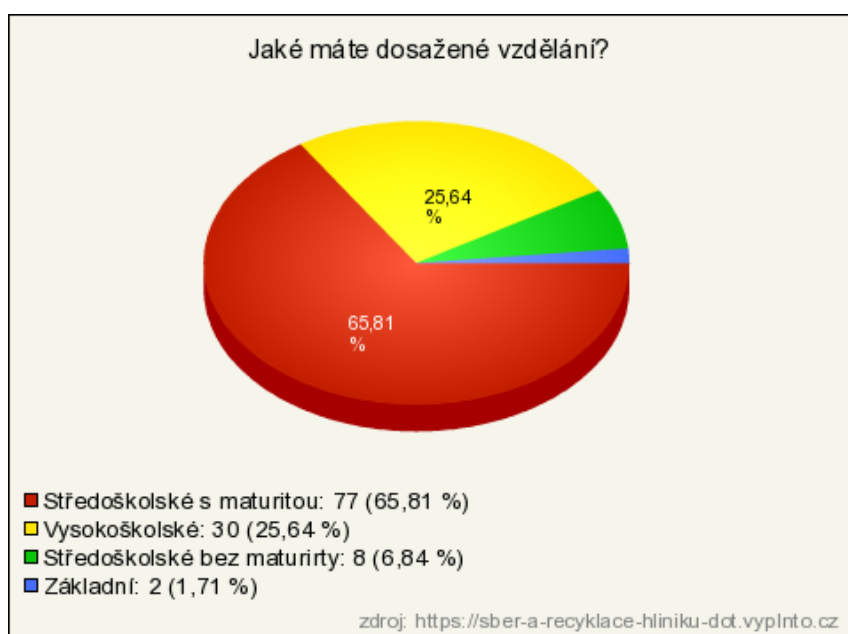
- 5) Třídíte odpad?
- 6) Jaký druh odpadu recyklujete (přímá recyklace, nebo odnesení na sběrné místo)?
- 7) Zdá se Vám systém třídění ve Vašem bydlišti dostačující?
- 8) Jak daleko máte od svého bydliště k nejbližšímu sběrnému místu na kovové obaly?
- 9) V případě koupě nápoje dáváte přednost?
- 10) Jak často kupujete nápoje v kovovém obalu?
- 11) V případě uvedení na obalovém výrobku, zda se jedná o recyklovaný materiál. Dali byste přednost nákupu právě takového obalu?
- 12) Kolik si myslíte, že vyprodukuje kg kovových odpadů za měsíc (v domácích podmínkách)?
- 13) Kolik si myslíte, že se dá z použitého hliníku získat zpět recyklací?
- 14) Je ekonomicky podle Vás výhodnější získat hliník těžbou z bauxitu, nebo jeho recyklací?
- 15) Který z uvedených systémů sběru kovových obalů byste uvítali?



Graf 2: Otázka č.1 (Autor 2020 zpracováno na <https://www.vyplnto.cz/realizovane-pruzkumy/sber-a-recyklace-hliniku-dot/>.)



Graf 3: Otázka č.2 (Autor 2020 zpracováno na <https://www.vyplnto.cz/realizovane-pruzkumy/sber-a-recyklace-hliniku-dot.>)

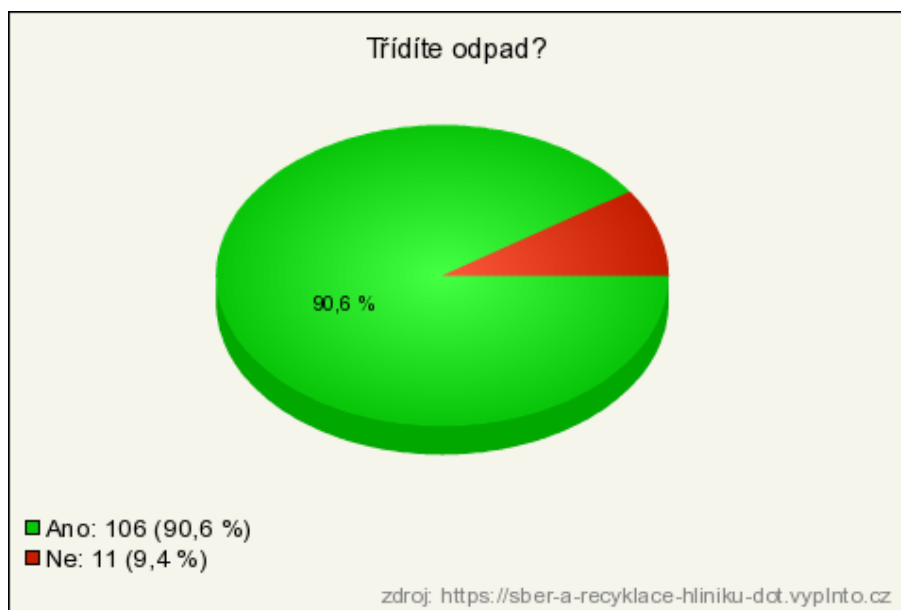


Graf 4: Otázka č.3 (Autor 2020 zpracováno na <https://www.vyplnto.cz/realizovane-pruzkumy/sber-a-recyklace-hliniku-dot.>)



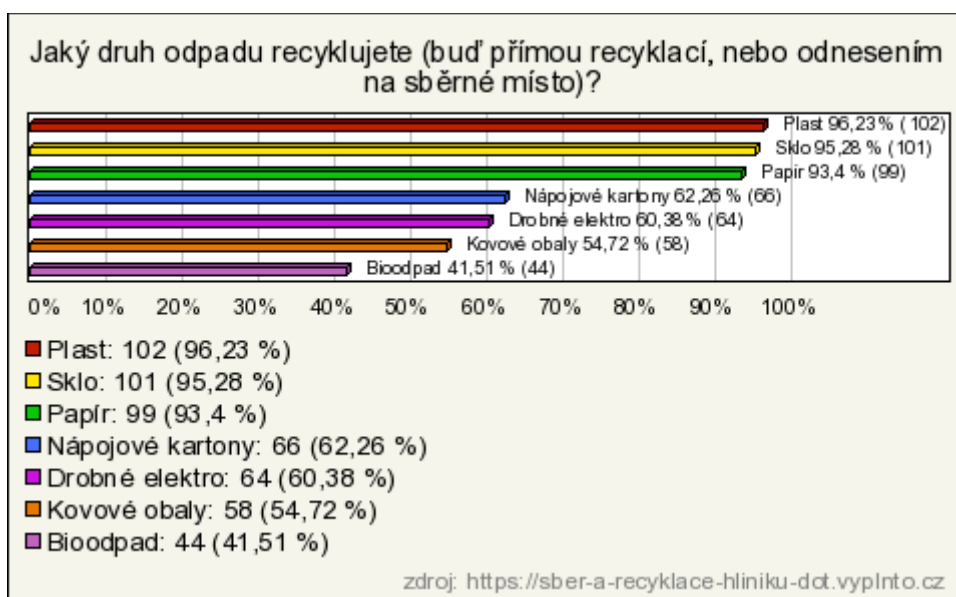
Graf 5: Otázka č.4 (Autor 2020 zpracováno na <https://www.vyplnto.cz/realizovane-pruzkumy/sber-a-recyklace-hliniku-dot/>.)

