

Analýza recyklačního potenciálu hliníkových tlakových aerosolových nádobek

Tomáš LANK, Martin KUBAL, Pavel KURÁŘ

Univerzita J. E. Purkyně, Katedra environmentální chemie a technologie,
Pasteurova 3632/15, 400 96 Ústí nad Labem
E-mail: tomas.lank@ujep.cz

Souhrn

Odpadní aerosolové nádoby představují specifický typ odpadu, u kterého se v České republice potkává několik velmi dobrých předpokladů pro úplnou materiálovou recyklaci s několika komplikujícími faktory, v jejichž důsledku zatím k této recyklaci nedochází. V textu jsou analyzovány technické, ekonomické a legislativní aspekty recyklace aerosolových nádobek a jsou naznačeny cesty, po kterých by bylo možné se k plné a bezpečné materiálové recyklaci odpadních aerosolových nádobek přiblížit a vrátit tak do užívání poměrně významné množství hliníku.

Klíčová slova: aerosolová nádoba, hliník, recyklace, specifický typ odpadu

Úvod

Termín „recyklační potenciál“ bývá v odborné literatuře typicky používán pro označení souboru technických faktorů umožňujících recyklaci určitého materiálu nebo výrobku.^{1, 2} Zde je daný termín použit v širším významu a autoři v jeho rámci analyzují nejen technické, ale i netechnické faktory determinující proces recyklace jednoho velmi specifického typu hliníkového obalu. Termín „tlaková aerosolová nádoba“ je potom použit pro označení širokého spektra obalových forem dlouhodobě používaných v kosmetice, hygieně, farmacii, stavebnictví, zdravotnictví a dalších oblastech. V evropských předpisech se také někdy vyskytují jmenovitě pouze jen jako aerosoly, což není zcela přesné označení, které může vycházet z nepřesnosti překladu.

Specifický charakter odpadních aerosolových nádobek je zejména daný častou přítomností zbytkových obsahů hořlavých a výbušných látek. Odpadní aerosolová nádoba, třeba i jediná, snadno může způsobit překvapivě vysoké potíže a škody³. Aerosolová nádoba budí na první pohled dojem dobře recyklovatelné komodity a obecné povědomí o jejím hliníkovém základu tento dojem ještě zvyšuje. Na úrovni jednotlivce dále existuje vysoká schopnost odpadní aerosolovou nádobku poznat, vysoká ochota po jistou dobu ji přechovávat a posléze dobrá disciplína v předávání na vyhrazené místo (např. do lékárny nebo na sběrný dvůr) napomáhá také značení materiálového provedení ALU nebo číselné označení 41, tedy hliník. Již na komunální úrovni, a zejména potom na úrovních vyšších, potkáváme řadu komplikací, které dosud skutečnou, plnou a bezpečnou materiálovou recyklaci odpadních aerosolových nádobek neumožňují.

Konstrukce aerosolových nádobek

Samotný princip aerosolového rozprašovače je známý již od první poloviny 19. století, globálního rozšíření se potom tlakové aerosolové nádoby dočkaly až ve druhé polovině dvacátého století, když k jejich výrobě začal být používán hliník⁴. Narůstající obecný tlak na recyklaci odpadů, zejména potom odpadů obsahujících kritické či draze získávané kovy, vede k potřebě specifického shromažďování a recyklace také v případě aerosolových nádobek.

Konstrukce tlakových aerosolových nádobek vychází ze dvou základních principů. Účinná složka může být ve formě aerosolu vynášena mechanickým pumpováním nebo může být vynášena za pomoci hnací látky. Ve druhém případě může být hnací látka s účinnou složkou smíchána, nebo zde mohou existovat dva prostory oddělené flexibilní membránou. Aerosolové nádoby mohou být vyrobeny z řady materiálů – typově se jedná o kov, plast nebo sklo, přičemž v případě kovových nádobek převažuje v použití pro výrobu hliníků. Celkovou strukturu hliníkové aerosolové nádoby potom doplňují bilančně již méně významné segmenty z jiných kovů nebo plastové díly, doplňky a nátěry^{5,6,7,8}. Funkci hnací látky může obecně zastávat řada chemických sloučenin. V minulosti byly jako hnací plyny používány dnes již zakázané freony⁹, které byly posléze nahrazovány těkavými hořlavými uhlovodíky (propan-butan, n-butan, isobutan a dimethyléter). Používají se také nehořlavé plyny, jmenovitě vzduch, CO₂, F-plyny (pro medicínské výrobky).

A

Bilance hliníku, hliníkových obalů a hliníkových tlakových nádobek v rámci ČR

Na území České republiky se nenachází využitelné množství primárních surovin pro výrobu hliníku¹¹. Česká republika také nikdy nedisponovala technologickým zázemím pro výrobu hliníku z primárních surovin. Za doby bývalého Československa byl nicméně tento typ výroby situován do Žiaru nad Hronom do podniku budovaného od roku 1951 pod původním názvem Závod Slovenského národního povstania¹². Elektrolytická výroba hliníku se zde opírala o dovážené primární suroviny.

Primární surovinu pro výrobu hliníku představují bauxitické a nebauxitické oxidické rudy, které v sobě nesou značný podíl nežádoucích příměsí. Tyto příměsi (sloučeniny železa, křemíku, galia, titanu a vanadu) se musí nejprve z výchozí rudy odstranit buď rozpouštěním v koncentrovaném roztoku hydroxidu sodného, nebo spékací metodou. Touto předúpravou je získán oxid hlinitý, ze kterého je následně v tavenině s kryolitem elektrolyticky získáván hliník s dvou – až tří-devítkovou čistotou¹³. Předúprava bauxitu, a zejména potom elektrolytické vylučování hliníku z taveniny, jsou mimořádně náročné na spotřebu energie. Na výrobu jednoho kilogramu čistého hliníku je uváděna spotřeba 47,5 kWh¹⁴. Vysoká spotřeba energie při výrobě hliníku je jedním z důvodů, proč je recyklace tohoto kovu ekologicky i ekonomicky výhodná, neboť recyklace spotřebuje až o 95 % méně energie než primární výroba. Z předúpravy primárních rud dále vzniká velké množství toxických odpadů, které se běžně ukládají na deponie a mohou přinášet vysoké riziko. Provalení ochranné hráze v blízkosti maďarské obce Kolontár v roce 2010 vedlo k řadě úmrtí a ohromným majetkovým škodám^{15, 16, 17}.

