

"Banské odpady ako sekundárne zdroje nerastných surovín"



Prof. Otília Lintnerová

popularizačná prednáška pre učiteľov GEOKLUB-u

18.9.2019, PRIF UK



Dnešný program

Čo je to „banských odpadov“

(legislatívny rámec: banský zákon, európska a SK legislatíva o odpadoch z priemyslu ťažby a úpravy nerastných surovín)

Prečo vzniká odpad ?

Príklady projektov

(„ sekundárne suroviny“, z aktívnych baní vs bezodpadové technológie, z opustených baní, environmentálne záťaž - banské odpady na území Slovenska)

Definícia odpadov (rôzne charakteristiky, delenie)

- **Banské odpady = minerálne odpady** (hlušina, horninový materiál ± ruda)
- „Smernica,, pre banské odpady : **Odpady inertné, nie nebezpečné, nebezpečné (toxické)**
- **úprava suroviny** - technologické kaly (vysoký podiel vody) a tvorba odkalísk : rozomletý horninový materiál ± **technologické látky**, bez rudy (oddelená úžitková zložka)
- Potenciálne **významné minerálne materiály**, vo veľkých objemoch
- Iný pôvod **minerálneho odpadu** (nahradzujú primárne suroviny – obehová ekonomika))
- **Priemysel spracovania suroví, materiálov**: červený kal (red mud)
- **Energetický priemysel** (popol, popolčeky – v odkaliskách)



Inertný odpad

Nepodlieha žiadnym významným fyzikálnym, chemickým alebo biologickým zmenám. Inertný odpad sa nerozpustí, nezhorí, ani nebude inak fyzikálne alebo chemicky reagovať, biologicky sa nerozloží, ani nepriaznivo neovplyvní látky, s ktorými prichádza do styku, takým spôsobom, ktorý by mohol viesť k znečisťovaniu životného prostredia alebo poškodzovaniu zdravia ľudí. Celková vyľuhovateľnosť a obsah znečisťujúcich látok v odpade a eko-toxická výluhu musia byť bezvýznamné a najmä nesmú ohrozovať kvalitu povrchových a/alebo podzemných vôd;

Prílohy smernice

II. Opis vlastností odpadu

opis očakávaných fyzikálnych a chemických vlastností odpadu
nebezpečné vlastnosti
opis chemických látok, použitých počas úpravy nerastnej suroviny
opis metódy ukladania
systém prepravy odpadov

III. Kritéria na určenie kategórie úložiska

Normalizácia na medzinárodnej a európskej úrovni

CEN Európska komisia pre normalizáciu
SR člen od roku 2003,
anglická, francúzska a nemecká verzia EN

Toxický odpad – rizikový/ nebezpečný odpad

- **Východiskové parametre : Vylúhovateľnosť a bio-toxicita**
- Ložiská kovov : často sulfidy kovov : oxidácia síry, okysľovanie prostredia a mobilizácia kovov
- Pyrit
- Problematika rizikových prvkov : As, Sb, Cu, Cd, a. i. Nízke pH, vysoké pH, CN ión , vysoké koncentrácie síranov, chloridov atď (anorganických látok – mineralizácia)
- **Klasifikácia ako nebezpečný odpad** : osobitné postupy a technológie na jeho bezpečné uchovanie: nie je možné použiť ako sekundárnu surovinu
- Znečistenie povrchovej a podzemnej **vody** – dlhodobé
- **Objem odpadu a dĺžka uloženia (krátkodobé – navždy)**
- Rôzne riešenia : ako čiastočne alebo úplne eliminovať riziká ...
- Môže prebiehať samovoľne v prírode -
- Špeciálne technológie založené na oxidácii Fe a tvorbe oxidov Fe (☹ nulmocné železo)