V prvních čtyřech otázkách jsem se snažil zjistit nějaké základní informace o respondentech. Nejsilněji zastoupenou kategorií byla věková kategorie od 25 do 50 let. U pohlaví jsem překvapen, že ačkoliv byl dotazník určen třetí osobě, tak se podařilo získat skoro stejný počet mužů a žen. Dosažené vzdělání je zastoupeno z 2/3 respondenty se středoškolským vzděláním s maturitou a čtvrtina respondentů má vysokoškolské vzdělání. Co pro mě bylo z těchto otázek nejdůležitější, byla bezpochyby čtvrtá otázka. Velikostí bydliště jsem si chtěl zejména ověřit tvrzení, zda když jsou nádoby (zejména ve větších městech) na sběr dostupnější, je třídění kovových obalů na vyšší úrovni. Z výsledku jsem byl mírně překvapen, neboť u bydlišť s počtem obyvatel nad 100 000 třídí kovové obaly 29 z 64 oslovených respondentů. U bydlišť s počtem obyvatel do 3 000 jich z 28 oslovených respondentů třídí 13. Když vezmu do úvahy fakt, že u velkých městských zástaveb není možnost sběru kovových obalů možná pouze u 10 respondentů z 64, tak musím nabýt dojem, že u menších zástaveb se třídí kovové odpady daleko efektivněji, neboť s hrubým přepočtem se třídí ve stejné míře jako u větší zástavby, a to i přesto, že je možnost třídít kovové obaly takřka o polovinu méně dostupná, neboť u bydlišť do 3000 obyvatel mi 12 respondentů z 28 uvedlo, že se v jejich bydlišti nenachází možnost sběru kovových obalů.



Graf 6: Otázka č.5 (Autor 2020 zpracováno na <https://www.vyplnto.cz/realizovane-pruzkumy/sber-a-recyklace-hliniku-dot/>.)

Otázka č. 5 sloužila k roztřídění respondentů, neboť respondent, který netřídí, se nemohl zapojit do následujících tří otázek. Z této otázky mohu vyčíst, že devět desetin dotázaných třídí odpad a tím pádem je mohu oslovit dalšími otázkami ohledně sběru.

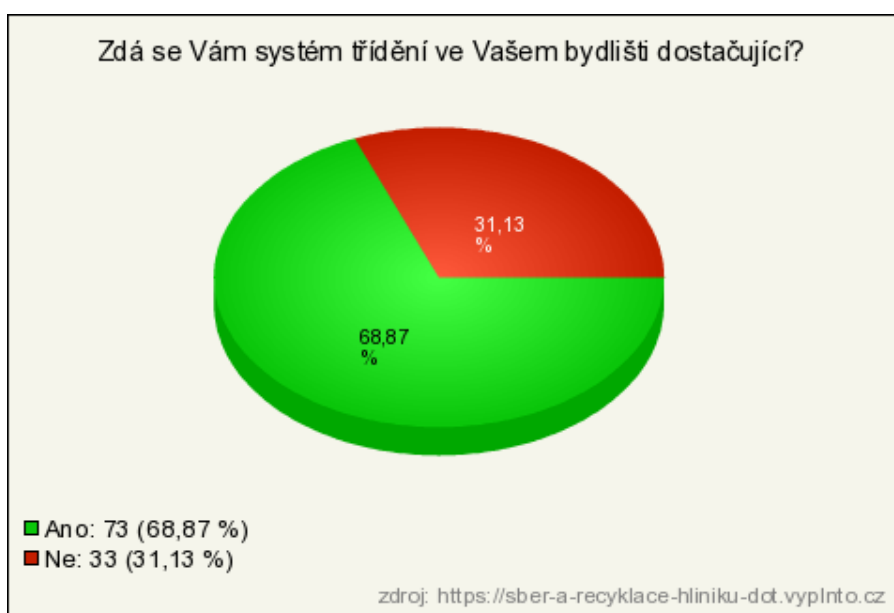


Graf 7: Otázka č.6 (Autor 2020 zpracováno na <https://www.vyplnto.cz/realizovane-pruzkumy/sber-a-recyklace-hliniku-dot/>.)

Ačkoliv je práce zaměřena zejména na sběr kovových odpadů, rozhodl jsem se uvést v dotazníku i jiné komodity sběru, abych získal data o celkovém třídění. Není příliš překvapující, že nejvíce tříděnými komoditami jsou plast, sklo a papír, s kterými se setkáme u separačních míst nejčastěji. Otázkou pro mě tedy bylo, jak dopadly zbylé

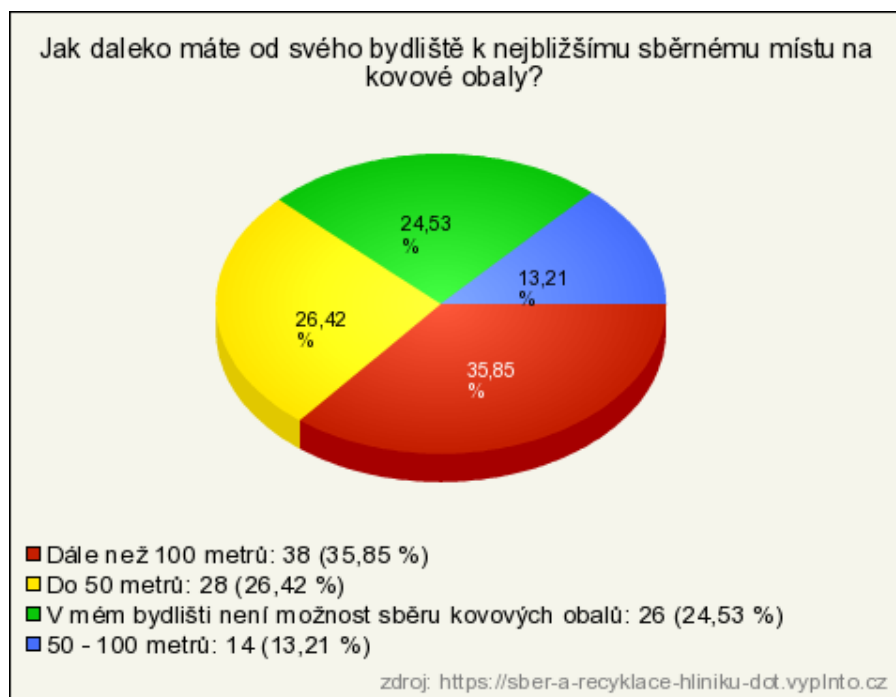
komodity. Nápojové kartony se v rámci ankety umístily na čtvrtém místě, což k zastoupení početnosti nádob alespoň v mém bydlišti není překvapující, když takřka u každé třetí separace najdeme nádobu.

Co mě velmi překvapilo bylo, že respondenti třídí více drobné elektro oproti kovovým obalům. Což je z mého pohledu velice zajímavým faktem, jelikož jen v Praze je kontejnerů na kovové obaly třikrát více, než je tomu u stacionárních kontejnerů na elektroodpad. Na posledním místě se v rámci ankety umístil bioodpad, což není tolik překvapující s ohledem na to, že větší část respondentů žije ve větší městské zástavbě.



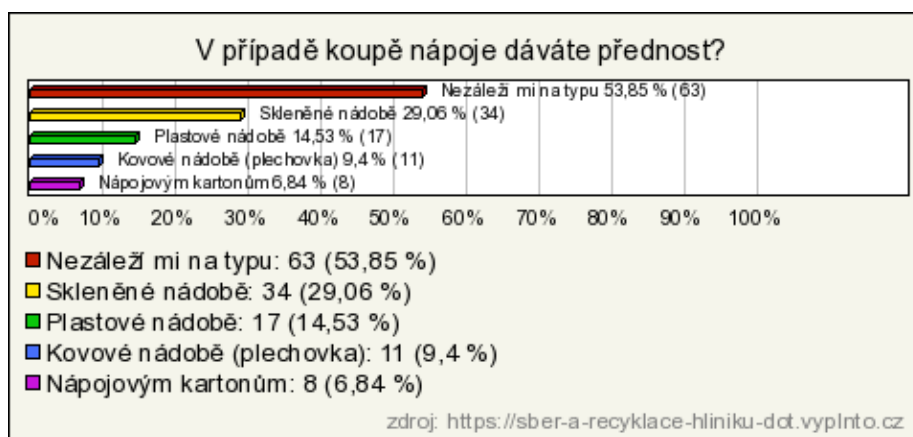
Graf 8: Otázka č.7 (Autor 2020 zpracováno na <https://www.vyplnto.cz/realizovane-pruzkumy/sber-a-recyklace-hliniku-dot/>.)

