



Nové směry k využití popelovin jako náhrady kritických surovin

VH dne 22.5.2025

Fast VUT
Brno

Ing. Pavel Sokol, Ph.D.

ZDROJ - DEPONIE POPELOVIN

VÝROBA STAVEBNÍCH HMOT

Známá cesta
výroby s variabilní
vlhkostí dodávek,
nebo drahé sušení

Cement, beton,
stavební dílce ...

NÁHRADA STAVEBNÍCH SUROVIN

Náhrada za
postupně chybějící
kapacity lokalit
stavebních hmot

Písek, jemné kamenivo

ZÍSKÁVÁNÍ KRITICKÝCH SUROVIN SPOLU SE VZÁCNÝMI ZEMINAMI

Energeticky a
technologicky
náročnější cesta

Velké objemy základní
suroviny v domácím
prostředí – jistý stupeň
nezávislosti

ZEMĚDĚLSTVÍ

(DOPLNĚNÍ
MINERÁLŮ A PŮDNÍ
KONDICIONÉR)

Nevyužívaná ale
možná prospěšná
cesta

Nutno sledovat
obsahy těžkých kovů
a limitovat
používané objemy



V Bruselu dne 3.9.2020
COM(2020) 474 final

**SDĚLENÍ KOMISE EVROPSKÉMU PARLAMENTU, RADĚ, EVROPSKÉMU
HOSPODÁŘSKÉMU A SOCIÁLNÍMU VÝBORU A VÝBORU REGIONŮ**

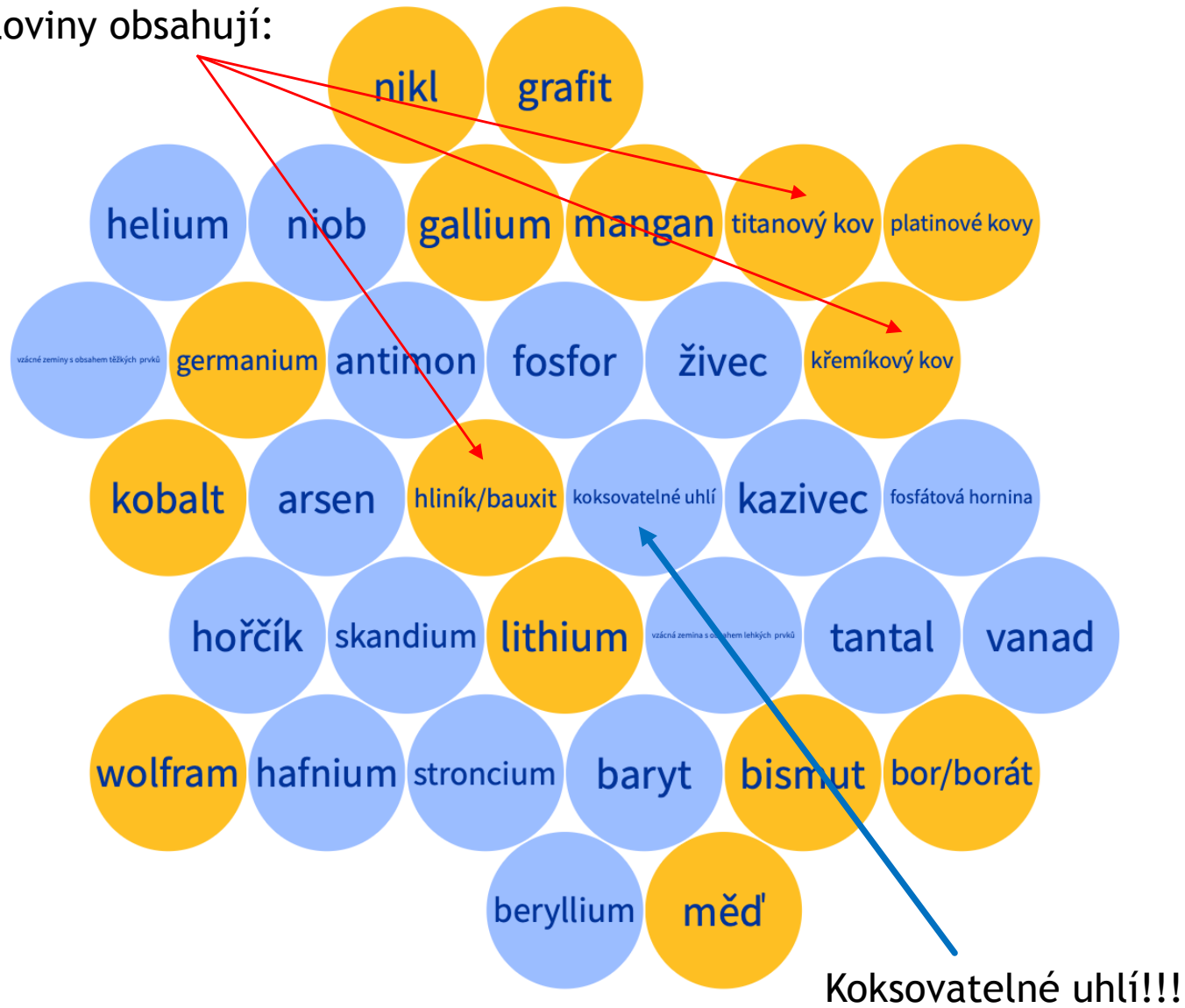
**Odolnost proti nedostatku kritických surovin: zmapování cesty k lepšímu zabezpečení a
udržitelnosti**

