

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

**KATEDRA ELEKTROENERGETIKY A EKOLOGIE**

## **BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Návrh logistického systému pro sběr a využití hliníkových  
nápojových obalů**

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta elektrotechnická

Akademický rok: 2012/2013

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Vojtěch SEDLÁČEK**  
Osobní číslo: **E10B0185P**  
Studijní program: **B2612 Elektrotechnika a informatika**  
Studijní obor: **Technická ekologie**  
Název tématu: **Návrh logistického systému pro sběr a využití hliníkových nápojových obalů**  
Zadávací katedra: **Katedra elektroenergetiky a ekologie**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Popište současný stav ve sběru a využití hliníkových nápojových obalů.
2. Analyzujte tento stav z hlediska environmentální, energetické a ekonomické přijatelnosti.
3. Porovnejte zjištěné výsledky se zahraničními zkušenostmi.
4. Navrhněte systém a opatření pro zvýšení možností sběru a využití hliníkových nápojových obalů.

Rozsah grafických prací: podle doporučení vedoucího

Rozsah pracovní zprávy: 20 - 30 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

1. Aktuální periodika: Odpadové fórum, Ekofutura, sborníky z konferencí a seminářů.

Vedoucí bakalářské práce:

**Mgr. Eduard Ščerba, Ph.D.**

Katedra elektroenergetiky a ekologie

Datum zadání bakalářské práce: **15. října 2012**

Termín odevzdání bakalářské práce: **7. června 2013**

Doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.

děkan



Doc. Ing. Karel Noháč, Ph.D.

vedoucí katedry

V Plzni dne 15. října 2012

## **Anotace**

Tato bakalářská práce je zaměřena na problematiku sběru, třídění, recyklace a opětovného využití nápojových hliníkových obalů z důvodu jejich nízké míry recyklovatelnosti. Poukazuje také na potenciál tohoto méně tradičního nápojového obalu a objasňuje jeho výhody používání pro společnost. V neposlední řadě srovnává různé metodiky a systémy sběru hliníkových nápojových obalů v České republice a v ostatních státech Evropy.

## **Klíčová slova**

Sběr odpadů, třídění odpadů, využití odpadů, recyklace odpadů, systém, metodika, odpad, obal, hliník...

## **Abstract**

This bachelor thesis is focused on problems of collection, sorting, recycling and reusing of aluminium beverage cans due to their low possibility of recycling. It shows the potential of less conventional beverage packaging and it clarifies its advantages for society. Finally, it compares ways of systems and methods collection of aluminium beverage cans in the Czech Republic and in others countries in Europe.

## **Key words**

Waste collection, waste sorting, waste reusing, waste recycling, system, method, waste, packaging, aluminium...

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této bakalářské práce, je legální.

.....

podpis

V Plzni dne 3.6.2013

Vojtěch Sedláček

## **Poděkování**

Rád bych tímto poděkoval vedoucímu bakalářské práce Mgr. Eduardu Ščerbovi, Ph.D. za metodické vedení práce, motivující připomínky, cenné profesionální rady, dále pak za jeho pochopení a trpělivost. Rovněž bych chtěl poděkovat panu RNDr. Josefu Paškovi za konzultace v samém počátku práce a za poskytnutí některých zdrojů literatury.

# Obsah

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK .....	9
ÚVOD.....	10
<b>1 SOUČASNÝ STAV NAKLÁDÁNÍ S ODPADY V ČESKÉ REPUBLICE .....</b>	<b>11</b>
1.1 INTEGROVANÝ SYSTÉM NAKLÁDÁNÍ S ODPADY .....	11
1.1.1 <i>Prevence vzniku odpadu</i> .....	11
1.1.2 <i>Minimalizace vzniku odpadů při výrobě</i> .....	12
1.1.3 <i>Minimalizace vzniku odpadů ze spotřeby</i> .....	12
1.1.4 <i>Sběr odpadu</i> .....	12
1.1.5 <i>Využití odpadu, recyklace, odstranění odpadu</i> .....	12
1.2 SOUČASNÝ STAV SBĚRU ODPADU Z HLINÍKOVÝCH NÁPOJOVÝCH OBALŮ V ČR.....	13
1.2.1 <i>Pilotní projekty v České republice za účasti EKO-KOM, a.s.</i> .....	13
1.2.2 <i>Pilotní projekt sběru kovových obalů města Brna</i> .....	16
<b>2 NÁROČNOST TĚŽBY HLINÍKU.....</b>	<b>18</b>
2.1 HISTORIE HLINÍKU .....	18
2.2 ZPŮSOBY ZÍSKÁVÁNÍ OXIDU HLINITÉHO Z BAUXITU .....	19
2.2.1 <i>Bayerova metoda</i> .....	19
2.2.2 <i>Spékačí metoda</i> .....	20
2.2.3 <i>Destilační metoda</i> .....	21
2.2.4 <i>Elektrolytická metoda</i> .....	21
2.3 SVĚTOVÁ LOŽISKA TĚŽBY BAUXITU.....	22
2.4 ENVIRONMENTÁLNÍ DOPADY TĚŽBY BAUXITU NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ .....	23
<b>3 NÁROČNOST VÝROBY HLINÍKOVÝCH NÁPOJOVÝCH OBALŮ.....</b>	<b>24</b>
3.1 SUROVINY POUŽITÉ PŘI VÝROBĚ.....	25
3.2 VÝROBNÍ POSTUP PŘI VÝROBĚ HLINÍKOVÉHO NÁPOJOVÉHO OBALU .....	25
3.3 ODPADY PŘI VÝROBĚ PLECHOVEK A JEJICH ENVIRONMENTÁLNÍ DOPAD.....	28
3.4 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU Z EKONOMICKÉHO HLEDISKA .....	28
<b>4 ZAHRANIČNÍ ZKUŠENOSTI S TRÍDĚNÍM AL NÁPOJOVÝCH OBALŮ.....</b>	<b>29</b>
4.1 SPOLKOVÁ REPUBLIKA NĚMECKO .....	29
4.1.1 <i>DSD (Duales System Deutschland)</i> .....	29
4.1.2 <i>Recyklace hliníkových obalů v systému záloh</i> .....	30
4.1.3 <i>Výsledky recyklace hliníkových obalů</i> .....	31
4.2 ŠVÉDSKO .....	32
4.2.1 <i>Systém Returpack</i> .....	32
4.2.2 <i>Další systémy pro sběr hliníkových nápojových obalů</i> .....	33
<b>5 VLASTNÍ NÁVRH LOGISTICKÉHO SYSTÉMU .....</b>	<b>34</b>
5.1 PREVENCE VZNIKU ODPADU .....	35
5.2 MINIMALIZACE VZNIKU ODPADŮ ZE SPOTŘEBY .....	35
5.3 SBĚR ODPADU .....	35
5.3.1 <i>Metoda sběru</i> .....	35
5.3.2 <i>Technologie sběru</i> .....	36
5.3.3 <i>Logistika přepravy prázdných obalů</i> .....	36
5.4 VYUŽITÍ ODPADU, RECYKLACE, ODSTRANĚNÍ ODPADU .....	36
<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>38</b>
<b>SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ .....</b>	<b>40</b>



## Seznam symbolů a zkratek

ISNO.....	Integrovaný systém nakládání s odpady
LDPE.....	Low-density polyethylene
PET.....	Polyethylentereftalát
Al.....	Aluminium
SRN.....	Spolková republika Německo
DSD.....	Duales System Deutschland (duální systém Německo)
OPNO.....	Opakovaně použitelný nápojový obal
DPG.....	Deutsche Pfandsysteme GmbH (Německý zálohový systém s ručením omezeným)
EAN.....	European article number (čárový kód)
RVMs.....	Reverse vending machines (zálohovací automaty)
SEK.....	Švédská koruna
FTI.....	Společnost Forpacknings a Tidnings Insamlingen

## Úvod

Předkládaná bakalářská práce je zaměřena na řešení problematiky sběru, třídění a recyklace hliníkových nápojových obalů. Tento problém, jak nakládat s hliníkovým nápojovým obalem po ukončení jeho životního cyklu, zatím není v České republice dostatečně popsán a definován. Pro výběr právě tohoto tématu jsem se tedy rozhodl právě kvůli nedostatečnému množství informací. Zajímalo mne, jak se s takovýmto druhem odpadu zachází a co vše by se dalo zlepšit, abychom jej již nemuseli vyhazovat pouze do komunálního odpadu, ale měli z něj ještě nějaký užitek i po skončení jeho životnosti, coby ochranné složky nápoje.

Bakalářskou práci jsem pro snadné porozumění celé problematice rozdělil do pěti částí. První část bude věnována objasnění systému a metodiky sběru, jaké se používají v tuzemsku k roku 2013. Hlavním cílem této části je vysvětlení a zhodnocení toho, kde se skrývá zásadní problém, díky kterému se touto problematikou nikdo v ČR příliš nezabývá. Tato část je rovněž věnována vysvětlení principu nakládání s odpady všeobecně a to z důvodu jeho pozdější implementace, na problematiku sběru, třídění a využití hliníkových nápojových obalů.

V druhé části se budu věnovat otázce, proč se vlastně hliník jako obalový materiál používá.. Tato část se bude soustředit na skutečnost, že i přes jeho nesporné výhody, coby nápojového obalu, má i jeho používání velká negativa a to zejména pro životní prostředí. Vysvětluji zde náročnost výroby hliníku z bauxitu a uvádím vlivy těžby na těžební lokality. Ve třetí části uvádím náročnost výroby samotných plechovek a částečně ji porovnávám s ostatními obalovými materiály.

Čtvrtá část je pro samotný návrh logistického systému nejdůležitější, jelikož jsem z ní získal důležité poznatky týkající se metodiky sběru a třídění v zahraničních státech. Jako ukázkové příklady jsem si vybral Spolkovou republiku Německo a Švédsko.

V poslední části bakalářské práce navrhuji logistický systém a to na základě získaných poznatků ze zahraničních systémů. Je zde uveden systém logistiky přepravy a v neposlední řadě i způsob využití vytříděných nápojových obalů.

