Karolina Chyla

Strategiczny charakter pierwiastków ziem rzadkich

Pisma Humanistyczne 12, 275-294

2014

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

MUZEUM HISTORII POLSKI

Karolina Chyla

Strategiczny charakter pierwiastków ziem rzadkich

Wstęp

Jedną z wyraźnie dostrzegalnych cech współczesnego środowiska międzynarodowego jest jego złożoność i daleko posunięta współzależność. W połączeniu z dynamizmem zjawisk i procesów, a także rosnących potrzeb podmiotów na nim działających staje się ono niezwykle turbulentne. Dostrzegalne przyspieszenie będące jednym z następstw globalizacji wywołuje wzrost zapotrzebowania na energię, co jeszcze bardziej podkreśla znaczenie zaplecza surowcowego. Jednakże nie chodzi jedynie o surowce energetyczne. Rozwój ekonomiczny nie jest już uzależniony wyłącznie od surowców energetycznych, ale w coraz większym stopniu od postępu technologicznego, przez co w konsekwencji rośnie zapotrzebowanie na surowce niezbędne do pozyskania i rozwijania *high-tech*. Coraz większego znaczenia w tym względzie nabierają tzw. metale ziem rzadkich[1]. Celem artykułu jest przedstawienie specyfiki oraz obszarów występowania tych cennych zasobów. Poruszone kwestie pozwalają na dokonanie analizy przedsięwzięć w obszarze górnictwa MZR oraz prognozy ich wpływu na działania państw na arenie międzynarodowej w tym zakresie.

Specyfika metali ziem rzadkich

Grupę metali ziem rzadkich stanowi 17 pierwiastków w układzie okresowym Mendelejewa – 15 lantanowców (lantan, cer, prazeodym, neodym, promet, samar,

1 Metale Ziem Rzadkich, Tłum. ang. *Rare Earth* (RE), *Rare Earth Elements* (REE). W dalszej części pracy użyto skrótu MZR.

europ, gadolin, terb, dysproz, holm, erb, tul, iterb, lutet) oraz 2 z grupy skandowców – skand i itr – ze względu na podobne właściwości. W oparciu o ich budowę atomową wyróżnia się „lekkie" metale (LREE – Light Rare Earth Elements) i metale „ciężkie" (HREE – Heavy Rare Earth Elements)[2].

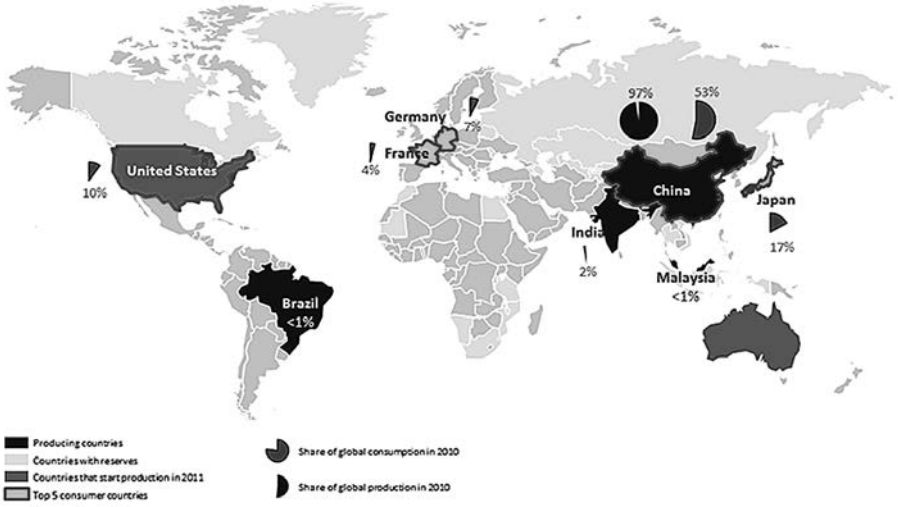
Nazwa tej grupy pierwiastków nie oddaje stanu rzeczywistego. Powstała bowiem w XVIII i XIX wieku, gdy po raz pierwszy wyizolowano je z ówcześnie rzadkich minerałów. W rzeczywistości występują one w przyrodzie niemal wszędzie i zazwyczaj łącznie. Ich rzadkość wynika z tego, iż w złożach nie mają postaci czystej. Ich ślady można odnaleźć w każdej formacji skalnej, jednakże przeważnie w postaci tlenków i węglanów, stąd też do tej pory pozostawały niezauważalne. Jako przykład może posłużyć odkryty w 1893 r. lantan, którego jest w przyrodzie więcej niż srebra czy ołowiu. Zajmuje drugie miejsce pod względem zasobności, ale do niedawna nie dostrzegano jego szerszego zastosowania.

Występowanie złóż nie oznacza potencjału wydobywczego. Kwestią kluczową jest odnalezienie złóż o takim stężeniu, by eksploatacja była opłacalna. Poza tym, ich wydobycie wymaga zasadniczo innej techniki niż przy wydobywaniu pozostałych kopalin. Pierwszym etapem jest tradycyjna metoda górnicza. Odkrytą rudę rozdrabnia się na żwir, po czym kilkakrotnie miele, aż do uzyskania drobnego piasku. Po oddzieleniu ziaren poszczególnych minerałów następuje proces filtracji, podczas którego metale przyczepiają się do pęcherzyków powietrza przepuszczanego przez zbiornik. Zebrane w ten sposób metale traktuje się wielokrotnie różnorodnymi chemikaliami, dzięki czemu można wyodrębnić czystą postać tlenkową, co pozwala dalej je przetwarzać[3]. Poniżej przedstawiono rozmieszczenie REE na świecie.

2 Podział wynika z ich liczby atomowej i powłok elektronowych, co decyduje o specyficznych właściwościach i zastosowaniu tych pierwiastków. Do grupy „lekkich" metali należą te o liczbie atomowej 21 (skand) i 57–63: lantan, cer, prazeodym, neodym, promet, samar, europ. Występują w przyrodzie częściej. Grupę „ciężkich" tworzą metale o liczbie atomowej 39 (itr) oraz 64–71: terb, dysproz, holm, erb, tul, iterb, lutet. K. R. Long, B. S. Van Gosen, N. K. Foley, D. Cordier, *The Principal Rare Earth Elements Deposits of the United States – A Summary of Domestic Deposits and a Global Perspective*, US Geological Survey-science for a changing world, http://pubs.usgs.gov/, (12.08.2014).

3 C. Hurst, *China's Rare Earth Elements Industry: What Can the West Learn?*, 2010, http://fmso.leavenworth.army.mil/documents/rareearth.pdf, (27.08.2014).

Rysunek 1. Rozmieszczenie złóż MZR na świecie z uwzględnieniem udziału w produkcji światowej.



Źródło: *Rare Earths, exceptional metals with growing geopolitical issues*, http://energy.sia-partners.com/, (18.08.2014).