Seznam kritických surovin z roku 2020 (tučně jsou vyznačeny nové suroviny oproti seznamu z roku 2017)

Antimon	Hafnium	Fosfor
Baryt	Vzácné zeminy s obsahem těžkých prvků	Skandium
Beryllium	Vzácné zeminy s obsahem lehkých prvků	Křemíkový kov
Bismut	Indium	Tantal
Boritan	Hořčík	Wolfram
Kobalt	Přírodní grafit	Vanad
Koksovatelné uhlí	Přírodní kaučuk	Bauxit
Kazivec	Niob	Lithium
Gallium	Platinové kovy	Titan
Germanium	Fosforit	Stroncium

Kritické suroviny podle EU 03/2024

Popeloviny obsahují:



Příloha 1: Seznam kritických surovin

Suroviny	Fáze	Hlavní světoví producenti	Hlavní země původu ³³ v EU	Závislost na dovozu (IR) ³⁴	EoL – RIR ³⁵	Vybraná použití
Antimon	získávání	Čína (74 %) Tádžikistán (8 %) Rusko (4 %)	Turecko (62 %) Bolívie (20 %) Guatemala (7 %)	100 %	28 %	• zpomalovače hoření • obranné aplikace • olověné akumulátory
Baryt	získávání	Čína (38 %) Indie (12 %) Maroko (10 %)	Čína (38 %) Maroko (28 %) ostatní EU (15 %) Německo (10 %) Norsko (1 %)	70 %	1 %	• lékařské aplikace • ochrana proti záření • chemické aplikace
<u>Bauxit</u>	získávání	Austrálie (28 %) Čína (20 %) Brazílie (13 %)	Guinea (64 %) Řecko (12 %) Brazílie (10 %) Francie (1 %)	87 %	0 %	• výroba hliníku
Beryllium	získávání	USA (88 %) Čína (8 %) Madagaskar (2 %)	neuvedeno	neuvedeno ³⁶	0 %	• Elektronická a komunikační zařízení • díly v automobilovém, leteckém a obranném průmyslu
Bismut	zpracování	Čína (85 %) Laoská lidově demokratická republika (7 %) Mexiko (4 %)	Čína (93 %)	100 %	0 %	• farmaceutický a krmivářský průmysl • lékařské aplikace • slitiny s nízkým bodem tavení
Boritan	získávání	Turecko (42 %) USA (24 %) Chile (11 %)	Turecko (98 %)	100 %	1 %	• vysoce výkonná optická vlákna • hnojiva • permanentní magnety
Kobalt	získávání	Demokratická republika Kongo (59 %) Čína (7 %) Kanada (5 %)	Demokratická republika Kongo (68 %) Finsko (14 %) Francouzská Guyana (5 %)	86 %	22 %	• baterie • vysoce legované slitiny • katalyzátory • magnety