U otázky, zda jsou současné systémy sběru dostačující, mi vyšel výsledek, že 33 respondentům se zdá systém nedostačující. Když jsem otázku rozdělil dle respondentů, tak jsem si spíše potvrdil fakt, že u menších zástaveb do sto tisíce obyvatel je systém sběru nedostačující pro 37 % obyvatel, což je o 11 % více než u bydlišť, která mají přes 100 000 obyvatel.



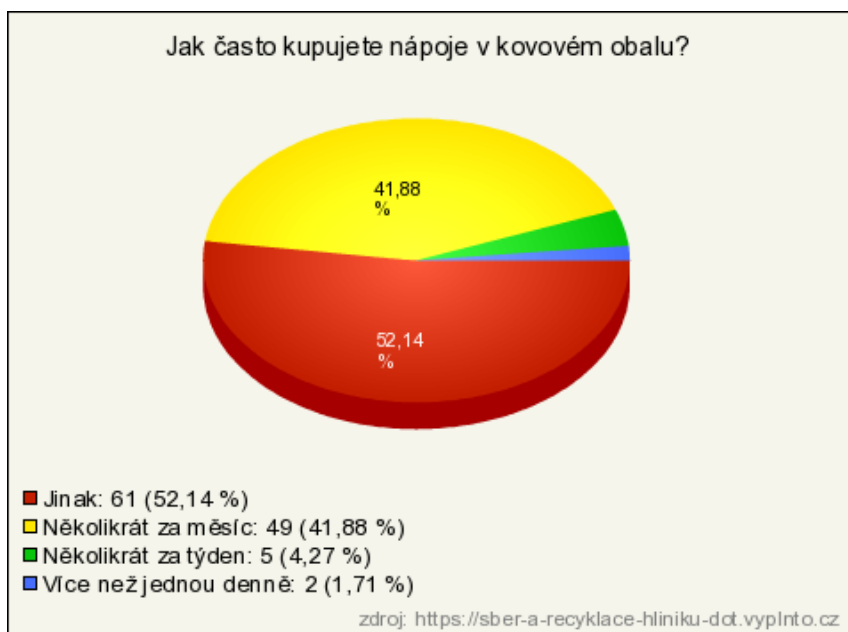
Graf 9: Otázka č.8 (Autor 2020 zpracováno na <https://www.vyplnto.cz/realizovane-pruzkumy/sber-a-recyklace-hliniku-dot/>.)

Otázka č.8 měla velmi podobný spád jako předchozí. Největší dopad jsem zpozoroval u bydlišť, která mají méně než 3 000 obyvatel, zde uvádí polovina respondentů, že nemají možnost sběru kovových obalů.



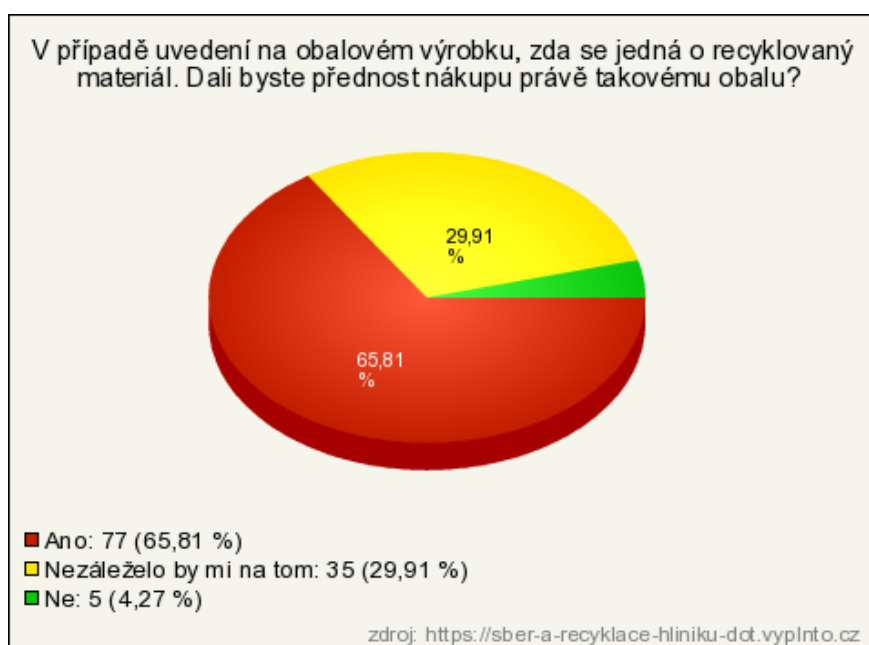
Graf 10: Otázka č.9 (Autor 2020 zpracováno na <https://www.vyplnto.cz/realizovane-pruzkumy/sber-a-recyklace-hliniku-dot/>.)

Výsledky zjištěné z otázky č. 9 se velice liší, vezmeme-li výsledky a porovnáme je s různou věkovou kategorií. Například nejmladší kategorie do 25 let ani v jednom případě neuvědla, že by dávala přednost plastovým nebo kartonovým obalům. U každé kategorie však vždy vyjde nejčastěji, že jde respondentům zejména o obsah obalu než o materiál, v kterém je nápoj uchováván.



Graf 11: Otázka č.10 (Autor 2020 zpracováno na <https://www.vyplnto.cz/realizovane-pruzkumy/sber-a-recyklace-hliniku-dot/>.)

Výsledky zjištěné z otázky č.10 opět naznačují na velké rozdíly v odpovědích mezi různými věkovými skupinami. Z mého průzkumu vyplývá, že nejčastěji kupují nápoje v kovovém obalu respondenti v nižším věku, konkrétně si 2/3 respondentů koupí alespoň jednou měsíčně nápoj v kovovém obalu. U věkové skupiny od 25 do 50 let si koupí nápoj v plechovce minimálně jednou za měsíc 51,5 % respondentů a ve věkové kategorii nad 50 let je to už jen 34 %.



Graf 12: Otázka č.11 (Autor 2020 zpracováno na <https://www.vyplnto.cz/realizovane-pruzkumy/sber-a-recyklace-hliniku-dot/>.)

U otázky č. 11 skoro 2/3 respondentů uvedlo, že by dali při nákupu přednost recyklovanému materiálu. Problémem je to, že na většině produktů nic takového nelze nalézt, respektive je pro výrobce obtížné zjistit, zda se při výrobě jedná o ingot z recyklovaného nebo nového materiálu.



Graf 13: Otázka č.12 (Autor 2020 zpracováno na <https://www.vyplnto.cz/realizovane-pruzkumy/sber-a-recyklace-hliniku-dot/>.)