# 1 Současný stav nakládání s odpady v České republice

Obaly jsou nedílnou součástí velkého množství výrobků. Mají za úkol udržet kvalitu jejich obsahu ve stejné kvalitě až do data jeho spotřeby. Obaly lze rozdělit z hlediska jejich funkce na obaly přepravní, skupinové a spotřebitelské. Dále z hlediska materiálu na obaly hliníkové, skleněné, plastové, papírové, kompozitní či kombinované. Lze je též dělit na obaly jednocestné a opakovaně použitelné.[1]

Zacházení s obaly je v České republice definováno zákonem č. 477/2001 Sb. o obalech, ve znění jeho zatím poslední novely č. 66/2006 Sb. Tento zákon zavádí povinnosti a práva fyzických i právnických osob, uvádějících obaly na trh nebo obaly distribuující. V zákoně je stanoveno, že distributor obalu musí tento obal zpětně odebrat. Výrobci s prodejní plochou přesahující 200m<sup>2</sup> musí do svého sortimentu zahrnout i výrobky ve vratných obalech, pokud již prodávají stejné výrobky v obalech jednocestných. Zákon určuje také pravidla a povinnosti pro nakládání se zálohovanými obaly. Je zde také uvedeno procentní množství, které musí být recyklováno či využito.[1]

Obal se stává odpadem ve chvíli, kdy přestal plnit ochrannou funkci, ke které byl vyroben. Nakládat s odpady z obalů se dá různými způsoby, základním principem a jádrem celé problematiky je vytvoření vhodného a funkčního sběrového systému. Obaly je nutné třídít podle materiálu, ze kterého byly vyrobeny, tak aby bylo umožněno jejich opětovné využití, např. jako vstupní surovina pro výrobu jiných předmětů nebo pro opětovnou výrobu obalu.[1]

## 1.1 Integrovaný systém nakládání s odpady

Integrovaný systém nakládání s odpady, zkráceně ISNO, je jednoduchá strategie, která zajišťuje a řídí sběr, využití a odstranění odpadů v celém odpadovém cyklu. ISNO má za úkol optimalizovat účinnost sběru a třídění při zachování environmentálních a ekonomických požadavků.[2]

### 1.1.1 Prevence vzniku odpadu

Prevenčí jsou myšlená taková opatření, která byla přijata před tím, než se látka, materiál nebo výrobek staly odpadem. Jako preventivní ochranu před vznikem odpadů můžeme

považovat legislativní nařízení, uvedené v zákoně č. 477/2001 Sb. o obalech, ve znění pozdějších předpisů. Toto nařízení říká, že výrobce, jenž uvádí výrobek na trh, je povinen zajistit co nejmenší objem a hmotnost obalu při zachování přijatelnosti pro spotřebitele a také při dodržení technických požadavků kladených na obalový materiál.[3]

### **1.1.2 Minimalizace vzniku odpadů při výrobě**

Tyto odpady se dají minimalizovat při navrhování, výrobě, distribuci a prodeji výrobků a to tak, že se bude používat pouze nezbytně nutný obalový materiál. To znamená například u nápojových obalů, že se bude používat menší vrstva balící fólie nebo se bude stavět více řad plechovek na sebe, čímž se sníží množství použitých europalet. Ovšem musí být dodržena pohodlnost a efektivita převozu. [3]

### **1.1.3 Minimalizace vzniku odpadů ze spotřeby**

Snížit odpady ze spotřeby by znamenalo snížit výrobu obalů, ze kterých se posléze odpady stanou. Takto se tedy minimalizovat množství odpadu nedá, neboť výrobci hliníkových plechovek by přišli o svůj zisk na úkor např. výrobců skleněných láhví či obalů kompozitních. [3]

### **1.1.4 Sběr odpadu**

Sběrem odpadu se rozumí jeho shromažďování, skladování, třídění a převoz do zařízení na zpracování odpadu. O sběru odpadu bude ještě dále v této práci pojednáváno. [3]

### **1.1.5 Využití odpadu, recyklace, odstranění odpadu**

Odpad se dá využívat například pro zisk energie (energetické využití) či pro zisk materiálu, ze kterého je odpad vyroben (materiálové využití).

O recyklaci se jedná, když je odpad znovu použit při výrobě tzn., že hliníkový obal, od již použitého nápoje je přetaven a znovu přidán do výrobního procesu, kde se z něj stane opět plechovka.

Odstranění odpadu se provádí zejména skládkováním, spalováním (bez energetického využití) nebo i biologickým rozkladem odpadu. [3]

## 1.2 Současný stav sběru odpadu z hliníkových nápojových obalů v ČR

Bohužel není zcela složité popsat české odpadové hospodářství z hlediska sběru, třídění a recyklace hliníkových nápojových obalů. V České republice neexistuje žádný metodický postup, kterým by se dalo efektivně dosáhnout výtěžnosti recyklování alespoň 70%, tak jako je tomu v mnoha jiných vyspělých státech.

V současnosti jsou dva fungující způsoby, jak se tenkostěnného hliníku zbavit ekologicky. První možností je vyhledat nějakou sběrnou v okolí svého bydliště a tam tenkostěnný hliník odevzdat. Druhý způsob je založen na tom, že hliník je vykupován pouze ve velkém množství, tudíž je nutné pro jeho odevzdání nashromáždit hodně plechovek. Minimální hmotnost pro odkup je 10 kg, což není jednoduché nashromáždit, když vezmeme v potaz, že jedna plechovka váží 16,8 g. Na odeslání či odvezení zásilky bychom tak museli nasbírat 625 plechovek a na takové množství nemají domácnosti skladovací kapacity a z tohoto důvodu je jednodušší hodit plechovku do komunálního odpadu. Avšak kolektivní systém začínají zkoušet například školy, kde mají skladovací prostory k dispozici a i sběračů je zde více.

### 1.2.1 Pilotní projekty v České republice za účasti EKO-KOM, a.s.

Dalo by se říci, že se v České republice blýská na lepší časy. Společnost EKO-KOM, a.s. v roce 2010 ve spolupráci s vybranými městy České republiky (Jablonec nad Nisou, Ostrava, Český Brod) a dalšími organizacemi zajišťujícími manipulaci, svoz a dotřídění sběru kovových obalů, připravila projekt, který měl analyzovat různé metody sběru kovových odpadů z obalů a následně tak vyhodnotit nejvhodnější způsob nakládání s těmito odpady. Sběr nápojových obalů se prováděl na různých stanovištích a za použití různých sběrových nádob a systémů. Získané poznatky se následně vyhodnotily z hlediska nákladovosti celého procesu i z hlediska složitosti organizace sběru.[4]

V Ostravě byly zkušebně testovány dvě metody sběru kovového obalového materiálu. Prvním způsobem byl sběr do nádob o objemu 1100 l, které byly společné pro kovové obaly a plast. Tyto kontejnery byly označeny informační samolepkou, na které bylo přesně uvedeno, pro jaký odpad je nádoba určena, a zároveň zde byly i popsány cíle a myšlenky pilotního projektu statutárního města Ostravy. Druhý způsob, který byl testován, byl sběr kovových obalových odpadů do samostatných nádob o objemu 120 l, které byly označeny rovněž

polepem, který byl již popsán výše. Tyto kontejnery byly přidány ke stávajícím na již existující sběrná stanoviště. V obou těchto způsobech byl obsah kontejnerů svezen na dotřídňovací zařízení spol. OZO Ostrava s.r.o. Zde se odpad upravoval a třídil na jednotlivé suroviny. [4]



Obrázek 1.1 Kontejnerový sběr nápojových plechovek, Praha 2013 [11]

Dalším městem, které se podílelo na pilotním projektu, bylo město Jablonec nad Nisou. Zde byl použit odlišný způsob sběru. Systém spočíval ve sběru kovového odpadu do LDPE pytlů o objemu 80 l. Tyto pytle byly občanům rozdávány zcela zdarma pouze na požádání. Tyto pytle byly označeny potiskem, kde bylo uvedeno, k jakému účelu je užívání těchto pytlů vyhrazeno. Sběr tedy spočíval v tom, že si občané doma sami odkládali do tohoto pytle nápojové obaly a po jeho naplnění jej odnesli na stávající kontejnerové stanoviště v blízkosti jejich domova. Takto sesbírané pytle byly pak převezeny na shromaždiště spol. Severočeské komunální služby s.r.o., kde byly přesypány do velkoobjemového kontejneru a převezeny do kovošrotu, odkud dále putovaly ke zpracovatelům. [4]

V Českém Brodě byl systém nejvíce podobný systémům v ostatních městech České republiky, kovové obaly se sbíraly pouze prostřednictvím sběrného dvora. Ve sběrném dvoře je i nyní možnost odevzdávat jak železné, tak hliníkové obaly do zvláštních kontejnerů. Železo je skladováno společně s ostatními kovovými odpady a je nadále předáváno do místních kovošrotů. Hliníkové obaly se přemísťují do společnosti, která se zabývá přímo

zpracováním hliníkových fólií a tenkostěnných hliníkových obalů, proto se tedy uchovávají odděleně od ostatního kovového odpadu. [4]

### Výsledky různých způsobů sběru kovových odpadů

Ve všech městech a u všech způsobů sběru se zjišťoval obsah odpadu, tzn. vše, co odpad obsahoval. Následný rozbor obsahu odpadu je pak znázorněn v tabulkách číslo 1.1 a 1.2. V tabulkách je obsah odpadu rozdělen na kovové obaly, kovové neobaly, spreje, nebezpečné odpady a příměsi. Podíl nežádoucích příměsí je jedním z měřítek efektivity jednotlivých způsobů sběru kovových odpadů z obalů. [4]

**Tabulka 1.1 Složení odpadu sesbíraného do nádob [4]**

Typ sběru	Sběr ve směsi 1100 l Ostrava		Sběr ve směsi 1100 l Ostrava	
	Množství v kg	Podíl v %	Množství v kg	Podíl v %
Kovové obaly	920	28,20%	797	30,40%
Kovové neobaly	718	22,00%	594	22,70%
Spreje	359	11,00%	116	4,40%
Nebezpečné odpady	176	5,40%	243	9,30%
Příměsi	1086	33,40%	870	33,20%
Celkem sesbíráno	3259	100,00%	2620	100,00%

**Tabulka 1.2 Složení odpadu sesbíraného ve sběrném dvoře a pomocí LDPE pytlů [4]**

Typ sběru	Sběr ve sběr.dvoře Český Brod		Sběr do LDPE pytlů Jablonec	
	Množství v kg	Podíl v %	Množství v kg	Podíl v %
Kovové obaly	4	4,00%	71,7	91,20%
Kovové neobaly	96	96,00%	2,85	3,60%
Spreje	0	0,00%	0	0,00%
Nebezpečné odpady	0	0,00%	2,2	2,80%
Příměsi	0	0,00%	1,85	2,40%
Celkem sesbíráno	100	100,00%	78,6	100,00%

### Vyhodnocení pilotního projektu

Na celém projektu se podíleli vybraní zpracovatelé kovových odpadů a to proto, aby nebyla opomenuta kvalita finální druhotné suroviny a ta se dala pak dále využít ve výrobě. Dále byl brán i zřetel na zvolení nejvhodnější technologie, jak při samotném sběru, ale také při třídění čistého kovu od ostatních příměsí, snižujících kvalitu a cenu sesbíraného materiálu. Možností, jak dobře získat hliník z odpadu, je jeho přepálení ve spalovnách a

následné vyseparování ze strusky. Tato metoda byla použita v Brně a bude o ní ještě dále hovořeno.

