

## Życie na nieznanym planecie – o tym jak 80% światowego oceanu pozostaje niezbadane

Iga Orłowska

*Uniwersytet Gdański, Wydział Oceanografii i Geografii*

*E-mail: igaorlo@gmail.com*

tutor: dr hab. Anita Lewandowska, prof. UG

*Uniwersytet Gdański, Wydział Oceanografii i Geografii, Instytut Oceanografii,*

*Zakład Chemii i Ochrony Środowiska Morskiego*

*Słowa kluczowe: mapowanie oceanów, Seabed 2030, GEBCO*

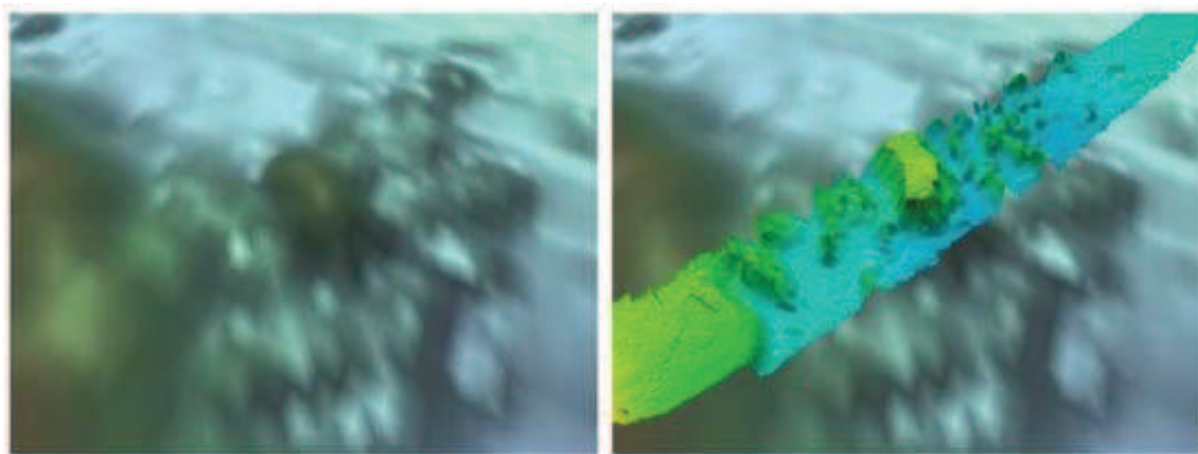
Co wiadomo o dnie oceanu? Można powiedzieć, że mniej niż o powierzchni Marsa, Księżycy, czy Wenus. Obecnie często słyszymy, że ta część naszej planety jest rozpoznana tylko w 20% [1]. Wydaje się to dziwne, bo przecież od zarania dziejów ludzie wierzyli, że w głębinach czai się coś złego i się nimi interesowali. Już w starym testamencie występuje Lewiatan, stworzenie, któremu nie ma równych na Ziemi (Biblia Tysiąclecie, Stary Testament). Cały rozdział w Księdze Hioba opisuje jego potęgę i przestrzega przed zbudzeniem tego morskiego potwora (Ks. Hi 40:25-41:26). Literatura chrześcijańska często traktowała Lewiantana jako wyobrażenie Szatana. Jakkolwiek, morskie potwory pojawiały się także w wielu innych wierzeniach. Były obecne w judaizmie, czy legendach bliskowschodnich. Możliwe, że Lewiatan opisywał zwierzę, którym był po prostu wieloryb czy krokodyl. Tłumaczyłoby to chęć zrozumienia przerażających zjawisk oraz poznania niebez-

piecznych stworzeń zamieszkujących morskie otchłanie. Porównywalne przerażenie budził w ludziach także kosmos. Dobrze rozpoznane obecnie zaćmienie słońca, kiedyś było traktowane jako zapowiedź zagłady. Według wierzeń chińskich, Słońce zniknęło z nieba ponieważ było zjadane przez smoka. Aby go przegonić wszczynano hałas oraz strzelano w niebo strzałami i zimnymi ogniami (Rudź, 2017). Nawet dziś ludzie intryguje wszechświat i jego mieszkańcy. Niektórzy wierzą w kosmitów, którzy porywają ludzi w celu wykonywania na nich eksperymentów. Dlaczego jednak zaczęły pojawiać się tak wyraźne dysproporcje w próbach poznania oceanów i kosmosu. Dlaczego, jako ludzkość, postawiliśmy na lepsze zrozumienie wszechświata w porównaniu z tym, co znajduje się pod wodą?

