



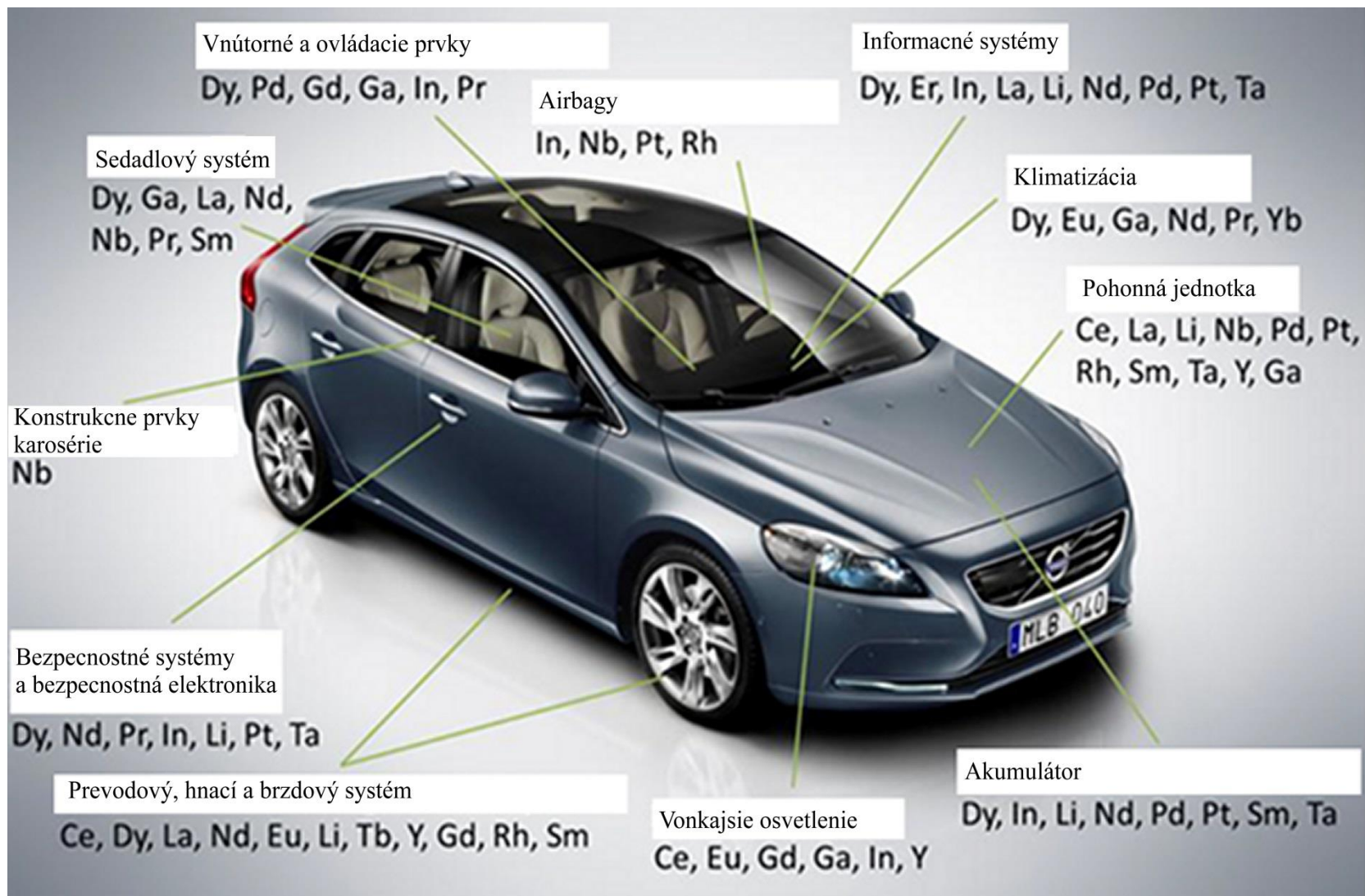
Materiálová recyklácia Li automobilových akumulátorov

