BIULETYN MIŁOŚNIKÓW METEORYTÓW

METEORYT

Nr 102 Wrzesień 2022 ISSN 1642-588X

W numerze:

- struktury koliste w Polsce
- przyczyny krasowienia na półwyspie Jukatan
- kolory meteorów
- eksploatacja kosmosu a prawo
- meteoryty i giełda w Moskwie
- meteoryty w eposie o Gilgameszu

METEORYT

aperiodyk
dla miłośników meteorytów

ISSN 1642-588X

Wydawca:

Olsztyńskie Planetarium
i Obserwatorium Astronomiczne

Al. Piłsudskiego 38

10-450 Olsztyn

tel. (89) 533 49 51

opioa@planetarium.olsztyn.pl

Aperiodyk jest dostępny w postaci cyfrowej na stronie internetowej wydawcy.

https://planetarium.olsztyn.pl/meteoryty

oraz na stronie:

http://meteoryt.info

Redaguje i tłumaczy większość tekstów:

Andrzej S. Pilski

14-530 Frombork

tel. kom. 696 805 247

aspmet@wp.pl

Redakcja techniczna
i skład komputerowy:

Jacek Drążkowski

jotde@ol.onet.pl

Od Redaktora:

Ten numer zapewne by nie powstał, gdyby nie Andrzej Kotowiecki, który napisał większość artykułów i tak długo nękał redaktorów, aż numer został przygotowany. Poza nim na wdzięczność zasługują: Wiesław Czajka, Jarosław Morys i Jan Specht. Na dwudziestolecie Polskiego Towarzystwa Meteorytowego jednak nie zdążyliśmy.

XII Konferencja Meteorytowa i Walne Zebranie Polskiego Towarzystwa Meteorytowego odbyły się, tak jak zebranie założycielskie 20 lat temu, w gościnnym Guciowie, 21–24 kwietnia. Z uwagi na panujące zimno opanowaliśmy ciepłą Gospodę, której 20 lat temu jeszcze nie było. Było pyszne jadło, miłe rozmowy, wspomnienia, kilka prezentacji, jak na konferencję przystało i Walne Zebranie. Mimo, że do Guciowa nie tak łatwo dojechać, przybyło zaskakująco dużo osób, a wśród nich ponad połowa członków założycieli.

Ponieważ nie znalazł się chętny do opisania tego, co działo się w Guciowie, wykorzystaliśmy zdjęcia ze strony Polskiego Towarzystwa Meteorytowego, by upamiętnić choć cząstkę tego wydarzenia.

W przyszłym roku Olsztyńskie Planetarium i Obserwatorium Astronomiczne zaprasza na kolejne Seminarium Meteorytowe, najprawdopodobniej pod koniec kwietnia, choć decyzja co do terminu jeszcze nie zapadła.

Chciałbym odnotować, że badanie meteorytów weszło w nową fazę, ponieważ zaczyna przybywać na Ziemię materiał porównawczy pozyskany bezpośrednio z planetoid. Z planetoidy typu S, 25143 Itokawa, udało się przywieźć tylko trochę pyłu, którego skład odpowiadał chondrytom LL. Z planetoidy typu C, 162173 Ryugu, przywieziono już próbki ważące 5,4 g odpowiadające chondrytom węglistym typu CI. Próbki z planetoidy typu B, 101955 Bennu, są w drodze na Ziemię i powinny dotrzeć w przyszłym roku.

Czy pojawi się „Meteoryt" 103, zależy, jak zawsze, od autorów. Zapewne tradycyjnie można liczyć na Andrzeja Kotowieckiego, ale zachęcam też innych, by coś przygotowali wykorzystując długie, zimowe wieczory. Może wtedy uda się przygotować numer na Seminarium?

ASP

Na okładce: wspólne zdjęcie uczestników tegorocznej konferencji w Guciowie. Fot. Grzegorz Sęk
Niżej: członkowie-założyciele Polskiego Towarzystwa Meteorytowego w Guciowie 20 lat temu i w kwietniu br. Fot. historyczna: Anna Jachymek, fot. współczesna i montaż: Paweł Zaręba

Poznawanie struktur kolistych w Polsce

Wiesław Czajka

...w kryminologii przełomem było badanie mikrośladów, co zaczęło bezspornie wiązać sprawcę z miejscem przestępstwa, tak współcześnie badane mikroślady w gruntach określają ich naturalną historię miejsca, przypisując sprawstwo właściwym procesom geologicznym.

(Czajka 2016)

W ostatnich dwudziestu latach działalność Polskiego Towarzystwa Meteorytowego ożywiła poszukiwania krajowych struktur geomorfologicznych, które potencjalnie mogłyby być rozpoznane jako kratery uderzeniowe. Niewątpliwie przyczyniła się do tego lansowana od lat 60. XX wieku koncepcja, jakoby w Morasku pod Poznaniem w wyniku spadku ciała niebieskiego, którego resztki znajdowane są w postaci oktaedrytów, zostały utworzone kratery meteorytowe. Należy jednoznacznie podkreślić, że mechanizm powstania kotłów moraskich daje się łatwo wytłumaczyć ziemskimi procesami fluwioglacjalnymi (wodnolodowcowymi), natomiast w „kraterach", pomimo intensywnych badań, wskaźnikowego dla takich struktur zmienionego szokowo gruntu, nigdy nie stwierdzono. Za sprawą licznych dyskusji w czasie seminariów i konferencji meteorytowych powstała niejako moda na wyszukiwanie struktur kolistych, w których widziano kolizje z materią pozaziemską. W pierwszym okresie, ich sygnalizowanie opierało się na indywidualnej wiedzy terenowej badaczy oraz raczkujących metodach analizy numerycznych modeli powierzchni terenu. Po roku 2010 nastąpiła eksplozja technik geodezyjnych umożliwiających bez wychodzenia w teren rozpoznawać zdalnie struktury koliste.

Na gruncie polskim w minionym XX-leciu do pierwszych tego typu doniesień możemy zaliczyć tezę o „kraterach moraskich", przyczynki dotyczące Jeziora Raczego na wyspie Wolin i jeziora Pietronajcie (Pietronajć) na Suwalszczyźnie.

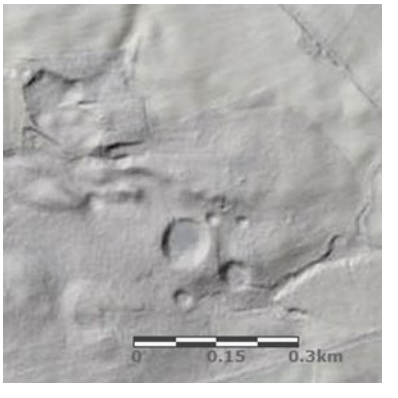
Do doniesień opartych na badaniu modelu powierzchni terenu należy zaliczyć opisanie struktury Podlesie na Roztoczu, rozwinięcie fluwioglacjalnej genezy kotłów moraskich oraz inne doniesienia o strukturach kolistych z ostatnich lat.

Zdalna metoda typowania struktur kolistych jako tworów uderzeniowych, jakkolwiek nęcąca, wiedzie statystycznie na manowce. W doniesieniach niepokój budzi pomijanie zarówno regionalnej, jak i miejscowej budowy geologicznej. Tylko solidne rozpoznanie geologii miejsca występowania struktury, poparte badaniami mikrośladów, może rozstrzygać o genezie takich tworów. Niechęć do poznawania i rozumienia ziemskich procesów geologicznych nie może być dowodem na nazywanie ich „kraterami", „kraterkami" itp. Nie przesłanki morfologiczne pozyskane zdalnie, a geologiczne interpretacje powinny decydować o prezentowaniu ich na forum związanym z meteorytyką. W ostateczności o impaktowym pochodzeniu takich struktur musi decydować obecność zmian szokowych w gruntach poddanych oddziaływaniu spadającej materii kosmicznej. Są też wyjątki. To spadki typu Campo del Cielo, Hoba, czy Morasko, których rozpadające się mniejsze fragmenty nie miały dostatecznej energii, by w momencie kontaktu z gruntem dokonać w nim zniszczeń. O ile w tych meteorytach dostrzegamy zmiany szokowe z momentu wejścia w atmosferę, o tyle w gruntach, z którymi miały kolizję, zmian takich nie odnotowuje się. Nie oznacza to, że śladów oddziaływania nie było. W przypadku Campo, badaczom udało się pokazać penetrację uderzających odłamków w gruntach miejsca spadku. Niestety wielkie znaleziska w Morasku pozbawione zostały tej szansy. Lejów nie zanalizowano, a materię organiczą skrzętnie ukryto. Utracono szansę na rzetelny proces naukowy.

Niniejszy artykuł, to próba zarejestrowania dokonań działalności ostatniego XX-lecia PTMet, jako forum, na którym przedstawiano, omawiano struktury o potencjalnej genezie kosmicznej. Znamienne, że w żadnym z przypadków nie pozyskano wiedzy z mikrośladów, ostatecznie potwierdzających, jakoby były to struktury powstałe w wyniku kolizji ciał kosmicznych.

Przegląd doniesień dotyczących zagłębień bezodpływowych z rezerwatu „Meteoryt Morasko"

1960 „Kratery moraskie" [1]



Ryc. 1. „Kratery moraskie", obraz LIDAR. Współrzędne geograficzne największego zagłębienia: B 52° 29' 25" N, L 16° 53' 47" E.

Mimowolnym sprawcą mitu o kraterach meteory-

[1] Utarta nazwa zwyczajowa bezodpływowych zagłębień moreny moraskiej. Brak przesłanek do klasyfikowania ich jako kratery w rozumieniu definicji geomorfologicznych.

towych w Morasku stał się pierwszy, najwybitniejszy badacz meteorytów polskich, dr Jerzy Pokrzywnicki. Nastąpiło to w 1961 roku po wspólnej wizycie w Morasku z Kiryłem Staniukowiczem, profesorem Wyższej Szkoły Technicznej im. Baumanna w ówczesnym Związku Radzieckim. Zacytujmy jego wypowiedź: „...nie miałem jeszcze stuprocentowej pewności co do kosmicznego ich [kraterów] pochodzenia...". (Trybuna 1961) Autorytet Pokrzywnickiego spowodował, że niektóre środowiska do dzisiaj nie potrafią spojrzeć krytycznie na zagadnienie kotłów moraskich. Należy podkreślić, że nawet w latach 60-tych istniały inne koncepcje ich genezy, jednak ich nie rozwijano. Przeważyła wiara ówczesnych badaczy. Głosy innych geomorfologów zostały zagłuszone. [porównaj: (Karczewski 1976)]

W 2004 roku Wiesław Czajka w czasie III Konferencji Meteorytowej w Poznaniu zaprezentował pierwszą analizę geomorfologiczną rezerwatu „Meteoryt Morasko" opartą na autorskim modelu powierzchni terenu sporządzonym na podstawie map topograficznych w skali 1:50 000. (Czajka 2004) We wnioskach podniesiono jednoznacznie, że w morfologii terenu daje się pokazać dawne przepływy wód, które wytwarzając kotły wirowe (głęboczki) utrwaliły w rzeźbie moreny moraskiej jej obecny stan. Dziwne, że zawodowi naukowcy nie weryfikują takiej tezy, szczególnie w obliczu licznych przesłanek znajdowanych „in situ". Wydarzenie miało miejsce w 90-lecie znaleziska dużego meteorytu przez sierżanta Koblinera w Morasku. Był to najlepszy moment, by rozdzielić zjawisko spadku oktaedrytów moraskich od genezy tworzenia się miejscowych zagłębień bezodpływowych.

Kolejne lata dostarczały silnych przesłanek, że meteoryty w Morasku pojawiły się w czasach historycznych. To zjawisko bolidu wielkopolskiego. Temat ten jest jednak obszerny i powinien być opisany oddzielnie. [patrz: (Biała i in. 2011)]

W 2011 roku w Roczniku PTMet niezależny badacz Krzysztof Socha żegna się z karterami Morasko. (Socha 2011) Przyczyną jest znalezienie wbitego meteorytu moraskiego w modrzewiową karpę. Środowisko nie jest w stanie przyjąć tej wiadomości. Dalsze niezależne badania Sochy w innych ośrodkach akademickich datują spadek na 700–750 lat. Potwierdza to historyczne datowanie bolidu wielkopolskiego. Dodajmy, że modrzewie są drzewami długowiecznymi, a nawet po obumarciu ich żywiczne drewno, w powietrznosuchych gruntach moreny moraskiej jest w stanie przetrwać kilkaset lat. Podczas wydobywania meteorytu MeMorSS w 2012 r. została pobrana zwęglona materia organiczna z miejsca ich zatrzymania się w gruncie. Autor osobiście pytał prof. Muszyńskiego, kiedy będzie ona poddana datowaniu.[2] Pomimo obietnic nie ukazał się żaden materiał poświęcony temu zagadnieniu. Ta materia istnieje, nie starzeje się, jednak brak jest dobrej woli, by wykonać badania i ujawnić ich wyniki.

W 2014 roku miała miejsce w Poznaniu konferencja w setną rocznicę odkrycia pierwszego okazu meteorytu Morasko. Zaprzepaszczono okazję do pełniejszego pokazania stanu wiedzy w omawianym temacie. Rozmowy autora niniejszego tekstu ze studentami obsługującymi gości w rezerwacie przyniosły przejmujący smutek. Na zadawane pytania odpowiadali wyuczonymi formułkami zaczerpniętymi od swoich wykładowców. Zauważał się brak rozumienia procesów glacjalnych. Miła uczynna młodzież, pozbawiona spekulatywności. A tym powinni się cechować przyszli geologowie i nauczyciele geografii.

W 2014 roku ma też miejsce wizyta Johna T. Wassona w rezerwacie „Meteoryt Morasko" w Poznaniu, będącego gościem prof. Andrzeja Muszyńskiego. (Pilski 2014a) Wydaje się, że po tym wybitnym naukowcu i znawcy meteorytów spodziewano się silniejszego wsparcia dla koncepcji „kraterów meteorytowych". Trzeba jasno przypomnieć, że nic takiego się nie stało. Z rozmów kuluarowych wynika, że prof. Wasson dał do zrozumienia, że aby potwierdzić kosmiczną genezę zagłębień musi znaleźć się zmieniony szokowo materiał skalny. Skoro w oktaedrytach moraskich odnajdujemy zmiany szokowe z momentu spadku, to podobne zmiany powinny znajdować się w skałach ziemskich jako wynik wzajemnego oddziaływania.

Również w 2014 Andrzej Pilski podsumowuje 100-lecie meteorytu Morasko. (Pilski 2014b) Ten niewątpliwy autorytet, nie przesądzając o kosmicznej genezie „kraterów", punktuje wątpliwości ich dotyczące, ukazując spektrum zjawisk, które należy wyjaśnić, by potwierdzić impaktowe teorie z Moraska. Kolejne lata pokazały, że niewiele zrobiono, by zwolennicy teorii genezy kosmicznej na zadane pytania odpowiedzieli.

W 2015 roku Wiesław Czajka powraca do tematu genezy fluwioglacjalnej pod wpływem rozwoju wiedzy na temat wielkich przepływów, które tworzyły krajobraz „Scablands" na pograniczu USA i Kanady. (Czajka 2015a) Dostępny już był obraz rzeźby terenu okolic Moraska wykonany techniką LIDAR. Analiza materiału cyfrowego połączona z wizją lokalną potwierdziła w terenie istnienie form będących wynikiem działania znacznych przepływów wód. Wewnątrz dostępnych zagłębień bezodpływowych traktowanych jako „kratery meteorytowe" stwierdzono również bruki.[3] Są one dostatecznym dowodem na ich pochodzenie wodnolodowcowe. Nawet silny prąd wodny nie mógł ich wnieść ponad krawędź zagłębień. W artykule stwierdzono, że rzeźba jest wynikiem błyskawicznego w skali geologicznej (1–2 dni) opróżnienia jeziora supraglacjalnego utworzonego na lodowcu zalegającym w niecce moraskiej.[4] Opróżnienie wystąpiło na przetainach, które ujawniły się w obrębie dzisiejszego rezerwatu.

W Roczniku PTMet z 2017 ukazuje się artykuł „Batymetria jezior meteorytowych w rezerwacie Meteoryt Morasko". (Choiński i in. 2017) Trwa niezłomne powtarzanie, że 7 zagłębień leżących wewnątrz rezerwatu to „kratery meteorytowe", bez podania jakiejkolwiek dyskusji, dlaczego ten typ jezior miałby być pochodzenia impaktowego. Jaka cecha o tym zdecydowała. Nie znane są na świecie przypadki, by znalezienie dużego oktaedrytu przesądzało o genezie formy morfologicznej ukształtowanej w pobliżu.

[2] Pytanie padło w 21 lutego 2014 r. w kuluarach po obronie pracy doktorskiej Agaty Krzesińskiej we Wrocławiu.

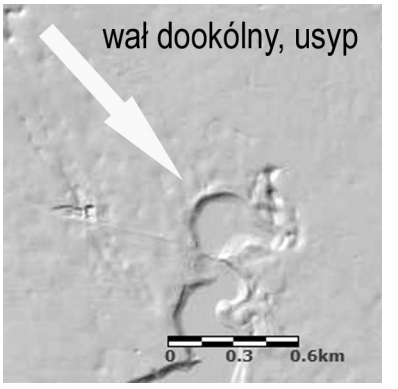
[3] Brukiem w geologii nazwa się nagromadzenie głazów, często w postaci warstwy, utworzone na skutek wypłukiwania drobniejszego osadu przez intensywnie płynące roztopowe wody lodowca.