Odpovědi respondentů otázky č. 12 byly pro mě velice překvapující, protože vyprodukovat 0,5 kg kovových odpadů za měsíc jako odpovědělo 67,5 % respondentů, není dle mého názoru vůbec těžké, s přihlédnutím, kolik se v domácím prostředí spotřebuje například pro děti do školy při balení svačín alobalovou fólií. Po vyhodnocení této otázky jsem si uvědomil, že jsem jí navrhl velice subjektivně a měl jsem nastavit menší hodnoty, ale i tak jsem díky této otázce došel k zajímavým závěrům. V případě, že by každý obyvatel Prahy třídil, tak by při poměru obyvatel Prahy, který počítám jako 1 000 000 obyvatel a nastavení hodnot, která jsem získal z dotazníku, by tak občané Prahy nasbírali za jeden měsíc 1031,94 tun kovových odpadů.



Graf 14: Otázka č.13 (Autor 2020 zpracováno na <https://www.vyplnto.cz/realizovane-pruzkumy/sber-a-recyklace-hliniku-dot/>.)

Výsledky u otázky č. 13 jsem nebyl nikterak překvapen, neboť správnou odpověď na tuto otázku znalo pouze 21 z 117 dotázaných respondentů. Myslím, že je jen na škodu, že není veřejnost více informována, jaké je opravdové využití ze sbíraných komodit odpadu. Věřím, že když je v dnešní době kladen tlak na udržitelnost a ochranu planety, tak by určitě výrobcům stálo za to uvádět u potravinářských obalů z hliníku, že se mohou recyklovat donekonečna.



Graf 15: Otázka č.14 (Autor 2020 zpracováno na <https://www.vyplnto.cz/realizovane-pruzkumy/sber-a-recyklace-hliniku-dot/>.)

Výsledkem u otázky č. 14 je, že přes tři čtvrtiny dotázaných si myslí, že je recyklace hliníku efektivnější než jeho primární zpracování. Bohužel, ačkoliv je toto tvrzení pravdou, tak je lidstvo stále nuceno těžit další bauxit, neboť není sesbíráno takové množství, aby se mohlo od těžby upustit. Vzhledem k tomu, že v dotazníku zjišťují, že pouze 58 respondentů třídí kovové odpady. Musím tedy dojít k závěru, že musí zákonitě skončit skoro 46 % kovových odpadů od mých respondentů v lepší případě v zařízení na energetické využití odpadu, kde se alespoň část využije, nebo v tom horším případě na skládce.



Graf 16: Otázka č.15 (Autor 2020 zpracováno na <https://www.vyplnto.cz/realizovane-pruzkumy/sber-a-recyklace-hliniku-dot/>.)

V poslední otázce zjišťují, že celkově nejvíce respondentů by uvítalo nádobu určenou pouze pro kovové obaly a po té zálohovací systém. Opět se ukazuje, že je velmi rozdílný druh odpovědí u respondentů s menším zástavbou do 10 000 obyvatel a u respondentů žijící ve větší zástavbě nad 10 000 obyvatel. U menších zástaveb respondenti uvádí, že by 55 % z nich uvítalo zálohovací systém a pouze 32,5 % nádoby pouze pro kovové obaly. Naopak u větších zástaveb vítězí s 46,75 % odpovědí nádoba určená pouze pro kovové obaly, zálohovací systém by zvolilo 25,97 % dotázaných a 20,78 % nádobu pro sběr více komodit najednou.

7.3 Vlastní návrh na sběr potravinářských obalů z kovů

V dnešní době není v České republice zaveden žádný kolektivní systém sběru hliníkových obalů. Většina měst a obcí má svůj vlastní systém občanské vybavenosti zajištěný ať už formou sběrných dvorů, nebo sběrných nádob. Pro účinnost sběru je

zapotřebí motivovat obyvatele k třídění a poskytnout jim tak dostupnou sběrnou síť. V praxi je dokázáno, že je-li kontejner vzdálen více než 400 metrů, pak bude odpad třídít nejvýše 5 % populace. (EKO-KOM, a.s. ©2020c). Možnost sběru a recyklace potravinářských obalů z hliníku jsem shrnul ve třech možných návrzích. Jedná se o systém záloh, rozšíření dosavadního sběru a převedení odpovědnosti na výrobce.

7.3.1 Systém záloh

Systém záloh beru jako nejméně výhodnou kategorii, neboť se domnívám, že by se muselo do systému investovat velké množství peněz, ať už na výstavbu výkupních středisek či sběrových automatů, tak i na další manipulaci s obaly. Bylo by zapotřebí provést i řadu legislativních úprav a co beru jako největší problém by bylo nastavení výše zálohy, aby byla motivována většina obyvatelstva, když vrácené peníze stejně zaplatí při koupi produktu.

7.3.2 Převedení odpovědnosti na výrobce

V současné době má každý výrobce povinnost zajistit, aby mohl spotřebitel bezplatně a bez dodatečných nákladů odevzdat použitý obal. Česká obchodní inspekce, pak kontroluje, zda dochází k provádění zpětného odběru u prodejců spotřebiteli.

Zákon umožňuje plnit povinnost zpětného odběru třemi způsoby:

- 1) Každý subjekt může tuto povinnost plnit sám
- 2) Přenést tuto povinnost na právnickou osobu, které je balený výrobek prodáván
- 3) Uzavřít smlouvu s autorizovanou obalovou společností EKO-KOM a.s.

V případě, kdy by si měl tuto povinnost plnit výrobce sám, tak by to pro něj znamenalo vytvoření vlastní systému sběru ve všech oblastech distribuce výrobku, uhrazení evidenčního poplatku MŽP za zapsání do evidence seznamu osob zpětného odběru, být schopen prokázat úřadům, jaké množství obalů uvedl na trh nebo do oběhu, doložit kolik bylo zpětně vybráno obalů a prokázat, zda došlo u obalů k využití a recyklaci v míře, kterou stanoví zákon.

V případě přenesení povinností na prodejce by muselo stejně jako u plnění povinnosti výrobcem dojít k zápisu do evidence seznamu osob zpětného odběru a uhrazení evidenčního poplatku MŽP, vytvořit smlouvu, v které je převedeno vlastnické právo, vést evidenci obalů dle zákona a při případné kontrole doložit smluvní přenesení povinností na odběratele.

Případ uzavření smlouvy s autorizovanou společností EKO-KOM je popsán v kapitole 5.4.2.

7.3.3 Rozšíření dosavadního sběru

Možnost rozšířit aktuální sběr je v současné chvíli pravděpodobně neekonomičtějším řešením. Vzhledem k tomu, že systémy sběru jsou nastaveny a fungují relativně dobře, bavíme se ve své podstatě pouze o zvýšení dostupnosti pro občany, aby tento systém mohl naplno fungovat. Protože má každá obec ze zákona povinnost mít zajištěný sběr komunálního odpadu, tak rozšířit dosavadní sběrnou síť, by nemělo být příliš velkým problémem.

8. Diskuze

Jak je již několikrát v práci zmíněno, tak celková produkce a tím i sběr kovových odpadů v Praze je stále na vzestupu. Není to však pouze záležitost našeho hlavního města. Trend zvyšování produkce odpadu je celosvětový. Je to pravděpodobně způsobeno ekonomickým růstem a bezpochyby také stále stoupající lidskou populací.

