

Účel a možnosti diverzifikácie v oblasti spracovania slovenského magnezitu – príležitosť pre spoluprácu vysokej školy a priemyslu

PAVEL RASCHMAN¹⁾, JÁN SPIŠÁK²⁾, GABRIEL SUČIK¹⁾

Technická univerzita v Košiciach,

¹⁾ Hutnícka fakulta, Ústav metalurgie ²⁾ Fakulta BERG, VRP



Věda, Výzkum, Vzdělávání a Výroba v silikátových oborech
Praha, 10.-11. máj 2016

OBSAH

1. Význam magnezitu pre národné hospodárstvo SR

2. Súčasná pozícia slovenského magnezitového priemyslu vo svete

3. Východiská pre ďalší rozvoj technologického spracovania magnezitu v SR

4. Navrhované inovácie

Význam magnezitu pre národné hospodárstvo SR (1)

Magnezit je prakticky jediná surovina, ktorá sa nachádza (zásoby!), ťaží a spracúva na území Slovenska v množstvách, ktoré sú významné z celosvetového pohľadu.

Cca 90% výrobkov sa vyváža do vyše 30 krajín !!!:

výrobca	2012		2013		2014	
	Predaj (kt)	Export (%)	Predaj (kt)	Export (%)	Predaj (kt)	Export (%)
SMZ Jelšava	291,1	89,9	264,1	87,0	244,9	92,7
Slovmag Lubeník	55,4	87,8	43,4	88,0	50,4	90,2
Intocast Slovakia	25,8	91,7	27,2	89,7	39,2	92,6
SPOLU	372,3	89,7	334,7	87,3	334,5	92,3

Súčasná pozícia slov. magnezitového priemyslu vo svete (1)

Typ magnezitu	Krajina	Výroba (kt/r)	Priemerné využitie výrobných kapacít (%)	Podiel na svetovej výrobe (%)
kryštalický	Rakúsko	868	115.0	3.0
	Brazília	1 577	56.4	5.5
	Čína	17 000	60.7	58.9
	Severná Kórea	400	16.0	1.4
	Rusko	2 680	73.7	9.3
	Slovensko	1 008	67.2	3.5
	Španielsko	578	68.0	2.0
	spolu	24 111	60.2	83.5
kryptokryštalický	Austrália	680	88.3	2.4
	Grécko	400	88.9	1.4
	India	230	46.0	0.8
	Turecko	2 588	129.4	9.0
	spolu	3 898	104.8	13.5
	ostatní	864	59.1	3.0
SPOLU		28 873	63.9	100.0

Súčasná pozícia slov. magnezitového priemyslu vo svete (2)

- Slovensko patrí medzi najvýznamnejšie krajiny sveta nielen z hľadiska celkových zásob magnezitu (4.-5. miesto na svete), ale aj jeho spracovania (vyše 1 Mt/r).
- Slovensko je súčasne 4. najväčším svetovým producentom a vývozcom magnezitových výrobkov.
- Magnezit sa na území Slovenska ťaží a priemyselne spracúva vyše 120 rokov (1871/**1891**) a jeho zásoby pri súčasnej spotrebe postačujú na ďalších 100 rokov.
- Postaveniu slovenského magnezitového priemyslu vo svete nezodpovedá jeho technický rozvoj - a to predovšetkým od rozdelenia štátneho podniku Slovenské magnezitové závody (SMZ), š.p. Košice.

Východiská pre ďalší rozvoj spracovania magnezitu v SR (1)

Výrobky z magnezitu môžeme rozdeliť na **štyri skupiny** – sú to:

- **prírodná magnézia,**
- **bázické žiaruvzdorné stavivá a hmoty,**
- **čisté zlúčeniny horčíka,**
- **kovový horčík a ľahké horčíkové zliatiny.**

Východiská pre ďalší rozvoj spracovania magnezitu v SR (2)

