

## ANDRZEJ PIEŃKOWSKI: ODKURZACZEM PO DNIE



Artykuł pochodzi  
z "Wiedzy i  
Życia" nr  
10/2000

Od 9 lat Polska ma prawo do użytkowania kawałka dna Pacyfiku. Pod trzykilometrową warstwą wody czekają tam bardzo bogate złoża rud metali nieżelaznych. Problem w tym, jak je wydobyć.

Od 1987 roku nasz kraj jest członkiem międzynarodowej organizacji pod nazwą Interoceanmetal, która od 1991 roku ma wyłączne prawo użytkowania kawałka dna Pacyfiku o wielkości jednej czwartej powierzchni Polski (75 tys. km<sup>2</sup>). Korzystanie z tego prawa wymaga prowadzenia badań geologicznych, które kosztują polski budżet 135-150 tys. dolarów rocznie. Ten wydatek, choć duży, bardzo się opłaca pod kilkukilometrową warstwą wody leżą złoża rud metali o wartości szacowanej na 130 mld dolarów. Na razie nikt tych zasobów nie rusza, bo z przyczyn ekonomicznych wydobywanie jest nieopłacalne. Jednakże za 10-20 lat, gdy złoża na lądzie zaczną się wyczerpywać, eksploatacja podmorskich rud stanie się niezwykle intratnym przedsięwzięciem. Polscy naukowcy i inżynierowie wraz z kolegami z innych państw prowadzą teraz rozpoznanie i dokumentację zasobów dna oceanicznego, a także testują różne techniki wydobywania.

Eksploatacja dna oceanicznego na wielką skalę stała się faktem całkiem niedawno. Od czasu, gdy w 1960 roku Jacques Piccard i Don Walsh opuścili się w batyskafie *Trieste* na dno Rowu Mariańskiego, znacznie udoskonalono techniki badań podwodnych. Niemniej jednak osiągnięcia w tej dziedzinie nie były tak znaczne, jak w innych. Widać to szczególnie dobrze w porównaniu z eksploracją kosmosu - dokładnie i z bliska zbadaliśmy wiele ciał Układu Słonecznego, a nie dysponujemy dokładnymi mapami większości powierzchni dna oceanów. Częściową winę za ten stan ponosi okres "zimnej wojny", kiedy mapy te wykonywano w największej tajemnicy i dostęp do nich mieli tylko wojskowi decydujący o ruchach atomowych łodzi podwodnych. Do celów nawigacji wystarczy jednak wyłącznie znajomość ukształtowania dna. Życie biologiczne głębin i występujące tam zjawiska geologiczne badała dotąd jedynie garstka odważnych naukowców.

Z czasem zasobami głębokiego oceanu zainteresowały się przedsiębiorstwa czysto komercyjne. Powstał przy tym problem formalny, ponieważ cenne złoża leżały na wodach międzynarodowych, których stan prawny nie był ściśle określony. W 1974 roku amerykańska korporacja Deep Sea Ventures, która zainwestowała najwięcej środków w badania dna, wystąpiła do rządu USA o przyznanie wyłączności na prowadzenie działalności w pewnym rejonie Pacyfiku. W jej ślady wkrótce poszli następni, tak że sprawa trafiła w końcu na forum ONZ. Doprowadziło to w 1982 roku do uzgodnienia Konwencji Prawa Morza ONZ (UNCLOS), która weszła w życie w 1994 roku (jej pełny tekst można przeczytać na stronie internetowej Instytutu Morskiego w Gdańsku: <http://www.im.gda.pl/konwencja/index.html>), tak by regulowała ona w sposób jednoznaczny zasady dostępu do podmorskich złóż. Powołano jednocześnie Międzynarodową Organizację Dna Morskiego (ISBA - International Sea-Bed Authority), która nadzoruje wykonywanie zaleceń Konwencji w imieniu ONZ. W 1998 roku Zgromadzeniu tej organizacji przewodniczył główny geolog kraju Tadeusz Bachleđa-Curuś. Jego wybór był wyrazem uznania dla wkładu Polski w prace ISBA.