Při absenci vlastní výroby a současně dlouhé životnosti hliníku můžeme přibližnou výchozí představu o množství tohoto kovu používaného na území státu získat porovnáním vývozu a dovozu. Data, jejichž výchozím zdrojem jsou databáze Českého statistického úřadu pro roky 2016 – 2022, jsou shrnuta v tabulce 1. Zde uvedené hmotnosti dováženého a vyváženého surového hliníku, hliníkového odpadu a šrotu jsou sice značně vysoké, nepokrývají ale téměř s jistotou skutečně celkové množství

A Vybraná odborná literatura z aerosolového odvětví:

Komplexním zdrojem informací pro profesionály v oblasti aerosolové technologie je „The Aerosol Handbook“, odborná publikace zaměřená na technologii aerosolů, kterou napsal Montfort A. Johnsen ve spolupráci s Wayne E. Dorlandem a Eleanore Kanar Dorlandovou. První vydání vyšlo v roce 1972 u vydavatelství W. E. Dorland Company v Caldwellu, New Jersey, USA, a obsahovalo 630 stran.

The Science and Technology of Aerosol Packaging je odborná publikace, která poskytuje komplexní přehled o vědeckých a technických aspektech aerosolového balení, včetně různých typů aerosolových systémů a fyzikálně-chemických aspektů aerosolové technologie.

Kompedium der Aerosoltechnik je odborná publikace, kterou napsal W. Tauscher a vydalo nakladatelství Ziolkowsky v Augsburgu v roce 1984. Kniha se zaměřuje na technologii aerosolů, poskytuje podrobný přehled o vědeckých a technických aspektech aerosolové techniky a je často citována v odborné literatuře zabývající se kosmetickým průmyslem a souvisejícími oblastmi.

Aerosol and Spray Report byla odborná publikace zaměřená na aerosolovou technologii, vydávaná nakladatelstvím Dr. Alfred Hüthig Verlag GmbH v Heidelbergu v letech 1962 až 1991. V roce 1991 došlo k přejmenování na "Aerosol-Spray-Report", které vycházelo až do roku 1999. Po roce 1999 byla publikace přejmenována na "Aerosol Europe" a je stále aktivní¹⁰.

hliníku pohybujícího se na území České republiky. Je jistě mnoho cest, po kterých se hliník do uvedených bilančních dat nemusí propsat. Běžným případem je výroba motorových a konstrukčních dílů, kde hliník tvořící pouze součást výsledného výrobku, takto není v přeshraničním pohybu identifikovatelný. V obecném kontextu tohoto článku jsou ale zejména významné údaje k vývozu hliníkového odpadu a šrotu. U těchto číselných dat bude reálná vypovídací schopnost vysoká a lze tak konstatovat, že každoročně opouští území České republiky cca 70 – 80 000 tun hliníkového odpadu, který zde nebyl recyklován.

Specifickou skupinu hliníkových výrobků představuje široké spektrum obalů a obalových materiálů. Smyslem jejich existence je dočasná ochrana důležitějšího a cenově hodnotnějšího produktu. Skutečná množství hliníkových obalů a obalových materiálů mohou uniknout z výrobních statistik a jejich hmotnostní množství lze pak identifikovat teprve v okamžiku, kdy se stanou odpadem ve smyslu zákona č. 541/2020 Sb. Ministerstvo životního prostředí ČR publikovalo k celkové produkci hliníkových obalů data ukázaná v tabulce 2.

Tabulka 1: Bilance dovozu a vývozu hliníku a hliníkového odpadu^{11,18}

		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
DOVOZ v tunách	surový Al	295 863	304 932	290 073	284 918	221 026	278 655	277 035	276 646
	odpad a šrot	120 131	115 096	119 634	124 700	122 686	116 463	125 165	107 204
	Σ dovoz	415 994	420 028	409 707	409 618	343 712	395 118	402 200	383 850
VÝVOZ v tunách	surový Al	96 482	97 885	97 784	105 219	107 704	121 792	109 683	99 546
	odpad a šrot	75 176	74 533	72 361	68 531	61 783	80 133	75 828	79 781
	Σ vývoz	171 658	172 418	170 145	173 750	169 487	201 925	185 511	179 327
(DOVOZ – VÝVOZ)		244 336	247 610	239 562	235 868	174 225	193 193	216 689	204 523

Tabulka 2: Produkce hliníkových obalů a jejich recyklace v ČR^{11,18, 50}

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Al obaly (v tunách)	9 141	9 086	9 697	10 697	10 116	11 751	13 260
materiálová recyklace (v tunách)	2 293	2 628	2 586	2 342	4 674	2 844	2 667

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Al obaly (v tunách)	15 511	16 879	18 121	18 623	24 305	27 548	27 184
materiálová recyklace (v tunách)	3 121	4 829	4 053	6 051	6 496	7 945	8 122

V rámci skupiny hliníkových obalů (tabulka 2) můžeme posléze identifikovat specifickou podskupinu, kterou představují hliníkové aerosolové tlakové nádoby. Lze důvodně předpokládat, že tyto nádoby se posléze v prakticky stejném množství stanou odpadem. Bez předchozí úpravy spočívající ve zbavení zbytkového vnitřního tlaku a v odstranění původní náplně se potom jedná o nebezpečný odpad. Přesná a doložitelná číselná data k množství odpadních hliníkových aerosolových odpadů vznikajících v ČR nejsou bohužel k dispozici. Čistě teoreticky by bylo možné toto množství odvodit z výrobní sféry, nicméně domácí trh zásobují jak místní výrobci, tak i dovozci z EU a přesné množství údajů k dispozici nejsou. Kvalifikovaný odhad pracuje s číslem 2 000 tun/rok odpadních aerosolových sprejů. Odhaduje se, že jiné státy EU spotřebovávají 4 až 8 ks spreje/na občana/rok. V ČR se toto číslo odhaduje na 3 až 4 ks/na občana/rok.

Recyklační potenciál hliníkových aerosolových nádobek

Recyklační potenciál hliníkových aerosolových nádobek můžeme hodnotit ze čtyř různých pohledů: 1) technického, 2) legislativního, 3) logistického a 4) ekonomického.

