

Suroviny morského dna – prieskumné aktivity Spoločnej organizácie Interoceanmetal

PETER BALÁŽ

Štátny geologický ústav D. Štúra, regionálne centrum, Markušovská cesta 1, 052 01 Spišská Nová Ves;
peter.balaz@geology.sk

Deep-sea mineral resources – exploration activities of Interoceanmetal Joint Organization

Slovakia, as a member of the Joint Organization Interoceanmetal, is involved in deep sea minerals exploration in the area of Clarion-Clipperton Zone (Fig. 1). Exploration methods include bathymetry, geoacoustic profiling, photo or video profiling and sampling. Other geological survey activities involve environmental research and engineering geology. The most productive interval for the nodule occurrence is in depth ranging from 4 300 to 4 500 m. Three basic genetic types of nodules are assigned: hydrogenous, hydro-diagenetic and diagenetic (Kotlinski, 1999). Amount of metals present in ocean from hydrothermal sources, structure and dynamics of waters, volume of accumulation, depth and relief of seabed are determining factors for concentration of metals in polymetallic nodules (Rybár et al., 2011).

Slovak and similarly European production of metals covers only small part of the EU economy demands. Ongoing initiatives (Raw Material Initiative, Critical Minerals) point out the necessity of metals and minerals securing, including domestic sources. Latest activities are directed also to mineral reserves of the seabed. Resources of cobalt, nickel, copper, rare earths and manganese contained in deep sea polymetallic nodules represent future potential to secure growing economy demands. In the context of present minerals deficiency, longterm import dependency and rising prices situation, investments in seabed exploration appear to be reasonable and strategic.

Key words: seabed minerals, polymetallic nodules, critical metals, Interoceanmetal

Suroviny morského dna

Nárast spotreby a postupné vyčerpávanie tradičných zdrojov nerastných surovín už v sedemdesiatych a osemdesiatych rokoch 20. storočia upriamili pozornosť vyspelých priemyselných krajín na hlbokomorské akumulácie rudných surovín, najmä polymetalických konkrécií s obsahom železa, mangánu, kobaltu, medi, niklu, zinku a ďalších kovov, vrátane vzácnych zemín. Na základe regionálneho geologicko-geofyzikálneho prieskumu vybraných oblastí svetových oceánov bola potvrdená existencia rozsiahlych akumulácií najmä v oblasti Tichého oceánu, konkrétne v oblasti zlomového pásma Clarion-Clipperton (CCZ) v subtropickej časti severného Pacifiku. Perspektívne územie má rozlohu 9 miliónov km². Na prieskum týchto oblastí vznikli viaceré účelové spoločenstvá, v ktorých majú kapitálové podiely americké a európske firmy, a taktiež vznikli konzorciá tzv. pionierskych investorov, ktorých aktivity sú dotované zo štátnych rozpočtov a sú zastúpené vládnyimi organizáciami. Medzi ne patrí Japonsko (DORD), Francúzsko (IFREMER), Južná Kórea (KORDI), Čína (COMRA), Nemecko (BGR), Rusko (Yuzhmorgeologia), východoeurópske štáty (spolu s Kubou) združené do Spoločnej organizácie Interoceanmetal (SO IOM), Kiribati (MARAWA), Belgicko (GSR), Nauru (NORI), Tonga (TOML) a Spojené kráľovstvo