### **Závěry z výsledků pilotního projektu jsou tyto:**

V obcích nelze rozmístit samostatné kontejnery či jiné sběrné nádoby a to díky nerentabilitě celého sběrového procesu. Jsou zde kladeny vysoké nároky na finanční prostředky obcí a to především díky nutné prvotní investici a zejména následným provozním nákladům. Alternativou vhodnou pro sběr nápojových obalů by mohl být sběr do LDPE pytlů, avšak nevýhodou tohoto sběru je, že se dá použít jen u určitého typu zástavby, například v zástavbě rodinných domků a menších sídlišť. Musí být také předem vyhrazeno sběrné a svozové místo. Nejeefektivnější by bylo sbírat tento odpad stejným vozem, jakým se sváží i ostatní tříděný odpad. tento způsob přepravy by výrazně snížil provozní náklady. [4]

Pro samotné obce je nejlepším způsobem sběr ve sběrném dvoře. U tohoto způsobu vidím velkou výhodu v tom, že obsluha dvora může kontrolovat obsah dovezeného odpadu a tím je zaručeno, že odpad bude bez jakýchkoliv příměsí. Avšak z tab. 1.2 je jasně vyplývá, že z environmentálního hlediska je tato metoda sběru zcela neefektivní a ve finále nemá žádný vliv na snížení kovového obalového odpadu na skládkách. [4]

Vzhledem k tomu, že na českém trhu se ročně prodá pouze malé množství hliníkových nápojových obalů, bráno ve světovém měřítku, je nejspíše nejeefektivnější metodou tento druh odpadu netřídít a technologickými metodami jako jsou např. spalovny jej před uložením na skládku odstranit. [4]

Důvodem, proč se nevyplatí plechovky sbírat je, že o tento druh odpadu není příliš velká poptávka stran konečných zpracovatelů. Protože se jedná hlavně o tenkostěnné materiály, dochází při jejich zpracování běžnými slévárenskými a hutními metodami k jejich degradaci a výraznému hmotnostnímu úbytku získané suroviny. [4]

### **1.2.2 Pilotní projekt sběru kovových obalů města Brna**

V Brně probíhal sběr hliníkových obalů podobně jako v Ostravě, avšak s tím rozdílem, že v Ostravě se do sběrných nádob společných pro plast i kov sbíraly i jiné kovy než pouze



hliníkové nápojové obaly. Město Brno má na svém území pouze kontejnery určené pro sběr PET lahví a nikoliv plastu všeobecně, a proto se při sběru do společné nádoby, tedy nádoby pro PET láhve i kovové obaly chtělo pojistit a rozhodlo, že se do těchto nádob smí vhadzovat pouze tenkostěnné nápojové obaly. K tomuto kroku přikročilo především kvůli obavám ze znečištění sesbíraných PET lahví nečistotami obsaženými v kovových obalech určených pro potraviny.[5] Jelikož se v Brně vyvázejí plasty jedenkrát za tři týdny, nechtělo město riskovat ani zápach, který by znečištěné plechovky v ulicích způsobily. [5]

Pro objektivitu výstupů z celého projektu byla na území Brna, ale i v přilehlých oblastech, vytvořena velká informační kampaň. Bylo nutné zajistit, aby každý obyvatel věděl, k čemu tento projekt slouží, a zároveň, aby si věděl rady, jak třídit. Informace byly veřejnosti předány pomocí médií, tisku, letáčků apod. [5]

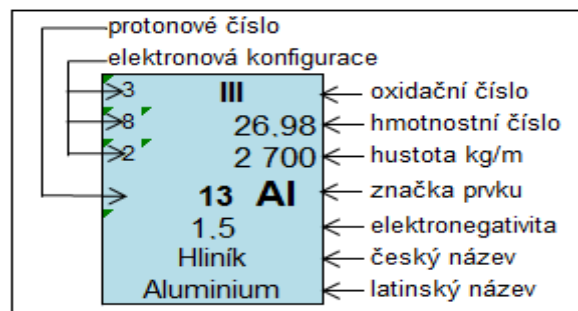
V současné době je ve městě rozmístěno 806 ks 1100 l žlutých kontejnerů a 133 ks drátěných košů o velikosti 2,5 – 5 m<sup>3</sup> pro separovaný sběr PET lahví, nápojových kartónů a hliníkových plechovek. Za jeden rok se v Brně sesbíralo přibližně 994 tun PET, 1200kg hliníkových obalů od nápojů a 6,3 tuny nápojových kartónů. [5]

Problém kontejnerového sběru byl již popsán na Ostravském příkladu. V Brně si se znečištěním vytříděného odpadu poradili tak, že sesbíraný odpad odvezli do třídící linky, která je na principu vířivých proudů schopna mechanicky oddělit hliníkové slitky ze škváry. Tato technologie má tu výhodu, že se díky ní dostane ze strusky pouze čistý hliník, bez veškerých nečistot a barev. Takovýto typ hliníku už je pro investory mnohem zajímavější. [5]

Porovnáme-li tak systém ostravský a brněnský, je zřejmé, že v Brně, kde předávají své směsné komunální odpady k přímému energetickému využití, je lepší získat čistý hliník vyseparováním ze škváry než zavádět kontejnerový systém sběru společně s jinou komoditou či samostatně. Bylo zjištěno, že oddělením hliníku ze škváry je výtěžnost až o dva řády vyšší než klasickým sběrem do separačních nádob. [5]

## 2 Náročnost těžby hliníku

Prvek aluminium, česky nazýván hliník, se řadí mezi neušlechtilé kovy, je chemicky nestálý, velmi reaktivní, v reakci se vzduchem tvoří oxid hlinitý ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ). Z tohoto důvodu se v přírodě nevyskytuje jako čistý prvek, ale pouze ve formě sloučenin. Hliník z hlediska elektrických vlastností je dobře vodivý, a proto je velmi hojně využíván v elektrotechnice. [6]



Obr. 2.1 Hliník v periodické soustavě prvků  
[Zdroj: vlastní tvorba]

### 2.1 Historie hliníku

Hliník byl objeven roku 1807 anglickým vědcem Humry Davym. Tento Angličan má rovněž nemalý přínos v objevení principu žárovky, kdy zjistil, že rozžhavený drát emituje světlo. Jelikož se hliník vyskytuje v přírodě pouze ve sloučeninách a nikoliv jako čistý prvek, musel se tedy nejdříve izolovat od ostatních příměsí. Toto uskutečnil v roce 1925 dánský chemik Hans Christian Ørsted. Metoda, kterou používal, byla ekonomicky velmi náročná a tak ještě nemohlo dojít k masovému rozšíření a využívání hliníku. [6]

Další pokrok ve vývoji nastal bezmála o 30 let později, kdy s myšlenkou průmyslového oddělení hliníku přišel francouzský chemik Henry Etienne Sainte-Claire Deville. Pomocí tohoto průmyslového způsobu klesla cena hliníku na jednu desetinu své původní hodnoty. Bez tohoto zlevnění by se nikdy hliník nestal tak důležitým v mnoha průmyslových odvětvích, ať už v elektrotechnice, automobilovém či leteckém průmyslu a mnoha dalších. [6]

I přes výrazný pokrok se lidstvo nespokojilo s touto metodou a podařilo se objevit ještě jiný, lepší způsob získávání hliníku. Francouz Paul Louis Héroult a nezávisle na něm i Američan Charles Martin přišli v roce 1886 s novou metodou průmyslového získávání hliníku, a to elektrolýzou. Tato metoda se používá ve velké míře stále. [6]

Hliník se získává z nerostu jménem bauxit. Ten se skládá z několika minerálů, např. hydroxidu hlinitého, oxidu křemičitého, oxidu železitého, oxidu titaničitého a také jsou v něm obsaženy ještě další nečistoty, ať už v menším či větším procentuálním zastoupení. Podle procentuálního podílu minerálů hliníku v bauxitu zavádíme pojmy gibbsit, polymorfní

boehmit a diaspor. Gibbsit  $\text{Al}(\text{OH})_3$  je hlavní složkou geologicky mladých bauxitů, za vyšších teplot nebo tlaků se mění v diaspor či boehmit. Bauxity jsou obvykle klasifikovány podle jejich zamýšleného komerčního využití, např. brusný, chemický, hutní apod. Převážná část světové produkce bauxitu (přibližně 85%) je zdrojem pro výrobu oxidu hlinitého za použití různorodých principů. [6]

## 2.2 Způsoby získávání oxidu hlinitého z bauxitu

Oxid hlinitý má amorfni charakter a je tak možné jej získávat z bauxitových rud kyselými i zásaditými metodami. Oxid hlinitý se dá také vyrábět elektrotermicky. V současné době se pro výrobu oxidu hlinitého používá především zásaditých metod. Roztok hlinitanu sodného, získaný působením alkálií ( $\text{NaOH}$  či  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) a rozpuštěný ve vodě, se odděluje od sraženiny, tzv. červeného kalu, složeného hlavně z oxidů a hydroxidů křemíku, železa a titanu. Roztok hlinitanu sodného se potom rozkládá a vylučuje se čistý hydroxid hlinitý. Ten se odfiltruje a alkalický roztok se po úpravách vrací zpět do procesu. [7]