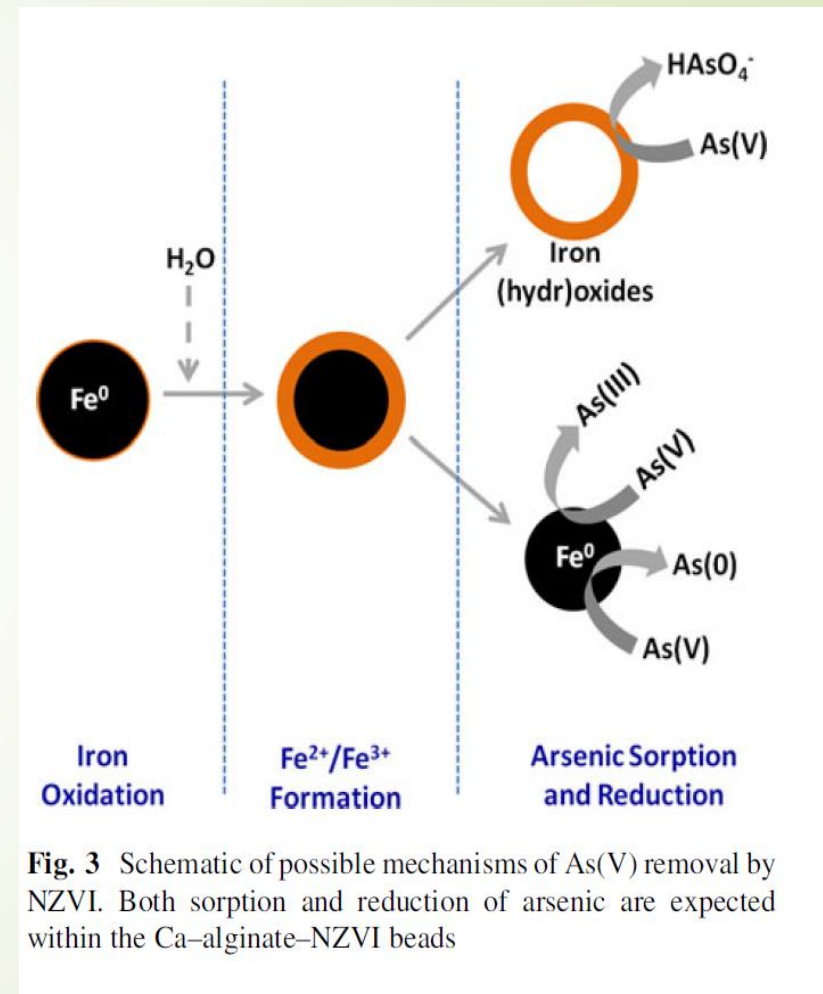
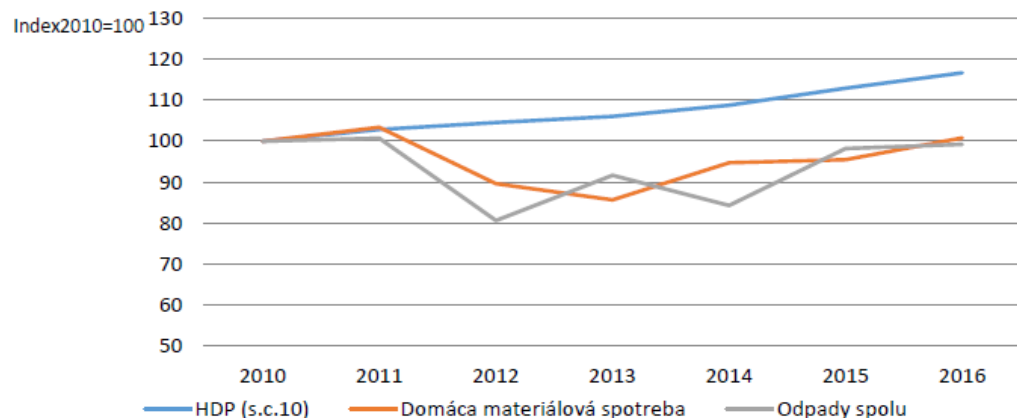


Fig. 3 Schematic of possible mechanisms of As(V) removal by NZVI. Both sorption and reduction of arsenic are expected within the Ca-alginate–NZVI beads

1. Programu predchádzania vzniku odpadu Slovenskej republiky na roky 2019 – 2025

Európska komisia v roku 2015 schválila Akčný plán pre obehové hospodárstvo s názvom „Kruh sa uzatvára – Akčný plán EÚ pre obehové hospodárstvo“, ktorý bol publikovaný dňa 2. 12. 2015 ako oznámenie COM(2015) 614². Oblasť predchádzania vzniku odpadu sa aplikuje vo viacerých oblastiach od ťažby surovín, cez dizajn, výrobu, distribúciu, spotrebu, použitie až po opätovné použitie a opravu.

