

Centrum kompetence efektivní a ekologické těžby nerostných surovin – záměry a řešení

prof. Ing. Vladimír Slivka, CSc., dr. h. c.¹, Ing. Jiří Mališ, Ph.D.¹, Ing. Michal Poňavič²

¹VŠB – Technická univerzita Ostrava, Hornicko-geologická fakulta, 17. listopadu 15/2172, Ostrava-Poruba, jiri.malis@vsb.cz

²Česká geologická služba, Geologická 6, Praha 5

Přijato: 31. 1. 2016, nerecenzováno

Abstrakt

Článek představuje projekt CEEMIR, jehož hlavním záměrem je revize zásob těch nerostných surovin v ČR, které se řadí mezi kritické komodity EU, včetně vytipování vhodných ložisek nerostných surovin a návrhu efektivního a environmentálně šetrného způsobu jejich těžby a úpravy. Výběr zkoumaných nerostných surovin vychází jak z pohledu surovinové politiky našeho státu, tak ze surovinové politiky EU. Kritické suroviny jsou definovány v aktualizovaném dokumentu z května roku 2014 „Report on Critical raw materials for the EU“. Na území ČR se mnohé z kritických komodit vyskytují, ať už ve formě klasických nerostných surovin nebo ve formě odpadů uložených na odvalech a odkalištích. Jedním z cílů projektu je jejich kvantifikace a zhodnocení reálných možností jejich využití nejen z pohledu ložiskově-geologických podmínek, ale také stavu současných dobývacích a úpravnických technologií, environmentálních, ekonomických a legislativních podmínek. Příspěvek shrnuje východiska a hlavní cíle projektu a uvádí vybrané výsledky dosažené po dvou letech jeho řešení.

Competence Centre for Effective and Ecological Mining of Mineral Resources – objectives and solutions

The article presents the CEEMIR project, whose main aim is the revision of the inventory of mineral resources in the Czech Republic, which belongs among the EU's critical commodities, including selection of appropriate mineral deposits and the design of effective and environmentally friendly method of their production and treatment. The choice of raw materials is based on the one hand on the perspective of raw material policy of Czech Republic and on the other hand on the raw material policy of EC. Critical raw materials are defined in the updated document from the May 2014 „Report on Critical raw materials for the EU“. Many of critical commodities occur on the territory of the Czech Republic either in the form of the classic mineral raw material or in the form of waste stored on dumps and tailings ponds. One of the objectives of the project is their quantification and evaluation of real possibilities of their exploitation not only from the perspective of deposit geological conditions, but also from the point of view of the current technologies of mining and beneficiation, environmental, economic and legislative conditions. The article summarizes the background and main aims of the project and provides the selected achieved results within the first two years of solution.

Kompetenzzentrum für effektive und umweltfreundliche Gewinnung nutzbarer Bodenschätze – Vorhaben und Lösungen

Der Artikel präsentiert das Projekt CEEMIR, dessen Hauptziel Vorrätrevision der Bodenschätze in Tschechien ist, die sich zu den kritischen EU-Kommoditäten anreihen, einschl. Aussuchung geeigneter Lagerstätten und des Entwurfes deren effektiven und environmental schonenden Gewinnung und Aufbereitung. Die Auswahl untersuchter Bodenschätze geht einerseits aus der Rohstoffpolitik unseres Staates, andererseits aus der EU-Rohstoffpolitik aus. Die kritischen Rohstoffe sind in dem aktualisierten Dokument vom Mai 2014 „Report on Critical raw materials for the EU“ definiert. Auf dem Territorium der ČR kommen manche von kritischen Kommoditäten vor, entweder als klassische Bodenschätze, oder als auf Halden oder in Absetzbecken gelagerte Abfälle. Ein der Projektziele ist ihre Quantifizierung und Beurteilung realen Nutzungsmöglichkeiten, nicht nur aus der Sicht der geologischen und Lagerstättebedingungen, sondern auch aus der Sicht des Zustandes gegenwärtiger Gewinnungs- und Aufbereitungstechnologien, environmentaler, wirtschaftlicher und gesetzgebender Bedingungen. Der Beitrag fasst Ausgangspunkte und Hauptziele des Projektes zusammen und führt ausgewählte Ergebnisse, die in zwei Jahren dessen Lösung erzielt wurden, an.