Při kyselých způsobech se ruda zpracuje roztokem anorganických kyselin ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HNO}_3$  apod.), přičemž se oxid hlinitý mění na příslušnou hlinitou sůl  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{AlCl}_3$  atd. Rozkladem získané soli se uvolňuje hydroxid hlinitý a jeho vyžháním bezvodý oxid hlinitý. [7]

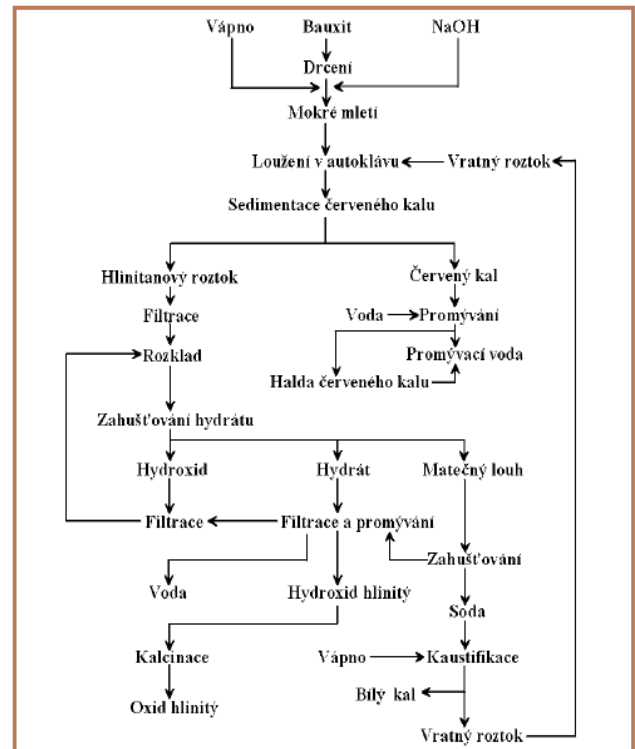
Při elektrotermických způsobech se tavením bauxitu (nebo jiné suroviny obsahující hliník) s uhlím v elektrické peci vyredukuje příměsi a získá se roztavený oxid hlinitý. [7]

### 2.2.1 Bayerova metoda

Tento proces vynalezl rakouský chemik Carl Josef Bayer (1847-1904) v roce 1888 v Petrohradu. Zde pracoval pro textilní průmysl, kde se oxid hlinitý, získaný z bauxitu, používal pro barvení textilu. Podstatou Bayerova výrobního postupu je přímé loužení oxidu hlinitého loužicími roztoky za účelem získání hlinitanového roztoku a jeho samovolné rozkládání a vylučování hydroxidu hlinitého. [7]

V současné době je v celosvětovém měřítku nejvíce rozšířená hydrometalurgická metoda výroby oxidu hlinitého zásaditým Bayerovým způsobem. Pro tento účel slouží jako surovina kvalitní bauxit obsahující poměrně malé množství oxidu křemičitého v rozmezí od 2–5 procent. Bayerův způsob je pro zpracování takového druhu bauxitů nejvýhodnější, je jednoduchý a pomocí něho je možné vyrobit velmi čistý oxid hlinitý. [7]

Hlavní operační kroky Bayerova procesu tvoří: loužení oxidu hlinitého vázaného v bauxitu (tvorba hlinitanového roztoku), oddělování červeného kalu, srážení hydroxidu hlinitého z hlinitanového roztoku, odstraňování  $\text{Al}(\text{OH})_3$  z ochlazujícího se přesyceného hlinitanového roztoku, odpařování matečného roztoku. [7]

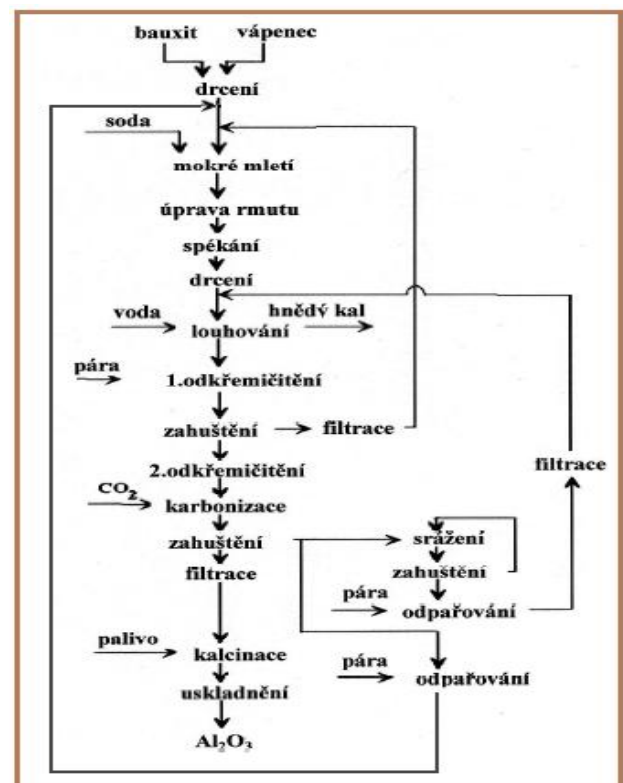


Obr. 2.2 Operační kroky Bayerovy metody [7]

## 2.2.2 Spékací metoda

Spékací metoda výroby  $\text{Al}_2\text{O}_3$  patří k termickým zásaditým způsobům výroby a používá se pro zpracování chudších bauxitů s vyšším obsahem  $\text{SiO}_2$ . Pro bauxity, které mají obsah  $\text{SiO}_2$  vyšší než 8%, se Bayerova metoda stává nevýhodnou a je nutno použít spékací metodu. [7]

Podstatou metody je spékání bauxitu se sodou a vápencem, čímž se získá spečenec, který je dobře rozpustný ve vodě. Vylouhováním tohoto spečence



Obrázek 2.3 Operační kroky spékací metody [7]

ve vodě vznikne, obdobně jako při Bayerové metodě, hlinitanový roztok. Při procesu vzniká také nerozpustný zbytek nazývaný hnědý kal. Hnědý kal se odlišuje od červeného kalu jak z chemického, tak i z mineralogického hlediska. Po oddělení hnědého kalu se hlinitanový roztok rozkládá karbonizací pomocí  $\text{CO}_2$ , čímž vznikne hydroxid hlinitý a matečný roztok. Na rozklad roztoku se použijí spaliny ze spékací pece, a to podle toho, jak jsou bohaté na  $\text{CO}_2$ . Matečný roztok (karbonát sodný) se opět recykluje na začátek procesu do větve mokrého mletí a na spékání. Vyrobený hydroxid hlinitý se po odfiltrování a promytí kalcinuje obdobně jako při Bayerové metodě. [7]

### 2.2.3 Destilační metoda

Destilační metoda se provádí kalcinací jílu při teplotě  $1000\text{ }^\circ\text{C}$ . Jíl se rozdrťí a rozemele za mokra s přidáním regenerovaného roztoku hydroxidu sodného ( $\text{NaOH}$ ) při teplotě  $90\text{ }^\circ\text{C}$ . Takto rozdrčený a rozemletý jíl se dále přibližně 30 minut destiluje, načež se z jílu vyfragmentuje přibližně 84%  $\text{SiO}_2$ . Získané fragmenty se následně filtrují a promývají. Další zpracování probíhá na principu Bayerovy metody. Získaný kal se spéká a louží. Výsledný kal je pak ve formě louhu a zahušťuje se na odparkách. [7]

### 2.2.4 Elektrolytická metoda

Oxid hlinitý  $\text{Al}_2\text{O}_3$  se vyrábí z roztaveného kryolitu sodného ( $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$ ) a to od roku 1886, kdy se stejným nápadem přišli současně dva vědci Francouz Paul Héroult a Američan Charles Hall – z toho také Hall-Héroultova elektrolýza. Tato metoda byla na svou dobu tak převratná a důmyslná, že se využívá do dnes. Díky vývoji počítačových systémů a technologií se začíná elektrolytická metoda ještě více zdokonalovat. Díky počítačovým technologiím je nyní možné celý elektrolytický proces řídit zcela automaticky, což umožňuje přesné dávkování příměsí a přesnou kontrolu celého procesu. Automatickým systémem se nastavuje vzdálenost anoda-katoda, dále koncentrace oxidu hlinitého a třeba také obsah fluoridu hlinitého v lázni. Díky těmto operacím se určují operační parametry spékacích pecí. [7]

Čistota hliníku získaného elektrolytickou metodou se pohybuje v rozmezí 99,5 – 99,7 %). Tato hodnota je již postačující, avšak pro zvýšení čistoty se ještě hliník kalcinuje, díky tomu je pak výsledná čistota rovna 99,99%. Již zmíněná kalcinace a vysoká energetická náročnost elektrolytickou metodu prodražují, proto se náklady musí snížit např. snížením teploty

taveniny nebo zvýšením vodivosti elektrolytu. Teplota tání taveniny se sníží díky poměru kryolitu v celé soustavě a to z 2050 °C na 950 °C. [7]

### 2.3 Světová ložiska těžby bauxitu

Ložiska bauxitu se často nacházejí v oblasti rovníku. Největšími světovými producenty jsou například Austrálie, Čína, Brazílie, Indie, Guinea, Jamajka a státy bývalé SSSR. Z evropských států se bauxit těží v Řecku, Francii a Itálii. Největší podíl světové těžby bauxitu má Austrálie (cca 1/3 globální těžby). Přehledná mapa a tabulka světové těžby bauxitu jsou uvedeny na obrázku č. 2.4 [8]



Obrázek 2.4 Světová centra těžby bauxitu [8]

Dalšími lokalitami, kterými je potřeba se zabývat, jsou lokality ve kterých se z bauxitu hliník vyrábí, tedy přesněji vyrábí oxid hlinitý  $Al_2O_3$ . Mezi tyto producenty patří povětšinou ty samé státy, které jsou uvedeny na obr. 2.4, avšak jejich pořadí je odlišné. Čelní místo patří Číně, která má jasnou převahu nad ostatními státy, což je patrné z obrázku č. 2.5. [9]



Obrázek 2.5 Světová centra výroby hliníku z bauxitu [9]

