

**UNIVERZITA PARDUBICE  
FAKULTA EKONOMICKO-SPRÁVNÍ**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**2013**

**Martin Šesták**

**Univerzita Pardubice  
Fakulta ekonomicko-správní**

**Analýza environmentálních dopadů nákladů  
vynaložených na recyklaci baterií a akumulátorů**

**Martin Šesták**

**Bakalářská práce  
2013**

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Martin Šesták**  
Osobní číslo: **E110210**  
Studijní program: **B6208 Ekonomika a management**  
Studijní obor: **Ekonomika a provoz podniku**  
Název tématu: **Analýza enviromentálních dopadů nákladů vynaložených na recyklaci vybraného druhu odpadu.**  
Zadávací katedra: **Ústav správních a sociálních věd**

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

Smyslem práce je analýza možných dopadů na životní prostředí v souvislosti s činnostmi týkajícími se snahy o recyklaci baterií a akumulátorů. Závěrem by mělo být zjištění, zda je recyklace tohoto druhu odpadu přínosem pro životní prostředí.

Práce bude dále zahrnovat:

- Přehled jednotlivých druhů baterií a akumulátorů.
- Analýzu způsobů recyklace či jiného nakládání s odpadními bateriemi a akumulátory.
- Podrobnější informace a popis konkrétní společnosti, jež se zabývá recyklací baterií či akumulátorů.
- Odhad environmentální zátěže související s recyklací baterií a akumulátorů.

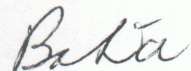
Rozsah grafických prací: —  
Rozsah pracovní zprávy: cca 30 stran  
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická  
Seznam odborné literatury:

KRAMER, Matthias, STREBEL, Heinz, KAYSER, Gernot (Hrsg.):  
Internationales Umweltmanagement. Band 3:  
Operatives Umweltmanagement im internationalen und interdisziplinären Kontext.  
Wiesbaden: Gabler, 2003, ISBN 3-409-12319-9.

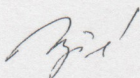
Odpadové fórum. Praha: CEMC, 2007, č. 11. Dostupné z:  
<http://www.odpadoveforum.cz/2007/11.pdf>

LOMBORG, Bjorn. Skeptický ekolog. Praha: Dokořán, Liberální institut, 2006.  
ISBN 80-7363-059-1, 80-86389-42-4.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Robert Baťa, Ph.D.  
Ústav správních a sociálních věd

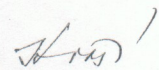


Datum zadání bakalářské práce: 27. června 2012  
Termín odevzdání bakalářské práce: 30. dubna 2013



doc. Ing. Renáta Myšková, Ph.D.  
děkanka

L.S.



doc. Ing. Marcela Kožená, Ph.D.  
vedoucí ústavu

V Pardubicích dne 16. října 2012

## **Prohlašuji:**

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 29. 4. 2013

Martin Šesták

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval panu Ing. Robertu Baťovi, Ph.D., vedoucímu mé bakalářské práce, za odborné vedení a cenné rady a připomínky, které mi pomohly zpracovat tuto bakalářskou práci. Dále pak děkuji panu RNDr. Petru Kratochvílovi, jednatelem a ředitelem společnosti ECOBAT, s.r.o., za poskytnutí podnikových publikací a zapůjčení odborné literatury, bez čehož by nebylo možné naplnit smysl této bakalářské práce.

## **Anotace**

Tato bakalářská práce analyzuje veškeré činnosti týkající se recyklace baterií a akumulátorů včetně vlivu těchto činností na složky životního prostředí. Práce se zaměřuje především na přenosné baterie a akumulátory a na konkrétní činnosti společnosti ECOBAT, s.r.o., jež je hlavním zajistitelem systému zpětného odběru a recyklace baterií na území České republiky. Dále je v práci obsažen přehled jednotlivých druhů elektrochemických zdrojů, informace o životním cyklu baterií a jejich hrozbách vůči životnímu prostředí. Cílem bakalářské práce je posouzení, zda je recyklace baterií a akumulátorů skutečným přínosem pro životní prostředí, a zhodnocení současného stavu systému recyklace tohoto druhu odpadu v ČR.

## **Klíčová slova**

Recyklace, baterie, akumulátory, analýza, environmentální zátěž

## **Title**

Analysis of the environmental impact of recycling costs for batteries and accumulators

## **Annotation**

The thesis analyzes all activities relating to the recycling of batteries and accumulators, including the environmental impact of these activities. The thesis focuses on portable batteries and accumulators and activities of ECOBAT, Ltd., which is the main provider of collection and recycling of batteries in the Czech Republic. The thesis also contains an overview of different types of electrochemical sources, information about life cycle of batteries and their threats to the environment. The goal of the thesis is to determine whether the recycling of batteries and accumulators is a real benefit to the environment or not, and assess the current status of recycling system of this type of waste in the Czech Republic.

## **Keywords**

Recycling, batteries, accumulators, analysis, environmental impact

# Obsah

Seznam použitých obrázků.....	6
Seznam použitých tabulek.....	7
0. Úvod.....	8
1. Recyklace odpadu.....	9
2. Přehled jednotlivých druhů baterií a akumulátorů .....	10
2.1 Primární články .....	12
2.1.1. Primární články s burelovou katodou a zinkovou anodou.....	13
2.1.2. Primární články s katodou z jiných chemických látek.....	14
2.2. Sekundární články .....	16
2.2.1. Alkalické akumulátory.....	16
2.2.2. Olověné akumulátory.....	19
2.3. Palivové články .....	20
3. Životní cyklus baterie.....	21
4. Zátěž baterií a akumulátorů na životní prostředí.....	24
5. Činnosti související s recyklací baterií.....	26
5.1. ECOBAT, s.r.o. ....	27
5.2. Sběr.....	28
5.2.1. Místa zpětného odběru.....	30
5.2.2. Ecocheese.....	33
5.3. Třídění .....	34
5.4. Zpracování.....	34
5.4.1. Zpracování zinkových a alkalických baterií .....	36
6. Environmentální zátěž při recyklaci zinko-alkalických baterií.....	39
6.1. Vliv zpracování zinko-alkalických baterií na složky životního prostředí.....	39
7. Závěr.....	42
Seznam použitých informačních zdrojů.....	43



## Seznam použitých obrázků

Obr. 1 – Zájem o tematiku ŽP.....	8
Obr. 2 – Vývoj produkce odpadů.....	8
Obr. 3 – Komodity průměrně uvedené na český trh.....	11
Obr. 4 – Baterie a akumulátory průměrně uvedené na trh ČR za rok .....	11
Obr. 5 – Řez zinkochloridovým galvanickým článkem .....	14
Obr. 6 – Schéma chemických reakcí v palivovém článku .....	21
Obr. 7 – Soupis materiálů a energie .....	22
Obr. 8 – Životní cyklus baterie.....	23
Obr. 9 – Podíl zpětného odběru v ČR v roce 2011.....	27
Obr. 10 – logo ECOBAT.....	27
Obr. 11 – Sesbírané množství odpadních baterií.....	28
Obr. 12 – logo Recyklohraní.....	30
Obr. 13 – Sbírané baterie.....	30
Obr. 14 – Symbol.....	30
Obr. 15 – Počet míst zpětného odběru .....	30
Obr. 16 – Počet sběrných míst podle charakteru.....	31
Obr. 17 – Výčet míst zpětného odběru v Polabinách.....	32
Obr. 18 – Zhodnocení zpětného odběru .....	32
Obr. 19 – logo ECOCHEESE .....	33
Obr. 20 – Krabičky ECOCHEESE.....	33
Obr. 21 – Účinnost procesu materiálového využití.....	35
Obr. 22 – Nakládání se sesbíranými bateriemi.....	35
Obr. 23 – Schéma zpracování zinkových a alkalických baterií .....	38
Obr. 24 – Spotřeba elektrické energie k výrobě vybraných výrobků.....	41
Obr. 25 – Průměrná roční spotřeba zemního plynu .....	41

## Seznam použitých tabulek

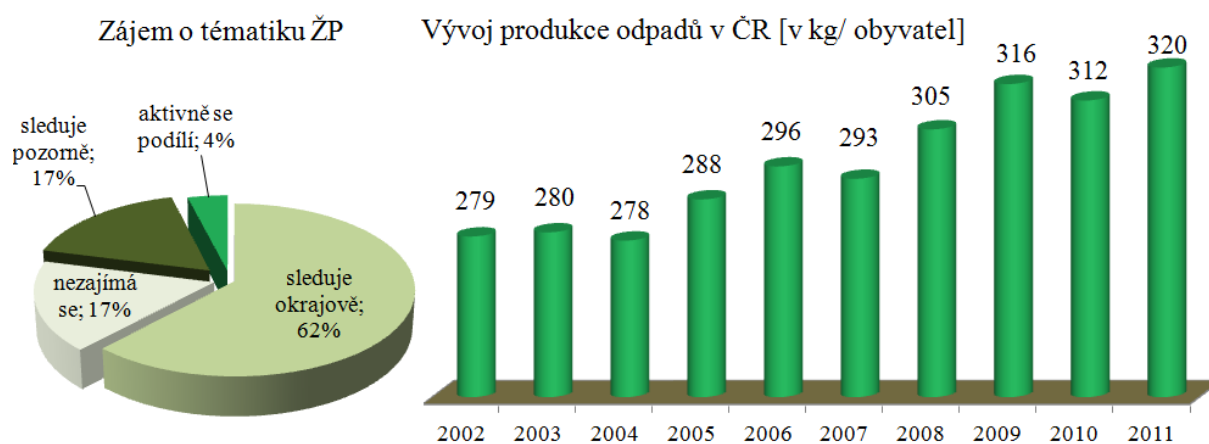
Tab. 1 – Přehled kontejnerů.....	10
Tab. 2 – Typy primárních článků.....	12
Tab. 3 – Přehled primárních článků s burelovou katodou a zinkovou anodou.....	13
Tab. 4 – Chemické látky obsažené v konkrétních bateriích.....	14
Tab. 5 – Přehled Lithiových primárních článků.....	15
Tab. 6 – Přehled sekundárních článků.....	16
Tab. 7 – Přehled Ni-Cd akumulátorů.....	17
Tab. 8 – Kovy v Li-Ion článku.....	18
Tab. 9 – Škodlivé látky obsažené v bateriích.....	24
Tab. 10 – Výsledky zpětného odběru v roce 2011.....	26
Tab. 11 – Způsoby nakládání s odpadními elektrochemickými zdroji.....	34
Tab. 12 – Materiálová bilance při loužení zinku.....	38

## 0. Úvod

Smyslem této bakalářské práce je poskytnout podrobnější informace o recyklaci baterií a akumulátorů, a analyzovat možné dopady na životní prostředí v souvislosti s činnostmi týkajícími se snahy o tuto recyklaci. Podnětem pro zpracování tohoto tématu je především zájem o životní prostředí a zjištění, že česká veřejnost mu nevěnuje dostatečnou pozornost, vezme-li se v úvahu trvalý nárůst produkce odpadů na jednoho obyvatele ČR [5,7]. Na základě těchto poznatků lze dojít k přesvědčení, že je potřeba stále více informovat obyvatele České republiky o možnostech aktivního zapojení do ochrany životního prostředí. To sice není hlavním cílem této práce, avšak recyklace odpadů je jednou z nejzákladnějších součástí ochrany životního prostředí, na níž se může aktivně podílet každý občan, a to především v její první fázi – sběru tříděného odpadu.

Tato práce si klade, mimo jiné, za cíl poskytnout podrobnější informace o bateriích a akumulátorech k upřesnění toho, jak široká a členitá tato problematika je. Dále budou v práci obsaženy informace o hrozbách baterií a akumulátorů vůči životnímu prostředí, informace o veškerých činnostech souvisejících s recyklací přenosných baterií se zaměřením na aktivity společnosti ECOBAT, která zabezpečuje systém zpětného odběru a recyklace na území České republiky, a podrobnější informace o zpracování nejběžnějšího typu odpadních baterií.

Hlavním cílem této práce je tedy analýza všech činností spjatých s recyklací baterií a akumulátorů a posouzení environmentálních dopadů těchto činností. Závěrem bude v práci uvedeno, zda je recyklace tohoto druhu odpadu pro životní prostředí skutečným přínosem, a také zhodnocení stávajícího stavu systému recyklace baterií a akumulátorů v České republice.



Obr. 1 - Zájem o tematiku ŽP. Zdroj: vlastní dle [7], Obr. 2 - Vývoj produkce odpadů. Zdroj: vlastní dle [5]

# 1. Recyklace odpadu

Významný dánský statistik Bjorn Lomborg uvádí ve své knize „Skeptický ekolog“, že lidé se často znepokojují starostmi o všechny ten odpad, který se kolem nich vrší, a ptají se, kam tato situace může vést. Mají pocit, že „společnost odpadu“ a její průmyslové základy podkopávají životní prostředí. Tyto obavy zřejmě nejvýrazněji vyjádřil bývalý americký viceprezident Al Gore, znepokojený „záplavou odpadků, která se valí z našich měst a továren“. Sklárky přetékají, spalovny zamořují ovzduší, obce i jednotlivé státy se pokoušejí přesouvat své problémy s přebytkem odpadů na sebe navzájem a nám „začínají chybět metody pro takovou likvidaci odpadků, aby nám sešly z očí i z mysli“. Problém je, že jsme předpokládali, že se zde „vždy dá vykopat jáma dost široká a hluboká na to, aby se tam všechny odpadky vešly. Podobně jako mnohé jiné představy o nekonečných schopnostech Země vstřebávat vlivy lidské civilizace je však i tato idea falešná.“ Podobně i Isaac Asimov ve své knize o životním prostředí tvrdí, že „téměř všechny existující sklárky se přibližují mezím svých kapacit a nám již docházejí místa, kam bychom umístili nové“ [17].

Ačkoli se tato globální obava o zamoření planety odpadem neopírá o přesné vědecké poznatky, přispívá k vzrůstajícímu zájmu o třídění odpadu za účelem jeho recyklace. Důkazem tohoto rostoucího trendu i v České republice jsou poznatky ČSÚ, o tom že po jednoleté stagnaci dokázali Češi v roce 2011 vytrídít o šest kilogramů tříděného sběru (na osobu a rok) víc než v roce 2009 a 2008. V těchto letech odevzdal každý obyvatel ČR v průměru 44 kilogramů tříděného odpadu za rok, zatímco v roce 2011 to už bylo celých 50 kilogramů. Podle průzkumu Ústavu zdravotnických informací a statistiky z loňského roku tak dospěli Češi vytrídili 65 procent své průměrné váhy [6].