Problem praw do zasobów wód międzynarodowych rozwiązano następująco: zainteresowane strony miały się zarejestrować i wykonać na własny koszt określone prace rozpoznawcze dla ISBA. Dzięki temu uzyskiwały status tzw. inwestora pionierskiego, dający im prawo

wyłączności na uzgodnionym obszarze morskiego dna. Dotąd wymogi te spełniło w sumie 9 narodowych i międzynarodowych konsorcjów, w tym Interoceanmetal.

## Kule armatnie

Działka należąca do Interoceanmetal leży we wschodniej części Oceanu Spokojnego między podmorskimi uskokami Clarion i Clipperton. Od nazw uskoków cały ten obszar nazywa się strefą Clarion-Clipperton (mapki na następnej stronie). To najbogatszy na Pacyfiku rejon występowania konkrecji polimetalicznych - owalnych form mineralnych, zbudowanych z tlenków i wodorotlenków wielu cennych metali. Konkrecje oceaniczne odkryto jeszcze w XIX wieku podczas słynnej wyprawy brytyjskiego statku badawczego *Challenger*, jednak prawdziwe zainteresowanie wzbudziły dopiero w ciągu ostatnich 30 lat, gdy okazało się, że powszechnie występują w oceanach, i to w ogromnej ilości.

Głębokomorskie konkrecje polimetaliczne to dość dziwne formy mineralne. Naukowcom nie udało się dotąd dojść do porozumienia w kwestii mechanizmu ich powstawania. Są to kuliste, spłaszczone lub, rzadziej, nieregularne formy, przypominające kształtem i wielkością dawne kule armatnie. Występują we wszystkich oceanach świata, a także w niektórych morzach i jeziorach. Najcenniejsze jednak są oceaniczne, zalegające na głębokościach rzędu kilku tysięcy metrów. Ich wielkość, skład i zagęszczenie na dnie są różne w różnych obszarach oceanu. Najmniejsze mają rozmiary ziarenek piasku, największe osiągają 500 kg.

O wartości ekonomicznej konkrecji decyduje zawartość metali. Spośród pięciu głównych pierwiastków metalicznych tworzących te struktury manganu, żelaza, niklu, kobaltu i miedzi - cztery (bez żelaza) to bardzo poszukiwane surowce metalurgiczne. Nasz kraj ma szczęście posiadać na swym terenie bogate złoża miedzi, ale już mangan, nikiel i kobalt w całości importujemy. Specjaliści oceniają, że przy obecnym zużyciu zasobów lądowych tych pierwiastków starczy najwyżej na 40 lat. Potem pozostanie już tylko ocean i kosmos - ekonomiczna wyższość pierwszego z tych źródeł wydaje się oczywista.