[4] Niecka moraska – lokalna jednostka geologiczna otoczona wzgórzami morenowymi, w której najdłużej utrzymywał się płat lodu w czasie ostatniego zlodowacenia.

W tym samym roku, w tym samym Roczniku PTMet ukazują się artykuły Tomasza Walesiaka wprowadzające jeszcze większe zamieszanie. (Walesiak 2017a i 2017b) Obie prace mają cechy plagiatów opublikowanych wcześniej artykułów. [porównaj: (Czajka 2010, 2013, 2015)] Teksty z jednej strony mają potwierdzać zjawisko bolidu wielkopolskiego w czasach historycznych, z drugiej z uporem trzymać się teorii o „kraterach meteorytowych" w Morasku. Omawiane są kolejne twory morfologiczne, niby pochodzenia kosmicznego, leżące w obrębie moreny moraskiej. Nowym kluczem-wytrychem jest sformułowanie „spadek skośny".

W Roczniku PTMet z 2018 roku ukazuje się artykuł Małgorzaty Bronikowskiej rewidujący poglądy dotyczące genezy zagłębień w Morasku. (Bronikowska 2018) Chwalebnym jest przypomnienie poglądów profesora Karczewskiego z 1976 r., który rzeźbę moreny moraskiej wraz z zagłębieniami przypisał genezie glacjalnej. Potem w artykule jest już gorzej, gdyż dowodem na impaktowe pochodzenie zagłębień moraskich jest jedynie datowanie osadów. Żadnych argumentów z listy Frencha (French 1998), za to intensywnie dyskredytuje się przeciwników tej koncepcji, którzy zetknęli się z faktami i obserwacjami wskazującymi na inne pochodzenie kotłów. Od prac prof. Karczewskiego upłynęło ponad 40 lat. Nie mógł on znać osiągnięć geologii XXI wieku, rozwiązującej zarówno zagadnienia impaktów, jak i przepływów potopowych wód uwalnianych podczas pękania barier lodowych. Autorka artykułu taką możliwość ma i nie korzysta z niej. Epatuje ciśnieniami kolizji kosmicznych bez refleksji nad ich oddziaływaniem na grunt ziemski. W skałach budujących morenę moraską nie zaobserwowano działania ekstremalnych ciśnień na podłoże skalne. Na współczesnej budowie przejazd walca daje się rozpoznać metodami geologii inżynierskiej, zarówno w zagęszczeniu gruntu, jak i zniszczeniu ziaren go tworzących.

W obrębie Niżu Europejskiego tylko studiowanie lodowcowych form geologicznych pozwala na właściwą interpretację genezy struktur kolistych. Muszą zaistnieć naprawdę wyjątkowe okoliczności, by mówić o innym niż glacjalne pochodzeniu struktur kolistych na tym obszarze. Takie studia przyniosły rezultat i w 2019 roku została rozpoznana w terenie struktura bliźniacza do największego kotła moraskiego. To kolista struktura supraglacjalna w Tobołowie, gmina Nowinki, w powiecie sejneńskim. Na ukształtowanej już wcześniej równinie utworzonej w okresach zlodowaceń pojawiło się potężne zagłębienie, 200-300 m średnicy, z dużych rozmiarów meandrującą rynną w kierunku południowym. Ten współczesny ciąg wodny nie ma swojego klasycznego hydrograficznego początku, źródliska. Jest to wystarczająca przesłanka do stwierdzenia, że wody te pierwotnie były nagromadzone na powierzchni miejscowego płata topniejącego lodowca. Osłabienie jego dna pod ciężarem gromadzonej wody otworzyło w miejscu obecnego kotła szczelinę, przez którą wdarła się woda rozpoczynając drążenie gruntu pod lodowcem. Spływające wody potopowe musiały być odprowadzane i utworzyły w ten sposób meandrującą rynnę. Identyczny przebieg zdarzeń miał miejsce na morenie moraskiej.



Ryc. 2. Kocioł supraglacjalny Tobołowo, obraz LIDAR. Współrzędne geograficzne: B 53° 58' 28" N, L 23° 09' 15" E.

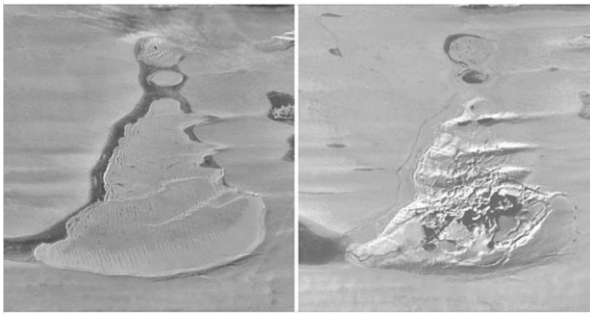
W dyskusjach dotyczących największego kotła moraskiego podnosi się, jakoby wokół niego był wał uderzeniowy, utworzony z osadów starszych, leżących na osadach młodszych. Naturalnym pozostaje, że urobiony przez strumień o wielkim ciśnieniu materiał skalny będzie unoszony i osadzany ponad krawędziami niecki do momentu utworzenia koryta odprowadzającego masy wód. W Tobołowie proces ten jest doskonale zilustrowany w postaci wału, który utworzył się w początkowej fazie tworzenia struktury. Jego położenie koincyduje z kierunkiem wpływających od góry wód. Utrwalone jest to morfologicznie asymetrią kotła od strony wschodniej. Tutaj rozwijała się szczelina, przez którą spływała woda z jeziora nalodowego.

Różnice w obrazie struktur pomiędzy Moraskiem a Tobołowem wynikają wyłącznie z właściwości skał je budujących. W Wielkopolsce są to skały osadowe o przewadze składników ilastych (gruntów spoistych) odporniejszych na działanie strumienia wody. W nich słabiej zaznaczona jest morfologia odpływów. W Tobołowie w przewadze występują grunty piaszczyste, bardziej podatne na rozmywanie. Dlatego na Suwalszczyźnie rzeźba terenu kształtowana przez odpływające wody jest bardziej wyrazista w postaci meandrującego wąwozu.

W Roczniku PTMet z 2020 roku ukazuje się polemika Krzysztofa Sochy dotycząca przywołanego wyżej artykułu Bronikowskiej z 2018 roku próbującej zdyskredytować jego znalezisko meteorytu wbitego w pień drzewa. (Socha 2020) Przedstawia w niej wyniki badań dendrologów z Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie datujących uderzenie meteorytu w pień na kilkaset lat. Potwierdza się w ten sposób wystąpienie bolidu wielkopolskiego wykluczając kosmiczną genezę kotłów moraskich.

W Roczniku PTMet z 2021 r. Tomasz Walesiak podjął kolejną kuriozalną próbę pokazania, że kotły moraskie powstały w wyniku „ukośnego impaktu". (Walesiak 2021) Po raz kolejny nie wykorzystano okazji, by odnieść się do budowy geologicznej zagłębień bezodpływowych np. z dyskusją, czemu występują w nich bruki, wymyte głazy narzutowe, dlaczego nie ma oznak dynamiki charakterystycznych dla zjawisk impaktowych. Żadnych konkretów wyjaśniających obserwacje makroskopowe z terenu rezerwatu. Zanim powstaną kolejne opracowania tego typu, w artykułach muszą pojawić odniesienia do miejscowej sytuacji geologicznej i morfologicznej. Inaczej nie powinny być publikowane pod szyldem „kratery moraskie" w materiałach Polskiego Towarzystwa Meteorytowego.

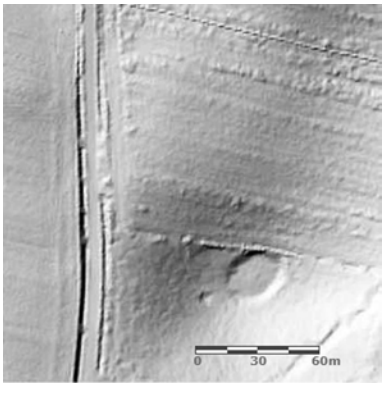
Na szczęście w Stanach Zjednoczonych poważnie traktują zjawiska przepływów potopowych (dużych objętości w krótkim czasie). Zjawiska znikania jezior nalodowych identyfikuje się współcześnie na Antarktydzie poprzez ich rejestrację fotografią satelitarną. Informacje takie pojawiają się w serwisach internetowych. Przykładem niech będzie zdarzenie z 5 czerwca 2019 r., gdy zniknęło w ciągu kilku dni jedno z jezior na lodowcu szelfowym o objętości wód 600–750 kilometrów sześciennych. To dopiero muszą być kotły pod tamtejszą pokrywą lodową. Biorąc pod uwagę powierzchnię niecki moraskiej i szacując głębokość potencjalnego miejscowego jeziora nalodowego na 5–10 m, wody wypłukujące kotły w rezerwacie miały zaledwie objętość jednego kilometra sześciennego. To jednak wystarczająco dużo do wypłukania w Morasku największego z zagłębień jak i tych pomniejszych. Te wklęsłe formy morfologiczne powstały jako wynik mechanizmu eworsji.



Ryc. 3. Ilustracja znikania jezior nalodowych (supraglacjalnych) na Antarktydzie. https://geekweek.interia.pl/nauka/news-jezioro-na-antarktydzie-doslownie-zniknelo-naukowcy-znalezli,nId,5692313.

Przegląd pozostałych doniesień o czwartorzędowych strukturach kolistych z terenu Polski (chronologicznie)

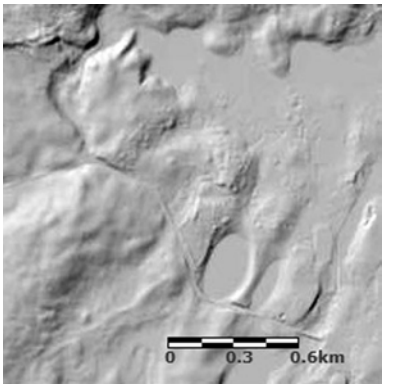
1979 „Krater Frombork"



Ryc. 4. „Krater Frombork", obraz LIDAR. Współrzędne geograficzne: B 54° 20' 36,3" N, L 19° 40' 52,2" E.

Przytoczone doniesienie pochodzi z czasu sprzed XX-lecia PTMet, ale niejako antycypuje ono wydarzenia, które opisane są w dalszym omówieniu. Na fali romantycznego entuzjazmu związanego z doniesieniami z Moraska zaczęto doszukiwać się innych „kraterów meteorytowych". „Krater Frombork" jest tego najlepszym przykładem. Lansowany był na początku lat 80. XX wieku przez Honoratę Korpikiewicz. (Korpikiewicz 1979) Argumentem były: nieckowata forma terenu i zwiększone stężenia materii żelaznej w jej otoczeniu. Istnienia „krateru meteorytowego" Frombork nie udało się potwierdzić, zaś miejscowe zagłębienie odpowiada rzeźbie glacjalnej charakterystycznej dla ostatniego zlodowacenia.

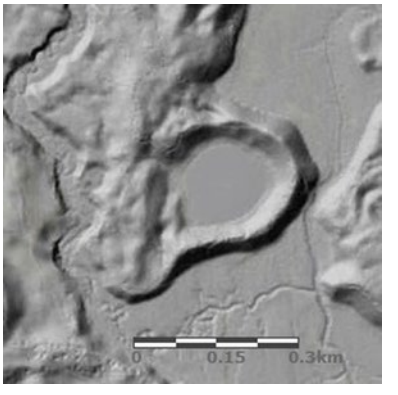
2004 Jezioro Racze na wyspie Wolin



Ryc. 5. Jezioro Racze na wyspie Wolin, obraz LIDAR. Współrzędne geograficzne: B 53° 58' 5,1" N, L 14° 36' 23,0" E.

W 2004 roku Andrzej Kotowiecki zasugerował, że Jezioro Racze na wyspie Wolin może być strukturą impaktową. (Kotowiecki 2004) Temat nie był w następnych latach rozwijany. Kształt jeziora nie mógł być wystarczającą przesłanką do stawiania tezy o uderzeniowej genezie struktury. Współczesne modele terenu pokazują, że obiekt leży w ciągu jezior rynnowych i najprawdopodobniej ma genezę fluwioglacjalną odpowiadającą przepływom wód pod lodowcem.

2005 Pietronajć (Pietronajcie)



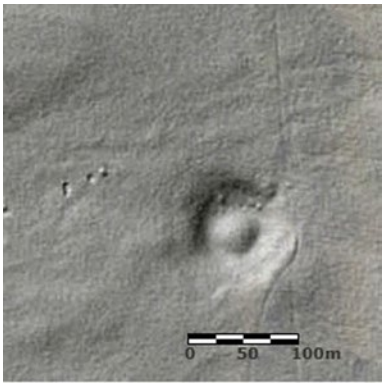
Ryc. 6. 2005 Pietronajć (Pietronajcie), obraz LIDAR. Współrzędne geograficzne: B 54° 07' 44,7" N, L 23° 04' 01,6" E.

Na III Seminarium Meteorytowym w Olsztynie w 2005 r. prof. Wojciech Stankowski (UAM) przedstawił niezwykle ciekawą strukturę z Suwalszczyzny, dając w domyśle, że może to być krater meteorytowy. Były to czasy, w których nie dało się szybko sprawdzić reliefu metodami cyfrowymi. Współczesny łatwo dostępny obraz LIDAR pokazuje, że struktura nie ma cech charakterystycznych dla kolizji kosmicznych i jest najprawdopodobniej kemem, co potwierdzają osady piaszczyste obejrzane osobiście przez autora w 2006 r. w obrębie wałów. Nie ukazał się artykuł tyczący tego epizodu. Warto go wspomnieć, gdyż kolejny

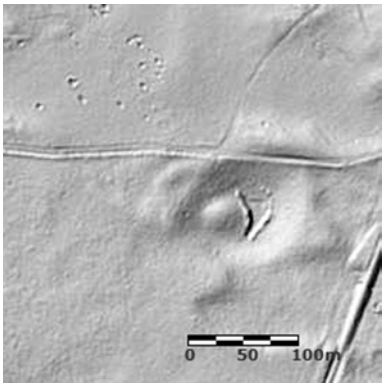
raz okazało się, że sugerowanie się jedynie kształtem struktury może prowadzić do niepotrzebnych wniosków. Na podstawie takich doniesień entuzjastycznie nastawieni badacze kolizji kosmicznych mogą kontynuować bezkrytycznie podobne poszukiwania.

Przykład „Fromborka", „Raczego", czy „Pietronajcia" słusznie ostudził zapał w przedstawianiu struktur kolistych jako domniemanych kraterów meteorytowych. Od wykładu w Olsztynie upłynęła dekada i widocznie inni badacze nie znali lub nie pamiętali doświadczeń trudnej materii ich identyfikacji w utworach czwartorzędowych.

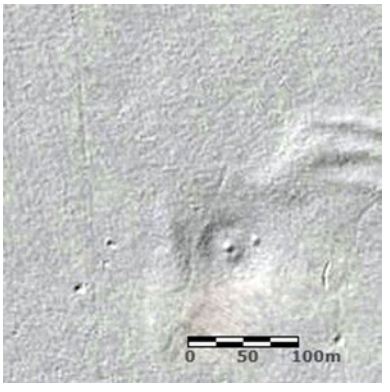
2016 Porządzie, Jaszczułty, Ochudno



Ryc. 7. Struktura kolista Porządzie, obraz LIDAR. Współrzędne geograficzne: B 52° 41' 31,22" N, L 21° 28' 7,96" E.

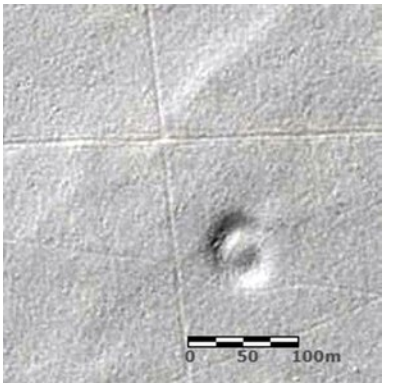


Ryc. 8. Struktura kolista Jaszczułty, obraz LIDAR. Współrzędne geograficzne: B 52° 42' 32,63" N, L 21° 30' 37,47" E.



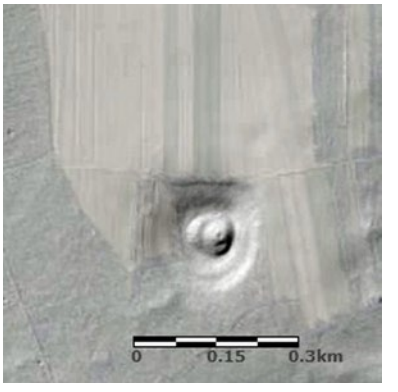
Ryc. 9. Struktura kolista Ochudno, obraz LIDAR. Współrzędne geograficzne: B 52° 39' 42,08" N, L 21° 27' 12,55" E.

Nauka poprzedniego 10-lecia niestety nie przyniosła oczekiwanych rezultatów. Fascynacja obrazami lidarowymi przyniosła w 2016 roku kolejne doniesienia. Opierając się na dostępnych wizualizacjach rzeźby terenu Polski Tomasz Walesiak zasugerował jakoby niewielkie struktury koliste na wysoczyźnie pomiędzy Narwią a Bugiem miałyby mieć genezę impaktową. (Walesiak 2016) Leżą na płaskowyżu wysoczyzny Mazowsza, w widłach Narwi i Bugu. Tutejsze osady to głównie czwartorzędowe piaski wodnolodowcowe. Wspólną cechą tych tworów są niewielkie średnice, rzędu 30–50 m. Posiadają centralny stożek. Usytuowanie ich w jednej jednostce geologicznej budzi skojarzenie, że powstały w jednym procesie geologicznym związanym z ostatnim zlodowaceniem. Przypominają nieco kemy przetainowe. Nie są niczym wyjątkowym w tej jednostce geologicznej. Nieopodal Udrzynka [5] oddalonego od wymienionych struktur o około 10 km możemy zidentyfikować podobną strukturę.