Význam pojmu recyklace lze jednoduše vyvodit z anglického slova recycling, jehož překladem je recirkulace, čili opětovné uvedení do oběhu. Z původního slova smyslu se recyklace jeví jako vracení do procesu, ve kterém odpad vzniká – tedy využití odpadu pro původní účel. Prakticky jde ale především o zpětné získávání látek z pevných, kapalných a plynných agregátů, které se velmi často využívají k jiným účelům. Recyklace je důležitá a to nejen z pohledu ochrany zdraví člověka a životního prostředí, ale také z hlediska významné energetické a materiálové úspory primárních surovin.

Pro třídění odpadů jsou v každé obci rozmístěny barevné kontejnery. Do nich se odkládají jednotlivé složky komunálních odpadů. Odpady z barevných kontejnerů zpracovává odborná firma a předává je k recyklaci. V následující tabulce jsou uvedeny typy těchto kontejnerů [26].

Tab. 1 – Přehled kontejnerů

Barva kontejneru	Druh odpadu
žlutá	plasty
modrá	papír
zelená	barevné sklo
bílá	čiré sklo
oranžová	nápojové kartony
černá	směsný komunální odpad

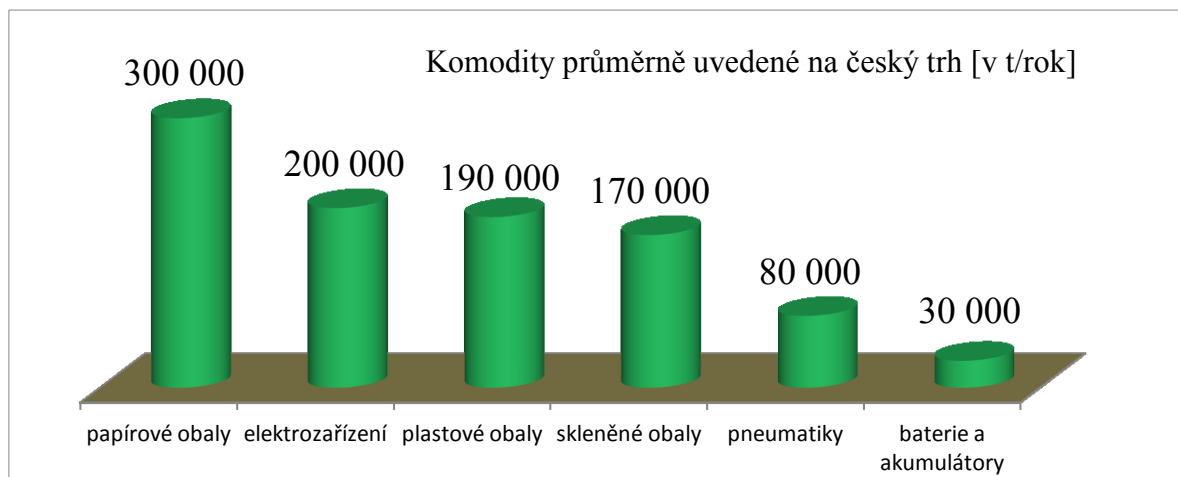
Zdroj: [26]

Pokud chce člověk vytrídít odpadní baterie či akumulátory, je to poněkud složitější, leč možností je spousta. Tato problematika je hlavní náplní této práce, tudíž dále bude zmíněno vše potřebné pro její náležité objasnění.

## 2. Přehled jednotlivých druhů baterií a akumulátorů

Ročně se v České republice prodá průměrně 30 000 tun baterií a akumulátorů. Jejich využití bývá vždy různé na základě typu baterie. Obecně lze však říci, že se bez nich neobejde prakticky nikdo. Zajímavým faktem je, že v tento okamžik se v každé české domácnosti nachází v průměru 10 použitých přenosných baterií, což znamená, že v České republice je celkem 38 000 000 baterií povalujících se na nejrůznějších místech a čekajících na vyhození. Třicet osm milionů kusů monočlánků váží necelých 3 000 tun, což se, jak je patrné z Obr. 4 na další straně, téměř rovná počtu přenosných baterií uvedených ročně na český trh [11,19].

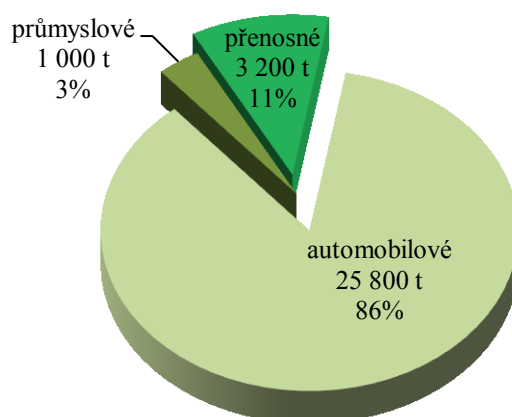
Na Obr. 3 je znázorněn poměr objemu veškerých baterií a akumulátorů, bez ohledu na jejich typ, uvedených na trh v porovnání s ostatními komoditami v tunách za rok.



Obr. 3 – Komodity průměrně uvedené na český trh. Zdroj: vlastní dle [19]

Baterie a akumulátory lze základně rozdělit do 3 skupin. Toto rozdělení je velmi jednoduché, jelikož vychází především z velikosti baterií a akumulátorů, pro lepší představu je však vhodnější. Velikost je mimo jiné jedním z nejdůležitějších faktorů určujících způsob jejich sběru. Vlastní analýza environmentální zátěže v souvislosti s recyklací bude zaměřena na přenosné baterie. U jednotlivých druhů jsou uvedeny kovy, které se z nich při recyklaci získávají.

- Autobaterie (olovo)
- Trakční a staniční průmyslové baterie (olovo, nikl, kadmium)
- Přenosné baterie (zinek, mangan, železo) a akumulátory (nikl, kobalt, lithium) [19].



Obr. 4 – Baterie a akumulátory průměrně uvedené na trh ČR za rok. Zdroj: vlastní dle [19]

Odborněji se však baterie a akumulátory označují jako elektrochemické zdroje, které se podle principu dělí do tří skupin:

- Články primární
- Články sekundární
- Články palivové [15].

Na základě odborné literatury a dokumentů poskytnutých RNDr. Petrem Kratochvílem ze společnosti ECOBAT, s.r.o. budou níže specifikovány jednotlivé typy baterií a akumulátorů.

## 2.1 Primární články

Jedná se o články na jedno vybití, lidově známé jednoduše jako baterie. Tyto články mají omezené množství reaktantů, které se vybitím článku zcela spotřebují a není možné je nabíjet vnějším elektrickým proudem a převést je tak v původní reaktanty. V následující tabulce jsou uvedeny nejběžnější typy primárních článků [15].

Tab. 2 – Typy primárních článků

Článek	Napětí (V)	
	klidové	střední vybíjecí
zinkochloridový	1,65	1,0 až 1,2
alkalický manganový	1,60	1,1 až 1,3
rtuťový	1,35	1,1 až 1,3
zinkovzdušný	1,35	1,1
stříbrozinkový	1,7 až 1,8	1,3 až 1,5
lithiový	3,6	2,6

Zdroj: [15]

Dále lze primární články rozdělit podle toho, jaké chemické látky jsou využívány jako katoda a anoda, a to nejjednodušeji do následujících dvou skupin.

- Primární články s burelovou katodou a zinkovou anodou
- Primární články s katodou z jiných chemických látek.

### 2.1.1. Primární články s burelovou katodou a zinkovou anodou

Tab. 3 – Přehled primárních článků s burelovou katodou a zinkovou anodou

Označení	ZnC	ZnCl	AlkMn
název článku	zinkouhlíkové (LeClanche)	zinkochloridové	alkalické, alkalickomanganové
elektrolyt	salmiak (NH <sub>4</sub> Cl)	chlorid zinečnatý (ZnCl)	hydroxid draselný (KOH)
obal	lepenka nebo pouze Zn kalíšek	ocelový kalíšek potažený labelem	
konstrukce anody	pájený zinkový kalíšek (vně)	tažený zinkový kalíšek s příměsí Pb	zinkový prášek či granule uvnitř článku
konstrukce katody	směs sazí a přírodního burelu uvnitř článku	elektrolytický burel s vyšším podílem sazí	katodová směs na vnější straně článku
doba skladování	do 2 let	2 - 4 roky	přes 4 roky
pracovní teploty	10 – 40 <sup>0</sup> C	do -10 <sup>0</sup> C	do - 30 <sup>0</sup> C
pracovní režim	nízké odběry s přestávkami	kontinuální nízký odběr	vyšší kontinuální odběry
vhodné aplikace	ruční svítidla		hračky
	hodiny		přenosné CD přehrávače
	přenosná rádia		holící strojky
	domovní zvonky		kouřové detektory

Zdroj: [15]

Tyto články jsou nejběžnějšími primárními články na trhu. Tvoří totiž více než 90% ze všech přenosných baterií. Nejzastaralejším typem těchto tzv. suchých článků je zinkouhlíková baterie – tzv. Leclancheův článek. K jeho výrobě se jako elektrolyt používal pastovitý salmiak (NH<sub>4</sub>Cl). Při vybíjení tyto články produkovaly volnou H<sub>2</sub>O, čímž docházelo k vytékání elektrolytu. Dnes se pro tento systém užívá jako elektrolyt vodný roztok chloridů amonného, zinečnatého či výjimečně vápenatého. Primární článek s tímto elektrolytem je označován jako zinkochloridová baterie. O stupeň lepší možnosti je pak užití alkalického elektrolytu, což je roztok hydroxidu draselného. Články obsahující alkalický elektrolyt jsou výkonnější a dražší než zinkochloridové, označují se jako alkalickomanganové, hovorově známé jako alkalické baterie. V České republice se prodává 5x více levnějších zinkochloridových baterií než ostatních, zatímco ve státech západní Evropy se prodávají více kvalitnější alkalickomanganové baterie [15].



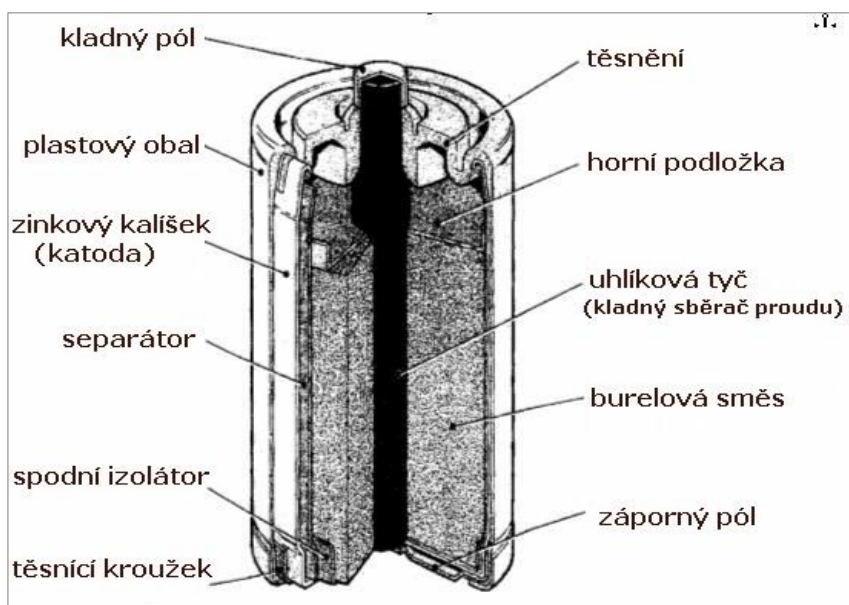
Pro nakládání s odpadními přenosnými bateriemi má velký význam jejich chemické složení, které je znázorněno v následující tabulce.

Tato konkrétní skupina elektrochemických zdrojů bude dále předmětem vlastní analýzy možných dopadů na životní prostředí v souvislosti s činnostmi týkajícími se její recyklace.

Tab. 4 – Chemické látky obsažené v konkrétních bateriích

Chemická látka	zinkochloridové	alkalickomanganové
zinek (Zn)	22 %	17 %
burel (MnO <sub>2</sub> )	25 %	35 %
železo (Fe)	17 %	22 %
grafit (C)	8 %	4 %
elektrolytická sůl	20 % (ZnCl)	14 % (KOH)
plasty	8 %	5 %
měď (Cu)	-	3 %
rtuť (Hg)	méně než 250 ppm	méně než 250 ppm

Zdroj: [15]



Obr. 5 – Řez zinkochloridovým galvanickým článkem. Zdroj: [15]

### 2.1.2. Primární články s katodou z jiných chemických látek

Primární články, jež využívají jiné chemické látky jako katodu, mají své uplatnění především jako knoflíkové nebo mincové články. Na následující straně jsou uvedeny nejběžnější typy.

- Stříbrooxidové články (AgO) – nejčastěji se používají do náramkových hodinek, a to především díky velmi stabilnímu vybíjecímu napětí. Další kladnou vlastností těchto článků je dlouhá skladovací doba, která přesahuje 4 roky. Tato vlastnost činí články vhodné pro dlouhodobější aplikace, čili pro použití např. v kalkulačkách či v dálkových ovladačích centrálního zamykání vozu [15].
- Rtuťnaté knoflíkové články (HgO) – jejich využití bylo zejména v samostatných či zabudovaných expozimetrech, a to z důvodu extrémně stabilního napětí při vybíjení a vysoké kapacity. Velké oblibě se tyto články těšily zejména v letech 1960-1980. Fakt, že obsahují rtuť, však vedl k jejich nahrazení alkalickými knoflíkovými články [15].
- Zinkovzdušné knoflíkové články (ZnAir) – používají se především jako zdroje naslouchadel. Vyznačují se velmi vysokou kapacitou, dlouhou životností a také svou specifickou konstrukcí. Články mají na kladné ploše malý otvor, který je před aplikací kryt adhesivní krytkou [15].
- Lithiové primární články (Li) – kromě speciálních aplikací v kosmonautice, letectví, kardiologii a meteorologii nacházejí tyto články velmi široké uplatnění ve fotoaparátech a kamerách. Obrovská kapacita kovového lithia a jeho vysoký elektrochemický potenciál umožňují konstrukci specificky lehkých článků, které poskytují napětí cca 3,5 V. Krom těchto kladných vlastností, má však lithium jednu zásadní nevýhodu, velmi rychle totiž reaguje s vodou či vzdušnou vlhkostí. Je tedy třeba tyto články chránit před kontaktem s vodou či nadměrně vlhkým ovzduším. Následující tabulka nabízí přehled systému primárním lithiových článků [15].