Obecnie najwięcej MZR wydobywa się w Chinach w kopalni Bayan Obo i w rejonie Mongolii Wewnętrznej oraz w licznych złożach o mniejszej skali wydobycia w południowej części Chin[4]. Bayan Obo to największa na świecie kopalnia pozyskująca MZR jako produkt „uboczny" wydobywania żelaza. Zdecydowaną większość stanowią metale „lekkie". Skromniejsze złoża w południowych Chinach są wyjątkowe. Występują z glinkami laterytu, co znacznie ułatwia ich wydobycie i uzyskanie wysokiego urobku nietypowo ciężkich metali.

Określona struktura elektronowa sprawia, iż MZR są niezastępowane a produkty syntezy z innymi pierwiastkami zyskują właściwości niemożliwe do uzyskania w inny sposób. Znajdują zastosowanie niemal w każdej gałęzi przemysłu, jednakże najbardziej pożądane są w sektorach zaawansowanych technologii. W elektronice użytkowej, np. ekrany i wyświetlacze (LED, LCD, plazma), dyski twarde, obiektywy kamer. A także w produkcji turbin wiatrowych, silników do pojazdów elektrycznych i hybrydowych, części do samochodów, akumulatorów przemysłowych, sprzętu medycznego. Są też niezwykle pożądane w sektorze obronnym i kosmicznym. Od-

4 Złoża Bayan Obo szacuje się na prawie 48 milionów ton tlenków metali (REO) z ogólnych światowych 95%, 27 milionów ton. Dla porównania Australia posiada dużo skromniejsze zasoby – ok. 1.65 miliona ton, Rare Eath Elements, http://www.ga.gov.au/, (27.08.2014).

powiednie właściwości magnetyczne, luminescencyjne, elektrochemiczne pozwalają nie tylko zredukować ciężar urządzeń bądź ich elementów, ale także zwiększyć ich wydajność, wytrzymałość, prędkość i stabilność termiczną. Poniżej przedstawiono poszczególne MZR, ich właściwości i zastosowanie[5].

Tabela 1. Metale ziem rzadkich i ich zastosowanie.

Metale ziem rzadkich			
Lekkie Metale		**Ciężkie metale**	
	zastosowanie		zastosowanie
Samar (Sm)	lasery oraz urządzenia do wyłapywania elektronów; mieszany z kobaltem dla uzyskania magnesów o najwyższej odporności, zasadnicze znaczenie dla budowania „inteligentnych" pocisków	Promet (Pm)	akumulatory jądrowe, przenośny sprzęt rentgenowski, farby; uzyskiwany z rozszczepiania uranu
Cer (Ce)	chemiczne substancje utleniające, proszki do polerowania, żółty barwnik do szkła i ceramiki oraz katalizatory, proces rafinacji ropy naftowej, powierzchnie samoczyszczące	Gadolin (Gd)	magnesy, lasery, rentgeny, dyski twarde, urządzenia wyłapujące neurony, środki kontrastowe w rezonansie magnetycznym, produkcja szkła o dużej refrakcji, pręty kontrolne w reaktorach jądrowych, zwiększanie podatności na obróbkę żelaza, chromu i innych metali.

5 *The Ultimate Guide to Rare Earth Elements,* http://reehandbook.com/definition.html, Mother Nature Network, http://www.mnn.com/, http://albanyhaynes.com/, (12.08.2014).

Lantan (La)	akumulatory do aut hybrydowych, stopy metali, baterie, soczewki, projektory dla przemysłu filmowego	Terb (Tb)	ekrany radiologiczne, lasery i świetlówki, luminofory, stałe magnesy, technologie półprzewodnikowe, od zaawansowanych systemów sonarowych po małe czujniki elektroniczne; ogniwa paliwowe przeznaczone w do pracy w wysokich temperaturach.
Prazeodym (Pr)	magnesy, barwienie szkła i lakierów stopy do produkcji wysoko wytrzymałych metali do silników powietrznych, wzmacniacz sygnału w światłowodach, dodatek do szkieł okularów ochronnych używanych przy lutowaniu i spawaniu	Lutet (Lu)	jako kryształ o wysokim współczynniku załamania światła oraz w pozytonowej emisyjnej tomografii komputerowej (PET), katalizatory w przemyśle rafineryjnym
Neodym (Nd)	magnesy do produkcji dysków twardych, turbin wiatrowych, aut hybrydowych, kondensatory, baterie, słuchawki, barwienie szkła	Dysproz (Dy)	magnesy i lasery, światło o wysokiej intensywności, silniki hybrydowe, pręty kontrolne w elektrowniach jądrowych, podwyższanie koercyjności stałych magnesów o wysokiej mocy
Europ (Eu)	lasery, lampy rtęciowe, jako dodatek aktywujący do luminoforów, do konstrukcji prętów sterujących w reaktorach atomowych	Iterb (Yb)	lasery podczerwieni oraz jako utleniacz w stopach, wzmacnianie światłowodów

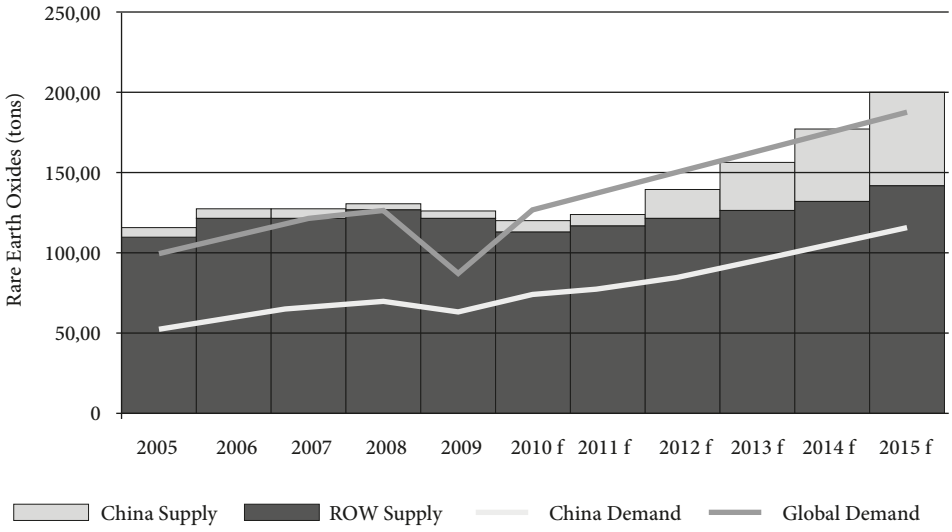
		Erb (Er)	lasery i stal wanadowa, luminofory, filtry fotograficzne, wzmacniacze sygnału w światłowodach, pręty kontrolne w reaktorach jądrowych, stopy metali, barwienie specjalistycznego szkła i porcelany
		Tul (Tm)	lasery chirurgiczne, po ekspozycji na promieniowanie w reaktorach także w przenośnych urządzeniach RTG
		Holm (Ho)	lasery, barwienie cyrkonii i szkła, pręty kontrolne w reaktorach jądrowych, magnesy przemysłowe, ze względu na największy magnetyzm spośród wszystkich pierwiastków
Skandowce			
Scand (Sc)	komponenty w przemyśle lotniczym i kosmicznym (jako stop aluminium), lampy rtęciowe	Itr (Y)	nadprzewodnik w wysokich temperaturach, filtry w mikrofalówkach, podwyższanie wytrzymałości ceramiki, szkła, stopy aluminiowe, magnezowe

Opracowanie własne na podstawie: *The Ultimate Giude to Rare Earth Elements*, http://reehandbook.com/definition.html, *Australian Rare Earth Elements Issues*, http://www.australianrareearths.com/, (18.08.2014).