Technické aspekty recyklace

Hliník je kov s vysokou korozní odolností. Za běžných atmosférických podmínek je jeho povrch plně chráněn pasivní oxidickou vrstvou, kterou naruší až kyselé či alkalické podmínky ve vodním prostředí, vysoké koncentrace solí nebo elektricky vodivý kontakt s některými jinými kovy¹⁹. Výrobky z hliníku a jeho slitin se obecně vyznačují velmi dlouhou životností, která je jedním ze základních předpokladů recyklovatelnosti. V případě kusových hliníkových výrobků (například odlitků, drátů, či profilů) vychází recyklace z prostého přetavení, které usnadňuje relativně nízký bod tání čistého hliníku 660 °C. V tomto případě se plně zachová skutečná materiálová hodnota a recyklovaný hliník se může opět použít pro výrobu stejných kusových produktů, ze kterých byl přetaven. Pokud je případně u kusových výrobků použita ochrana či úprava povrchu, jedná se o bilančně málo významný podíl, který proces přetavení významněji neomezuje.

Technicky odlišná je ale situace u hliníkových obalů. Zde se typicky jedná o tenkostěnné tažené nebo lisované tvary, na jejichž povrch se z ochranných či reklamních důvodů aplikují nátěry, postřiky a nálepky, někdy ve složitě laminátové struktuře²⁰. U hliníkových obalů bývá podíl nehmotné složky podstatně větší než u kusových výrobků, což zásadním způsobem komplikuje recyklační proces. Jednoduché přetavení zde zpravidla neumožňuje získání materiálu s původními vlastnostmi. Tlakové aerosolové nádoby představují ve skupině hliníkových obalových materiálů a produktů velmi specifickou podskupinu. Vedle již naznačené komplikované struktury povrchové úpravy samotného obalu se zde přidávají nehmotné konstrukční materiály a zcela zásadní problém „vnitřní náplně“ obsahu, který tlaková nádoba chrání. Na druhé straně bývá tloušťka stěny aerosolové nádoby větší z důvodu odolnosti vůči vnitřnímu tlaku, nejběžněji 12 bar oproti například nápojovým plechovkám, a možnost přetavení tedy může připadat v úvahu.

V rámci technického provedení recyklace použitých aerosolových nádobek je nutné zvážit dva odlišné zpracovatelské stupně. V prvním stupni musí být provedeno odstranění případných zbytkových obsahů (příslušná technologie musí být v zásadě schopna pracovat se zbytkovým obsahem v rozmezí 0 – 100 %), přičemž toto vymístění bývá výhodně spojeno s dezintegrací a případně další mechanickou úpravou (např. lisováním). Teprve v dalším stupni probíhá vlastní materiálová recyklace konstrukčního materiálu nádoby.

Legislativní aspekty recyklace

Použité tlakové aerosolové nádoby vykazují či mohou vykazovat řadu nebezpečných vlastností ve smyslu zákona o odpadech č. 541/2020 Sb. Na použitou tlakovou nádobku je potom preventivně nutno nahlížet jako na plnou, neboť i v této podobě se může snadno stát odpadem. Prakticky z hlediska původu odpadu lze rozlišit odpadní aerosolové nádoby vznikající v rámci průmyslové činnosti, dále nádoby pocházející od fyzických osob z komunální sféry odděleně soustřeďované a pak ty, které tvoří součást běžného směšného komunálního odpadu. Specifický typ odpadních aerosolových nádobek představují lékařské inhalátory a některé farmaceutické výrobky produkováné ze zdravotnických zařízení jako součást nemocničního odpadu.

V rámci běžné průmyslové praxe jsou odpadní aerosolové nádoby zpravidla uváděny pod katalogovými čísly 08 01 11*, 15 01 10*, 15 01 11* a 16 05 04*. Nejednotný přístup lze ale zaznamenat také v komunální sféře. Odpadní aerosolové nádoby mohou být právnickou nebo podnikající fyzickou osobou předány provozovateli zařízení oprávněnému k nakládání s tímto odpadem nebo na sběrný dvůr, kde připadá v úvahu zařazení pod kódy 08 01 11* nebo 15 01 10*. Pro občany nejsou ve skupině 20 (komunální odpad) v nabídce jasně definované kódy. Praxe sběrných dvorů při příjmu použitých aerosolových nádobek nebývá jednotná, což je důsledek rozdílného přístupu při dalším nakládání s tímto odpadem.

V případě multikomoditního sběru v obci, pro který jsou zpravidla využívány žluté kontejnery, jsou pak od občanů aerosolové spreje přidávány jako součást ostatního odpadu a evidovány před dotříděním dle katalogového čísla převládajícího odpadu nejpravděpodobněji katalogovým číslem odpadu 20 01 39. Nevýhoda pro soustřeďování odpadních aerosolových sprejů prostřednictvím multikomoditního sběru spočívá v podmínce, že do kontejnerů pro ostatní odpady budou občanem vyhazovány pouze aerosolové nádoby zbavené nebezpečných vlastností (tedy zůstatkové plynové náplně, a tedy v perforovaném stavu, protože pouhým vystříkáním spreje nikdy nedojde k jeho úplnému vyprázdnění), protože zákon o odpadech v § 7 odst. 1 písmeno c) nepřipouští možnost, aby celkový objem naplněné nádoby určené pro multikomoditní sběr zůstal ostatním odpadem po vhození nebezpečného odpadu z aerosolových sprejů. Takový odpad by pak v celém svém objemu byl dle definice zákona odpadem nebezpečným „c) je smísen s některým z odpadů uvedených v písmenu b) nebo je jím znečištěn.“ V případě sběru kovů „šedé kontejnery“ jsou odpadní spreje jako ostatní odpad s katalogovým číslem 20 01 40. V případě nevytřídění občanem jsou jako ostatní odpad součástí směsného komunálního odpadu s katalogovým číslem 20 03 01 „nejčastěji černé kontejnery“. Z hlediska správného zařazení odpadu ve skupině 20 vyhlášky č. 8/2021 Sb. Vyhláška o Katalogu odpadů a posuzování vlastností odpadů (Katalog odpadů) buďto chybí ekvivalentní druh odpadu k odpadu 15 01 10*, jaký se produkuje z výrobní sféry, tedy varianta pro nebezpečný obal mezi kovovými obaly například jako poddruh u druhu odpadu 20 01 40 (chybí poddruh jako kovový obal uvedený s hvězdičkou „*“). Nebo je nutno tento odpad zařazovat pod kategorii O/N^B a dále dle jeho skutečných vlastností s ním poté takto nakládat.

