DOT

REE po deseti letech, bez důvodu k optimismu

„Je-li to pro ně užitečné, lidé ochotně věří teorii,

z níž neznají více, než její název.“

Alfredo Pareto (1927)

Technickou vyspělost i budoucnost určují REE („vzácnézeminy“[[1]](#endnote-1))

Přestože některé prvky skupiny REE jsou známy již déle než 200 let, jejich využívání ve větším měřítku je výsledkem technologického pokroku a aplikací hlavně posledních třiceti let. Na dodávkách čistých kovových REE nebo jejich oxidů je v současnosti závislá celá řada vyspělých průmyslových odvětví, zároveň dochází k přeskupování specifického použití jednotlivých REE nebo jejich směsí. Významný podíl na spotřebě mají tzv. OZE technologie. Některé země, pro něž je zásobování REE surovinami zásadní (Japonsko, USA, Německo), je zařadily mezi strategické suroviny, jejichž plynulé zásobování je nezřídka kritické.

V období od roku 2003 si vytvořila Čína téměř monopolní postavení světového producenta REE a zároveň se sama stala největším světovým primárním spotřebitelem REE. V roce 2010 ohlášené restrikce dodávek z Číny pro další období, způsobily na trhu s REE paniku, přiživovanou některými analytiky s jejich pesimistickými odhady saturace světové poptávky v dalším, nejméně pětiletém období. Pesimistické prognózy následoval strmý růst cen.

Obnovení průzkumných prací a revize známých ložisek a výskytů REE ukázaly, že situace není zdaleka tak kritická a čínské omezení exportu REE bude pokryto z jiných zdrojů mimo Čínu ve velmi krátké době. Již v průběhu prvního čtvrtletí 2013 reagoval trh dočasným poklesem cen REE.

Letmo z historie

Prvním objeveným prvkem ze skupiny REE bylo yttrium, resp. jeho oxid Y2O3. V roce 1788 švédský mineralog Bengt Reinhold Geijer (🟋1758-✞1815) analyzoval nový minerál z lomu poblíž Ytterby, podobající se kousku uhelného dehtu. Geijer se domníval, že obsahuje wolfram. Autorství objevu však je připisováno finskému chemikovi a mineralogovi Johanu Gadolinovi (🟋1760-✞1850), který tento minerál také podrobil analýze a identifikoval v něm nový oxid, který nazval yttrium. Anály nejsou jednotné, pokud jde o rok objevu, uvádí se roky 1789 a 1794.

Tak či onak, byla zahájena pozoruhodná, více než 150letá historie postupného objevování a identifikování prvků skupiny, jejíž poslední prvek – v přírodě se nevyskytující Promethium (Pm) - byl objeven až v roce 1944.

Pozoruhodné na prvním objevu je, že čisté kovové yttrium izoloval až v roce 1828 Friedrich Wohler (🟋1800 -✞1882) a téměř o století později Jean Charles-Gallisard de Marignac, černý minerál, v němž J. Gadolin určil oxid yttritý, nazval gadolinitem a nový izolovaný kovový prvek skupiny nazval gadoliniem, na počest J. Gadolina [2].

***‚Vzácné zeminy‘***, jsou metalické prvky, které se v horninovém prostředí nevyskytují v čistém stavu, pro svoji vysokou chemickou reaktivitu. Jako dceřiné produkty rozpadových řad přírodních radioizotopů U a Th se v horninovém prostředí zemské kůry vcelku hojně vyskytují vázáné na formace alkalických magmatických hornin, většinou různých typů syenitů, syenodioritů, jejich žilných (pegmatitů) i výlevných ekvivalentů, v karbonatitech, méně pak v metamorfních horninách.

Zástupci REE tvoří kationové izomorfy ve více než 40 horninotvorných minerálech (oxidy, silikáty, uhličitany, fluoruhličitany aj.). Typickým REE minerálem je fluorkarbonát bastnäsit ((Ce,La,Y)CO3F). Z primárních hornin jsou uvolňovány exogenními procesy, a buď zůstávají na místě jako součást reziduí, nebo jsou následným transportem akumulovány v pestré škále sedimentárních hornin jako allotigenní minerály (typicky monazit nebo skupina Rare Earth Oxides – REO, ale také dlouhá řada dalších, tzv. těžkých minerálů), během diageneze mohou přecházet do vznikajících autigenních minerálů a tvoří v nich kationovou složku, většinou několika REE, obvykle zastoupených velmi proměnlivým podílem.