Graf 1: Vznik odpadov celkom, domáca materiálová spotreba a HDP, Index2010=100



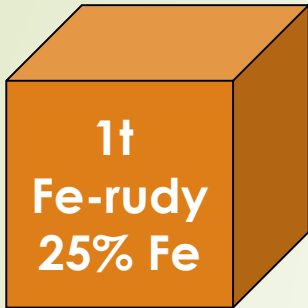
6.	Pokračovať v nastúpenom trende znižovania vzniku nebezpečného odpadu	Vznik nebezpečného odpadu vykazoval od roku 2010 do roku 2014 kontinuálny pokles. Od roku 2015 bol zaznamenaný nárast vzniku nebezpečného odpadu, keď v roku 2016 stúpol oproti roku 2015 o 21 %. Cieľ PPVO sa neplní.
7.	Znižovanie vzniku odpadu z ťažobného priemyslu	V rokoch 2010 – 2016 bol zaznamenaný stúpajúci trend vo vzniku odpadu z ťažobného priemyslu a to o cca 93 %. V medziročnom porovnaní rokov 2015 vzrástol oproti roku 2016 o 5,7 %. Stanovený cieľ sa nesplní.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
HDP (s.c.10)	100	102,82	104,52	106,08	108,81	112,98	116,69
Domáca materiálová spotreba	100	103,41	89,62	85,62	94,71	95,47	100,80
Odpady spolu	100	100,73	80,59	91,66	84,26	98,21	99,21

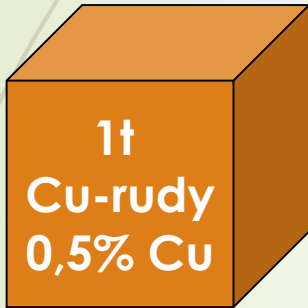
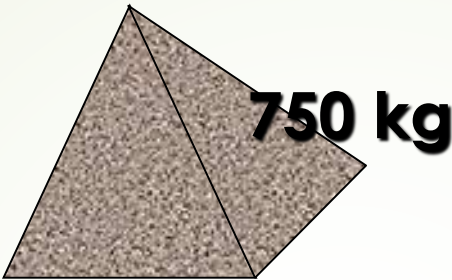
Zdroj: MŽP SR, Eurostat

1. Množstvo odpadu znížiť aj prostredníctvom opätovného využitia alebo predĺženia životnosti výrobkov
2. Znížiť nepriaznivý vplyv vzniknutého odpadu na ŽP a zdravie ľudí
3. Znížiť obsah škodlivých látok v materiáloch a výrobkoch

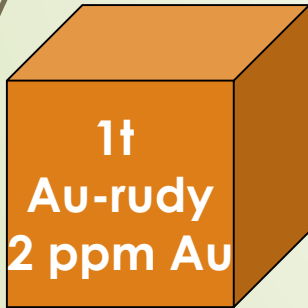
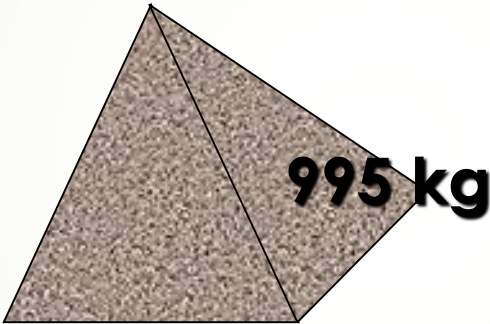
Prečo vzniká odpad pri ťažbe surovín



