

PREDBEŽNÉ EKONOMICKÉ ODHADY SPOJENÉ S ŤAŽBOU HLBOKOMORSKÝCH POLYMETALICKÝCH KONKRÉCIÍ

Ing. Lucia Domaracká, PhD., Technická univerzita Košice, Fakulta BERG

Ing. Monika OROSOVÁ, Technická univerzita Košice, Fakulta BERG

Ing. Zuzana Jurkasová, Technická univerzita Košice, Fakulta BERG

Abstrakt

Článok sa zaoberá základnými vzťahmi medzi geologickými zásobami polymetalických konkrécií uložených vo veľkých hĺbkach oceánov, dobývateľnými zásobami, ktoré budú predmetom ťažby polymetalických konkrécií uložených na dne oceánov a možnosťou vyjadrenia zásob hlavných kovových prvkov prítomných v týchto podmorských ložiskách.

Kľúčové slová

Polymetalické konkrécie, hlbokomorský, geologické zásoby, dobývateľné zásoby, množstvo kovov, technicko-ekonomické parametre, Interoceanmetal IOM, Konvencia OSN o morskom práve

Úvod

Myšlienka získavania zásob zemských zdrojov v podobe rudných ložísk [6] z dna oceánu, vznikla na základe úspechov v oblasti výskumu oceánskeho dna, ktoré dosiahli vedúce svetové mocnosti v období studenej vojny, s cieľom privlastniť si svetový oceán ako strategický priestor. Myšlienky boli podporené aj z toho dôvodu, že rudy mangánu a kobaltu, boli strategickými surovinami.

Expedície na výskum podmorských ložísk boli realizované vedeckovýskumnými loďami USA a Ruska, ale tiež Indie, Japonska, európskych štátov, Austrálie, Nového Zélandu a JAR. Získalo a spracovalo sa obrovské množstvo informácií o rudnom potenciáli oceánu.

Interoceanmetal (IOM), medzinárodná spoločnosť pre výskum morského dna

Činnosť IOM je definovaná medzivládnu dohodou šiestich krajín, medzi nimi aj Česka a Slovenska a z nej vyplývajúcim štatútom organizácie. Cieľom je vyhľadávanie, prieskum a príprava priemyselného využívania polymetalických konkrécií nachádzajúcich na

hlbokomorskom dne Tichého oceána. Prijatím Konvencie OSN o morskom práve a vznikom Medzinárodného úradu pre morské dno (MÚMD) sa zmenilo medzinárodné postavenie IOM, ktoré do tých čias vystupovalo ako tzv. pioniersky investor (subjekt, ktorý na vlastné náklady prehľadáva a skúma prostredie medzinárodných vôd) [4].

V roku 2001 podpísala Spoločná organizácia IOM so sídlom v Štetíne, Poľsko, dohodu s MÚMD, so sídlom v Kingstone, Jamaica (International Seabed Authority – ISA) o prieskumnej činnosti polymetalických konkrécií na ploche 75 000 km² morského dna Tichého oceánu v oblasti Clarion-Clipperton. Dohoda zahŕňa pätnásťročný plán činnosti IOM s presným určením postavenia a požiadaviek, ktoré postavenie v pozícii kontraktora MÚMD zabezpečuje v súlade s Konvenciou OSN o morskom práve. K štandardným požiadavkám MÚMD patria každoročné správy o činnosti organizácie, ktoré zahŕňajú informácie o geologickej a oceánografickej charakteristike, financovaní činnosti, o stave životného prostredia (ekologický monitoring), o stave v oblasti prípravy technológií dobývania a spracovania [2].

Základné ekonomické ukazovatele hlbokomorských ložísk polymetalických konkrécií

Na základe výsledkov mnohoročného výskumu podmorských rudných ložísk bola ocenená hodnota zásob hlbokomorských polymetalických konkrécií na štyri bilióny USD [1].

Tab. 1 Porovnanie zásob a ťažby vybraných kovov na pevnine a v oceánoch [3], upravené autorom

Prvok	Svetové zásoby [t]		Svetová ťažba [t]	
	Pevnina	Oceán	Pevnina	Oceán
Mn	8.10 ⁹	6.10 ⁶	15.10 ⁶	0,75.10 ⁶
Ni	100.10 ⁶	290.10 ⁶	700.10 ³	36.10 ³
Cu	600.10 ⁶	240.10 ⁶	14.10 ⁶	30.10 ³
Co	3.10 ⁶	60.10 ⁶	50.10 ³	7,2.10 ³
Ni+Co+Cu	7,0300E+08	5,9600E+08	2,9750E+07	7,3950E+04
Mn+Fe		8,4000E+09		
Ni+Co+Cu+ Mn+Fe		8,9960E+09		