Ryc. 10. Struktura kolista Udrzynek, obraz LIDAR. Współrzędne geograficzne: B 52° 39' 44,53" N, L 21° 39' 12,95" E

Wizja lokalna autora niniejszej pracy w Udrzynku nie potwierdza osadu i przejawów dynamiki charakterystycznych dla procesów gwałtownych lub ewentualnego wybuchu. W podobnych warunkach geologicznych powstała struktura kolista nieopodal Starego Wykna [6], leżąca w jednostce geologicznej należącej do poprzednio opisanej. Posiada jednak imponujące rozmiary, ponad 200 m średnicy. Podobieństwo do wyżej wymienionych jest uderzające. Jej budowa morfologiczna (wysokie brzegi z ostrym stożkiem) wyklucza impaktowy jej charakter. Należy ją wstępnie zaliczyć do kategorii kemów przetainowych.



Ryc. 11. Struktura kolista Stare Wykno „Zamek", obraz LIDAR. Współrzędne geograficzne: B 53° 00' 20,6" N, L 22° 27' 19,4" E.

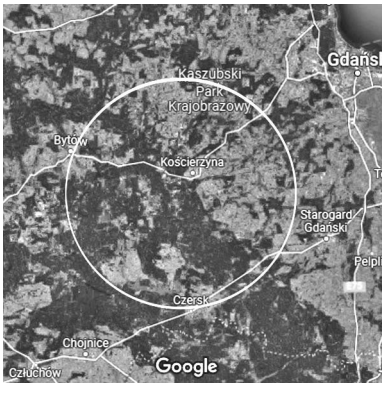
[5] Województwo mazowieckie, powiat wyszkowski, gmina Brańszczyk.
[6] Województwo podlaskie, powiat wysokomazowiecki, gmina Kulesze Kościelne.

Typując na obszarach polodowcowych struktury koliste jako wynik impaktu, należy być wyjątkowo ostrożnym. Nie wszystkie procesy geologiczne zachodzące w epokach lodowcowych są w pełni wyjaśnione, choć postęp w tej dziedzinie notowany jest na naszych oczach.

Tomasz Walesiak nie spoczywa. W 2020 r. w Roczniku PTMet znów mamy niemal sensacyjne doniesienia o „kraterach impaktowych" z Kurska, Rowistego, Gołdapi leżących na Niżu Polskim, którego rzeźba wykształciła się w ostatnim zlodowaceniu. (Walesiak 2021) Artykuł posiada bogatą literaturę. Nie ma w nim jednej pozycji: „Geologia dynamiczna". (Książkiewicz 1979) To pozycja z kanonu studentów wydziałów geologii i geografii. Podręcznik ten wytłumaczy genezę wszystkich przytoczonych w artykule obiektów na gruncie procesów glacjalnych.

Przegląd doniesień o dużych strukturach kolistych z terenu Polski (chronologicznie)

1989 Astroblem Kościerzyny

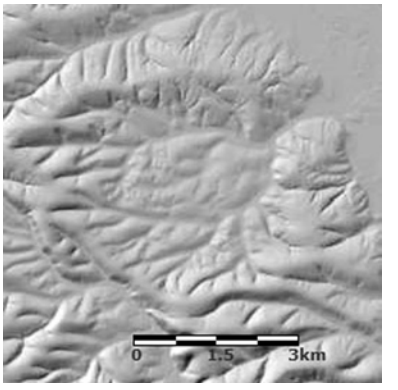


Ryc. 12. 1989 Astroblem Kościerzyny Współrzędne geograficzne: B 53° 54,5' N, L 17° 53,0' E.

W latach 80-tych pod wpływem możliwości pozyskania zdjęć satelitarnych systemu LANDSAT zaproponowano koncepcję astroblemu Kościerzyny. (Doktór i in. 1990) Pomysł rozwinięto poprzez interpretację tzw. fotolineamentów zdjęcia satelitarnego w oparciu o dostępną wiedzę geologiczną i geofizyczną o tym regionie. Trzeba zaznaczyć, że chodzi o strukturę wielką, rzędu 50 km. Dziś wiemy, że artykuł ten powstał na fali entuzjazmu związanego z dostępnością w Polsce pierwszych zdjęć satelitarnych oraz wydobycia z pobliskiego otworu wiertniczego Kłodawa fragmentu metalu. Żelazny odłamek okazał się fragmentem urwanego świdra wiertniczego. Na dziś, na tym obszarze, nie potwierdza się struktury impaktowej.

Nie mniej w 2018 roku Grzegorz Uścinowicz powraca do tematu. (Uścinowicz 2018) Podejmuje próbę interpretacji rzeźby podczwartorzędowej na podstawie profili wiertniczych. Od strony metodycznej artykuł dobrze się odbiera. Poważniejszą wątpliwością pozostaje brak odniesienia się do proporcji struktury względem jej głębokości. Wiemy, że kratery impaktowe o wielkich średnicach mają również znaczne głębokości. Jeśli przyjąć wartość takiej proporcji, przykładowo 10:1, to dla średnicy 50 km jej głębokość powinna wynosić 5 km. Pokazane w artykule profile geologiczne sięgają zaledwie 300 m. Nie przedyskutowano głębokości i potencjalnych osadów niecki zakrytej osadami młodszymi w obrębie astroblemu.

2003 Struktura Podlesie na Roztoczu



Ryc. 13. 2003 Struktura Podlesie na Roztoczu, obraz LIDAR. Współrzędne geograficzne: B 50° 45' 57" N, L 22° 46' 38" E.

W 2003 roku Wiesław Czajka zapytał „czy mamy wielki karter meteorytowy na Roztoczu?" (Czajka 2004a) Prawie trzykilometrowej średnicy niecka znajduje się nieopodal Radecznicy w powiecie zamojskim.[7] Datowanie obiektu jest typowane na okres po osadzeniu się na tym obszarze skał mastrychtu górnego. Minimum 35-40 milionów lat. Koncepcja zrodziła się w trakcie prac kartograficznych nad numerycznym modelem powierzchni terenu prowadzonych przez służbę topograficzną Wojska Polskiego w latach 1996–2000. Autor weryfikujący spływające dane, zauważył kolistą strukturę wyróżniającą się w rzeźbie Roztocza. Z początku została potraktowana jako błąd opracowana, jednak szczegółowa analiza danych potwierdziła istnienie tej niezwykłej nieckowatej struktury. W literaturze geologicznej traktowana była wcześniej jako rezultat młodych ruchów tektonicznych. Ruchy pionowe nie tłumaczyły jednak ubytku mas w niecce położonej na zrębie tej części Roztocza. Procesy zapadliskowe (kras), fluwialne, glacjalne zostały wykluczone. Wydaje się, że wśród znanych procesów geologicznych tylko procesy eksplozywne mogły usunąć taką objętość skał w tej części skorupy ziemskiej. Wulkanizm jednak nie wchodził w grę.

Od czasu opublikowania artykułu nie prowadzono badań geologicznych w kierunku potwierdzenia tej teorii. Nie mniej po 2010 roku pojawiły się dokładniejsze modele terenu, ujawniające „krateroważty" charakter struktury.

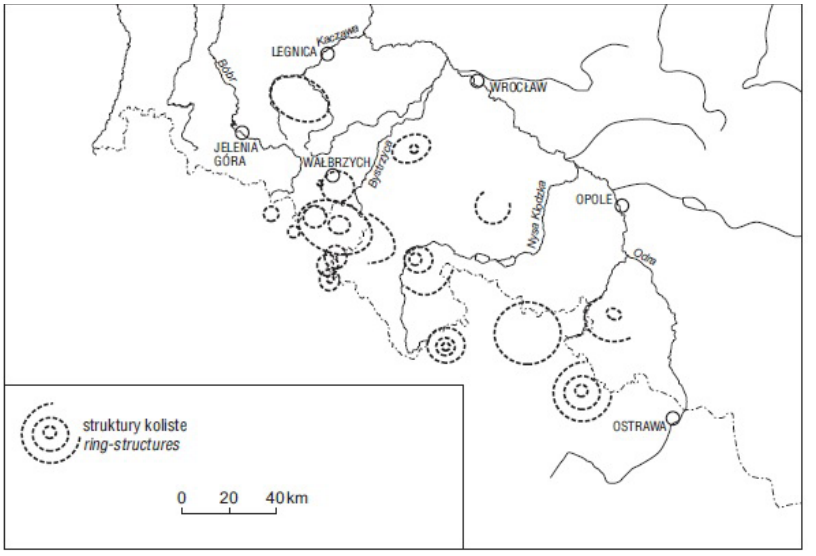
Warto odnotować, że w przeciwieństwie do np. struktury kolistej Kościerzyny niecka roztoczańska wydaje się strukturą głęboką. Jeśli przyjąć tę samą proporcję średnicy do głębokości 10:1, to „Podlesie" ma minimum 300 m. Częściowo potwierdzają to obserwacje powierzchniowe. Może być znacznie głębsza.

Ta najbardziej perspektywiczna forma, dająca nadzieję na pojawianie się w Polsce krateru meteorytowego z prawdziwego zdarzenia, nie może znaleźć zainteresowania w środowisku naukowym.

2004 Struktury koliste w Sudetach

W 2004 r. w Przeglądzie Geologicznym ukazał się artykuł pp. Przybylskiego i Badury „Czy struktury koliste

[7] Krater Barringera w Arizonie ma około 1200 m średnicy.



Ryc. 14. Struktury koliste w Sudetach (Przegląd Geologiczny vol. 52, nr 10, 2004).

w Sudetach mogą mieć genezę uderzeniową?". (Przybylski i in. 2004) Ten niezwykle ciekawy artykuł rzeczowo przedstawia warunki, jakie powinny być spełnione, by uznać strukturę kolistą za uderzeniową. Szkoda, że w tej tematyce w polskich opracowaniach, badacze nie odwołują się do tego artykułu.

Do tej pory nie potwierdzono obecności w Sudetach krateru meteorytowego. Nie wiemy, czy taki istnieje, ale też brak konkretnych wysiłków mających na celu weryfikację takich danych. Artykuł wart jest jednak studiowania szczególnie w kontekście poszukiwań, chociażby polskich moldawitów.

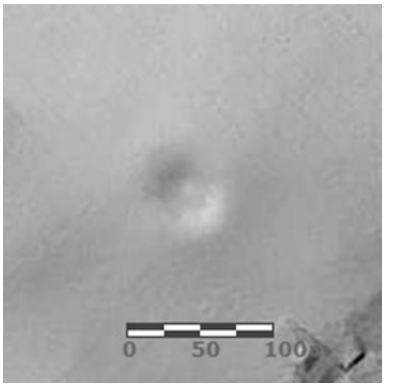
Refleksja — struktury koliste z terenu Polski warte rozpoznania

O ile w geologicznej skali czasowej obserwacje spadków materii kosmicznej możemy określić jako lawinowe, statystycznie bardzo częste, o tyle powstawanie w związku z nimi kraterów meteorytowych należy uznać za rzadkie. Warstwa ochronna atmosfery nie pozwala niedużym obiektom kosmicznym docierać do ziemi w wielkości i energii pozwalającej oddziaływać na grunt na tyle silnie, by tworzyć ślad uderzenia w postaci jawnej struktury kolistej. Duże kratery meteorytowe na świecie są w zasadzie rozpoznane. Rzeźba Polski jest bardzo młoda w skali geologicznej. Gdyby zatem nastąpił spadek jeszcze młodszy, którego energia pozwalałby na utworzenie krateru meteorytowego, ślad tego wydarzenia byłby bardzo wyraźny, tak jak wyraźna jest młoda rzeźba całego Niżu Polskiego. Widocznym przykładem są obrazy omówionych wyżej struktur. Gdyby twór impaktowy zaistniał znaleźlibyśmy go bardzo szybko. Ich podobieństwem są liczne leje na obszarze całej Polski po zrzuconych bombach w czasie II wojny światowej. Pojawiają się w zaskakujących miejscach. Osiągają spore, nawet 30-to metrowe, średnice. Ich obrazy lidarowe są bardzo ostre. Ze względu na energię kolizji, tak samo ostre powinny być ewentualne, potencjalne miejsca uderzeń materii kosmicznej.

Niekiedy podnosi się argument, że jakoby proces denudacji wyrównał, zniwelował ostrość potencjalnej formy impaktowej utworzonej w czwartorzędzie. Nie jest to dobry argument. Przykładem w tym temacie jest obraz grodzisk i grodów na mapach wykonanych techniką LIDAR. Są to obiekty młode w skali geologicznej. Te częste struktury koliste o wieku do 2000 lat nierzadko, rzeczywiście uległy denudacji, a mimo to są łatwo rozpoznawalne, choć w terenie trudne do odszukania. Z czasem uległy rozmyciu, nie mniej nie mylimy się i wiemy, że powstały z ręki człowieka. Podobnie, gdyby pojawiły się struktury impaktowe, również nie mylilibyśmy się co do ich wstępnej genezy. Reszta pozostaje w badaniu mikrośladów.

Podsumowując mamy w Polsce tylko jedną strukturę kolistą, której genezy należy doszukiwać się w kolizji z ciałem z kosmosu. Jest nią struktura Podlesie na Roztoczu. Nie mniej dobrze jest pokazać inny obiekt, który warty jest zbadania. Nawet dla celów metodycznych.

Struktura kolista Grzegorzewice



Ryc. 15. Struktura kolista Grzegorzewice, obraz LIDAR. Współrzędne geograficzne: B 51° 45' 35,58" N, L 21° 06' 59,24" E.

Struktura kolista we wsi Grzegorzewice [8] położona jest na północnym, wysoczyznowym brzegu Pilicy. Oddalona jest od centrum Warki o niecałe 6 km w kierunku południowo zachodnim. Miejscowa wysoczyzna to morena zbudowana z glin zwałowych zlodowacenia Warty. Jej wiek można szacować na 120–250 tysięcy lat.

Struktura ta, o wyjątkowo regularnym kolistym kształcie, to pojedyncze zagłębienie bezodpływowe leżące w górnej części wysoczyzny na wysokości 123–124 m npm. W wielokilometrowym sąsiedztwie nie spotyka się podobnych form wklęsłych utworzonych w tej serii skalnej.

Zagłębienie ma 50–70 m średnicy, z obecnym przegłębieniem szacowanym na zaledwie na 1-2 m. Musimy jednak pamiętać o dość długim w czasie wypełniania zagłębienia. Posiada silnie zdenudowane krawędzie. Struktura ta jest znacząco starsza od ostatniego zlodowacenia bałtyckiego. Wokół struktury zaznaczony jest dość wyraźny wał. Ze względu na położenie w szczytowej partii moreny trudno stwierdzić, czy to tylko naturalne zbocza tej jednostki, czy może wyniesiony z zewnątrz

[8] Województwo mazowieckie, powiat grójecki, gmina Warka.

materiał. Wstępne sprawdzenie można wykonać prostym sondowaniem do głębokości około 2 m.

Może to krater uderzeniowy?

LITERATURA

Biała J., Manecki A., 2011, *Bibliografia meteorytyki polskiej (1805-2010)*, Polskie Towarzystwo Meteorytowe

Bronikowska M., 2018, *Jak powstały Kratery Morasko? Rewizja istniejących poglądów dotyczących genezy zagłębień w rezerwacie pod Poznaniem*, ASMP Rocznik PTMet, vol. 9,

Choiński A., Ptak M., 2017, *Batymetria jezior meteorytowych w rezerwacie Meteoryt Morasko*, ASMP Rocznik PTMet vol. 8

Czajka W., 2004a, *Struktura Podlesie — czy w Polsce znajduje się duży krater meteorytowy*, Przegląd Geologiczny vol. 52, nr 3

Czajka W., 2004b, *Analiza geomorfologiczna okolic rezerwatu „Meteoryt Morasko" w oparciu o model powierzchni terenu*, Streszczenia referatów, III Konferencja Meteorytowa, Poznań 25-26 września 2004. UAM Instytut Geologii, Polskie Towarzystwo Meteorytowe

Czajka W., 2010, *Symbole astronomiczne w heraldyce miejskiej Nowej Marchii*, Rocznik Chojeński tom II

Czajka W., 2013, *Bolid wielkopolski w kulturze materialnej Nowej Marchii*, Rocznik Chojeński tom V

Czajka W., 2014, *Analiza geomorfologiczna okolic rezerwatu Meteoryt Morasko w oparciu o model powierzchni terenu*, Streszczenia referatów III Konferencja Meteorytowa, Poznań 25-26 września 2004. UAM Instytut Geologii, Polskie Towarzystwo Meteorytowe

Czajka W., 2015a, *Mechanizm tworzenia się zagłębień bezodpływowych na morenie moraskiej, tak zwanych kraterów meteorytowych*, METEORYT 1 (93)

Czajka W., 2015b, *Porównanie spadków Campo del Cielo i Morasko*, METEORYT 4(96)

Czajka W., 2016, *Komentarz do noty prasowej KRATERY KOSMICZNE W OKOLICACH POZNANIA z 1961 r.*, METEORYT 1(97)

Doktór S. Graniczny M. Kucharski R., 1989, *Astroblem Kościerzyny*, Przegląd Geologiczny nr 11

French B., 1998, *Traces of Catastrophe. A Handbook of Shock-Metamorphic Effects in Terrestial Meteorite Impact Structures*. Lunar and Planetary Institute Houston

Karczewski A., 1976, *Morfologia i litologia obszaru zagłębień bezodpływowych położonych na północnym skłonie Góry Moraskiej koło Poznania*, Sprawozdania Pol. Tow. Przyjaciół Nauk 92

Korpikiewicz H.,1979, *Krater meteorytowy we Fromborku*, Wszechświat 1-2

Kotowiecki A., 2004, *Czy Jezioro Racze na wyspie Wolin może być kraterem meteorytowym?*, Streszczenia referatów III Konferencja Meteorytowa, Poznań 25-26 września 2004. UAM Instytut Geologii, Polskie Towarzystwo Meteorytowe.