Klíčová slova: kritické nerostné suroviny, hornictví, ložiska, těžba, technologie úpravy, legislativa.

Keywords: critical raw materials, mining, deposits, extraction, beneficiation, legislative.

1 Východiska projektu

1.1 Útlum evropského hornictví

Historie těžby nerostných surovin v Evropě a jejich zpracování má více než tisíciletou historii. Dobývání nerostných surovin probíhalo v různých údobích s různou intenzitou, avšak nejintenzivněji v uplynulých dvou stoletích, kdy bylo úzce svázáno s průmyslovou revolucí a celkovým průmyslovým vzepětím Evropy. Nicméně od konce 20. století prochází evropské hornictví rudních a energetických surovin trvalým útlumem (faktem je, že např. těžba uhlí v západní Evropě se začala snižovat už od

šedesátých let 20. století). Významnější těžba rud v Evropě již prakticky neexistuje, těžba uhlí (především černého) skončí v nejbližších letech. Těžbu nerudných surovin pokles v takovéto míře nepostihuje. Důvodů pro tento stav je více a jsou u odborné veřejnosti všeobecně známy. Bohatá a dostupná ložiska rud jsou v Evropě již vyčerpána. Pokles světových cen nerostných surovin, hlavně rud a kovů, způsobený jejich dovozem z ložisek tzv. rozvojových zemí, zlikvidoval konkurenceschopnost zbývajících evropských dolů. Svou roli sehrál také silný tlak veřejnosti na ochranu životního prostředí, vyvolaný především aktivní politikou „zelených“ politických stran. [4]

Důsledkem této situace není jen postupná likvidace hornictví jako významného průmyslového sektoru, ale především téměř úplná závislost evropských zemí na dovozu rud, paliv a některých nerud z neevropských teritorií.

Útlum českého hornictví, tak jak proběhl v 90. letech 20. století, je však v porovnání s ostatními zeměmi ojedinělým, neboť nikde neproběhl tak rychle a masivně jako v České republice (resp. tehdejší Československu). Změna politické situace přinesla opuštění direktivní politiky a přechod na tržní hospodářství. Stát se vzdal kontroly nad vlastní surovinovou politikou. Dilem oprávněně změnou ekonomických podmínek, dilem ideologicky, kdy tehdejší politická reprezentace vnímala hornictví jako negativum spojené s minulým režimem a poškozováním životního prostředí. Došlo k masovému uzavírání dolů jak uhelných, tak i rudných a uranových.

1.2 Kritické nerostné suroviny

Závislost Evropy na dovozu nerostných surovin a uvědomění si jejich nezbytnosti pro další hospodářský růst vedlo k tomu, že v roce 2008 předložila Evropská komise sdělení „Iniciativa v oblasti surovin – uspokojení kritických potřeb pro růst a zaměstnanost v Evropě“ [1]. V tomto sdělení Evropská komise uznala, že zabezpečení přístupu k surovinám je důležitým faktorem pro konkurenceschopnost EU. Tímto sdělením v podstatě zahájila novou iniciativu v oblasti surovin a definovala strategii pro řešení různých problémů týkajících se přístupu k vybraným nerostným surovinám. Iniciativa v oblasti surovin je založena na třech hlavních bodech:

- 1) zajištění rovných podmínek v přístupu ke zdrojům ve třetích zemích;
- 2) podpoře udržitelných dodávek surovin z evropských zdrojů;
- 3) zvýšení účinnosti zdrojů a recyklace.

V roce 2010 zveřejnila Evropská komise zprávu [2], v níž byla zavedena metodika pro stanovení surovin považovaných za kritické pro EU. Posouzení se zakládalo na kvantitativní metodě za použití kritérií hospodářského významu, rizika spojeného s dodávkami a environmentálního rizika země. Riziko spojené s dodávkami zahrnovalo složky, jako jsou politická a hospodářská stabilita, úroveň koncentrace produkce, potenciál pro nahrazení a míra recyklace. V roce 2011 bylo na základě této metodiky vyhodnoceno 41 surovin a 14 z nich bylo označeno za kritické (tzv. CRM - Critical Raw Materials): antimon, beryllium, kobalt, fluorit, gallium, germanium, grafit, indium, hořčík, niob, platiny nové kovy, prvky vzácných zemin, tantal a wolfram. V roce 2014 byl seznam rozšířen o prvky a suroviny: chrom, kovový křemík, boráty, fosfáty, magnezit a koksovateľné uhlí. [3]

Uvedené kritické suroviny jsou důležitými a nezbytnými materiály pro pokročilé technologie elektroniky, leteckého a automobilového průmyslu, hutnictví, jadernou energetiku, atd.