W ciągu ostatnich lat popyt, i w związku z tym cena MZR, sukcesywnie wzrastały. W 2010 r. zapotrzebowanie oszacowano na 141000 ton REO (tlenków metali rzadkich). Cena kilograma na początku 2010 r. wynosiła 11-13 USD, obecnie waha się w grani-

cach 40-80 USD za kilogram[6]. Przewiduje się, że w 2016 r. ogólne zapotrzebowanie rynku na MZR zbliży się do 258 000 ton. Podaż natomiast w 2014 r. wzrośnie jedynie do 170 000 ton[7]. Poniżej przedstawiono te wielkości z prognozą na 2015 r. oraz ceny wybranych pierwiastków w kolejnych latach.

Rysunek 2. Zapotrzebowanie i zaopatrzenie w MZR Chin i w skali globalnej (z prognozą na 2015 r., gdzie „ROW Supply" odnosi się do reszty świata).



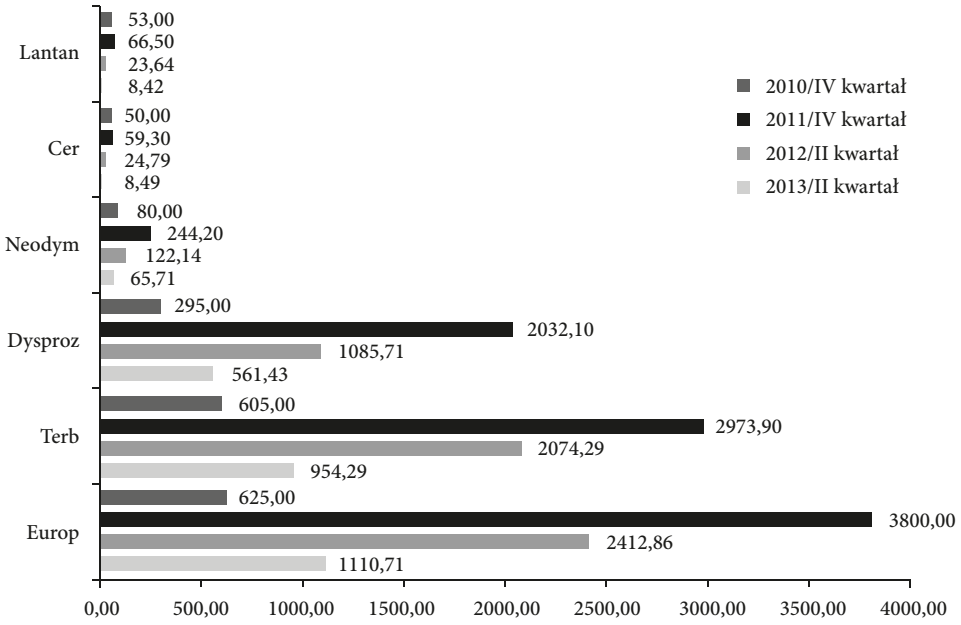
Źródło: W. Morrison, R. Tang, *China's Rare Earth Industry and Export Regime: Economic and Trade Implications for the United States*[8].

6 W. Morrison, R.Tang, *China's Rare Earth Industry and Export Regime: Economic and Trade Implications for the United States*, http://www.fas.org/sgp/crs/row/R42510.pdf (19.08.2014).

7 Elisabeth Behrmann and Gopal Ratnam, Lynas Says Rare Earths Demand to Grow at 9% a Year, http://www.bloomberg.com/ (19.08.2014).

8 W. Morrison, R. Tang, *China's Rare Earth Industry and Export Regime: Economic and Trade Implications for the United States*, April 2012, http://www.crs.gov.com (18.08.2014).

Wykres 1. Ceny wybranych metali w poszczególnych latach (wartości wyrażone w USD).



Opracowanie na podstawie: IMCOA Report 2011,2013, Lynascorp Report 2012[9].

Kluczowym powodem dysproporcji między zapotrzebowaniem a dostępnością do MZR jest specyfika złóż. Istnieje niewiele złóż o koncentracji na tyle wysokiej, by wydobycie było opłacalne. Metale te występują w rudach łącznie i trudno je odseparować. Przy eksploatacji konieczna jest ekstrakcja radioaktywnych pierwiastków promieniotwórczych, m.in. uranu, toru, radu[10].

Z zasobami MZR związany jest swoisty paradoks. Są niezbędne do produkcji tzw. „zielonych technologii" ale ich wydobycie jest wysoce szkodliwe dla środowiska. W opiniach ekspertów nie istnieje obecnie technologia wydobycia bezpieczna dla środowiska. Nadrzędnym problemem są „jeziora metali rzadkich" – zbiorniki radioaktywnych i toksycznych cieczy, będące produktami ubocznymi ekstrakcji pożądanych pierwiastków.

9 Lynas Corporation Ltd.: Quarterly Report for the period ending June 2013, Quarterly Report for the period ending September 2011, http://www.lynascorp.com/, K.R. Long, i in. *The Principal Rare Earth Elements Deposits of the United States – A Summary of Domestic Deposits and a Global Perspective*, http://pubs.usgs.gov/, (20.08.2014).

10 *Uranium From Rare Earth Deposits*, http://www.world-nuclear.org/, (19.08.2014).

Obszary występowania MZR i perspektywa ich eksploatacji

Obecnie największym producentem i konsumentem MZR są Chiny – według szacunków 95% światowego wydobycia i ok. 60% popytu[11]. Dokładne wielkości chińskich zasobów są trudne do oszacowania ze względu na dużą skalę przemytu. Nie zmienia to faktu, iż gospodarowanie MZR jest kwestią o znaczeniu strategicznym, a wszelkie działania w tej dziedzinie będą miały na celu przede wszystkim jak najefektywniejsze wykorzystanie przewagi Pekinu zgodnie z przekonaniem, że „na Bliskim Wschodzie jest ropa, w Chinach są metale ziem rzadkich"[12]. Środkiem do osiągnięcia przewagi na rynku światowym było ograniczenie eksportu MZR rozpoczęte w 2009 r. Kolejnym celem jest konsolidacja rynku wewnętrznego i przejęcia przez państwo kontroli nad tym sektorem górniczym, a przede wszystkim wyeliminowanie przemytu. Ochrona środowiska przed szkodliwymi skutkami tego rodzaju górnictwa także zaczyna odgrywać coraz większą rolę. Wskutek restrykcji zamknięto wiele prywatnych firm wydobywczych[13]. Ograniczenia te postrzegane są także jako swoiste „przymuszanie" zagranicznych firm do inwestowania w Chinach.