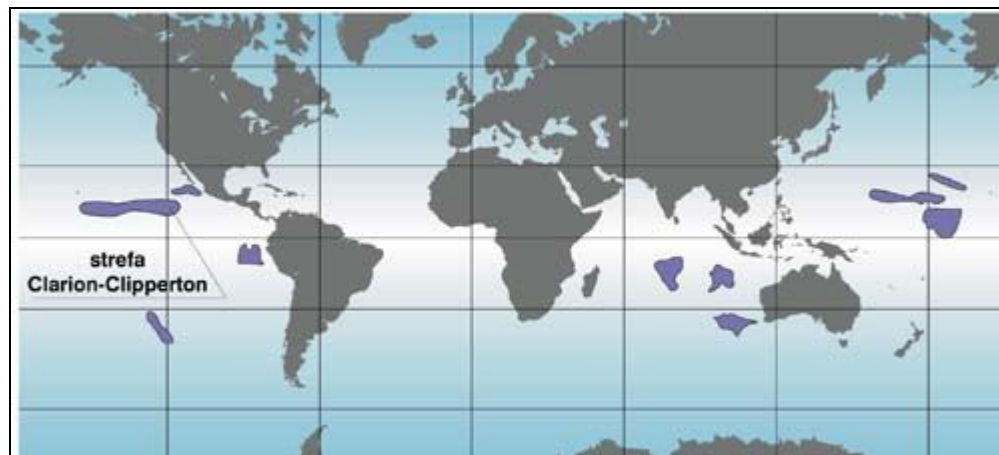
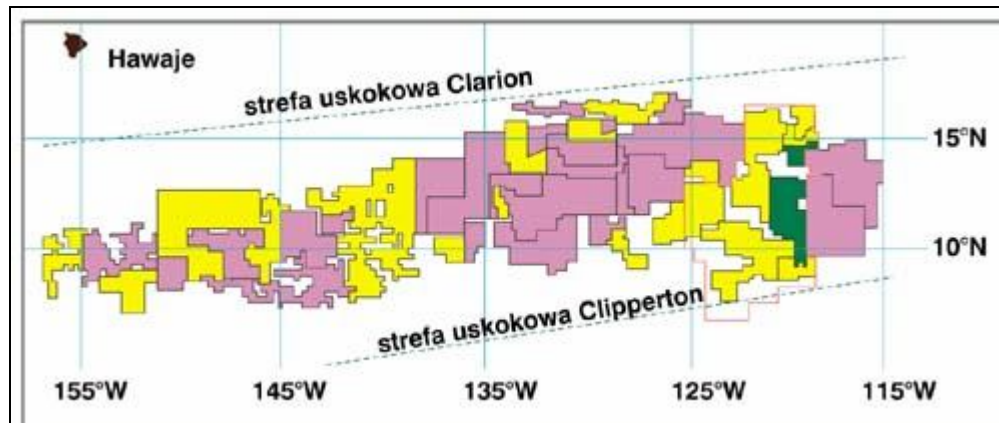
Głębokomorskie konkrecje polimetaliczne powstają niezwykle powoli przyrastają mniej więcej 1 milimetr na milion lat. Właśnie tej powolności zawdzięczają prawdopodobnie swój cenny skład chemiczny. Powstają tylko w tych rejonach dna, gdzie woda jest dobrze utleniona. Krystalizacja rozpoczyna się od zarodka, którym może być odłamek szkieletu ryby lub fragment innej konkrecji; często są to zęby rekinów. Następnie na zarodku narastają, prawdopodobnie przy współdziałaniu mikroorganizmów, koncentryczne warstewki tlenków manganu i wodorotlenków żelaza, zawierające dodatki innych metali.

Dotychczasowe badania wskazują, że metale zawarte w konkrecjach pochodzą z kilku źródeł. Główne źródła to podwodne wyziewy wulkaniczne i powolne ługowanie przez słoną wodę bazaltowych skał skorupy oceanicznej. Ale metale biorą się również z wód przydennych i osadów. Czerwone ropy głębokomorskie, w których tkwią kule rudy polimetalicznej, są mieszaną mikroskopijnych cząstek mineralnych z rzek i lodowców, pyłu atmosferycznego oraz mikrometeorytów.

Inny niezwykle ciekawy problem naukowy dotyczy zalegania konkrecji na powierzchni dna: pomiary wskazują, że warstwa osadu dennego przyrasta tysiąckrotnie szybciej od konkrecji. Rodzi się zatem pytanie: jak to możliwe, że osad nie zasypuje w końcu "kul armatnich"? Powstało kilka hipotez tłumaczących ten pozorny paradoks. Według najciekawszej z nich, konkrecja jest stale na wierzchu, ponieważ działa na nią siła wyporu. Te metalonośne kule są