Obdobně vznikají ložiskově zajímavé akumulace REE v oceánském prostředí, kde jejich hlavním primárním zdrojem jsou výlevy alkalických bazanitů (intruze diferencovaných plášťových silikátových tavenin v aktivních zónách) a vulkanické procesy oceánského dna, včetně výronů těkavých látek ze subvulkanických a postvulkanických hydrotermálních ústí (tzv. „black smokers - černí kuřáci“), sekundárním zdrojem pak jsou sedimentární depozice z okolních pevnin, včetně eolických. Na sklonku roku 2022 oznámili japonští výzkumníci, kteří prováděli průzkum oceánského dna v okolí Havajských ostrovů a podél Císařského hřbetu, že v sedimentech oceánské pánve se nacházejí miliardy tun REE (vedle dalších). Vedoucí týmu prohlásil: „V bahně oceánského dna se na ploše jednoho čtverečního km nachází tolik lanthanoidů, že by to pokrylo pětinu světové spotřeby na 10 let.“

Proti jeho prohlášení okamžitě vystartovaly desítky NGO a samozvaných *‚ochránců přírody‘* prezentujících se jako *‚experti‘* na mořskou biologii vyhrožujících nenávratnou zkázou života v oceánech, vyhynutím velryb a delfínů a mnoha dalšími nepodloženými, nezřídka zcela stupidními argumenty, recyklovanými ještě z dob, kdy organizace *‚Greenpiss‘* zahájila svůj stínový boj za záchranu planety Země a přilehlého Vesmíru. Existují však podstatně vážnější, technické a technologické problémy, protože ložiskově zajímavé koncentrace REE se nacházejí v hloubkách 3 000 m (na svazích oceánských horstev) až 6 000 m (hloubka dna oceánských pánví), kde samotná těžba a doprava na hladinu klade mnohdy nepřekonatelné překážky technického charakteru (nutnost vývoje spolehlivé robotické těžby). Na to navazuje další řetězec potíží, počínaje separací a produkcí REE koncentrátu, jeho chemické či hutní zpracování na kovové čisté prvky či oxidy, karbonáty nebo chloridy s násobným množstvím odpadu – pevného i chemického.

Jsou potvrzeny i výskyty extraterestrické (1) a dokonce již existují společnosti plánující jejich využívání v budoucnosti.

Jak je to s *‚vzácností‘* lanthanoidů

Téměř všechny REE jsou známé již od 19. století, kdy byla většina z nich identifikována, avšak obtížnost jejich izolování v čistém stavu, byla společnou příčinou pro jejich označení ***‚vzácné zeminy‘***, které z hlediska jejich skutečného rozšíření v zemské kůře **rozhodně není přesnou charakteristikou**. Například cer je na 25. místě výskytu přírodně se vyskytujících prvků v zemské kůře a thulium, **nejméně** se vyskytující prvek skupiny REE, je obecně na 61. místě. Terbium je uváděno na 14. místě mezi REE [1], tj. na 56. až 59. místě všeobecně.

Ortodoxně jsou lanthanoidy, podle oficiální chemické nomenklatury, skupinou pouze 15 prvků, které se v periodické tabulce chemických prvků nacházejí v periodě 6, začínají lanthanem v grupě 3b (obr. 1). Jako prvky, které mají velmi specifické uspořádání atomů a shodné nebo podobné doplňování elektronového obalu, jsou proto uváděny v samostatné doplňkové tabulce, paralelně se skupinou aktinoidů (perioda 7).

V současnosti se do skupiny REE zahrnují:

* skandium (Sc) a ytrium (Y), tj, dva prvky grupy;
* lanthanoidy, tj lanthan +14 prvků – tedy celkem 17 prvků přechodové skupiny kovů.

Z hlediska pozice v periodické tabulce, ale také spektra vlastností a specifik jejich použití, se REE rozlišují na „lehké“ a „těžké“ REE, mezinárodně označované jako ‚*light REE‘ (LREE)* a ‚*heavy REE‘ (HREE)*, přičemž *‚lehké‘* REE se v přírodě vyskytují častěji - až ve stonásobných koncentracích, než *‚těžké‘*. Nejlépe je to zřejmé z přehledu (viz Tab. 1).

Tab. 1: REE přehled pořadí výskytu prvku v zemské kůře, základní fyzikální vlastnosti a rok objevu (podle (1), upraveno)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **REE přehled výskytu a fyzikálních vlastností** | | | | | | | | | |
| **Skupina** | **Prvek REE** | **Chem. zn.** | **Výskyt v zem. kůře** | **Hustota** | **Teplota tavení tt** | **Teplota varu tv** | **Poč. izotopů celkem** | **Stabilní izotopy** | **Rok objevení** |
| **Název** |  | **Pořadí** | **[kg.m-3]** | **[°C]** | **[°C]** | **ni** | **nis** | **Rok** |
| **Light Rare Earths Elements (LREE)** | Scandium | Sc | 42 | 2 989 | 1 541 | 2 836 | 28 | 1 | 1879 |
| Lanthan | La | 29 | 6 150 | 918 | 3 464 | 49 | 2 | 1803 |
| Cer | Ce | 25 | 6 770 | 798 | 3 449 | 44 | 4 | 1803 |
| Praseodym | Pr | 41 | 6 770 | 931 | 3 520 | 45 | 1 | 1885 |
| Neodym | Nd | 28 | 7 010 | 1 021 | 3 074 | 47 | 7 | 1885 |
| Samarium | Sm | 39 | 7 520 | 1 074 | 1 794 | 41 | 7 | 1853 |
| **Heavy Rare Earths Elements (HREE)** | Promethium | Pm | 0 | 7 300 | 1 042 | 3 000 | 64 | 0 | 1944 |
| Yttrium | Y | 27 | 4 469 | 1 522 | 5 338 | 50 | 1 | 1788 |
| Europium | Eu | 55 | 5 243 | 822 | 1 529 | 45 | 2 | 1901 |
| Gadolinium | Gd | 40 | 7 900 | 1 313 | 2 723 | 39 | 7 | 1880 |
| Terbium | Tb | 59 | 8 230 | 1 356 | 3 230 | 52 | 1 | 1843 |
| Dysprosium | Dy | 43 | 8 540 | 1 412 | 2 567 | 39 | 7 | 1886 |
| Holmium | Ho | 50 | 8 790 | 1 474 | 2 700 | 57 | 1 | 1879 |
| Erbium | Er | 46 | 9 070 | 1 529 | 2 868 | 39 | 6 | 1877 |
| Thulium | Tm | 61 | 9 320 | 1 545 | 2 950 | 46 | 1 | 1879 |
| Ytterbium | Yb | 45 | 6 965 | 819 | 1 196 | 37 | 7 | 1878 |
| Lutetium | Lu | 60 | 9 840 | 1 663 | 3 402 | 59 | 2 | 1907 |