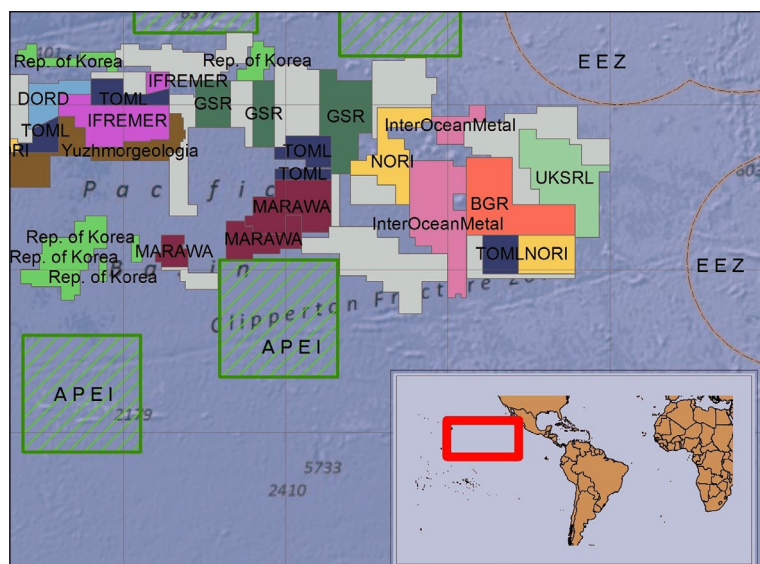
(UKSRL) (obr. 1). Okrem oblasti CCZ sa prieskum morského dna vykonával aj v Peruánskom bazéne v južnom Pacifiku, ktorý realizovalo Nemecko. V roku 2005 však požiadalo o pridelenie územia v oblasti CCZ. India sa venuje prieskumu akumulácií hlbokomorských konkrécií v centrálnej oblasti Indického oceánu.

Činnosť týkajúca sa prieskumu a využívania nerastného bohatstva morského dna je pod administratívnym dozorom Medzinárodnej organizácie pre morské dno (MOMD) so sídlom v Kingstone na Jamajke. Táto organizácia je súčasťou OSN a bola zriadená ako autonómna organizácia na kontrolu dodržiavania Dohovoru OSN o morskom práve z roku 1982 a Dohody o uplatňovaní časti XI Dohovoru OSN o morskom práve z roku 1994. Gestorom našej činnosti v rámci SO IOM je Ministerstvo životného prostredia SR.

Napriek tomu, že Slovensko ako vnútrozemská krajina nemá priamy prístup k oceánu a moriam, prostredníctvom členstva v SO IOM sa aktívne zúčastňuje na geologickom prieskume surovín morského dna v prieskumnom území vyčlenenom v oblasti Clarion-Clipperton v Tichom oceáne.

Interoceanmetal – stručná história a úlohy

SO IOM bola založená v roku 1987 a bývalé Československo sa stalo zakladajúcim členom a zároveň jediným vnútrozemským štátom na svete, ktorý sa aktívne



Obr. 1. Východná časť zlomového pásma Clarion-Clipperton Zone (CCZ) v subtropickej časti severného Pacifiku – územia kontraktorov a rezervované územia ISA. APEI – oblasti osobitného záujmu v oblasti životného prostredia; EEZ – výlučná ekonomická zóna (Zdroj: MOMD, 2012).

Fig. 1. Eastern part of Clarion-Clipperton Fracture Zone (CCZ) in subtropical part of northern Pacific – contractor areas and reserved ISA areas. APEI – Area of particular environmental interest; EEZ – Exclusive Economic Zone (Source: ISA, 2012).

podieľal na hlbokomorskom prieskume nerastného bohatstva oceánov. Sídлом SO IOM je poľské prístavné mesto Štetín. V súčasnosti má organizácia 6 členov: Ruská federácia (ako nástupca ZSSR), Česká republika a Slovenská republika (ako nástupcovia ČSFR), Poľsko, Bulharsko a Kuba.

V závere 20. storočia, keď sa vykonávalo pionierske vyhľadávanie, SO IOM realizovala 17 expedícií do Tichého oceánu. Ich cieľom bola identifikácia najnádejnejších území na výskyt PMK z rozsahu pôvodnej plochy vyhľadávania (540 000 km²). Výsledkom bolo zmenšenie plochy na 150 000 km², ktorá SO IOM patrila do roku 2001, keď sa uzatvárala dnes platná zmluva s MOMD. Po uzatvorení tejto zmluvy sa v prvých rokoch 21. storočia redukovala plocha na súčasných 75 000 km². V záujme spresňovania údajov a získania podkladov na výpočet zásob a zdrojov sa v tomto storočí uskutočnili zatiaľ 3 expedície, a to v rokoch 2001, 2004 a 2009. Každý pioniersky investor bol povinný splniť podmienky stanovené v rezolúcii II. záverečného aktu 3. konferencie OSN o morskom práve z roku 1982. Povinnosti zahŕňali celý rad úloh, ako napr. odovzdanie technológie, vyškolenie odborného personálu pre MOMD a preskúmanie polovice prideleného územia za účelom odovzdania zvyšku územia do rezervy MOMD na budúce využitie rozvojovým krajinám. Do r. 2000 InterOceanmetal preskúmal a odovzdal do rezervy MOMD polovicu, t. j. 75 000 km², zaregistrovaného územia. Na základe kontraktu medzi MOMD a IOM organizácia získala v roku 2001 nový štatút kontraktora.