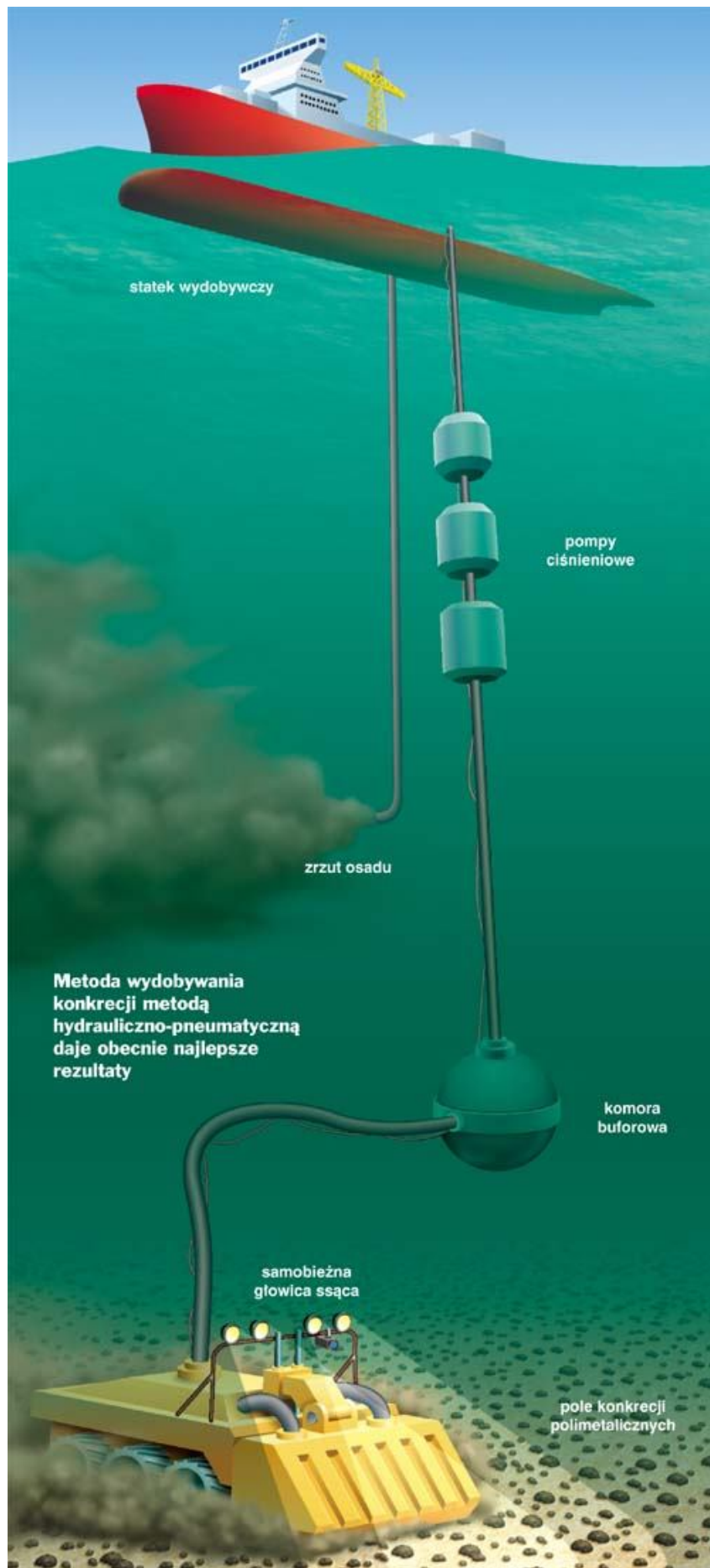
dość lekkie, gęstsze od wody jedynie o 20-40%. Natomiast osad denny z czasem osiada i zagęszcza się, może więc po pewnym czasie stać się cięższy od konkrecji i wypchnąć je ku górze.

### Odkurzać czy zamiatać?



Rozmieszczenie najbogatszych złóż konkrecji polimetalicznych na świecie (u góry) i schemat podziału strefy Clarion-Clipperton na działki dla poszczególnych inwestorów (z prawej). Żółte pola oznaczają nie przydzielone obszary w gestii ISBA, fioletowe działki poszczególnych konsorcjów (udziały USA, Chin, Japonii, Francji, Rosji, Korei Płd. i Niemiec), a zielone obszar działania Interoceanmetal.