## 2.4 Environmentální dopady těžby bauxitu na životní prostředí

Bauxit se těží v povrchových, otevřených dolech. Na počátku těžby se musí veškerá povrchová zemina odtěžit za pomoci těžkých strojů až do hloubky, ve které se nachází bauxit. Prvotní, pouhým okem viditelný, důsledek takto vzniklého dolu je neestetické poničení krajiny. Skutečné účinky těžby bauxitu jsou pro danou lokalitu vždy zcela specifické. Krajina při probíhající těžbě bauxitu je vyobrazena na obr. 2.6. Odtěžení půdy a odlesnění způsobuje erozi půdy, znečištění vody, změnu malého vodního cyklu a ztrátu biodiverzity a to nejen přímo v dole, ale i v široké oblasti obklopující bauxitový důl. Výsledná půdní eroze může způsobit velmi obtížné znovu uchycení původní vegetace. Toto nastává zejména v případech, kdy není těžařskými společnostmi dbáno na opětovnou a hlavně včasnou rekultivaci těžební plochy. [6]

Bauxit se těží především v rovníkových oblastech, kde se současně s jeho ložisky také nacházejí tropické deštné lesy a pralesy. V těchto ekosystémech je kromě velké biodiverzity i také ložisko bauxitu, a proto se povětšinou chudé státy rozhodnou vyměnit část unikátní fauny a flory za rychlý značný zisk. Ničení biotopů, zejména deštných pralesů, je

nejviditelnějším důsledkem těžby bauxitu, ale bohužel zdaleka ne jediným. Odlesňování a eroze půdy vede téměř vždy ke vzniku povodní. Negativně se těžba projevuje i na zdraví lidí, kteří žijí v jejím bezprostředním okolí, a to průsakem odpadních vod do podzemních vod, které slouží mnohdy jako jediný zdroj pitné vody. Půda tak ztrácí svou filtrační schopnost. [6]



Obrázek 2.6 Devastace krajiny vlivem těžby bauxitu [10]

Závěrem je tedy nutno říci, že v každé lokalitě má těžba bauxitu své specifické dopady na životní prostředí. Například tropický deštný les je stabilním ekosystémem, avšak ne pružným. A tak se již nikdy nemá šanci nikdy z následků těžby vzpamatovat. Naopak někde, kde je pružnost ekosystému větší než jeho stabilita, se příroda vzpamatuje velmi dobře a dojde tak pouze ke krátkodobému poničení dané lokality. [6]

### 3 Náročnost výroby hliníkových nápojových obalů

Výroba hliníkových nápojových obalů je velmi energeticky náročná. Při výrobě 1 kg hliníku se spotřebuje 47,5 kWh elektřiny. Pro srovnání: výroba kilogramu skla při 50% podílu recyklované suroviny si vyžádá pouze 2,1 kWh energie. Pro přepočtení na jednu výrobní jednotku plechovky o objemu 0,5l a skleněné láhve o stejném objemu vychází energie spotřebovaná na 1 plechovku vážící 16,8 g 0,796 kWh, zatímco energie na jednu skleněnou láhev vážící 255g je 0,53kWh. Je proto nezbytné, abych ve své práci uvedl i výrobní postupy



tvorby hliníkových nápojových obalů. Je nutné si uvědomit, proč tedy hliníkové obaly vyrábět, když jsou energeticky náročnější než skleněné. [12]

### 3.1 Suroviny použité při výrobě

Tabulka 3.1 Spotřeba surovin a vody jednocestných hliníkových plechovek o 0,5l (kg/funkční jednotku) [12]

Druh suroviny s obsahem energie	Množství	Druh suroviny s obsahem energie	Množství
Baryt	7,01E-03	Dolomit	1,06E-02
Bauxit	1,60E+02	chrom	2,68E-04
NaCl	3,59E+00	kyslík	3,18E-02
CaSO <sub>4</sub>	2,53E-04	dusík	4,29E-01
Jíl	8,65E-04	Vzduch	2,15E+01
feromangan	7,85E-04	Bentonit	1,13E-03
Fluorid	2,91E+00	Štěrka	3,19E-03
Železo	8,64E-01	Olivín	8,11E-03
Olovo	6,06E-03	Jílovitá břidlice	7,18E-04
Vápenec (CaCO <sub>3</sub> )	7,93E+00	Ulexit	1,00E-08
Hořčík	1,96E+00	KCl	5,35E-03
Mangan	1,24E-01	Síra (vázaná)	1,33E-04
Rutil	4,00E-08	Živočišné látky	1,50E-01
Písek (SiO <sub>2</sub> )	6,41E-02	Biomasa (včetně vody)	3,64E+01
Zinek	4,44E-03	Rtuť	8,14E-06
Měď	4,87E-06	Zemina	4,02E+00
Fosfáty P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	4,54E-02	Voda	4,27E+03

Tabulka 3.2 Spotřeba paliv a energie materiálu hliníkových plechovek o 0,5l (kg/funkční jednotku) [12]

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 3.3 Produkce odpadu jednocestných Hliníkových plechovek o 0,5l (kg/funkční jednotku) [12]

Druh Odpadu	Množství	Druh Odpadu	Množství
Ostatní odpad	6,68E+01	Nebezpečný odpad	3,03E+00

### 3.2 Výrobní postup při výrobě hliníkového nápojového obalu

Výrobu lze rozdělit do 14 kroků. Je důležité, aby každá plechovka měla stejné, požadované vlastnosti. Plechovka musí mít dokonalý tvar, tak aby při jejím používání nemohla způsobit zranění. [13]

**Mazání a hluboko tažení** - Tenký plátek hliníku je rozvinut a namazán speciálním mazivem a následně dopravním pásem přiveden do hlubokotažného lisu. V lisu tvořeném více stupni lisování se z plátu vytvoří šálek. [13]



Obrázek 3.1 Příprava pro hlubokotažný lis ve společnosti Rexam Beverage Can Czech Republic, s.r.o. [14]

**Žehlení stěn a formování** - Šálek je přiveden do žehlicího stroje. Je tlačěn přes kroužek, který zmenšuje průměr šálku, avšak při zachování tloušťky plechu. Šálek je držen v držáku, aby se zabránilo záhybům plechu. [13]

**Ořezávání** - V řezacím stroji je šálek držen vakuovou deskou a postupně natáčen a ořezáván až do doby, kdy dosáhne požadované výšky. Odřezané proužky plechovky se vrací dopravním pásem zpět do výrobního procesu. [13]

**Omývání** – Nástěnné žehlicí mazivo používané v plechovce při tváření se odstraňuje z plechovky otočené dnem vzhůru v několika pracích komorách. Plechovky jsou pak transportovány do sušáren, kde se suší při teplotě cca 200°C. [13]

**Nanášení vnějšího povlaku** – Plechovky jsou na vnější straně opatřeny speciální vrstvou, která zabraňuje korozi, což je zobrazeno na obrázku 3.2. Povlaky jsou na bázi vody a plní mimo funkce antikorozi také ještě funkci desénovou. Tyto povlaky mohou být bílé, zlaté nebo průhledné. [13]



Obrázek 3.2 Nanášení vnějšího povlaku ve společnosti Rexam Beverage Can Czech Republic, s.r.o. [14]

**Tištění** – V této fázi probíhá dekorativní zdobení plechovek. Inkoust je na plechovku přenesen tak, že se na plechovku přiloží přesná matrice obsahující inkoust. Obaly se musí opět vysušit. [13]

**Sušení** - Sušárna je v podstatě rozdělena do tří zón (2 topné zóny a 1 chladicí zóna). Topné zóny slouží k ohřevu plechovky, a tím k odpaření kapalných složek z povlaku a tiskových barev. Dále jsou plechovky převezeny do chladicí zóny, kde jsou zchlazením přizpůsobeny okolní teplotě. [13]

**Nanášení vnitřního povlaku** - Plechovka je uchycena na vakuové desce a přivedena do stříkacího stroje, tvořeného dvěma stříkacími pistolemi. Tyto pistole v plechovce rotují a nanášejí tak vnitřní vrstvu. Po dokončení je nutné opětovné sušení. [13]

**Vytvoření hrdla** - Průměr plechovky, který je stále oválný, je třeba v horní části zúžit. Okraje plechovky jsou ohýbány vždy o 1 mm a to v patnácti za sebou jdoucích stanicích, až do chvíle vytvoření přesně požadovaného zúžení. [13]

**Lemování** - Lemování se provádí proto, aby plechovka těsnila také i v horní části. Lem se vyrábí v šestnácti lemovacích stanicích. [13]

**Finální povlak** - Plechovka se při tomto kroku neopatřuje barvou, ale lakem. Je tak docíleno metalického lesku. Lak je nanášen šesti stříkacími pistolemi. [13]

**Testování děr a prasklin příruby** - Provádí se prosvícením plechovky, za níž je umístěn senzor, který detekuje pronikající světlo. [13]

**Testování vnitřních vad** - Provádí se za použití kamerového systému. V systému je zapojeno pět mini kamer. Každá z nich skenuje svou vymezenou oblast plechovky a jsou-li v plechovce nečistoty, kamera je nahlásí a plechovka je vyřazena a transportována do odkalovací stanice. [13]

**Naskladňování na palety** – Mezi jednotlivá patra plechovek je vkládán, kvůli mechanické ochraně, slabý plátek oceli. Celá paleta je pak přetažena fólií pro bezpečnou přepravu. [13]

### 3.3 Odpady při výrobě plechovek a jejich environmentální dopad

Jediné odpady vznikající při výrobě hliníkových nápojových obalů jsou hliníkové odřezky a zmetky. V tomto ohledu je výroba samotných hliníkových plechovek, oproti výrobě hliníku, velmi šetrná k životnímu prostředí. Snad ještě mimo hliníkový odpad, který lze znovu využít, mohou také zmínit odpadní vody vznikající v bodě č. 4 omývání. Dále se pak ve výrobě využívá vzduch, který slouží k sušení plechovek. Vzduch však proudí v sušárnách v uzavřeném cyklu, takže nedochází k úniku páry spolu s těkavými látkami použitými při barvení a lakování. [13]

### 3.4 Analýza současného stavu z ekonomického hlediska

Důvodem, který je nejspíše natolik významný, že převyšuje všechny klady recyklace, je ekonomická stránka věci. Dá se tedy říci, že tenkostěnné hliníkové nápojové obaly se nevyplátí recyklovat. Výkupní cena tenkostěnného hliníku se v současnosti pohybuje ve výkupnách surovin přibližně kolem 6 Kč/kg oproti 35 Kč/kg normálního hliníku. Tato nevýhodná cena je důvodem, proč se této problematice nevěnuje příliš velká pozornost, a proč se jí ani nechtějí zabývat komerční subjekty. [15]