K čemu jsou REE

Díky svým specifickým fyzikálně-chemickým vlastnostem se REE staly nezbytnou materiálovou součástí dlouhé řady tzv. *hi-tech* výrobků, přístrojů, zařízení a materiálů. Někteří autoři v této souvislosti trochu přehnaně hovoří *o „třetí technologické revoluci“.*

Vzrůstající význam REE pro vývoj nových materiálů optimisticky prognózovali [4] takto:

*„Klasické kovové materiály zůstanou sice ještě cca 15-20 let hlavním těžištěm obecné produkce. V metalurgii se vysoká afinita lanthanoidů ke kyslíku uplatní při odkysličování roztavených kovů a malé přídavky lanthanoidů do různých slitin mají vliv na výsledné mechanické vlastnosti produktu. Například oceli nebo litina pak vykazují vyšší tvárnost a kujnost a mají vyšší mechanickou odolnost. Prognostické úvahy hovoří o náhradě cca 20 % klasických materiálů do r. 2010 a až 50 % do r. 2050.“*

Lanthanoidy jsou široce používány v elektrotechnice, elektronice a optoelektronice, např. pevné disky (HDD) v počítačích, optická skla, zesilovače signálu v optických sítích, vysoce účinné magnetické slitiny aj. a v automobilním, leteckém a zbrojním průmyslu.

**Stinnou stránkou je jejich neodmyslitelné současné i budoucí využití v energetice.** Tím je míněna ta část výroby energie v tzv. **OZE** (dnes *‚vyoslená‘* a hojně používaná zkratka pro ***Občasné Zdroje Energie***), tj. oblast fotovoltaiky a větrných elektráren, kde vzhledem k jejich náročnosti materiálové, prostorové, nízké životnosti i účinnosti, směšnému přínosu do elektrizační soustavy a absurdní dotované ceně vyrobené elektrické energie, **je masívní spotřeba použitých REE neskonalým a nesmyslným plýtváním vzácnými přírodními zdroji**. Např. na výrobu větrníku o instalovaném výkonu 2,5 MW je zapotřebí přes 1 000 kg REE (jen neodymu, je zapotřebí až 1000 kg neodymu v neodym-ferit borátových magnetech (NdFeB magnety) ke stabilizaci výkonu pří kolísání větru, o tisících kubíků betonu, stovkách tun oceli, mědi, vysoce pevných kompozitů na vrtule (mmch. z významné části vyrobených z ropy), které nelze recyklovat ani beze zbytku likvidovat, jen se hromadí na deponiích.

Ostatně většina velkých výrobců FV panelů (mimo Čínu) krachuje nebo se sama dostává do vážných finančních problémů, které svojí dotovanou produkcí vyvolali [8]. Nabídka FV panelů daleko překračuje poptávku a s poklesem dotací lze očekávat další snižování poptávky a omezování jejich výroby. Pozitivním efektem bude uvolňování poptávky po REE pro smysluplnější využití, než jejich umrtvování ve výrobě nízkoúčinných OZE. Extrapolované odhady „expertů“, věštící další boom fotovoltaiky v příštím desetiletí [9] v řádu desítek miliard dolarů, jsou mimo realitu, mj. také proto, že budou dožívat první fotovoltaické farmy, jejichž účinnost již tak ubohá, po 10 letech ještě klesá z celé řady důvodů. Krátké vzedmutí přesunu dodavatelů FV panelů k soukromým investorům se i přes **masivní dotace** (tj. nedobrovolné příspěvky na FV střešní soukromé panely, kterými jsou doslova okrádání ti, kteří si je nepořizují) brzy nasytí. Zde je naprostou nehorázností veřejné, vládou podporované, tedy legalizované, okrádání koncových spotřebitelů elektrické energie polostátním ČEZem, který si ve fakturách za odběr el. energie účtuje za tzv. OZE pravidelnou částku (podle odběru nebo podle instalace v odběrném místě), kterou ve fakturách **eufemisticky označuje za *‚příspěvek‘,* ale proti které se odběratel nemá jak bránit.** Tím se ČEZ zařazuje dlouhodobě mezi FV a VE elektrošmejdy…