Książkiewicz M., 1979, *Geologia dynamiczna*, Wydawnictwa Geologiczne

Pilski A., 2014a, *Profesor John T. Wasson w Poznaniu*, METEORYT 3 (91)

Pilski A., 2014b, *Morasko – znaki zapytania*, METEORYT 4 (92)

Przybylski B., Badura J., 2004, *Czy struktury koliste w Sudetach mogą mieć genezę uderzeniową?*, Przegląd Geologiczny vol. 52, nr 10

Socha K., 2011, *Pożegnanie kraterów Morasko*, ASMP Rocznik PTMet vol. 2

Socha K., 2020, *Pożegnanie kraterów Morasko – polemika!*, ASMP Rocznik PTMet vol. 11

Trybuna Ludu, 1961, *Kratery kosmiczne w okolicach Poznania*, dziennik z 11 września 1961, wydanie A

Uścinowicz G., 2018, *Charakterystyka geologiczna struktury kolistej Kościerzyny*, ASMP Rocznik PTMet vol. 9

Walesiak T., 2016, *Analiza cech impaktu ukośnego na przykładzie struktur Porządzie, Jaszczułty i Ochudno*, ASMP Rocznik PTMet wolumin 7

Walesiak T., 2017a, *Jeszcze jedna dyskusja na temat daty spadku meteorytu Morasko*, ASMP Rocznik PTMet, vol. 8

Walesiak T., 2017b, *Kratery Morasko w świetle wiedzy na temat ukośnych spadków*, ASMP Rocznik PTMet, vol. 8

Walesiak T., 2020, *Wykorzystanie danych Numerycznego Modelu Terenu do poszukiwania i wstępnej identyfikacji struktur impaktowych*, ASMP Rocznik PTMet vol. 11

Walesiak T., 2021, *Kratery Morasko – obrona hipotezy ukośnego impaktu*, ASMP Rocznik PTMet vol. 12

Przyczyny zwiększonego krasowienia lądu na półwyspie Jukatan

Jan Specht

Wstęp

Na ziemskim globie nie obserwujemy codziennie wielu śladów po uderzeniach (impaktach) spowodowanych upadkiem meteorytu lub asteroidy. Zaledwie kilka z nich możemy obejrzeć w terenie, inne możemy przeglądać na fotografiach lub zdjęciach satelitarnych. Obserwowane na innych planetach skalistych i ich księżycach kratery potwierdzają tezę, że Ziemia w trakcie swojego życia była równie często i równie gęsto bombardowana obiektami z przestrzeni kosmicznej. Badania naukowe ujawniły, że w okresie wczesnego życia Ziemi, ok 3,8 mld lat temu, był okres tzw. wielkiego bombardowania, spowodowany spadkiem pozostałości po kolizji nieistniejących już ciał w Układzie Słonecznym. Powodem braku licznych, widocznych śladów na Ziemi są ciągłe zmiany jej powierzchni w trakcie procesów geologicznych, podczas których zostały one zniszczone przez ruchy górotwórcze lub schowane pod warstwami osadów.

Krajobraz po impakcie

Najczęściej oglądanym i jednocześnie ważnym z punktu widzenia nauki jest krater Barringera w Arizonie.

Stosunkowo nieduża struktura impaktowa o średnicy ok 1,2 km jest znana od początku ubiegłego wieku z powodu rozpoczętych przez jego właściciela, Daniela Barringera poszukiwań pod jego dnem olbrzymich ilości żelazo-niklu, pochodzących z uderzenia meteorytu żelaznego. Dzięki wiadomościom o poszukiwaniu „skarbu" oraz spektakularnemu i zarazem pięknemu kształtowi krater wzbudził zainteresowanie świata nauki. Masa bolidu, który go utworzył w chwili wejścia w atmosferę wynosiła 300 tys. ton. Końcowa prędkość wynosiła 12 km/s. Większość tej masy wyparowała jednak w trakcie wybuchu o mocy 2,5 mln ton trotylu, o czym właściciel dowiedział się dopiero po trzydziestu latach poszukiwań, po informacjach z badań przeprowadzonych przez naukowców. Co istotne, badania te pozwoliły uświadomić ludzkości wynikające zagrożenia, związane ze spadkiem obcych ciał z Kosmosu. Pomimo niepowodzeń upór Daniela Barringera pozwalał mu trwać w pewności o meteorytowym pochodzeniu krateru. Ostatecznie udowodnił to Eugene Shoemaker w 1963 roku. (https://www.barringercrater.com/the-crater). Od tej pory zintensyfikowano zarówno poszukiwania jak i badania śladów innych kraterów. Obecnie znamy ich około 200. Oprócz opisywanego krateru interesują nas skutki impaktów większych, których śladów jest zaledwie kilkanaście.

Inny znany krater, sprzed 14,5 mln lat, znajduje się w strukturze Ries w Niemieckiej Bawarii. Asteroida powodująca impakt miała średnicę jednego kilometra. Prędkość wlotu wynosiła 20 km/s, a energia wybuchu była odpowiednikiem 30 mld ton trotylu, Skutkiem był wyrzut wielu milionów ton skał w kierunku południowo-wschodnim, (rys.1). Impakt miał relatywnie mniejszą energię, w związku z czym skały nie wyparowały, lecz zostały wyrzucone poza misę krateru. Poniższa grafika przedstawia kolejno: wyrzuconą brekcję (kolor różowy); zgromadzenia suewitu (kolor fioletowy); skały para-autochtoniczne — tzn. miejscowo wprasowane w boczne ściany krateru (kolor ciemno niebieski) oraz znajdujący się w sprasowanej ścianie zachodniej grafit (kolor czerwony).

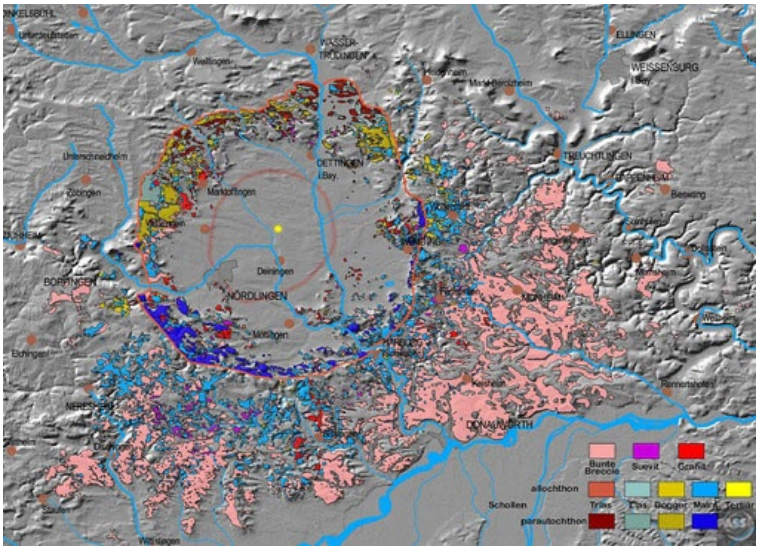
Energia impaktu i jego skutki

Chcąc uświadomić sobie energię impaktu i wywołanej nim eksplozji możemy się posłużyć analizą jednego z największych odkrytych kraterów, którego ślady znaleziono pod powierzchnią ziemi w trakcie odwiertów poszukiwawczych ropy i gazu na Jukatanie. Jest to olbrzymi krater o nazwie Chicxulub powstały ok 66 mln lat temu. Eksplozja tworząca krater o średnicy wewnętrznej misy 180 km jest podejrzewana o katastrofę, która spowodowała wyginięcie dinozaurów.

Fot. 1. Widok z lotu ptaka na krater w Arizonie

Rozpatrując energię różnych eksplozji należy wziąć pod uwagę masę asteroidy lub komety, jej skład oraz prędkość lotu liczoną w km/s. Tak samo ważnym jest kierunek, z którego nadleciała asteroida. Może on być zgodny z kierunkiem obiegu Ziemi wokół Słońca (prędkość obiegu ok. 30 km/s), może też być przeciwny, a więc z przodu lub z tyłu. Należy także wziąć pod uwagę, że powierzchnia globu ziemskiego w jego ruchu obrotowym na równiku mknie z prędkością liniową prawie 500 m/s w kierunku na wschód. Z tego powodu (pamiętając, czy uderzenie następuje z przodu czy z tyłu) istotnym jest, czy uderzenie następuje w lewą, czy prawą stronę obracającej się wokół swojej osi Ziemi, a więc ze wschodu, czy z zachodu. Już po tej podstawowej analizie wnioskujemy, że moc i co za tym idzie skutki eksplozji impaktowych mogą być różnorakie. W związku z tym powstaje pytanie, czy te o największej mocy mogły spowodować inne zjawiska oprócz widocznych śladów w postaci samego krateru?

Krater Chicxulub utworzyła asteroida o średnicy 10 km. Obiekt ten w trakcie uderzenia w ciągu kilku sekund zagłębił się w skorupę ziemi na głębokość ponad 20 km. Energia wybuchu tworzącego krater była równa wybuchowi 100 bilionów ton trotylu (100 teraton). Eksplozja ta miała o ponad 3,3 tys. razy większą moc niż impakt, który utworzył krater Ries w Bawarii. Można założyć, że energia tej eksplozji mogła na przykład spowodować w interakcji do obrotu Ziemi krótkie zatrzymanie wierzchniej warstwy lądu w miejscu uderzenia. Dowodem na to może być fakt, że na wschód od krateru warstwa ta (warstwa kredy) pod wpływem bezwładności została ścięta i rozciągnięta (rozerwana), W efekcie w warstwie kredy na północnej części Jukatanu nastąpiło powstanie wielu spękań i szczelin, które przyspieszyły proces kra-sowienia całego terenu. Przedstawiony w niniejszym akapicie mechanizm może wyjaśniać przy-

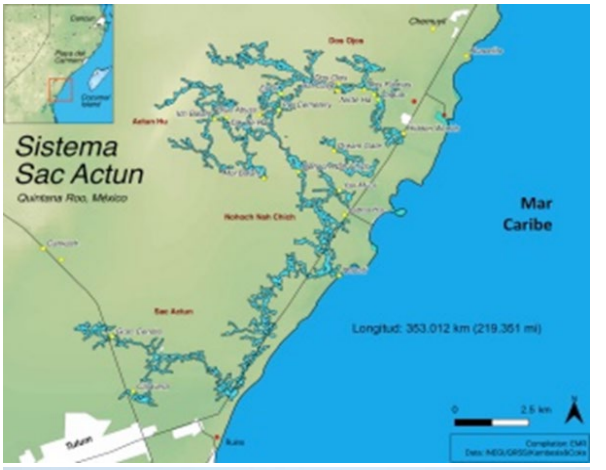


Rys. 1. Rodzaje skał wyrzuconych z krateru Ries

czyny zwiększonego krasowienia na półwyspie Jukatan. Obecnie sam krater schowany jest pod warstwą osadów o grubości 1 km. Natomiast powierzchnia półwyspu na wschód od krateru została pokryta warstwą gruzowiska o grubości 8–10 m. Pod tą narzuconą warstwą, w spękanym i rozerwanym (rozciągniętym) od uderzenia podłożu woda w procesach krasowych drążyła sieć podziemnych kanałów o głębokości ponad 100 metrów. Poziom oceanu był wówczas o 130 metrów niższy. Po drodze kanały połączyły powstałe, niekiedy idealnie okrągłe studnie, na których dnie znajdują się zapadliska stropów z narzuconego gruzu. Studnie te, o nazwie Cenotes (fot. 2), liczone w tysiącach szt. są najbardziej widoczne na tzw. ringu otaczającym zewnętrzny okrąg krateru (rys. 2). Na terenie na wschód od krateru nie ma rzek i jezior. Społeczności tam zamieszkujące od czasów prehistorycznych korzystały z wody znajdującej się w studniach Cenotes. Innym dowodem na rozciąganie warstwy kredy są widoczne na wschodnim brzegu półwyspu ślady spękań (osuwisk) ciągnących się w kierunku północ-południe, a więc poprzecznie do kierunku obrotu ziemi. Znajdują się tam także największe połączone ze sobą podziemnymi kanałami jaskinie. Przedstawione na rysunku poniżej, Sistema Sac Actun (rys. 3) o długości 369,2 km stanowi najdłuższe zgrupowanie jaskiń w Meksyku.

W innym miejscu w środkowej części półwyspu laguna o nazwie „Chakanbacan" (fot. 3), o długości ponad 25 km i powierzchni prawie 30 km^2 również biegnie w kierunku północ-południe. Pod względem geologicznym laguna ta została zakwalifikowana jako osuwisko. Ze zdjęć

Rys. 2. Rozkład studni Cenotes
Fot. 2. Widok studni Cenotes
(*źródło:* https://www.lpi.usra.edu/science/kring/Chicxulub/discovery/)



Rys. 3. Mapa systemu jaskiń *Sac Aktun.*
Fot. 3. Laguna Chakanbacan — fot. Lotnicza
(*źródło:* https://sites.northwestern.edu/monroyrios/sistema-sac-actun-en/)

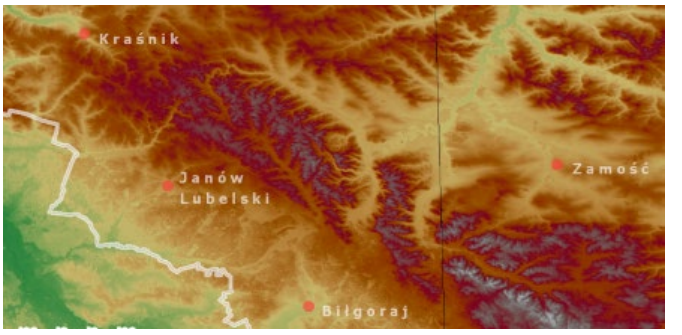
lotniczych można wywnioskować, że jej kształt bardziej przypomina „rozerwaną ranę" na powierzchni półwyspu. Znamiennym jest fakt, że raz na kilka lat poziom wody w lagunie w ciągu kilku dni się obniża odsłaniając dno. Wody te giną w podziemnych jaskiniach powodując katastrofalne skutki dla fauny laguny. Na wschód od krateru znajduje się inny ślad, który potwierdza poziomy poślizg całego obszaru przez ścięcie i przesunięcie górnej warstwy powierzchni. Jest to tzw. uskok „Ticul". Znajduje się on na styku obniżenia w północnej części półwyspu i terenu górzystego w części południowej, który jest oddzielony prawie prostą linią biegnącą od krawędzi krateru w kierunku na wschód wzdłuż trasy Federal Highway 184.

Przedstawione powyżej przypuszczenie o chwilowym zatrzymaniu wierzchniej warstwy skorupy ziemskiej przy największych eksplozjach o największej energii (tworzących największe kratery uderzeniowe), może być potwierdzone faktem, że zachodnia krawędź tych kraterów jest dużo bardziej wypiętrzona (krater Chicxulub najprawdopodobniej pod osadami) niż krawędź wschodnia. Za jeden z przykładów może posłużyć krater Vredefort w Afryce. Na fotografii widzimy grupę wycieczkowiczów oglądających brekcje sprasowane na ścianie zachodniej. Dotyczy to także czwartego pod względem wielkości krateru Popigaj na Syberii.

Na koniec warto wymienić kolejny (domniemany — nie do końca potwierdzony naukowo) krater Gorajski na Polskim Roztoczu. Na wschód od krateru znajdują się podziemne cieki wodne o bardzo dużej wydajności wody, tak zwane wywierzyska. Spękane, kredowe lub wapienne

podłoże sprzyja nagromadzeniu się wody i sprawia, że jej krążenie tworzy zjawiska krasowe. Największym wypływem Wyżyny Lubelskiej i Roztocza jest źródło w Zaporzu, w dorzeczu Poru, którego przeciętna wydajność wynosi ponad 300 dm^3/s. (Jokiel, Moniewski i inni 2010 s. 235). Mniejszych źródlisk o wydajności od 10 do 150 dm^3/s jest na Roztoczu kilkaset.

W okolicach krateru można znaleźć podobne twory w postaci bezdennych studni jak przy kraterze Chicxulub. Odpowiednikiem studni Cenotes na Jucatanie są Bezednie na Roztoczu. (inf. ustna Jachymek S.). W katalogu miejscowości w Polsce jest także wieś Bezednia znajdująca się 30 km na wschód od krateru.