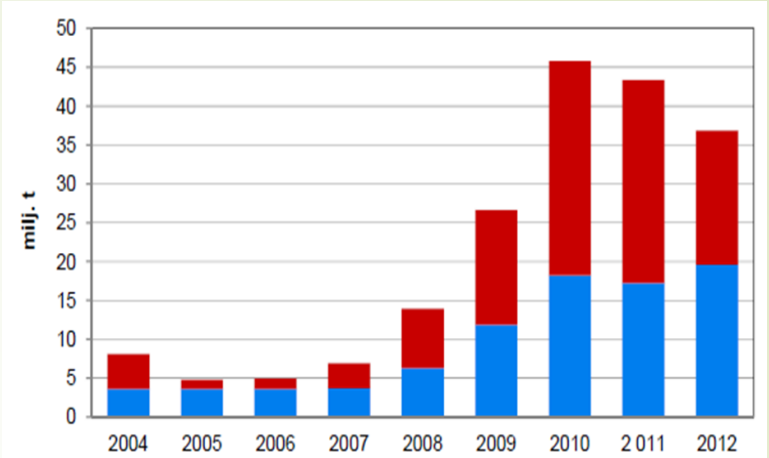
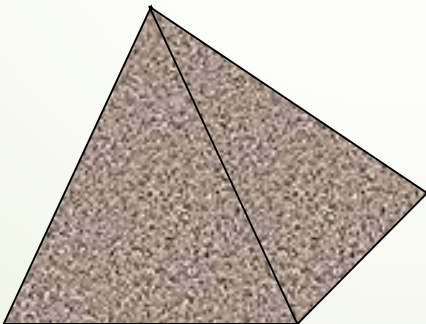
250 kg



5 kg



2 g



1-10	10-100	100-1 000	1 000-10 000	>10000
štrkopiesok	barit	azbest	bastnäsit	diamant (priem.)
drvený kameň	bentonit	bauxit	bróm	jód
sadrovec	živec	bórax	REE	REE
halit	kaolín	diatomit	rutil	striebro
	magnezit	fluorit	zirkón	zlato
	olivín	granát	meď	
	fosfát	andaluzit	olovo	
	pyrofylit	distén	zinok	
	vápenec	sillimanit		
	zeolit	muskovit		
	Fe-ruda	spodumen		
		perlit		
		síra		
		mastenec		
		vápenec		
		vermikulit		
		wollastonit		

US Dolar

„Cut-off grade“

Najnižšia kvalita rudy pri ktorej sa ložisko bude ekonomicky využívať

Limituje aká časť ložiska sa bude ťažiť

Zhodnotenie ložiska – odpad = surovina

Aktívne bane - Hodruša



1. **Overenie obsahu zlata**

2. Zhodnotenie **toxicity**/rizík
(odtekajúca voda)

3. Analýza
minerálneho zloženia
a jeho **potenciálne využitie** (napríklad
obsah ílov, kremeňa,
karbonátov)





Banská Štiavnica,
ložisko Šobov



Opustené bane : antimonitové projekty (Chovan et al. 2008)

Najväčší rozvoj ťažby antimónu bol v 19 storočí, ale, pretrvala až do druhej polovice 20. storočia : Dúbrava v Nízkych Tatrách , Pezinok (M.K) a tiež aj v Čučme. Ložisko Dúbrava – bolo najväčším producentom Sb v Európe. Najväčšia antimónová huta bola vo Vajskovej (mestskej časti Podbrezovej, až do roku 1992, dnes rekultivovaná skládka, a pod.

- Sb - **ako kritická surovina - program 2020**
- ložiská Sb rúd ako environmentálna záťaž
- Sb environmentálne technológie
- Sb-ložiská a manažment oblastí



Pezinok - Kolársky vrch Dúbrava, Nízke Tatry

- Odkaliská opustených ložísk ako zdroj Sb : ekonomické hodnotenie – uskutočniteľnosť
- Pre potenciálnu realizáciu takéhoto projektu – vyťaženie zvyškových kovov z odpadu - ako „sekundárnej suroviny“, **klúčovou podmienkou uskutočniteľnosti** je existencia funkčnej úpravne v blízkom okolí.
- Ani pri komplexnom spracovaní odpadu zisk obvykle nemôže stačiť na budovanie nových úpravárenských kapacít.
- Obdobným problémom bude čeliť aj potenciálne získavanie kovov, napr. medi z banských vôd tzv. cementáciou (viac informácií napr. Lintnerová et al. 2010)
- Sociálna dohoda a : potreba surovín politika štátov, rozvoj regiónov a sociálna dohoda (program 2020 : nadnárodné konzorciá)