Také tolik opěvovaná a nadšenými diletanty prosazovaná tzv. ***‚vodíková energetika‘***, které je předpovídána velká budoucnost, je i **v teoretické rovině nemyslitelná bez REE**, jak v oblasti výroby, tak i skladování a transportování H2. Z několika důvěryhodných *feasibility* studií vyplývá, že z energie potřebné pro samotnou výrobu vodíku, jeho uskladnění, transport a distribuci, zbyde na konci řetězce jen necelých 25 %, tedy s bídou jedna čtvrtina vložené energie. Vodíková energetika v současnosti a zcela jistě také v dohledné budoucnosti je jenom dalším plýtváním zdroji – přírodními i finančními. No, nekupte to! Tam, kde se ve velkém plýtvá se i snadno *‚odklání‘* z financí uloupených občanům, kteří jsou vždy těmi, kdo dostane konečný účet.

Neméně smutné je stejné neodůvodnitelné masivní plýtvání vzácnými zdroji včetně REE + Li v tzv. ‚elektromobilitě‘, která je proti spalovacím motorům absolutně nekonkurenceschopná (na to přišli již naši předkové v 19. stol. a elektromobily zavrhli jako ‚slepou uličku‘), zato těžkým kladivem prosazovaná s byrokratickou podporou EU, spočívající v likvidaci konkurence – Fit For ‘55, New Green Deal, EU norma E7.

Z bývalého evropského společenství uhlí a oceli se stal nenasytný a rozhazovačný Otesánek, průzkumník dávno známých *‚slepých uliček‘,* se všemi negativními znaky zarputilého socanství (viz ono známé zabití zlaté husy) namířeného proti většině občanů EU.

**Na tomto místě se musím čtenářům TEMA omluvit – v minulém, tj. 4/2022 čísle, jsem uvedl, že EU komise plánuje na investice v rámci New Green Dealu nesmyslné částky ve stovkách miliard €, avšak zaměnil jsem evropské bilióny za americké (jak mi potvrdil P. Staněk) a ubral tak o tři řády z výše uváděných sum, naplánovaných k bezhlavému vyhození oknem.**

Poraďte!

Jak tohle šílenství zatavit? Lze to ještě nekrvavou cestou?

Tedy korekce: **Do rozvoje a výstavby OZE, elektromobility, ale zároveň také likvidace energetických, dopravních a průmyslových systémů založených na fosilních palivech, se EK v celé EU chystá nalévat absurdní objemy peněz (výrobci i prodejci FV panelů a větrníků si mnou ruce, Číňané se hlouposti evropanů smějí, ale také si mnou ruce):**

* **do roku 2030 částku 161 biliónů €, tj. v průměru 20,125 biliónů €/rok;**
* **a do roku 2050 částku 680 biliónů €, tj. v průměru 34,0 biliónů €/rok.**

Z prohlášení Uši z Leyna není zřejmé, zda těch prvních 161 biliónů € je zahrnuto do těch 680 biliónů € nebo zda je těch 680 biliónů € plánováno na období 2030 – 2050. Současné světové HDP se pohybuje okolo 100 biliónů US $ (podle IMF v roce 2022 101,6 biliónů US $), což je 95,13 biliónů € (jen připomínka: bilión v Evropě je 10 na 12, čili 1 000 miliard). Pozorný čtenáři: Raději se ani nepokoušejte si tyto částky přepočítat na koruny, rozbušilo by se Vám srdce a zatočila hlava (kurzy k 6.3.2023: 1 US $ = 22,06 Kč; 1€ = 23,56 Kč).

Nezapomínejme, že *‚pětidomoliční‘* Fialova vláda všechny tyto nesmysly podporuje a prosazuje s devótním předklonem směrem do Berlína, Brusele i Washingtonu a také na domácí půdě. Podle dluhového počítadla činil státní dluh ČR k 6.3.2023: **2,863 biliónu Kč. A jen za únor 2023 se zvýšil schodek státního rozpočtu ČR o 119,7 miliard Kč (v roce 2022 to bylo jen o 45,3 miliardy Kč)…** Neschopnost, ale i neuvěřitelná arogantní nestydatost pětidemolice překonává všechno, co dosud tento národ zažil, včetně vlády/nevlády prvního Lucemburka na českém trůně.

Stále však nebylo zrušeno, a to ani hlasováním EU parlamentu, že za blbost se platí! A tento účet bude opravdu mastný.