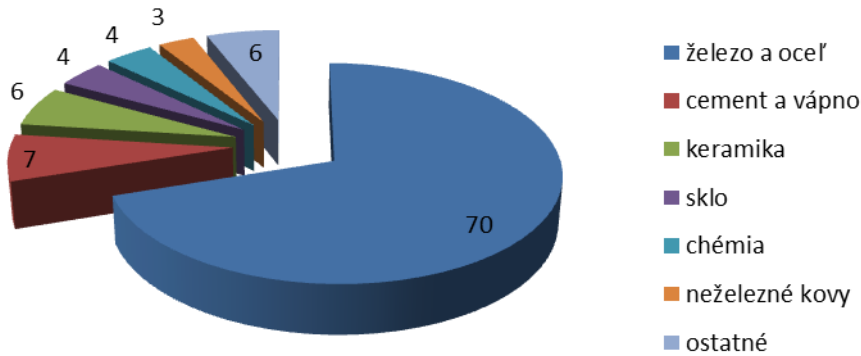
- Najvýznamnejším výrobkom vyrábaným z magnezitu je ***magnézia***.
- Vyše 99 % magnezitu sa tepelne spracúva (výpalom) na tri hlavné druhy *prírodnej* magnézie – sú to:
 - *kaustická kalcinovaná magnézia (CCM)* - využíva sa v tých aplikáciách, ktoré si vyžadujú vysokú reaktivitu;
 - *spekaná magnézia (DBM)* - využíva sa prakticky výlučne pre výrobu žiaruvzdorných materiálov (kvalitná DBM sa vyznačuje obsahom $\text{MgO} > 97 \%$ (a bóru menej ako 0,01 %!), objemovou hmotnosťou $\geq 3,40 \text{ g/cm}^3$ a priemernou veľkosťou kryštálov periklasu $\geq 120 \mu\text{m}$);
 - *tavená magnézia (FM)*.

Východiská pre ďalší rozvoj spracovania magnezitu v SR (3)

Magnézia – štruktúra výrobných kapacít vo svete

Celkové kapacity na výrobu magnézie sú cca 27,5 Mt/r , z toho:		
z magnezitu cca 26,4 Mt/r		z iných surovín 1,1 Mt/r
v Číne vyše 19 Mt/r (t.j. 69 %)		zvyšok sveta menej ako 8,5 Mt/r
63 % pre výrobu žiaruvzdorných materiálov, z toho:		37 % na iné použitie
73 % pre výrobu železa a ocele	27 % na iné použitie	

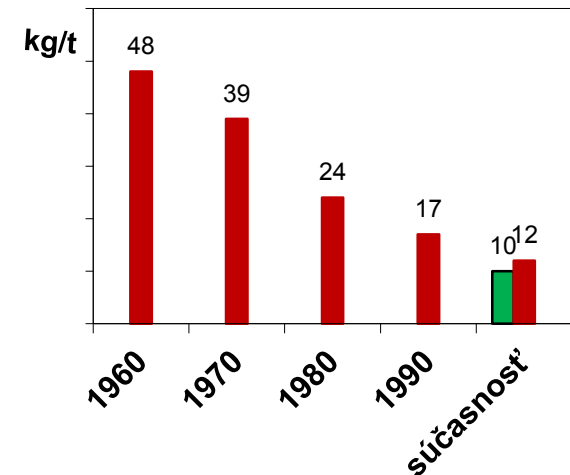
Východiská pre ďalší rozvoj spracovania magnezitu v SR (4)



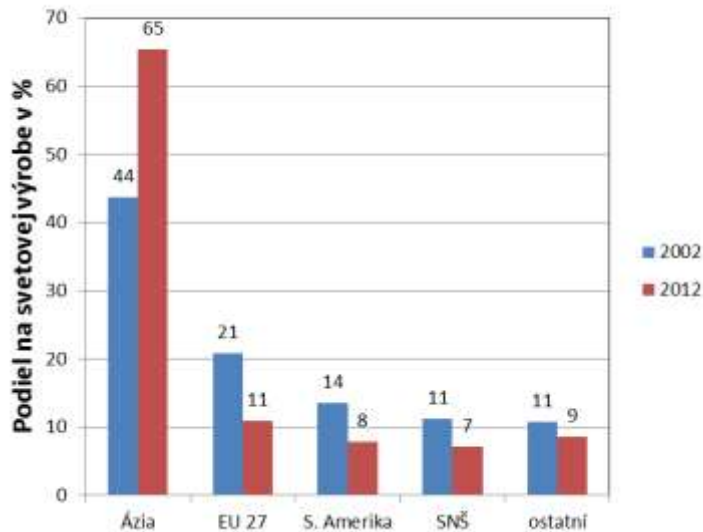
Hlavným spotrebiteľským odvetvím pre žiaruvzdorné výrobky z magnezitu je **oceliarsky priemysel**.

Špecifická spotreba žiaruvzdorných materiálov trvale **klesá**.