Nerudné - industriálne suroviny
odpad : **často** možno klasifikovať ako **inertný**

Magnezit : MgCO_3

- Monominerálna hornina = surovina
- Odpad : prímes CaCO_3 – kalcitu, dolomitu $\text{CaCO}_3 - \text{MgCO}_3$, sideritu FeCO_3
- Odpad : nevhodná kvalita suroviny , termická náročnosť
- Odpad po úprave : odkalená, vytriedená surovina
- Netoxický odpad
- Veľký objem odpadu

- Technológia spracovanie : pálenie – vypaľovanie magnezitu : prašný spád
- Reaktívna látka v odpade (v úletoch z komínov) MgO : nevyskytuje sa v prírode - nestabilná v povrchových podmienkach : **reaguje s vodou** - **zachytáva CO_2** : naspäť na MgCO_3

Pevný spád : sekundárne minerály Mg na povrchu pôd a pod.

MAGNEZIT





Magnezitový závod v Jelšave, najväčší ťažobný a spracovateľský magnezitový závod na Slovensku a súčasne jeden z najväčších svetových producentov mŕtvo-pálenej magnézie „DBM“, je dnes v majetku Slovenských magnezitových závodov, akciová spoločnosť, Jelšava. Výrobný program je orientovaný na produkciu sypkých mŕtvo-pálených magnezitových žiaruvzdorných výrobkov, kaustických magnezitov, troskotvorných prísad a surových magnezitov. Produkcia je určená hlavne pre **oceliarenský priemysel, priemysel výroby žiaromateriálov, chemický priemysel, poľnohospodárstvo a stavebníctvo.**



Nové stabilné minerály ($\text{Mg} - \text{CO}_3 - \text{OH}$, H_2O) – stále na povrchu pôd – zvyškové „horečnaté zasolenie“