REE v hi-tech technologiích a aplikacích

Každý mobilní telefon, tablet, notebook, TV přijímač, DVD přehrávač, reproduktor (od špuntů do uší po velké reprosoustavy) obsahuje mimo plastů, klasických kovů (Au, Ag, Cu, Mg, Li atd.) také REE, od zlomků gramů po desítky gramů. Totéž platí o IT i měřící technice, medicínských přístrojích. Prostě REE jsou všudypřítomnou součástí našeho světa, mnohdy aniž to jen tušíme.

Známé je využití ve výrobě barevných LCD a LED panelů i počítačových displejů, kde jsou významné především sloučeniny europia a yttria. Sloučeniny terbia a yttria jsou nezbytné pro výrobu luminoforů. Chemicky jsou to různé chalkogenidy, fosfáty, halogenfosfáty, silikáty, oxidy, arzeničnany, germaničnany, wolframany či oxisulfidy. Jako kationty jsou nejčastěji zastoupeny kovy jako Zn, Cd, Cs, Mg, Sr, Be aj. Aktivátory jsou různé těžké kovy, ale hlavně lanthanoidy La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Tb, Dy, Er, Tm a Y [4]

HREE se významně uplatňují v jaderné energetice. K tomu je předurčuje jejich vysoký účinný průřez usnadňující zachycení neutronů. Jsou proto součástí slitin užívaných k výrobě moderátorových tyčí pro regulaci jaderných reaktorů.

Velký význam mají REE v materiálech pro výrobu laserů. Za všechny je možno zdůraznit význam pro konstrukci vysoce výkonných YAG laserů, založených na umělých granátech (např. Y3Al5O12), které se uplatňují v medicíně nebo při obrábění a řezání kovů.

Další využití mají při výrobě antikorozních materiálů, materiálů s tvarovou pamětí, žáruvzdorných, žáropevných a tepelně izolačních materiálů.

Významný podíl spotřeby tvoří katalyzátory pro rafinaci ropy, ale i katalyzátory v automobilech.

Zatím ani zdaleka není plně využívaný potenciál REE v energetice. Především je to oblast využívání vysokoteplotní supravodivosti pro přenosy a transformaci. Vysokoteplotní supravodivé keramické materiály s REE vytvářejí předpoklady zejména pro řešení problematiky úspor a transportu energie, vývoj výkonných elektroenergetických zařízení. Také vývoj supravodivých keramických kompozitů s podílem REE je spojován s energetikou budoucnosti. Budoucnost rozhodně není ve fotovoltaice a větrnících.

Zásoby a těžba REE

V roce 2013, kdy byla napsána první odborná verze (+prezentace) tohoto pojednání do sborníku Czech Stone Cluster & al., u příležitosti konference konané 10. 12. dubna 2013 (2), vládla na surovinových trzích s REE panika, která vyvolala strmý růst cen, který s nevelkými oscilacemi trvá dodnes. Tehdy reagovala Čína na pokusy Japonska etablovat se na nově ověřených ložiscích REE ve Vietnamu (tedy udělat něco, čím se ohánějí v EK – viz naprosto pitomé výroky F. Temmermanse, ale i mimoňských politiků téměř celé Evropy), tj. **diverzifikovat zdroje. Čína tehdy poprvé významněji vycenila zuby a zavedla restrikce na vývoz a prodej REE s odkazem na vlastní spotřebu. Mohla si to dovolit. V té době již čínské společnosti – ať již veřejně nebo skrytě – kontrolovala 90 % ověřených světových zásob REE.** Zděšení, které zavládlo mezi průmyslově rozvinutými a technicky vyspělými zeměmi se změnilo v paniku, když jednotlivé vlády zjišťovaly, že diverzifikace je skvělá věc, ale jestliže není kde diverzifikovat, jsou takové diverzifikační proklamace na úrovni zbožného přání.

**Diverzifikovat zdroje lze, je-li v převisu nabídka nad poptávkou.** Pokud jsouvýrobnířetězce podvázány již na samém počátku, nastává imploze celých výrobních struktur založených na systému ‚just in time‘, tj. šetření nákladů bez vytváření skladových zásob. To se ostatně opakovalo, byť z jiných důvodů, při celosvětové covidové panice kombinované s krizí energetických dodávek, jako výsledku hloupých a neúčinných obstrukcí obchodní výměny a dodávek surovin, které měly poškodit ekonomiku RF.

Světová produkce a spotřeba v roce 2010 byla odhadována v rozpětí 125 000 až 136 100 tun, z toho Čína vyprodukovala v roce 2010 až 130 000 tun. Odhady byly a jsou kvantifikovány na základě analýz produkce konečných výrobků, zařízení a poloproduktů, které byly předmětem obchodu. Z tohoto důvodu také vzniká tak velká diference mezi vykazovanou produkcí REE (včetně REO - oxidů REE) a spotřebou – část suroviny zůstává nezpracována v zásobách, navíc samotné vstupní surovinové bilance spočívají na aproximacích z různých zdrojů a podle ne vždy kompatibilních metodik. V neposlední řadě je to i černý trh, kterým projde ročně nekontrolovatelné množství v řádu tisíc až deset tisíc tun.