V rámci diskuze budu projednávat vývoj sběru kovových odpadů v Praze. Zdálo by se, že sběr a svoz nápojových plechovek se rozjel ve větším měřítku díky pilotnímu projektu. Co si však málokterý člověk uvědomí je to, že největší rozmach tohoto odvětví mohl způsobit i jeden velmi důležitý fakt. Nemluvím samozřejmě o ničem jiném než o zpřísnění pro sběrný kovů, kterým chtěl stát zamezit nekontrolovatelnému výkupu kovů. Jednalo se o opatření, které navrhl senát v rámci novely zákona o odpadech, díky kterému mělo dojít ke ztížení možnosti výkupu kradených kovů. (VLTAVA LABE MEDIA a.s. 2014) Součástí opatření bylo, že byl zakázán výkup kovových odpadů v hotovosti od fyzických osob. Jednalo se o vyhlášku č. 27/2015Sb., kterou je novelizována vyhláška č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady. (Envi group s.r.o. ©2015) Mohlo by se zdát, že jde o zanedbatelnou věc, vzhledem k váze nápojových obalů z hliníku. E třeba si uvědomit, že kdyby každý občan hlavního města vyhodil jednu plechovku o objemu 0,5 l do směsného odpadu místo odnesení ke sběrnému, skončilo by tak na skládkách odpadu bez využití něco okolo 16,48 tun plechovek, neboť hliníkové plechovky o objemu 0,5 l mají hmotnost včetně uzávěru 16,48 g. (Businnes media CZ 2006)

Co se ukázalo jako velkým krokem kupředu, byla výstavba poloautomatické linky na roztřídění železných a neželezných kovů, která byla uvedena do provozu v únoru roku 2019. Do té doby se sice navážel kovový odpad na centrum recyklace, ale bylo to pouze od Pražských služeb a.s. Odpad byl pouze lisován do balíku bez předchozího roztřídění, zda se jedná o kovový nebo nekovový materiál. Po slisování obalů do balíků, se odvezli ke zpracovateli, který výkupy balíků zpětně zhodnocoval. Tím však docházelo k časové ztrátě, neboť ještě před tavením se musel odpad přetřídít. Ostatní svozové společnosti

nejprve navázeli na svá vlastní překladiště, ale později začali rovněž navážet na centrum recyklace. Tím vzniklo kolektivní místo zpracování pro komoditu kovových obalů.

Hlavní město bude nadále spolupracovat se svozovými společnostmi a bude dále zvyšovat počty šedých kontejnerů u separačních stání. Cílem je na území Prahy do roku 2025 recyklovat více než polovinu hliníku, což je v plánu členských zemí EU. Jedině tak můžeme docílit toho, aby se z kovových obalů nestalo dvojče plastu. (Mana 2020)

Proto se v roce 2016 vytřídilo v období srpen až prosinec 21 tun, v roce 2017 to bylo již 143,56 tun, v roce 2018 se zvýšila oproti roku 2017 výtěžnost o 82 %, tedy na 261,81 tun a o rok později to bylo o dalších 60 % více než v roce 2018, tedy 421,02 tun. Z tohoto lze říci, že trend sběru je stále na vzestupu, ale že oproti ostatním rokům se vysbírání více odpadu než v přechodících dvou letech. Když vezeme jen co se týče vývoje počtu nádob, tak při zahájení pilotního projektu bylo použito 45 nádob na stanovištích. V současné době jich v ulicích nalezneme 1252. (Mana 2020) Což je jen pro srovnání navýšení o 2782 %. Bude-li Praha postupovat tímto tempem, zcela jistě naplní plán členských států EU.

9. Závěr

Tato bakalářská práce se zabývala tématem sběru a recyklace potravinářských obalů z hliníku. Úvodní část mé bakalářské práce je zaměřena na seznámení se z historií hliníku, jeho výskytem, vlastnostmi, využitím, popisem jeho životního cyklu od těžby bauxitu, distribuce, výroby, recyklace, zpracování až po jeho environmentální a sociální dopady. Větší část práce je zaměřena na nápojové plechovky jakožto reprezentativní druh potravinářských obalů z hliníku.

Nápojové plechovky si získávají stále větší počet svých příznivců. Ačkoliv se realizace sběru kovových obalů v České republice rozběhla, ještě stále nejsme tam, kde bychom měli dle plánu členských států EU být. Kromě strategických cílů EU a ČR byl v práci popsán popis nakládání s hliníkovými obaly ve větších městech ČR a zahraničí. Jako reprezentativní město bylo vybráno naše hlavní město Praha.

V bakalářské práci jsem představil stávající projekty sběru kovových obalů, ale i systémy sběru ať už v podobě sběru do kontejnerů určených pro jeden typ odpadu, zálohovací systém, či převedení odpovědnosti na výrobce.

V práci bylo provedeno dotazníkové šetření, jehož výsledky byly použity v návrhu na zefektivnění sběru a byly použity v diskuzi.

Naše společnost udělala veliký krok kupředu a již jí není lhostejné, v jakém prostředí žije. Proto mnoho lidí zvolilo způsob života, aby tak napravili, co jsme naším chováním Zemi napáchali. Velkým prostředkem k dosažení takového cíle mohou být

média a převážně sociální sítě. V nichž je nám každý den ukazováno, jakých ekologických katastrof se dopouštíme a jak bychom těmto katastrofám mohli předejít. Být zkrátka ekologický je v dnešní době „cool“ a tak se lidé snaží snížit produkci odpadů. Vidíme to každý den, kdy lidé nahrazují jednorázové věci těmi, co déle vydrží, jako jsou například látkové nákupní tašky, skleněné láhve nebo jen vyhledávají bezobalové obchody.

Myslím, že právě média jsou ideální způsobem, jak rozšířit myšlenku neovlivněnou dezinformacemi o tom, jak mají správně systémy sběru fungovat a jaké materiály zejména preferovat pro zachování našeho ekosystému. Hliník je jako jeden z mála materiálů stoprocentně recyklovatelný, a právě v tomto vidím jeho největší přínos pro udržitelnost naší planety. Ale i přes sebelepší reklamní akci nebo kampaň, musí každá změna začít u nás.

10. Seznam literatury

Abfallberatung, Aus Alt mach Neu (online) [cit. 2020-01-28], dostupné z https://www.abfallberatung-unterfranken.de/von_der_muellabfuhr_zur_kreislaufwirtschaft.html.

Advameg, Inc, ©2020a: Aluminum (online) [cit. 2020-03-01], dostupné z <http://www.chemistryexplained.com/elements/A-C/Aluminum.html>.

Advameg, Inc, ©2020b: Aluminum (online) [cit. 2020-03-01], dostupné z <http://www.madehow.com/Volume-5/Aluminum.html>.

Arnika, 2019: Spotřeba hliníkových plechovek roste, jejich dopad také (online) [cit. 2020-02-23], dostupné z <https://arnika.org/spotreba-hlinikovych-plechovek-roste-jejich-dopad-take>.

AssanAlüminyum, ©2020: Aluminium and Our Health [cit. 2020-03-19], dostupné z <https://www.assanaluminyum.com/en/about-us/aluminium-and-our-health>.

Associated Press, ©2010: Následky protržené hráze s jedovatým kalem z odkalovací laguny obří hliníkárný v Maďarsku (online) [cit. 2020-01-28], dostupné z https://www.idnes.cz/zpravy/zahranicni/pred-toxickou-katastrofou-v-madarsku-varoval-uz-v-cervnu-letecky-snimek.A101013_101048_zahranicni_aha/foto/JB3647f6_03.JPG.

Australian Aluminium Council Ltd, ©2020: Australian Bauxite (online) [cit. 2020-01-28], dostupné z <http://aluminium.org.au/australian-industry/industry-description/australian-bauxite/>.

Bagarová Grzywa, M., 2000: Recyklace ve Švédsku (online) [cit. 2020-02-02], dostupné z <https://www.odpady-online.cz/recyklace-ve-svedsku/>.