Na lądach nie ma złóż zawierających zestaw pierwiastków, jaki występuje w konkrecjach. Eksploatując je z dna oceanu, uzyskuje się więc za jednym zamachem kilka metali, których wydobywanie na lądzie wymagałoby utrzymywania wielu kopalni. Poza tym oceaniczny kombinat górniczy można łatwo przenieść w inne miejsce, co jest niemożliwe na lądzie - przecież nie da się ruszyć szybów i chodników ani setek ton stali zużytych na ich umocnienie. Wszystkie te cechy czynią z podmorskiego górnictwa przedsięwzięcie bardzo przyszłościowe, ale na razie zbyt kosztowne. Nikt nie prowadzi dziś przemysłowej eksploatacji konkrecji, bo wydobywanie czegokolwiek z głębokości 5 km jest wyjątkowo trudne. A musi przynosić zysk, i to dobry.



Metoda wydobywania konkrecji metodą hydrauliczno-pneumatyczną daje obecnie najlepsze rezultaty

Ogarnięte nową odmianą gorączki złota (a raczej niklu) firmy górnicze próbowały już niemal wszystkiego, by móc tanim kosztem wydobywać konkrecje. Najpierw, jeszcze w XIX wieku, ciągnięto po dnie specjalną siecią, tzw. dragą. Potem wymyślono "kubelki", opuszczane na linie i zagarniające do środka potężną porcję osadu z konkrecjami. W przemyśle wydobywczym najważniejszym czynnikiem opłacalności jest jednak ciągłość produkcji, zaczęto więc eksperymentować z technikami transportu urobku za pomocą rur. Na tej zasadzie opierają się dwie najlepsze obecnie, konkurencyjne metody: hydrauliczna i hydrauliczno-pneumatyczna. Różnią się w zasadzie tylko tym, że w tej drugiej dodaje się do wody sprężonego powietrza, co pozwala zmniejszyć liczbę zainstalowanych wzdłuż rury pomp.

Żadna z powyższych metod eksploatacji nie jest doskonała także od strony ekologicznej. Praktycznie nie da się uniknąć znacznego wzburzenia osadu dennego, w którym i na którym żyje zróżnicowana fauna głębokomorska. Choć zalecenia ISBA wyraźnie wymagają, by inwestorzy zbadali środowiskowe skutki swej przyszłej działalności, nikła znajomość głębokomorskich ekosystemów sprawia, że wciąż trudno ocenić szkodliwość podmorskiego górnictwa.