Odhady výhledu světové spotřeby k roku 2015 se pohybovaly mezi 185 000 až 210 000 tunami, z toho odhad čínské produkce 140 000 tun, ale zároveň také růst vlastní spotřeby ze 73 000 tun (2010) na 111 000 tun v roce 2015. Samotná Čínská asociace průmyslu REE (Chinese Rare Earth Industry Association) odhadovala růst vlastní produkce jen na 130 000 tun v roce 2015 (3), (4).

Z toho vyplývalo, že nečínská produkce by se musela významně zvýšit na 45 000 až 70 000 tun/rok, aby se pokryla zbývající, dosud nepokrytá, avšak prognózovaná poptávka, která nemohla být uspokojena omezujícím se čínským vývozem. V této souvislosti je pozoruhodné, že celosvětově byly v ekonomicko-surovinových analýzách, statistiky i úvahy o produkci rozděleny na to, co vyprodukuje a spotřebuje Čína a zvlášť je hodnocen zbytek světa, podobně jako v citované zprávě Kongresu USA (3).

Mezi roky 2010 až 2013 bylo zásobování lanthanoidy v USA opakovaně předmětem slyšení v senátu a v kongresu. Ve zprávě kongresu (2) byly rozebírány i důvody, v té době již nezpochybnitelné čínské dominance v těžbě i na světovém trhu, jakož i opožděné reakce a závislost USA na importu z Číny. Rozhodnutím kongresu byly REE deklarovány jako strategické suroviny s cílem vymanit se ze závislosti na Číně. USGS (geologická služba USA) byla pověřena revidovat ložiska na území USA, přehodnotit zásoby a možnosti znovu otevření nebo vybudování nového dolu. Pozornost se upřela k ložisku Mountain Pass (v platné licenci společnosti Molycorp), lomu uzavřeného již na počátku 90. let z ekonomických důvodů (způsobeného čínskými dumpingovými cenami). Ložisko bylo znovu otevřeno v roce 2013 s předpokladem, že do roku 2015 bude těžit 20 000 tun REE ročně. V roce 2021 se zde těžilo již 42 000 t a v roce 2022 těžba dosáhla 43 000 t REE. Perličkou je, že na nátlak NGO a aktivistů se vytěžený koncentrát nezpracovává v USA, ale posílá se do Číny ke zpracování.

Ložisko Bayan Obo (Bayun Obo), v provincii Vnitřní Mongolsko v Číně bylo objeveno v roce 1927 a představuje v současnosti největší (bilanční zásoby přes 120 miliónů t REE s průměrnou kovnatostí 6 %) a zároveň hlavní těžené ložisko REE nejen na Asijském kontinentu, ale i na světě (těžba pokusně probíhá na menších ložiscích v několika provinciích). Čína v roce 2021 vyprodukovala 168 000 t a v roce 2022 pak 210 000 t REE (podle USGS). Ještě se k němu vrátíme příště.

Evropa do doby roztržky Číny s Japonskem jenom přihlížela. Rostoucí panika po roce 2011 přiměla i těžkopádnou EU k hledání diverzifikovaných zdrojů (zejména Německo hledalo zdroje v Indonésii, Indii, Austrálii), ale podle svého dobrého zvyku s křížkem po funusu. V závěru roku proto vzbudilo nadšení prohlášení švédské společnosti LKAB, že byla dokončena první ověřovací etapa ložiska Per Geijer v sousedství slavné magnetit-hematitové formace Kiruna v severním Švédsku. Následovala smršť novinářské hlouposti v oslavných článcích, tvrdících, že bylo objeveno největší ložisko REE v Evropě (totiž jediné, pomineme-li ukrajinská a ruská ložiska) a že Evropa je zachráněna (pomineme-li, že ložisko je na území Švédska a jemu také patří!). Jenže suše podaná realita ukazuje, že z pěti ložiskových těles na ploše cca 30 km2 a do hloubky (zatím ověřené) 1 500 se nachází pět ložiskových těles s kovnatostí v desetinách %, pouze v tělese Nukutus jsou koncentrace REE do 1 %. Zároveň společnost LKAB oznámila, že těžba by mohla být zahájena za 10 až 15 let. Pochopitelně okamžitě vyrukovali samozvaní ochránci se spojenci v NGO a tvrdě napadli záměr ložisko využívat, třebaže vzhledem ke kovnatosti jsou zde REE pouze vedlejším produktem apatitových a magnetit-hematitových vrstev.

Ceny REE

Pro představu cenového vývoje současnosti, kdy po odeznění covidové paniky došlo k oživení trhu a růstu poptávky po REE tlačené zejména šílenými záměry Západu v oblasti elektromobility a tzv. OZE, když odezvou na rostoucí poptávku je nezanedbatelný růst cen. Za tímto účelem je v následující tabulce přehled cen kovových REE z roku 2019 a 2023, tj. nejčistší část zpracování REE rud. Čtyř a pěti devítkové kovy se prodávají po kg – vzhledem k ceně, ale pro další porovnávání s ostatními produkty – oxidy, kerbonáty, chlorid aj. jsou ceny přepočteny na cenu metrické tuny. Z celkových 79 obchodovaných produktů obsahuje tabulka jenom 28.