Restrykcje kwot eksportowych spotkały się z ostrą reakcją państw i skargą do WTO[14]. Argument Chin, iż powodem restrykcji nałożonych na MZR jest troska o ochronę środowiska nie był traktowany poważnie, gdyż do tej pory kwestia ta miała znaczenie marginalne. W dalszej perspektywie ograniczenia te mogą okazać się bronią obosieczną. Zamysłem Chin jest wykorzystanie deficytu na światowym rynku MZR, zgromadzenie rezerw dla rodzimego rynku *high-tech*. Jednak ta polityka może obrócić się przeciwko Pekinowi, na przykład w formie wspólnej akcji USA, UE i Japonii. W najbliższej perspektywie trudno jednak spodziewać się zdecydowanych kroków wobec polityki Chin ze względu na sze-

11 Dominacja ta może wynikać także z ambiwalentnego dotychczas podejścia do ochrony środowiska. Ponadto niektóre źródła podają, iż udział Chin wynosi 85%, ponieważ wzrasta poziom eksploatacji złóż w Australii, jak również USA wznawiają wydobycie. Pojawiły sie także informacje o wysokim potencjale surowcowym Grenlandii – 20%-25% światowych zasobów. *The Global Market for Rare Earths is Expected to Reach 258 Billion Tons of REO in 2016*, http://www.magneticsmagazine.com, (20.08.2014).

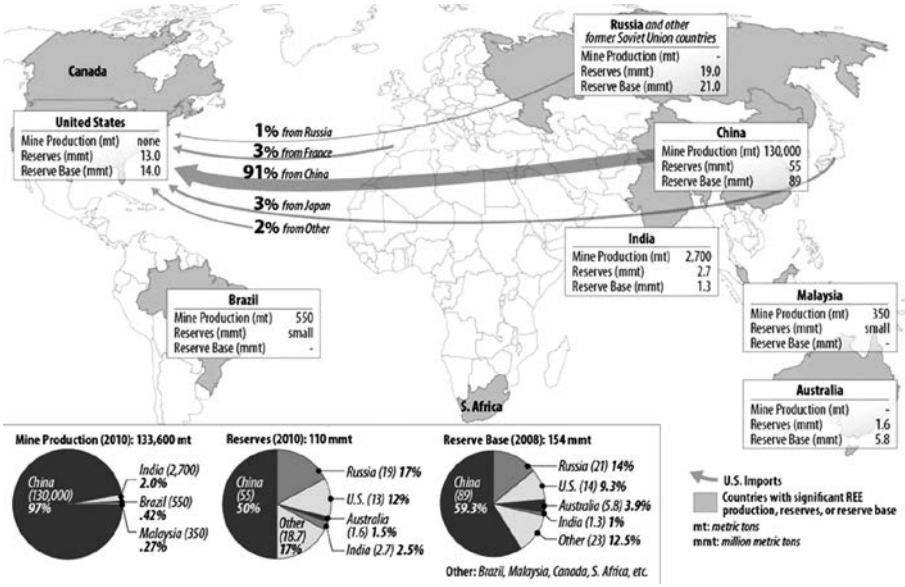
12 Wypowiedź Deng Xiaopinga z 1992 r. odzwierciedlająca rosnącą świadomość strategicznego znaczenia chińskich MZR. W 1986 r. powstał narodowy program rozwoju tego górnictwa jako priorytetowego sektora gospodarki Pekinu. *There is oil in the Middle East there is rare earth in China*, http://www.theepochtimes.com/, (18.08.2014).

13 *China caps emissions for rare earth miners*, http://www.mnn.com/, (19.08.2014).

14 Pierwszą skargę złożyły w 2009 roku UE, USA i Meksyk, wskazując na faworyzowanie rodzimego przemysłu przez Pekin. Kolejna skarga wpłynęła w 2012 r. ze strony UE, Japonii i USA. Orzeczenie WTO stanowi, że Chiny nie mają prawa nakładać ograniczeń na eksport rzadkich surowców. Forbes, *UE skarży Chiny do WTO za cła na surowce*, http://www.forbes.pl/, (20.08.2014).

reg innych interesów prowadzonych z Państwem Środka. Szczególnie dotyczy to Stanów Zjednoczonych, dla których głównym źródłem importu MZR są Chiny, co przedstawia poniższy rysunek. A ponadto wynika także z zmiany ogólnego kierunku polityki obranego przez USA, której środek ciężkości przesuwa się stopniowo na obszar Azji.

Rysunek 3. Kluczowe źródła MZR i główne kierunki ich importu do USA.



Źródło: M. Morrison, R. Tang, *China's rare Earth Industry and Export Regime: Economic and Trade Implications for the United States*, IV 2012, http://www.fas.org/sgp/crs/row/R42510.pdf, (20.08.2014).

Skala zasobności Chin w MZR jest imponująca, przez co do tej pory nie poświęcano większej uwagi innym źródłom MZR, a jest ich niemało[15]. W 2010 r. w Stanach Zjednoczonych uruchomiono ponownie kopalnię Mountain Pass[16]. Według szacun-

15 Oczywiście są to źródła o mniejszej skali, m.in. w Kanadzie, Brazylii, Indiach, Rosji, Malezji, Malawi, RPA. Patrz rysunek 1.

16 Położona około 80 km od Las Vegas kopalnia odkrywkowa Mountain Pass była największym na świecie miejscem wydobycia MZR (powierzchnia ok. 20 ha). W 1998 r. kilkakrotnie doszło do wycieków wody zanieczyszczonej czynnikami chemicznymi, przez co zaprzestano produkcji. Kopalnię zamknięto ostatecznie w 2004 r., gdy na rynku pojawiły się tanie metale z Chin. W 2012 r. koncern wydobywczy Molycorp uzyskał pozwolenia niezbędne do wznowienia działalności Mountain Pass. Przeznaczono na to ponad 500 milionów USD. K. Bourzac, *Undermining China's Monopoly on Rare Earth Elements*, http://www.technologyreview.com/, W.M. Morrison, R. Tang, *China's rare Earth Industry and Export Regime: Economic and Trade Implications for the United States*, IV 2012, http://www.fas.org/sgp/crs/row/R42510.pdf, (20.08.2014).

ków, dzięki powiększeniu głębokości odkrywki ze 150 m do 300 m, a także uzyskaniu pozwoleń, produkcja sięgnie 40 000 ton MZR. Proces ten rozpoczął się już w 2012 r. Zastosowanie najnowocześniejszych technologii ma za zadanie ograniczyć koszty i skutki szkodliwe dla środowiska. Jednakże reaktywacja łańcucha dostaw amerykańskiego górnictwa MZR będzie procesem długotrwałym. Posiadane rezerwy nieprzetworzonych rud MZR wydobyte w Mountain Pass jeszcze w latach 90. XX wieku okazują się niewystarczające. W tej sytuacji jednym z doraźnych rozwiązań zmniejszenia deficytu mogą okazać się złoża australijskie. Kopalnia w Mount Weld ma od 2015 r. produkować rocznie 15 000 ton metali, co jest także optymistyczną informacją dla amerykańskiego Departamentu Obrony[17]. Australia, mimo mniejszych zasobów, jest jednym z niewielu krajów, które posiadają ekonomicznie opłacalne złoża i zarazem zaplecze techniczne i finansowe do ich eksploatacji. Taki komponent uważany jest za klucz do efektywnego górnictwa[18]. Spośród najważniejszych krajów zasobnych w MZR, to Australia jest najbliżej produkcji kluczowych technologii na rynki Japonii i Chin.