Merná spotreba ŽVM vo výrobe železa a ocele



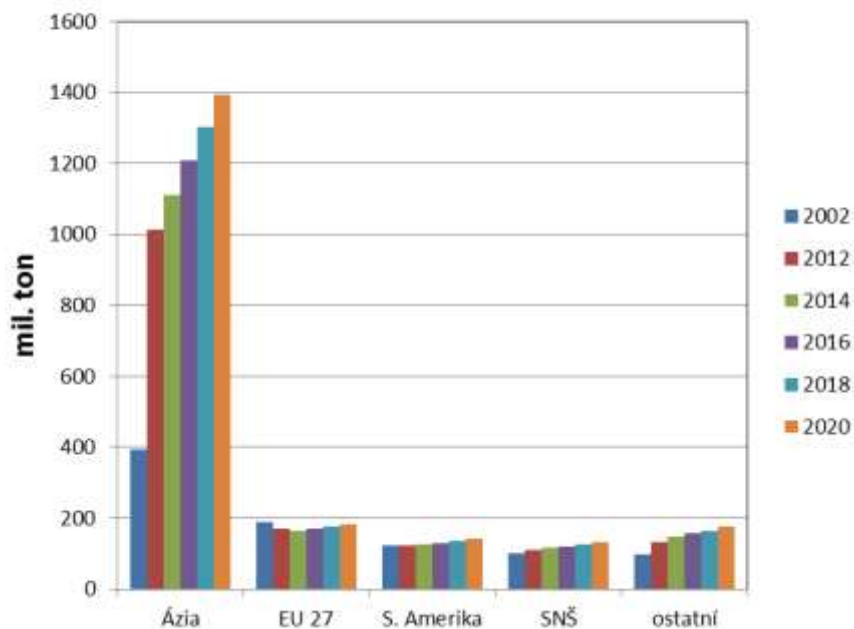
Výroba ocele podľa častí sveta, roky 2002 a 2012



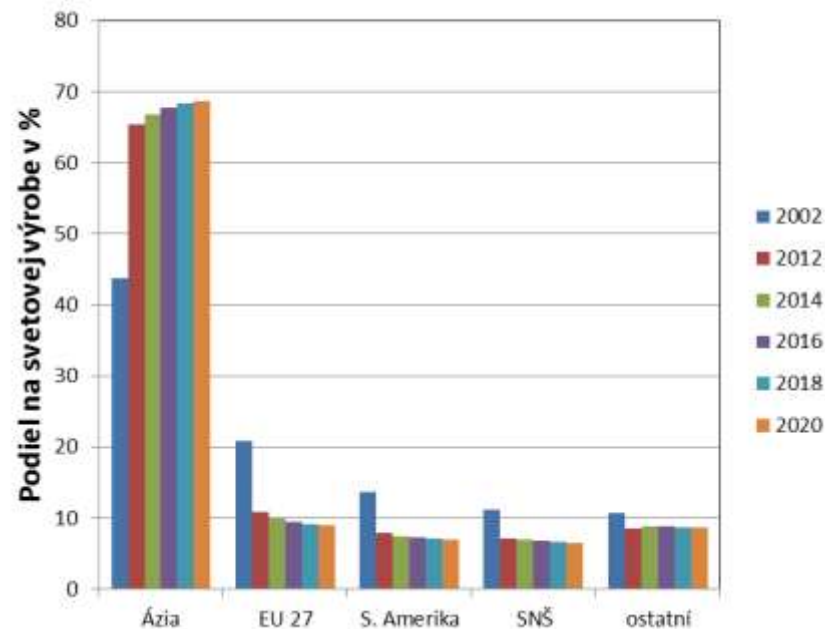
Na svetovom trhu dominuje **Čína**.

Východiská pre ďalší rozvoj spracovania magnezitu v SR (5)

Výroba ocele podľa častí sveta, roky 2002 až 2020



Výroba ocele podľa častí sveta, roky 2002 až 2020



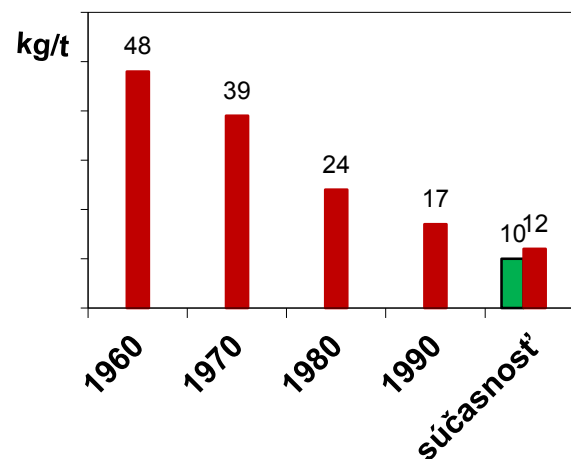
Výroba ocele v tradičných teritóriách prakticky **stagnuje alebo rastie len veľmi mierne**.