Rys. 4. Mapa hipsometryczna Roztocza (krater na środku mapy)

Podsumowanie

Zagadnienie różnych energii impaktów i eksplozji z tym związanych jest dosyć skomplikowane. Nie da się zrobić prostego wykresu uzależnionego np. od samej prędkości asteroidy, ani osobno od samej jej masy. Prawdopodobieństwo wystąpienia najbardziej dynamicznego impaktu i eksplozji następuje wówczas, gdy asteroida nadlatuje od przodu pędzącego na orbicie globu ziemskiego. Nakładają się wtedy prędkość globu i podobna prędkość asteroidy. Może ona wówczas wynosić od 60–70 km/s. W przypadku, gdy asteroida nadlatuje z tyłu, ta prędkość jest o wiele mniejsza i jest wypadkową w zależności od dokładnego kierunku (np. z boku globu). Moc wybuchu jest wówczas mniejsza. W końcowym rozrachunku liczy się tylko energia eksplozji, uzależniona od jej skorelowanej prędkości i masy. Po umieszczeniu na wykresie różnych wielkości tych energii moglibyśmy spróbować określić moc potrzebną do chwilowego zatrzymania fragmentu wierzchniej warstwy lądu.

Należy podejrzewać, że wielka energia impaktów tworzących największe kratery wywołana jest czymś w rodzaju eksplozji kulombowskiej. Daremne jest określanie kierunku i szukanie, gdzie wbiła się masa główna. Nie odnajdziemy tej masy. Przy największych impaktach zbite atomy i elektrony przechodzą w kontrakcję (rozpychające siły elektrostatyczne przekraczają siły spójności). W związku z tym w ścieśnionej materii asteroidy i lądu rozpalają, stapiają i zamieniają w eksplodujący gaz wszystko dookoła. Eksplozja tworzy okrągłą strukturę krateru. Daniel Barringer wypowiedział następujące słowa — *Cytat*: *„Gdy strzela się nabojami w błoto pod różnym kątem, i tak zawsze powstaje okrągły otwór”.*

Silna eksplozja impaktu Chicxulub, w warstwie kredy rozdmuchuje skały. Głębiej powoduje zatrzymanie biegu części lądu — w efekcie rozciąganie powierzchni lądu w kierunku na wschód. Inna eksplozja impaktu Vredefort powoduje zatrzymanie biegu fragmentu lądu i sprasowuje (wynosi) twarde skały na ścianie zachodniej. W kierunku na wschód także było rozciąganie lądu ale w twardych skałach nie było krasowienia. Impakt Ries o mocy 3,3 tys. razy słabszej od eksplozji na Jukatanie wyrzuca skały w kierunku wschodnim. Czy była eksplozja — tak (okrągły krater), ale słabsza i spóźniona. Mniejsze meteoryty o średnicy kilkunastu metrów tworzą małe nieregularne kratery, ale nie wywołują eksplozji. Najczęściej wytracają one prędkość już w czasie przelotu przez atmosferę i eksplodują w atmosferze, jak meteoroid „Czelabińsk” nadlatujący z dużą prędkością od strony słońca.

Osobnym zagadnieniem związanym z największymi eksplozjami są wywołane nimi trzęsienia ziemi. Ślady takich trzęsień występują przy niektórych największych kraterach. Jest to temat na odrębny artykuł.

Fot. 4. Zdjęcie satelitarne
Fot. 5. Grupa wycieczkowiczów ogląda brekcje
(*źródło:* https://pl.wikipedia.org/wiki/Vredefort_(krater))

Literatura:

Jokiel., Moniewski. i inni, PAN, Monografie Nr 69, HYDROLOGIA W OCHRONIE i KSZTAŁTOWANIU ŚRODOWISKA — Tom 2

http://hydro.geo.uni.lodz.pl/uploads/file/pub_PJ/2010_Jokiel_Moniewski_inni.pdf.

Strony internetowe:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fd/Meteor-Crater-Arizona.jpg (fot. 1).

https://www.barringercrater.com/the-crater — *Dowód — Eugene Shoemaker oraz Cytat ze słów Barringera.*

https://www.geopark-ries.de/en/entstehung-rieskrater. (rys. 1).

https://www.lpi.usra.edu/science/kring/Chicxulub/discovery/) (rys. 2)

https://sites.northwestern.edu/monroyrios/sistema-sac-actun-en/. (rys. 3; fot. 3).

https://pl.wikipedia.org/wiki/Vredefort_(krater). (fot. 4 i 5)

Meteoryt w Eposie o Gilgameszu

Andrzej Kotowiecki

Na temat historii dotyczącej najstarszych tekstów opisujących meteoryty, a także o zabytkach wykonanych z meteorytów i tektytów napisałem już wiele. Lecz ciągle zapominałem o najstarszym tekście, który wspomina o ciekawym wydarzeniu. Może dlatego, że wydarzenie rozgrywa się w rozmowach jak i we śnie głównego bohatera, ale przecież jest to pierwszy zapis spadającego meteorytu i to najstarszy na Ziemi.

Chodzi o Epos o Gilgameszu, który jest prawdopodobnie najstarszą napisaną historią na Ziemi. Pochodzi ze starożytnej Sumerii i został pierwotnie zapisany pismem klinowym na 12 glinianych tabliczkach. Opowiada o przygodach historycznego króla Uruk, gdzieś pomiędzy 2750 a 2500 p.n.e.

Na początku „Eposu o Gilgameszu" na Pierwszej Tabliczce pojawia się wielki meteoryt, który spadł na ziemię. Pomimo tego, że Gilgamesz jest 2/3 bogiem a w 1/3 człowiekiem nie może go podnieść.

Poniżej moje tłumaczenie tekstu z j.angielskiego, z tłumaczenia oryginalnego dokonanego przez zespół Maureen Gallery Kovacs. Stanford University Press, 1990 (http://www2.latech.edu/~bmagee/103/gilgamesh.htm) a także przekładu John Maier i John Gardner (Nowy Jork: Vintage, 1981) http://www.uwosh.edu/home_pages/faculty_staff/minniear/2010/Pages/Epic%20of%20Gilgamesh.pdf

Na tabliczce pierwszej i drugiej jest wyeksponowana mowa o meteorycie. Pierwszy raz jest mowa o meteorycie przy okazji zwierzania się swojemu ojcu przez Trapera o spotkaniu z Enkidu. Epos o Gilgameszu opisuje też fragment snu, w którym bohater ma wizję, że meteoryt spada z nieba oraz był dla niego zbyt ciężki, by go podnieść. Chociaż matka Gilgamesza interpretuje ten sen, jako symbolicznie odnoszący się do stworzonego przez niebiańskich bogów jego przyszłego dobroczynnego towarzysza o imieniu Enkidu. Następny sen Gilgamesza porównuje Enkidu do mężczyzny podobnego do Gilgamesza, którego obejmował jak kobietę, Później jeszcze kilka razy można spotkać zapis o meteorycie. Wychodzi na to, że Enkidu jest „spadającym meteorytem". Co ciekawe niektórzy naukowcy dopatrują się przenośni, że Gilgamesz i Enkidu występuje tutaj jako Orion i Meteor.

Pierwszy raz jest mowa o meteorycie przy okazji zwierzania się swojemu ojcu przez Trapera, który przerażony spotkał Enkidu:

Traper zwrócił się do ojca mówiąc:
„Ojcze, z gór przybył pewien gość.
On jest najpotężniejszy na ziemi,
jego siła jest tak potężna jak meteoryt (?) Anu!
Nieustannie przemierza góry,
nieustannie przepycha się w wodopoju ze zwierzętami,
nieustannie stawia stopy naprzeciw wodopoju.
Bałam się, więc nie podszedłem do niego.
Wypełniał doły, które wykopałem,
wyrwałem moje pułapki, które rozsadziłem,
uwolnione z mojego uścisku dzikie zwierzęta.
Nie pozwala mi obchodzić pustkowia!"
Ojciec trapera odezwał się do niego mówiąc:
„Mój synu, mieszka w Uruk niejaki Gilgamesz.
Nie ma nikogo silniejszego niż on,
jest tak silny jak meteoryt (?) Anu!
Idź, wyrusz do Uruk,
powiedz Gilgameszowi o tym Mężu Mocy.
……i dalej……..
Posłuchał rady ojca.
Traper udał się do Uruk,
odbył podróż, stał wewnątrz Uruk,
i oświadczył… Gilgameszowi:
„Jest pewien człowiek, który przybył z gór...
on jest najpotężniejszy na ziemi,
***jego siła jest tak potężna jak* meteoryt (?) Anu!**
Nieustannie przemierza góry,
nieustannie przepycha się w wodopoju ze zwierzętami,
nieustannie stawia stopy naprzeciw wodopoju.

W innym miejscu Gilgamesz ma sen i zwierza się swojej matce:

Gilgamesz wstał i ujawnił sen, mówiąc do matki:
„Mamo, miałem sen ostatniej nocy.
Pojawiły się gwiazdy nieba,
***a obok mnie* spadł jakiś meteoryt (?) Anu!**
Próbowałem go podnieść, ale był dla mnie zbyt potężny,
Próbowałem go odwrócić, ale nie mogłem tego ruszyć.
Wokół niego stała Ziemia Uruk,
cała ziemia zebrała się wokół tego,
wokół niego tłoczyła się ludność,
Mężczyźni skupili się wokół tego,
i ucałował jego stopy jak małe dziecko (!).
Pokochałam to i przyjęłam jako żonę.
położyłem go u twoich stóp,
i sprawiłeś, że konkurował ze mną."
Matka Gilgamesza, mądra, wszechwiedząca, powiedziała do swego Pana;
Rimat-Ninsun, mądry, wszechwiedzący, powiedział do Gilgamesza:

„Jak młodzież przypomina Gilgamesza…

wysoki wzrost, wznoszący się aż do blanków nad murem!

Z pewnością urodził się w górach;

jego siła jest tak potężna, jak meteoryt(!) Anu!"

«Jeśli chodzi o gwiazdy na niebie, które się pojawiły

i meteoryt(?) Anu, który spadł obok ciebie,

próbowałeś podnieść, ale to było dla ciebie zbyt potężne,

próbowałeś go odwrócić, ale nie zdołałeś go ruszyć,

położyłeś go u moich stóp,

i sprawiłem, że konkurował z tobą,

i pokochałaś go i przyjęłaś jako żonę.

„Przyjdzie do ciebie potężny człowiek, towarzysz, który ratuje swego przyjaciela…

jest najpotężniejszy na ziemi, jest najsilniejszy,

jego siła jest potężna jak meteoryt (!) Anu!

Kochałeś go i przyjąłeś za żonę;

i to on będzie cię wielokrotnie zbawiał.

Twój sen jest dobry i pomyślny!"

…….

Matka Gilgamesza, mądra, wszechwiedząca, powiedziała do swego syna;

Rimat-Ninsun, mądry, wszechwiedzący, powiedział do Gilgamesza:

„"Topór, który widziałeś (jest) mężczyzną.

„... (że) kochasz go i obejmujesz jak żonę,

„ale (że) rywalizuję z tobą."

„" Przyjdzie do ciebie potężny człowiek,

„" towarzysz, który ratuje przyjaciela...

„jest najpotężniejszy na ziemi, jest najsilniejszy,

„jest tak potężny jak meteoryt(!) Anu!"

Z kolei na początku Tabliczki Drugiej, jest taki oto tekst:

Tabliczka II

Enkidu siedzi przed nią.

[Brakuje następnych 30 wierszy; niektóre fragmentaryczne linie począwszy od 35 zostały przywrócone z paraleli w Staro-Babilońskim.]

„Czemu ..."(?)

Jego własna rada ...

Na jego polecenie ...

Kto zna jego serce...

Szamhat ściągnął ubranie,

i przyodziałem go jednym kawałkiem!

podczas gdy ona ubrała się w sekundę.

Pochwyciła go tak, jak robią to bogowie

i zaprowadził go do chaty pasterzy.

Wokół niego zebrali się pasterze,

dziwili się sobie:

……

Pocałowali się i zostali przyjaciółmi.

[Staro babiloński staje się fragmentaryczny. Wznowienie wersji standardowej]

„Jego siła jest najpotężniejsza na ziemi!

Jego siła jest tak potężna jak meteoryt(?) Anu,

Dla wyjaśnienia słowo **ANU** znaczy sumeryjski An, ojciec bogów i bóg firmamentu, „wielkiego w górze". W sumeryjskiej kosmogonii było przede wszystkim pradawnym morzem, z którego narodziła się kosmiczna góra składająca się z nieba „An" i ziemi „Ki", zostali rozdzieleni przez Enlila, potem An uniósł niebiosa, a Enlil ziemię. Ann później wycofywał się coraz bardziej w tło. Miał ważną świątynię w Uruk.

Anu! w tym tekście wyraża zdenerwowanie, zdziwienie lub przerażenie, czyli moim zdaniem użycie słowa Anu znaczy tyle co — „O Boże!" i w ten sposób podkreśla autor tekstu jak to mówimy współcześnie „coś niesamowitego", „coś ogromnego" czy też „coś zadziwiającego" itd.

Dla mnie teksty te są bardzo ciekawe, gdyż jest tutaj mowa o pierwszym meteorycie opisanym w najstarszej zapisanej historii na Naszej Planecie.

Źródła:

Dreams in The Epic of Gilgamesh, https://freebooksummary.com/dreams-in-the-epic-of-gilgamesh-120805 (dostęp 3-08-2022)

Maureen Gallery Kovacs Translation, http://king-of-heroes.co.uk/the-epic-of-gilgamesh/maureen-gallery-kovacs-translation/ (dostęp 3-08-2022)

The Epic of Gilgamesh Translated!by!Maureen!Gallery!Kovacs Electronic!Edition!by!Wolf!Carnahan,!I998, https://uruk-warka.dk/Gilgamish/The%20Epic%20of%20Gilgamesh.pdf (dostęp 3-08-2022)

John Maier i John Gardner (Nowy Jork: Vintage, 1981) http://www.uwosh.edu/home_pages/faculty_staff/minniear/2010/Pages/Epic%20of%20Gilgamesh.pdf (dostęp 3-08-2022)

A. Kotowiecki, Epos o Gilgameszu a Biblia. Część Pierwsza, http://pressmania.pl/epos-o-gilgameszu-a-biblia-czesc-pierwsza/?fbclid=IwAR1rrsXVpXa_ra-4oco6YVqPKjLElCn0sjrxDfZc8vMUykzHN_br7N6YmN5Y (dostęp 3-08-2022)

A. Kotowiecki A., 2003, Święte meteoryty, Meteoryt nr 3, s. 26–28.

Eksploatacja bogactw mineralnych w Kosmosie — stan prawny

Andrzej Kotowiecki

Eksploatacja planetoid jest sporym wyzwaniem, ale wydaje się możliwa do zrealizowania. Jest też dziś jednym z gorących tematów na świecie Cóż, metale takie jak złoto czy nikiel, wydobywane na naszej planecie, pochodzą głównie z uderzeń planetoid, które spadły na powierzchnię Ziemi. Przykładem może być Zagłębie Sudbury w Kanadzie obfitujące w zasoby niklu po uderzeniu planetoidy. Zagłębie Sudbury, znane również jako Sudbury Structure, jest główną strukturą geologiczną w Ontario w Kanadzie. Jest to trzeci co do wielkości znany krater uderzeniowy na Ziemi, a także jeden z najstarszych, gdyż powstał ok. 1,8 miliarda lat temu.[1]

Pomysł eksploatacji kosmosu wydaje się więc prosty, zamiast szukać metali pod ziemią, można by polecieć po nie w przestrzeń kosmiczną, wylądować na lecącej skale, zebrać potrzebne surowce, a następnie przetransportować je z powrotem na Ziemię. Z prawnego punktu widzenia plany te zasadniczo rodzą pytania o ich zgodność z międzynarodowym prawem kosmicznym. W prawie kosmicznym etyka obejmuje tematy dotyczące eksploracji kosmosu, turystyki kosmicznej, własności kosmosu, militaryzacji kosmosu, ochrony środowiska i rozróżniania granic samej przestrzeni kosmicznej.

Na wstępie należy podkreślić, że natrafiamy na trudności w zdefiniowaniu terminu „przestrzeń kosmiczna". Uczeni dyskutują nie tylko o jego definicji geograficznej tj. górnej i dolnej granicy, ale także o tym, czy obejmuje ona również różne obiekty w jej obrębie tj. obiekty niebieskie, istoty ludzkie czy też urządzenia wykonane przez człowieka. Dolne limity są ogólnie szacowane na około 50 kilometrów. Więcej trudności pojawia się przy próbie zdefiniowania górnych granic „przestrzeni", ponieważ wymagałoby to dokładniejszego zbadania natury wszechświata i roli Ziemi jako planety.

Obiekty na orbitach geostacjonarnych pozostają nieruchome nad punktem na Ziemi z powodu grawitacji. Możliwość korzystania z tych orbit ma wiele zalet, głównie ze względu na unikalną możliwość wysyłania częstotliwości radiowych do i z satelitów w celu zbierania danych i wysyłania sygnałów do różnych lokalizacji. Komitet Narodów Zjednoczonych ds. Pokojowego Wykorzystania Przestrzeni Kosmicznej zatwierdził siedem niewojskowych zastosowań tych orbit: komunikacja, meteorologia, zasoby Ziemi i środowisko, nawigacja i sterowanie samolotami, testowanie nowych systemów, astronomia i przekazywanie danych. Wymóg odseparowania tych satelitów od siebie oznacza, że dostępna jest ograniczona liczba „gniazd" orbitalnych, a zatem tylko ograniczona liczba satelitów może być umieszczona na orbicie geostacjonarnej. Doprowadziło to do konfliktu między różnymi krajami, które chcą mieć dostęp do tych samych szczelin orbitalnych.[2] Chodzi o kraje o tej samej długości geograficznej, ale o różnych szerokościach geograficznych. Spory te są rozstrzygane za pośrednictwem mechanizmu alokacji ITU. Kraje położone na równiku Ziemi również potwierdziły swoje roszczenia prawne do kontrolowania wykorzystania przestrzeni nad ich terytorium, zwłaszcza w 1976 roku, kiedy wiele krajów położonych na równiku Ziemi stworzyło Deklarację Bogoty, w której stwierdziły swoje roszczenie prawne by kontrolować wykorzystanie przestrzeni nad ich terytorium, ale nie zakwestionowały traktatu o przestrzeni kosmicznej w tym zakresie.[3]

Należy podkreślić, że nawet tzw. niskie orbity są zagospodarowywane przez program Starlink i jest tutaj mowa o umieszczeniu nad Ziemią ok. 12 tys. satelitów telekomunikacyjnych.[4] Ten telekomunikacyjny system satelitarny budowany jest przez amerykańską firmę SpaceX.[5] Następuje więc coraz większy „ścisk" wokół Ziemi.