Zasobność Afganistanu w cenne surowce skłania do zmiany percepcji celów amerykańskiej interwencji. Jako główna przesłanka działań Stanów Zjednoczonych wskazywane są właśnie zasoby mineralne. Badaniami afgańskich surowców naturalnych zajęła się Amerykańska Agencja Geologiczna (USGS). W 2006 r. grupa naukowców przybyła do kraju celem przeprowadzenia badań weryfikujących radzieckie mapy, które pozyskano w 2004 r. po obaleniu władzy Talibów. Wyniki badań okazały się niezwykle obiecujące[19]. Stwierdzono, że Afganistan potencjalnie może posiadać ok. 40 mln ton miedzi, 2,2 mld ton rudy żelaza, 1,4 mln ton MZR (m.in. lantanu, ceru, neodymu) a także złoża złota, srebra, aluminium, cynku, merkurego i litu. I tak, przykładowo, wartość depozytów zawartych w intruzjach karbonatytowych Khanneshin w prowincji Helmand oszacowano na ok. 89 mld USD[20]. W 2010 r. USGS przekazała te wyniki Grupie Roboczej ds. Biznesu i Rozwoju przy Departamencie Obrony USA

17 Szczególnie jeśli chodzi o dysproz – najsilniejszy magnes i najbardziej stabilny metal w bardzo wysokich temperaturach. Oraz neodym, terb i samar –niezbędny do produkcji czołgów M1A2 Abrams i radarów Aegis Spy–1. MZR używane są także w produkcji naprowadzanych pocisków, rakiet typu Hellfire, w awionice wojskowej, satelitach. Według GAO (Government Accountability Office), australijskie zasoby w pełni mogą zaspokoić potrzeby amerykańskiego przemysłu obronnego.

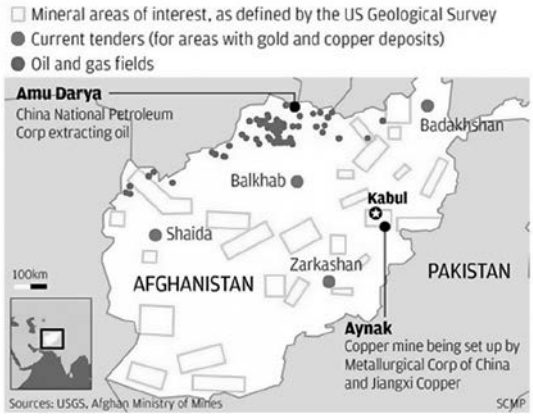
18 *Australian Rare Earth Elements –Issues*, http://www.australianrareearths.com/, (01.09.2014).

19 Badania wykonano z powietrza z wykorzystaniem metody "broad scale hyper spectral data", dzięki której można uzyskać widmo struktury głęboko pod powierzchnią terenu. J.F. Shroder, *Is there a future for Afghanistan in natural resources?*, www.elsevier.com/connect/is-there-a-future-for-afghanistan-in-natural-resources, (02.12.2014).

20 CH. Choi, *$1 Trillion in Minerals Found in Afghanistan*, http://news.discovery.com/, (22.11.2014).

(*U.S. Department of Defence's Task Force for Business and Stability Operations* – TFBSO), któremu powierzono misję odbudowy Afganistanu. Wartość złóż wyceniono na 908 mld USD, rząd afgański natomiast wycenił je na 3 biliony USD. Poniższa mapa obrazuje zasoby Afganistanu określone przez USGS.

Rysunek 4. Zasoby surowcowe Afganistanu.



Źródło: United States Geological Survey, http://www.usgs.gov/, (02.12.2014).

Działania amerykańskich naukowców mogłyby stać się przyczynkiem do stworzenia ram dla odbudowy kraju oraz perspektywą rozwoju ekonomicznego. Wymiernym rezultatem badań jest zlokalizowanie złóż, określenie ich rodzaju oraz orientacyjnej wartości. Na tym etapie rozwoju, na jakim Afganistan znajduje się obecnie (niestabilność polityczno-gospodarcza oraz deficyt bezpieczeństwa), posiadanie bogatych, wysoce pożądanych na świecie surowców jest znacznym wyzwaniem. Wbrew pozorom może przynieść problemy, którym Afganistan nie będzie w stanie sprostać. Po pierwsze, rozwój sektora górniczego wymaga wykonania dokładnych prac planistycznych. Po drugie, niedostatecznie rozwinięta infrastruktura komunikacyjna ogranicza znacznie możliwość poruszania się po terenie kraju. Mowa tu o drogach, połączeniach kolejowych, ale także o dostępie do wody, niezbędnej w górnictwie MZR. Po trzecie, konieczne jest odpowiednie przygotowanie ludności, stworzenie wykwalifikowanej kadry pracowniczej. Po czwarte, wszechobecna korupcja oraz słabość władzy w Kabulu uniemożliwia odpowiednie sterowanie krajem. Jak się okazało nie są to przeszkody na tyle poważne, by zamknąć drogę inwestycjom chińskim. Rząd afgański podpisał 30-letni kontrakt o wartości 3 mld USD z konsorcjum górniczym China Metallurgical Group na eksploatację złóż miedzi w Mes Aynak w prowincji

Logar. Ponadto Pekin przejął kontrolę nad złożami ropy naftowej w Amu Darya. Prawa do eksploatacji złóż żelaza Hajigak w prowincji Bamyan uzyskały Indie[21]. Zakłada się, że dochody z eksploatacji złóż Amu Darya i Hajigak do 2031 r. osiągną kwotę 900 mld USD. Kontrakt na eksploatację złóż Mes Aynak ma wygenerować do afgańskiego budżetu około 541 mld USD rocznie do 2016 r., tworząc 5000 miejsc pracy oraz przynosząc inwestycje w infrastrukturę, m.in. budowę kolei, elektrowni i sieci dostarczania wody. Istnieje duże prawdopodobieństwo, że zbyt wczesne zaangażowanie obcego kapitału w zasoby kraju niedostatecznie przygotowanego do tego rodzaju współpracy sprawi, iż bogactwo surowcowe stanie się przekleństwem, zamiast przyczynić się do poprawy zarówno sytuacji wewnętrznej, jak i zewnętrznej[22]. Umowy te okazują się jednak niekorzystne, m.in. umożliwiają rozmieszczenie chińskich sił ochrony na terenie kopalni Aynak. Kontrakt daje także Pekinowi półroczną wyłączność do wszelkich kopalin ze złóż Aynak, co obejmuje węgiel, drewno i wodę[23].