Súčasný zmluvný územie sa nachádza okolo 120° západnej zemepisnej dĺžky a medzi 10° a 15° severnej

zemepisnej šírky v priestore medzi Havajskými ostrovmi a Strednou Amerikou vo východnej časti zlomového pásma Clarion-Clipperton (Abramowski a Franzen, 2011).

Hlavnou úlohou organizácie je vyhľadávanie a prieskum polymetalických konkrécií (PMK), príprava ich ťažby a úpravy, prieskum inžiniersko-geologických pomerov, v neposlednom rade výskum životného prostredia morského dna a environmentálna analýza možných dosahov budúcej ťažby.

Geológia a mineralógia

Morské dno na hraniciach prieskumného územia SO IOM má tvar zvlnenej planiny rozdelenej systémom pozdĺžnych chrbtov, depresí a subparalelných vulkanických masívov. Predmetné územie je tvorené vulkanickým podloží (bazalt) a ílovými sedimentmi s obsahom montmorilonitov, chloritov a amorfných silikátov. Sedimenty pokrývajúce morské dno sú zložené z formácií Marqueasas (spodný miocén až vrchný oligocén) a Clipperton (pliocén až recent). Vzhľadom na pôvod a zloženie sedimentov sa delia na štyri litofácie: vápňité až ílovito-vápňité nanofosílie (nanoplanktón); kremičitý íl (radiolárie); zeolitický íl a hustejšie zeolitické kôry a kremičito-ílovité a vápňito-ílovité sily.

Sedimenty dna sú pokryté geochemicky aktívnou vrstvou kremičitých a kremičito-ílovitých usadenín, na ktorej sa tvoria polymetalické konkrécie (Depowski et al., 1998).

Polymetalické konkrécie (obr. 2) sú horninové konkrécie tvorené okolo jadra (úlomky hornín, zvyšky schránok živočíchov, žraločie zuby a pod.) koncentricky narasteným rudným obalom zloženým prevažne z oxidov a hydroxidov Mn a Fe (hlavnými minerálmi sú busserit, birnessit, todorokit a vernadit) a v menšej miere ďalšími



Obr. 2. Vzorka polymetalických konkrécií po vyzdvihnutí z morského dna a očistení (Zdroj: SO IOM, 2009).

Fig. 2. Sample of polymetallic nodules after lift from seabed and washing (Source: IOM Joint Organization, 2009).

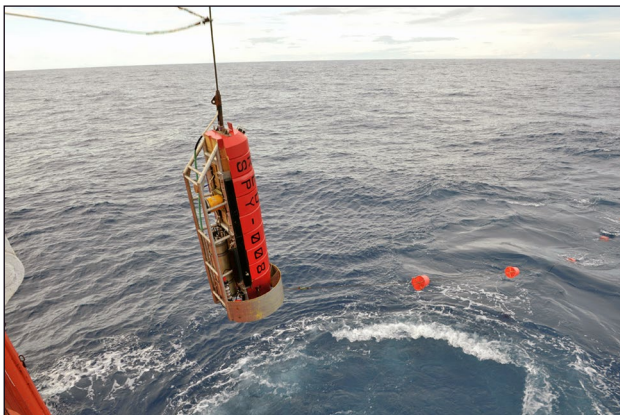
minerálmi, ako kremeň, opál, živec, amfibol, rutil, ílové minerály, zeolit, aragonit, fosfáty a i.. Jednotlivé minerálne fázy sú mimoriadne jemnozrnné a prerastené, čím vytvárajú heterogénnu vnútornú štruktúru. Chemické zloženie PMK je značne rôznorodé. Hydroxidy železa a mangánu sú schopné absorbovať z morskej vody veľké množstvo rozpustených prvkov, v konkréciách ich bolo identifikovaných vyše 60. Na praktické metalurgické využitie sú za najdôležitejšie označované Mn, Ni, Cu a Co. V súvislosti s definovaním kritických minerálov sa v súčasnosti opäť venuje pozornosť aj obsahu vzácných zemín v PMK, resp. v okolitých sedimentoch.