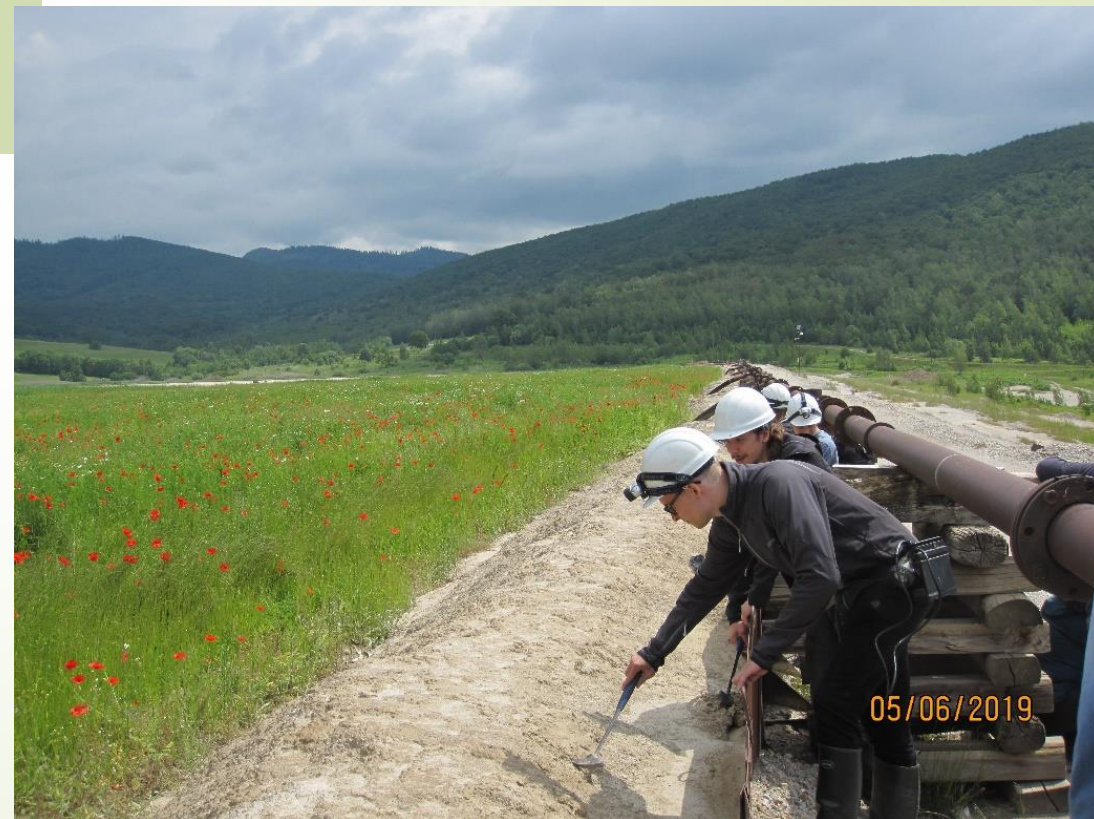




Technológia – pálenie
magnezitov : inováčné postupy



Jelšava, ako firma plne využívajúca technológie podporujúce princípy **obehového hospodárstva a úplného spracovania ťaženej suroviny**, do súťaže prihlásila komplexne zvládnutý systém bezodpadovej technológie ťažby, úpravy a zušľachťovania magnezitu. Tento v stručnosti pozostáva z úplného využitia koncentrátov na finálnu výrobu, využitia dolomitických odpadov ako základky vydobytých priestorov, postupnej likvidácie a revitalizácie hald v okolí závodu, odstavenia prevádzky odkaliska, úplného využitia suroviny 0,2 - 2 mm na výrobu kaustického magnezitu a predaj **úletov na výrobu slinkov, troskotvorných zmesí a na chemické účely**. Vďaka uvedeným opatreniam vo využití materiálov, ktoré v minulosti tvorili odpady, dnes firma **nevytvára žiadne nové skládky, naopak likvidáciu starých záľoží postupne zlepšuje ekologickú situáciu v okolí závodu**.



Reálny pohľad a
perspektívy

Zamestnanosť,
sociálna
dohoda,
ekonomické
výstupy a pod.
Objem emisií -
inovatívne
riešenia



Mastenec – talc (alabaster)

Mg – silikát

- WHC : zoznam zdravotne bezpečných minerálnych látok
- Najčastejšie vzniká hydratáciou a karbonáciou serpentínu pri reakcii, tiež označovanej ako stealitizácia:
- serpentín + oxid uhličitý → mastenec + magnezit + voda
- premena karbonátov, pôsobením roztokov bohatých na SiO₂
- dolomit + oxid kremičitý + voda → mastenec + kalcit + oxid uhličitý