Podiel tradičných teritórií na svetovej výrobe ocele **trvale klesá** (kvôli dynamike Ázie, najmä Číny).

Špecifická spotreba žiaruvzdorných materiálov trvale **klesá**.

Je nutná diverzifikácia !!!

Merná spotreba ŽVM vo výrobe železa a ocele



Východiská pre ďalší rozvoj spracovania magnezitu v SR (6)

Výrobky vyrábané z magnezitu vo svete a v SR – porovnanie

Výrobok z magnezitu vyrábaný vo svete	Výrobok sa v SR z magnezitu vyrába/nevyrába	Podiel SR na svetovej výrobe (%)	Komentár
CCM	vyrába (INTOCAST Slovakia SMZ Jelšava)	≈ 1	Výrobné kapacity v SR sú obmedzené.
DBM	vyrába (SMZ Jelšava SLOVMAG Lubeník INTOCAST Slovakia)	≈ 4	Kvalitná DBM s obsahom MgO > 97 % sa v SR nevyrába - vzhľadom na fyzikálno-chemické vlastnosti slovenských magnezitov je možné vyrobiť ju len chemickou cestou.
FM	nevyrába	0	
Hydroxid horečnatý	vyrába (DUSLO Šaľa)	menej ako 0,1	Výroba v SR: z magnezitu dusičnanovou metódou, výrobná kapacita je obmedzená.
Čisté horečnaté soli	nevyrába	0	

Východiská pre ďalší rozvoj spracovania magnezitu v SR (7)

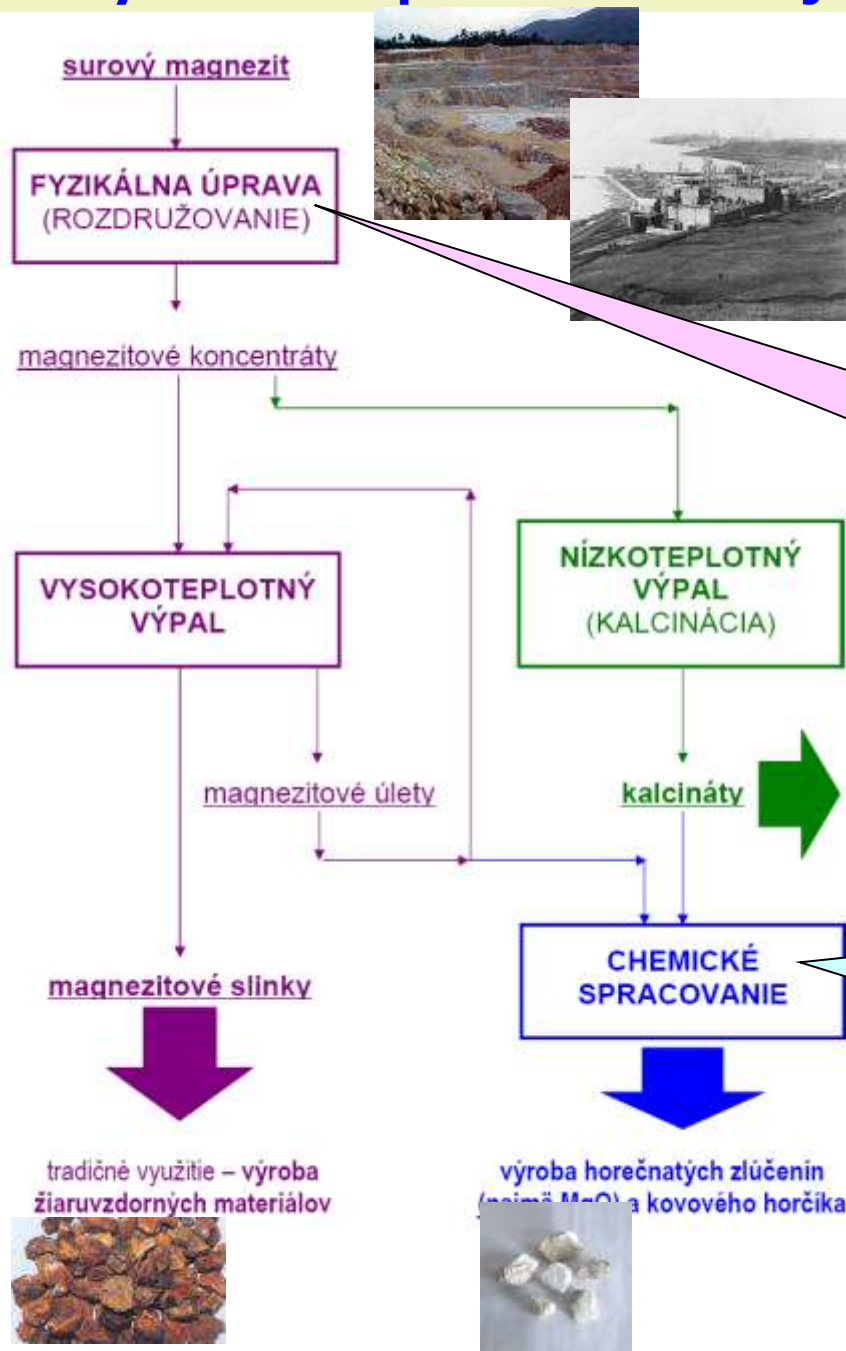
Slovenský magnezit – základná charakteristika:

- **Úžitková zložka** = železitý (breuneritický) magnezit, t.j. tuhý roztok magnezitu a sideritu (breunerit) $\text{Mg}_{(1-x)}\text{Fe}_x\text{CO}_3$
- **Nečistoty** (prímesi) = **dolomit** + iné sprievodné minerály
- **Kvalita** (ťažba):

	hmot. %
MgO	40 - 43
Fe ₂ O ₃	3 - 4
CaO	1 - 5
SiO ₂	1 - 3
MnO	0,1 - 0,4



Východiská pre ďalší rozvoj spracovania magnezitu v SR (8)



Využitie slovenských magnezitov

Fyzikálnymi metódami (úpravou) sa **nedá oddeliť horčík od železa**.

Výrobky **špičkovej** kvality (čistoty) sa dajú získať len **chemickým spracovaním magnezitu**.

Navrhované inovácie vo výrobe prírodnej magnézie (1)

- V súčasnosti najvýznamnejšou technologickou aj výrobkovou inováciou v oblasti spracovania slovenských magnezitov je *výstavba kapacity pre výrobu CCM*.
- Pre úspešnú prípravu a realizáciu tohto zámeru sú k dispozícii vhodné suroviny, sú známe potenciálne výrobky a technológie.
 - Menej kvalitná CCM sa používa ako troskotvorná prísada.
 - Kvalitné druhy CCM sa využívajú najmä v poľnohospodárstve a živočíšnej výrobe, stavebníctve, pri úprave vody a **pri ochrane životného prostredia**.
- Otvorená zostáva otázka marketingu a vývoja metód na testovanie vhodnosti rôznych typov CCM.

Navrhované inovácie vo výrobe prírodnej magnézie (2)