Wyraźnie obserwowalna staje się zmiana ról w regionie. Na miejsce wycofujących się USA i Wielkiej Brytanii wkraczają coraz śmielej Chiny i Indie. Chińskie zaangażowanie w afgański przemysł wydobywczy może stanowić zagrożenie dla niezakłóconego dostępu do wspomnianych minerałów. Jak wspomniano w opracowaniu, Pekin jako monopolista skutecznie gra kartą atutową jaką jest sektor MZR.

Warto zauważyć, że wycofanie się Stanów Zjednoczonych niejako wymusza udział Pekinu w stabilizacji sytuacji w Afganistanie, ze względu na działalność ujgurskich separatystów destabilizujących region Xinjiang. W dalszej perspektywie stwarza to możliwość porozumienia i współpracy na linii Waszyngton – Pekin, podkreślając jednocześnie ich silną współzależność.

Japonia, po wprowadzeniu ograniczeń eksportu przez Chiny i incydencie morskim z 2010 r.[24], rozpoczęła działania na rzecz dywersyfikacji źródeł MZR. Współpraca z zewnętrznymi firmami jest jednak mało prawdopodobna, gdyż rząd chce przede wszystkim ograniczyć ryzyko eksploracji japońskiego przemysłu gór-

21 Ibidem.

22 Szerokie omówienie tej kwestii zawiera Raport Instytutu Frazer'a *Institutions, Economic Growth, and the Curse of Natural Resources*, którego autorką jest Amela Karabegović, http://www.fraserinstitute.org/research-news/display.aspx?id=13115, (30.11.2014).

23 Global Witness Report, http://www.globalwitness.org/campaigns/corruption/oil-gas-and-mining/afghanistan, (02.12.2014).

24 We wrześniu 2010 r. doszło do starcia między chińską łodzią rybacką a dwoma statkami japońskiej Straży Wybrzeża. Aresztowano kapitana łodzi rybackiej, odpowiedzią Pekinu były „silne środki zaradcze" w formie odcięcia wymiany z Japonią. Mimo wypuszczenia z aresztu chińskiego kapitana, poziom eksportu do Japonii nie jest stabilny. M. Humpries, *Rare Earth Elements: The Global Supply Chain*, December 2013, http://www.fas.org, (19.09.2014).

niczego przez potencjalnych partnerów. Główny nacisk kładzie na inwestycje w badania i rozwój dla efektywnego wykorzystania metali oraz znalezienia ich substytutów do zastosowania w magnesach. Wraz z ostatnimi odkryciami japońskich naukowców pojawiła się realna możliwość przełamania chińskiego monopolu w sektorze MZR. Bogate pokłady odkryto niespodziewanie na głębokości od 2 do 4 m pod powierzchnią dna Pacyfiku. Ich wartość podnosi fakt, iż eksploatacja nie będzie kosztowna[25]. Najnowsze odkrycia znajdują się w obszarze wyłącznej strefy ekonomicznej Japonii, w mule morskim wokół wyspy Minami Torishima, ok. 5700 m poniżej poziomu morza. Na tak dużej głębokości występują wysoko skoncentrowane pokłady w formie „guzków". Technologia sprężonego powietrza przy wydobyciu pozwoli zminimalizować zaburzenia dna morskiego[26]. Odkrycie to stanowi dla Japonii kluczowy instrument wdrażania „Strategii zapewniania stabilnych dostaw rzadkich metali". Zgodnie z przewidywaniami złoża te pozwolą zaspokoić roczne potrzeby japońskiego rynku bez konieczności intensywnej eksploatacji[27].

W ramach współpracy z Wietnamem w Hanoi otwarto centrum badań eksploatacji pierwiastków ziem rzadkich. Na uruchomienie projektu Japonia wyłożyła 5,5 mln USD. Głównym celem działalności ośrodka jest opracowanie efektywnych metod pozyskiwania MZR, zgodnie z wymogami ochrony środowiska[28]. Japonia należy także do krajów, które rozpoczęły działania na rzecz odzyskiwania metali[29]. Ponadto w drodze importu z Chin zgromadzono pokaźne rezerwy, których zagospodarowaniem zajmuje się specjalnie do tego stworzona spółka Japan Oil Gas and Metal National Corporation.

Kanada także aktywnie prowadzi badania, których wyniki wykazały zasobność terytorium państwa w pierwiastki z grupy „ciężkich". Odzwierciedleniem priory-

25 Zespół naukowców z japońskiego ośrodka badań morskich i ziemi z uniwersytetu w Tokio po raz pierwszy odkrył te złoża 2 lata temu. W drodze dalszych badań stwierdzono, iż złoża 100 razy przewyższają zasoby lądowe, część z nich znajduje się na wodach terytorialnych Francji wokół Taiti. *Deep-sea mud in the Pacific Ocean as a potential resource for rare-earth elements*, http://www.nature.com/, *Japan breaks China's stranglehold on rare metals with sea-mud bonanza*, http://www.telegraph.co.uk/, (19.09.2014).

26 Ze względu na dotychczasowe obiecujące wyniki, badania będą kontynuowane. Zaobserwowano bowiem, że 50% pokładów jest typu ciężkiego, o potencjale dwa razy wyższym niż złoża chińskie. Co więcej, bez towarzyszących pokładów radioaktywnego toru. Ibidem.

27 Traktuje się je jako alternatywę, która zmusi Chiny do obniżenia cen tych metali.

28 Forbes, *Japonia i Wietnam razem walczą z monopolem Chin na metale ziem rzadkich*, http://www.forbes.pl/, (19.09.2014).

29 Tzw. „urban mining" – czyli odzyskiwanie metali z zużytych sprzętów – telefonów komórkowych, laptopów itp. Firma Mitsubishi rozpoczęła analizy kosztów odzyskania neodymu i dysprozu z pralek automatycznych i klimatyzatorów. Hitachi z kolei spodziewa się odzyskać 10% zużycia z 2013 r.

tetowego znaczenia MZR dla kanadyjskiej gospodarki jest fakt, iż inicjuje się coraz więcej projektów badawczych. Obecnie powadzonych jest ok. 200 projektów, co stanowi prawie połowę światowych przedsięwzięć w tej dziedzinie. Utworzono duże przedsiębiorstwo – Canadian Rare Earth Elements Network – którego celem jest osiągnięcie 20% udziału Kanady w globalnym rynku MZR. Na 2017 r. przewiduje się uruchomienie najbardziej zaawansowanego, flagowego projektu pod przewodnictwem Avalon Rare Metals, a czterech kolejnych między 2017 i 2019 rokiem[30]. Ośrodek Natural Resources Canada (NRCan) współpracuje z sektorem przemysłowym i środowiskiem akademickim by jak najefektywniej rozwijać przemysł górniczy, m.in. stworzyć zaplecze technologiczne i personalne. Zaangażowanie inwestycji zagranicznych jest przedmiotem dyskusji ze względu na duże ryzyko dla bezpieczeństwa narodowego.