2 Záměry a hlavní cíle projektu

2.1 Vznik projektu a hlavní řešitelé

Výše uvedená iniciativa Evropské komise nezůstala v ČR bez odezvy. I přes popsání útlum hornictví a uzavření mnohých ložisek se na území ČR vyskytují mnohé z tzv. kritických surovin, ať

již ve formě klasických nerostných surovin nebo ve formě odpadů uložených na odvalech a odkalištích. Jako příklad lze jmenovat fluorit - 4 registrovaná ložiska, germanium - 1 ložisko a obsa-hy germania v odpadech ze spalování uhlí, grafit - 8 registrovaných ložisek, wolfram - 4 registrovaná ložiska a řada dalších.

Česká republika podporuje výzkum v oblasti kritických surovin prostřednictvím Technologické agentury ČR. Díky jejímu programu Center kompetence mohl být v roce 2014 zahájen unikátní a rozsáhlý projekt „Centrum kompetence efektivní a ekologické těžby nerostných surovin“ (dále jen CEEMIR, což je zkratka pro anglickou verzi názvu projektu Competence Center for Effective and Ecological Mining of Mineral Resources).

Unikátnost projektu spočívá jak v samotném zaměření na studium kritických materiálů a jejich zdrojů na území ČR, tak ve vzniku konsorcia spojujícího akademickou a výzkumnou sféru se státním podnikem i soukromými subjekty zabývajícími se těžbou a úpravou nerostných surovin. Hlavním příjemcem a nositelem projektu je Hornicko-geologická fakulta VŠB-TU Ostrava. Dalšími členy konsorcia a spoluřešiteli jsou Česká geologická služba (ČGS) Praha, Diamo s.p., Sedlecký kaolin, RPS Ostrava a Watrad spol s.r.o. Doba trvání projektu je naplánována na šest let, tj. do roku 2019.

2.2 Hlavní cíle řešení projektu

Projekt CEEMIR je zaměřen na vybrané neenergetické suroviny, které se řadí mezi kritické komodity EU (CRM - critical raw material), včetně vytipování vhodných zdrojů nerostných surovin a návrhu možného efektivního a šetrného způsobu jejich těžby a úpravy. Výsledkem projektu bude ověřená technologie úpravy a získávání koncentráту užitkových složek, připravená k implementaci a doložená ověřovacím protokolem, projekčními a technickými náležitostmi. Řešení je rozděleno do sedmi dílčích tematických okruhů:

1. shromáždění a vyhodnocení současných znalostí v dané problematice,
2. detailní mineralogické a chemicko-analytické studium dostupného materiálu,
3. převedení vybraných ložisek do digitálních modelů,
4. analýza stávajících právních norem vztahujících se k těžbě a úpravě nerostných surovin,
5. návrh vhodné dobývací metody pro hlubinné a povrchové dobývání u vytipovaných ložisek,
6. návrh optimální technologie úpravy a získávání užitkových složek,
7. ekonomické zdůvodnění významu ložisek konkrétních nerostných komodit pro ČR.

1. Důležitým cílem prací je shromáždění současných znalostí v dané problematice. Na základě dříve provedených průzkumných prací je prováděna kategorizace vybraných ložisek a prognózních zdrojů. Průběžně je vyhodnocována dosavadní prozkoumanost a relevantní údaje týkající se výskytu řešených surovin. Po provedení celkového zhodnocení surovinového potenciálu na území ČR, a to z hlediska výskytu a stupně legislativní ochrany ložisek CRM, byly následně na území ČR vymezeny 4 zájmové oblasti, které budou detailně studovány v dalších etapách řešení projektu.

2. Další aktivity jsou prioritně zaměřeny na detailní mineralogické a chemicko-analytické studium dostupného materiálu (u vytipovaných surovinových objektů). Hlavním cílem je detailní určení a upřesnění minerálních fází, jejich strukturní uspořádání a genetické vztahy mezi jednotlivými fázemi. Detailní znalost minerálních fází a jejich vlastností umožní dokonalejší zpracování zájmových složek a tím i jejich získávání a úpravu. Na základě rešeršních výsledků a nově zjištěných skutečností mineralogicko-geochemického výzkumu budou navrženy indikované surovinové objekty k podrobnějšímu přehodnocení, případně ověření podle nově vymezených kritérií.