Tab. č. 2 Stav zásob rúd v polymetalickom ložisku v oblasti Clarion-Clipperton

Prvok	Ni	Cu	Co	Fe ruda	Mn	Zn	Mo
Množstvo zásob (t)	3 958 000	3 590 000	541 000	17 800 000	94 000 000	429 200	172 600

Výpočet hodnoty kovov v ložiskách polymetalických rúd bol vykonaný na základe zjednodušených úvah: toľko je zásob celkom, vypočítané množstvo kovov v ložisku podľa percentuálneho podielu kovových prvkov v polymetalických konkréciách je také, násobené cenou kovu na svetových trhoch (tab. 3) dáva konečnú hodnotu zásob kovov.

Aj keď uvedený výpočet má asi ďaleko od skutočnosti, dáva prvý pohľad na hodnotu zásob polymetalických konkrécií nachádzajúci sa na hlboko morskom dne.

Tab. 3 Ceny kovov na svetovej burze LME v Londýne, október 2009 (LME)

Prvok	Cena (USD.t⁻¹)
Cu	5 025,6
Co	56 578,3
Fe ruda	32,28
Mn	2 110,3
Mo	41 961,7
Ni	15 596,1

Odhad zásob polymetalických konkrécií je možné urobiť aj na základe údajov o rozlohe doposiaľ známych ložísk na hlbokomorskom dne (tab. 4). Pričom stredné hodnoty množstva polymetalických konkrécií z 1 m² sa pohybujú od 10 do 15 kg a priemerný obsah niektorých prvkov je približne takýto: Mn - 30%, Fe - 5%, Cu - 1,2%, Ni - 1,2%, Co - 0,2%, Zn - 0,15% a Mo - 0,05% .

Podmienkou dobývateľnosti ložiska hlbokomorských polymetalických konkrécií je ich dostatok a dostatočná koncentrácia pre masívnu ťažbu. Predbežné odhady hovoria o ročnej ťažbe vo výške 1,5 až 4 mil. t mokrých polymetalických konkrécií, v priebehu 20 až 25 rokov. Ekonomická hranica výtťažnosti kovov (cut-off grade) [5] je 1,25 - 1,5 % Ni, 1,0 - 1,4 % Cu, 27 - 30 % Mn a 0,2 – 0,25% Co (tab. 5) [1].

Tab. 4 Rozloha doposiaľ známych podmorských ložísk polymetalických konkrécií

Oblasť	Plocha výskytu polymetalických ložísk
	(km²)
Južný Pacifik	1 200 000
Severný Pacifik	4 200 000
Indický oceán	500 000

Tab. 5 Tabuľka geologických a dobývateľných zásob

Oblasť	Rozloha známych ložísk (km ²)	Geologické zásoby konkrécií (*) (t)	Obsah kovov (Mn+Fe) (t)	Obsah kovov (Cu+Ni+Co) (t)	Dobývateľné zásoby (**) (t)
Južný Pacifik	1,0000E+06	5,0000E+09	1,7500E+09	2,6000E+04	
Severný Pacifik	4,2000E+06	2,1000E+10	7,3500E+09	1,0920E+05	
Indický oceán	5,0000E+05	2,5000E+09	8,7500E+08	1,3000E+04	
Atlantický oceán a ostatné	9,0000E+05	4,5000E+09	1,5750E+09	2,3400E+04	
Suma	6,6000E+06	3,3000E+10	1,1550E+10	1,7160E+05	2,8875E+09

Poznámky k tabuľke 5:

(*) Tu uvádzané geologické zásoby môžu byť zaradené medzi ekonomické až potenciálne ekonomické, použiteľné pre počiatočnú štúdiu využiteľnosti,

(**) Pod pojmom dobývateľné zásoby vychádzame z predpokladu, že sa bude jednať o dobývanie na 25% z identifikovanej plochy morského dna, na ktorom sa nachádza minimálne 5 kg konkrécií na m², čo vyplýva z ekonomických požiadaviek na dobývanú surovinu, a tiež z predpokladu, že na 25% plochy identifikovaných geologických zásob sú geotechnické podmienky nasadenia ťažobných systémov také, že plochy sú vhodné na priemyselnú ťažbu polymetalických konkrécií. Skutočný podiel dobývateľných zásob voči geologickým však môže byť aj iný a navyše dnes je ťažko odhadnutelnú výťažnosť ložísk na hlbokomorskom dne.