Důvodem, proč jsou tyto dvě výkupní ceny tak rozdílné je to, že tenkostěnné hliníkové obaly obsahují vysoký podíl nejrůznějších příměsí jako jsou lamináty, plasty, barvy či železo. Tyto příměsí tak snižují množství metod, kterými by se dal tenkostěnný hliník recyklovat či jinak využít. [15]

Ročně se v České republice prodá zhruba 3500 t plechovek, což přepočteme-li na plechovky o objemu 0,5l je 208,33 miliónu kusů. I takto relativně vysoké číslo není nic v porovnání s celosvětovým měřítkem, kde se např. ve Švédsku vyrobí o miliardu plechovek více. Díky relativně malému množství plechovek je sběr do zvláštních separačních nádob neefektivní a nerentabilní. [15]

## **4 Zahraniční zkušenosti s tříděním AI nápojových obalů**

### **4.1 Spolková republika Německo**

V roce 1991 zavedlo Německo svou první vyhlášku o obalech. Tato vyhláška přikazovala výrobcům snižovat množství vyprodukovaných obalů. Snižování množství odpadů z obalů se podařilo díky jejich znovupoužití či recyklaci. V Německu je požadováno recyklovat min. 72% plechovek a skla, dále pak min. 64% plastu, lepenky či papíru. [16]

Funguje zde systém tzv. Zeleného bodu, což je postup, který výrobcům pomáhá zpětně odebírat odpad v souladu s německou legislativou. Systém zeleného bodu se zaměřuje převážně na tři fáze či stupně odpadů, jsou to přepravní obaly (bedny, palety), druhotné obaly (igelit) a primární obaly (samotná plechovka). [16]

Samotná vyhláška z roku 1991 pro dosažení požadovaných kvót recyklace nestačila, a tak k ní musel být vybudován ještě duální systém nazvaný jednoduše DSD (Duales System Deutschland). [16]

#### **4.1.1 DSD (Duales System Deutschland)**

Financování DSD je zajištěno formou poplatků od průmyslových producentů odpadů a to jak paušálních, tak také poplatků, které jsou závislé na množství vyprodukovaných odpadů. Výměnou za tuto investici si mohou výrobci na své zboží umístit značku Zelený bod. Tato značka je pak zárukou toho, že je výrobek zařazen do systému tříděného sběru a neskončí tak

na skládkách komunálního odpadu, nýbrž bude recyklován. Takto označený výrobek je pak více vyhledáván německými spotřebiteli. Symbol Zeleného bodu je na obrázku 4.1. [2]



V rámci DSD byl realizován sběr obalů do sběrných nádob stejně tak jako je tomu i v tuzemsku. Z počátku nebyli výrobci schopni dosáhnout tříděným sběrem limitní

Ob. 4.1 Značka Zelený bod[17]

kvóty 72%, a tak se musela optimalizovat stanoviště pro sběrné nádoby tak, aby se zvýšila jejich dostupnost a tím se zvýšil i komfort třídění pro všechny občany ochotné odpad třídit. [2]

Systém Zeleného bodu se v Německu výborně osvědčil, což bylo patrné již po dvou letech jeho provozu, tedy v roce 1993, kdy se do systému zapojilo přes 11000 německých a 2000 zahraničních firem. Systém se stal pro mnoho evropských i mimoevropských států odrazovým můstkem v problematice nakládání s odpady z obalů. V současnosti je na jeho základu postaveno obalové odpadové hospodářství více jak 30 států. [17]

#### 4.1.2 Recyklace hliníkových obalů v systému záloh

Od roku 2003 je v Německu zaveden zálohový systém pro jednocestné nápojové obaly. Zálohování jednocestných nápojových obalů v Německu vyplývá z ustanovení zákona o obalech z roku 1991. K zavedení muselo dojít, protože opakovaně došlo k poklesu znovu použitelných nápojových obalů (OPNO) pod hranici 72%. K prvnímu poklesu pod tuto hranici došlo v roce 1997, přičemž podíl OPNO dosáhl jen 71,32%. Tato situace se v následujících letech opakovala, a tak byl zaveden na všechny jednocestné nápojové obaly zálohový systém. [2]

Zálohový systém se týkal všech environmentálně nešetrných jednocestných obalů, ve kterých byla balená voda, sycené nealkoholické nápoje a pivo nebo výrobky pivo obsahující. Povinnosti zálohovat byla zbavena balená voda v nápojovém kartonu, víno, sekt, ovocné džusy a mléko. [17]

V roce 2004 byl zákon o obalech novelizován a byla tak zrušena platnost regionálních systémů záloh a zavedena díkce pro jednotný národní zálohový systém. V roce 2006 byla rozšířena zálohová povinnost na obaly o objemu od 0,1 do 3 litrů, avšak i nadále zůstaly

ze zákona vyjmuty environmentálně šetrné nápojové obaly a také obaly, ve kterých bylo mléko, víno, ovocné džusy nebo lihové nápoje. Zálohy byly stanoveny na 25 centů. Velkou změnou, kterou přinesla tato novela, je přinucení distributorů a prodejců přijímat i obalový materiál, který sice nebyl zakoupen v jejich obchodě, ale má stejné vlastnosti a parametry. Myšleno tak, že je vyroben ze stejného materiálu jako jimi prodávány/distribuovaný. Znamená to tedy, že obchodník, který prodává zboží jen např. v hliníkových obalech, není povinen přijmout obaly z ostatních materiálů, ale vždy musí přijmout obaly hliníkové bez ohledu na to, zda byly prodány jím nebo konkurencí. Této povinnosti jsou zbaveny provozovny nepřesahující velikost 200 m<sup>2</sup>. Ty mohou dodatkovým omezením určit, které obaly vyberou a které ne. [17]

Všichni výrobci, jež v Německu uvádějí na trh své výrobky v jednocestných nápojových obalech, jsou povinni tyto obaly označit logem společnosti Deutche Pfandsysteme GmbH (DPG), které je uvedeno na obrázku 4.2. DPG vytvořila jednotný systém zálohování pro celou SRN. Dále jsou výrobci povinni uvést na obalu kromě symbolu DPG i EAN kód, se kterým díky jeho speciální barvě pracují sběrové automaty.



Obr. 4.2 značka DPG [17]

Jednocestný obal je vratný pouze pokud není deformovaný, znečištěný či jinak znehodnocený a obsahuje symbol DPG a EAN kód. [17]

#### 4.1.3 Výsledky recyklace hliníkových obalů

Vyhodnocení efektivity sběru a třídění bylo provedeno spolkovou agenturou pro životní prostředí, přičemž se v současné době výtěžnost, tedy podíl recyklovaného a prodaného množství jednocestných nápojových obalů, pohybuje kolem 88%. V tabulce 4.1 je přehledně vyobrazena vzrůstající tendence a směr v nakládání s odpady z obalů. Od roku 1991, kdy vyšla první legislativa týkající se obalů, se výtěžnost zvýšila o téměř 71%, což je velký pokrok a příslib do budoucna i pro ostatní státy. [18]

Tabulka 4.1 Využití a recyklace hliníkových obalů (v 1000 t) [18]

Hliníkový obal	1991	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
Prodané množství	101,9	84,1	97	83,5	91	93,2	87,9	90,6	93,7
Recyklované množství	18	47,6	73,5	63,6	67,5	74,7	74,8	79,5	82,8
Výtěžnost [%]	17,7	56,6	75,7	76,1	74,1	80,2	85,1	87,8	87,8

## 4.2 Švédsko

Ve Švédsku byl systém na recyklaci kovových nápojových obalů zaveden již v roce 1984 a později byl v roce 1994 novelizován a byly do něj přidány i dílce, týkající se nakládání s PET láhvemi. Od roku 2005 má pak Švédsko, stejně jako Německo, zaveden zálohový systém, přičemž švédská verze zálohového systému se nazývá Returpack. [16]

### 4.2.1 Systém Returpack

V systému Returpack je každému druhu jednocestného nápojového obalu, tedy obalu kovového či plastového, přiřazena určitá výše zálohy. Stejně jako v Německu jsou z této povinnosti vyjmuty některé druhy nápojů. Záloha je napočítána již v ceně výrobku a každý prodejce ji tak musí zpětně vydat, což je podloženo i švédskou legislativou. Vratné obaly se mohou odevzdávat buď přímo do rukou prodejce, a nebo do automatů pro zpětný odběr (RVMs). Prázdné plechovky jsou tak sesbírány a dále převezeny k recyklaci. Systém Returpack je celostátní a má tak velké množství sběrných míst. V projektu je zaregistrováno přes 15000 firem a menších společností jako jsou např. supermarkety, obchody se smíšeným zbožím, restaurace atd. V systému Returpack je v současnosti nasazeno 5200 RVMs. [16]

K tomu, aby mohli výrobci obalů na svůj produkt umístit značku Returpack, která je uvedena na obrázku 4.3, musejí vyhovět i velké řadě požadavků a předpisů. Jsou zde kladeny nároky především na rozměry a označení výrobku. Je-li výrobek začleněn v systému Returpack, musí obsahovat i jeho symbol. Dále takový výrobek musí obsahovat speciální EAN čárový kód, a to proto, aby byl kompatibilní se sběrnými automaty. [16]



Stejně jako v Německu systém DSD, tak i ve Švédsku systém Returpack je financován producenty odpadů a to ročním paušálem, který je placen bez ohledu na množství vyprodukovaného odpadu. Roční poplatek činí 10 000 Švédských korun, tedy v přepočtu 30 000 Kč. Rovněž si výrobci nápojových obalů musejí zakoupit i speciální EAN a to za zhruba 5000 Kč. [16]



#### 4.2.2 Další švédské systémy pro sběr hliníkových nápojových obalů

V reakci na právní předpisy a legislativu týkající se odpovědnosti výrobců za množství produkováných odpadů vzniklo hodně společností, které se soustředily na sběr a třídění odpadů z obalů. Tyto společnosti se v roce 2007 spojily, a vznikla tak celostátní společnost Forpacknings & Tidnings Insamlingen (FTI) organizující sběr a třídění na území celého Švédska. Kovové nápojové obaly se dají i zpětně sesbírat bez vrácení zálohy a to vytříděním z komunálního odpadu stejnou metodou, která je na našem území používána v Brně, tedy vířivou metodou ze strusky. Existuje celá řada různých poplatků, které jsou pak věnovány do systému Returpack v závislosti na množství a typu nápojového obalu uvedeného na trh. [16]