PMK majú elipsoidný, guľovitý alebo pologuľovitý tvar s hladkým alebo drsným povrchom. Veľkosť sa pohybuje od 0,5 do 25 cm, najčastejšie 2 – 8 cm.

Konkrécie sa vyskytujú prevažne v hĺbke 4 000 až 6 000 m. Najväčšia koncentrácia v prieskumnom území SO IOM sa nachádza v hĺbke 4 300 až 4 500 m.

Väčšina konkrécií leží na rozhraní dna mora a vody, pričom časť ponorená v sedimente je spravidla drsnejšia až ladvinovitá, vrchná časť hladšia. PMK môžu byť aj pochované, t. j. prekryté sedimentom dna – pieskom a ílom. Farba konkrécií je hnedá až zemito čierna – podľa obsahu a charakteru železa a mangánu. Na rozdiel od klasickej rudy sa PMK nelesknú a na dotyk sa otierajú a mrvia. Krehkosť konkrécií je výsledkom narušenia vnútornej stavby konkrécií systémom radiálnych trhlín, zaplnených hliníťm materiálom. Tvrdosť PMK podľa Mohsovej stupnice je 2,5 až 3. Zvýšená tvrdosť súvisí so zvýšeným obsahom uhličitanu draselného. PMK sú značne porézne a obsahujú vysoký podiel kapilárnej vody (29 – 33 %). Ide o hygroskopickú vodu zeolitického typu.

Priemerný obsah úžitkových kovov v PMK (polygón H11 – najpreskúmanejšia plocha v rámci prieskumného územia): Mn (31,74 %), Cu (1,29 %), Ni (1,31 %) a Co (0,16 %). Zatiaľ jediný systematický výskum obsahu REE v polymetalických konkréciách v prieskumnom území SO IOM (Kotlinski et al., 1997) preukázal zvýšený obsah La, Ce a Nd dosahujúci max. 0,03 %. Tieto výsledky boli potvrdené aj novšími analýzami na obsah REE v PMK z roku 2011 (Franzen a Baláž, 2011).



Obr. 3. Sonar na geoakustické profilovanie (Zdroj: SO IOM, 2009).

Fig. 3. Sonar for geoacoustic profiling (Source: IOM Joint Organization, 2009).

Genéza PMK

V súčasnosti neexistuje jednoznačný názor na vznik PMK a objasnenie pôvodu materiálu, z ktorého sú tvorené, ako ani samotný mechanizmus tvorby. Pre koncentráciu kovov v rámci formácií PMK majú rozhodujúci význam nasledujúce faktory (Rybár et al., 2011): množstvo kovov prítomných v oceáne z hydrotermálnych zdrojov, štruktúra a dynamika vôd, miera akumulácie, hĺbka a reliéf dna.

Súčasná teória vysvetľuje vznik polymetalických konkrécií na dne mora [www1]:

1. hydrogénny proces, pri ktorom sa konkrécie tvoria pomalým vyzrážaním kovových prvkov z morskej vody. Takto vznikajú konkrécie s relatívne vysokým obsahom niklu, medi a kobaltu.

2. diagenetický proces, pri ktorom je mangán remobilizovaný v sedimentačnom stĺpci a vyzráža sa na rozhraní sediment/voda. Takéto konkrécie sa vyznačujú vysokým obsahom mangánu, ale sú chudobné na železo, nikel, meď a kobalt.

