



# VEDLEJŠÍ ENERGETICKÉ PRODUKTY A JEJICH ROLE V CIRKULÁRNÍ EKONOMICE

---



**INSTITUT  
CIRKULÁRNÍ  
EKONOMIKY**

VYPRACOVALA:  
SOŇA JONÁŠOVÁ  
A PETR NOVOTNÝ

# 1. Obsah

1.	Obsah .....	1
2.	Vedlejší energetické produkty .....	2
3.	Škvára ze ZEVO a její využití .....	2
	Získávání kovů ze škváry .....	3
	Kontroly škváry na nebezpečné vlastnosti .....	4
	Využití škváry v zahraničí .....	5
	Závěrečná doporučení .....	6

## 2. Vedlejší energetické produkty

Odpad, který projde ZEVO, se z větší části přemění na spaliny, které prochází přes systémy čištění do atmosféry, především ve formě CO<sub>2</sub>. Část materiálové složky odpadu však po spálení zůstane v pevném stavu – jedná se o nespalitelnou část odpadu, nebo-li o škváru, která tvoří přibližně 22 % původní hmotnosti odpadu<sup>1</sup>. Další pevnou složkou, která z původní masy odpadu zůstane v pevné formě, je popílek. Jedná se o jemný prach obsažený ve spalinách, který je ze spalin odseparován.

Pro čištění spalin, především ke zbavení jejich kyselých složek, se používá jemný vápenný prach, který je pomocí různých technologických postupů (suchá, polosuchá, mokrá metoda) promícháván s proudem spalin, čímž dochází k chemickým reakcím, které redukuje jejich kyselou složku pod úroveň stanovenou emisními limity. Vyčištěné spaliny odchází přes komín do atmosféry a po procesu čištění zůstává zreagované vápno, které má charakteristiku nebezpečného odpadu a je nutné ho stabilizovat a uložit na skládku. Hmotnost popílku a produktů čištění spalin (zreagovaný vápenný prach) – tvoří přibližně 2,7 % hmotnosti spáleného odpadu<sup>2</sup>.

## 3. Škvára ze ZEVO a její využití

Díky spalování odpadu se daří redukovat hmotnost odpadu na 22 % původní hmoty. Objem odpadu se využitím v ZEVO daří snížit dokonce přibližně na 10 % původního objemu.<sup>3</sup> Škvára je po spálení hygienizovaným a inertním materiálem. Složení škváry je variabilní a záleží na druhu odpadu, který je v ZEVO zpracováván. Studie týmu autorů z Akademie věd ČR a VUT analyzovala složení škváry z českých spaloven a došla k následnému materiálovému složení: 10-24 % sklo, 2-4 % keramika a porcelán, 12 – 17 % magnetická frakce, 1,1 – 4,5 % železný šrot, 1,3 a 2,4 % neželezné kovy, 40 – 70 % reziduální frakce s částicemi pod 2 mm.<sup>4</sup> Ve škváře se nachází poměrně významné množství železných a neželezných kovů, jejichž separací lze dosáhnout zajímavých ekonomických a environmentálních benefitů. Minerální zbytek strusky po vyseparování železných a neželezných kovů může sloužit jako náhrada primárních surovin ve stavebním průmyslu.

Podle vyhlášky č. 94/2016 Sb. o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů je pravidelně sledována ekotoxická škvára, aby byla vyloučena její závadnost. Nezávadná škvára je kategorizovaná jako odpad s katalogovým číslem 19 01 12 (Jiný popel a struska neuvedené pod číslem 19 01 11), tedy jako ostatní odpad. V legislativních podmínkách České republiky není zatím možné škváru ze ZEVO jako stavební materiál využít a ukládá se na těsně skládky jako jejich technické zabezpečení.

Pokud jsou dodrženy správné technologické postupy, je využití strusky jako podkladové vrstvy pod silnice či jiné liniové stavby bezpečné – a to jak z hlediska environmentálního, tak z hlediska technického. Důkazem toho je letitá praxe využití škváry v liniových stavbách v řadě ekonomicky i environmentálně vyspělých zemí v čele s Dánskem, Německem, Francií, Belgií apod. Využitím škváry jako stavebního materiálu namísto použití primárních surovin přispívá k úspoře emisí skleníkových plynů spojených s těžbou primárních surovin.

---

<sup>1</sup> V roce 2018 to bylo podle údajů společnosti SAKO Brno přesně 21,6 %, jak vychází z prezentace RNDr. Jany Suzové, environmentální specialistky společnosti SAKO Brno na odborné konferenci "ODPADY 21" konané v Olomouci 17. a 18. 4. 2019.