Obrázek 1: Přehled cen 28 REE prvků vesměs o vysoké čistotě nabízené na trhu a procentní růst cen mezi roky 2019 a 2023

Místo závěru

Není také bez zajímavosti, že pod tlakem poptávky automobilního průmyslu se také cena lithia (Li) jen za období 2019 – 2023 zdesateronásobila. Je to vlivem horečně upřednostňované sázky na elektromobilitu a podporované tzv. OZE.

Toto zajímavé téma rozhodně není uzavřené, jak z hlediska ekonomického, věcně materiálního, ale také navýsost politického, s dopady na technický a technologický vývoj a vlastně i do života občanů nejen Česka, EU, ale celosvětově. Jistě se mu budeme ještě podrobněji věnovat.

**Ing. František Kružík**

**9.3.2023**

Literatura a zdroje (výběr)

1. **Bruno, A.** Rare Earths Weekly Review: Rare Earth Meteorite Reminder? *ProEdgeWire.* [Online] ProEdgeWire.com, 19. 2 2013. [Citace: 23. 4 2013.] http://www.proedgewire.com/rare-earth-intel/rare-earths-weekly-review-a-friendly-reminder-from-the-sky-on-the-value-of-rare-earths/.
2. **Humphries, M.** *Rare Earth Elements: The Global Supply Chain.* Washington : Congresional Research Service, 2012. str. 31, Report for Congress USA. R41347.
3. **Zamarský, V., H., Raclavská a Matýsek, D.** *Mineralogie a krystalografie pro FMMI.* Ostrava : VŠB - Technická univerzita Ostrava, HGF - Institut geologického inľenýrství; Image studio s.r.o., 2008. str. 210. ISBN 978-80-248-1904-4.
4. **Vrábel, T.** Krachy solárníků už dostihly i Čínu, bankrotuje obří Suntech Více na: http://zpravy.e15.cz/byznys/prumysl-a-energetika/krachy-solarniku-uz-dostihly-i-cinu-bankrotuje-obri-suntech-966930#utm\_medium=selfpromo&utm\_source=e15&utm\_campaign=copylink. *Mladá fronta E15.cz.* [Online] Mladá fronta, 18. 3 2013. [Citace: 23. 4 2013.] http://zpravy.e15.cz/byznys/prumysl-a-energetika/krachy-solarniku-uz-dostihly-i-cinu-bankrotuje-obri-suntech-966930.
5. **Šmajs, J., Klíma, I. a Cílek, V.** *Tři hlasy.* Praha : Nakaladatelství Doplněk, 2010. str. 168. ISBN 978-80-7239-252-0.
6. **Starý, J., a další, a další.** *Surovinové zdroje ČR, Nerostné suroviny 2012, Statistické údaje do roku 2011.* Praha : ČGS, 2012. str. 236. elektronicky: [25.3.2013] < http://www.geology.cz/extranet/publikace/online/surovinove-zdroje/SUROVINOVE-ZDROJE-CESKE-REPUBLIKY-2012.pdf>. ISSN 1801-6693; ISBN 978-80-7075-804-5.
7. **Starý, J., a další, a další.** *Surovinové zdroje ČR, Nerostné suroviny (Stav 2007).* Praha : ČGS - Geofond, MŽP ČR, 2008. str. 413. elektronicky: [25.3.2013] <http://www.geology.cz/extranet/publikace/online/surovinove-zdroje/SUROVINOVE-ZDROJE-CESKE-REPUBLIKY-2008.pdf>. ISSN 1801-6693.
8. **Simon, J.** *The Ultimate Resource 2.* Princeton, NJ : Princeton University Press, 1996.
9. —. Resources, Population, Environment: An Over-supply of False Bad News. *Science.* 208, 1980.
10. **Pugsley, J.** Market for photovoltaic materials set to soar 52% to $27.2 bilion by 2018. *Metal -Pages.* [Online] Metal-Pages, 11. 6 2013. [Citace: 12. 6 2013.] https://www.metal-pages.com/news/story/71495/market-for-photovoltaic-materials-set-to-soar-52-to-272bn-by-2018/.
11. **Nosek, v.** Evropa se lekla. Většina států odmítá cla na čínské solární panely. *Mladá fronat E15.cz.* [Online] Mladá fronta, 27. 5 2013. [Citace: 10. 6 2013.] http://zpravy.e15.cz/byznys/prumysl-a-energetika/evropa-se-lekla-vetsina-statu-odmita-cla-na-cinske-solarni-panely-992065.
12. **Meadows, D. L., Meadows, D. H. a J., Randers.** *The limits to Growth: A Report for the Club of Rome´s Project on Predicament of Mankind.* New York : Signet Books, 1972.