Tab. 5 – Přehled Lithiových primárních článků

Elektrochemický systém		Napětí (V)	Aplikace
Li - SOCl <sub>2</sub>	thionylchlorid	3,60	armáda, meteorologie, kosmonautika
Li - Ag <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	chroman stříbrný	3,35	kardiologie
Li - SO <sub>2</sub>	oxid siřičitý	2,95	armáda
Li - MnO <sub>2</sub>	oxid mangančitý	2,70	přenosná zařízení (kamery)
Li - CuS	sulfid měďnatý	2,00	náramkové hodinky
Li - CuO	oxid měďnatý	1,60	mikroelektronická zařízení
Li - Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	oxid bizmutitý	1,50	mikroelektronická zařízení

Zdroj: [12]

## 2.2. Sekundární články

Jde o články na více nabití, hovorově jsou známé jako dobíjecí baterie. Podobně jako primární články mají i sekundární články omezené množství reaktantů. Reakční produkty, které vzniknou vybíjením článku, lze však vnějším elektrickým proudem převést na původní aktivní reaktanty. Sekundární články se označují také jako akumulátory. Důvodem tohoto označení je fakt, že elektrická energie, jež se používá k nabíjení článku, se uvnitř článku akumuluje ve formě chemické energie. Z jednotlivých článků se poté sestavují akumulátorové baterie, jelikož napětí jednoho článku je nedostatečné (1,2 – 2 V, podle typu akumulátoru), vhodným příkladem je automobilová baterie 12 V, která je sestavena ze šesti článků. Většina akumulátorů snese několik set či tisíců nabití a vybití. Životnost akumulátoru udávaná počtem cyklů nabití-vybití je jedním z hlavních parametrů, které daný akumulátor charakterizují. Mimo tuto životnost je kvalita dobíjecí baterie ovlivněna také pasivací elektrod, jejich samovybíjením, způsobem provozování akumulátoru a jinými okolnostmi. V následující tabulce je znázorněno základní rozdělení akumulátorů, a to podle použitého elektrolytu na alkalické a kyselé. Mimo tyto dvě nejběžnější skupiny existují i akumulátory s nevodnými, tuhými či roztavenými elektrolyty, tuto skupinu lze však označit jako velmi vzácně používanou. V tabulce níže jsou také uvedeny nejběžnější typy sekundárních článků [15,18].

Tab. 6 – Přehled sekundárních článků

Alkalické akumulátory		Kyselé akumulátory	
hermetické	otevřené	otevřené	s fixovaným elektrolytem
Nikl-kadmiové	Nikl-kadmiové	Olověné startovací	Olověné gelové
Nikl-metalhydridové	Nikl-zinkové	Olověné staniční	Olověné se skelnými vlákny
Lithium-iontové	Nikl-železné	Olověné trakční	
Lithium-polymerové	Stříbro-zinkové		
Alkalické nabíjecí	Ostatní		
Ostatní			

Zdroj: [15]

### 2.2.1. Alkalické akumulátory

Jednotlivé typy alkalických akumulátorů jsou od sebe velmi odlišné. Na další straně je uveden podrobnější popis nejběžněji používaných alkalických sekundárních článků.

- Nikl-kadmiové akumulátory (Ni-Cd) – používají se především v různých průmyslových odvětvích, ale také velmi často ve spotřebitelské sféře. Dále je možné je rozdělit na přenosné a průmyslové, tudíž jejich užití nejlépe znázorňuje tabulka níže. Jako elektrolyt se nejčastěji užívá hydroxid draselný. Tyto akumulátory vznikly zdokonalením tzv. Edisonova železóniklového akumulátoru, rozvoj průmyslové výroby zaznamenaly po skončení druhé světové války. Vyznačují se vysokou životností, schopností velmi rychlého nabíjení a malou změnou napětí během vybíjení. Jejich nevýhodou je naopak menší měrná kapacita, náhlý pokles napětí na konci vybíjení, vysoká cena a především obsah kadmia, které je označováno za silně toxickou látku [15,18].

Tab. 7 – Přehled Ni-Cd akumulátorů

	akumulátory	hlavní použití
Přenosné	komerční	náhrada primárních baterií
	s velkým výkonem (velké proudy, rychlé vybíjení)	ruční aku náradí
		pohon modelů
	s velkou měrnou energií a zvýšenou kapacitou	mobilní telefony
		přenosné radiostanice
notebooky videokamery		
Průmyslové	pro záložní a záskokové zdroje (pro trvalé dobíjení za zvýšených teplot (staniční))	nouzové osvětlení
		svítící výstražné značení
		zařízení pro zvýšené teploty
		UPS
	s extrémně vysokou spolehlivostí	letecká technika
		vojenská technika
		lékařská elektronika
	s velkým výkonem za nízkých teplot (startovací)	lokomotivy
		letadla
		dieselagregáty
	v režimu vybíjení/dobíjení s prodlouženou životností (trakční)	vysokozdvížné vozíky
		elektrovozidla
lokomotivy		

Zdroj: [18]

- Nikl-metalhydrikové akumulátory (Ni-MH) – jejich nejčastější aplikace je v oblasti mobilní komunikace a bezdrátových telefonů, zde si konkurují s akumulátory Li-Ion, jenž začínají tento tržní segment pomalu ovládat. Dále se používají např. v bateriích pro notebooky, ve videokamerách a jiných elektrických zařízeních. V poslední době

bývají také často zaváděny v oblasti elektrických kol a skútrů. Jejich odlišnost spočívá především v konstrukci anody, jež je tvořena aktivní kovovou slitinou, která je schopna vázat a uvolňovat vodík během nabíjení a vybíjení. Výzkum těchto akumulátorů započal v osmdesátých letech minulého století, a o deset let později došlo k jejich komerčnímu využití, jeví se totiž jako nejpříjemnější možná náhrada přenosných nikel-kadmiových akumulátorů. Krom větší měrné kapacity, jsou jejich výhodou především nižší náklady na recyklaci a celkově příznivější ekologické parametry. Na druhou stranu, jsou méně odolné, více se samovybíjí a jsou dražší [15,18].

- Lithium iontové akumulátory (Li-Ion) – jak bylo zmíněno výše, užívají se k napájení mobilních telefonů, ale také notebooků, fotoaparátů, videokamer a další spotřební elektroniky. V poslední době zaznamenávají obrovský komerční úspěch. Lithium je v článcích obsaženo pouze v podobě iontů, tudíž odpadají veškeré nepříjemnosti s tímto alkalickým kovem, které jsou způsobeny tvorbou kovových dendritů při dobíjení článku. Jako materiál pro katody se využívají sloučeniny lithia a materiálem anody je uhlíková matrice, jež se nejčastěji připravuje z grafitových částic koksu. Nedůležitější vlastností matrice je snadné přijímání a uvolňování iontů lithia. Elektrolyt se skládá z vodivé soli a rozpouštědla. Mezi jejich největší výhody patří vysoká měrná energie, menší úroveň samovybíjení a rychlé dobíjení. V následující tabulce je znázorněno zastoupení kovů v lithium-iontovém článku [15,18].

Tab. 8 – Kovy v Li-Ion článku

Kov	Hmotnostní podíl [%]
železo (Fe)	20 – 26
kobalt (Co)	15 – 20
hliník (Al)	5 – 10
měď (Cu)	5 – 10
lithium (Li)	2 – 4

Zdroj: [15]

- Lithium polymerové akumulátory (Li-pol) – jejich užití je obdobné jako u výše zmíněných Li-Ion článků. Jedná se o poměrně nový typ akumulátorů, jehož základem je náhrada kapalného elektrolytu pevným elektrolytem na bázi polymerů (vodivých membrán). Výroba těchto sekundárních článků je technicky i energeticky velmi náročná. Jejich předností je především, obdobně jako u Li-Ion článků, vysoká

energetická kapacita (přibližně 4x větší než u Ni-Cd článků) a zanedbatelné samovybíjení. Zásadní nevýhodou je však možnost vznícení či výbuchu při zkratování, je tedy nutné užít interní ochrany [15,18].

### 2.2.2. Olověné akumulátory

Jsou označovány jako nejpoužívanější sekundární elektrochemické zdroje. Důvodem tohoto tvrzení je provozní spolehlivost, dobrá účinnost, dostatečný výkon a relativně nízká cena. Jako elektrolyt se v olověných akumulátorech používá kyselina sírová ředěná vodou, aktivní hmotou kladné elektrody je oxid olovičitý a aktivní hmotou záporné elektrody je porézní olovo. Olověné akumulátory se skládají z několika článků, tudíž obsahuje akumulátor i neaktivní složky jako jsou separátory, nosiče aktivních hmot či mezičlánkové spoje, přičemž napětím článku jsou přibližně 2 V. Dle užití se dále dělí do tří základních skupin [15].

- Startovací olověné akumulátory – slouží ke spouštění zážehových a vznětových motorů automobilů, motocyklů, lodí, letadel, stacionárních spalovacích motorů a k napájení jejich elektrických příslušenství. Vyrábějí se s napětím 6 nebo 12 V, a jejich kapacita se pohybuje v rozmezí od 1 do 500 Ah. Dále je lze rozdělit do dalších třech skupin. První z nich je základní provedení. Další skupinou je HD (heavy duty), akumulátory z této skupiny se používají pro vysoké proudové zatížení. Třetí skupinou je potom SHD (super heavy duty) s odolností proti vibracím v těžkých provozních podmínkách. Z hlediska recyklačních technologií či obchodního segmentu, lze startovací akumulátory vnímat jako samostatnou skupinu elektrochemických zdrojů [15].
- Trakční olověné akumulátory – vyrábějí se jako zdroje energie k pohonu elektrických dopravních prostředků, jako např. invalidní vozíky, manipulační vozíky, elektrické skútry, elektromobily či elektrické čluny. Tyto akumulátory jsou konstruovány takovým způsobem, aby jejich životnost v bariérovém provozu nabíjení-vybíjení byla co nejvyšší. Mimo to, dokážou také pracovat v teplotách od  $-20^{\circ}\text{C}$  do  $+45^{\circ}\text{C}$ . Dále se rozlišují podle velikosti na akumulátory pro malou trakci a akumulátory pro trakci velkou. Akumulátory pro malou trakci se velmi podobají startovacím akumulátorům, zatímco akumulátory pro velkou trakci jsou na pohled větší [15].

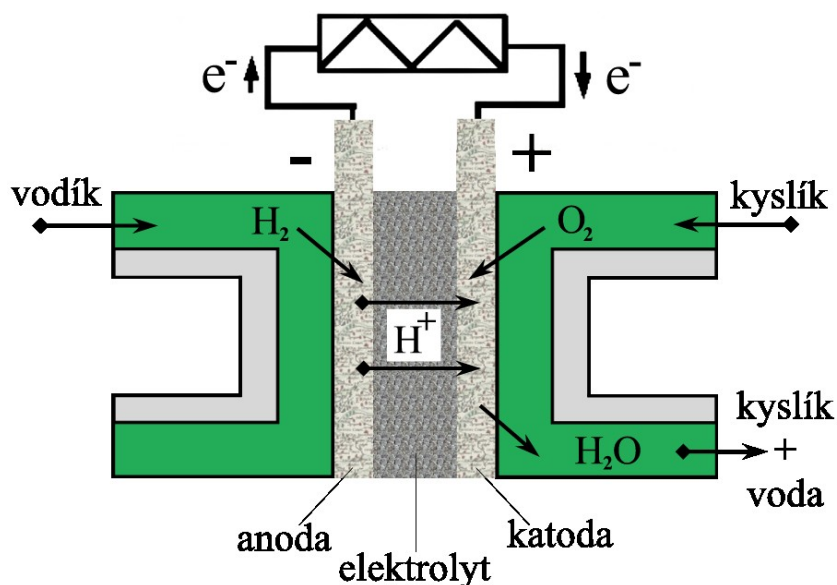
- Staniční olověné akumulátory – používají se jako zdroje nouzového napájení v případě, že dojde k přerušení dodávky elektrické energie ze sítě, a to především v oblasti energetiky, dopravy a výpočetní techniky, v telekomunikačních a radiokomunikačních soustavách, v nemocnicích, divadlech, kinech, bankách a prakticky všude jinde, kde by přerušení dodávky elektrického proudu mohlo způsobit škodu či ohrožení lidských životů. V případě těchto akumulátorů je tedy kladen důraz na vysokou provozní spolehlivost a dlouhou životnost v provozu trvalého dobíjení na konstantní napětí, které se pohybuje okolo 2,25 V na článek. Tyto sekundární elektrochemické zdroje jsou vyráběny s kapacitou v rozmezí od 1 do 10 000 Ah [15].

### 2.3. Palivové články

Jelikož se jedná o poněkud vzdálenější skupinu elektrochemických zdrojů od dvou předešlých, budou zde palivové články popsány jen stručně.

Jde o články, které mohou fungovat nepřetržitě, záleží zde však na přívodu paliva a okysličovačla k elektrodám. Článek se skládá ze dvou elektrod, k anodě je přiváděno palivo a ke katodě okysličovačlo, elektrody jsou odděleny membránou či elektrolytem. Oxidačním činidlem katody bývá většinou kyslík, který na katodě redukuje na anionty a ty pak reagují s  $H^+$  ionty na vodu. K postupné přeměně chemické energie, která vzniká spalováním paliva, dochází v generátorech skrze mechanickou formu energie. Největší rozvoj zaznamenaly palivové články v 60. letech 20. století díky kosmickému výzkumu. Palivovým článkem byly např. vybaveny kosmické lodě programu Apollo. V kosmonautice se používají dodnes, výhodou kyslíko-vodíkového článku je totiž fakt, že jeho odpadním produktem je voda, jež může být v raketoplánu dále využita. A právě do výzkumu kyslíko-vodíkového palivového článku se v současnosti vkládá nejvíce nadějí, a to v rámci vodíkového pohonu automobilů[23].