Tomáš Havlik

Ústav recyklačných technológií

FMMR TUKE

Kovy v modernom M1 aute



Potreba recyklácie

Strategická iniciatíva EU: Kritické suroviny pre EU

September 2020

Antimón	Hafnium	platinové kovy	Bauxit
Baryt	koksovateľné uhlie	fosfáty	Lítium
Berýlium	ťažké kovy vzácnych zemín	fosfor	Titan
Bizmut	Indium	Skandium	Stroncium
Boráty	ľahké kovy vzácnych zemín	Kremík	
Kobalt	Horčík	Tantal	
Fluorit	Grafit	Wolfram	
Gálium	prírodný kaučuk	Vanád	
Germánium	Niób		

kritické suroviny

kovy v M1 automobile

kovy v Li akumulátore

Zložky Li akumulátora

zoradené podľa ceny

ZLOŽKA	Zastúpenie zložky v odpade	Cena zložky za tonu	Cena zložky v tone odpadu [\$/t]
Lítium (Li ₂ CO ₃)	1% (5.32%)	39000	2074.8
Kobalt (Co ^o)	3%	33965	1052.915
Meď (Cu ^o)	9%	6810	626.52
Hliník (Al ^o)	35%	1744	601.68
Nikel (Ni ^o)	3%	14554	451.174
Mangán (Mn ^o)	3%	1667	46.676
Grafit (vločkovitý)	8%	500	41
ocel' (Fe ^o)	9%	295	26.55
Plasty	11%	-	-
prchavé komponenty	8%	-	-
Kyslík	5%	-	-
Elektronika	3%	-	-
Kábeláž	2%	-	-

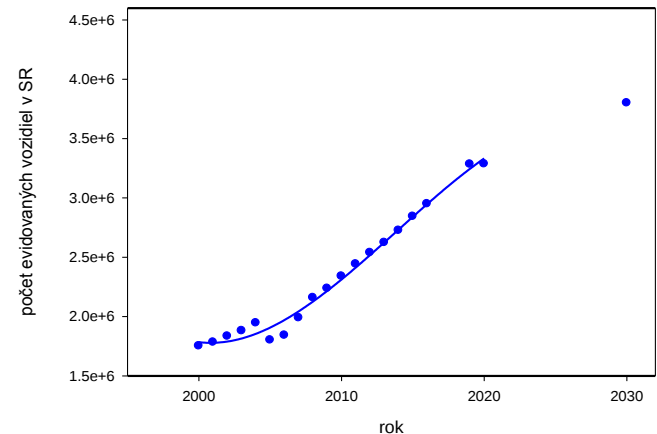
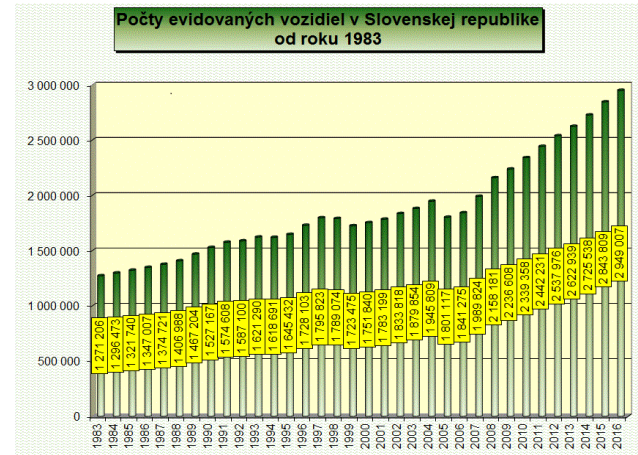
4921.31 US\$/t