Obec je povinna určit místa pro oddělené soustřeďování komunálních nebezpečných odpadů (tedy i odpadních aerosolových sprejů, pokud nejsou perforovány a zbaveny vnitřní náplně), což je ustanovení vyplývající z § 59 odst. 2 zákona č. 541/2020 Sb. a zavazuje obce k povinnosti vytvoření systému pro nakládání také s tímto specifickým druhem odpadu. Problém tak zůstává u občana a často je pak využívána nesprávná a zákonem o odpadech (dle § 13 odst. písm. c) zakázaná možnost vhození do směsného komunálního odpadu 20 03 01. Plynové kartuše, jako například kempingové plynové kartuše nebo zásobníky pro N₂O, zpravidla nejsou přijímány na sběrných dvorech vůbec pro nemožnost následného předání tohoto druhu odpadu (neexistuje koncové zařízení). Aerosolové spreje získané ze sběrných dvorů jsou bez recyklačních technologií skládkovány, protože ve spalovnách způsobují ekonomické škody²¹.

Do roku 2025 byl hliník zařazován pouze jako druh odpadu 17 04 02 Hliník, nebo byl součástí druhu 19 12 03 Neželezné kovy. Jako odpad je hliník od 1. 1. 2025 v podmínkách České republiky nově sledovatelný v produkci odpadů prostřednictvím nově zavedených poddruhů odpadů například (12 01 03 02 Hliník, 19 12 03 02 Hliník, 20 01 40 02 Hliník).

Logistické aspekty recyklace

Základní logistickou podmínkou jakékoli efektivní recyklace je zajištění stabilního přísunu recyklovatelného materiálu²². V kontextu této práce to potom specificky vyžaduje znalost množství výrobků distribuovaných na trh v tlakových aerosolových nádobkách, zajištění spolehlivého a bezpečného systému sběru odpadních nádobek a zajištění transferu k recyklační technologii.

Výše v textu již byl uveden údaj 2 000 tun/rok, který představuje kvalifikovaný minimální odhad množství odpadních aerosolových nádobek na území ČR. Jedná se o číselně nevýznamný podíl ve srovnání s celkovým množstvím hliníkových odpadů, případně potom hliníkových odpadních obalů. Situaci ovšem mění fakt, že se jedná o nebezpečný odpad. S ohledem na výše uvedené skutečnosti existuje zřejmá potřeba bezpečného separovaného sběru aerosolových nádobek (oddělené od jiných odpadů či jiných kovových materiálů), potřeba odděleného bezpečného transportu pak již zajištěna je, a to Dohodou o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (dále jen ADR), a specifického způsobu technologické úpravy spočívající v bezpečném odstranění případných kapalných a plyných zbytků. Teprve po provedení těchto kroků můžeme k aerosolovým nádobkám přistupovat jako k jiným

^B odpady, kterým byla kategorie nebezpečný odpad přiřazena v souladu s § 7 odst. 1 písm. a) a c) zákona a nemají v Katalogu odpadů katalogové číslo označené symbolem „*“, se označují jako „O/N“.

(množstevně většinovým) hliníkovým odpadům. Tedy se jeví jako nezbytně nutné zavedení jednotného systému třídění tohoto odpadu před jeho následnou recyklací.

Existují dva jednoduché výchozí předpoklady, od kterých se musí odrazit systém separovaného sběru odpadních aerosolových nádobek: 1) hliníkovou aerosolovou nádobku prakticky každý pozná a 2) odpadní nádobku je nutné preventivně považovat za plnou. První z uvedených předpokladů je samozřejmě mimořádně výhodný, neboť na úrovni jednotlivce dává při dobré dostupnosti míst k soustřeďování tohoto odpadu šanci na účinnost sběru blížící se 100 %. Druhý předpoklad vyžaduje ovšem složitější výklad, neboť v hraničním případě, kdy vyhazují nepoužitý výrobek, může nádobka – výrobek – mít totožné vlastnosti s nádobkou – odpadem.

Výrobková legislativa specificky nařízení vlády 194/2001 Sb.^c stanoví²³: *Aerosolový rozprašovač je nádobka určená pro jedno použití vyrobená z kovu, skla nebo plastu, která obsahuje stlačený, zkapalněný nebo rozpuštěný plyn pod tlakem, samotný nebo ve směsi s kapalinou, pastou nebo práškem, s uzávěrem, který umožňuje vypouštění obsahu jako směs pevných nebo kapalných částic v plynu, ve formě pěny, pasty, prášku nebo v kapalném stavu.*

Z hlediska požadavků pro přepravu se aerosolové spreje zařazují dle ADR²⁴ jak v režimu výrobku, tak v režimu odpadu pod UN 1950, což výslovně uvádí mnohostranná dohoda M329²⁵. Proto pokyn pro balení P207 dohody ADR výslovně uvádí, že obaly musí být zkonstruovány a vyrobeny tak, aby zamezily nadměrnému pohybu aerosolů a jejich neúmyslnému vyprázdnění za normálních podmínek přepravy. Pokyn pro balení LP200 pak navíc nařizuje, aby přepravní obal byl přiměřeně větrán, aby se zabránilo vytváření nebezpečného ovzduší a hromadění tlaku. K tomuto účelu existují na trhu speciální prostředky určené k soustřeďování odpadu z aerosolových sprejů s certifikací UN 1950 AEROSOLS, flammable²⁶.

FEA²⁷ Evropská aerosolová federace zřejmě proto uvádí na svých webových stránkách sdělení, že během sběru odpadu, přepravy a manipulace na zařízeních pro materiálové zpracování (MRF= Material Recycling Facility) je riziko požáru nebo výbuchu z prázdných aerosolových nádob nízké a snadno zvládnutelné, pokud nejsou soustředěny odděleným sběrem. Což kontrastuje s povinností potenciálně nebezpečné aerosolové nádoby v režimu odpadu třídít. Pokud ale jsou soustředěny odděleným sběrem, a to pro potřeby následné recyklace dle zákonných požadavků na oddělené soustřeďování odpadů s cílem umožnit jejich následnou recyklaci, pak riziko výbuchu a následného požáru není vyloučeno. Uvedená instrukce pro zacházení s odpadními aerosolovými spreji od FEA kontrastuje s povinností komunální odpady třídít (odděleně soustřeďovat jejich recyklovatelné složky) a cíli SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (EU) 2018/851, ze dne 30. května 2018, kterou se mění směrnice 2008/98/ES o odpadech, jenž ukládá povinnost zvýšit do roku 2035 úroveň přípravy k opětovnému použití a recyklace komunálního odpadu nejméně na 65 % hmotnosti. Tento cíl pak v podání českého zákona o odpadech č. 541/2020 Sb. přechází v cíle obcí, které mají povinnost zajistit, aby odděleně soustřeďované recyklovatelné složky komunálního odpadu tvořily do roku 2035 a následujících letech alespoň 70 % z celkového množství komunálních odpadů. Odpad z aerosolových sprejů a jim podobných tlakových nádobek tedy bude ve snaze vytrít komunální odpady stále viditelnější a potřeba zavedení systému pro nakládání s ním bude sílit.