13. **Mach, P.** Ničemná solární politika EU... *Neviditelný pes.* [Online] 10. 6 2013. [Citace: 12. 6 2013.] http://neviditelnypes.lidovky.cz/evropa-nicemna-solarni-politika-eu-dtv-/p\_zahranici.asp?c=A130607\_220824\_p\_zahranici\_wag. ISSN 1212-673X.
14. **Kynický, J., a další, a další.** *Nové ložisko REE Shaxiongdong v centrální Číně, část I: Významné asociace hornin a minerálů.* Zprávy o geologických výzkumech. Praha : Česká geologická služba, 2011. ISSN 0514-8057; ISBN 978-80-7075-769-7.
15. **Krebs, R., E.** *The History and Use of Our Earth´s Chemical Elements: A Reference Guide.* Second Edition. London : Greenwood Press, Westport, Connecticut, London, 2006. str. 422. ISBN 0-313-33438-2.
16. **Konětopský, A. a Gošová, R.** *Periodická soustava prvků.* Brno : Nakladatelství (C) MC Brno, 2002.
17. **Březová, K.** Jak moc vzácné jsou vzácné zeminy? [Online] 12. 10 2012. [Citace: 25. 3 2013.] http://brezova.blog.idnes.cz/c/294022/Jak-moc-vzacne-jsou-vzacne-zeminy.html.
18. **Berger, R.** www.rolandberger.us. *Roland Berger Strategy Consultants.* [Online] červenec 2012. [Citace: 12. únor 2013.] http://www.rolandberger.us/media/pdf/Roland\_Berger\_RareEarthChallenge\_20120724.pdf.
19. **News Content © Radio New Zealand International.** Sea bed minerals expert says time is right for rare earth mining. *Radio New Zealand International.* [Online] News Content © Radio New Zealand International, PO Box 123, Wellington, New Zealand, 6. 6 2013. [Citace: 18. 6 2013.] http://www.rnzi.com/pages/news.php?op=read&id=76586.
20. **IAMGOLD Corporation.** Rare Earth elements 101. *IAMGOLD Corporation.* [Online] IAMGOLD Corporation Toronto, 4 2012. [Citace: 25. 3 2013.] http://www.iamgold.com/files/REE101\_April\_2012.pdf.
21. **Wikipedie.** Heslo Lanthanoidy. *Otevřená encyklopedie.* [Online] 9. 3. 2013. [Citace: 25. 3. 2013.] http://cs.wikipedia.org/wiki/Lanthanoidy.
22. **GWMG – Great Western Mineral Group.** GWMG – Great Western Mineral Group. [Online] 7. 12. 2012. [Citace: 26. 3. 2013.] http://www.gwmg.ca/html/about\_rare\_earth\_elements/key\_stistics/index.cfm.
23. **Smutný, Milan.** ENERGETIKA: Děsivá neznalost. *Neviditelný pes.* [Online] © 2022 Neviditelný pes a MAFRA, a.s., 28. únor 2023. [Citace: 28. únor 2023.] https://neviditelnypes.lidovky.cz/klima/energetika-desiva-neznalost.A230227\_182905\_p\_klima\_nef. ISSN 1212-673X.
24. —. ENERGETIKA: Hrozí kolaps. *Neviditelný pes.* [Online] © 2022 Neviditelný pes a MAFRA, a.s., 2. březen 2023. [Citace: 2. březen 2023.] https://neviditelnypes.lidovky.cz/politika/energetika-hrozi-kolaps.A230301\_174220\_p\_politika\_nef. ISSN 1212-673X.
25. —. ENERGIE: Kde je pramen drahoty. *Neviditelný pes.* [Online] © 2022 Neviditelný pes a MAFRA, a.s., 18. únor 2023. [Citace: 20. únor 2023.] https://neviditelnypes.lidovky.cz/klima/energie-kde-je-pramen-drahoty.A230215\_165544\_p\_klima\_nef. ISSN 1212-673X.
26. **Jirsa, Tomáš.** EVROPSKÁ UNIE: V pasti boje s klimatem. *Neviditelný pes.* [Online] © 2022 Neviditelný pes a MAFRA, a.s., 2. březen 2023. [Citace: 2. březen 2023.] https://neviditelnypes.lidovky.cz/klima/evropska-unie-v-pasti-boje-s-klimatem.A230301\_180235\_p\_klima\_nef. ISSN 1212-673X.
27. ZELENÁ ENERGIE: Přenos bohatství od chudých k bohatým. *Neviditelný pes.* [Online] © 2022 Neviditelný pes a MAFRA, a.s., 25. únor 2023. [Citace: 26. únor 2023.] https://neviditelnypes.lidovky.cz/klima/zelena-energie-prenos-bohatstvi-od-chudych-k-bohatym.A230224\_191856\_p\_klima\_nef. ISSN 1212-673X.

1. ) REE je všeobecně známá zkratka z anglického Rare Earth Elements, ale jsou používány i další souhrnné názvy nebo názvy skupin (např. *Terre Rare* (TR), vzácné zeminy, seltene Erden, LREE, HREE, REO - oxidy). [↑](#endnote-ref-1)