Situácia na Slovensku

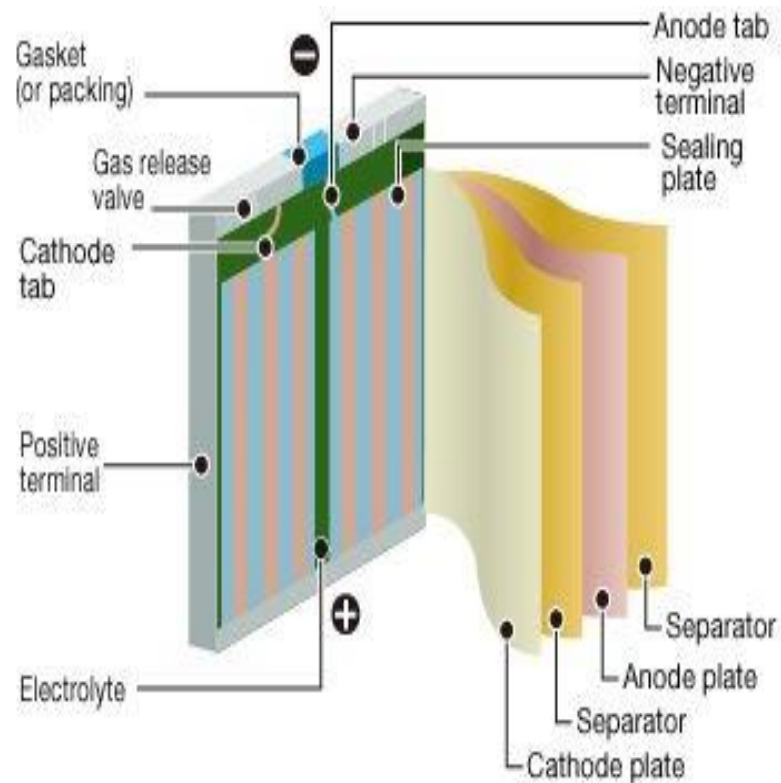
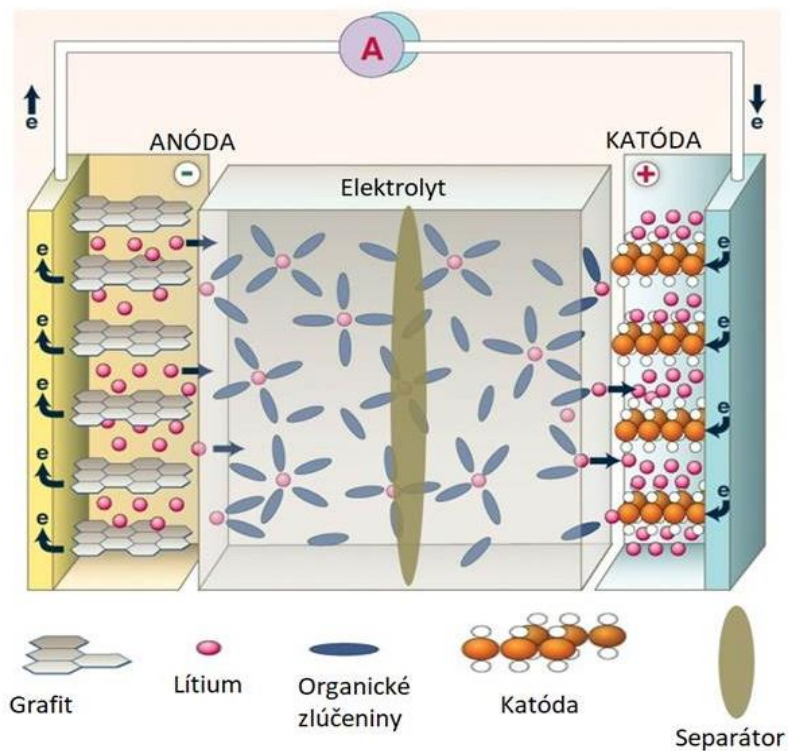
- **Rok 2030**
 - EÚ – EV 40 % zo 16 M
 - SK – celkove 1.52 M z 3.8 M

Realita

28 000 - 41 000 ks M1 vozidiel
(1.2% – 1.8%)



Konštrukcia LiA



Konštrukcia

- **Katóda:** LiCoO_2 (LCO), LiMn_2O_4 (LMO), LiNiMnCoO_2 (NMC), LiFePO_4 (LFP), LiNiCoAlO_2 (NCA)
- **Anóda:** grafit (kremík ?)
- **Elektrolyt:** soli Li (LiPF_6 , LiClO_4 , LiSO_2 , LiAsF_6 , LiBF_4) + uhličitanové rozpúšťadlá