Ekonomické aspekty recyklace

Stanovisko²⁸ Ministerstva životního prostředí podle § 32 písm. m) zákona č. 477/2001 Sb. *Zákon o obalech a o změně některých zákonů (zákon o obalech)* sděluje, že aerosolová nádobka je obalem, pokud je naplněna, nebo je uzavřena, nebo se stane součástí prodejní jednotky nebo skupiny prodejních jednotek. Při uvádění na trh vzniká povinnost odvádět poplatek společnosti EKO-KOM, a.s., autorizovaná obalová společnost zabývající se provozem systému třídění a využití odpadu, což umožňuje získání finanční podpory od této společnosti pro sběr a na podporu zařízení, která příslušný odpad vytrídí a případně pro jeho následné zpracovatele.

Z hlediska aktuálně platných a dlouhodobě nepřilíš významně měnících se výkupních²⁹ cen hliníkového odpadu se jedná o zajímavou komoditu na významných cenových hladinách. Výkupní ceny se zde pohybují v rozmezí od přibližně 25 000 Kč/t za hliníkové třísky, nápojové plechovky, hliník

^c <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-194>

s obsahem jiných kovů a hliníkové chladiče až do přibližně 60 000 Kč/t za nové dráty a profily a hliníkové plechy. V rámci položky „nápojové plechovky“ bývají zahrnuty také hliníkové aerosolové nádobky, což je dáno strukturou systému odděleného soustředování tohoto odpadu v podmínkách ČR. Cenu na trhu lze sledovat na některém z burzovních portálů, například na webu Londýnské burzy kovů³⁰, který poskytuje informace o obchodování s hliníkem, včetně specifikací kontraktů, aktuálních a historických cen a tržních dat nebo se lze jednoduše na aktuální cenu dotázat obchodníka s kovovým šrotem.

Zahraníční zdroje a zkušenosti

Na tomto místě je zapotřebí nejprve zmínit nové nařízení EU „Packaging and Packaging Waste Regulation“ (PPWR³¹). Nařízení v článku 6 ukládá, aby všechny obaly byly povinně recyklovatelné, což vyžaduje splnění následujících podmínek:

- 1) Obaly jsou navrženy pro materiálovou recyklaci, která umožňuje využití vzniklých sekundárních surovin dostatečné kvality, jež ve srovnání s původním materiálem mohou nahradit primární suroviny.
- 2) Když se obaly stanou odpadem, mohou být odděleně sbírány, tříděny do specifických toků odpadu, aniž by ovlivňovaly recyklovatelnost jiných toků odpadu, a recyklovány ve velkém měřítku.

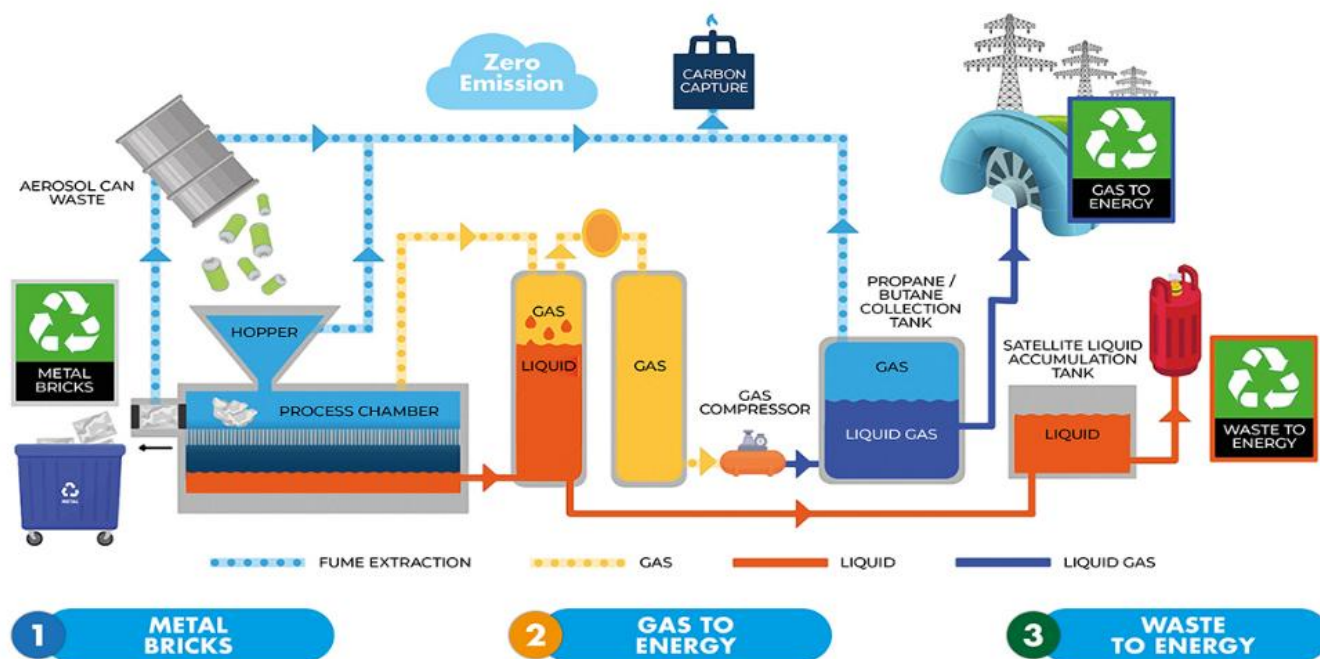
Cíle pro hliník jsou stanoveny do 31. prosince 2030 dle minimálních procentuálních podílů hmotnosti konkrétního materiálu obsaženého ve vyprodukovaných obalových odpadech na 60 %. Indikativní seznam obalových materiálů, typů a kategorií uvedených v článku 6 a dále vyjmenovaný v příloze nařízení vyjmenovává mezi kovovými hliníkovými obaly také aerosoly, tedy nádobky aerosolových rozprašovačů³².