Na Obr. 6 je schematicky znázorněn děj uvnitř tohoto typu palivového článku.



Obr. 6 – Schéma chemických reakcí v palivovém článku. Zdroj: vlastní dle [23]

Palivové články se dále dělí podle látky použité jako elektrolytu na:

- Palivové články s alkalickým elektrolytem
- Palivové články s polymerní membránou
- Palivové články s kyselinou fosforečnou
- Palivové články s tavenými uhličitany
- Palivové články s tuhými oxidy [23].

### 3. Životní cyklus baterie

Nizozemští autoři publikace „Used Battery Collection and Recycling“ Pistoia, Wiaux a Wolsky ve své knize uvádějí, že *analýza životního cyklu baterie může být využívána ke zmírnění dopadů bateriových systémů na životní prostředí a zdraví člověka z hlediska celé jejich životnosti, a to už od produkce materiálů pro výrobu po konečnou likvidaci použité baterie. Tři nejdůležitější faktory určující neblahé dopady celého cyklu na životní prostředí jsou: složení, výkon baterie a stupeň, do kterého jsou použité baterie recyklovány po skončení jejich užité životnosti* [22].

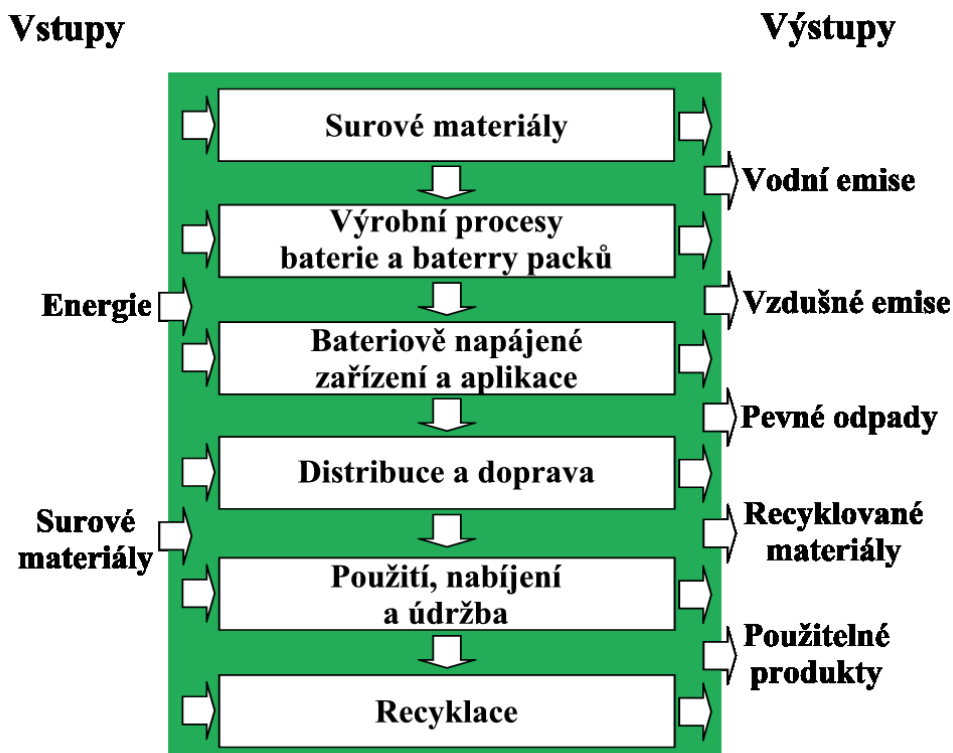


Taková analýza má čtyři základní složky:

- I. Definice cílů a rozsahu
- II. Soupis materiálů a energie
- III. Odhad dopadů na životní prostředí a lidské zdraví
- IV. Návrh na zlepšení [22].

Definice cílů a rozsahu je pro analýzu nezbytná, jelikož určuje její šíři. Záleží tedy čistě jen na tom, kdo jí provádí, jak široce si přeje problematiku prozkoumat. Pokud bude chtít, lze s analýzou začít např. už u výroby nářadí pro těžbu surových materiálů, které slouží pro výrobu baterie. Nicméně takový rozsah zaznamená zbytečně velké množství sekundárních efektů, čímž není průzkum důsledků týkajících se specifického typu baterie příliš efektivní.

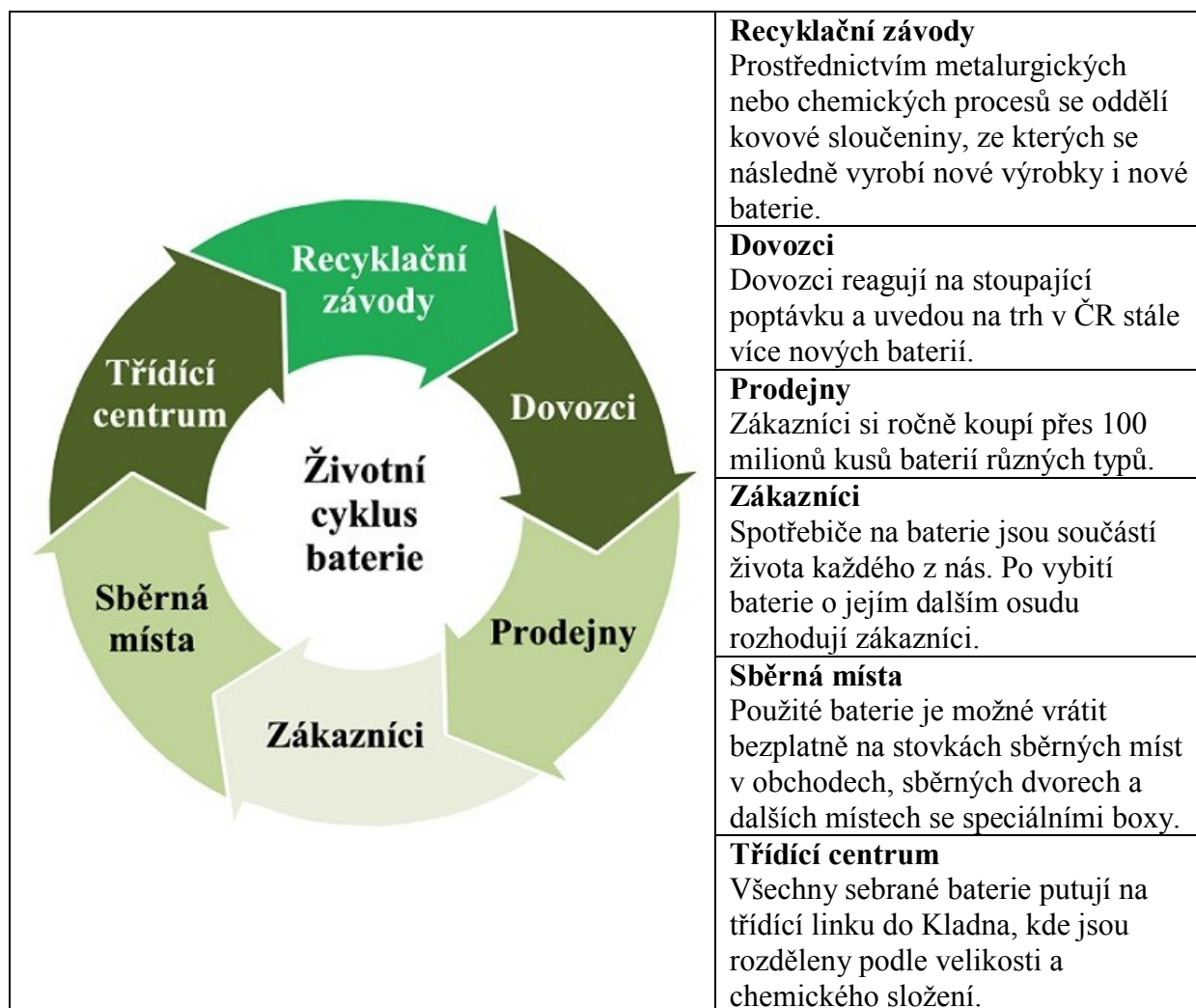
Soupis materiálů a energie je však velmi jednoduchý a skvěle poslouží pro lepší představu o životním cyklu baterie. Každý produkt vstupuje do několika stádií během své existence. Tudíž i baterie v jednotlivých stádiích svého životního cyklu ovlivňuje životní prostředí různým způsobem. Každá fáze tím pádem představuje jinou potenciální environmentální zátěž.



Obr. 7 – Soupis materiálů a energie. Zdroj: vlastní dle [22]

Odhad dopadů na životní prostředí a zdraví člověka je také důležitou součástí této práce a tudíž bude proveden níže, naproti tomu bod IV. – „návrh na zlepšení“ je příliš komplexní a často jsou mu věnovány celé knihy, a jelikož analýza životního cyklu baterie není předmětem této práce, není nutné se tomuto bodu více věnovat.

Jednotlivá stádia životního cyklu baterie lze také členit na místa či osoby, u kterých se baterie fyzicky nachází. V případě následujícího znázornění, jsou klíčovým místem recyklační závody. Jedná se o konkrétní životní cyklus baterií na území ČR, tak jak je popsán neziskovou organizací ECOBAT, s.r.o. O této společnosti bude dále více informací.



Obr. 8 – Životní cyklus baterie. Zdroj: vlastní dle [10]

## 4. Zátěž baterií a akumulátorů na životní prostředí

V současné době jsou baterie a akumulátory nezbytnou součástí každodenního života. Bohužel velmi často však dochází k nesprávnému výběru baterie či nevhodné likvidaci, což vede jak k poškozování životního prostředí, tak i zdraví člověka.

Ve většině baterií je totiž obsaženo mnoho škodlivých látek, viz výše. Konkrétně se jedná především o kadmium, rtuť a olovo. Uvolňování těchto i jiných látek jako je např. nikl, zinek, mangan či prvky obsažené v elektrolytu, do přírody a jejich působení na živé organismy může způsobit nespočet zdravotních komplikací. V následující tabulce je uveden obsah nejškodlivějších látek obsažených v baterii v procentech.

Tab. 9 – Škodlivé látky obsažené v bateriích

Kadmium v nikl-kadmiových akumulátorech	5 – 22 %
Rtuť v Zinkových/alkalických/rtuťnatých člancích	10 – 15 %
Olovo v olověných akumulátorech	65 – 70 %

Zdroj: [15]

- Kadmium - je velmi nebezpečný kumulativní jed, který se v lidském organismu hromadí v játrech a ledvinách a může vést k jejich selhání. Navíc má i prokazatelné karcinogenní účinky. Lidské zdraví je tedy ohroženo, dojde-li k dlouhodobější expozici vdechováním či požíváním. Kadmium se používá zejména při výrobě nikl-kadmiových akumulátorů. Při hodnocení jejich škodlivosti je třeba však vzít v úvahu, že katoda Ni-Cd článku je nejčastěji konstruována za použití málo rozpustného oxidu kademnatého. Cílená riziková analýza z roku 2003 provedená na popud belgických státních úřadů došla k závěru, že nikl-kadmiové akumulátory mají svůj podíl na celkových emisích kadmia do životního prostředí pouze nepatrný, konkrétně jde o podíl do 1 % [1,15].
- Rtuť - je také velmi nebezpečným jedem. Její největší hrozba spočívá v její schopnosti putovat na velké vzdálenosti a znečistit půdu i vodní zdroje až tisíce kilometrů daleko od místa původní kontaminace. Rtuť je zdraví člověka nebezpečná především, pokud dojde k vdechování jejích par. V takovém případě vzniká erozivní bronchitida, jíž může postižený člověk podlehnout a zemřít tak na respirační selhání. Ačkoli její použití při výrobě baterií v Evropské unii je již zakázáno, články, které obsahují sloučeniny rtuti, se do České republiky mohou dostat od mimoevropských výrobců.

Během připomínkového řízení společnosti ECOBAT, s.r.o. bylo upozorněno na situaci ohledně nevyjasněného skladování zmetkových Leclancheových článků, které vyprodukoval bývalý státní podnik Bateria Slaný. Tyto zmetkové články mají vysoký obsah rtuti a byly skladovány v areálu tohoto podniku v odhadovaném množství 200 – 300 tun až do roku 1995, kdy došlo k převozu společností Livia za účelem jejich zpracování do objektu bývalého dolu Kaňk u Kutné hory. Je velmi pravděpodobné, že je tento vysoce nebezpečný odpad skladován v tomto areálu dodnes [1,15].

- Olovo - škodlivost olova, obdobně jako u kadmia, spočívá také v jeho kumulování v lidském organismu a neschopnosti lidského těla tento těžký kov vyloučit. Otrava olovem, k níž dochází při zvýšené hladině kovu v krvi, může vést k nezvratným neurologickým poškozením, ale také k onemocnění ledvin či poškozením kardiovaskulárním. Olovo je obsaženo v olověných akumulátorech, které lze označit za nejrozšířenější sekundární články. Zajímavostí je, že 75% ze světové produkce olova je použito na výrobu těchto akumulátorů. Náhrada olova při udržení ceny akumulátoru je zatím nereálná. Ze strany Evropské unie však dosud nedochází k zákazu výroby olověných sekundárních článků, a to zřejmě i díky tomu, že sběr a recyklace vyřazených Pb akumulátorů v zemích EU včetně České republiky je na velmi dobré úrovni [1,15].

Vzhledem k obsahu těchto nebezpečných látek je zřejmé, že použité baterie by v žádném případě neměly být vyhazovány do běžného směsného odpadu. Spalováním baterií ve spalovnách by se do ovzduší uvolnily škodlivé látky a mohly by se tak běžným dýcháním dostat do lidského organismu. Také na skládkách může docházet k rozpouštění těžkých kovů obsažených v baterii, čímž mohou škodlivé látky proniknout do průsakových vod a kontaminovat tak vodní zdroje [27].