³³ Na základě domácí produkce a dovozu (bez vývozu).

³⁴ IR = (dovoz – vývoz) / (domácí produkce + dovoz – vývoz).

³⁵ Míra recyklace po skončení životnosti (EoL-RIR) je procento celkové poptávky, kterou lze uspokojit pomocí druhotných surovin.

³⁶ V případě beryllia nelze míru závislosti EU na dovozu vypočítat, neboť v EU se rudy beryllia ani netěží, ani se s nimi neobchoduje.

Suroviny	Fáze	Hlavní světoví producenti	Hlavní země původu ³³ v EU	Závislost na dovozu (IR) ³⁴	EoL – RIR ³⁵	Vybraná použití
Tantal	získávání	Demokratická republika Kongo (33 %) Rwanda (28 %) Brazílie (9 %)	Demokratická republika Kongo (36 %) Rwanda (30 %) Brazílie (13 %)	99 %	0 %	• kondenzátory elektronických zařízení • vysoce legované slitiny
<u>titan³⁸</u>	zpracování	Čína (45 %) Rusko (22 %) Japonsko (22 %)	neuvedeno	100 %	19 %	• lehké slitiny s vysokou pevností, např. v letectví, kosmonautice a obraně • lékařské aplikace
wolfram ³⁹	zpracování	Čína (69 %) Vietnam (7 %) USA (6 %) Rakousko (1 %) Německo (1 %)	neuvedeno	neuvedeno	42 %	• slitiny, např. pro technologie v letectví, kosmonautice, obraně a elektrotechnice • drtící, řezné a těžební nástroje
vanad ⁴⁰	zpracování	Čína (55 %) Jižní Afrika (22 %) Rusko (19 %)	neuvedeno	neuvedeno	2 %	• nízkolegované slitiny s vysokou pevností, např. letectví, kosmonautika, nukleární reaktory • chemické katalyzátory
platinové kovy ⁴¹	zpracování	Jižní Afrika (84 %) – iridium, platina, rhodium, ruthenium Rusko (40 %) – palladium	neuvedeno	100 %	21 %	• chemické a automobilové katalyzátory • palivové články • elektronické aplikace
vzácné zeminy s obsahem těžkých prvků ⁴²	zpracování	Čína (86 %) Austrálie (6 %) USA (2 %)	Čína (98 %) ostatní mimo EU (1 %) Spojené království (1 %)	100 %	8 %	• permanentní magnety pro elektromotory a elektrické generátory • luminofoxy • katalyzátory • baterie • sklo a keramika
vzácné zeminy s obsahem lehkých prvků	zpracování	Čína (86 %) Austrálie (6 %) USA (2 %)	Čína (99 %) Spojené království (1 %)	100 %	3 %	

³⁸ V případě titanové houby není pro EU k dispozici žádný obchodní kód.

³⁹ „Jako zástupný ukazatel koncentrace výroby byla použita distribuce tavíren a rafinerií pro wolfram. Úplné obchodní údaje nejsou k dispozici z důvodu obchodního tajemství.

⁴⁰ V případě vanadu nelze míru závislosti EU na dovozu vypočítat, neboť v EU se rudy vanadu ani netěží, ani se s nimi neobchoduje.