Limitné technicko-ekonomické parametre ložísk polymetalických konkrécií sú podľa UNOET (United Nations Ocean Economics and Technology Branch) stanovené nasledovne [7]:

- minimálna ekonomická hranica dobývateľnosti ložiska (cut-off grade) je 1,8 % (Ni+Cu),
- minimálna ekonomická hranica výskytu polymetalických konkrécií je 5 kg.m⁻²,
- uhol sklonu svahu morského dna < 3 °,
- životnosť ložiska je minimálne 20 rokov,
- ročná výťažnosť mokrých konkrécií je 3 mil. t.

Ďalšími limitujúcimi faktormi dobývania polymetalických konkrécií je ich výskyt v extrémnych podmienkach - tlak 50 MPa, teplota 2 °C, neprítomnosť prirodzeného svetla, veľká vzdialenosť od morského pobrežia a veľká hĺbka pracoviska.

Ďalším špecifikom ložiska polymetalických konkrécií, okrem jeho uloženia vo veľkých hĺbkach na dne oceánu sú jeho rozmery. Ložisko je možné považovať za plošné, alebo na ploche rozvinuté dvojrozmerné pole, na rozdiel od väčšiny ostatných ložísk nachádzajúcich sa na súši alebo pod hladinou mora. Efektivita jeho dobývania bude priamo závislá od plochy morského dna, ktorú je zberný mechanizmus v daných podmienkach schopný prejsť za jednotku času. Z toho vyplývajú požiadavky na parametre podmorského zberača: rýchlosť pohybu, šírka záberu, priechodnosť a únosnosť terénu.

Záver

Pokusy s ekonomickým ocenením ložiska polymetalických konkrécií na dne oceánu v hĺbke 5 km v dnešnom štádiu poznania ložiskových parametrov a doposiaľ len vyvíjaných technológií hlbokomorskej ťažby môžu byť iba na úrovni prognóz. Rozdielne technológie zberu konkrécií z hlbokomorského dna budú aj z ekonomického pohľadu vykazovať veľké rozdiely.

Ďalším efektom na ocenenie ložiska na strane príjmov sú ceny kovov (predovšetkým Co, Cu a Ni). Efekt objavenia sa väčšieho množstva týchto kovov na trhu zrejme stlačí ceny kovov smerom nadol. Kvantifikovať tieto zmeny v súčasnosti je nemožné.

Istú stabilitu ekonomických nákladov možno očakávať na konci ťažobného a spracovateľského cyklu, teda v etapách využitia námornej dopravy suroviny do spracovateľských závodov na súši, a úpravy a metalurgického spracovania surovín a koncentrátov v týchto závodoch.

Použitá literatúra:

1. Domaracká, L. a kol.: Enviromentálne aspekty dobývania polymetalických konkrécií na dne Tichého oceánu v oblasti ClarionClipperton, Manuscript, Košice 2009, VEGA 1/4190/07
2. Samer Khouri : Optimization of enterprise processes by means of implementation of an efficient ERP system. In: Acta Technica Corviniensis : bulletin of engineering. Vol. 3, no. 2 (2010), p. 85-90. - ISSN 2067-3809.
3. Kotlinski, R., Stoyanova, V., Hamrak, H., Avramov, A.: An Overview of the Interoceanmetal (IOM) Deep-sea Technology Development (Mining and Processing),

- Proc. International Seabed Authority, Workshop on Polymetallic Nodule Mining Technology – Current Status and Challenges Ahead, Chennai, India, 2008
4. Koščo, J.: Environmentálne dôsledky ťažby polymetalických konkrécií z morského dna. Dizertačná práca, TU Košice, F BERG, Košice, 2010, s.119.
 5. Kotliňski, R. a Rybár, P.: Technologies of manganese nodules mining, The 17th Annual General Meeting of The Society of Mining Professors/ Societät der Bergbaukunde, June 17-21, 2006, Košice, Slovensko
 6. Samer Khouri, Gabriela Alexandrová, Michal Cehlár : Information systems and their effect on management decision making process in a company In: Acta Avionica. Roč. 11, č. 17 (2009), s. 133-135. - ISSN 1335-9479
 7. Rybár, P., Cehlár, M., Tréger, M.: Oceňovanie ložísk nerastných surovín. Vyd. Štroffek, Košice, 2000, ISBN 80-88896-46-0. s.136
 8. Rybár, P., Sasvári, T. a Hvizdák, L.: Učebné texty, ES F BERG, TU Košice,2010, ISBN 978-80-553-0583-7, s. 139
 9. UNOET, *Delineation of Mine Sites and Potential in Different Sea Areas*, Graham and Trotman, 1987, p. 79

Lektoroval:

Prof. Ing. Michal Cehlár, Ph.D.