Ponad 80% dna światowego oceanu nie jest rozpoznane, czyli nie zostało zmapowane w rozdzielczości nawet do 1 km [2]. Jeden piksel na mapie odpowiada w rzeczywistości powierzchni o wymiarach 1 km na 1 km. Oznacza to, że nie jesteśmy w stanie zobaczyć niczego mniejszego od tego

rozmiaru (Ryc.1). Dla porównania, topografia Marsa, Wenus i Księżyca już od wielu lat jest mapowana z dokładnością do co najmniej 100 m [1]. Dodatkowo, techniki wykorzystywane przy mapowaniu są skuteczne, o ile odnoszą się do powierzchni, która nie jest pokryta wodą. W niektórych miejscach Ziemi nawet jej kilkunastokilometrowa warstwa stanowi wyzwanie dla naukowców. Powierzchnie innych planet zostały zmapowane dzięki technice nazywanej altymetrią satelitarną. Jednak w przypadku Ziemi, którą w blisko 70% pokrywa woda technika ta nie jest wystarczająco skuteczna. Co zatem wykorzystuje się do mapowania naszej planety? Satelity mierzą wysokość powierzchni morza. Następnie, po uwzględnieniu pływów oraz falowania, można oszacować ukształtowanie dna oceanu [3]. Daje to bardzo przybliżony obraz, który widać np. na mapach Google Earth. Niestety jest on zupełnie niewystarczający dla badań naukowych, bezpiecznej nawigacji, wydobywania zasobów naturalnych, rybołówstwa czy budownictwa wodnego.

Aby powstała globalna mapa dna światowego oceanu, trzeba zebrać pomiary z całego obszaru pokrytego wodą. Jedyne wyjście, aby uzyskać bardziej szczegółowy obraz dna morskiego, jest opracowanie lepszej technologii oraz zwiększenie liczby ekspedycji zajmujących się zbieraniem danych batymetrycznych. Skoro wiadomo, że potrzebujemy lepszej jakości informacji niż te, którymi dysponujemy, dlaczego zmiany zachodzą tak wolno? Może wynika to z innych nakładów finansowych na badania kosmosu i głębin? Organizacje zajmujące się eksploracją oceanów na Ziemi mają wielokrotnie mniejszy budżet niż te, eksplorujące przestrzeń kosmiczną. W 2020 roku budżet Narodowej Agencji Aeronautyki i Przestrzeni Kosmicznej (ang. *National Aeronautics and Space Administration* - NASA) wyniósł 21 mld USD, podczas gdy w tym samym roku finanse Narodowej Służby Oceanicznej i Atmosferycznej (ang. *National Oceanic and Atmospheric Administration* - NOAA) przeznaczone na badania oceanu były blisko czterokrotnie mniejsze i wyniosły nieco ponad 5 mld USD [4, 5].



Ryc. 1. Porównanie rozdzielczości z jaką do tej pory zmapowany jest ocean (z lewej), do rozdzielczości, która spotyka aktualne standardy (z prawej), wyróżniony pas ma szerokość 20 km ([www.mdpi.com/2076-3263/8/2/63](http://www.mdpi.com/2076-3263/8/2/63))

Czy to oznacza, że zainteresowanie badaniami dna było niskie od zarania dziejów? Pierwsze pomiary głębokości morza prowadzono jeszcze w starożytności, a dowody na ich istnienie pochodzą z rysunków i szkiców ze starożytnego Egiptu. Używano wtedy prostej ręcznej sondy ciężarkowej, tzw. ołowianki. Była to lina z przywiązaniem na końcu ciężarkiem, którą opuszczano na dno. Takie pomiary były bardzo czasochłonne oraz niedokładne i pokrywały jedynie dno pod statkiem. Za pomocą tego samego narzędzia, badania prowadziły ekspedycje naukowe aż do XX wieku (Ryc. 2) (Grządziel, 2004).