W ciągu ostatnich kilku lat coraz więcej też firm ogłosiło plany wydobywania bogactw naturalnych z planetoid i budowy kopalni na Księżycu. Głównymi bogactwami, które są planowane do wydobycia, są głównie metale ziem rzadkich. Oczywiście jest to ogromne wyzwanie techniczne. Istnieją już giganci technologiczni z udokumentowanymi osiągnięciami, tacy jak założyciel X Prize Peter Diamandis, którego Planetary Resources może pochwalić się Jamesem Cameronem, a także Larrym Page i Eric Schmidt z Google jako inwestorami.[6] Istnieje realna możliwość, że wydobycie surowców z planetoid może

[1] NASA Earth Observatory, Sudbury Impact Structure, https://earthobservatory.nasa.gov/images/148844/sudbury-impact-structure (dostęp 22-11-2021)

[2] Henri, Yvon. "Orbit Spectrum Allocation Procedures ITU Registration Mechanism" (PDF). International Telecommunications Union., https://www.itu.int/en/ITU-R/space/symposiumWroclaw2008/Wroclaw_YH.pdf (dostęp 22-11-2021)

[3] Space Law, United Nations, http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/index.html (dostęp 22-11-2021)

[4] Starlink Launch Statistics, https://planet4589.org/space/stats/star/starstats.html (dostęp 22-11-2021)

[5] Grush L., SpaceX just launched two of its space internet satellites — the first of nearly 12,000, https://www.theverge.com/2018/2/15/17016208/spacex-falcon-9-launch-starlink-microsat-2a-2b-paz-watch-live (dostęp 22-11-2021)

[6] Frans G. von der Dunk, Asteroid Mining: International and National Legal Aspects, University of Nebraska - Lincoln, 2018, https://www.researchgate.net/publication/339017128_Asteroid_Mining_International_and_National_Legal_Aspects (dostęp 22-11-2021)

stać się rzeczywistością za naszego życia. Ta możliwość rodzi bardzo interesujące pytania.

Przede wszystkim nie jest do końca jasne, czy wydobycie i sprzedaż surowców z planetoid jest w ogóle legalne, co może naprawdę utrudnić całe przedsięwzięcie. Rodzący się przemysł wydobycia surowców z planetoid zmusza państwa, których to będzie dotyczyć, do przyjęcia przepisów wyjaśniających tę sprawę, gdyż mają one obowiązek regulowania prywatnej działalności kosmicznej swojego kraju na mocy prawa międzynarodowego. Przede wszystkim dotyczy to państw tzw. „kosmicznych", jak: USA, Chiny, Rosja, Indie czy tez państw Unii Europejskiej posiadającej wspólny program. Może to też wywołać szereg konfliktów prawnych, jakie widzimy na przykładzie zasobów Arktyki, o czym pisałem w swoich publikacjach w 2005 roku[7], gdzie już wtedy wspominałem o ociepleniu w tamtych rejonach i wystąpieniu większych możliwości wydobywania bogactw naturalnych, czego następstwem może być zaognienie sytuacji politycznej w tym regionie świata, co nastąpiło w przeciągu kilku lat.[8]

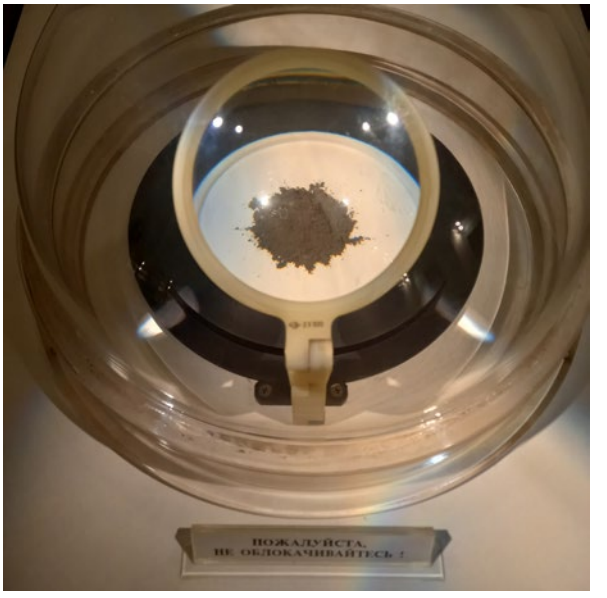
Obecnie nadal podstawowym dokumentem regulującym działalność w kosmosie jest Traktat o Przestrzeni Kosmicznej z 1967 roku, którego sygnatariuszami są Stany Zjednoczone, Rosja, Chiny i ponad 100 innych krajów. Traktat ten zakazuje broni jądrowej w kosmosie, zabrania narodom zgłaszania roszczeń[9], ale wyraźnie zezwala na prywatne przedsięwzięcia kosmiczne. Początki prawa kosmicznego sięgają 1919 roku kiedy to prawo międzynarodowe uznawało suwerenność każdego kraju nad przestrzenią powietrzną bezpośrednio nad ich terytorium, później wzmocnione Konwencją chicagowską w 1944 roku. Początek krajowych programów kosmicznych podczas zimnej wojny był motorem oficjalnego stworzenia międzynarodowej polityki kosmicznej (tj. Międzynarodowego Roku Geofizycznego) zainicjowanej przez Międzynarodową Radę Związków Naukowych. Wystrzelenie przez Związek Radziecki w 1957 roku pierwszego sztucznego satelity na świecie, Sputnika 1, bezpośrednio skłoniło Kongres Stanów Zjednoczonych do przyjęcia ustawy o kosmosie, tworząc w ten sposób Narodową Agencję Aeronautyki i Przestrzeni Kosmicznej (NASA). Ponieważ eksploracja kosmosu wymagała przekraczania granic transnarodowych, to właśnie w tej epoce prawo kosmiczne stało się dziedziną niezależną od tradycyjnego prawa lotniczego.

Obecne Prawo Kosmiczne to zbiór przepisów regulujących działalność związaną z przestrzenią kosmiczną, obejmujący zarówno międzynarodowe, jak i krajowe umowy, przepisy i zasady. Parametry prawa kosmicznego obejmują eksplorację kosmosu, odpowiedzialność za szkody, użycie broni, akcje ratunkowe, ochronę środowiska, wymianę informacji, nowe technologie i etykę. Inne dziedziny prawa, takie jak prawo administracyjne,

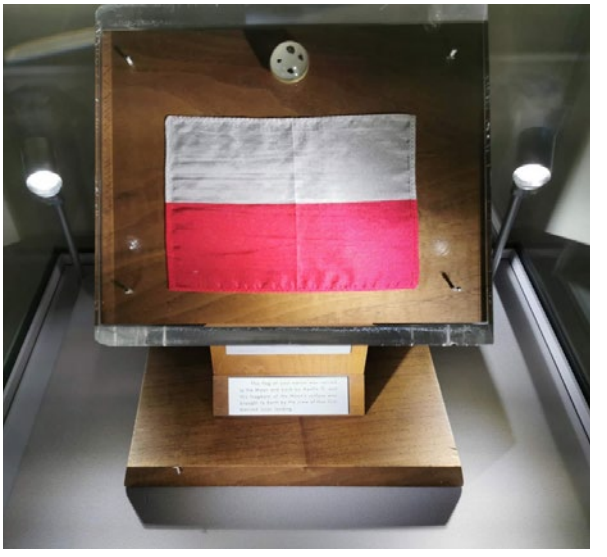
[7] Kotowiecki A., Geneza ustroju politycznego Nunavut — arktycznego Terytorium Kanady, str. 55–73, IUS ET ADMINISTRATIO, Zeszyt 3(7), Rzeszów 2005, Uniwersytet Rzeszowski.

[8] Kotowiecki A., Geneza i ewolucja ustroju politycznego Grenlandii, str. 153–172, IUS ET ADMINISTRATIO, Zeszyt 1(5), Rzeszów 2005, Uniwersytet Rzeszowski.

[9] Kotowiecki A., Programy „SPACEWATCH" wymagają pilnie międzynarodowych rozwiązań prawnych, Kwartalnik, Meteoryt nr 1/2003 wydawany przez Olsztyńskie Planetarium i Obserwatorium Astronomiczne.



Grunt księżycowy w Muzeum Komitetu Meteorytowego przy Instytucie Geochemii i Chemii Analitycznej (GIMEi) W. Wernadskiego Rosyjskiej Akademii Nauk



Skały księżycowe w Olsztyńskim Planeterium, fot. J. Drążkowski

prawo własności intelektualnej, prawo kontroli zbrojeń, prawo ubezpieczeniowe, prawo ochrony środowiska, prawo karne i prawo handlowe, są również elementami włączonymi do prawa kosmicznego.

Od czasów zimnej wojny za konstytucyjne ramy prawne służy Traktat o zasadach rządzących działalnością państw w zakresie badania i użytkowania przestrzeni kosmicznej, w tym Księżyca i innych ciał niebieskich czyli „Traktat o przestrzeni kosmicznej" oraz Międzynarodowy Związek Telekomunikacyjny, zbiór zasad i procedur konstytuujących prawo kosmiczne. Ponadto Komitet Narodów Zjednoczonych ds. Pokojowego Wykorzystania Przestrzeni Kosmicznej (COPUOS) wraz ze swoimi podkomitetami prawnymi, naukowymi i technicznymi jest odpowiedzialny za omawianie kwestii międzynarodowego prawa i polityki kosmicznej. Biuro Narodów Zjednoczonych ds. Przestrzeni Kosmicznej (UNOOSA) pełni funkcję sekretariatu Komitetu i promuje dostęp do przestrzeni kosmicznej dla wszystkich poprzez szeroką gamę konferencji i programów budowania potencjału. Wyzwania, z którymi prawo kosmiczne będzie musiało

zmierzyć się w przyszłości, są czterokrotne — obejmujące różne wymiary zgodności krajowej, współpracę międzynarodową, etykę i pojawienie się innowacji naukowych. Ponadto szczegółowe wytyczne dotyczące definicji przestrzeni powietrznej nie zostały jeszcze powszechnie określone.

Począwszy od 1957 roku, wraz z wyścigiem kosmicznym, narody zaczęły dyskutować o systemach zapewniających pokojowe wykorzystanie przestrzeni kosmicznej. Dwustronne dyskusje między Stanami Zjednoczonymi a ZSRR w 1958 roku zaowocowały przedstawieniem zagadnień pod debatę ONZ. W 1959 roku ONZ utworzyła Komitet ds. Pokojowego Wykorzystania Przestrzeni Kosmicznej (COPUOS). Z kolei COPUOS utworzył dwa podkomitety: Podkomisję Naukowo-Techniczną i Podkomisję Prawną. Podkomisja Prawna COPUOS była głównym forum dyskusji i negocjacji umów międzynarodowych dotyczących przestrzeni kosmicznej.[10] W 1960 roku Międzynarodowy Kongres Astronautyczny spotkał się w Sztokholmie i wysłuchał kilku wniosków, w tym badania opinii prawnej na temat pozaziemskiej jurysdykcji autorstwa Andrew G. Haleya. Począwszy od 1961 roku, Rezolucja Zgromadzenia Ogólnego nr 1721 (XVI), a później nr 1802 (XVII), obie zatytułowane „Współpraca międzynarodowa w pokojowym użytkowaniu przestrzeni kosmicznej" i Rezolucja nr 1962 (XVIII), czyli „Deklaracja zasad prawnych regulujących działalność stanów eksploracji i wykorzystania przestrzeni kosmicznej" zostały przyjęte jednogłośnie. Te podstawowe zasady stały się podstawą traktatu o przestrzeni kosmicznej z 1967 roku. Komitet Narodów Zjednoczonych ds. Pokojowego Wykorzystania Przestrzeni Kosmicznej oraz jego Podkomitety Naukowo-Techniczne i Prawne działają na zasadzie konsensusu, tj. wszystkie delegacje państw członkowskich muszą uzgodnić każdą sprawę, niezależnie od tego, czy jest to język traktatu, zanim będzie mogła zostać włączona do ostatecznej wersji traktatu lub nowe punkty w porządku obrad komisji/podkomisji. Jednym z powodów, dla których traktaty kosmiczne ONZ nie mają definicji i są niejasne pod innymi względami, jest to, że łatwiej jest osiągnąć konsensus, gdy język i terminy są niejasne. W ostatnich latach Podkomisja Prawna nie była w stanie osiągnąć konsensusu w sprawie dyskusji nad nową kompleksową umową kosmiczną, której pomysł został zaproponowany tylko przez kilka państw członkowskich. Jest również mało prawdopodobne, że Podkomisja będzie w stanie zgodzić się na zmianę Traktatu o Przestrzeni Kosmicznej w dającej się przewidzieć przyszłości.

Wiele krajów korzystających z lotów kosmicznych wydaje się wierzyć, że omawianie nowej umowy kosmicznej lub zmiany traktatu o przestrzeni kosmicznej byłoby daremne i czasochłonne, ponieważ głęboko zakorzenione różnice dotyczące przydziału zasobów, praw własności i innych kwestii związanych z działalnością komercyjną sprawiają, że konsensus jest mało prawdopodobny.[11] Pięć traktatów i umów międzynarodowego prawa kosmicznego obejmuje „nieprzywłaszczanie przestrzeni kosmicznej przez jakikolwiek kraj, kontrolę zbrojeń, swobodę poszukiwań, odpowiedzialność za szkody spowodowane przez obiekty kosmiczne, bezpieczeństwo i ratowanie statków kosmicznych i astronautów, zapobieganie szkodliwej ingerencji w działalność kosmiczną i środowisko, zgłaszanie i rejestrowanie działalności w przestrzeni kosmicznej, badania naukowe i eksploatacja zasobów naturalnych w przestrzeni kosmicznej oraz rozstrzyganie sporów".

Zgromadzenie Ogólne Narodów Zjednoczonych przyjęło pięć deklaracji i zasad prawnych, które zachęcają do korzystania z prawa międzynarodowego, a także do jednolitej komunikacji między krajami.[12]

Pięć deklaracji i zasad to:

1. Deklaracja zasad prawnych rządzących działalnością państw w zakresie eksploracji i użytkowania przestrzeni kosmicznej (1963).
2. Wszystkie badania kosmosu będą prowadzone w dobrych intencjach i są w równym stopniu otwarte dla wszystkich państw, które przestrzegają prawa międzynarodowego.
3. Żaden naród nie może rościć sobie prawa własności przestrzeni kosmicznej ani żadnego ciała niebieskiego. Działania prowadzone w kosmosie muszą być zgodne z prawem międzynarodowym, a narody uczestniczące w tych działaniach muszą przyjąć odpowiedzialność za zaangażowaną agencję rządową lub pozarządową.
4. Przedmioty wystrzelone w kosmos podlegają przynależności narodowej, w tym ludziom.
5. Przedmioty, części i komponenty odkryte poza jurysdykcją danego kraju zostaną zwrócone po identyfikacji. Jeśli naród wystrzeli obiekt w kosmos, jest odpowiedzialny za wszelkie szkody, które pojawiają się na arenie międzynarodowej.

Do podstawowych umów międzynarodowych dotyczących przestrzeni kosmicznej należą[13]:

Deklaracja zasad prawnych rządzących działalnością państw w zakresie badania i wykorzystywania przestrzeni kosmicznej Zgromadzenia Ogólnego ONZ z 13 grudnia 1963 roku.

Układ o zakazie prób broni nuklearnej w atmosferze, w przestrzeni kosmicznej i pod wodą z 5 sierpnia 1963 roku.

Układ o zasadach działalności państw w zakresie badań i użytkowania przestrzeni kosmicznej łącznie z Księżycem i innymi ciałami niebieskimi z 27 stycznia 1967 roku.

Umowa o ratowaniu kosmonautów, powrocie kosmonautów i zwrocie obiektów wypuszczonych w przestrzeń kosmiczną z 22 kwietnia 1968 roku.

Konwencja o międzynarodowej odpowiedzialności za szkody wyrządzone przez obiekty kosmiczne z 29 marca 1972 roku.

Konwencja o rejestracji obiektów wypuszczonych w przestrzeń kosmiczną z 14 stycznia 1975 roku.