Zdynamizowanie dyskusji na temat MZR nastąpiło w kontekście zmian zaobserwowanych na biegunie północnym. Zanikająca wskutek ocieplenia klimatu pokrywa lodowa na biegunie północnym odkrywa potencjał surowcowy obszaru. Wielkość złóż jakimi dysponuje Grenlandia oszacowano na 4,9 miliona ton. Najbardziej obiecujące pokłady znajdują się w rejonie Kvanefjeld w południowej części wyspy. Stają się one przedmiotem rosnącego zainteresowania UE, Japonii, Korei Południowej, a przede wszystkim USA i Chin.

Podkreśla się, iż eksploatacja złóż stwarza niepowtarzalną okazję szczególnie dla rozwoju ekonomicznego Grenlandii borykającej się z trudnościami. Obecnie 50% dochodów 57-tysięcznego społeczeństwa stanowią zyski z rybołówstwa i turystyki, drugie 50% to subsydia ze strony rządu Królestwa Danii. Chęć uruchomienia sektora górniczego stawia Grenlandię przed koniecznością pozyskania kapitału, zaawansowanych technologii, wykwalifikowanych pracowników. Państwem gotowym zainwestować w grenlandzki sektor górniczy są Chiny. Istnieją jednak poważne obawy o standardy chińskiej eksploatacji i jej skutków dla północnego ekosystemu. Ze względu na politykę „zero tolerancji dla energii jądrowej" i specyfikę złóż pojawia się także kwestia zagospodarowania uranu zawartego w rudach[31].

Greenland Minerals & Energy w swych projektach zaznacza, iż uruchomienie górnictwa wymaga czasu. Nastąpi tylko wtedy, gdy władze grenlandzkie i duńskie zostaną przekonane o skuteczności odpowiedzialnego i jak najmniej szkodliwego dla środowiska

30 Projekt Avalon Rare Metals zlokalizowany jest na obszarze Terytoriów Północnych. Pozostałe projekty znajdują się w okolicach Quebecu. *Canada looking to break into 'critical' rare earth elements mining*, http://o.canada.com/, (19.09.2014).

31 *Crash-course on rare earth metals*, http://www.world-nuclear-news.org/, (19.09.2014).

profilu górnictwa. Firma przewiduje, iż kwota inwestycji przekroczy 5 mld koron duńskich przez kolejne 4 lata[32].

Niezbędne są miliardowe inwestycje i inne działania długofalowe, które stworzą możliwość eksploatacji złóż i rozwoju Grenlandii. Dużą rolę w tym zakresie może odegrać UE. Przeznaczając środki na prace badawczo-rozwojowe w sektorze wydobywczym uzyskałaby dostęp do pokładów. Chińskie wpływy zostałyby ograniczone, a Grenlandia pozostałaby w orbicie europejskiej[33]. Nie można lekceważyć także mentalności i potrzeb miejscowej ludności. Spokojne, rybackie społeczeństwo zetknie się z nowymi problemami i nieznanymi dotąd zjawiskami. Podkreśleniem strategicznego znaczenia MZR dla współczesnego świata niewątpliwie może być konferencja, która odbyła się w Finlandii w listopadzie 2014 r., szeroko i specjalistycznie omawiająca kwestię MZR. Wśród rozważań znalazły się m.in. wskazanie źródeł MZR, omówienie metod ich pozyskiwania z naciskiem na jak najmniejszy uszczerbek dla środowiska naturalnego oraz opłacalnych sposobów ich recyklingu[34].

Interesująca koncepcja pojawiła się na konferencji dotyczącej kosmicznego przemysłu wydobywczego *Off Earth Mining Forum*. Wielu ekspertów wyraziło opinię, iż w ciągu najbliższych dziesięcioleci ludzkość rozpocznie wydobywanie minerałów poza Ziemią, w tym także metali ziem rzadkich. Co do teraźniejszych zdolności zdania są podzielone. Wraz z taką możliwością pojawia się szereg kwestii do uregulowania. Począwszy od aspektów prawnych po wypracowanie opłacalnych technologii. Podstawową ramą prawną będzie prawdopodobnie *Traktat o Przestrzeni Kosmicznej*, podpisany w 1967 r. przez Wielką Brytanię, USA i ZSRR. Stanowi on, iż zasoby przestrzeni kosmicznej stanowią dziedzictwo całej ludzkości i żadne z państw nie może rościć sobie do nich pretensji. Pojawia się tu trudność w regulacji potencjalnego wydobywania zasobów np. na Księżycu.

W kwestii technologii kluczowe okazują się prace mające na celu zmniejszenie kosztów wystrzeliwania ładunków z Ziemi, a także badania pozwalające na wytwarzanie części materiałów poza naszą planetą[35].

32 Dzięki tym inwestycjom mają powstać także: głębokowodny port, sieć dróg, zakładów przetwórczych, mieszkania, elektrownia. Stworzy to liczne miejsca pracy dla ludności Narsaq i z innych rejonów wyspy. *RARE and the uranium, A mine creates growth in Narsaq*, http://gme.gl/en/ree-and-uranium, *Podziemne bogactwo*, http://www.presseurop.eu/, (18.01.2014).

33 Według Brukseli Grenlandia powinna otrzymywać 25 milionów euro rocznie. *Grenlandia ostrzega UE, że może nie uzyskać dostępu do jej bogactw naturalnych,* http://reuters.com/, (19.01.2014).

34 Więcej: *Minerals in Circular Economy* (MINCE), http://www.mince.fi/, (05.12.2014).

35 Off- Earth Mining Forum, http://acser.unsw.edu.au/oemf/, (29.08.2014).

Wnioski końcowe

Nie ulega wątpliwości, że znaczenie metali ziem rzadkich będzie rosło. Determinowane postępem technologicznym rosnące zapotrzebowanie wymusza poszukiwanie ich nowych źródeł. Jednym z rozwiązań jest gromadzenie rezerw zarówno do celów komercyjnych, zarządzanych przez krajowe agencje, ale także dla celów obronnych. Pojawiającą się coraz częściej praktyką jest zawieranie partnerstw surowcowych, ustanawianych na szczeblu międzynarodowym. Niewątpliwą korzyścią wyścigu o MZR jest *urban mining* czyli próba odzyskiwania metali ze zużytych sprzętów. Jednym z kluczowych wyzwań jest pomoc Grenlandii w wykorzystaniu potencjału, bo niewątpliwie eksploatacja rozpocznie się tam w ciągu najbliższych lat.