<sup>2</sup> Údaj z roku 2018, který vychází z prezentace RNDr. Jany Suzové, environmentální specialistky společnosti SAKO Brno na odborné konferenci "ODPADY 21", konané v Olomouci 17. a 18. 4. 2019.

<sup>3</sup> Informační brožura společnosti SAKO Brno, [online](#).

<sup>4</sup> Krausová, A. et al, 2016. Charakterizace strusky ze zařízení pro energetické využití odpadů. [Online](#).

# Získávání kovů ze škváry

V kotli spaloven se kovové části odpadu buď roztaví a spečou do podoby kapky – například hliníkové plechovky, případně se žářem jen opálí a zdeformují – větší železné či ocelové díly. Tyto roztavené kovy je možné ze škváry získat dotřídňovacími technologiemi a následně je využít k opětovné recyklaci. ZEVO mají běžně k dispozici třídící linky na získávání železného materiálu, ne vždy však mají linku na separaci neželezných kovů. Pro extrakci neželezných kovů, jako je třeba hliník, je ale nutná komplexnější technologie. V pražském ZEVO Malešice plánují výstavbu dotřídňovací linky, která bude mít vyspělou technologii schopnou dotřídít i neželezné kovy o velikosti 2 mm. Jak uvádí Tomáš Baloch, ekolog malešického ZEVO, nová linka by měla být v provozu v roce 2021-2022. V současnosti se vytřídí zhruba 15 kg železných kovů z tuny odpadu. To je ročně přibližně 4,5 tis. tun železa. Do budoucna se očekává nárůst na 18-20 kg kovů na tunu odpadu, roční produkce by byla tedy okolo 6 tis. tun železa.

V brněnském ZEVO společnosti SAKO Brno se již od roku 2016 ze škváry třídí železné a neželezné kovy. V roce 2018 bylo v tomto zařízení zpracováno 223 046 tun odpadu, vyprodukováno 48 118 tun škváry, přičemž z této škváry bylo vyseparováno 462 tun hliníku a 3 741 tun železa<sup>5</sup>.



**OBRÁZEK 1: HLINÍKOVÉ PLECHOVKY PO PRŮCHODU KOTLEM ZEVO JSOU SPEČENÉ A ZBAVENÉ VŠECH NEČISTOT, ZDROJ: FOTOARCHIV INCIEN Z EXKURZE DO ZEVO SAKO BRNO**



**OBRÁZEK 2: HLINÍKOVÉ PLECHOVKY PO PRŮCHODU KOTLEM ZEVO JSOU SPEČENÉ A ZBAVENÉ VŠECH NEČISTOT, ZDROJ: FOTOARCHIV INCIEN Z EXKURZE DO ZEVO SAKO BRNO**

Pomocí technologií dotřídňování kovů ze škváry ZEVO v ČR nejen dosahují efektivního využití odpadu jako zdroje, ale i získávají zajímavý zdroj příjmů. Vytěžení kovů, včetně hliníku, by se zvýšilo s větší účinností a větším počtem separátorů, nicméně takové investice pro provozovatele ZEVO nejsou v současné době relevantní<sup>6</sup>, byť už v zahraničí existují koncepty bezodpadových ZEVO, které využívají 100 % škváry. V ČR k tomu nedochází primárně kvůli absenci legislativní podpory.

Využití kovů a především hliníku ze škváry k recyklaci může výrazně přispět ke zlepšení celkové bilance CO<sub>2</sub> ekv., která je spojena s energetickým využitím odpadu<sup>7</sup>. Následující tabulka ukazuje úsporu CO<sub>2</sub> ekv. na 1 tunu jednotlivých kovů, které se povede vyseparovat k druhotnému použití namísto jejich výroby z primárních surovin<sup>8</sup>.

<sup>5</sup>Prezentace RNDr. Jany Suzové, environmentální specialistky společnosti SAKO Brno, na odborné konferenci "ODPADY 21", konané v Olomouci 17. a 18. 4. 2019.

<sup>6</sup> Tento závěr vychází z rozhovorů se zástupci českých ZEVO v rámci projektu zaměřeného na nápojové plechovky a jejich recyklaci.

<sup>7</sup> Department for Environment, Food & Rural Affairs, 2014. Energy Recovery For Residual Waste; A Carbon Based Modelling Approach. [online].

<sup>8</sup> Kuchta, K. and Enzner, V., 2016. Bottom Ash Treatment – „State-of-The-Art“ In Germany. 8th CEWEP Waste-to-Energy Congress. [online] Rotterdam.