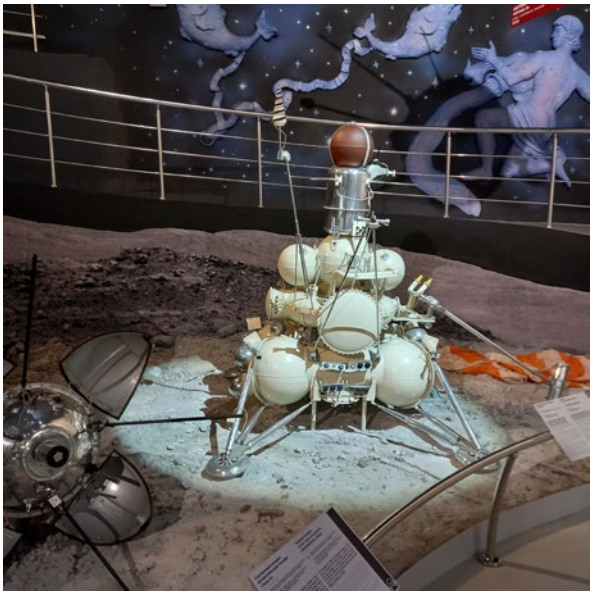
Konwencja o przekazywaniu i wykorzystywaniu danych

[10] Machowski J., Paragrafy dla Kosmosu, Wyd. Omega, 1965, s.151

[11] Kleiman M.J., Space Law 101: An Introduction to Space Law, https://web.archive.org/web/20181204054125/https://www.americanbar.org/groups/young_lawyers/publications/the_101_201_practice_series/space_law_101_an_introduction_to_space_law/ (dostęp 22-11-2021)

[12] Space Law Treaties and Principles, United Nations, http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/treaties.html (dostęp 22-11-2021)

[13] Międzynarodowe prawo kosmiczne, https://pl.wikipedia.org/wiki/Mi%C4%99dzynarodowe_prawo_kosmiczne (dostęp 22-11-2021)



Replika sondy Łuna 17 w Muzeum Kosmonautyki w Moskwie

Skały księżycowe z misjii Apollo 11 w Muzeum Kosmonautyki w Moskwie

ze zdalnego badania Ziemi z kosmosu z 19 maja 1978 roku.

Układ normujący działalność państw na Księżycu i innych ciałach niebieskich z 18 grudnia 1979 roku.

Rezolucja Zgromadzenia Ogólnego ONZ 51/122 z 13 grudnia 1996 roku w sprawie międzynarodowej współpracy w badaniu i wykorzystaniu przestrzeni kosmicznej, ukierunkowanej na korzyści i interesy wszystkich państw, a w szczególności potrzeby państw rozwijających się.[14]

W ramach RWPG powstało Porozumienie o współpracy w dziedzinie badań i wykorzystania przestrzeni kosmicznej w celach pokojowych sporządzone w Moskwie 13 lipca 1976 roku. W wyniku tego porozumienia m.in. w ramach programu Interkosmos wiele państw (w tym również Zachodnich) uczestniczyło w badaniach przestrzeni kosmicznej. W ramach tego programu został zrealizowany w 1978 roku lot mjr Mirosława Hermaszewskiego, pierwszego Polaka, w kosmos i zrealizowano wiele polskich badań naukowych.[15]

Dodatkowo należy wymienić również - Porozumienie regulujące działalność państw na Księżycu i innych ciałach niebieskich z 1979 roku.

Oprócz traktatów międzynarodowych wynegocjowanych przez ONZ, państwa uczestniczące w Międzynarodowej Stacji Kosmicznej zawarły w 1998 roku Umowę między rządami Kanady, państw członkowskich Europejskiej Agencji Kosmicznej, Japonii, Federacji Rosyjskiej i Stanów Zjednoczonych w sprawie współpracy w sprawie Cywilnej Międzynarodowej Stacji Kosmicznej.[16] Umowa ta przewiduje, między innymi, że NASA jest wiodącą agencją w koordynowaniu składek państw członkowskich na rzecz stacji kosmicznej i działań na niej oraz że każdy naród ma jurysdykcję nad własnym modułem (modułami). Umowa przewiduje również ochronę własności intelektualnej oraz procedury ścigania karnego. Umowa ta może dobrze służyć jako wzór dla przyszłych umów dotyczących współpracy międzynarodowej w obiektach na Księżycu i Marsie, gdzie prawdopodobnie powstaną pierwsze kolonie pozaziemskie i bazy naukowo-przemysłowe.

Porozumienie regulujące działalność państw na Księżycu i innych ciałach niebieskich z 1979 roku.[17] Porozumienie ma na celu promowanie eksploracji kosmosu, ale też utrzymanie Księżyca i innych ciał niebieskich w nieskazitelnych warunkach dla wspólnego dziedzictwa ludzkości, co oznacza, że żaden naród nie może rościć sobie suwerenności nad jakąkolwiek częścią kosmosu. Wszystkie kraje powinny mieć równe prawa do prowadzenia badań na Księżycu lub innych ciałach niebieskich. Traktat zabrania wszelkiego rodzaju broni masowego rażenia, w tym nuklearnej, a także budowania baz do celów wojskowych. Rezolucja Narodów Zjednoczonych stanowi również, że wszystkie Państwa-Strony mogą prowadzić swoje przedsiębiorstwa pod powierzchnią Księżyca lub dowolnego ciała niebieskiego, o ile podejmowane są wysiłki w celu ochrony ich przed zanieczyszczeniem.[18] Wszystkie działania w kosmosie muszą być przypisane do narodu, a wszelkie szkody w sprzęcie lub urządzeniach innych narodów spowodowane przez inną stronę muszą być w całości spłacone temu narodowi. O każdym odkryciu niebezpiecznego zagrożenia, takiego jak obszar radioaktywny, należy natychmiast powiadomić Sekretarza Generalnego Organizacji Narodów Zjednoczonych i całą międzynarodową społeczność naukową. Wszystkie misje w kosmosie trwające dłużej niż 60 dni muszą co 30 dni powiadamiać Sekretarza Generalnego ONZ i całą społeczność naukową o postępach. Wszelkie próbki pobrane z kosmosu należy jak najszybciej udostępnić społeczności

[14] "Status of international agreements relating to activities in outer space as at 1 January 2008" (PDF). United Nations Treaties and Principles on Outer Space and Related General Assembly Resolutions. 2009. http://www.unoosa.org/pdf/publications/ST_SPACE_11_Rev2_Add1E.pdf (dostęp 22-11-2021)

[15] Kotowiecki A., Gdzie są artefakty zabrane przez M. Hermaszewskiego w Kosmos? http://pressmania.pl/gdzie-sa-artefakty-zabrane-przez-m-hermaszewskiego-w-kosmos/?fbclid=IwAR1PaMyrw4gO62lBZWfguQuLSMT4-c6GTiYmXV0sWBxdMP-SG4DCknGacN4 (dostęp 22-11-2021)

[16] Bilateral and Multilateral Agreements Governing Space Activities, United Nations, http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/nationalspacelaw/bi-multi-lateral-agreements.html (dostęp 22-11-2021)

[17] Piech A., Układ księżycowy — ostatni traktat dotyczący prawa kosmicznego, Kosmonauta.net., 2011, https://kosmonauta.net/2011/09/uklad-ksiezycowy/ (dostęp 22-11-2021)

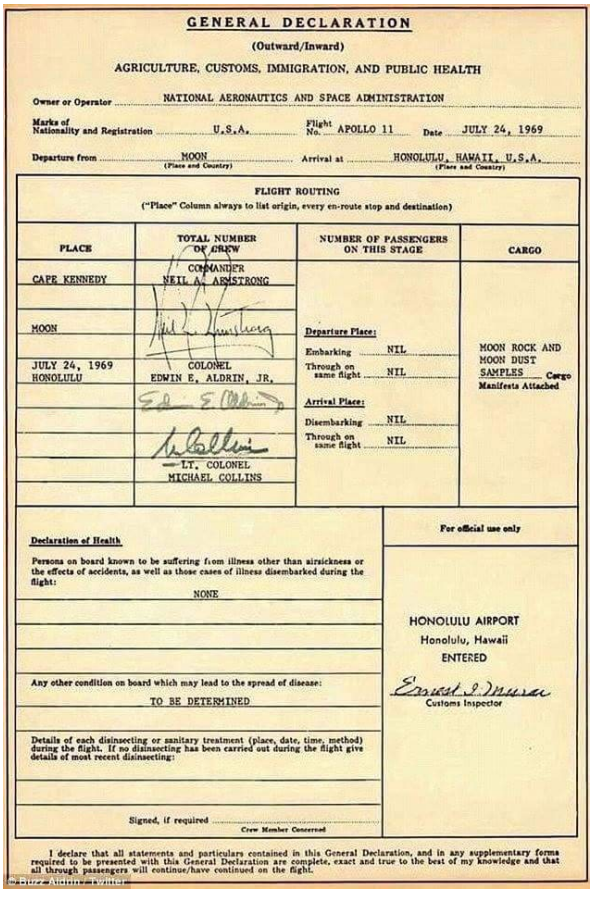
[18] Pełna treść Układu — http://libr.sejm.gov.pl/tek01/txt/onz/1967a.html (dostęp 22-11-2021)

naukowej. Umowa nie obejmuje meteorytów, które spadają na ziemię w sposób naturalny. Obecnie do umowy przystąpiło 105 państw, jednak w 24 z nich Traktat nie został dotąd ratyfikowany. To prawdopodobnie oznacza, że niektóre korporacje mogą zarejestrować swoje firmy w tych państwach i omijać w ten sposób ustalone umowy.

Zapewne zasoby przestrzeni są nieskończone. Jeśli komercyjny transport kosmiczny stanie się powszechnie dostępny, przy znacznie niższych kosztach startu, wszystkie kraje będą mogły bezpośrednio czerpać korzyści z zasobów kosmicznych. W tej sytuacji wydaje się prawdopodobne, że konsensus będzie znacznie łatwiejszy do osiągnięcia w odniesieniu do rozwoju komercyjnego i zasiedlania przestrzeni kosmicznej przez ludzi. Wysokie koszty nie są jedynym czynnikiem uniemożliwiającym ekonomiczną eksploatację przestrzeni. Argumentuje się również, że przestrzeń powinna być uważana za nieskazitelne środowisko, godne ochrony i zachowania, oraz że system prawny dotyczący przestrzeni powinien dodatkowo chronić ją przed wykorzystaniem jako zasobu na Potrzeby Ziemi. Debata skupia się również na tym, czy przestrzeń powinna być nadal prawnie definiowana jako część „wspólnego dziedzictwa ludzkości", a zatem niedostępna dla roszczeń narodowych, czy też jej definicja prawna powinna zostać zmieniona, aby dopuścić własność prywatną w kosmosie.[19]

Począwszy od 2013 roku plany NASA dotyczące przechwycenia planetoidy do 2021 roku wywołały pytania o to, jak prawo kosmiczne będzie stosowane w praktyce. W 2016 roku Luksemburg ustanowił formalne ramy prawne, które zapewniają, że prawa do tych zasobów mają prywatne firmy zajmujące się wydobyciem zasobów w kosmosie. Wszystko wskazuje na to, że wiele państw wkłada dużo pracy już teraz zanim będzie mogło dojść do faktycznego wydobycia zasobów kosmosu. Niestety prawo kosmiczne w tym względzie nie jest jeszcze określone. I tak np. Stany Zjednoczone mają obowiązek na mocy prawa międzynarodowego regulować działania komercyjnych firm kosmicznych, ale obecnie żadna agencja nie ma takiego uprawnienia, aby zakazać takiej działalności. Federalna Administracja Lotnictwa wydaje licencje na start i licencje na ponowne wejście w atmosferę, ale nie ma agencji odpowiedzialnej za wszystko, co dzieje się na orbicie lub poza nią.

W rzeczywistości Amerykanie i Rosjanie już mają precedens Otóż w ciągu sześciu misji Apollo na Księżyc w latach 1969–1972, NASA przywiozła z Księżyca 382 kg skał i zostały one uznane za własność USA. Podobnie Rosja (były ZSRR) również za pośrednictwem sond kosmicznych typu Łuna przywiozła łącznie 326 gramów gruntu księżycowego, uznając oczywiście za swoją własność Co ciekawe z tej rosyjskiej puli, fragmenty księżyca zostały wystawione na sprzedaż komercyjną przez niezidentyfikowanego amerykańskiego kolekcjonera, który kupił je w 1993 roku za 442 500 dolarów i zostały one niedawno sprzedane za 885 000 dolarów. Próbki pierwotnie należały do Niny Iwanowny Korolewowej, wdowy po byłym dyrektorze radzieckiego programu kosmicznego Siergieju Pawłowiczu Korolewie. Otrzymała je w prezencie od władz Związku Radzieckiego w uznaniu wkładu męża



GENERAL DECLARATION

(Outward/Inward)

AGRICULTURE, CUSTOMS, IMMIGRATION, AND PUBLIC HEALTH

Owner or Operator: NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION

Marks of Nationality and Registration: U.S.A. Flight No.: APOLLO 11 Date: JULY 24, 1969

Departure from: MOON (Place and Country) Arrival at: HONOLULU, HAWAII, U.S.A. (Place and Country)

FLIGHT ROUTING

("Place" Column always to list origin, every en-route stop and destination)

PLACE	TOTAL NUMBER OF CREW	NUMBER OF PASSENGERS ON THIS STAGE	CARGO
CAPE KENNEDY	COMMANDER NEIL A. ARMSTRONG		
MOON		Departure Place: Embarking NIL; Through on same flight NIL	MOON ROCK AND MOON DUST SAMPLES Cargo Manifests Attached
JULY 24, 1969 HONOLULU	COLONEL EDWIN E. ALDRIN, JR.	Arrival Place: Disembarking NIL; Through on same flight NIL	
	LT. COLONEL MICHAEL COLLINS		

Declaration of Health

Persons on board known to be suffering from illness other than airsickness or the effects of accidents, as well as those cases of illness disembarked during the flight: NONE

Any other condition on board which may lead to the spread of disease: TO BE DETERMINED

Details of each disinsecting or sanitary treatment (place, date, time, method) during the flight. If no disinsecting has been carried out during the flight give details of most recent disinsecting:

Signed, if required ..... Crew Member Concerned

For official use only

HONOLULU AIRPORT
Honolulu, Hawaii
ENTERED
Ernest I. Mura
Customs Inspector

I declare that all statements and particulars contained in this General Declaration, and in any supplementary forms required to be presented with this General Declaration are complete, exact and true to the best of my knowledge and that all through passengers will continue/have continued on the flight.

Deklaracja celna wwiezienia na teren USA skał księżycowych przez Apollo 11

w program. Fragmenty zostały zebrane we wrześniu 1970 roku przez bezzałogową sondę Luna-16, która wylądowała na Księżycowym Morzu Płodności, aby wywiercić próbkę rdzenia powierzchni Księżyca. Miałem możność widzieć próbkę gruntu księżycowego przywiezionego przez tę misję Łuny 16 w zbiorach Komitetu Meteorytowego Rosyjskiej Akademii Nauk przy Instytucie Geochemii i Chemii Analitycznej im. W.I. Wiernackiego w Moskwie w dniu 25 października 2021 roku.

Amerykanie byli bardziej rozrzutni. Otóż łącznie 270 kawałków tych skał zostało sprezentowanych do prawie 135 krajów na całej Ziemi i 50 Stanów USA. Nastąpiło to ponieważ Prezydent Stanów Zjednoczonych Ameryki Północnej Richard Nixon postanowił podzielić się tymi osiągnięciami Programu Apollo z innymi narodami. Wydzielono ze skał księżycowych około ćwierć kilograma okruchów (270 kawałków). Podzielono je na kilkaset porcji i rozdano przywódcom wszystkich państw ówczesnego świata. Wiele z nich do chwili obecnej zaginęło i jest przedmiotem nielegalnego handlu, gdyż były ofiarowane narodom a nie osobom prywatnym. Do Polski na ręce Prof. Henryka Jabłońskiego ówczesnego Przewodniczącego Rady Państwa (odpowiednik obecnego stanowiska Prezydenta) trafiły dwie plakietki z kawałkami skał księżycowych. Jedną z nich można obejrzeć w Olsztyńskim Planetarium Astronomicznym w Olsztynie natomiast druga zaginęła i jest obecnie przedmiotem mojego prywatnego śledztwa.[20]

[19] Zhukov G., Kolosov Y, Internacional Space Law, Moskwa, Wyd. Statut 2014, s. 176 https://mgimo.ru/upload/2016/05/KOLOSOV_space_law_eng.pdf (dostęp 22-11-2021)

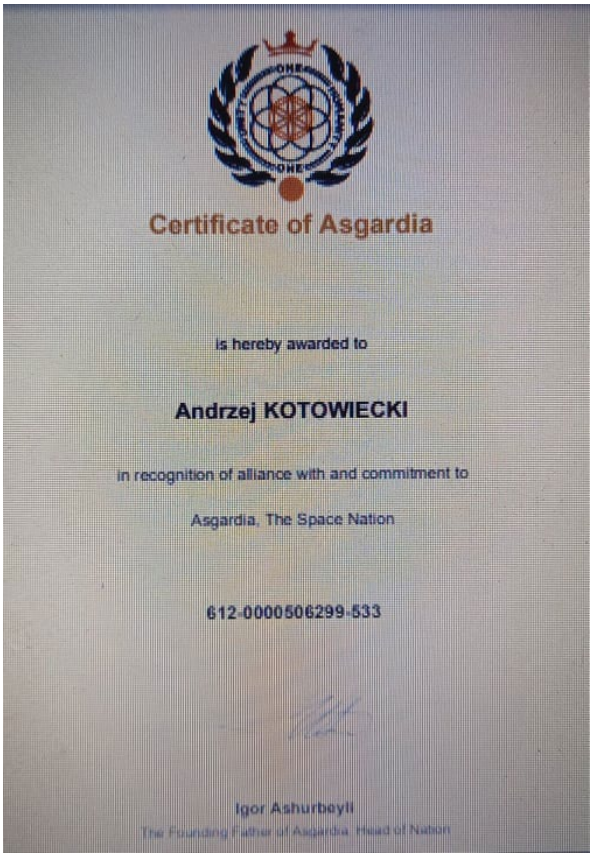
[20] Kotowiecki A., Gdzie jest jeden „Polski Księżyc" przywieziony przez Apollo 11, http://pressmania.pl/gdzie-jest-jeden-polski-ksiezyc-przywieziony-przez-apollo-11/ (dostęp 22-11-2021)

W ubiegłym roku do grona tego dołączyły również Chiny przywożąc na Ziemię skały i grunt księżycowy w ilości ok. 2 kg za pośrednictwem sondy kosmicznej Chang'e-5.[21]

Warto też dodać, że kolekcjonerzy płacą ogromne sumy za niektóre artefakty z eksploracji kosmosu. W domu aukcyjnym „Sotheby" sprzedano za 1,8 miliona dolarów torbę „Lunar Sample Return" pokrytą pyłem księżycowym, którą Neil Armstrong użył podczas pierwszej załogowej misji na Księżyc w 1969 roku.