Dopiero później zaczęto wykorzystywać echosondy, które na podstawie pomiaru czasu pomiędzy sygnałem akustycznym nadanym i odbitym od dna echem powracającym do odbiornika, przy znajomości wartości dźwięku w kolumnie wody, w sposób pośredni pozwalają wyliczyć wartość głębokości w danym punkcie pod przetwornikiem echosondy. Pierwsze pomiary z wykorzystaniem tej akustycznej metody batymetrycznej zostały przeprowadzone przez Francuzów w 1919 roku na głębokości 60 m, przy prędkości statku wynoszącej 10 węzłów (Grządziel, 2004). Trzy lata później tego typu echosondy wykorzystywano do zbadania obszaru, na którym kładziono kabel oceaniczny. Pokazuje to, jak w krótkim czasie ważnym stało się, poza poznaniem głębokości pozwalającej na bezpieczne przemieszczanie się statków, rozpoznanie dokładnej specyfiki dna oceanicznego. Pierwszy kabel podmorski pozwalający na komunikację między Ameryką Północną i Europą położono na dnie Oceanu Atlantyckiego już w XIX wieku [6]. Nowa metoda, z wykorzystaniem echosondy, proces ten usprawniła.

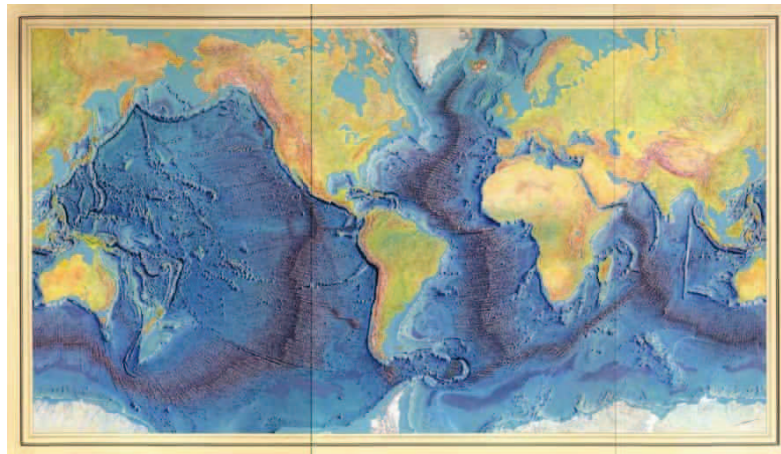


Ryc. 2. Marynarz rzucający sondą ręczną w celu pomiaru głębokości wody, 1963 rok, ([https://seabed2030.org/sites/default/files/documents/seabed\\_2030\\_roadmap\\_v11\\_2020.pdf](https://seabed2030.org/sites/default/files/documents/seabed_2030_roadmap_v11_2020.pdf))

W latach 50. i 60. XX. wieku powstała pierwsza mapa Oceanu Atlantyckiego ukazująca Grzbiet Śródatlantycki (Ryc. 3). Odkrycie to było niezwykle ważne dla teorii tektoniki płyt litosfery. Kiedy w 1952 roku Marie Tharp, amerykańska geolożka pracująca razem z Bruceem Heezenem nad stworzeniem mapy Oceanu Atlantyckiego, zasugerowała istnienie rowu oceanicznego, pomysł został odrzucony. Nie tylko dlatego, że była ona kobietą, ale również dlatego, że teoria tektoniki płyt była wtedy ogólnie odrzucana. Za prawdziwą uznawano teorię ekspansji Ziemi. Zakładała ona, że nasza planeta stale powiększa swoje rozmiary, a ocean wypełnia puste przestrzenie. Teorię tektoniki płyt sugerującą, że Ziemia zachowuje swoje rozmiary, a kontynenty przemieszczają się po półpłynnym płaszczu odrzucano, ponieważ nikt nie potrafił wytłumaczyć, jakie siły mogłyby przesuwać całe kontynenty. Nawet naukowcom trudno było sobie wyobrazić, że może istnieć mechanizm, który by to umożliwił. Nie było po