Perlit - vulkanické sklo, expandované perlity : environmentálna surovina



LEHÔTKA POD BREHMI

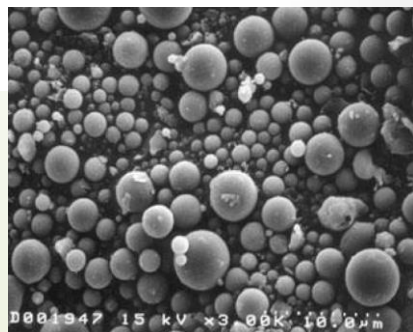
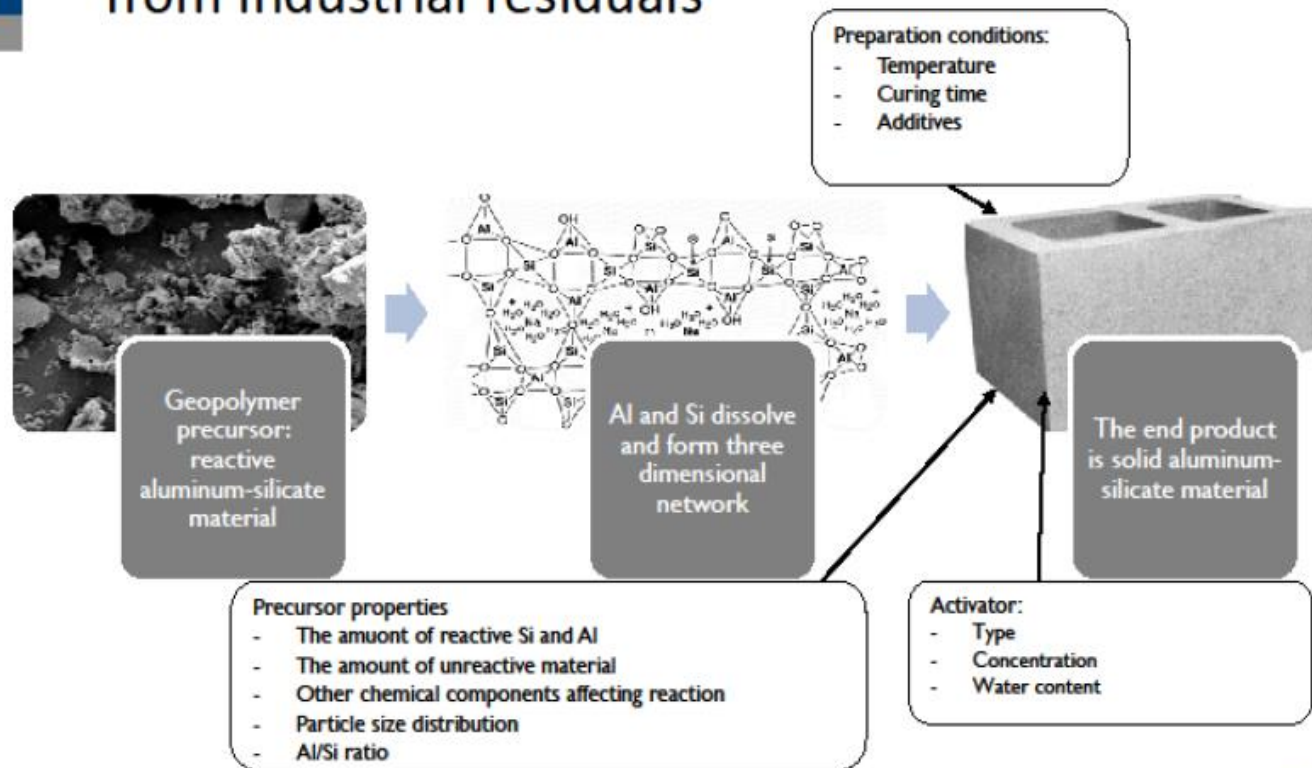


Perlitový lomu v Lehôtke pod Brehmi. Perlit je vulkanické sklo, ktorého najväčšie komerčné využitie je cez jeho expandáciu. V Lehôtke pod Brehmi je okrem lomu aj úpravárenská linka s expandačnou pecou. Perlit expanduje pri rýchlom zahriatí vďaka prítomnosti 3-4 % vody.

Environmentálna suroviny : Expandovaný perlit je vynikajúci izolačný materiál, ľahká stavebná hmota, ale jeho sorpčné vlastnosti sa využívajú aj pri ekologických haváriách a jeho pórovitosť pri filtrácii.



GEOPOLYMERS are inorganic polymers made from industrial residuals



Geopolymer – aluminosilikáty :

Východiskové látky :
metakaolín,
popolček (Fly ash),
íly, reaktívne sklá

Príprava :
pôsobením silno alkalických K, alebo Na
hydroxidov

Podmienky vytvrdnutia - vytvorenie
trojrozsmernej priestorovej mriežky - siete
(pevná fáza) : cca 50 až 80 °C

Vlastnosti : veľmi vysoká odolnosť voči
tlaku , stabilné do 800 °C,
odolné voči kyselinám
nepriepustné
Kompatibilné – zlučiteľné s mnohými
odpadmi

Ílové suroviny, zeolity, bazalty - čadič

Výskum nerudných surovín na KLG je významným smerom vzdelávacieho procesu v rámci geológie, ale aj materiálového výskumu surovín, vrátane prírodných nanomateriálov a environmentálne a zdravotne akceptovaných minerálnych materiálov. Poznanie pôvodu a vlastností domácich nerastných surovín pre ich optimálne využívanie je základným pilierom študijného programu ložiskovej geológie na PRIF UK.