Nie należy wykluczać ewentualności notowania MZR na giełdach. Biorąc pod uwagę dysproporcję w zapotrzebowaniu i podaży, jest to obiecująca możliwość powiększenia dochodów, rozważana zresztą przez Pekin. Warto także zauważyć, iż restrykcyjna polityka Chin może przynieść efekty. Jednak w perspektywie długofalowej z pewnością nie przyczyni się do ocieplenia chińskiego wizerunku na arenie międzynarodowej i nie będzie zachęcała do współpracy. Swoisty imperializm technologiczny może obrócić się przeciw Chinom.

Państwa, które eksploatują MZR stają przed wyzwaniem zapewnienia bezpieczeństwa ekologicznego. Troska o środowisko naturalne to jeden z najważniejszych argumentów przeciw wydobywaniu tych metali. Konieczne jest stosowanie wysoce zaawansowanych technologii by efektywnie ograniczać zgubne skutki wydobycia. Wymaga to ogromnych nakładów kapitałowych, jednak w dalszej perspektywie może pozytywnie stymulować sferę *high-tech* i innowacyjność. Potrzeby surowcowe współczesnej gospodarki globalnej wydają się nieograniczone. Wiele wskazuje na to, iż XXI w. znajdzie się pod znakiem eksploracji pozaziemskich źródeł, w tym przede wszystkim MZR. Być może świat ponownie stanie w obliczu wyścigu kosmicznego?

Trudno obecnie przewidywać czy powstanie jakiś rodzaj reżimu metali ziem rzadkich wytyczający drogę do wspólnych działań, form dialogu, instytucji, celem wypracowania metod i zachowań podmiotów. Póki co jest to mało prawdopodobne ze względu na ich indywidualne dążenia. Niewątpliwie chęć pozyskania zasobów będzie się zaostrzać, nabierając charakteru rywalizacji, będącej jednym z głównych czynników kształtujących rzeczywistość międzynarodową.

Summary

The competition of natural resources is one of the implications of dynamic changes in international area. It's not only about energy resources but also resources from high-tech sector. In this context Rare Earth Elements are one of the most desirable. A competition of access to these deposits is one of the key issues for international politics. The main aim of this article is to present specific of these resources with showing the most rich in REE in the world. Second part of thesis presents the activity of countries especially engaged in REE sector and implications in international environment.

Bibliografia

- *A mine creates growth in Narsaq* ,http://gme.gl/en/ree-and-uranium, (02.12.2014).
- *Australian Rare Earth Elements Issues*, http://www.australianrareearths.com/, (02.12.2014).
- Behrmann E and Ratnam G., *Lynas Says Rare Earths Demand to Grow at 9% a Year*, http://www.bloomberg.com/, (19.10.2014).
- Bourzac K., *Undermining China's Monopoly on Rare Earth Elements*, http://www.technologyreview.com/, (02.12.2014).
- *Canada looking to break into 'critical' rare earth elements mining*, http://o.canada.com/, (17.09.2014).
- *China caps emissions for rare earth miners*, http://www.mnn.com/, (19.04.2014).
- Choi Ch., *$1 Trillion in Minerals Found in Afghanistan*, http://news.discovery.com/, (22.11.2014).
- *Crash-course on rare earth metals*, http://www.world-nuclear-news.org/, (19.09.2014).
- *Deep-sea mud in the Pacific Ocean as a potential resource for rare-earth elements,* http://www.nature.com/, (02.12.2014).
- Forbes, *Japonia i Wietnam razem walczą z monopolem Chin na metale ziem rzadkich*, http://www.forbes.pl/, (19.09.2014).
- Forbes, *UE skarży Chiny do WTO za cła na surowce*, http://www.forbes.pl/, (20.01.2014).
- *Global Witness Report*, http://www.globalwitness.org/campaigns/corruption/oil-gas-and-mining/afghanistan, (02.12.2014).
- *Grenlandia ostrzega UE, ze może nie uzyskać dostępu do jej bogactw natural-*

nych, http://reuters.com/, (19.09.2014).
- Humpries M., *Rare Earth Elements: The Global Supply Chain, December 2013*, http://www.fas.org, (19.09.2014).
- Hurst. C, *China's Rare Earth Elements Industry: What Can the West Learn?,* http://fmso.leavenworth.army.mil/documents/rareearth.pdf, (27.01.2014).
- *Japan breaks China's stranglehold on rare metals with sea-mud bonanza*, http://www.telegraph.co.uk/, (19.09.2014).
- Karabegović A., *"Institutions, Economic Growth, and the "Curse" of Natural Resources"* Raport Instytutu Frazer'a, http://www.fraserinstitute.org/research-news/display.aspx?id=13115, (30.11.2014).
- Long K. R., Gosen van B.S., Foley N., Cordier D., *The Principal Rare Earth Elements Deposits of the United States – A Summary of Domestic Deposits and a Global Perspective,* US Geological Survey science for a changing world. http://pubs.usgs.gov/, (12.02.2014).
- Lynas Corporation Ltd.: *Quarterly Report for the period ending June 2013,* Quarterly Report for the period ending September 2011, http://www.lynascorp.com/, K.R. Long, i in. The Principal Rare Earth Elements Deposits of the United States – A Summary of Domestic Deposits and a Global Perspective, http://pubs.usgs.gov/, (20.01.2014).
- *Minerals in Circular Economy* (MINCE), http://www.mince.fi/, (05.12.2014).
- Morrison W., Tang R., *China's Rare Earth Industry and Export Regime: Economic and Trade Implications for the United States*, http://www.fas.org/sgp/crs/row/R42510.pdf, (19.01.2014).
- *Mother Nature Network*, http://www.mnn.com/, http://albanyhaynes.com/, (12.01.2014).
- *Off Earth Minig Forum,* http://acser.unsw.edu.au/oemf/, (18.01.2014).
- *Podziemne bogactwo*, http://www.presseurop.eu/, (18.01.2014).
- *Rare Earth Elements*, http://www.ga.gov.au/, (27.01.2014)
- *The Global Market for Rare Earths is Expected to Reach 258 Billion Tons of REO in 2016*, http://www.magneticsmagazine.com, (20.04.2014).
- *The Ultimate Guide to Rare Earth Elements*, http://reehandbook.com/definition.html, (02.12.2014).
- *There is oil in the Middle East there is rare earth in China*, http://www.theepochtimes.com/, (18.04.2014).
- *Uranium From Rare Earth Deposit*s, http://www.world-nuclear.org/, (19.04.2014).

mgr Karolina Chyla – doktorantka na II roku Nauk o Polityce na Wydziale Nauk Społecznych na Uniwersytecie Wrocławskim. Zajmuje sie kwestią bezpieczeństwa w regionie arktycznym, rywalizacją o zasoby surowcowe, geopolityką. Autorka m.in. „Program nuklearny Iranu jako przejaw aspiracji mocarstwowych i jego konsekwencje dla bezpieczeństwa". Recenzja monografii prof. Mirosława Sułka, „Potęga państw. Modele i zastosowania", „Drony jako instrument eksploracji Arktyki" oraz „Autonomia Grenlandii otwarciem drogi do rywalizacji o surowce mineralne".