Bagarová Grzywa, M., 2001: Rakouský systém ARA (online) [cit. 2020-02-02], dostupné z <https://www.odpady-online.cz/rakousky-system-ara/>

Bagshaw A.N., 2017: THE ALUMINIUM STORY BAUXITE TO ALUMINA: THE BAYER PROCESS An Introductory Text ISBN 978-0-646-97867-3 (online) [cit. 2020-03-19], dostupné z <https://nzic.org.nz/app/uploads/2018/09/Bauxite-to-Alumina-Book-2018.pdf>

Ball Beverage Packaging Czech Republic s.r.o., Plechovka (online) [cit. 2020-02-04], dostupné z <https://www.ballcorp.eu/plechovka/>.

Barabasz, W., D. Albińska, M. Jaśkowska a J. Lipice, 2002: Ecotoxicology of Aluminum (online) Polish Journal of Environmental Studies 2002: 11, (3), 199-203 [cit. 2020-02-03], ISSN 1230-1485, dostupné z <http://www.pjoes.com/Ecotoxicology-of-Aluminium,87442,0,2.html>.

Baum Publications Ltd., ©2020: Aluminium beverage can recycling in Europe hits record 74,5% in 2017 (online) [cit. 2020-02-20] dostupné z <https://www.recyclingproductnews.com/article/32127/aluminium-beverage-can-recycling-in-europe-hits-record-745percent-in-2017>.

Bereň, M., 13.2.2019: Pražané třídí plechovky I kovové obaly. Závěr loňského roku byl rekordní (online) [cit. 2020-01-28], dostupné z https://prazsky.denik.cz/zpravy_region/prazane-tridi-plechovky-i-kovove-obaly-zaver-lonskeho-roku-byl-rekordni-20190213.html.

Business Media CZ, 2006: Hliník jako obal, zatracovaný i vyzdvihoovaný (online) [cit. 2020-04-03], dostupné z https://www.technickytydenik.cz/rubriky/archiv/hlinik-jako-obal-zatracovany-i-vyzdvihovany_13178.html.

Converse Energy Future, ©2020: Aluminum Recycling (online) [cit. 2020-02-04], dostupné z <https://www.conserve-energy-future.com/aluminum-recycling.php>.

ČSN 77 0052-2 (770052): Obaly – Obalové odpady – Část2: Identifikační značení pro zhodnocení. Český normalizační institut, 2002. 8s.

DAVR, ©2020: Pfandsystem (online) [cit. 2020-01-28] dostupné z <https://www.davr.de/index.php/recycling/dpg-system.html>.

Dorsetware, ©2020: 4 Most Common Uses of Aluminium (online) [cit. 2020-03-19], dostupné z <https://www.dorsetware.com/4-most-common-uses-of-aluminium/>.

Echo24.cz, ©2018: Slovensko pripravuje zavedení zálohování PET lahví a plechovek (online) [cit. 2020-02-02], dostupné z <https://echo24.cz/a/St5eV/slovensko-pripravuje-zavedeni-zalohovani-pet-lahvi-a-plechovek>.

EKO-KOM, a.s., © 2017: 20 let v ČR (online) [cit. 2020-01-28], dostupné z https://www.ekokom.cz/uploads/attachments/Obecne/Ekokom_20let_Brozura_FINAL.pdf.

EKO-KOM, a.s. © 2020a: Historie (online) [cit. 2020-01-28], dostupné z <https://www.ekokom.cz/ostatn%c3%ad/o-spolecnosti/syst%c3%a9m-eko-kom/historie>.

EKO-KOM, a.s. © 2020c: O společnosti a systému EKO-KOM (online) [cit. 2020-03-04], dostupné z <https://www.ekokom.cz/cz/ostatni/o-spolecnosti/system-EKO%E2%80%91KOM/o-systemu>.

EKO-KOM, a.s., ©2020b: Zelený bod a značka EKO-KOM (online) [cit. 2020-01-28], dostupné z <https://www.ekokom.cz/cz/klienti/uzitecne-informace-pro-klienty/zeleny-bod>.

ENVI Group s.r.o., ©2015: Od března se zásadně mění pravidla výkupu kovových odpadů ve sběrnách!!! (online) [cit. 2020-04-03], dostupné z <https://www.envigroup.cz/aktualita-548.html>.

ENVIS – Informační servis o životním prostředí v Praze, Cihelka, M., 2013a: Pilotní projekt – sběr a svoz nápojových plechovek (online) [cit. 2020-01-28], dostupné z [http://envis.praha-mesto.cz/\(aqlezn55dxr4tq45wf0zp545\)/default.aspx?id=87438&ido=6088&sh=-1272830376](http://envis.praha-mesto.cz/(aqlezn55dxr4tq45wf0zp545)/default.aspx?id=87438&ido=6088&sh=-1272830376).

ENVIS – Informační servis o životním prostředí v Praze, Cihelka, M., 2013b: Výsledky sběru nápojových plechovek, pokračování pilotního projektu (online) [cit. 2020-01-28], dostupné z [http://envis.praha-mesto.cz/\(aqlezn55dxr4tq45wf0zp545\)/default.aspx?id=87527&ido=6088&sh=442142680](http://envis.praha-mesto.cz/(aqlezn55dxr4tq45wf0zp545)/default.aspx?id=87527&ido=6088&sh=442142680).

Freiría Gándara M.J., 2013 Aluminium: The metal of choice (online) 47(3), 261-265 [cit. 2020-02-19], ISSN 1580-2949, dostupné z <http://mit.imt.si/izvodi/mit133/gandara.pdf>.

General Kinematics Corporation, ©2020: Open-loop vs closed-loop recycling (online) [cit. 2020-02-20], dostupné z <https://www.generalkinematics.com/blog/open-loop-vs-closed-loop-recycling/>.

GLOBAL 2000 a FoE Europe, Zacune, J., 2013: Méně je více Efektivní využívání hliníku, bavlny a lithia v Evropě díky třídění, recyklaci a znovupoužití (online) [cit. 2020-01-28], dostupné z http://www.foeeurope.org/sites/default/files/publications/mene_je_vice.pdf.

Hlinikobronz.cz, ©2020: Obecná charakteristika hliníku (online) [cit. 2020-03-19], dostupné z <http://www.hlinikobronz.cz/o-hliniku-obecne/>.

Hřebíček, J., B. Friedman, M. Hejč, Z. Horsák, T. Chudárek, J. Kalina a F. Piliar, 2009: Integrovaný systém nakládání s odpady na regionální úrovni (online) [cit. 2020-01-11], Littera, Brno, 202s. ISBN 9788085763546. dostupné z http://www.isno.cz/media/files/7171c7d174297b50d9ce1db35bd95e76/isno/pdf/rukopisno_final.pdf.

Intertek Group plc, b.r.: Materials Testing (online) [cit. 2020-04-27], dostupné z <https://www.intertek.com/testing/materials/>.

Jhm, 12.11.2010: Co je to "Toxic Red Mud"? (online) [cit. 2020-01-27], dostupné z <https://www.odpady-online.cz/co-je-to-toxic-red-mud/>.

Kce, 15.3.2011: Ostrava zavedla třídění kovových obalů (online) [cit. 2020-02-01], dostupné z <https://www.odpady-online.cz/ostrava-zavedla-trideni-kovovych-obalu/>.

Kimberlite Softwares Pvt. Ltd., ©2020: Manufacturing of alumina through Bayer process (online) [cit. 2020-03-01], dostupné z <https://www.worldofchemicals.com/591/chemistry-articles/manufacturing-of-alumina-through-bayer-process.html>.

Kušová T., 24.1.2011: pivo už je téměř sto let v plechovce (online) [cit. 2020-03-18], dostupné z <https://www.novinky.cz/veda-skoly/historie2/clanek/pivo-uz-je-temer-sto-let-v-plechovce-75390>.