Ministerstvo životního prostředí České republiky na svých webových stránkách uvádí, že *základním krokem pro omezení vlivu vyřazených baterií na životní prostředí je snižování obsahu toxických složek v nich a v používání sekundárních elektrochemických článků. Tyto snahy jsou podporovány legislativně. K výraznému omezení migrace toxických látek do životního prostředí slouží zavedení separovaného sběru, který výrazně pomůže omezit znečišťování směsného odpadu cizorodými látkami a plýtvání základními surovinami. Environmentální problematika je řešena v zákoně č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů. Novelou č. 297/2009 Sb. a násl.*

novelou č.154/2010 Sb. byla do zákona implementována nová směrnice 2006/66/ES o bateriích a akumulátorech a odpadních bateriích a akumulátorech. Touto novelou se zejména rozšířil zákaz baterií a akumulátorů uváděných na trh (dříve baterie a akumulátory s nadlimitním obsahem rtuti) o přenosné baterie a akumulátory s obsahem kadmia ve stanovené koncentraci, byly stanoveny cíle sběru pro přenosné baterie, účinnost procesů materiálového využití, zákaz spalování baterií a akumulátorů, povinnosti posledních prodejců stanovených přílohou zákona vždy odebírat přenosné baterie a akumulátory a byly nastaveny pravidla vzniku a provozování kolektivního systému. Prováděcím předpisem k zákonu je vyhláška č. 170/2010 Sb. o bateriích a akumulátorech [20].

## 5. Činnosti související s recyklací baterií

Činnosti, které se týkají recyklace baterií, lze rozdělit jednoduše do tří stupňů:

- Sběr
- Třídění
- Zpracování.

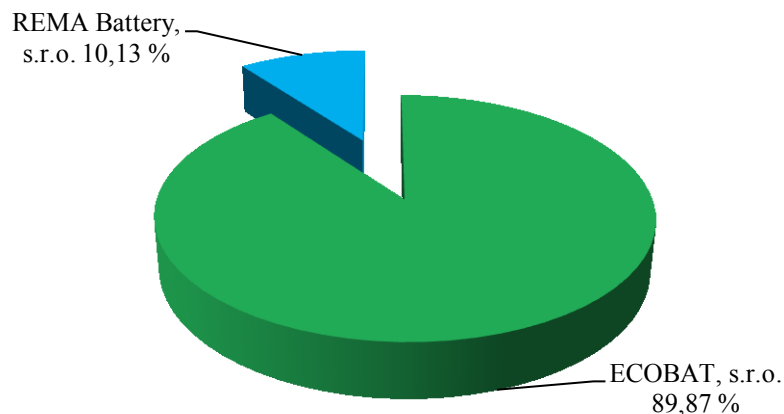
Zajištění všech těchto tří stupňů provádějí na území České republiky dvě neziskové organizace. Konkrétně se jedná o společnosti ECOBAT, s.r.o. a REMA Battery, s.r.o. Hlavním smyslem obou těchto společností je ochrana životního prostředí, ke které přispívají především zabezpečením efektivního systému zpětného odběru odpadních baterií a akumulátorů, jejich tříděním, a také zajištěním jejich dalšího zpracování [16].

Tab. 10 níže a graf na další straně jasně ukazují, že naprostou většinu zpětného odběru zajišťuje společnost ECOBAT, která bude v následující podkapitole podrobněji popsána.

Tab. 10 – Výsledky zpětného odběru v roce 2011

Výrobce / provozovatel KS	Uvedené na trh [t]	Zpětný odběr [t]	Úroveň zpětného odběru [%]	Počet výrobců
ECOBAT, s.r.o.	2928,29*	768,23	26,2	960
REMA Battery, s.r.o.	261,75*	86,55	33,1	
<b>Celkem</b>	<b>3190,04*</b>	<b>854,79</b>	<b>26,8</b>	

\* průměrné množství uvedené za poslední 3 roky, pokud byly vykazovány. Zdroj: [16]



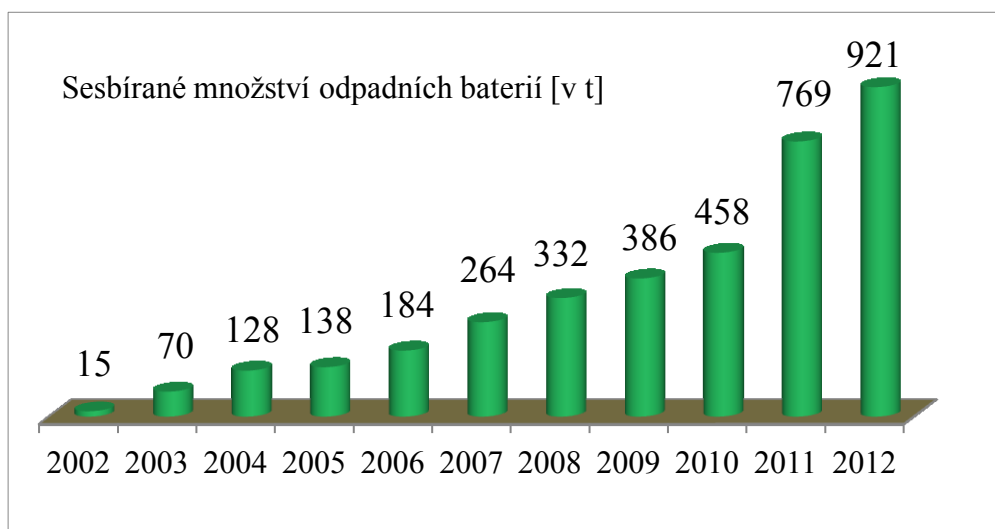
Obr. 9 – Podíl zpětného odběru v ČR v roce 2011. Zdroj: vlastní dle [16]

### 5.1. ECOBAT, s.r.o.



Obr. 10 – logo ECOBAT. Zdroj: vlastní dle [10]

Jak bylo již zmíněno výše, ECOBAT je neziskovou organizací, která přispívá k ochraně životního prostředí zajišťováním odběru odpadních elektrochemických zdrojů. Oprávnění k provozování kolektivního systému zpětného odběru přenosných baterií a akumulátorů na území ČR získal ECOBAT dne 16. 12. 2009. Tato společnost byla ale založena již v roce 2002, a to šesti významnými výrobci baterií, konkrétně se jedná o společnosti Bateria Slaný, Emos (GP), Energizer, Panasonic, Procter & Gamble (Duracell) a VARTA. Za dobu své existence si ECOBAT vybudoval velmi efektivní a komplexní systém sběru a recyklace spotřebitelských baterií. V současné době provozuje více než 16 000 míst zpětného odběru, a jak je patrné z tabulky výše, společnosti ECOBAT se podařilo v roce 2011 sesbírat 26,2 % z celkového množství baterií uvedených na trh, čímž o jeden rok dříve splnila kvótu Evropské Unie pro sběr. Směrnice 2006/66/EU ukládá členským státům EU dosáhnout minimální účinnosti sběru přenosných baterií 25% v roce 2012 a 45% v roce 2016 [10,14,21].



Obr. 11 – Sesbírané množství odpadních baterií. Zdroj: vlastní dle [10,14]

Z Obr. 11 je patrné, že ECOBAT v roce 2011 zajistil odběr 769 tun. V roce 2012 se podařilo toto množství ještě navýšit, a to přesně o 20% na celkovou hmotnost 921 tun, to představuje 29% z množství baterií uvedených na trh v České republice, čímž byla kvóta stanovená Evropské Unie překonána o 4%. Pro lepší představu, 921 tun je více než 12 000 000 kusů odpadních baterií.

V roce 2013 byl ECOBAT přijat za člena do prestižní evropské asociace národních kolektivních systémů pro sběr baterií EUCOBAT. V této organizaci jsou zastoupeny renomované dlouhodobě a nejlépe fungující kolektivní systémy jako GRS, Bebat, Stibat a další. V dubnu tohoto roku také ECOBAT hostoval zasedání představenstva, valné hromady a pracovních skupin organizace EUCOBAT v Praze [10].

Systém vybudovaný a provozovaný společností ECOBAT je financován téměř výhradě z příspěvků výrobců a dovozců baterií do České republiky. ECOBAT, s.r.o. sídlí v Soborské ulici na Praze 6 a jejím jednatelem a ředitelem je RNDr. Petr Kratochvíl [10,14].

## 5.2. Sběr

Nedílnou součástí systému zpětného odběru baterií je, v případě společnosti ECOBAT, také poskytování informací a možností, jak se zapojit, různým právnickým i fyzickým osobám v rámci České republiky. ECOBAT nabízí na svých internetových stránkách poradenství týkající se sběru baterií pro subjekty vypsané na následující straně.

- Výrobci – na základě novely č.297/2009 Sb. o odpadech, je každý výrobce, který uvádí v ČR na trh baterie či akumulátory povinen:
  - o Zajistit jejich řádné označení
  - o Dodržovat zákaz uvádění na trh nebo do oběhu přenosné baterie s obsahem rtuti či kadmia
  - o Zajistit zpětný odběr použitých přenosných baterií nebo akumulátorů [10].
  
- Prodejci – každý poslední prodejce, který nabízí přenosné baterie jako stálou součást svého sortimentu, či který v předchozím roce prodal více než 2000 ks přenosných baterií, je povinen odebírat baterie ve své provozovně [10].
  
- Obce – ECOBAT nabízí obcím bezplatné zajištění veškerých činností spjatých se zpětným odběrem baterií včetně propagace. Každá obec má možnost o tuto službu požádat elektronickou poštou [10].
  
- Firmy – firmy, které při své činnosti používají přenosné baterie nebo akumulátory coby koneční uživatelé, mají také nárok na zajištění zpětného odběru [10].
  
- Školy – společně s kolektivními systémy ASEKOL a EKOLAMP a autorizovanou obalovou společností EKO-KOM připravil ECOBAT na základních a středních školách projekt zvaný RECYKLOHRANÍ. Tento program si klade za cíl rozšířit znalosti žáků a studentů v oblasti třídění a recyklace odpadů a zároveň pomocí tematických her rozvinout jejich vztah k životnímu prostředí. V rámci tohoto programu, i mimo něj, ECOBAT zajišťuje zpětný odběr přenosných baterií na školách [10,25].
  
- Spotřebitelé – ECOBAT poskytuje spotřebitelům na svých webových stránkách základní informace nejen o bateriích a akumulátorech a jejich sběru, ale také o způsobech dalšího nakládání s nimi po skončení jejich užité životnosti [10].

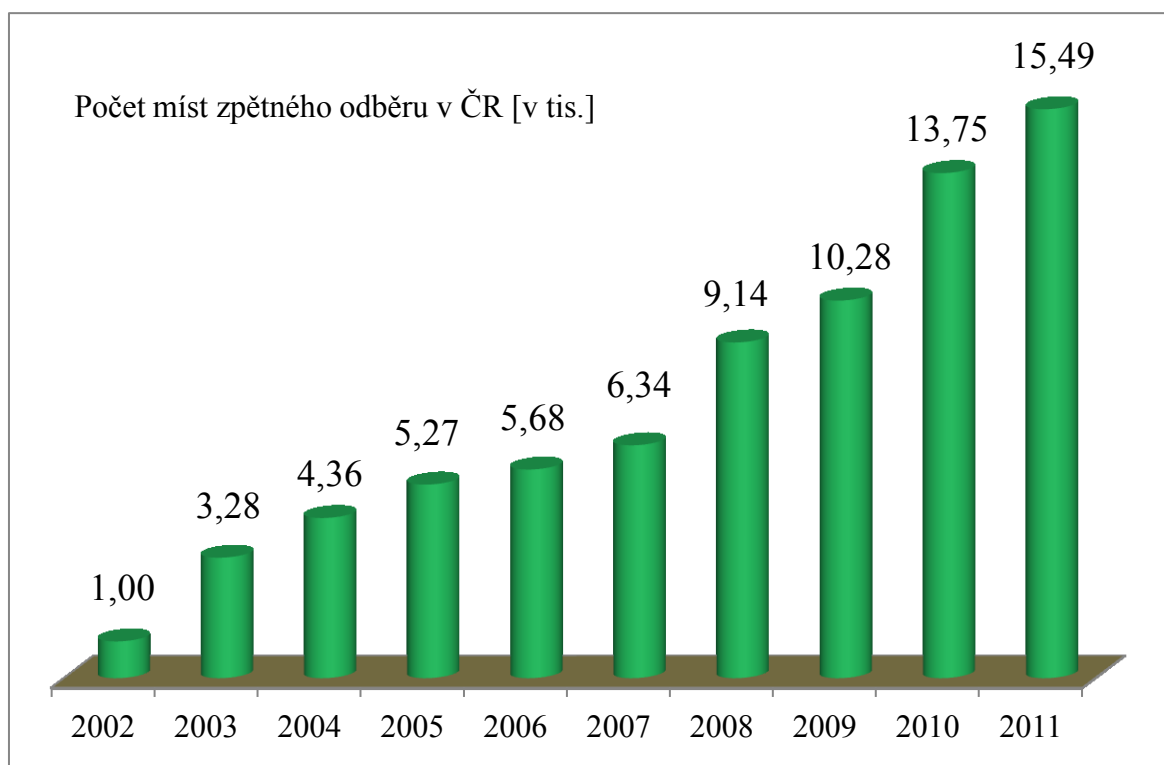




Obr. 12 – logo Recyklohraní. Zdroj [25], Obr. 13 – Sbírané baterie. Zdroj: [10], Obr. 14 – Symbol. Zdroj: [10]

### 5.2.1. Místa zpětného odběru

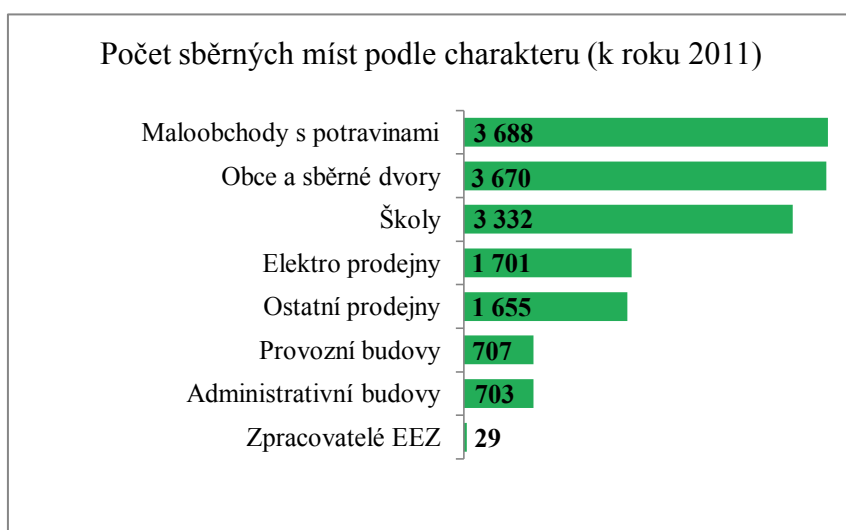
Jak bylo zmíněno výše, každý výrobce či dovozce baterií do ČR je povinen označit své produkty symbolem, který je k vidění na Obr. 14. Nemí-li možné označit takto přímo baterii či akumulátor, označí se tímto grafickým symbolem jejich obal. Obrázek zcela intuitivně znázorňuje, že takto označený produkt nepatří do sběrných nádob komunálního odpadu, nýbrž je určen k recyklaci, čili ke sběru na místech zpětného odběru baterií a akumulátorů [10,14].