Ostatné možné mechanizmy vzniku PMK zahŕňajú:

– hydrotermálny proces, pri ktorom sa kovy derivujú z horúcich prameňov súvisiacich s vulkanickou aktivitou;

– halmyrolitický proces, pri ktorom kovové prvky pochádzajú z rozkladu bazaltových úlomkov pôsobením morskej vody;

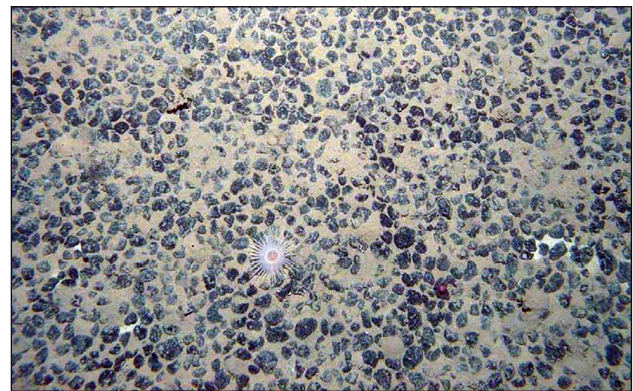
– biogenetický proces, pri ktorom aktivita mikroorganizmov katalyzuje zrážanie kovových hydroxidov.

V rámci oceánskych PMK sú vyčlenené tri základné genetické typy (Kotlinski, 1999):

– hydrogénny (veľkosť 2 – 4 cm; hladký povrch, sféroidický tvar, polyjadrový, jadrom sú vulkanické klasty, bioklasty; pomer Mn/Fe < 3);

– hydro-diagenetický (veľkosť 4 – 8 cm; hladký vrch, drsný spodok konkrécií, elipsoidický alebo diskoidný tvar, jadrom sú litifikované sedimenty (ílovo-zeolitické) a bioklasty, pomer Mn/Fe > 3 < 5);

– diagenetický (veľkosť 6 – 12 cm; drsný na celom povrchu, vrchná strana môže byť ladvinovitá; tvar nepravidelný diskoidný alebo elipsoidný; jadro tvoria fragmenty starých konkrécií a mikrokonkrécie; pomer Mn/Fe > 5).



Obr. 4. Snímka morského dna pokrytého konkréciami (genetický typ D) (Zdroj: SO IOM, 2009).

Fig. 4. Seabed covered with polymetallic nodules (genetic type D) (Source: IOM Joint Organization, 2009).



Obr. 5. Vzorkovacie zariadenie (tzv. box-corer) je po odbere vzorky z morského dna vyzdvíhané na palubu lode (Zdroj: SO IOM, 2009).

Fig. 5. Sampling device (box-corer) lifted from the seabed after sampling (Source: IOM Joint Organization, 2009).

V prieskumnom území SO IOM je najviac zastúpený diagenetický typ. Vek pacifických polymetalických konkrécií sa odhaduje na 2 až 3 mil. rokov.

Metodika prieskumu

V rámci prieskumných expedícií vykonáva SO IOM výskumné a prieskumné práce spojené so zisťovaním hĺbky a povrchu morského dna na predmetnom území (batymetria) a zisťovanie výskytu a distribúcie PMK (uloženie, tvar, množstvo na m²).

Používané prieskumné metódy zahŕňajú:

- geoakustické profilovanie bočného rozsahu sonarom,
- foto-tele profilovanie (snímkovanie dna),
- vzorkovanie morského sedimentu vrátane konkrécií box-corerom,
- odber veľkokapacitnej vzorky konkrécií vlečnou sieťou.

Na určenie polohy sa používa navigačné zariadenie (na princípe GPS) s chybou presnosti polohy podvodných prístrojov max. 35 m.

Metódou geoakustického profilovania sa premeriava povrch morského dna. Výsledkom je komplexný sonogram (zobrazenie povrchu dna na základe jeho schopnosti odrážať zvukové vlny s frekvenciou 34 kHz) a profilogram (zobrazenie profilu do hĺbky až 100 m pod povrchom dna, frekvencia 4 kHz). Merania sa vykonávajú prístrojom vlečeným za plavidlom (obr. 3), pracovná rýchlosť lode je 1,3 uzla a vzdialenosť vlečeného prístroja odo dna 80 – 120 m.