Mana R., 2020: Pražané loni vytrídili 421 tun kovových obalů (online) [cit. 2020-04-03], dostupné z <https://www.psas.cz/prazane-loni-vytridili-421-tun-kovovych-obalu>.

Michna, Š., I. Lukáč, V. Očenášek, R. Kořený, J. Drápala, H. Schneider, A. Miškufová a kol., 2005: Encyklopedie hliníku. Alcan Děčín Extrusions, Děčín, ISBN 80-890-4188-4.

Müller M. a Petržela Z., 2011: Strojírenská technologie část I. - II. (online) [cit. 2020-03-08], dostupné z <http://www.unicprum.cz/index.php/component/phocadownload/category/9-ucebnice.html?download=52:strojni-mechanik-ucebnice>.

MŽP, ©2009: LCA nápojových obalů (online) [cit. 2020-02-01], dostupné z http://lca-cz.cz/projekt-lca/download/Publikace_LCA_napojovych_obalu.pdf.

MŽP, ©2019a: Obaly (online) [cit. 2020-01-28], dostupné z <https://www.mzp.cz/cz/obaly>.

MŽP, ©2019b: Plán odpadového hospodářství ČR (online) [cit. 2020-01-28], dostupné z https://www.mzp.cz/cz/plan_odpadoveho_hospodarstvi_cr.

Nařízení vlády č. 352/2014 Sb., O Plánu odpadového hospodářství České republiky pro období 2015-2024

Němec, M. a J. Provazník, 2008: Slévárenské slitiny neželezných kovů. České vysoké učení technické, Praha, 137 s. ISBN 978-80-01-04116-1.

OZV ENVI - PAK, ©2016: Financovanie triedeného zberu odpadov (online) [cit. 2020-02-02], dostupné z <https://envipak.sk/obec>.

OZV ENVI - PAK, ©2016: O společnosti (online) [cit. 2020-02-02], dostupné z <https://envipak.sk/o-spolocnosti>.

Paletovka, Janský, T., 2017: Nápojová plechovka v čase (online) [cit. 2019-12-19], dostupné z <https://paletovka5.webnode.sk/napojova-plechovka-v-case/>.

Pantamera, About Returpack (online) [cit. 2020-02-02], dostupné z <https://pantamera.nu/om-oss/returpack-in-english/about-returpack/>.

Paroc Group, ©2020, Mechanické vlastnosti (online) [cit. 2020-19-03], dostupné z <https://www.paroc.cz/knowhow/mechanicka-stabilita/mechanicke-vlastnosti>

Pivovary.Info, ©2020: Pivní plechovky (online) [cit. 2019-12-10], dostupné z <https://www.pivovary.info/view.php?cisloclanku=2009010008>.

Portál životního prostředí hlavního města Prahy, Systém sběru komunálního odpadu v Praze (online) [cit. 2020-01-28], dostupné z http://portalzp.praha.eu/jnp/cz/odpady/pro_obcany/system_sberu_komunalniho_odpadu_v_praze/index.xhtml.

Ryšavý, I., 2018: Ostrava se chystá na ojedinělé třídění odpadu. Do jedné nádoby bude možné společně vkládat plasty, papír, nápojové kartony i kovové obaly (online) [cit. 2020-01-28], dostupné z <https://www.moderniobec.cz/ostrava-se-chysta-na-ojedinele-trideni-odpadu-do-jedne-nadoby-bude-mozne-spolecne-vkladat-plasty-papir-napojove-kartony-i-kovove-obaly/>.

Samosebou.cz, ©2019: Aktuálně ze světa třídění a recyklace kovů (online) [cit. 2020-01-28], dostupné z <https://www.samosebou.cz/2019/07/23/aktualne-ze-sveta-trideni-a-recyklace-kovu/>.

Seyring N., Dollhofer M., Weißenbacher J., Herczeg M., McKinnon D. a Bakas I., 2015: Assessment of separate collection schemes in the 28 capitals of the EU (online) [cit. 2020-02-22], dostupné z https://ec.europa.eu/environment/waste/studies/pdf/Separate%20collection_Final%20Report.pdf.

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 94/62/ES ze dne 20. prosince 1994 o obalech a obalových odpadech

Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/852 ze dne 30. května 2018, kterou se mění směrnice 94/62/ES o obalech a obalových odpadech

Soo V.K., Peeters J., Paraskevas D., Compston P., Doolan M. a Duflou J.R., 2018: Sustainable aluminium recycling of end-of-life products: A joining techniques perspective. Journal of Cleaner Production (online) 178, 119-132 [cit. 2020-02-20], DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.12.235. ISSN 09596526. Dostupné z <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652617332298?via%3Dihub>.

Statutární město Plzeň, Pecuch, M. a A. Jarošová, ©2019: Čistá Plzeň rozmístila na území Plzně osm šedých kontejnerů na kovy (online) [cit. 2020-02-01], dostupné z <https://www.plzen.eu/o-meste/aktuality/aktuality-z-mesta/cista-plzen-rozmistila-na-uzemi-plzne-osm-sedych-kontejneru-na-kovy.aspx>.

Studentevent.se, Trygghet och Ansvar (online) [cit. 2020-01-28], dostupné z <http://www.studentevent.se/miljo/>).

The Aluminium Association, ©2020: History of aluminum (online) [cit. 2020-01-28], dostupné z <https://www.aluminum.org/aluminum-advantage/history-aluminum>.

The International Aluminium Institute, ©2018: Germany Record Packaging Recycling Rate (online) [cit. 2020-02-10], dostupné z <http://recycling.world-aluminium.org/regional-reports/germany/>.

Toužín, J., 2008: Stručný přehled chemie prvků. Tribun EU, Brno, 225 s. ISBN 978-80-7399-527-0.

United States Environmental Protection Agency, ©2016: TENORM: Aluminum Production Wastes (online) [cit. 2020-02-21], dostupné z https://19january2017snapshot.epa.gov/radiation/tenorm-aluminum-production-wastes_.html.

United States Environmental Protection Agency, ©2017: TENORM: Bauxite and Alumina Production Wastes (online) [cit. 2020-02-21], dostupné z <https://www.epa.gov/radiation/tenorm-bauxite-and-alumina-production-wastes>.

Vaněček, J., 2011: Zkušenosti se sběrem kovových obalů ve statutárním městě Brně, ODPADY a OBCE Hospodaření s komunálními odpady. (online) [cit. 2020-02-01], dostupné z https://www.ekokom.cz/uploads/attachments/Obecne/sborniky/Sbornik_odpady_a_obce_2011.pdf.

VLTAVA LABE MEDIA a.s., ČTK, 2014: Pravidla sběren se zpřísní, stát chce ztížit možnost výkupu kovů (online) [cit. 2020-03-04], dostupné z https://www.denik.cz/z_domova/pravidla-provozovani-sberen-surovin-se-zrejme-zprisni-20140611.html.

Vyhláška č. 27/2015 Sb., Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, ve znění pozdějších předpisů

Vyhláška č. 383/2001 Sb., Vyhláška Ministerstva životního prostředí o podrobnostech nakládání s odpady

Warring, R. a J. Fellner, 2018: Current status of circularity for aluminum from household waste in Austra. Waste management (online) 76, 217-224 [cit. 2020-01-27], DOI: 10.1016/j.wasman.2018.02.034, ISSN 0956053X, dostupné z <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X18301004?via%3Dihub>.

Woodford CH., ©2019: Aluminum (online) [cit. 2020-03-1], dostupné z <https://www.explainthatstuff.com/aluminum.html>.