prostu wiadomo, co się pod tymi kontynentami znajduje [7]. Dobrze jednak, że ludzie lubią przesuwac granice, podobnie jak zrobili to Marie Tharp i Bruce Heezen, których

odkrycie zmienilo nasze wyobrazenie o przeszlosci calaj planety i ostatecznie uznano za prawdziwa teorię tektoniki płyt litosfery.



Ryc. 3. Obraz przedstawiający dno światowego oceanu oparty na pomiarach Marie Tharp i Bruce Heezena, namalowany przez Heinricha Beranna w 1977, (<https://picryl.com/media/manuscript-painting-of-heezen-tharp-world-ocean-floor-map-by-berann>)

W 1961 roku prezydent Stanów Zjednoczonych Ameryki ogłosił, że w ciągu dekady Amerykanie staną na Księżycu. Zrobili to w zaledwie 8 lat. W 1969 roku podczas misji Apollo 11 ludzkość zobaczyła pierwsze zdjęcia Księżycy. W tym samym czasie w dalszym ciągu miała niewielkie pojęcie o tym, jakie procesy zachodzą na Ziemi i kształtują jej przyszły los.

Od tego czasu na szczęście wiele się zmieniło. Być może jest to konsekwencja postępującego zanieczyszczenia środowiska i zmian klimatu. Wymusiły one zwiększenie świadomości ludzi, że potrzebne jest lepsze rozpoznanie naszej planety, w tym oceanów. W 2015 roku Organizacja Narodów Zjednoczonych (ang. *United Nations* - UN) określiła 17 celów zrównoważonego rozwoju. Jeden z nich dotyczy ochrony oceanów, mórz i zasobów morskich [8]. Czy ochrona oceanów ma coś wspólnego z ich mapowaniem? Przede wszystkim zwraca uwagę na fakt, jak wiele z nich czerpiemy i jak mało

jednocześnie wiemy na ich temat. Realizacja celu wyznaczonego przez ONZ pomoże ochronić zasoby, które w codziennym życiu wykorzystują ludzie na całym świecie. Może też zapobiec utracie tego, czego jeszcze nawet nie znamy. Badania morskie prowadzone w ostatnich dziesięcioleciach doprowadziły do odkrycia mikroorganizmów bytujących nawet na głębokości dochodzącej do 5 km w głąb skorupy ziemskiej. Okazało się, że są to najstarsze żywe istoty na tej planecie. Są one w stanie przetrwać bez światła, tlenu i pożywienia [9]. Przykładowo, bakterie *Alcanivorax borkumensis* znalezione na Głębi Challenger, czyli w najgłębszym miejscu Ziemi, prawie 11 km pod poziomem morza, odżywiają się węglowodorami. Jest to niezwykle ważna wiedza na ich temat. Bakterie te mogłyby być wykorzystywane w oczyszczeniu wód po rozlewach olejowych z platform i statków. Najnowsze badania wskazują jednak, że w dalszym ciągu nie znamy pochodzenia wielu struktur.

Wynika to z faktu że często znajdują się one w miejscach, w których trudno było się ich nawet spodziewać. Na przykład w latach 60. XX wieku Lew King i Brian Mc Lean z Instytutu Oceanograficznego w Bedford (Wielka Brytania) znaleźli u wybrzeży Kanady dziury przypominające kratery, z których uwalniane są gazy. Pośród nich znajduje się metan, który w atmosferze jest silniejszym gazem cieplarnianym niż dwutlenek węgla. Mimo, że takie formacje znajdowane są na całym dnie światowego oceanu dalej nie jest do końca zrozumiałe, dlaczego powstały [10].