Fotografické snímkovanie morského dna (obr. 4) sa vykonáva tak, aby sa prekrývalo s geoakustickými profilmi. Snímkovanie sa vykonáva krokom v priemere 30 až 40 sekúnd pri pracovnej rýchlosti lode 1,2 až 1,5

uzla a vzdialenosť vlečeného snímkovacieho prístroja odo dna je 3 až 3,5 m.

Vzorkovanie morského sedimentu obsahujúceho polymetalické konkrécie sa vykonáva pomocou tzv. box-corera, t. j. vzorkovača schopného odobrať a vyniesť na palubu objemovú vzorku s rozmermi až 0,5 x 0,5 x 0,5 m (obr. 5). Ďalším spôsobom odberu vzoriek je vzorkovanie vlečnou sieťou. Týmto spôsobom sa z morského dna odoberajú veľkokapacitné vzorky určené na technologické skúšky úpravy PMK a metalurgické experimenty.

V palubných laboratóriách, ktoré sú súčasťou plavidla, sa vykonávajú analýzy fyzikálnych a mechanických vlastností sedimentov a polymetalických konkrécií, obsahu SiO₂ v sedimente, obsahu organickej hmoty v sedimente, obsahu kovov v konkréciách a pórových vodách. Ostatné odobraté vzorky konkrécií, sedimentov a biologických objektov sú počas expedície pripravované a stabilizované na analýzy v stacionárnych laboratóriách.

Výsledky

Prieskumné územie tvoria dve oddelené časti, B1 a B2 (spolu 75 000 km²).

V časti B1 zdroje vlhkých konkrécií predstavujú 69,7 milióna ton s priemernou hustotou uloženia 12,1 kg/m², čo predstavuje 47,3 miliónov ton suchých konkrécií pri priemernej hustote 8,2 kg/m² a zásoby 600 000 ton Ni (1,27 %), 461 000 ton Cu (0,98 %), 92 000 ton Co (0,195 %), 13 400 000 ton Mn (28,43 %), 3 300 000 ton Fe (7,01 %), 65 700 ton Zn (0,139 %) a 23 600 ton Mo (0,05 %).

V časti B2 zdroje vlhkých konkrécií predstavujú 376 miliónov ton (hustota 13,3 kg/m²), resp. 255 miliónov ton suchých konkrécií (hustota 9,1 kg/m²). To predstavuje 3 385 000 ton Ni (1,33 %), 3 129 000 ton Cu (1,228 %), 449 000 ton Co (0,177 %), 80 600 000 ton Mn (31,63 %), 14 500 000 ton Fe (5,7 %), 363 500 ton Zn (0,1452 %) a 146 300 ton Mo (0,0575 %).

V rámci časti B2 bol poslednou expedíciou v roku 2009 preskúmaný najnádejnejší blok, označený H11. Plocha tohto územia je 5 380 km². Počas expedície 2009 boli odobrané vzorky konkrécií z 50 staníc box-corera. Počas

Tab. 1

Výsledky výpočtu zásob a zdrojov v prieskumnom bloku H11
Results of resources calculation in exploration block H11

Surovina	Zdroje (t)	Priemerný obsah (%)
PMK suché	33 687 000	–
PMK vlhké	48 124 000	–
mangán	10 692 000	31,74
meď	435 038	1,29
nikel	442 679	1,31
kobalt	53 212	0,16

predchádzajúcich expedícií boli odobrané vzorky konkrécií z viac než 500 staníc. Analýzy vzoriek sa v roku 2011 využili na výpočet zdrojov PMK geoštatistickou metódou blokového krígingu. Na tento výpočet sa využilo aj ďalších 79 vzoriek z predchádzajúcich expedícií, ktoré boli odobraté z okolia bloku H11. Prieskumný blok H11 bol v rámci výpočtu zmenšený o plochy s ekonomicky nebilančným výskytom PMK a plochy technologicky nevhodné na ťažbu (svahy so sklonom viac ako 7°) na 3 804 km². Štandardná chyba výpočtu bola stanovená na 4,6 %.