Máme zásadu, že pri výuke a prezentácii surovín a geológie ložísk boli využívané poznatky z predošlých a súčasných vedeckých projektov

(napr. APVV-0339-12 and APVV-15-0292).



Zhrnutie

European Union **regulations** :

Členské štáty **musia** prijať legislatívu EU (a ich štandardy – limity nesmú byť nižšie ako EU-štandardy (druhý stupeň legislatívy - usmernenie, smernica)

(A reference document for Management of Tailings and Waste Rock in Mining Activities (BREF), Best Available Technology, BAT)

COM 2015 : Kruh sa uzatvára – obehová ekonomika :

sociálna dohoda a akceptácia nových poznatkov (politické a národné záujmy : aj program 2020)

1. Komplexné riešenie – bezodpadová technológia * (môže sa však meniť počas ťažby : nové požiadavky trhu :

2. Nové“ riešenia: princíp geopolyméry, zachytávanie – sequestrácia CO₂ do minerálnych odpadov

SK : legislatíva od **2016** : použitie odpadov na vyplňovanie banských diel a pod.– žiadne nové odkaliská (magnezitové závody, ložisko mastenca a iné)

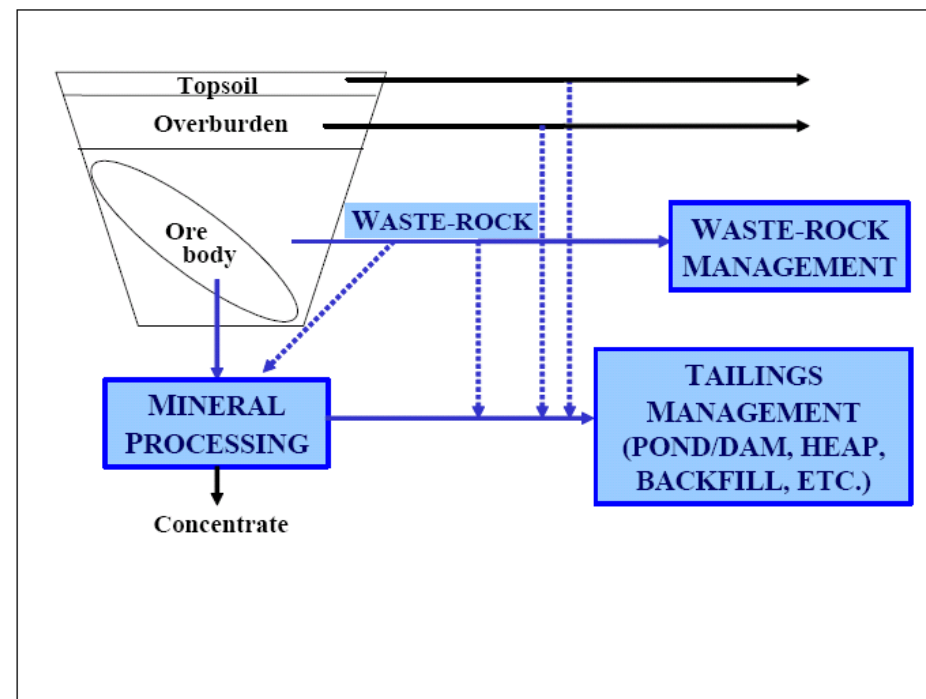


Illustration of vertical scope

Formálne rozdeliť na 4 časti manažmentu a to v oblasti :

1. Vyhľadávanie – **ekonomická geológia**
2. V procesoch ťažby
3. **V oblasti úpravy rúd**
4. Pri **environmentálnej** starostlivosti, bezpečnosti pre ostatné zdroje



Gemerská gotika
Kostol v Štítniku