Kritériá výberu vhodného procesu

- aká je cena potenciálne získaných zložiek ?
- aká je pridaná hodnota získaných zložiek ?
- existujú známe teoretické postupy získania tej ktorej zložky ?
- existujú úzke miesta získavania tej – ktorej zložky (kovov alebo ich zlúčenín ?)
- ako je zabezpečená analytika z hľadiska prístrojového vybavenia ?
- ako je zabezpečená infraštruktúra procesu recyklácie ?
- existuje známa technológia na recykláciu tej ktorej zložky (kovu) ?
- existuje možnosť simultánneho získavania viacerých cenných zložiek ?
- ako bude zabezpečený prístup k experimentálnemu materiálu a v dostatočnom množstve ?
- existuje potenciálny odberateľ získaného kovu ?
- vytvára aplikovaný proces ďalšie odpady ?
- ak tento proces vytvára ďalšie odpady, je zvládnutý ich management ?
- aký finančný objem je možné využiť na teoretické a experimentálne štúdium daného procesu ?

Postupy spracovania

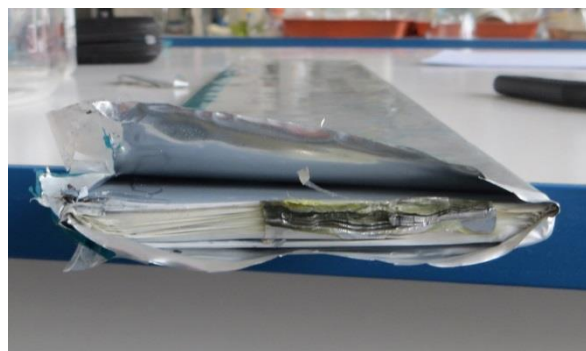
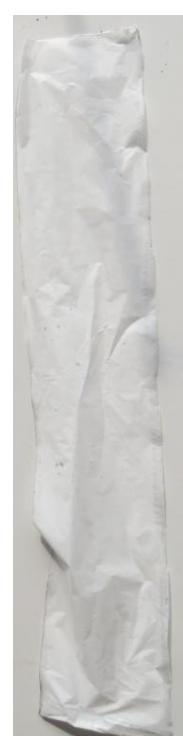
Základné smerovania:

- fyzikálno – mechanická predúprava
- pyrometalurgické spracovanie
- hydrometalurgické spracovanie
- pyro – hydrometalurgické spracovanie

Postup

- Konštrukcia a materiálové zloženie LiA
- Demontáž
- Metódy spracovania
- Metódy získavania jednotlivých zložiek
- Zneškodnenie možného vznikajúceho odpadu

Konštrukcia LiA



Konštrukcia LiA



Možnosti vybíjania

- Mletie v inertnej atmosfére
- Mletie vo vákuu
- Kryogénne mletie
- Ohrev (cca 300 °C)
- Vybíjanie v solných roztokoch

Riešenie závisí od viacerých faktorov !

Očakávané komodity

- Kovy v elementárnej forme: Cu, Al
 - (konštrukčné prvky)
- Grafit
- Čierna hmota
 - zlúčeniny Ni, zlúčeniny Li,
- Plasty

Metódy získavania zložiek

- Fyzikálno - mechanické postupy
 - Kovy v elementárnej forme
 - Grafit
 - Plasty
- Hydrometalurgické postupy
 - Li, Ni
- Pyrometalurgické postupy
 - Cu, Al

Doterajšie poznatky a výsledky

- Realizovali sa materiálové analýzy a merania vlastností
- Li akumulátory majú rôzne materiálové zloženie – ako to rozpoznať v praxi ?
- Vybíjanie zvyškových napätí záleží od ich nasledovného spracovania
- Získavanie Cu z anód a Al z obalov je vyriešené
- Navrhla sa schéma komplexnej recyklácie LiA – jednotlivé kroky sa postupne experimentálne overujú