**TABULKA 1: ÚSPORA CO<sub>2</sub> EKV. ZPŮSOBENÁ RECYKLACÍ KOVŮ<sup>9</sup>**

Material	kg CO <sub>2</sub> Eq/Mg
Iron	945
Copper	2106
Aluminum	9307
Stainless steel	3096
"metal mix BA" (80% Fe, 12% Al, 4% Cu, 4% VA)	2081

Pokud vyjdeme z výše uvedených statistik ZEVO společnosti SAKO Brno, která v roce 2018 ze škváry vyseparovala 462 tun hliníku a 3 741 tun železa, potom materiálovým využitím vyseparovaných kovů namísto jejich uložení na skládky se jen za rok 2018 uspořilo celkem 7 835 tun CO<sub>2</sub> ekv., přičemž separací hliníku bylo uspořeno 4 300 tun CO<sub>2</sub> a separací železa 3 535 tun CO<sub>2</sub> ekv. V přepočtu na spálenou tunu odpadu činí úspora emisí skleníkových plynů 0,0351 tun CO<sub>2</sub> ekv., které se uspoří a které zlepšují celkovou bilanci CO<sub>2</sub> ekv. u ZEVO.

Kovy, které projdou spalovacím procesem jako obaly z potravin jsou zbaveny zbytků potravin, jsou z nich opálené papírové a jiné etikety, plastové součásti, barva a jiná povrchová úprava. Po projití kovů ZEVO tak získáváme čistou surovinu, za kterou platí zpracovatelské vyšší cenu než za kovy ze systému separace.

## Kontroly škváry na nebezpečné vlastnosti

Vyprodukovanou škváru je nutné nechat pravidelně testovat, aby byly vyloučené její nebezpečné vlastnosti. Podle zákona 185/2001 Sb. §9 je nutné nejméně každé 4 roky získat tzv. osvědčení na vyloučení nebezpečných vlastností odpadu, se kterým se pojí pravidelné zkoušky – například v SAKO Brno probíhá pravidelná zkouška jednou za 2 měsíce na průměrném vzorku škváry. Za více než 20 let, po které se ve společnosti SAKO Brno analýza vlastností škváry provádí, nedošlo k překročení stanovených limitů. Navíc od roku 2010, kdy v SAKO Brno došlo k rozsáhlé modernizaci ZEVO, je složení škváry stabilní a dochází k postupnému úbytku obsahu těžkých kovů, pravděpodobně vlivem lepší separace nebezpečných látek z SKO a přísnější legislativě na obsah těžkých kovů v obalech.

Provádí se i zkouška škváry na tzv. ekotoxicitu, tedy jak je daný materiál toxický pro živé organismy. Ekotoxicitu je možné zkoumat pro různé účely. V principu se zkoumá, zda při prolití daného materiálu vodou je získaný výluh toxický pro testované živé organismy. Potom je důležité, zda se testuje ekotoxicitu škváry pro její uložení na skládku, či například pro účel jejího uložení jako stavebního materiálu do vnitřku liniových staveb. V těchto případech nebývá s ekotoxicitou problém, jelikož v rámci většího stavebního celku je zabráněno průchodu většího množství vody skrze těleso tvořené škvárou a nedochází tak k výluhům látek nebezpečných pro živé organismy. Škvára by nevyhověla přísnějším parametrům pro určení ekotoxicity pro uložení na povrch terénu, vlivem vysoké alkality škváry.

Vápník, který je přítomný v odpadu jako součást papíru, potravin, plastů apod. se dostane po spálení do škváry v podobě CaO. Škvára se průchodem přes mokrou vlnaň (aby byla omezena prašnost a zahasilo se hoření nedopalů) nasýtí vodou a CaO zreaguje na Ca(OH)<sub>2</sub>, který je silně alkalický s pH 12. Působením vzdušného CO<sub>2</sub> se však přeměňuje na vápenec CaCO<sub>3</sub>, což je stejný proces, jako když tvrdne omítka. Tímto procesem "zrání" se snižuje alkalita škváry a rovněž přestávají být vyluhovatelné i těžké kovy. Takto "vyzrálou" škváru je potom možné používat pro předem definované účely, například pro použití do tělesa liniových staveb.

<sup>9</sup> Department for Environment, Food & Rural Affairs, 2014. *Energy Recovery For Residual Waste; A Carbon Based Modelling Approach*. [[online](#)].

# Využití škváry v zahraničí

Evropská ZEVO ročně vyprodukuje přibližně 20 mil. tun škváry<sup>10</sup>. V roce 2012 došlo k podpisu tzv. Green Deal (zelené dohody)<sup>11</sup> mezi holandským Ministerstvem infrastruktury a životního prostředí a holandskou asociací odpadového hospodářství. Tato dohoda spočívala ve 100% využití materiálu získaného ze škváry po energetickém využití odpadu. Tento Green Deal získal značnou pozornost z celé Evropy jako dobrý příklad kooperace vlády a provozovatelů ZEVO za účelem dosažení cílů v oblasti cirkulární ekonomiky. Tato dohoda byla impulsem pro provozovatele ZEVO, aby investovali do technologií úpravy škváry, díky kterým může být bez problému použita jako náhrada primárních zdrojů ve stavebnictví jako jsou písek nebo štěrk<sup>12</sup>.