Wraz z upływem lat i postępem technologii nastąpił rozwój urządzeń wykorzystywanych w mapowaniu dna morskiego. Obecnie, od lat w badaniach batymetrycznych powszechnie wykorzystywane są echosondy wielowiązkowe. Działają one tak jak echosonda jednowiązkowa, jednak odbierają sygnał po odbiciu z dużo szerszego obszaru dna (ang. *swath*). Dzięki temu urządzenie to mapuje jednocześnie znacznie większą powierzchnię dna niż miało to miejsce w przypadku echosondy jednowiązkowej. Charakterystyki echosond wielowiązkowych różnią się w zależności od producenta, a w niektórych modelach urządzenia te mogą uzyskiwać dane nawet z głębokości do 2000 metrów.

W 2016 roku międzynarodowa organizacja opracowująca ogólnodostępną mapę batymetryczną oceanów świata (ang. *General Bathymetric Chart of the Oceans-GEBCO*) i Fundacja Nippon powołały projekt Seabed 2030, którego celem jest zmapowanie całego dna światowego oceanu do 2030 roku. Historia GEBCO sięga roku 1903, kiedy książę Monako Albert I wraz z oceanografami i geografami zaczęli tworzyć mapy wód (Ryc. 4). Do projektu w dalszym ciągu dołącza wielu partnerów oraz wspiera go wiele firm zajmujących się geofizyką. Na przykład Petroleum Geo-Service (PGS), z siedzibą w Norwegii udostępnia dane ba-

tymetryczne zebrane w trakcie podróży morskich oraz promuje wizję Seabed 2030. Do współpracy włączają się również instytucje naukowe i fundacje, wpierające ideę ochrony i lepszego rozpoznania oceanów. Zaliczają się do nich, między innymi, *Shmidt Ocean Institute* (Stany Zjednoczone) dysponujący statkiem badawczym *Folklor* oraz organizacja non-profit *REV Ocean* (Norwegia), posiadająca nowoczesny statek do ekspedycji badawczych *REV Ocean*. Instytucje te, podobnie jak PGS, udostępniają do dalszych badań dane pozyskiwane podczas rejsów. Dodatkowo opracowują nowe sposoby mapowania oceanów i ochrony wód oraz szerzą ideę GEBCO, którą jest opracowanie ogólnodostępnej mapy batymetrycznej światowego oceanu [11].