Tyto poplatky jsou přehledně popsány v tabulce 4.2. Jsou zde poplatky administrativní a poplatky za třídění, které jsou určeny k úhradě nákladů na řízení systému a to především systému sběru, přepravy a třídění nápojových obalů. [16]

**Tabulka 4.2 Poplatky do systému Returpack ve švédských korunách [16]**

Nápojový obal	Spotřební záloha (SEK)	Skutečné náklady (SEK)			Výsledná cena (SEK)
		Záloha	Třídění	Administrativa	
Hliníkový obal	1	0,89	-	-	0,89
Železný obal	1	0,89	0,25	-	1,14

Pro rok 2009 bylo ve Švédsku prodáno přes 1,1 miliardy kovových plechovek, ať už hliníkových nebo železných a to je 5x více než v České republice, kde se ročně prodá pouhých 210 miliónů výrobků v kovových obalech. Ve Švédsku je naprostá většina všech plechovek zahrnuta v systému Returpack, a tak je dosaženo velké výtěžnosti při recyklaci. Ve Švédské legislativě je předepsáno, že výtěžnost recyklovaných plechovek musí být min. 90% a z tabulky 4.3 vyplývá, že vládní cíl byl dokonce překročen a to o 1%. [16]

**Tabulka 4.3 Výsledky recyklace kovových nápojových obalů [16]**

Typ obalu	Prodané množství (v tunách)	Recyklované množství (v tunách)	Výtěžnost
Kovový nápojový obal	17169	15622	91%

Takto vysoké procento výtěžnosti je dáno především tím, že do dat poskytovaných systémem Returpack nejsou zahrnuty obaly importované z ciziny. I obaly, které na sobě nemají známku Returpack jsou recyklovány a dochází tak k nárůstu celkového množství recyklovaných obalů oproti obalům prodaným. Celková skutečná výtěžnost se tak kvůli tomu dá jen těžko určit, avšak bude se pohybovat někde mezi 80-85%. Švédský a německý systém jsou si velmi podobné a díky vysokému podílu recyklovaných obalů se jeví jako ideální systémy pro sběr nápojových hliníkových obalů. [16]

## 5 Vlastní návrh logistického systému

V současné době se již dá v České republice odkázat na existující zákon č. 477/2001 Sb. o obalech ve znění pozdějších předpisů. Nejnovější jeho novela je označena č. 66/2006 Sb. Zákony v podobných zněních jsou zavedeny i v jiných evropských státech, a tak se dá logistický systém pro sběr, třídění a následné využití obalů navrhnout dle zahraničních modelů. Jako model bychom pro Českou republiku mohli brát Rakousko, protože je přibližně stejně veliká a má přibližně stejný počet obyvatel. V České republice se v současné době hliníkové nápojové obaly nijak netřídí a tuzemský systém je tak založen pouze na ochotě dobrovolníků, kteří na vlastní náklady odvázejí kovové nápojové obaly do sběrných dvorů, kterých je v České republice bezmála 1150. Celkově se tak v ČR vytrídí pouze 3-5% hliníkových nápojových obalů. V Rakouském systému, kde existují pro sběr zvláštní separační nádoby, se vytrídí odděleným sběrem přibližně 55% hliníkových obalů.

Myslím si, že 55% vytríděných hliníkových obalů není nikterak dobrý a uspokojivý výsledek na dnešní dobu a na dnešní vnímání environmentální politiky. Navíc si myslím, že ani se stejným systémem, jaký je zaveden v Rakousku, by nebylo dosaženo tak vysokého procenta výtěžnosti ze tříděného sběru a to díky horšímu postoji českého národa k vnímání důležitosti třídění a jeho vlivu na ekologii. Domnívám se tak, že mnohem lepší a účinnější metodou je zavedení zálohového systému po vzoru Německa či Švédska.

Pro správné fungování celého zálohového systému je nutné vyřešit a následně dodržovat velké množství nařízení a legislativních příkazů. Dále je také neméně důležité zavést důležitost separace odpadu do povědomí lidí a vysvětlit jim, proč již nebudou hliníkové jednocestné obaly v prodejnách zdarma, ale budou za ně muset zaplatit zálohu.

V navrhování logistického systému by bylo určitě dobré se opírat o části systému, které jsou již v ČR zavedené a plně funkční. Bylo by dobré se tedy držet některých bodů strategie ISNO.

## **5.1 Prevence vzniku odpadu**

Na prevenci je již v ISNO myšleno, a tak by tento bod nevyžadoval příliš velké administrativní úkony. Preventivním opatřením je např. zákon č 477/2001 Sb. o obalech v jeho pozdějším znění. Tento zákon by bylo dobré novelizovat a přidat do něj paragrafy, týkající se zálohování kovových nápojových obalů, popř. plastů. Muselo by být v zákoně uvedeno, že výrobci jednocestných obalových materiálů, tedy pro náš model hliníkových nápojových obalů, musejí dbát na to, aby jejich výrobky byly i nadále vyráběny v obalech, pro které je zálohový systém zaveden a nemohli se tak vyhnout povinností zálohového systému přechodem na jiný typ obalu jako jsou např. kompozitní obaly. Tento zákon je od roku 1994 platný ve Švédsku, kde prodejci nemají zákonem dáno, že musejí zpětně zálohovaný obal od zákazníka vykoupit, ale dělají to naprosto dobrovolně a je to ve Švédsku chápáno jako bonusová služba zákazníkovi. [16]

## **5.2 Minimalizace vzniku odpadů ze spotřeby**

Jistým způsobem, jak snížit objem hliníkových obalů v odpadu by bylo stáčet a uchovávat nápoj v jiném obalu než hliníkovém. Například stáčet nápoje do skleněných láhví, pro které je již zálohový systém zaveden. Tento krok však není reálný, protože hliníkové nápojové obaly mají své specifické vlastnosti, které neposkytují jiné obalové materiály. Skleněná láhev je sice lépe vyrobitelná, méně energeticky náročná a snadněji se recykluje, než hliníkový obal, avšak nemá tak dobré chemicko-izolační vlastnosti, hliníkový obal lépe zabraňuje degradaci svého obsahu.

## **5.3 Sběr odpadu**

### **5.3.1 Metoda sběru**

Logistický systém s využitím zálohování obalů by byl, dle mého názoru, nejjednodušeji proveditelný. Systém pro sběr hliníkových nápojových obalů metodou zálohování spočívá v tom, že spotřebitelé jsou finančně motivováni k separování hliníkových nápojových obalů

a díky tomu by se naprostá většina spotřebitelů rozhodla hliníkový obal vrátit, než jej odhodit do směsného odpadu. Metodou zálohování obalů se v některých evropských státech (SRN, Švédsko) dosáhlo výtěžnosti až 90%, což je výrazně lepší výsledek oproti kontejnerovému tříděnému sběru.[16]

### 5.3.2 Technologie sběru

Sběr použitých hliníkových nápojových obalů by byl zajištěn pomocí sběrových automatů, podobně jako je tomu v případě skleněných láhví. Automat by jednotlivé obaly třídil dle speciálních technologií, stejně jako je tomu ve Švédsku, např. speciální barva na EAN kódu nebo jiná metoda značení dle dostupných technologií sběrových automatů. Zároveň by ve sběrném automatu byl zabudován lis na plechovky, který by zmenšil objem odpadu a tím umožnil efektivnější přepravu.[16]

### 5.3.3 Logistika přepravy prázdných obalů

Výhodu zálohového systému vidím rovněž v logistice přepravy. Ideálním modelem by bylo, kdyby přepravci dovážející nápoje v hliníkových obalech do konečných prodejen (supermarkety, hypermarkety, konzumy, apod.) při složení svého nákladu zároveň vybrali od konečných prodejen prázdné, slisované nápojové hliníkové obaly a ty následně převezli ke svým dodavatelům, od kterých by stejnou metodou transportu putovaly až ke svému prvotnímu výrobcí, tedy společnosti, která nápojové obaly vyrábí. Takovýmto systémem přepravy by tedy nedošlo k navýšení množství použitých pohonných hmot, a tak by přeprava neměla negativní vliv na životní prostředí.

## 5.4 Využití odpadu, recyklace, odstranění odpadu

Hliník je ojedinelý v tom, že se dá recyklovat nekonečněkrát, tudíž, že nedegraduje, takže důvodem, proč se nerecykluje 100% nápojových hliníkových obalů, je pouze nedostatečný systém sběru a jeho malá výtěžnost. Hliník se recykluje velmi snadno a to v tavících pecích, avšak tenkostěnný hliník je spíše považován za odpad a lze přetavit pouze speciální technologií. Tuto technologii vlastní např. spol. Alutherm CZ s.r.o. z Mníšku pod Brdy. Vysoká kvalita kovu se získává kontrolou procesu oxidace hliníku při vysoké teplotě. Používají se vysokorychlostní plynové či olejové hořáky. Jako tepelnou energii využívají směs plynu a přehřátý vzduch pocházející z vlastních výměníků, které jsou umístěny na komínech pro výfukové plyny. Část těchto výfukových plynů se touto cestou vrací do oběhu

zpět do pece. Tenkostěnný hliník se přetaví na hliníkové granálie a prášky a to ve velikostech od 0,1 mm do 0,12 mm. Takto vyrobený polotovar se dále zpracovává a vyrábí se z něj nejrůznější výrobky od nových obalů až po komponenty automobilů či letadel. [20]

Hliník se dá rovněž využít i energeticky, protože energie, která byla při výrobě hliníku spotřebována, je v něm uložena a tavením hliníku se uvolňuje ve formě tepla. Toto teplo se může využít např. pro ohřev vody, vytápění objektů či k výrobě elektrické energie. Nejlepším způsobem, jak zhodnotit hliníkový nápojový obal, je jej materiálově využít. Hliník totiž patří mezi neobnovitelné zdroje, a tak by se s ním nemělo plýtvat ani za cenu zisku energie. [6]

## Závěr

Na začátku práce jsem se zamýšlel nad tím, proč vlastně řeším hliníkové nápojové obaly, proč vůbec existují. Jejich výhody jsou dle mého názoru pouze sporadické. Patří mezi ně výborná chemická odolnost, kterou nenabízí žádný jiný druh obalu. Další jejich výhodou je, že jsou lehké a tím snadno transportovatelné. Avšak to, co je jejich největší výhodou, a co mě do jisté míry velmi překvapilo je, že se nemusejí třídit, resp. nejsou, kde třídit, nejsou zálohované, a tak se pohodlný český spotřebitel nemusí trápit, když je hodí do komunálního odpadu a ony tak skončí na skládce. Myslím si, že nebýt těchto tří pozitiv, nikdo by nejevil zájem stáčet své nápoje do hliníkových plechovek.