Záver

Slovensko, rovnako ako Európska únia, má obmedzené zásoby rudných a energetických surovín a niektorých nerudných surovín, z čoho vyplýva dlhodobá závislosť od importu deficitných komodít na zabezpečenie surovinových potrieb hospodárstva krajiny. Podiel vlastnej produkcie, ale aj predpokladaných či overených zdrojov a zásob týchto surovín je veľmi malý, resp. žiadny. Aj z týchto dôvodov prijali európske inštitúcie v posledných rokoch niekoľko dôležitých dokumentov, ktoré reagujú na tento stav v oblasti nerastných surovín:

- Iniciatíva v oblasti surovín – zabezpečenie našich nevyhnutných potrieb pre rast a zamestnanosť v Európe (2009/C 277/19);

- Kritické nerastné suroviny pre EÚ (správa ad hoc pracovnej skupiny EK, 2010).

Kobalt a vzácne zeminy, obsiahnuté aj v polymetalických konkréciách, boli v správe EK vyhodnotené ako kritické kovy; meď, mangán a nikel ako hospodársky významné kovy. Vzhľadom na deficit vlastných zdrojov kovov v Európe, ich dlhodobá rastúca cena a potrebu ich zabezpečenia na chod a rozvoj európskeho hospodárstva možno investíciu do prieskumu zdrojov morského dna považovať za strategicky výhodnú.

V súčasnosti na potenciál surovín morského dna reaguje aj Európska únia, predpokladá sa financovanie aktivít v rámci programu Horizont 2020, zahŕňajúcich

hodnotenie ekonomickej využiteľnosti a environmentálne prijateľných metódik využívania surovín morského dna.

SO IOM plánuje v roku 2014 ďalšiu prieskumnú expedíciu zameranú na rozšírenie prieskumného bloku H11 o nové perspektívne územie s cieľom navýšiť celkové preskúmané zdroje a zvýšiť celkovú preskúmanosť územia aj z hľadiska inžiniersko-geologických pomerov a environmentálneho hodnotenia.

References

- ABRAMOWSKI, T. & FRANZEN, J., 2011: Členstvo Slovenska v Spoločnej organizácii Interoceanmetal a v Medzinárodnej organizácii pre morské dno – pravidlá práce týchto Organizácií. In: *Zbor prednášok z medzinárodnej konferencie Progresívne technológie prieskumu, ťažby a úpravy nerastných surovín a ochrany životného prostredia. Demänovská dolina 15. – 16. 10. 2011. Slovenská banícka spoločnosť*, 69 – 80.
- DEPOWSKI, S., KOTLINSKI, R., RUHLE, E. & SZAMALEK, K., 1998: Surowce mineralne mórz a oceanów. *Wydawnictwo naukowe Scholar, Warszawa*, 384 s.
- FRANZEN, J. & BALÁŽ, P., 2012: Rare Earth Elements in the Polymetallic Nodules – a New Challenge. In: *Zbor prednášok 22th International Offshore and Polar Engineering Conference, Rhodes, Greece, June 17–22*, 112 – 116.
- KOTLINSKI, R., 1999: Metallogenesis of the World's ocean against the background of oceanic crust evolution. *Special Papers*, 4. *Polish Geological Institute, Warszawa*, 1 – 59.
- KOTLINSKI, R., PARIZEK, A. & REZEK, K., 1997: Polymetallic Nodules – A Possible Source of Rare Earth Elements. *Proceedings of the Second ISOPE Ocean Mining Symposium, Seoul, November 24 – 26*, 50 – 56.
- RYBÁR, P., HAMRÁK, H., KOŠČO, J., DOMARACKÁ, L., DOMARACKÝ, D. & RYBÁROVÁ, M., 2011: Polymetalické konkrécie – bohatstvo na dne morí a oceánov. *TU Košice, fakulta BERG*, 257 s.
- Interné materiály a správy SO IOM.
[www1] Dokument International Seabed Authority
<http://www.isa.org.jm/files/documents/EN/Brochures/ENG7.pdf>

Rukopis doručený 13. 8. 2013

Revidovaná verzia doručená 20. 11. 2013

Rukopis akceptovaný red. radou 11. 2. 2014

Deep-sea mineral resources – exploration activities of Interoceanmetal Joint Organization

Short history and activities

The Interoceanmetal Joint Organization was formed in 1987 and former Czechoslovakia was its foundation member – the only inland country actively performing deep-sea mineral exploration. At present, organization covers six member states: Russian Federation, Czech Republic, Slovakia, Poland, Bulgaria and Cuba. Organization has its residence in Szczecin, Poland.