Obr. 15 – Počet míst zpětného odběru. Zdroj: vlastní dle [14]

Vybité přenosné baterie a akumulátory lze bezplatně odevzdávat na mnoha místech, zde je jejich výčet [10]:

- Maloobchody s potravinami (SD Jednota, Albert, Billa, Interspar, Globus, Kaufland, Lidl, Penny Market, Tesco atd.)
- Elektro prodejny a hypermarkety (Datart, Okay, Planeo, Elektroworld atd.)
- Hobby centra a prodejny s nábytkem (Baumax, Bauhaus, Ikea, Obi atd.)
- Prodejny s drogistickým a jiným zbožím (DM-drogerie, Rossman, Kik – Textil apod.)
- Školy (v rámci projektu RECYKLOHRANÍ i mimo něj)
- Veřejná místa (městské a obecní úřady, infocentra)
- Sběrné dvory atp.



Obr. 16 – Počet sběrných míst podle charakteru. Zdroj: vlastní dle [14]

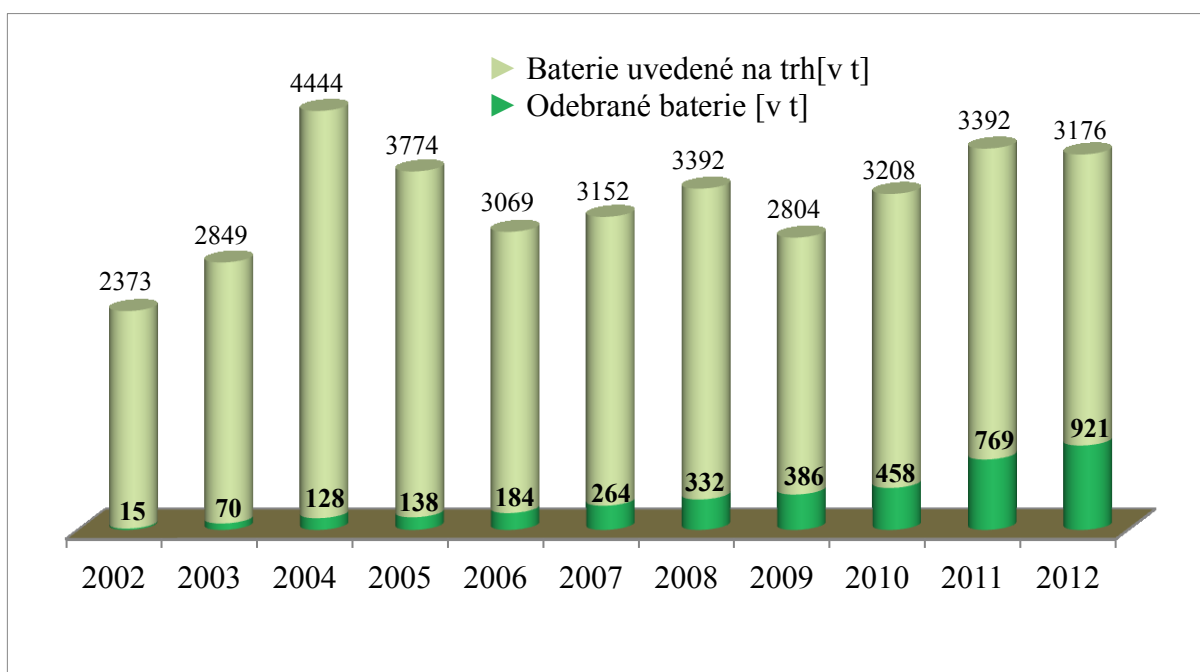
Na webových stránkách společnosti ECOBAT je také možné jednoduše vyhledat nejbližší sběrné místo. Do vyhledávacího filtru na odkazu [http://89.24.231.83/provozovny\\_free.php](http://89.24.231.83/provozovny_free.php) lze zadat poštovní směrovací číslo obce, ve které se spotřebitel nachází, a program mu zobrazí výčet míst, na kterých lze bezplatně odevzdat odpadní přenosné baterie či akumulátory [10].

Obr. 17 představuje výčet míst zpětného odběru po zadání PSČ pardubických Polabin – 503 09 do programu.

Název provozovny	ulice	obec	PSČ	okres	Veřejné místo
Autotechnik J.M.	Hradecká 98	Pardubice	530 09	Pardubice	Ano
bauMax	Poděbradská 295	Pardubice	530 09	Pardubice	Ano
Interspar	Poděbradská 297	Pardubice	530 09	Pardubice	Ano
Okay elektro	Poděbradská 335	Pardubice	530 09	Pardubice	Ano
Globus & - Baumarkt	Poděbradská 293	Pardubice	530 09	Pardubice	Ano
K+B elektro expert	Bělehradská 677	Pardubice	530 09	Pardubice	Ano
sběrný dvůr Polabiny	Lonkova ulice - mezi výměníky	Pardubice	530 09	Pardubice	Ano
Planeo QuickTime AFI Palace	Masarykovo nám. 2799	Pardubice	530 09	Pardubice	Ano
LIDL	Bělehradská 548	Pardubice	530 09	Pardubice	Ano
Kik textil prodejna	Náměstí republiky 1400	Pardubice	530 09	Pardubice	Ano
Kik textil prodejna	Poděbradská 335	Pardubice	530 09	Pardubice	Ano

Obr. 17 – Výčet míst zpětného odběru v Polabinách. Zdroj: [10]

Na Obr. 18 níže je znovu znázorněn růst počtu odebraných baterií od roku 2002 do roku 2012, tentokrát je zde však zaznamenáno i, od roku 2005 téměř konzistentní, množství baterií uvedených na trh v těchto letech. Z grafu je zřejmé, že zpětný odběr je nejen rok od roku vyšší, ale především účinnější. Patrné jsou i těžké začátky sběru baterií, kdy se podařilo sesbírat skutečně jen nepatrný zlomek.



Obr. 18 – Zhodnocení zpětného odběru. Zdroj: vlastní dle [10,14]

## 5.2.2. Ecocheese



Obr. 19 – logo ECOCHEESE. Zdroj: vlastní dle [9]

Krom všech výše zmíněných možností zpětného odběru vybitých přenosných baterií, nabízí ECOBAT možnost pořízení sběrné krabičky přímo do domácnosti. Unikátní projekt nesoucí název Ecocheese odstartovala společnost ECOBAT na jaře roku 2011. Hlavním cílem tohoto projektu je zařadit třídění odpadních baterií do moderního životního stylu občanů ČR, obdobně jako třídění plastů a papíru. Dosáhnout stanoveného cíle se ECOBAT snaží především propagací třídění baterií v českých domácnostech atraktivní formou.

Malý sběrný box Ecocheese, který je velmi moderně a esteticky zpracovaný, získal v roce 2011 prestižní ocenění v soutěži Metro Zlatá pecka v kategorii obalových designů. A vzhledem k tomu, že má k dnešnímu dni více než 80 000 zájemců, lze říci, že ECOBAT je skutečně na dobré cestě k dosažení toho, aby se třídění baterií v domácnostech stalo běžnou záležitostí [11].

Kterýkoli spotřebitel si může na internetových stránkách <http://www.ecocheese.cz/> objednat krabičku Ecocheese, ta mu bude v rámci ČR zaslána zdarma Českou poštou. Nashromážděné baterie poté může spotřebitel bezplatně odevzdat na jakémkoli z výše zmíněných míst. V roce 2012 navíc přibýly k původním malým krabičkám Ecocheese velké designové sběrné boxy „Ecocheese L“, jež jsou k nalezení především v prodejnách BILLA a Planeo Elektro, a středně velké nádoby „Ecocheese M“, ty jsou umístěny v menších elektroprodejnách, i zde je samozřejmě možnost vysypat malé boxy Ecocheese naplněné v domácnosti [11].



Obr. 20 – Krabičky ECOCHEESE. Zdroj: [9]

### 5.3. Třídění

Výše zmíněný sběr by teoreticky mohl být dále rozdělen na jednostupňový a dvoustupňový.

Případný druhý stupeň sběru však svým charakterem spadá spíše do druhé fáze recyklace, čili třídění. Jedná se totiž o oddělování dílčího odpadu od baterií, ke kterému dochází v případě, že odpadní elektrochemické zdroje byly sbírány společně s jiným odpadem. Pokud tomu tak je, je odpad svezem na shromaždiště, kde dochází k oddělování.

Odpad tvořený pouze z různých druhů přenosných baterií a akumulátorů je poté převezen do centrálního skladu v Kladně, kde ECOBAT provádí pečlivé přetřídění baterií. Tento proces je velmi důležitý, jelikož pro různé chemické typy baterií existují specializované technologie zpracování. Např. k získávání vzácných zemin, kobaltu a niklu z Ni-MH baterií se využívá hydrometalurgie. Touto technologií dochází i ke zpracování zinkových a alkalických primárních článků leč v podniku, který je zaměřen na získávání zinku. Li-Ionové akumulátory jsou naproti tomu zpracovávány plazmovou technologií [10,13,19,21].

### 5.4. Zpracování

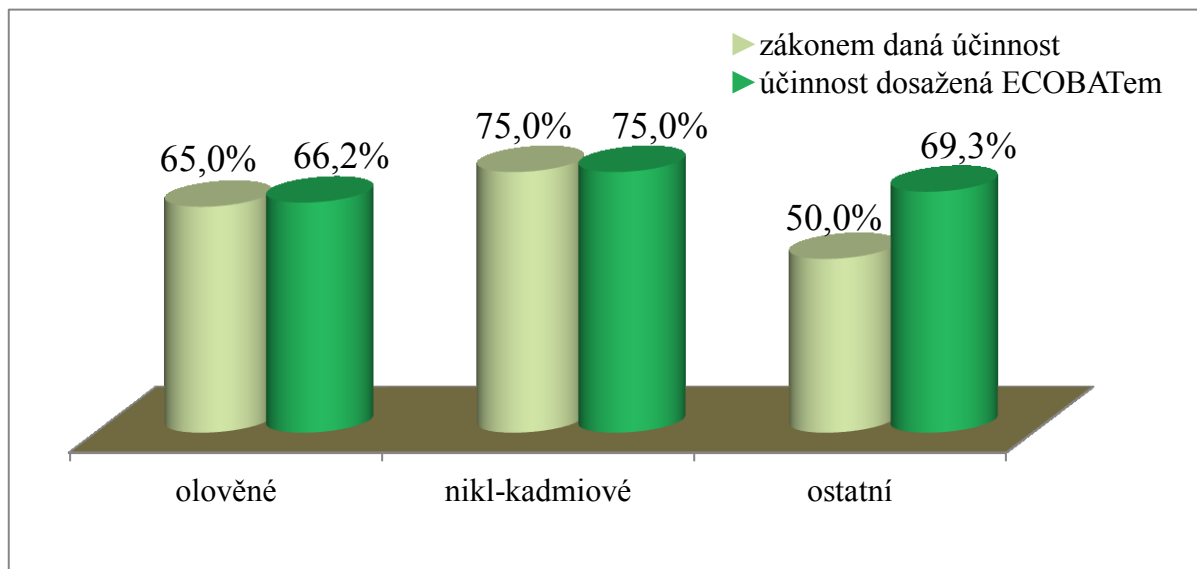
Jedná o poslední fázi recyklace, což je, z jiného úhlu pohledu, první fází výroby. Jak bylo zmíněno na začátku této práce, recyklace znamená opětovné uvedení do oběhu. Lze tedy říci, že zpracováním odpadních baterií k tomuto znovu-uvádění do cyklu fyzicky dochází. Stupeň zpracování je zároveň tím nejobornějším a nejsložitějším ze všech tří. Především, pokud je řeč o přenosných bateriích a akumulátorech. V jejich případě totiž nedochází k tak vysokému materiálovému využití jako u dalších dvou typů v rámci České republiky. V následující tabulce jsou zaznamenány údaje o způsobech nakládání s odpadními elektrochemickými zdroji v roce 2010, uvedené hodnoty se vztahují k množství zpětně odebraných baterií a akumulátorů.

Tab. 11 – Způsoby nakládání s odpadními elektrochemickými zdroji

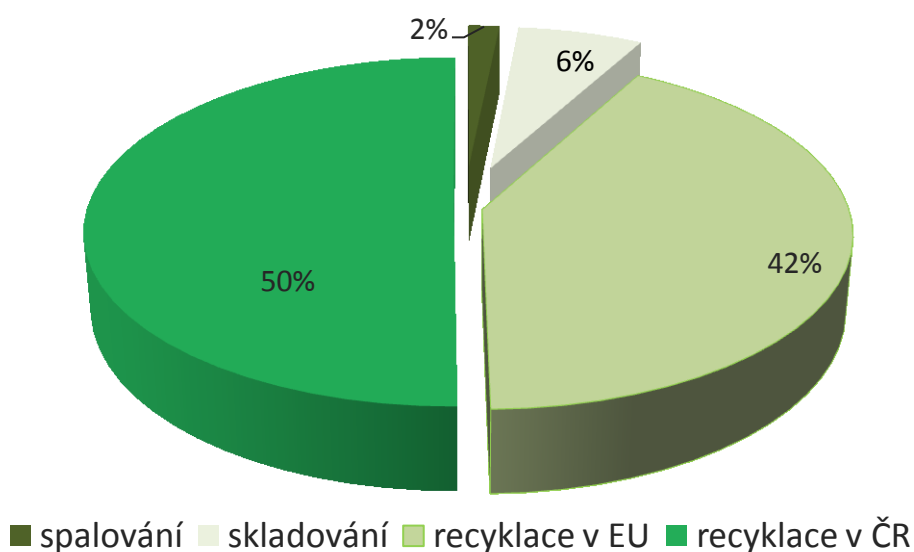
Skupina	Materiálové využití [%]	Energetické využití [%]	Odstranění D1,D5,D12 [%]	Odstranění spalováním D10 [%]	Zůstalo Skladem [%]	Vývoz do EU [%]	Vývoz mimo EU [%]
Přenosné baterie a aku.	54,98	0	0	3,45	28,79	30,58	0
Průmyslové baterie a aku.	99,45	0	0,55	0	1,38	0,38	1,66
Automobilové baterie	99,55	0	0	0	0,45	0	0

Zdroj: [16]

V roce 2011 bylo zpracováno 825 tun přenosných baterií. Z tohoto množství se podařilo získat 523 tun převážně kovonosných druhotných surovin (olovo, zinek, mangan, nikl, kobalt). Minimální účinnost procesu materiálového využití je dána zákonem 185/2001 Sb. ve znění novely 297/2009 Sb. [14]. Tyto stanovené hodnoty a úspěšnost jejich plnění jsou zobrazeny v následujícím grafu.