Zákon 477/2001 Sb., o obalech a o změně zákonů (zákon o obalech)

Zákon č. 125/1997 Sb., zákon o obalech

Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů

ZO ČSOP Veronica, ©2020: Hliník – zbytečný odpad (online) [cit. 2020-01-28], dostupné z <https://www.veronica.cz/hlinik-zbytecny-odpad>.

11. Seznam obrázků

Obrázek 1: Blokové schéma Bayerovy metody (Michna a kol. 2005)

Obrázek 2: Blokové schéma spékací metody (Michna a kol. 2005)

Obrázek 3: Schéma Hall-Héroultova elektrolyzéro a) průřez, b) půdorys (Michna a kol. 2005)

Obrázek 4: Zamoření města Ajka (Associated Press ©2010)

Obrázek 5: Označení hliníkových obalů (ZO ČSOP Veronica ©2020)

Obrázek 6: Lis (Ball Beverage Packaging Czech Republic s.r.o. b.r.)

Obrázek 7: Tvarování hrdla a příruby (Ball Beverage Packaging Czech Republic s.r.o. b.r.)

Obrázek 8: Značka Zelený bod (EKO-KOM, a.s. ©2020)

Obrázek 9: Modrožluté kontejnery OZO (Ryšavý, I. 2018)

Obrázek 9: Značka Německého Zeleného bodu (Abfallberatung, Aus Alt mach Neu b.r.)

Obrázek 10: Označení jednocestného nápojového obalu DPG (DAVR ©2020)

Obrázek 11: Značka Retunpack (Studentevent.se, Trygghet och Ansvar b.r.)

Obrázek 12: Nádoba na kovové obaly o objemu 1100l (Autor 2020)

Obrázek 13: Rozdělení svozových oblastí Praha (Portál životního prostředí hlavního města Prahy b.r.)

Obrázek 14: Nádoba na kovové obaly o objemu 1500 l (Autor 2020)

Obrázek 15: Shromažďování kovových obalů (Autor 2020)

Obrázek 16: Přilepené nečistoty lehčích obalů (Autor 2020)

Obrázek 17: Uložení slisovaných balíků (Autor 2020)

Obrázek 18: Lis, násypka a nakládač (Autor 2020)

12. Seznam tabulek

Tabulka 1: Vybrané fyzikální vlastnosti (Michna a kol. 2005)

Tabulka 2: Fyzikálně-chemické vlastnosti (Michna a kol. 2005)

Tabulka 3: Spotřeba surovin a vody jednocestných hliníkových plechovek 0,5l (MŽP ©2009)

Tabulka 4: Primární systémy třídění ve členských státech EU (Autor 2020 převzato z https://ec.europa.eu/environment/waste/studies/pdf/Separate%20collection_Final%20Report.pdf.)

Tabulka 5: Návoz kovových obalů na centrum recyklace (Autor 2020 převzato z centra recyklace Pražských služeb)

Tabulka 6: Kovové obaly po vytřídění (Autor 2020)

Tabulka 7: Cena odvezeného materiálu (Autor 2020)

13. Seznam grafů

Graf 1: Míra recyklace evropských hliníkových nápojových obalů (Baum Publications Ltd. ©2020)

Graf 2: Otázka č.1 (Autor 2020 zpracováno na [https://www.vyplnto.cz/realizovane-pruzkumy/sber-a-recyklace-hliniku-dot/.](https://www.vyplnto.cz/realizovane-pruzkumy/sber-a-recyklace-hliniku-dot/))

Graf 3: Otázka č.2 (Autor 2020 zpracováno na [https://www.vyplnto.cz/realizovane-pruzkumy/sber-a-recyklace-hliniku-dot/.](https://www.vyplnto.cz/realizovane-pruzkumy/sber-a-recyklace-hliniku-dot/))

Graf 4: Otázka č.3 (Autor 2020 zpracováno na [https://www.vyplnto.cz/realizovane-pruzkumy/sber-a-recyklace-hliniku-dot/.](https://www.vyplnto.cz/realizovane-pruzkumy/sber-a-recyklace-hliniku-dot/))

Graf 5: Otázka č.4 (Autor 2020 zpracováno na [https://www.vyplnto.cz/realizovane-pruzkumy/sber-a-recyklace-hliniku-dot/.](https://www.vyplnto.cz/realizovane-pruzkumy/sber-a-recyklace-hliniku-dot/))

Graf 6: Otázka č.5 (Autor 2020 zpracováno na [https://www.vyplnto.cz/realizovane-pruzkumy/sber-a-recyklace-hliniku-dot/.](https://www.vyplnto.cz/realizovane-pruzkumy/sber-a-recyklace-hliniku-dot/))

Graf 7: Otázka č.6 (Autor 2020 zpracováno na [https://www.vyplnto.cz/realizovane-pruzkumy/sber-a-recyklace-hliniku-dot/.](https://www.vyplnto.cz/realizovane-pruzkumy/sber-a-recyklace-hliniku-dot/))

Graf 8: Otázka č.7(Autor 2020 zpracováno na [https://www.vyplnto.cz/realizovane-pruzkumy/sber-a-recyklace-hliniku-dot/.](https://www.vyplnto.cz/realizovane-pruzkumy/sber-a-recyklace-hliniku-dot/))

Graf 9: Otázka č.8 (Autor 2020 zpracováno na [https://www.vyplnto.cz/realizovane-pruzkumy/sber-a-recyklace-hliniku-dot/.](https://www.vyplnto.cz/realizovane-pruzkumy/sber-a-recyklace-hliniku-dot/))

Graf 10: Otázka č.9 (Autor 2020 zpracováno na [https://www.vyplnto.cz/realizovane-pruzkumy/sber-a-recyklace-hliniku-dot/.](https://www.vyplnto.cz/realizovane-pruzkumy/sber-a-recyklace-hliniku-dot/))

Graf 11: Otázka č.10 (Autor 2020 zpracováno na [https://www.vyplnto.cz/realizovane-pruzkumy/sber-a-recyklace-hliniku-dot/.](https://www.vyplnto.cz/realizovane-pruzkumy/sber-a-recyklace-hliniku-dot/))

Graf 12: Otázka č.11 (Autor 2020 zpracováno na [https://www.vyplnto.cz/realizovane-pruzkumy/sber-a-recyklace-hliniku-dot/.](https://www.vyplnto.cz/realizovane-pruzkumy/sber-a-recyklace-hliniku-dot/))

Graf 13: Otázka č.12 (Autor 2020 zpracováno na [https://www.vyplnto.cz/realizovane-pruzkumy/sber-a-recyklace-hliniku-dot/.](https://www.vyplnto.cz/realizovane-pruzkumy/sber-a-recyklace-hliniku-dot/))

Graf 14: Otázka č.13 (Autor 2020 zpracováno na [https://www.vyplnto.cz/realizovane-pruzkumy/sber-a-recyklace-hliniku-dot/.](https://www.vyplnto.cz/realizovane-pruzkumy/sber-a-recyklace-hliniku-dot/))

Graf 15: Otázka č.14 (Autor 2020 zpracováno na [https://www.vyplnto.cz/realizovane-pruzkumy/sber-a-recyklace-hliniku-dot/.](https://www.vyplnto.cz/realizovane-pruzkumy/sber-a-recyklace-hliniku-dot/))

Graf 16: Otázka č.15 (Autor 2020 zpracováno na [https://www.vyplnto.cz/realizovane-pruzkumy/sber-a-recyklace-hliniku-dot/.](https://www.vyplnto.cz/realizovane-pruzkumy/sber-a-recyklace-hliniku-dot/))