The objective of IOM Joint Organization activity is to explore polymetallic nodule deposit in the eastern part of

the Clarion-Clipperton Fracture Zone in the Pacific Ocean. The IOM Carries out research and development studies in geology, mining technology, processing of polymetallic nodules and marine environment.

Geology

Polymetallic nodules are rock concretions formed of concentric layers of iron and manganese oxides and hydroxides around a core. Main minerals are busserite, birnessite, todorokite and vernadite). Nodules vary in

size from 0.5 to 25 cm, most frequently 2–8 cm. Their surface is generally smooth, sometimes rough. Hardness after the Mohs scale is 2.5–3. Nodules are considerably porous, capillary water content is 29–33 %. Polymetallic nodule deposits are found on the seabed at depths of 4 000–6 000 m. The age of Pacific polymetallic nodules is estimated at 2 to 3 million years.

Several theories have been proposed to explain the formation of different types of nodules [ISA, www1]. Two of the more popular are:

1. A hydrogenous process in which concretions are formed by slow precipitation of the metallic components from seawater. This is thought to produce nodules with similar iron and manganese content and a relatively high grade of nickel, copper and cobalt.

2. A diagenetic process in which the manganese is remobilized in the sediment column and precipitates at the sediment/water interface. Such nodules are rich in manganese but poor in iron and in nickel, copper and cobalt.

Three basic genetic types of polymetallic nodules are assigned (Kotlinski, 1999):

- hydrogenous (size 2–4 cm; smooth surface, spheroidal shape, polycore, ratio Mn/Fe < 3);
- hydro-diagenetic (size 4–8 cm; smooth top, rough bottom, ellipsoidal or discoidal shape, ratio Mn/Fe > 3 < 5);
- diagenetic (size 6–12 cm; rough surface, irregular shape, discoidal or ellipsoidal, ratio Mn/Fe > 5).

In the IOM exploration area, diagenetic type is most common.

Research and exploration

Within the frame of exploration cruises the IOM carries out research and exploration works related to determination of depth and surface morphology of seabed in exploration area (bathymetry), determination of polymetallic nodule

occurrences and distribution (deposition, shape, density per square metre, etc.).

Used exploration methods cover:

- Geoacoustic profiling using side scan sonar,
- Photo-teleprofiling using abyssal photoprofiler,
- Box-corer sampling of sediments and nodules,
- Taking large-capacity sample by trawling.

Physical and mechanical properties of sediments and nodules are analysed in onboard laboratories on vessel, including determination of metal content in nodules and pore waters, SiO₂ and organic content in sediments etc. Other samples of nodules, sediments and biological objects are processed and stabilized for later analyses in stationary laboratories.

Results

The IOM exploration area consist of two parts B1 and B2 (totally 75 000 km²).

B1 area represents resources of 47 million tons of dry nodules (density 8.2 kg/m²).

B2 area represents resources 255 million tons of dry nodules (density 9.1 kg/m²).

Within the frame of B2 area, the most prospective exploration block H11 was determined (5 380 km²). Technologically suitable areas for mining are 3 804 km².

Average metal grades in H11 exploration block are: Mn (31.74 %), Cu (1.29 %), Ni (1.31 %) and Co (0.16 %). Research of REE content in the IOM area nodules showed increased contents of La, Ce and Nd – max. 0.03 % (Kotlinski et al., 1997).

Total amount of dry nodules in H11 was estimated at 34 million tons (11 million tons of Mn, 435 thousand tons of Cu, 443 thousand tons of Ni and 53 thousand tons of Co).

We have to take into consideration, that H11 area represents only about 7 % of total IOM exploration area.