3. Cílem převedení vybraných ložisek do digitálních modelů nejsou jen samotné modely, ale také metodika zpracování již existujících dat (strukturně-geologických, geochemických, mineralogických, atd.) pocházejících ze starších průzkumných prací. Tato data získaná z archivu útvaru Geofond jsou nově statisticky ošetřena a upravena do databází pro použití ve vhodném softwaru. Výstupem je potom např. 3D zobrazení průběhu průzkumných děl s obsahy zájmových kovů (viz obrázek č. 1).

4. Analýza stávajících právních norem je rozdělena do dvou tematických celků – legislativní aspekty těžby a vztah těžby a úpravy nerostných surovin k životnímu prostředí. S těmito dvěma celky je spojeno vytipování nedostatků a kritických míst ve stávající legislativě a návrhy úprav platné legislativy, posouzení vlivu těžby na životní prostředí, rizika spojená s výstavbou a provozem zařízení k tomu určených a vliv úpravy nerostných surovin na životní prostředí.

5. Hledání návrhu vhodné dobývací metody spočívá prozatím v rešerši materiálů souvisejících s analýzou báňsko-technických podmínek vybraných ložisek nerostných surovin. Hlavním cílem rešerši je systematika dobývacích metod, nástroje pro výběr vhodné dobývací metody, možnosti dimenzování výztuže důlních děl a báňsko-technické informace o potenciálních ložiscích v ČR.

6. Vybrané suroviny (popř. odpady) budou v rámci CEEMIR podrobeny technologickému výzkumu, který má za úkol ověřit

možnosti získání užitkových složek z jednotlivých ložiskových formací a úložišť odpadů, s prioritním zaměřením na efektivnost a environmentální aspekty. V této souvislosti bude zvýšená pozornost věnována především moderním variantám technologických procesů úpravy a zpracování surovin, které splňují ve většině případů hledisko vysoké technologické účinnosti a zároveň environmentální bezpečnosti, protože se během nich nemění chemická podstata zpracovávaných surovin a nedochází ke vzniku nebezpečných odpadních produktů.

7. Řešení problematiky ekonomických aspektů těžby ložisek nerostných surovin má za cíl vytvoření metodického postupu pro stanovení základních parametrů odhadu budoucí hodnoty zdroje nerostné komodity. Na jeho základě bude možné doporučit jeho využívání.

3 Příklady vybraných výsledků projektu po dvou letech řešení

Níže jsou uvedeny příklady dosud dosažených výsledků řešení projektu CEEMIR. Vzhledem ke smlouvě mezi poskytovatelem projektu, tj. Technologickou agenturou ČR a příjemci projektu, jsou všechny dosažené konkrétní výsledky majetkem poskytovatele a není možné je publikovat v celé jejich šíři. Proto zde pro představu o komplexnosti projektu CEEMIR uvádíme pouze jejich stručný nástin.

3.1 Možnosti zpracování Sn-W rud na území ČR

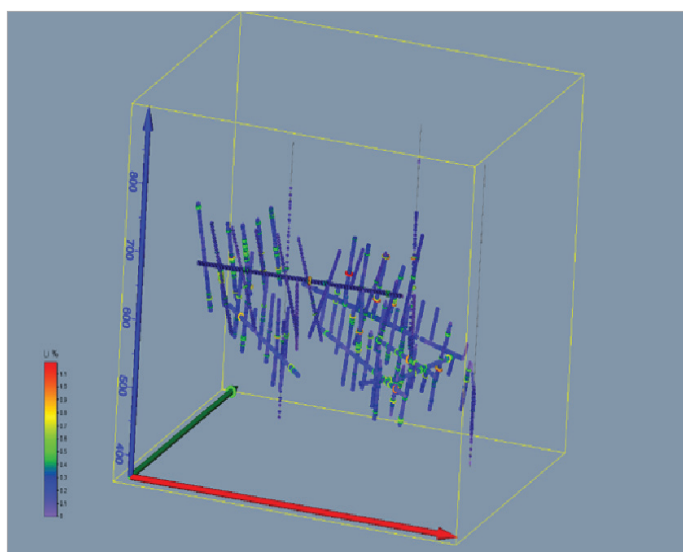
Mezi významné součásti projektu lze zařadit získávání nových poznatků o možnostech zpracování Sn-W rud na území ČR a s tím související problematice produkce Li, Rb a Cs.