Obr. 21 – Účinnost procesu materiálového využití. Zdroj: vlastní dle [14]



Obr. 22 – Nakládání se sesbíranými bateriemi. Zdroj: vlastní dle [14]

Společnost ECOBAT zajišťuje pouze sběr a přetřídění zpětně odebraných přenosných elektrochemických zdrojů. Dle jednotlivých typů předává ECOBAT odpadní baterie různým zpracovatelům, a to buď zpracovatelům sídlícím v České republice, nebo zahraničním zpracovatelům v rámci Evropské Unie.

#### 5.4.1. Zpracování zinkových a alkalických baterií

Zinkové a alkalické primární články, jest je možno uvádět společně v jedné skupině jako zinko-alkalické, představují drtivou většinu z celkového počtu zpětně odebraných přenosných baterií společností ECOBAT. Jedinou českou firmou, která se zabývá zpracováním tohoto druhu baterií jsou Kovohutě Příbram nástupnická a. s. Její hlavní recyklační činností je sice zpracování autobaterií, avšak přenosné baterie jsou zde nejvýznamnějším odpadem obsahujícím zinek, a to díky neustále se zvyšující účinnosti zpětného odběru. Zařízení v této společnosti je však zatím jen v poloprovozu, konkrétně zde funguje pouze mechanická část. Hydrometalurgická část, čili loužení zinku z elektrodové hmoty, bude součástí integrovaného povolení KÚ Středočeského kraje. Nicméně, firma Kovohutě Příbram poskytla informace popisující obě části tohoto procesu [24].

- *Mechanická část – efektivním způsobem odděluje jednotlivé složky přenosných zinkových a alkalických baterií - frakce s obsahem zinku, především tzv. elektrodovou hmotu (vstup pro hydrometalurgický proces), dále pak kovový zinek, ocel, mosaz i nekovové složky – grafit, případně zbytky papíru nebo plastů. Základem je kladivový drtič pro rozdrčení baterií. Následuje magnetický separátor na oddělení železných složek a vibrační síto. Podsítnou část tvoří elektrodová hmota, nadsítnou část pak kovový Zn s mosazí a nekovovou část především grafit. Nadsítná kovová část od nekovové je dále separována pomocí dalšího drtiče, vibračního síta a nakonec elektrodynamického separátoru. Kovový Zn, případně mosaz z nadsítného podílu lze zpracovat ve vlastní technologii - destilační peci. Výsledkem jsou Zn housky o čistotě až 99 % použitelné pro rafinaci drahých kovů rozpuštěných v olovu (tzv. Parkessův způsob odstříbřování olova zinkem) [24].*

- Hydrometalurgická část – umožňuje využití odpadního elektrolytu z vyřazených olověných akumulátorů jako loužidla pro odpady a druhotné suroviny s obsahem zinku, jako jsou výše uvedená elektrodová hmota, nebo kaly z galvanického pozinkování oceli a vlastní výrobní odpady s obsahem zinku. Podstatou tohoto procesu je převedení zinku do síranového roztoku a oddělení nerozpustného zbytku (obsahuje převážně Mn a Fe), který bude použit jako pomocná surovina, nahrazující vykupované železné odpady – špony a okuje ve vsázce do šachtové pece. Roztok bude rafinován a pomocí hydrolytického srážení uhličitánem sodným vzniká uhličitánová sraženina, která je oddělena od kapalné fáze procesem tlakové filtrace kalolisem. Tato sraženina ve formě uhličitánu zinečnatého bude finálním prodejním produktem k výrobě zinku [24].

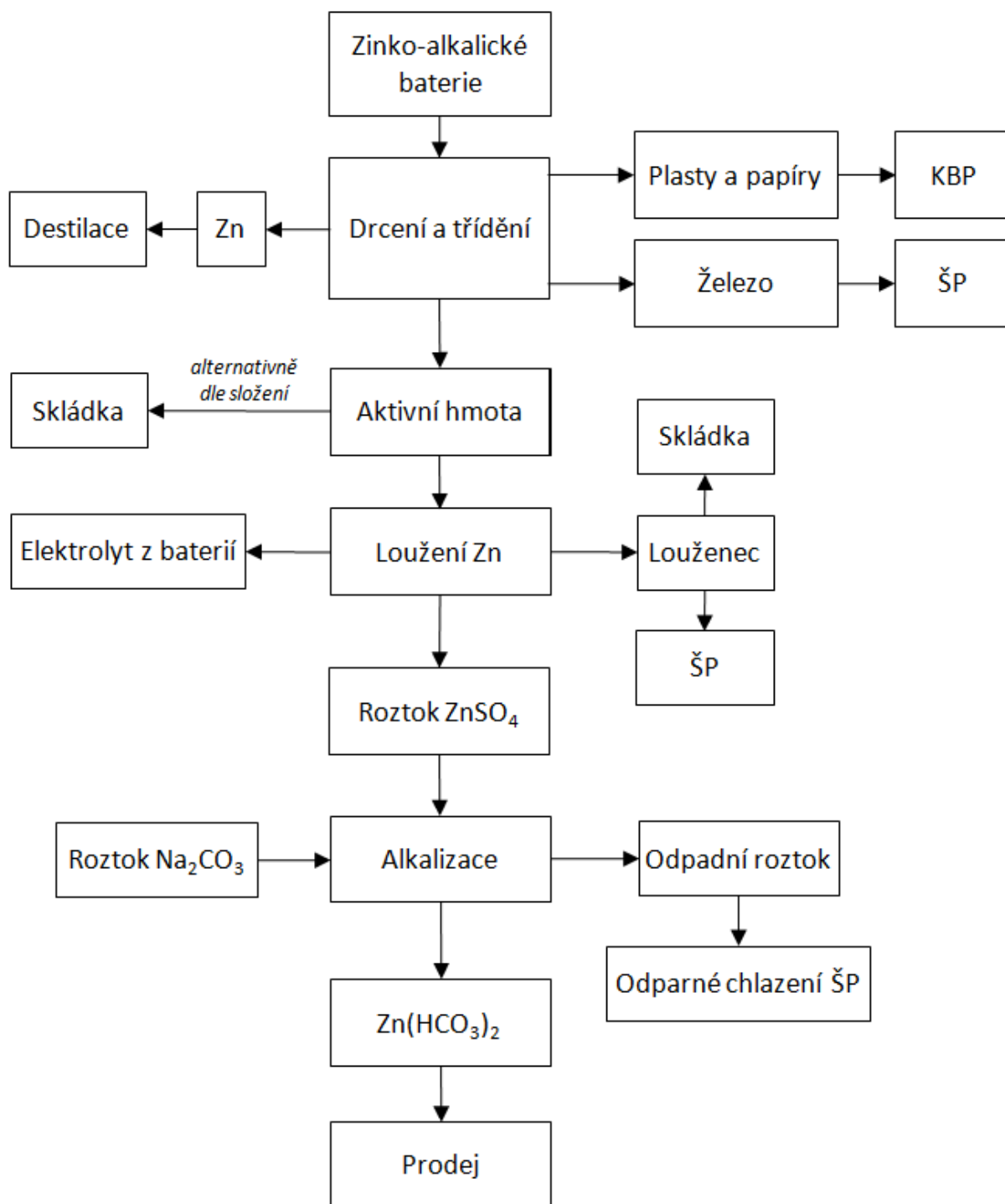
Jak je patrné z Obr. 21 na straně 35, zákon nařizuje minimální materiálové využití 50%. Za předpokladu, že roční provoz této technologie bude trvat přesně 150 dní, dojde ke zpracování 500 tun zinko-alkalických přenosných baterií a odpadní kyselina bude mít průměrně 15% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, je možné definovat následující materiálové toky:

Tab. 12 – Materiálová bilance při loužení zinku

Vstupy do technologie			
materiál	t/rok	využitelný obsah Zn (v %)	zinek (v t)
užitková voda	774	-	-
odpadní kyselina sírová - H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> - voda	116	-	-
	658	-	-
stěry z odzinkování	150	10	15
podsítné zinkové baterie	300	20	60
chloran sodný	5	-	-
Zn prach (vlastní produkce)	3	67	2
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (roztok 20%) - soda - voda	114	-	-
	456	-	-
polymerní fakulant	5	-	-
Výstupy z technologie			
materiál	t/rok	využití	
ZnCO <sub>3</sub>	148	prodej	
vyloužené podsítné	240	vsázka do šachtové pece	
vyloužené stěry z odzinkování	135	vsázka do šachtové pece	
vodní roztok	1813	odparné chlazení šachtové pece	

Zdroj: [24]





Obr. 23 – Schéma zpracování zinkových a alkalických baterií. Zdroj: [24]

## 6. Environmentální zátěž při recyklaci zinko-alkalických baterií

Odhad environmentální zátěže týkající se recyklace zinkových a alkalických primárních článků je možné provést komplexně, čili brát v úvahu všechny tři stupně, které s recyklací tohoto konkrétního druhu odpadu souvisí. Nicméně, v prvních dvou stupních, tj. sběr a třídění, nedochází k žádné mimořádné zátěži na životní prostředí.

V případě sběru, je prakticky jediným posouzení hodným jevem spotřeba pohonných hmot při svozu baterií ze sběrných míst na centrální sklad. Odpadní baterie bývají také často dopravovány společně s dílčím zbožím.

Co se týče environmentální zátěže související s tříděním přenosných baterií, taktéž zde nedochází k ničemu výjimečnému. Spotřeba energie v centrálním skladu baterií společnosti ECOBAT v Kladně je tak jediným faktorem, který má vliv na životní prostředí.

V obou případech se však jedná o zcela běžnou zátěž, jež se vyskytuje prakticky v kterékoli jiné činnosti, ať už v oblasti recyklace odlišných druhů odpadů, či v oblasti jiných podobných průmyslových činností. Environmentální zátěž v prvních dvou stupních lze tedy vnímat jako zcela nezbytnou záležitost, kterou není nutné podrobit hlubší analýze.

Naproti tomu třetí stupeň recyklace – zpracování je nutné analyzovat detailněji. Jednak při této fázi vzniká mnoho odpadu, a za druhé je účinnost tohoto procesu dána zákonem. Vliv technologie zpracování zinkových a alkalických primárních elektrochemických zdrojů na složky životního prostředí je zde zpracován na základě informací poskytnutých společností Kovohutě Příbram.

### 6.1. Vliv zpracování zinko-alkalických baterií na složky životního prostředí

- Vody – potřeba užitkové vody je celkem 1 230 t/rok.

Všechny odpadní vody, které vznikly při technologii zpracování zinko-alkalických baterií (1813 t/rok) budou využity při odparném chlazení šachtové pece. Zde nahradí malou část běžně používané užitkové vody v množství přibližně 2,5 m<sup>3</sup>/hod, čili cca 60 m<sup>3</sup>/den, v přepočtu na celý rok tak přibližně odpadní vody nahradí 18 000 m<sup>3</sup> [24].

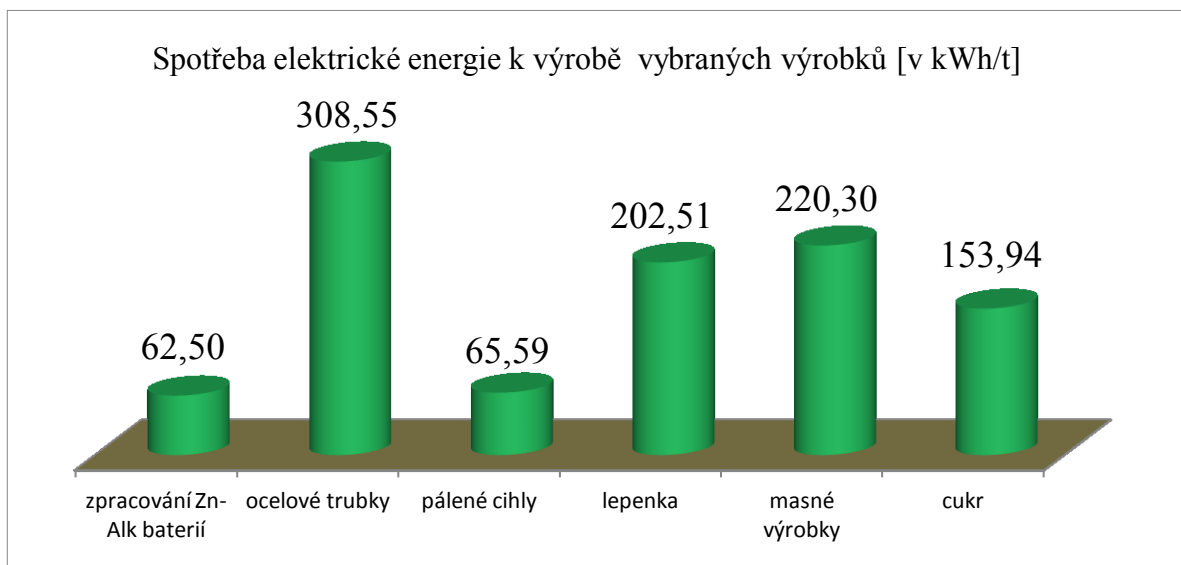
- Odpady – nevznikne žádný pevný odpad, jež by bylo nutno odstranit, veškeré vzniklé odpady budou materiálové využity:
  - Vyloužené stěry z odzinkování – vsázka do šachtové pece
  - Vyloužené podsítné – vsázka do šachtové pece, náhrada pomocné suroviny – okují, čímž samozřejmě dojde ke snížení jejich spotřeby. Tímto způsobem bude podsítné využito při tvorbě silikátové strusky ze šachtové pece [24].
  