Řadou reprezentativních zahraničních pramenů (zde ilustrativně odkazy z EU, Velké Británie, Austrálie a USA)^{33, 34, 35, 36} lze doložit potřebu bezpečného separovaného sběru odpadních aerosolových nádobek. Tato potřeba je podložena nezpochybnitelným rizikem požáru nebo výbuchu při neopatrné manipulaci s aerosolovou nádobkou a bývá dokládána mnoha reálnými příklady. Za bezpečný sběr se v citovaných odkazech považuje takový soubor technických opatření, při kterých je omezeno a nejlépe eliminováno nebezpečí požáru či výbuchu. Mezi uživatelem a recyklačním zařízením musí tedy být zajištěna cesta, při které nebude docházet k neřízeným únikům zbytkových obsahů nádobek. Za prokazatelně funkční separovaný sběr odpadních aerosolových nádobek lze považovat sběrný dvůr vybavený speciálními nádobami stejně, jako tuto službu nabízí například sběrný dvůr v Berlíně³⁷.

Zásadní podmínkou bezpečného separovaného sběru aerosolových nádobek je racionálně vedená a v čase stabilní informační kampaň směrem k veřejnosti, zejména potom na místní úrovni. Základem je zde poskytování jednoduchých a srozumitelných informací. Dobrým příkladem zde mohou být webové stránky "Recycle Coach"³⁸, které jasně definují pět chybných kroků (nevypřázdňování nádobky, vyhazování nepoužitých výrobků, ignorování místních pravidel, odstraňování víček a uzávěrů a míchání se směsným odpadem). Jedním z nejnovějších článků k aerosolovému odpadu³⁹ je od Alaina D'haese z ledna 2023 publikovaný v časopisu World aerosols⁴⁰.

Autor ve svém článku zdůrazňuje, že pro harmonizaci systémů separovaného sběru Evropská komise navíc posoudí proveditelnost celoevropského označování, které by usnadnilo správné třídění obalového odpadu u zdroje. Autor výslovně říká, že cílem FEA je zaměřit se na klíčové problémy aerosolového průmyslu a propojit výrobce, plniče a dodavatele.

Technické provedení recyklace separovaných aerosolových nádobek potom v principu spočívá ve dvou krocích, jak již bylo uvedeno. Vhodným navazujícím krokem může být lisování a předání dalšímu zpracovateli nebo pokračující dezintegrace a separace nehliníkových segmentů^{41, 42, 43, 44}. Ilustrativním příkladem recyklační jednotky může být zařízení od společnosti DESPRAY Environmental od holandského výrobce.



Obrázek 1: Schéma technologických procesů recyklačního zařízení DESPRAY, Zdroj: <https://despray.com/how-it-works/>, rok 2025.

Při recyklaci může být jedním systémem oddělený sběr a recyklace obalů od polyuretanových pěn a druhým systémem je pak řešen sběr všech ostatních aerosolových produktů.

Aerosolové produkty jsou většinou osvěžovače vzduchu, oleje na vaření, dózy na kosmetiku včetně make-upu, opalovacích krémů, deodorantů, biocidní spreje, odledňovače, leštěnky na podlahy s nízkým obsahem vosku, mazací oleje a třeba i lékařské inhalátory. Pro informaci jen v ČR se každoročně prodá 3,6 milionů kusů inhalátorů⁴⁵, což generuje přes 130 tun odpadu. Dále jsou to minerální oleje, penetranty, farmaceutické výrobky, propanbutanové lahve, dezinfekční prostředky, barvy ve spreji, průmyslová mazadla, tekutá těsnění, auto&cyklo kosmetika, repelenty a mnoho dalších. Ve vyspělých státech v Evropě se tyto obaly od aerosolů separují od ostatních odpadů a recyklují se u firem, jako je například REMONDIS⁴⁶. Firmy a obce využívají mnoho typů speciálních kontejnerů na aerosolové obaly⁴⁷.

Například v sousedním Německu se ročně spotřebuje přibližně 25 milionů kusů nádobek s polyuretanovou pěnou. Německá firma PDR Recycling GmbH + Co KG přišla s řešením, které je dimenzováno na celoplošný výkup všech autorizovaných sprejů s polyuretanovou pěnou. PDR logistický tým sbírá nádoby od polyuretanové pěny po celém Německu. Tato služba zpětného odběru plechovek je zahrnuta v prodejní ceně plechovek, a proto je v Německu zdarma. V recyklačním závodě v Thurnau má PDR speciální zařízení na opětovné zhodnocení použitých sprejů s polyuretanovou pěnou⁴⁸. PDR⁴⁹ musela vybudovat samostatnou recyklační logistiku ve spolupráci s Deutsche Bahn, ABX Logistics (dříve Bahntrans), Interseroh Deutschland a s Deutsche Post.

Stávající přístup k aerosolovým nádobkám v České republice

Nejednotnost v přístupu k zařazování do druhů odpadů a jejich následného odděleného soustředování, které je povinností každého dle § 13 odst. 1 písm. c) zákona č. 541/2020 Sb., o odpadech, je způsobena ve velké míře nejednotností výkladu a aplikace aktuálně platných právních předpisů. Skutečné vlastnosti tohoto odpadu z něj dělají nebezpečný odpad, což omezuje jeho nakládání s ním prostřednictvím systémů zřízených pro odpady ostatní, jako jsou například veškeré běžně dostupné prostředky k soustředování odpadů instalované pro občany v obcích a městech jako jsou barevné kontejnery pro separovaný odpad. Vyhláška č. 273/2021 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady pak v § 5 odst. 1 písm. b) výslovně ukládá povinnost používat k soustředování odpadu

prostředky, které splňují technické požadavky k nakládání s chemickými látkami a směsmi se stejnými vlastnostmi, jako mají odpady, pro které jsou určeny. To je vzhledem k fyzikálním vlastnostem hořlavých propelentů, které jsou navíc těžší než vzduch a v případě úniku se shromažďují v nádobě, ve které je odpad soustředěn, nutnou podmínkou k dodržení jako prevenci následných nehod a mimořádných událostí. Takovými mohou být zahoření, případně až výbuch.