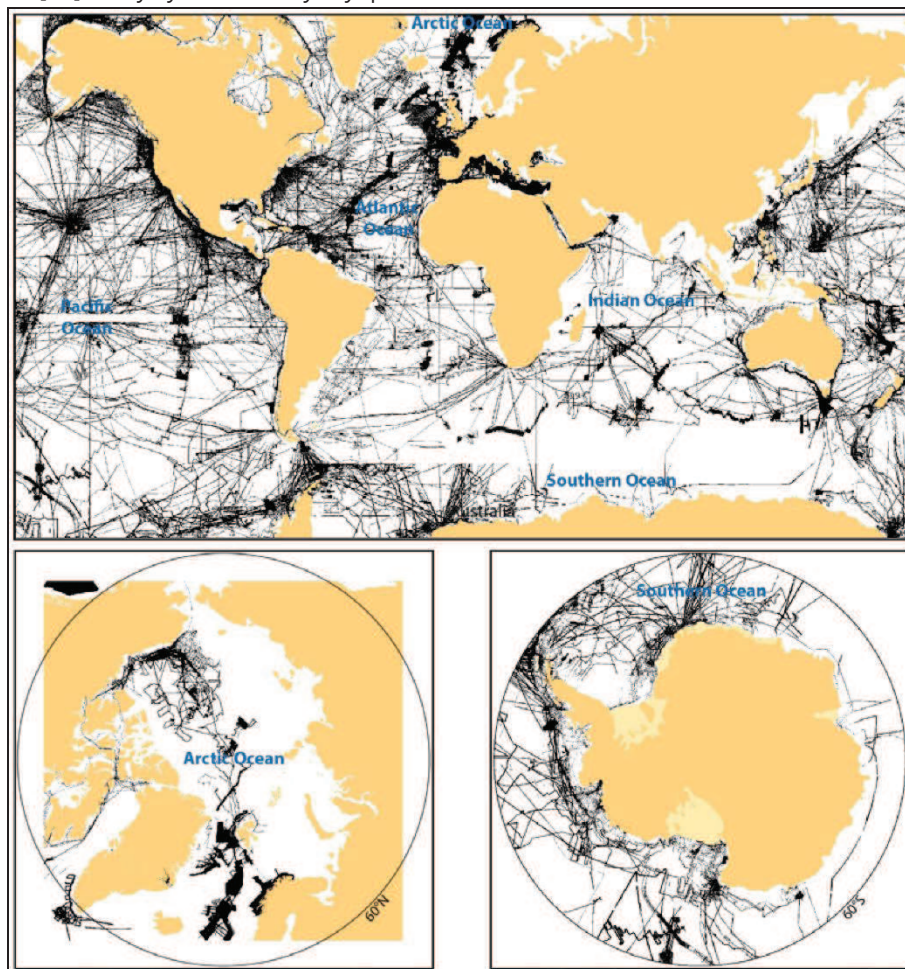
Opisana powyżej działalność przyczynia się do większej wiedzy na temat oceanów. Mimo to, w dalszym ciągu istnieją obszary, z których pochodzi bardzo mało danych. Być może zmieni to rok 2021, który rozpoczął Dekadę Nauk o Oceanach dla Zrównoważonego Rozwoju [12]. W dalszym ciągu niezwykle istotne jest poznanie dokładniejszych mechanizmów ruchu płyt litosfery. Powodują one na przykład trzęsienia ziemi, wywołujące fale tsunami. Znajomość topografii oceanu jest kluczowa w badaniach pływów, transporcie osadów, lokalizowaniu zagrożeń geologicznych, ustalaniu tras układania kabli podmorskich, czy zarządzaniu zasobami podwodnymi.

Pomimo niezliczonych korzyści, które czerpiemy z oceanu oraz ciągłego rozwoju techniki, powstałe mapy oraz zebrane dane nie są jeszcze zadowalające. Posiadanie lepszych urządzeń mapujących dno mogłoby się przyczynić do sprawniejszego poszukiwania wraków zatopionych w morzach i oceanach. Przykładowo, gdy w 2009 roku katastrofie uległ samolot linii Air France 447, dopiero po 3 latach poszukiwań odnaleziono fragmenty jego wraku [13].

# Tutoring Gedanensis

Druga katastrofa miała miejsce w 2014 roku, gdy samolot linii Malaysia Airlines 370 zniknął z radarów nad Morzem Południowochińskim. Poszukiwania trwały bez skutku do 2018 roku [14]. Gdyby naukowcy dyspo-

nowali lepszymi urządzeniami i mapami, być może wraki udałoby się odnaleźć, a rodziny ofiar otrzymałyby odszkodowania.



Ryc. 4. Czarne linie prezentują trasy i miejsca, z których zebrane zostały dane batymetryczne, (<https://www.mdpi.com/2076-3263/8/2/63>)

Nowsze i dokładniejsze mapy nawigacyjne z pewnością przyczyniłyby się także do bezpieczniejszej nawigacji, co z kolei mogłoby zapobiec niektórym wypadkom morskim. Jeden z nich miał miejsce w 2018 roku, kiedy statek Akademik Ioffe utknął na mieliźnie z powodu nieaktualnych map nawigacyjnych [15]. Ale także i tutaj widać pozytywne zmiany. W ostatnich latach w tego typu poszukiwaniach zaangażowana jest amerykańska firma Ocean Infinity, zajmująca się mapowaniem i zbieraniem danych z oceanu za pomocą bezałogowych pojazdów pod-

wodnych [16]. Podobny pomysł rozwija startup Terradepth. Ich prototyp autonomicznej łodzi podwodnej Abraham jest zdolny samodzielnie mapować ocean przez 60 dni. Niedługo rozpocznie testy w Zatoce Meksykańskiej. Będzie zbierać dane, analizować je, a następnie wyznaczać sobie kolejne zadania [17]. Podobnie jak Ocean Infinity, Terradepth zwracają uwagę na to, aby nie zanieczyszczać wody oraz nie stanowić zagrożenia dla ekosystemów morskich. Systemy bezałogowe pełnią ogromną rolę w poznawaniu głębin, jednak nie są w stanie