- Energie – níže uvedená spotřeba elektrické energie a zemního plynu se týká kompletního zpracování, čili jde o energii spotřebovanou při drcení, separaci, loužení a výrobě v louhovně:
  - Elektrická energie: 55 – 70 kWh/t Zn-Alk baterií; 27500 – 35000 kWh/rok
  - Zemní plyn: 10-12 m<sup>3</sup> ZP/t Zn-Alk baterií; 5000 – 6000 m<sup>3</sup> ZP/rok [24].
  
- Emise – vliv na emise je vsutku zanedbatelný. Jedinou potenciální zátěží je možnost vzniku vodíku, tudíž je při loužení nutné pravidelně odvětrávat [24].

Spotřebu užitkové vody, která činí 1 230 000 litrů vody ročně, lze označit za velmi malou. Podle statistik Českého statistického úřadu z roku 2011, spotřebuje průměrný obyvatel České republiky 88,6 litrů vody denně v přepočtu tedy 32 339 litrů vody za rok [3]. To znamená, že celková spotřeba užitkové vody na zpracování zpětně odebraných zinko-alkalických baterií se přibližně rovná roční spotřebě vody 38 obyvatel ČR. Navíc fakt, že veškeré odpadní vody budou dále využity, environmentální zátěž snižuje na úplné minimum.

Absolutní absence vzniku pevného odpadu je důkazem, že Kovohutě Příbram jsou velmi zkušenou společností v oblasti recyklace. Tato skutečnost obrovskou měrou zmenšuje vlivy zpracování zinko-alkalických baterií na složky životního prostředí.

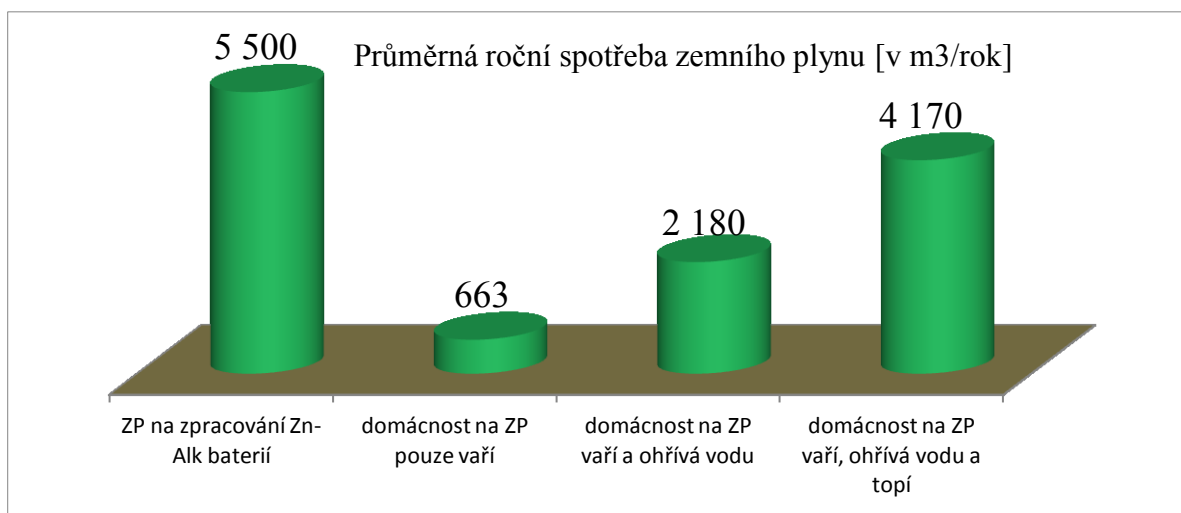
O spotřebě elektrické energie, lze také prohlásit, že nepředstavuje zásadnější environmentální zátěž. Společnost CENIA ve své multimediální ročence životního prostředí uvádí, že průměrná roční spotřeba energie v domácnosti je 2 500 kWh [2]. Střední hodnota odhadované celkové spotřeby elektrické energie je 31 250 kWh/rok. Tato hodnota je tedy menší než spotřeba elektrické energie 13 průměrných českých domácností. Což je skutečně malá cena za zpracování naprosté většiny zpětně odebraných přenosných baterií.

Na Obr. 24 je znázorněna střední hodnota odhadované spotřeby elektrické energie na zpracování jedné tuny odpadních zinko-alkalických baterií v porovnání se spotřebou elektřiny na výrobu jedné tuny vybraných výrobků. Z grafu je naprosto zřejmé, že zpracování přenosných baterií není nijak zvlášť energeticky náročné.



Obr. 24 – Spotřeba elektrické energie k výrobě vybraných výrobků. Zdroj: vlastní dle [4,24]

Co se týče spotřeby zemního plynu, také zde nelze hovořit o významnější zátěži na životní prostředí. Časopis dTest provedl v roce 2012 průzkum, ve kterém uvádí průměrnou spotřebu zemního plynu v domácnostech. V grafu níže jsou tyto hodnoty porovnány se střední hodnotou odhadované roční spotřeby zemního plynu na zpracování zinko-alkalických baterií. Spotřeba ZP/rok na zpracování odpadních baterií je tedy pouze o 1330 m<sup>3</sup> vyšší než průměrná roční spotřeba jedné české domácnosti, která na zemní plyn vaří, ohřívá vodu i topí.



Obr. 25 – Průměrná roční spotřeba zemního plynu. Zdroj: vlastní dle [8,24]

## 7. Závěr

Po analýze veškerých činností, které se přímo týkají recyklace přenosných baterií a akumulátorů, včetně jejich environmentální zátěže a při zvážení možných dopadů na životní prostředí v souvislosti se špatným nakládáním s odpadními bateriemi, lze dojít k závěru, že recyklace baterií a akumulátorů je skutečně obrovským přínosem pro životní prostředí. Přenosné elektrochemické zdroje, které se dostanou do komunálního odpadu, sice dnes běžně nepředstavují hrozbu na extrémní či katastrofické úrovni, nicméně vlivy jejich recyklace na složky životního prostředí jsou vůči této hrozbě opravdu zanedbatelné, navíc účinnost zpracování recyklovaných baterií a akumulátorů daná zákonem 185/2001 Sb. ve znění novely 297/2009 Sb. zaručuje víc než dostatečné materiálové využití. V případě zpracování elektrochemických zdrojů jiných než olovených či nikl-kadmiových se ECOBATu podařilo dosáhnout účinnosti dokonce o necelých 20% vyšší než je dána zákonem, viz Obr. 21 na straně 35.

Společnost ECOBAT celkově dosahuje velmi dobrých výsledků, coby přední český zajistitel systému zpětného odběru odpadních baterií a akumulátorů, jejich třídění, a zajištění jejich dalšího zpracování. Už jen fakt, že se ECOBATu podařilo splnit přísně stanovenou kvótu směrnicí Evropské Unie 2006/66/EU pro účinnost sběru elektrochemických zdrojů s ročním předstihem, je sám o sobě dostatečným důkazem tohoto tvrzení. I přesto, že množství zpětně odebraných odpadních baterií a akumulátorů zaznamenává stále rostoucí trend, má před sebou ECOBAT ještě pořád dost práce. V roce 2016 musí totiž podle směrnice EU vykázat sběr 45% z celkového počtu přenosných baterií a akumulátorů uvedených na trh. V roce 2012 dosáhl ECOBAT účinnosti 29%, čímž sice překročil stanovenou kvótu pro tento rok o celé 4%, nicméně je třeba za 4 roky navýšit tuto hodnotu ještě o 16%, což představuje přibližně 520 tun baterií a akumulátorů. Každým rokem je tedy nutné průměrně navýšit množství zpětně odebraných přenosných elektrochemických zdrojů o 4 %, čili o cca 130 tun. Ke splnění požadované účinnosti by měl ECOBATu dopomoci stále vzrůstající počet míst zpětného odběru, osvětový projekt RECYKLOHRANÍ na základních a středních školách a unikátní projekt ECOCHEESE, který se také těší stále vzrůstajícímu zájmu.

Na základě dat a informací obsažených v této práci, lze říci, že recyklace baterií a akumulátorů na území České republiky je v současnosti skutečně na vysoké úrovni a každým rokem zaznamenává lepší a lepší výsledky.

## Seznam použitých informačních zdrojů

- [1] BENCKO, Vladimír, CIKRT, Miroslav, LENER, Jaroslav. *Toxické kovy v životním a pracovním prostředí člověka*. 2. vyd. Praha: GRADA, 1995. ISBN 80-7169-150-X
- [2] CENIA. *Spotřeba energie v domácnostech* [online]. 2013 [cit. 2013-04-27]. Dostupné z: [http://www.cittadella.cz/cenia/?p=spotreba\\_energie\\_v\\_domacnostech&site=energie](http://www.cittadella.cz/cenia/?p=spotreba_energie_v_domacnostech&site=energie)
- [3] CENIA. *Spotřeba vody v domácnostech* [online]. 2013 [cit. 2013-04-27]. Dostupné z: <http://issar.cenia.cz/issar/page.php?id=1630>
- [4] ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. *Energetická náročnost výroby vybraných výrobků* [online]. 2013 [cit. 2013-04-27]. Dostupné z: [http://www.czso.cz/csu/2012edicniplan.nsf/t/7D00369736/\\$File/810412.pdf](http://www.czso.cz/csu/2012edicniplan.nsf/t/7D00369736/$File/810412.pdf)
- [5] ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. *Produkce, využití a odstranění odpadu a produkce druhotných surovin v roce 2011* [online]. 2012 [cit. 2013-02-21]. Dostupné z: [http://www.czso.cz/csu/redakce.nsf/i/produkce\\_vyuziti\\_a\\_odstraneni\\_odpadu\\_a\\_produkce\\_druhotnych\\_surovin\\_v\\_roce\\_2011/\\$File/zprava\\_o\\_odpadech\\_2011.pdf](http://www.czso.cz/csu/redakce.nsf/i/produkce_vyuziti_a_odstraneni_odpadu_a_produkce_druhotnych_surovin_v_roce_2011/$File/zprava_o_odpadech_2011.pdf)
- [6] ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. *Tisková zpráva: Češi třídí odpad stále intenzivněji* [online]. 20. 8. 2012 [cit. 2013-03-25]. Dostupné z: [http://www.czso.cz/csu/tz.nsf/i/cesi\\_tridi\\_odpad\\_stale\\_intenzivneji20110819](http://www.czso.cz/csu/tz.nsf/i/cesi_tridi_odpad_stale_intenzivneji20110819)
- [7] DEMA, a.s. *Tisková zpráva: Zájem o životní prostředí* [online]. 2019 [cit. 2013-02-21]. Dostupné z: <http://www.dema-praha.cz/tiskove-zpravy/tz0904.doc>
- [8] DTest. Praha: Občanské sdružení spotřebitelů TEST, 2012, č. 8.
- [9] ECOBAT, s.r.o. *Facebooková stránka projektu ECOCHEESE* [online]. 2013 [cit. 2013-04-21]. Dostupné z: <http://www.facebook.com/ecocheese>
- [10] ECOBAT, s.r.o. *Webové stránky společnosti ECOBAT* [online]. 2013 [cit. 2013-04-21]. Dostupné z: <http://www.ecobat.cz>
- [11] ECOBAT, s.r.o. *Webové stránky projektu ECOCHEESE* [online]. 2013 [cit. 2013-04-21]. Dostupné z: <http://www.ecocheese.cz>
- [12] HAMMERBAUER, J. *Elektronické napájecí zdroje a akumulátory*. Skripta ZČU. Plzeň, 1996.
- [13] HAVLÍK, Tomáš, DEMETER, Peter. *Recyklácia použitých prenosných baterií a akumulátorov*. Sklené Teplice, Equilibria, 2009. ISBN 978-80-89284-27-6
- [14] KRATOCHVÍL, Petr. ECOBAT, s.r.o. *Ecobat a zpětný odběr prenosných baterií*. Pasohlávky, 2012.

- [15] KRATOCHVÍL, Petr. ECOBAT, s.r.o. *Elektrochemické zdroje*. Praha, 2012.
- [16] LIVORA, Marek. MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČR. *Výsledky zpětného odběru přenosných baterií a akumulátorů v ČR*. Praha, 2012.
- [17] LOMBORG, Bjorn. *Skeptický ekolog*. Praha: Dokorán, Liberální institut, 2006. ISBN 80-7363-059-1, 80-86389-42-4
- [18] MAREK, Jiří, STEHLÍK, Luděk. *Hermetické akumulátory v praxi*. Praha: IN-EL, 2004. ISBN 80-86230-34-1
- [19] MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU ČR. *Využívání druhotných surovin: Baterie a akumulátory*. Praha, 2011.
- [20] MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. *Baterie a akumulátory* [online]. [cit. 2013-03-25]. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/cz/baterie\\_akumulatory](http://www.mzp.cz/cz/baterie_akumulatory)
- [21] Odpadové fórum. Praha: CEMC, 2007, č. 11. Dostupné z: <http://www.odpadoveforum.cz/2007/11.pdf>
- [22] PISTOIA, G., WIAUX, J.-P., WOLSKY, S.P. *Used Battery Collection and Recycling*. Netherlands: Elsevier Science B.V., 2001. ISBN 0-444-50562-8
- [23] PORŠ, Zdeněk. ÚSTAV JADERNÉHO VÝZKUMU ŘEŽ, a.s. *Palivové články* [online]. 2002 [cit. 2013-02-28]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/edee/content/file/vzdelavani/palivove-clanky.pdf>
- [24] PLUCHA, Vladimír. Kovohutě Příbram nástupnická, a.s. *Stručné netechnické shrnutí*. Příbram, 2012.
- [25] RECYKLOHRANÍ, o.p.s. *Webové stránky programu Recyklohraní* [online]. [cit. 2013-03-13]. Dostupné z: <http://www.recyklohrani.cz>
- [26] ŠŤASTNÁ, Jarmila. *Kam s nimi*. Loděnice: Česká televize, edice ČT, 2007. ISBN 80-85005-72-7
- [27] TLAPÁK, Radim. *Jak používat baterie šetrně k životnímu prostředí* [online]. Ekolist.cz, 2012 [cit. 2013-04-21]. Dostupné z: <http://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi/tiskove-zpravy/jak-pouzivat-baterie-setrne-k-zivotnimu-prostredi>