⁴¹ Obchodní údaje se vztahují na kovy ze všech zdrojů, primárních i druhotných. Nebylo možné určit zdroj a relativní podíl zvláště pro primární a druhotné suroviny.

⁴² Globální produkce se vztahuje ke koncentrátům oxidů vzácných zemin s obsahem lehkých i těžkých prvků.

Opatření 3 – Zahájit v roce 2021 výzkumné a inovační aktivity zaměřené na zpracování odpadu, vyspělé suroviny a nahrazování surovin prostřednictvím programu Horizont Evropa, Evropského fondu pro regionální rozvoj a vnitrostátních programů pro výzkum a inovace (Komise, členské státy, regiony, výzkumná a inovační komunita)

Opatření 4 – Zmapovat do roku 2022 potenciální dodávky druhotných surovin ze zásob a odpadů a určit životaschopné projekty zaměřené na oživení (Komise, oddělení surovin EIT)

Opatření 9 – Rozvíjet v roce 2021 strategická mezinárodní partnerství a související financování, aby se zajistily diverzifikované a udržitelné dodávky kritických surovin, mimo jiné na základě nenarušovaných obchodních a investičních podmínek, počínaje pilotními partnerstvími s Kanadou, zúčastněnými zeměmi v Africe a sousedstvím EU (Komise,

členské státy, průmysl a protějšky ze třetích zemí)

Platí to i z pohledu našich zásob?

Základní poznatky z testování popílků na Ústavu chemických procesů AV

Naše pracoviště provedlo prvotní experimenty s dodanými vzorky z ČEZ EP. Provedli jsme chemické loužení v kyselém i alkalickém prostředí. Rozpustnost Al a Ti fází za běžných podmínek je velmi nízká, a to na úrovni jednotek procent. S rostoucí teplotou lze účinnost loužení zvýšit, ale louží se stále jen minoritní podíl Ti a Al fází. Pro účinné loužení těchto fází by bylo nutné použít drastické podmínky zahrnující vysokoteplotní či tlakové loužení, což s jeví jako ekonomicky neschůdné. Provedli jsem rentgenovou difrakci vzorků pro určení chemické specifikace Al a Ti. Al je vázán jako mulit, což je velmi rezistentní podoba, která se využívá např. jako abrasivo. Ti je vázán cca půl na půl jako rutil a anatas. Nedomníváme se, že chemická cesta je čistě na základě zpracování těchto prvků smysluplná.

Provedli jsme rovněž mikroskopickou analýzu a snímkování vzorků. Snímky ukazují, že Ti je vázán v jasně ohraničených zrnech, stejně jako mulit. Na základě toho se domníváme, že dává smysl ověřit možnost použití flotace pro separaci Ti i Al. Tyto procesy se historicky používaly např. pro zpracování Ti rud. Kritickým krokem je liberace zrn spojená s procesem mletí, což je většinou i nejnákladnější krok celého řetězce zpracování. Tyto testy a ověření jsme schopni provést.

Pro zvážení popílku ze spalování uhlí jakožto komplexní suroviny je nutný screening (či získat výsledky analýz pokud screening proběhl) s ohledem na obsah stopových prvků zejména z řad kovů vzácných zemin. Např v USA tento screening proběhl a označil <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-015-4111-9> popílký ze spalování jako zajímavý zdroj kovů vzácných zemin. Pro komplexní posouzení této suroviny z pohledu chemického zpracování pak je nutné se zaměřit na surovinu s vyšším obsahem REE a ověřit jejich loužitelnost za dostupných podmínek spolu s možností jejich předkoncentrace pomocí úpravnických metod.

Úkol pro ASAM, z.s.

ASAM

Zadat zpracování studie ověřující praktické možnosti využití popelovin ze složišť z legislativního pohledu a ve vazbě na strategický dokument „Politika druhotných surovin ČR na další období“ (verze pro mezideponie, používané deponie a rekultivované deponie), včetně návrhu procesního modelu realizačních postupů