Projekt **APVV-0351-12**

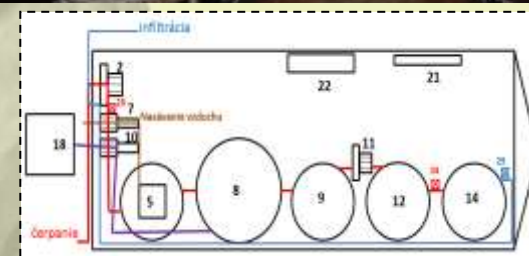
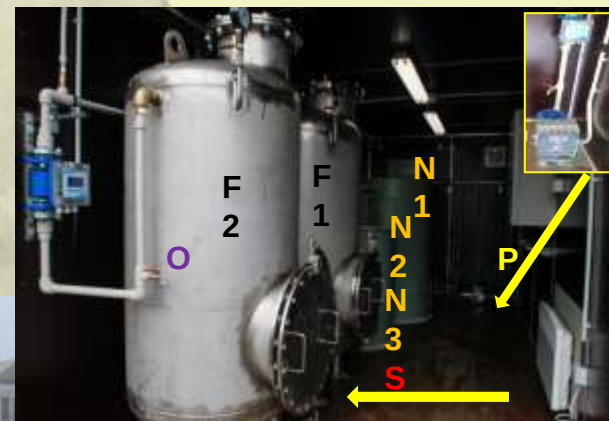
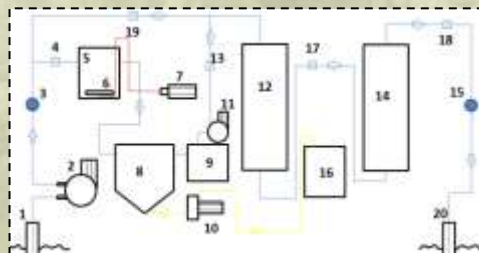
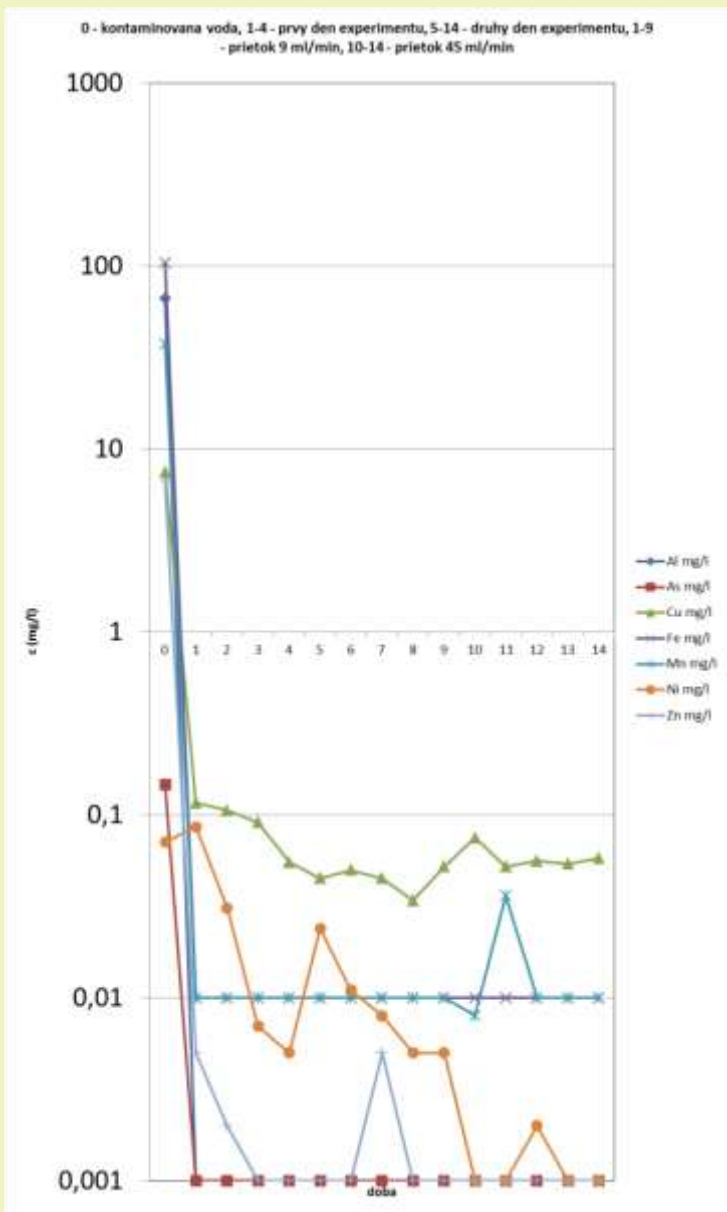
Overenie využitia technológie priepustných reaktívnych bariér pre remediáciu kyslých podzemných vôd kontaminovaných ťažkými kovmi

(2014-2016)

- *Návrh technológie: reaktívny materiál = CCM*
- *Modelová (poloprevádzková linka): 150 l/h (cieľ = cca 1 m³/h)*
- *Kontaminovaná podzemná voda v priemyselnej lokalite v Bratislave:*

	pH	koncentrácia [mg/l]					
		Fe	Mn	Cu	Zn	Ni	Al
dlhodobý priemer	1.9	997	14.8	20.5	8.7	0.6	
testovaná vzorka vody	2.1	1 369	11.7	28.8	15.9	0.34	170.0

Navrhované inovácie vo výrobe prírodnej magnézie (3)