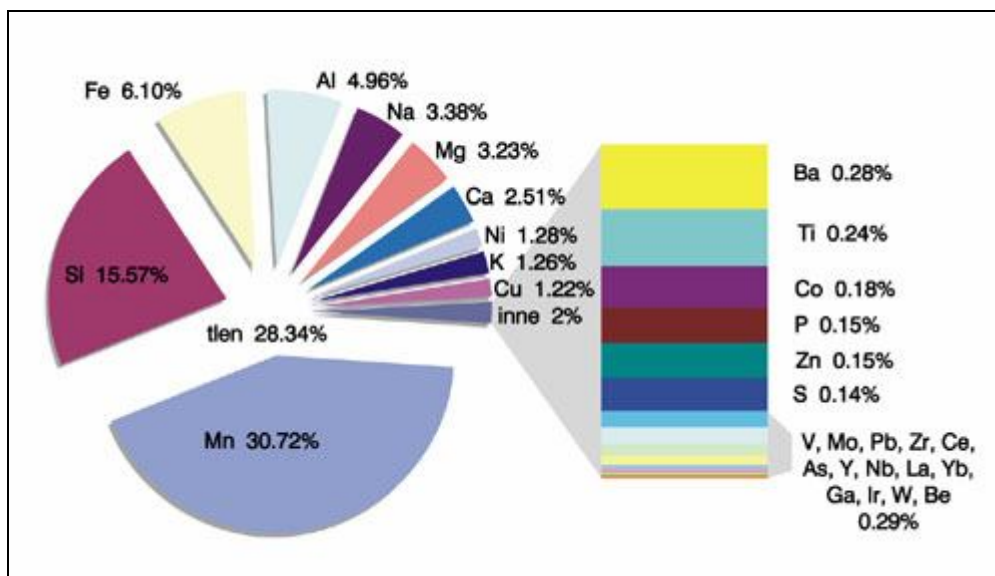
W przyszłości problemy natury ekologicznej mogą stać się główną przeszkodą w opłacalnej eksploatacji zasobów dna oceanicznego. Przewidując to, niektóre konsorcja górnicze przenoszą swoje zainteresowanie na obszary tzw. wyłącznej strefy ekonomicznej (EEZ), gdzie można prowadzić działalność gospodarczą jedynie na podstawie umowy z rządem danego kraju. Jeśli dodatkowo tym krajem jest małe, niezamożne państwo posiadające bogate złoża rud metali we własnej strefie, można liczyć na to, że zadowolony z zysków rząd będzie patrzył przez palce na kwestię zachowania środowiska naturalnego. W przypadku konkrecji taka strategia zapewne nie będzie jednak konieczna, bo, pomijając głębokość, trudno wyobrazić sobie łatwiej dostępną rudę. Wystarczy je po prostu pozbiierać.

Razem taniej

W kwietniu 1987 roku m.in. Kuba, Rosja, Czechy, Słowacja i Polska zawiązały Wspólną Organizację Interoceanmetal, by uzyskać prawo do eksploatacji konkrecji polimetalicznych z dna Oceanu Spokojnego. Polska od początku jest jednym z najbardziej aktywnych członków Interoceanmetal, dlatego na siedzibę organizacji wybrano Szczecin. Stanowisko dyrektora generalnego od 1992 roku piastuje polski geolog i oceanotechnik dr Ryszard Kotliński. Na przyznanej przez ONZ części strefy złożowej Clarion-Clipperton Interoceanmetal prowadzi obecnie prace dokumentacyjne, ekologiczne oraz próbną eksploatację. Polska nie ma własnego statku do badań geologicznych dna morskiego, więc nasi naukowcy pracują na statkach rosyjskich, japońskich i chińskich. W naszej strefie konkrecje zalegają na głębokości około 4200 m.

Polska będzie korzystać z wydobytych w przyszłości surowców w stopniu proporcjonalnym do udziałów w inwestycjach. Początek eksploatacji przewiduje się na 2012 rok.

## Superruda



Konkrecje polimetaliczne warto wydobywać, bo zawierają kilkanaście cennych metali. Niektóre z nich, jak mangan, nikiel, kobalt lub wanad, nie mają złóż na terenie Polski i jesteśmy zmuszeni je importować. Innych pierwiastków, jak miedź, ołów i cynk, mamy pod dostatkiem. Prognozy wskazują jednak, że złoża te skończą się w ciągu najbliższych kilkudziesięciu lat. Całkowitą masę konkrecji polimetalicznych w oceanach świata szacuje się na 90 mld ton.

Skład chemiczny konkrecji zmienia się w szerokich granicach. Na rysunku przedstawiono dane przeciętnej konkrecji z pola Clarion-Clipperton. Metale występujące w konkrecjach znajdują zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu:

- Mn - dodatek do stali, baterie i akumulatory
- Cu - przewody elektryczne, stopy (mosiądz i brąz), środki grzybobójcze
- Ni - dodatek do stali, stopy szlachetne (monety), akumulatory, powłoki nierdzewne
- Co - dodatek do stali, stopy magnetyczne, barwniki do szkła (błękit kobaltowy)
- Mo - dodatek do stali, katalizatory, elektrody, smary
- Zn - baterie, powłoki nierdzewne, barwniki (biel cynkowa)
- V - dodatek do stali, katalizatory