Jedním z možných zdrojů pro získání uvedených kovů mohou do budoucna být dosavadní úložiště odpadů po úpravě Sn-W rud. Poměrně podrobným způsobem byla pomocí vrtů zmapována hlavní úložiště těchto odpadů v oblasti Cínovce a Horního Slavkova, na nichž je uloženo přibližně 3 350 000 m³ odpadního materiálu s průměrným obsahem 0,27 % Li a 0,20 % Rb, popř. také Cs. Z toho je zřejmé, že by tento odpad mohl sloužit v první fázi jako významný zdroj strategických kovů. Přihlédneme-li k zásobám nevytěžené rudy na ložiskách Cínovec a Krásno (přibližně 67 Mt rudy), představují tyto materiály pro výrobu lithia a rubidia poměrně mohutný potenciál. V krušnohorské oblasti se však vyskytují i jiné zdroje lithných slíd (granitoidní horniny), které nebyly do současné doby blíže prozkoumány a představují dle současných poznatků značný potenciál.

Z dnešního pohledu budou jistě zajímavé i obsahy jiných strategických kovů zařazených mezi kritické suroviny EU, kterým nebyla v minulosti věnována téměř žádná pozornost. Jde především o tantal a niob, které se v ložiscích pneumatolyticko-hydrotermálního typu koncentrují ve wolframitu a kasiteritu a při úpravě přecházejí do wolframitového či kasiteritového koncentrátu.

3.2 Získávání dalších kovů při zpracování uranové rudy

Uranová ruda z ložiska Rožná (Diamo s.p.), která je dále chemicky zpracovávána v přibližném objemu 150 tis. t/rok, obsahuje kromě uranu v menší, nicméně zajímavé, míře také další prvky. Na základě předběžných analýz byly jako ekonomicky



Obr. 1: Prostorová 3D vizualizace prostorového rozmístění průzkumných děl spolu s proporcionálním zobrazením obsahu Li v jednotlivých vzorcích. (autor: F. Staněk)

zajímavé vytipovány: molybden, niob, vanad a tantal. Tyto kovy se z rudy louží stávajícími technologiemi a procházejí společně s uranem prakticky celým procesem úpravy. Odhadovaná množství těchto kovů jsou sice relativně malá (řádově tuny ročně), avšak nalezením jednoduchého postupu jejich separace (sorpce na iontoměničce, chemické srážení a další) by bylo možné dosáhnout zlepšení ekonomiky a zefektivnění stávající výroby uranového koncentráту.

Vzhledem k výtěžnosti stávající technologie, která činí 90 % z celkového obsahu uranu ve zpracovávané rudě, zde vzniká potenciál pro další zpracování, a to za účelem získání zbylých 10 % uranu, případně pro získávání výše zmíněných minoritních kovů. Zdrojem pro toto přepracování již zpracované rudy by bylo odkaliště, na kterém je doposud uloženo 15 mil. t rmutu. V rámci CEEMIR jsou laboratorně testovány různé možnosti loužení jako alkalické, kyselé, atmosférické či tlakové loužení s využitím různých oxidantů. Po provedení analýz získaných výluhů budou pro separaci kovů testovány jak sorpční, tak srážecí postupy. V případě testů kyselého loužení je možné soubor loužitelných složek rozšířit i o vzácné kovy, případně kovy vzácných zemin – zejména lanthanoidy.

Výsledky získané z tohoto výzkumu jsou posuzovány vždy ve třech rovinách. Prvním hlediskem je množství daného kovu v rudě, posuzována je též technická náročnost získání těchto kovů a v neposlední řadě je přihlíženo k ekonomické výhodnosti celého procesu v porovnání s cenou získaného kovu nebo jeho koncentráту a prodejnosti vyrobeného materiálu.