Jejich výroba je oproti ostatním obalovým materiálům velice energeticky náročná, je při ní spotřebováno velké množství materiálů a paliv, což je uvedeno výše v tab. 3.1 a 3.2. Oproti ostatním obalům se i velice obtížně recyklují. Ovšem při použití speciálních slévárenských recyklačních postupů jsou hliníkové plechovky z 99% procent znovu recyklovatelné. To si naopak myslím, že je jejich velká výhoda. Při takovéto opakované recyklaci nedochází k úbytku materiálu, a tak by se hliník teoreticky nemusel nikdy vyčerpat, byť se jedná o neobnovitelný zdroj.

Při vypracovávání bakalářské práce jsem zjistil, že nakládání s odpady není vůbec jednoduchá záležitost, že musí být podloženo dobrými zákony a vyhláškami, bez kterých se nedá systém uvést do provozu. Byl jsem mile překvapen, že již v ČR byly pokusy se sběrem hliníkových nápojových obalů, a že udržování zdravého životního prostředí je pro mnoho lidí velmi důležité.

Za nejlepší metodu pro sběr pokládám zálohový systém. Dosahuje nejvyšší výtěžnosti cca. 90%, což znamená největší procentuální podíl recyklovaných obalů vůči obalům uvedeným na trh ze všech typů sběrových metod. Velkou výhodou tohoto systému je motivace, je pevně daná a není tak v navrhování systému neznámou. Každý člověk se brání vynaložit finanční prostředky zbytečně, když už si plechovku koupí, tak chce své peníze za ni i zpět. Tento fakt by tedy znamenal i to, že by nedocházelo k vyhazování hliníkových obalů do volné přírody, což by mělo jen samá pozitivní důsledky pro životní prostředí. V ČR se bylo již v roce 2010 zálohovým systémem zabýváno, avšak bohužel se tento záměr

neuskutečnil a to kvůli obavám z reakcí nápojového průmyslu. Myslím si, že kdyby se do zákona zavedla podobná klausule, jaká platí např. ve Švédsku říkající, že výrobci musejí přednostně preferovat zálohované obaly před jednocestnými, nebyly by pak argumenty nápojového průmyslu relevantní.

Rozhodně by se tedy sbírat a třídit hliníkové nápojové obaly měly. Je důležité, s přihlédnutím k dalším generacím, snižovat množství hliníkového odpadu ukládaného na skládky. Minimem, co se dá pro zlepšení situace udělat, je odpad využívat energeticky, tzn. všechny komunální odpad spálit ve spalovnách, a tím z něj odstranit tenkostěnný hliník. Nejen že spalováním vzniká energie, která se dá nadále využít, ale zároveň se dá ze strusky i hliník vyseparovat, a tím jej lze i materiálově využít. Je to první krok k vyřešení problematiky nakládání s hliníkovými obaly. Všechny ostatní metody, ať už sběry kontejnerové, pytlové, do sběrného dvora či sběry pomocí zálohového systému, jsou jen nadstavbami a nadějemi pro zlepšení životního prostředí. Některé metody jsou více efektivní, některé méně, ale všechny metody budou pro současný stav českého odpadového hospodářství krokem vpřed.

## Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] Ministerstvo životního prostředí. [online]. [cit. 2013-04-29]. Dostupné z: <http://mzp.cz/cz/obaly>
- [2] HŘEBÍČEK, Jiří a Tomáš CHUDÁREK. *Integrovaný systém nakládání s odpady* [Publikace]. Littera, 2009 [cit. 29.4.2013]. ISBN 978-80-85763-54-6. [cit. 28.4.2013] Dostupné z: [http://www.isno.cz/media/files/7171c7d174297b50d9ce1db35bd95e76/isno/pdf/rukopisno\\_final.pdf](http://www.isno.cz/media/files/7171c7d174297b50d9ce1db35bd95e76/isno/pdf/rukopisno_final.pdf)
- [3] FRIEDMAN, Bedčich a Tomáš CHUDÁREK. *Integrovaný systém nakládání s odpady* [Publikace]. Littera, 2009 [cit. 29.4.2013]. ISBN 978-80-85763-54-6. Zdroj: [http://www.isno.cz/media/files/7171c7d174297b50d9ce1db35bd95e76/isno/pdf/rukopisno\\_final.pdf](http://www.isno.cz/media/files/7171c7d174297b50d9ce1db35bd95e76/isno/pdf/rukopisno_final.pdf)
- [4] PICHLER, Petr. *ODPADY a OBCE Hospodaření s komunálními odpady*. Hradec Králové, 2011. Dostupné z: [http://www.ekokom.cz/uploads/attachments/Obecne/sborniky/Sbornik\\_odpady\\_a\\_obce\\_2011.pdf](http://www.ekokom.cz/uploads/attachments/Obecne/sborniky/Sbornik_odpady_a_obce_2011.pdf)
- [5] VANĚČEK, Martin. *ODPADY a OBCE Hospodaření s komunálními odpady*. Hradec Králové, 2011. Dostupné z: [http://www.ekokom.cz/uploads/attachments/Obecne/sborniky/Sbornik\\_odpady\\_a\\_obce\\_2011.pdf](http://www.ekokom.cz/uploads/attachments/Obecne/sborniky/Sbornik_odpady_a_obce_2011.pdf)
- [6] TURČINEK, Petr. *Analýza světové těžby a spotřeby hliníku a chrómu*. Kunovice, 2009. Dostupné z: [http://edice.vos.cz/files/pdf/679\\_bc\\_final.pdf](http://edice.vos.cz/files/pdf/679_bc_final.pdf). Bakalářská. Evropský polytechnický institut, s.r.o., Kunovice. Vedoucí práce RNDr. Lubomír Mitáček.
- [7] MICHNA, Štefan. *Výroba hliníku* [Online]. Ústí nad Labem, 2008 [cit. 2.4.2013]. Zdroj: [http://www.stefanmichna.com/download/technicke-materialy\\_II/vyroba\\_hliniku.pdf](http://www.stefanmichna.com/download/technicke-materialy_II/vyroba_hliniku.pdf)
- [8] MAPS OF WORLD. *Major producers of bauxite*. 2012. vyd. Dostupné z: <http://www.mapsofworld.com/minerals/world-bauxite-producers.html>
- [9] MAPS OF WORLD. *Major producers of aluminium*. 2012. vyd. Dostupné z: <http://www.mapsofworld.com/minerals/world-aluminium-producers.html>
- [10] KBAP53. Bauxitový důl. [online]. 2012 [cit. 2013-05-27]. Dostupné z: <http://www.flickr.com/photos/51562170@N06/7581744256/lightbox/>
- [11] MAGISTRÁT HL.M.PRAHY. Kontejnery na obaly Praha. [online]. 2013 [cit. 2013-05-27]. Dostupné z: [http://praha.idnes.cz/v-praze-jsou-kontejnery-na-napojove-plechovky-fqi-/praha-zpravy.aspx?c=A130503\\_140517\\_praha-zpravy\\_sfo](http://praha.idnes.cz/v-praze-jsou-kontejnery-na-napojove-plechovky-fqi-/praha-zpravy.aspx?c=A130503_140517_praha-zpravy_sfo)
- [12] MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. *Porovnání environmentálních dopadů nápojových obalů v ČR metodou LCA: Projekt SP/II/2f1/16/07* [Online]. 2009 [cit. 27.4.2013]. Dostupné z: [http://lca-cz.cz/projekt-lca/download/SPII2f11697\\_zaverecna\\_zprava.pdf](http://lca-cz.cz/projekt-lca/download/SPII2f11697_zaverecna_zprava.pdf)
- [13] Beverage Cans. [online]. [cit. 2013-05-14]. Dostupné z: <http://www.ball-europe.com/Production-process-of-beverage-cans.htm>
- [14] REXAM BEVERAGE CAN CZECH REPUBLIC S.R.O. *Foto* [online]. [cit. 2013-05-27]. Dostupné z: soukromá pošta s Irena Hofrajtřová Assistant of Plant Manager
- [15] SEQUENSOVÁ, Petra. *MANUÁL třídění kovů: Hliník ušetří 95 % energie*. [online]. 2011 [cit. 2013-05-1]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/bydleni/odpady-1/manual-trideni-kovu-hlinik-usetri-95-energie.aspx>
- [16] HOGG, Dominic, Tim ELLIOTT a Simon CROASDELL. *Options and Feasibility of a European Refund System for Metal Beverage Cans*. 2011. Dostupné z: [http://ec.europa.eu/environment/waste/packaging/cans/documents/Options%20and%20Feasibility%20of%20a%20European%20Refund%20System%20for%20Metal%20Beverage%20Cans\\_Final%20Report.pdf](http://ec.europa.eu/environment/waste/packaging/cans/documents/Options%20and%20Feasibility%20of%20a%20European%20Refund%20System%20for%20Metal%20Beverage%20Cans_Final%20Report.pdf)



- [17] DAVR- DEUTSCHE ALUMINIUM VERPACKUNG RECYCLING BMBH. *Recycling von Aluminiumverpackungen in Deutschland*. 2012. Dostupné z: <http://www.davr.de/index.php/de/recycling>
- [18] DAVR- DEUTSCHE ALUMINIUM VERPACKUNG RECYCLING BMBH. *Zahlen und Statistiken zum Recycling von Aluminiumverpackungen*. 2012. Dostupné z: <http://www.davr.de/index.php/de/zahlen-und-statistiken>
- [19] Studentevent. In: *Returpack* [online]. 2012 [cit. 2013-05-27]. Dostupné z: <http://www.studentevent.se/miljo/>
- [20] Alutherm CZ s.r.o. Výrobní program [online]. 2013 [cit. 2013-05-27]. Dostupné z: <http://www.alutherm.cz/index.html>