Priemyselní partneri:
SMZ Jelšava
INTOCAST Slovakia

Navrhované inovácie vo výrobe prírodnej magnézie (4)

- **Chemická výroba** vysoko čistej syntetickej DBM je pravdepodobne energeticky príliš náročná.
- V súčasnosti sa preto ukazujú ako perspektívne dva spôsoby:
 - *chemická úprava*, t.j. metóda, ktorá by umožnila chemicky extrahovať tie zložky, ktoré zhoršujú žiarové vlastnosti bazických stavín a hmôt vyrábaných zo slovenských magnezitov;
 - *zušľachtenie syntézou sialónov in-situ*: SiAlON-y vznikajú počas výpalu magnezitu, sú z hľadiska ďalšieho použitia žiaruvzdorných výrobkov stabilné a zlepšujú ich žiarové vlastnosti.

Priemyselní partneri:
SMZ Jelšava

Navrhované inovácie vo výrobe bázických žiaruvzdorných stavív a hmôt v SR

- Rozvoj výroby bázických žiaruvzdorných stavív novej generácie zo slovenského magnezitu je podmienený dostupnosťou vysoko kvalitnej domácej prírodnej magnézie (min. 97 % MgO) (chemická čistota, hutnosť) – pre výrobu takého produktu u nás zatiaľ neexistuje technológia a jej vývoj je predmetom navrhovaného výskumu a vývoja.
- Dôležitou oblasťou je diverzifikácia žiaruvzdorných hmôt na báze magnézie zo slovenského magnezitu pre zákaznícky orientovaný servis najmä pre hutníctvo.

Priemyselní partneri:

SMZ Jelšava

Železiarne Podbrezová

Žiaromat Kalinovo

Navrhované inovácie vo výrobe čistých zlúčenín horčíka v SR (1)

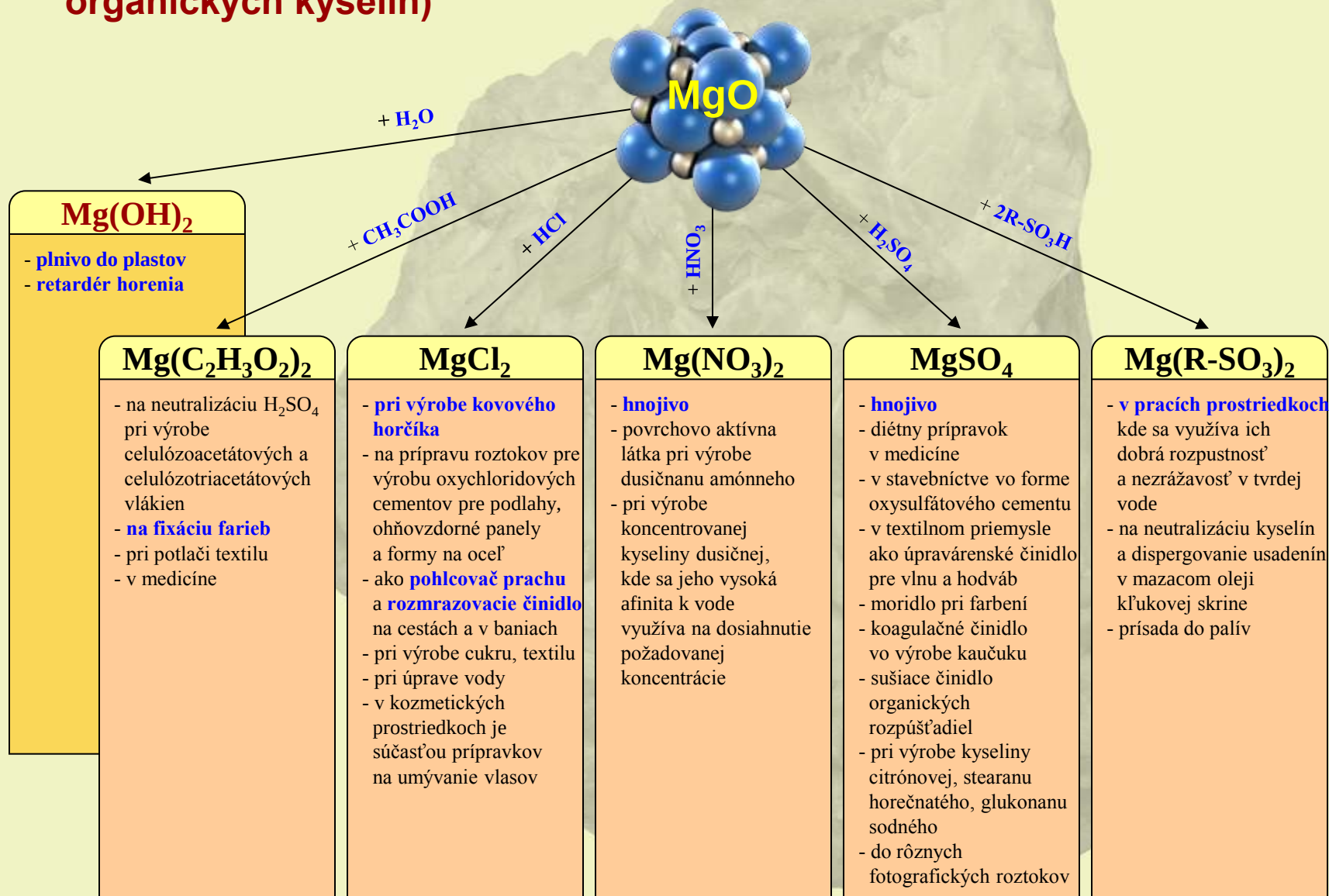
- Výroba čistých horečnatých zlúčenín, vzhľadom na malotonážnosť technológie, je oveľa viac distribuovaná ako výroba magnézie. Vyrábajú sa najmä v Európe, Severnej Amerike a Ázii (Čína, Japonsko, Južná Kórea). Väčšina produkcie sa spotrebúva vo vyspelých regiónoch, kde bola vyrobená, ale časť *vysoko čistých produktov* sa vyváža do zvyšku sveta.
- V súčasnosti sa v Európe pripravujú a realizujú nové projekty, čo sa odráža aj na údajoch o obchode.
- Európa je tiež jedným z *hlavných spotrebiteľov minerálnych retardérov horenia* (hydroxid horečnatý (MDH)). Dopyt po MDH rastie v oblasti aplikácie káblov z polypropylénu a polyolefínov (káble pre automobilový priemysel, špeciálne potrubia, strešné panely, podlahové hmoty, výrobky vyrábané tlakovým vstrekovaním, stenové panely).