Nová odpadová legislativa EU umožňuje členským státům EU započítávat kovy, vyseparované ze škváry do svých recyklačních cílů. To motivuje provozovatele ZEVO ke zlepšení efektivity získávání kovů ze škváry. Zatím však není na evropské úrovni povoleno využívání škváry jako náhrady primárních zdrojů především ve stavebnictví. První vlaštovkou byl až výše zmíněný holandský Green Deal, avšak evropská legislativa je v této oblasti velmi důležitá. Následující tabulka ukazuje, jakým způsobem využívají škváru ze ZEVO v různých evropských zemích.<sup>13</sup> Z tabulky vyplývá, že využití škváry jakožto podkladové vrstvy při stavbě silnic je v jiných evropských zemích běžnou záležitostí.

**TABULKA 2: ZPŮSOBY VYUŽÍVÁNÍ ŠKVÁRY V JINÝCH EVROPSKÝCH ZEMÍCH**

Země	Použití residuální frakce jako
Rakousko	není využíváno s výjimkou TZS
Belgie	Podkladová vrstva pro stavbu silnic
Dánsko	Podkladová vrstva pro stavbu silnic, náspů a parkovišť; plnidlo pro mořské stavby (přehrad, valy, apod.)
Francie	Zhruba 80 % použito při stavbě silnic
Německo	Podkladová vrstva pro stavbu silnic, TZS
Itálie	Podkladová vrstva pro stavbu silnic, TZS
Nizozemí	Podkladová vrstva pro stavbu silnic, protihlukové bariéry, Aditivum do betonu, tvárnice, Skládání zakázáno
Portugalsko	Podkladová vrstva pro stavbu silnic, TZS
Španělsko	Podkladová vrstva pro stavbu silnic, TZS
Švédsko	TZS, implementace DK systému v současnosti
Velká Británie	Podkladová vrstva pro stavbu silnic
Finsko	Nová legislativa pro využití škváry v roce 2017

<sup>10</sup> Confederation of European Waste-to-Energy Plants (CEWEP), 2019. *Waste-To-Energy Sustainability Roadmap*. [\[online\]](#)

<sup>11</sup> Jedná se o jiný Green Deal než s jakým přišla v roce 2019 Evropská komise, zde se jedná o shodu jmen mezi již fungujícím konceptem zelených dohod, které fungují v Holandsku již dlouhou dobu a velkou evropskou dohodou, často označovanou kompletním názvem jako European Green Deal.

<sup>12</sup> Confederation of European Waste-to-Energy Plants (CEWEP), 2019. *Waste-To-Energy Sustainability Roadmap*. [\[online\]](#)

<sup>13</sup> CEWEP, zdroj dat pro tabulku je prezentace Dr. Jan-Peter Borna, [\[online\]](#)



Konzultační tým INCIEN, který na interním podkladu k tématu VEP a jejich role v CE pracoval:

Soňa Jonášová / [sona@incien.org](mailto:sona@incien.org)

Petr Novotný / [petr@incien.org](mailto:petr@incien.org)

Veškeré informace o činnostech INCIEN najdete na webových stránkách [www.incien.org](http://www.incien.org)

## Závěrečná doporučení

Pro získání přehledu nad dalšími příklady dobré praxe doporučujeme zapojení do **Memoranda o cirkulárním veřejném a soukromém zadávání**, kde si signatáři během roku 2020 / 2021 předávají příklady dobré i špatné praxe při aplikaci principů cirkulární ekonomiky do veřejných i soukromých zakázek. Jedná se o zcela nezávaznou a dobrovolnou dohodu, ale zároveň však o skvělý nástroj pro doplnění znalostí v tomto oboru. **INCIEN plánuje, že s dílčími partnery bude v rámci Memoranda rozvíjet i projekty související s využíváním vedlejších energetických produktů ve stavebnictví.** Více informací o Memorandu a možnostech připojení najdete zde: <https://incien.org/memorandum/>

K tématu cirkulárních zakázek je možné navštěvovat i online **Kurz cirkulárního zadávání**, který startuje v listopadu 2020, nicméně je možné se do něj zapojit i v průběhu (webináře jsou zaznamenávány a dostupné ke shlédnutí i zpětně). Více informací o kurzu najdete zde: <https://incien.org/cirkularni-zadavani/>