Nejednotnost ve výkladu při nakládání s tímto odpadem vede také ke značně rozdílnému sdělování instrukcí, jak s tímto odpadem správně nakládat prostřednictvím hromadných sdělovacích prostředků. Jako pro obal musí pro tento odpad existovat systém, což vyplývá ze skutečnosti, že si na tento systém přispívají všichni ti, kteří platí poplatek za uvedení tohoto obalu na trh. Takový systém musí počítat se skutečnými nebezpečnými vlastnostmi tohoto odpadu a z logiky věci se musí jednat o systém separovaného sběru. V České republice se zatím účinná recyklace odpadních aerosolových obalů neprovádí a není pro ni vytvořen systém bezpečného sběru, přitom případy o vzniklých škodách na majetku a zdraví jsou mediálně prezentované a doložitelné. Odborná veřejnost přitom zřetelně chápe potřebu zavedení funkčního systému sběru tohoto odpadu a potřebu jeho recyklace. Stejně tak běžný občan vnímá, že by tento odpad měl být vytřídován, proto se tyto odpady objevují jako příměs v nádobách určených pro separované složky komunálních odpadů, kam jsou ale paradoxně soustřeďovány nesprávně a mohou způsobovat škody při následném nakládání s nimi.

Pro předcházení vzniku nehod, kdy odpad z tlakových nádob a aerosolových sprejů způsobuje materiální škody na majetku a může způsobovat i ohrožení zdraví těch, kteří s tímto odpadem dále nakládají, je nutné vést jednotnou výkladovou praxi, případně mediální kampaň a musí být široké veřejnosti sdělované pouze platné informace vycházející z platné legislativy.

Shrnutí a závěr

Použité tlakové aerosolové nádoby jsou odpadem, jehož recyklační potenciál je mimořádně vysoký. Nezpochybnitelná výhodnost plné materiálové recyklace je dále posílena jasnou potřebou předřazené úpravy odpadních nádobek spočívající v bezpečném odstranění zbytkových plynných a kapalných obsahů. Efektivní recyklační strategie je podmíněna funkčním systémem separovaného sběru a jednotným výkladem při nakládání s tímto odpadem a vyjasněním instrukcí ke správnému nakládání s aerosolovými nádobkami a spreji prostřednictvím hromadných sdělovacích prostředků. Do budoucna by možná stálo za zvážení otevřít diskusi na téma finanční motivace uživatelů k recyklaci tohoto typu odpadu například jeho zálohováním.

Výše uvedené shrnutí vyplývá z následujících skutečností:

- Dominantním konstrukčním materiálem aerosolových nádobek je hliník. S výjimkou nátěrů a postřiků jsou další minoritní segmenty jako plast, železo a sklo po dezintegraci separovatelné. Tloušťka stěny hliníkové nádoby je relativně velká a dává dobrou šanci na případné pyrometalurgické zpracování.
- Zásadní podmínkou plné materiálové recyklace odpadních aerosolových nádobek je bezpečné odstranění zbytkových obsahů, které musí být provedeno tak, aby bylo eliminováno nebezpečí požáru nebo výbuchu. Výhodou je pak možnost energetického využití jak získaných odpadních plynů, tak kapalin.
- Technicky realizovatelná a ekonomicky udržitelná recyklace aerosolových nádobek je primárně podmíněna funkčním systémem separovaného sběru, který zajistí shromažďování nádobek od fyzických či právnických osob na vybraných místech a do vhodných nádob.

Poděkování

Tato publikace je výsledkem projektu ESURET – Evaluce netradičních odpadních surovin pokročilými recyklačními technologiemi, reg. č. CZ.02.01.01/00/23_021/0009163, který je spolufinancován Evropskou unií a Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy v rámci výzvy OP JAK Mezisektorová spolupráce pro ITI.

Reference

1. Graedel T.E., Erdmann L.: Will metal scarcity impede routine industrial use?, MRS Bulletin , Volume 37 , Issue 4: Materials for sustainable development , April 2012 , pp. 325 – 331, doi: <https://doi.org/10.1557/mrs.2012.34>
2. Henckens T.: Governance of The World's Mineral Resources - Beyond the Foreseeable Future, chapter 7.1.6, Elsevier 2021. ISBN: 9780128238868
3. <https://medium.seznam.cz/clanek/prazske-sluzby-a-s-vybusne-tema-prazskych-sluzeb-horlave-spreje-40921>, Staženo 19. 1. 2025.
4. <https://mpo.gov.cz/cz/podnikani/standardizace/normalizace-zkusebnictvi-a-akreditace/zakladni-fakta-o-aerosolech--148105/>, Staženo 19. 1. 2025.
5. https://openlibrary.org/books/OL5318935M/The_aerosol_handbook, Staženo 18. 1. 2025.
6. <https://www.thehcupa.org/hcupa-mourns-the-death-of-aerosol-industry-expert-montfort-johnsen>, Staženo 18. 1. 2025.
7. <https://www.abebooks.com/science-technology-aerosol-packaging-Sciarra-John/9390759201/bd?>, staženo 18. 1. 2025.
8. Tauscher W.: Kompendium der Aerosoltechnik. Ziolkowsky, Augsburg 1984.
9. https://cs.wikipedia.org/wiki/Aerosolov%C3%BD_rozpra%C5%A1ova%C4%8D, Staženo 19. 1. 2025.
10. <https://www.facebook.com/aerosoleurope>, Staženo 19. 1. 2025.
11. Starý J. a kol.: Surovinové zdroje České republiky, Nerostné suroviny 2021, Česká geologická služba, str. 449-454, <https://cgs.gov.cz/sites/geology/files/extranet/publikace/online/surovinove-zdroje/surovinove-zdroje-ceske-republiky-2021.pdf>, Staženo 19. 1. 2025.
12. Bartošíková T.: Sto rokov výstavby hliníkární – Případová štúdia tovární v Kinlochleven, Žiari nad Hronom a Dunkerque, ALFA 1/2016, str. 12 – 23. https://www.fad.stuba.sk/buxus/docs/casopisy/ALFA_1-2016_3Bartosikova.pdf, staženo 19. 1. 2025.
13. Jandová J.: Metody výroby neželezných kovů a zpracování odpadů, str. 187 – 194, ISBN 978-80-7592-026-3.
14. <https://www.enviweb.cz/91971>, Staženo 19. 1. 2025.
15. Sarlos G., Szondi G.: Crisis communication during the red sludge spill disaster in Hungary—a media content analysis-based investigation, Journal of Public Affairs (2014) Published online in Wiley Online Library, DOI: 10.1002/pa.1526.
16. Winkler D., Bidló A., Bolodár-Varga B., Erdő Á., Horváth A. : Long-term ecological effects of the red mud disaster in Hungary: Regeneration of red mud flooded areas in a contaminated industrial region, Science of The Total Environment, Volume 644, 10 December 2018, Pages 1292 – 1303.
17. Mayes W. M. a kol.: Advances in Understanding Environmental Risks of Red Mud After the Ajka Spill, Hungary: J. Sustain. Metall. (2016) 2:332 – 343, DOI 10.1007/s40831-016-0050-z.
18. https://apl.czso.cz/pll/stazo/STAZO_ZO.STAZO, Staženo 19. 1. 2025.
19. Vargel Ch.: Corrosion of Aluminium, str. 81-109, Elsevier Science 2004, ISBN 978-0-08-044495-6.
20. Kores S., Turk J., Medved J., Vončina M.: Development of aluminium alloys for aerosol cans Razvoj aluminijevih zlitin za aerosol doze, Materials and technology 50 (2016) 4, 601 – 605. doi:10.17222/mit.2015.330.
21. <https://www.prahain.cz/zivot-ve-meste/velke-tlakove-lahve-jsou-jako-bomby-zpusobuji-problemy-v-malesicich-20483.html>, Staženo 19. 1. 2025.
22. League of Women Voters Education Fund: The Garbage Primer, Lyons Press, 1993, 192 s.
23. <https://mpo.gov.cz/cz/podnikani/standardizace/normalizace-zkusebnictvi-a-akreditace/zakladni-fakta-o-aerosolech--148105/> --148105 Staženo 19. 1. 2025.
24. [https://md.gov.cz/Dokumenty/Silnicni-doprava/Nakladni-doprava-a-mezinarodni-osobni-doprava/Nakladni-doprava-\(1\)/Preprava-nebezpecnych-veci-dohoda-adr](https://md.gov.cz/Dokumenty/Silnicni-doprava/Nakladni-doprava-a-mezinarodni-osobni-doprava/Nakladni-doprava-(1)/Preprava-nebezpecnych-veci-dohoda-adr), Staženo 19. 1. 2025.

25. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclclefindmkaj/https://md.gov.cz/getattachment/Dokumenty/Silnicni-doprava/Nakladni-doprava-a-mezinarodni-osobni-doprava/Nakladni-doprava-(1)/Preprava-nebezpecnych-veci-dohoda-adr/Mnohostranne-dohody-dle-1-5-1-ADR-(1)/M329-Preprava-urcitych-odpadu-obsahujicich-nebezpecne-veci.pdf.aspx, Staženo 19. 1. 2025.
26. <https://www.denios.de/transport-und-sammelbehaelter-mit-un-zulassung-fuer-leere-spraydosen-10300500401220/271768>, Staženo 19. 1. 2025.
27. <https://www.aerosol.org/regulatory-policy-affairs/environment/recycling/>, Staženo 19. 1. 2025.
28. Stanovisko Ministerstva životního prostředí Čj. OODP/3672/04.
29. Ceník barevných kovů KOVOŠROT GROUP CZ s.r.o. ze dne 19. 11. 2024.
30. <https://www.lme.com/en/Metals/Non-ferrous/LME-Aluminium#Summary>, Staženo 18. 1. 2025.
31. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclclefindmkaj/https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:de4f236d-7164-11ed-9887-01aa75ed71a1.0022.02/DOC_1&format=PDF, Staženo 18. 1. 2025.
32. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CONSIL%3APE_73_2024_REV_1&qid=1735059411245, Staženo 18. 1. 2025.
33. <https://recyclingnearyou.com.au/aerosols/>, Staženo 19. 1. 2025.
34. <https://www.asm-recycling.co.uk/blog/how-to-dispose-of-aerosol-cans-in-the-uk/>, Staženo 19. 1. 2025.
35. <https://bama.co.uk/library/75>, Staženo 19. 1. 2025.
36. <https://dam.assets.ohio.gov/image/upload/epa.ohio.gov/Portals/32/pdf/UW%20QA-Aerosol%20Cans.pdf>, Staženo 19. 1. 2025.
37. <https://www.berlin-recycling.de/entsorgung/weitere-entsorgungen/haushalt/spraydosen-entsorgen>, Staženo 19. 5. 2025.
38. <https://www.recyclecoach.com/blog/5-mistakes-to-avoid-when-recycling-aerosol-cans>, Staženo 19. 1. 2025.
39. <https://www.calameo.com/read/0054848444826e3c25d45>, Staženo 19. 1. 2025.
40. https://worldaerosols.com/latest_magazine/, Staženo 19. 1. 2025.
41. <https://www.justrite.com/news/how-to-dispose-of-aerosol-cans/>, Staženo 19. 1. 2025.
42. https://www.ijmem.ro/vol1no12021/04_Niemiec_Katarzyna.pdf, Staženo 19. 1. 2025.
43. <https://earth911.com/recycling-guide/how-to-recycle-aerosol-cans/>, Staženo 19. 1. 2025.
44. <https://www.rosipa.com/policy/home-safety/advice/product/aerosol-safety>, Staženo 19. 1. 2025.
45. <https://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi/zpravy/prazdne-inhalatory-pro-astmatiky-se-uz-mozna-brzy-dockaji-recyklace?>, Staženo 19. 1. 2025.
46. <https://www.recyclingtoday.com/news/remondis-respray-aerosol-recycling/>, staženo 19. 1. 2025.
47. <https://www.bauer-suedlohn.de/en/hazardous-materials-containers/special-waste-container-for-aerosols>, Staženo 19. 1. 2025.
48. <https://odpady-online.cz/recyklace-a-logistika/>, Staženo 19. 1. 2025.
49. <https://www.pdr.de/>, Staženo 19. 1. 2025.
50. <https://www.tretiruka.cz/news/pristup-cr-k-hlinikovym-plechovkam-je-neudrzitelny/>, Staženo 19. 1. 2025.

Analysis of the recycling potential of aluminum pressurized aerosol containers

Tomáš LANK, Martin KUBAL, Pavel KURÁŘ

J. E. Purkyně University, Faculty of Environment, Department of Environmental Chemistry and Technology, Pasteurova 3632/15, 400 96 Ústí nad Labem

e-mail: tomas.lank@ujep.cz

Summary

Waste aerosol containers represent a specific type of waste in the Czech Republic, where several favorable conditions for complete material recycling exist alongside complicating factors that currently prevent this process. This text analyzes the technical, economic, and legislative aspects of aerosol container recycling and outlines possible approaches to achieving full and safe material recycling. Implementing these solutions could return a significant amount of aluminum to circulation.

Keywords: aerosol container, aluminum, recycling, specific waste type