Navrhované inovácie vo výrobe čistých zlúčenín horčíka v SR (2)

- Ďalší výskum a vývoj v oblasti spracovania slovenských magnezitov je účelné zamerať na prípravu a realizáciu flexibilnej malotonážnej výroby čistých zlúčenín horčíka.
- Pre rozvoj tohto progresívneho typu výrob v rámci slovenského magnezitového priemyslu existujú
 - *domáce zdroje vhodných surovín,*
 - *pôvodné technologické postupy ich spracovania,* ktoré sú u nás prevádzkovo overené (SMZ – Hačava, Duslo Šaľa),
 - *kvalitné a skúsené výskumné tímy.*
- V rámci štúdie bol vypracovaný prehľad zlúčenín horčíka, ktoré predstavujú *potenciálne výrobky s vysokou pridanou hodnotou* nielen pre potreby priemyslu SR v súlade s prioritami RIS3, ale aj EÚ (dovozy do EÚ!) a sveta.

Navrhované inovácie vo výrobe čistých zlúčenín horčíka v SR (3)

Hospodársky významné horečnaté soli (spolu 17 solí anorganických a organických kyselín)



Navrhované inovácie vo výrobe čistých zlúčenín horčíka v SR (4)

- Rozšírenie výroby $\text{Mg}(\text{OH})_2$ zo slovenského magnezitu záleží na zlepšení tokových vlastností tohto produktu.
- Je potrebné preskúmať nové aplikácie zlúčenín horčíka (oxid a hydroxid horečnatý, vplyv nečistôt) v hnojivách. Z hľadiska objemu spracovaného magnezitu je to významná oblasť. Ide o produkty, ktoré majú dobrú perspektívu exportu.
- Ako perspektívna sa javí výroba ušľachtilých stavebných materiálov na báze Sorelovho cementu, tzn. reakciou MgCl_2 v roztoku s práškovým MgO vhodnej aktivity. Predbežné pokusy ukázali, že slovenské magnezity sú vhodné na prípravu takýchto materiálov.

Priemyselní partneri:

SMZ Jelšava

Duslo Šaľa (FCHPT STU BA)

Ďakujem Vám za pozornosť!
Thank you for your attention!