zastąpić człowieka. Mogą co prawda dotrzeć do miejsc, do których człowiek nie jest w stanie, ale nie będą działać bez operatorów. Dlatego Fundacja Nippon i GEOBCO przy współpracy z Uniwersytetem w New Hampshire (USA) uruchomiła program studiów drugiego stopnia, który będzie szkolił osoby na kierunku mapowania oceanu [18].

Istnieje coraz więcej nowych danych, jednak w dalszym ciągu nie przybliży nas to do końca procesu rozpoznania głębin oceanicznych. Mimo to odkrywamy struktury i organizmy, o których nic nie wiemy i nie znamy ich odpowiedników na lądzie. Mapowanie oceanu przysparza pracy nie tylko kartografom czy geologom, ale także biologom, chemikom, fizykom i oceanografom. Jeśli o Ziemi wiemy coś na pewno, to to, że jest ona niezwykle dynamicznym i złożonym systemem. Być może odkryjemy, że to co kiedyś poznaliśmy zdążyło już się kompletnie zmienić na skutek procesów, które miejmy nadzieję wreszcie poznamy i zrozumimy.

## Literatura:

Grządziel, A., 2004, Pomiary batymetryczne – dawniej i dziś, *Przełqđ Morski nr 4*

Rudź, P., 2017, Gdy dzień zmienia się w noc, *Polska Agencja Kosmiczna*

*Pismo Święte Starego i Nowego Testamentu*

## Źródła internetowe:

[1] [https://seabed2030.org/sites/default/files/documents/seabed\\_2030\\_roadmap\\_v11\\_2020.pdf](https://seabed2030.org/sites/default/files/documents/seabed_2030_roadmap_v11_2020.pdf)

[2] <https://oceanexplorer.noaa.gov/world-oceans-day-2015/how-much-of-the-seafloor-is-left-to-explore.html>

[3] [https://pl.wikipedia.org/wiki/Altimetria\\_satelitarna](https://pl.wikipedia.org/wiki/Altimetria_satelitarna)

[4] [https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/fy2020\\_summary\\_budget\\_brief.pdf](https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/fy2020_summary_budget_brief.pdf)

[5] <https://www.aip.org/fyi/2020/final-fy20-appropriations-national-oceanic-and-atmospheric-administration>

[6] [https://pl.wikipedia.org/wiki/Transatlantycki\\_kabel\\_telegraficzny](https://pl.wikipedia.org/wiki/Transatlantycki_kabel_telegraficzny)

[7] <https://exploration.marinersmuseum.org/subject/marie-tharp/>

[8] <https://www.un.org/sustainabledevelopment/oceans/>

[9] <https://www.youtube.com/watch?v=A2DzsgJSwcc>

[10] <https://pubs.geoscienceworld.org/gsa/geology/article-abstract/22/1/59/205977/Giant-sea-bed-pockmarks-Evidence-for-gas-escape?redirectedFrom=fulltext>

[11] <https://seabed2030.org/get-involved/partners>

[12] <https://www.oceandecade.org/>

[13] <https://www.informs.org/ORMS-Today/Public-Articles/August-Volume-38-Number-4/In-Search-of-Air-France-Flight-447>

[14] <https://oceaninfinity.com/2018/05/conclusion-of-current-search-for-malaysian-airlines-flight-mh370/>

[15] <https://www.arctictoday.com/cruise-ship-runs-aground-canadas-arctic-waters/>

[16] <https://oceaninfinity.com/map/>

[17] <https://www.terradepth.com/our-technology>

[18] <http://ccom.unh.edu/gebco>

Notka o Autorce: Studentka Geologii i Nawigacji. Interesuje się wszystkim co związane z morzem oraz popularyzowaniem tej wiedzy.