3.3 Získávání Li, Rb a Cs z jílové suroviny

Práce prováděné v rámci projektu členem konsorcia, společností Sedlecký kaolin, a.s., byly zaměřeny především na vytipování a charakteristiku surovin se zvýšenými obsahy zájmových kovů (Li, Rb a Cs). Na rozdíl od dříve prováděných a publikovaných prací byl výzkum zaměřen komplexněji a všiml si nejen obsahu vzácných prvků a zemin v silikátové hornině, tj. v surovém kaolinu s velmi nízkým obsahem minerálu kaolinitu, ale i v mateční hornině, tj. v granitu (žule). Pozornost byla věnována rovněž vlivu technologické úpravy surovin (třídění, plavení a magnetická separace) na nakoncentrování obsahu těchto kovů. V centru pozornosti byla přitom především biotitická slída ve snaze prokázat, že je z pohledu metalických prvků stejně důležitým slídovým minerálem jako muskovit (světlá slída) ze suché technologie zpracování smrčinské žuly na lokalitě Velký Luh a Plesná. Ideově tak práce navazuje na představu účinné magnetické separace hrubozrnných kaolinů a využití tmavě černých odpadních písků s vysokým obsahem biotitu po magnetickém přečištění při maximálním zhodnocení silikátových surovin a jejich odpadních produktů. Kromě zajímavých plavených kaolinů a živcových produktů s výjimečnými vlastnostmi (např. hrubozrnný kaolin MKE s velmi rychlou tvorbou střepe na sádře, Sedlec Ia anglického typu s vysokým obsahem K_2O , Sedlec Ia s vysokou plasticitou, Sedlec Ia s extrémně vysokou mechanickou pevností, Sedlec Ia s obsahem barvicích oxidů do 0,50 hm.%, jemná a čistá živco-křemenná směs, plavený živcový kaolin apod.) bude tak možné získávat koncentrát biotitické slídy, resp. směsi biotické a muskovitické slídy, obohacený o vzácné prvky typu Li, Rb, Cs apod.

4 Závěr

Cílem příspěvku bylo především představení projektu Centrum kompetence efektivní a ekologické těžby nerostných surovin, východisek jeho vzniku, zaměření jeho cílů, jednotlivých členů konsorcia řešitelů projektu a stručné nahlédnutí do řešených a dosažených výsledků. Zároveň byl zmíněn přístup EU k CRM a nastíněny možnosti jejich výskytů a získávání na území ČR. Závěrem je možné konstatovat, že nejlépe přístupné zásoby CRM surovin v ČR jsou minulou těžbou téměř zcela nebo částečně vyčerpány. Nicméně existují ověřené zásoby a potenciální zdroje Li, W, fluoritu a grafitu. Neověřené zdroje Nb, Ta, Rb, REE mohou doprovázet rudy Sn-W-Li, U ale i dalších kovů. Mohou být i v odpadech (haldách či odkalištích) po minulé těžbě rud. Potenciálním zdrojem Ge může být těžba uhlí, zdrojem In obnovená těžba Zn rud. Stát by měl podporovat výzkum a vyhledávání zdrojů CRM a umožnit následný průzkum, případně využití, na nadějných lokalitách a zároveň chránit ložiska a zdroje těchto surovin. Je proto nutné využít moderních a šetrných metod pro komplexní vytěžení ložisek a získání všech surovin.

Práce na řešení cílů projektu budou probíhat také v letošním roce, kdy v jeho závěru proběhne důležitá kontrola projektu ze strany poskytovatele. V případě jejího pozitivního závěru budou práce na projektu CEEMIR probíhat až do konce roku 2019.

Poděkování

Příspěvek vznikl s podporou programu Centra kompetence TA ČR „Centrum kompetence efektivní a ekologické těžby nerostných surovin“ TE02000029.

Literatura

- [1] Communication from the Commission to the European Parliament and the Council - The raw materials initiative: meeting our critical needs for growth and jobs in Europe { SEC(2008)2741 } /* COM/2008/0699 final */ - (<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/NOT/?uri=CELEX:52008DC0699>)
- [2] Critical raw materials for the EU. Report of the Ad-hoc Working Group on defining critical raw materials. - (http://ec.europa.eu/enterprise/policies/rawmaterials/documents/index_en.htm)
- [3] Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European economic and social committee and the committee of the regions tackling the challenges in commodity markets and on raw materials. On the review of the list of critical raw materials for the EU and the implementation of the Raw Materials Initiative /* COM/2014/0297 final */ - (<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52014DC0297>)
- [4] STARÝ, J. (ed.): Surovinové zdroje České republiky. Nerostné suroviny. Česká geologická služba, Praha, 2014.