Obecnie międzynarodowa niepewność prawna dotycząca właściwego i ogólnie przyjętego reżimu mającego zastosowanie do górnictwa planetoid pozostaje nierozwiązana. W dniu 25 listopada 2015 roku prezydent Obama podpisał ustawę o komercyjnej konkurencji w kosmosie. Ustawa ta jest również znana jako ustawa Spurring Private Aerospace Competitiveness and Entrepreneurship (SPACE)[22] z 2015 roku oraz ustawa o eksploracji i wykorzystaniu zasobów kosmicznych z 2015 roku. Tytuł IV-ty tej ustawy o przestrzeni kosmicznej stanowi m.in.: „Obywatel Stanów Zjednoczonych zaangażowany w komercyjne odzyskiwanie zasobów planetoid lub zasobów kosmicznych zgodnie z niniejszym rozdziałem jest uprawniony do wszelkich uzyskanych zasobów planetoid lub zasobów kosmicznych, w tym do posiadania, transportu, użytkowania i sprzedaży zasobów planetoid lub zasobów kosmicznych uzyskanych zgodnie z obowiązującym prawem, w tym międzynarodowymi zobowiązaniami Stanów Zjednoczonych." [23] Zgodnie z ustawą obywatele USA, w tym podmioty komercyjne, mają teraz wyraźne prawo do własnych zasobów wydobywanych z kosmosu, w tym z planetoid. Ale prawo to nie obejmuje życia biologicznego, więc wszystko, co żyje, nie może być wykorzystywane komercyjnie. Stany Zjednoczone zadeklarowały również, że nie domagają się suwerenności, wyłącznych praw ani własności żadnego ciała niebieskiego**.** Podobnie jak przepisy dotyczące połowów, obywatele USA mają prawo do zatrzymania materiału wydobytego z planetoid i ciał niebieskich, ale nie mają prawa do posiadania lub zachowania całej planetoidy lub ciała niebieskiego.

Jak już wspomniałem wcześniej, jedynym innym krajem, który podpisał podobną ustawę o wydobyciu planetoid, jest Luksemburg. Termin „Planetoidy górnicze" może brzmieć jak koncepcja wyrwana z science fiction, ale nowe prawo ma na celu urzeczywistnienie właśnie tej koncepcji. Podpisana w dniu 25 listopada 2015 roku przez Prezydenta Baracka Obamę ustawa o komercyjnej konkurencyjności w kosmosie ma na celu zachęcenie do prywatnej eksploracji kosmosu poprzez ograniczenie regulacji rządowych do września 2023 roku. Te ramy czasowe mają umożliwić prywatnym firmom okres uczenia się nowych technologii niezbędnych do przyszłych celów, takich jak: kosmiczna turystyka, komercyjne loty kosmiczne i górnictwo kosmiczne. W tym celu ustawa wyraźnie zezwala firmom lub osobom fizycznym na roszczenie sobie prawa własności do



Certyfikat przynależniści do społeczeństwa Asgardii

wszelkich zasobów i minerałów, które są w stanie zebrać w kosmosie czyli stanowi prawo, które wcześniej było mroczne w świetle prawa.

Polowanie na przydatne materiały w kosmosie jest integralną częścią wielu prywatnych eksploracji kosmosu i planów różnych firm. Chris Lewicki, prezes i inżynier Planetary Resources, prywatnej firmy zajmującej się planami wydobycia zasobów z planetoid powiedział - „Są zasoby, które wspierają operacje i działalność człowieka w kosmosie, są zasoby, które wspierają produkcję w kosmosie, a być może są zasoby, które są wystarczająco ważne i cenne, aby sprowadzić je z powrotem na Ziemię".[24]

Jednym z powodów, dla których starty w kosmos, zwłaszcza misje z załogą, są drogie, jest koszt transportu materiałów. Woda i paliwo rakietowe, z których to ostatnie można uzyskać, czyli z wodoru i tlenu, są w cząsteczkach wody, to dwa szczególne zasoby, na które ludzie tacy jak Lewicki mają oko. „W kosmosie jest pod dostatkiem wody i jeśli nie musimy wydawać 50 milionów dolarów na transport każdej tony wody lub 50 milionów dolarów na paliwo rakietowe, to przypomnijmy sobie budowanie stacji benzynowych wzdłuż autostrad międzystanowych" — mówi Lewicki.

W oczach amerykańskich prawodawców ustawa ta jest uczciwą interpretacją Traktatu o Przestrzeni Kosmicznej, ale inne narody mogą to widzieć inaczej. Własność prywatna materiałów kosmicznych to delikatny temat, ponieważ komercyjne wykorzystanie przestrzeni kosmicznej prawdopodobnie nie przyniosłoby korzyści całej ludzkości, jak wy-

[21] China Brings Moon Rocks to Earth, and a New Era of Competition to Space, https://www.nytimes.com/2020/12/16/science/china-moon-mission-rocks.html (dostęp 22-11-2021)
[22] W tłumaczeniu z angielskiego — "Pobudzanie konkurencyjności i przedsiębiorczości prywatnego sektora lotniczego"
[23] Off-Earth Mining under the Outer Space Treaty: Legal with Future Challenges, https://www.youtube.com/watch?v=KzA-xF6CmorA (dostęp 22-11-2021)
[24] New Law Paves the Way for Asteroid Mining-but Will It Work?, THE SCIENCES, 2015, https://www.scientificamerican.com/article/new-law-paves-the-way-for-asteroid-mining-but-will-it-work/ (dostęp 22-11-2021)

maga tego traktat. Firmy z innych krajów, zainteresowane wydobyciem planetoid lub prywatną eksploracją kosmosu, mogą zdecydować się na podjęcie pracy poza Stanami Zjednoczonymi, aby skorzystać z ochrony prawnej, lub wezwać własne rządy do przyjęcia podobnych ustaw. Projekt ustawy nie ogranicza się do wydobycia planetoid, ale obejmuje wiele dziedzin prawa związanych z komercyjną eksploracją kosmosu. Istnieją sekcje, które uchylają pewne istniejące ograniczenia czasowe dotyczące zezwoleń na prywatne statki kosmiczne i umożliwiają Departamentowi Transportu USA (DoT) wydawanie eksperymentalnych zezwoleń na wielokrotne starty jednym pojazdem, a także sekcja, która określa, że ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej może obejmować „uczestników lotów kosmicznych".

Stany Zjednoczone podjęły pierwszy, raczej embrionalny krok, aby rozwiązać ten problem, dając przedsiębiorcom wydobywającym surowce z planetoid pierwszy stopień pewności prawnej co do ich praw własności, przynajmniej zgodnie z prawem amerykańskim, jednocześnie wskazując, że przed jakąkolwiek faktyczną operacją wydobywczą, należy opracować bardziej szczegółowe podejście do licencjonowania takich działań. Zresztą NASA już oficjalnie na swoich stronach informuje o planach budowy małej elektrowni atomowej na Księżycu, a następnie na Marsie.[25] Naukowcy z NASA i Departamentu Energii przetestowali ostatnio kluczowe technologie rozwoju reaktora jądrowego, który mógłby zasilać ludzką placówkę na Księżycu lub Marsie. Testy dowodzą, że agencje mogą zbudować „bezpieczny, niezawodny i wydajny" dla powrotu ludzi na Księżyc.[26]

Ciekawostką jest natomiast to, że naukowiec Igor Ashurbeyli, założyciel Niezależnego Centrum Badawczego Asgardii, zaproponował w dniu 12 października 2016 roku powołanie Kosmicznego Królestwa Asgardii, które przyjęło konstytucję w dniu 18 czerwca 2017 roku. Centrum administracyjne Asgardii znajduje się w Wiedniu w Austrii. Jest też znane jako Kosmiczne Królestwo Asgardii, tworzone przez grupę ludzi, którzy wystrzelili satelitę na orbitę Ziemi. Nazywają siebie „Asgardyjczykami" i nadali swojemu satelicie nazwę „Asgardia-1". Zadeklarowali suwerenność nad przestrzenią zajmowaną i zawartą w Asgardii-1. Asgardyjczycy przyjęli konstytucję i zamierzają uzyskać dostęp do przestrzeni kosmicznej bez kontroli istniejących narodów i założyć stałą osadę na Księżycu do 2043 roku.[27] Sonda Cygnus, która wyniosła Asgardię-1 w kosmos, wypuściła jeszcze dwa inne satelity w dniu 12 listopada 2017 roku. Kosmiczne Królestwo Asgardii stwierdziło, że jest teraz „pierwszym narodem, który ma całe swoje terytorium w kosmosie". Prawnicy wątpią, czy Asgardia-1 może być uważana za suwerenne terytorium, ponieważ Asgardia nie osiągnęła jeszcze celu uznania za państwo narodowe.

Należy podkreślić, że niektórzy miliarderzy planują założenie baz i osiedli np. na Marsie, by w ten sposób uniknąć prawa ziemskiego i stworzyć nowy system prawny poprzez ogłoszenie niepodległości od Ziemi. Najgorszym jednak scenariuszem jest postępująca fragmentaryzacja sytuacji prawnej w niektórych państwach idących w jednym kierunku do eksploatacji tych bogactw oraz ustanowienie np. kosmicznych sił zbrojnych w USA[28] czy też Rosji[29], które będą prawdopodobnie mogły zajmować się sprawami ochrony swoich nie tylko obywateli ale przede wszystkim korporacji eksplorujących zasoby kosmiczne. Jakże przypomina to okres kolonialny w historii niektórych państw na Ziemi, gdzie za kupcami i osadnikami pojawiało się wojsko. Fragmentaryzacja sytuacji prawnej będzie też skutecznie sprowadzać się do utrzymującego się braku odpowiedniego reżimu prawnego na poziomie międzynarodowym, co może spowodować i wywołać konflikty międzynarodowe. Dlatego jeszcze nie jest czas na otwieranie szampana przez właścicieli korporacji planujących eksploatację zasobów kosmicznych.

Autor: Andrzej Kotowiecki — prawnik, z zawodu prokurator, członek założyciel Polskiego Towarzystwa Meteorytowego, przewodniczący Sądu Koleżeńskiego PTMet-u

[25] NASA — A Lunar Nuclear Reactor, https://sservi.nasa.gov/articles/a-lunar-nuclear-reactor/ (dostęp 22-11-2021)
[26] Bateman T., NASA wants to put nuclear reactors on the Moon to power a future manned base, https://www.euronews.com/next/2021/11/22/nasa-wants-to-put-nuclear-reactors-on-the--moon-and-one-day-mars (dostęp 22-11-2021)
[27] Asgardia The Space Nation, https://asgardia.space/en/pages/mission (dostęp 22-11-2021)
[28] United States Space Forces, https://www.spaceforce.mil/ (dostęp 22-11-2021)
[29] Russian Federation Aerospace Defence Forces, https://eng.mil.ru/en/structure/forces/cosmic.htm (dostęp 22-11-2021)

Historia kolekcji meteorytów Rosyjskiej Akademii Nauk

Andrzej Kotowiecki

Wstęp

Kolekcja meteorytów Rosyjskiej Akademii Nauk jest największą i najbardziej unikalną kolekcją meteorytów w Rosji i jedną z najsłynniejszych kolekcji meteorytów na świecie. Kolekcja zawiera ok. 1300 meteorytów i około 25 000 próbek (Kotowiecki 2021a). Kolekcja ta posiada również piękną kolekcję tektytów i impaktytów oraz skał z kraterów uderzeniowych. W kolekcji tej znajdują się wszystkie rodzaje meteorytów znajdowanych na Ziemi, co właśnie w sposób szczególny wyróżnia ją jako jedną z najciekawszych pod względem naukowym. W 2019 roku minęła 270. rocznica powstania kolekcji meteorytów Rosyjskiej Akademii Nauk.

Meteoryty od pierwszych znalezisk i relacji do czasów nowożytnych w Rosji

Nie ma dowodów archeologicznych na wykorzystanie meteorytów przez starożytne plemiona zamieszkujące na terytorium Rosji. Jednakże odnalezienie meteorytu Berdiańsk w Scytowie w pochówku datowanym na VII--III wiek p.n.e. wskazuje, że ludzie zamieszkali na tych terenach od czasów starożytnych byli zainteresowani meteorytami. W rosyjskich dokumentach historycznych najstarsza wzmianka o upadku meteorytu znajduje się w Kronice Lawrentego z 1091 roku, której zapis jest bardzo interesujący:

„Tego lata, kiedy książę Wsiewołod odbywał polowanie niedaleko Kijowa, gigantyczny smok spadł z nieba, przerażając wszystkich ludzi. W tym momencie Ziemia zatrzęsła się i wiele osób słyszało ten hałas..." (Ivanova i in. 2003).

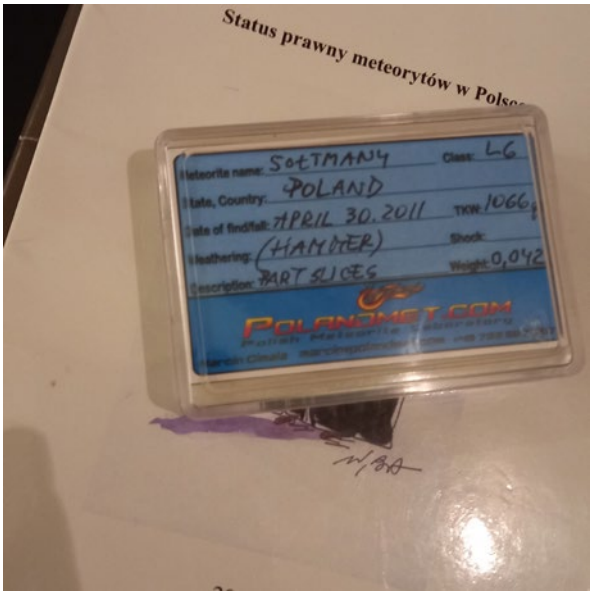
Historia rosyjskich meteorytów może być śledzona od tego zapisu. Kronika Lawrentego może opisywać upadek pallasytu Bragin, czyli ogromny deszcz meteorytów odnaleziony w 1807 roku około 150 km od Kijowa. Od tego momentu opisy spadających gwiazd i kamieni z nieba znajdują się kilka razy w kronikach średniowiecznych.

Historia powstawania kolekcji meteorytów do końca XIX wieku

Kolekcja meteorytów Rosyjskiej Akademii Nauk została zapoczątkowana w 1749 roku. Stała się podstawą do badań materiału pozaziemskiego i miała ważne znaczenie w tworzeniu działu nauk ścisłych. Powstała nie tylko dzięki ludziom dobrej woli zamieszkującym ten ogromny kraj, ale również wprowadzonemu przepisowi prawnemu. Skonsolidowane programy dotyczące meteorytów w Imperium Rosyjskim pojawiły się już w 1832 roku. (Тумилович 2013) Jednak ważnym krokiem był zapis dotyczący meteorytów w Kodeksie Praw Imperium Rosyjskiego z 1898 roku, który potwierdził, ze wszystkie meteoryty spadające w Rosji są własnością państwa. Przepis ten wskazał jednocześnie, gdzie należy zdeponować te znaleziska (PAH 2002) Zgodnie z treścią tego aktu prawnego — „meteoryty mają być przekazane do Muzeów Rządowych". Okazy meteorytów były ofiarowywane zarówno przez wykształconych mieszczan i szlachtę jak również zwykłych chłopów i koczowników syberyjskich. Ten stworzony system prawny spowodował, że kolekcja Akademii Nauk stała się również unikalnym zjawiskiem społecznym wzbogacającym zasób naukowy. Archiwa kolekcji meteorytów pokazują zatem ewolucję kultury i światopoglądu Rosjan (Nazarow 2000). Zalążkiem Rosyjskiej kolekcji meteorytów było znalezienie w 1749 roku ogromnego kawałka żelaznej skały ważącej ok. 700 kg, którą znaleziono w obwodzie krasnojarskim (Kotowiecki 2021). Skała ta została później nazwana Żelazo Pallasa — Pallas Iron. W międzynarodowych katalogach meteoryt ten jest czasami nazywany Krasnojarsk, chociaż znaleziono go oddalonego od tego miasta o prawie 150 km. Historia odnalezienia żelaza Pallasa miała trzech głównych bohaterów. Pierwszym był Piotr Simon Pallas (1741–1811), urodzony w Niemczech naukowiec, akademik, przyrodnik i podróżnik.

Budynek Instytutu i siedziby Komisji meteorytowej

Pallas uważany jest za rosyjskiego naukowca pomimo niemieckiego pochodzenia. Urodził się w Niemczech, ale spędził więcej z ponad 40 lat życia zawodowego w Rosji i wrócił do swojej ojczyzny dopiero na starość. W 1767 roku Pallas został zaproszony przez Katarzynę II do Rosji na stanowisko profesora Akademii Nauk w Petersburgu (Kotowiecki 202, Sytin 1998). W trakcie wielu lat spędzonych w Rosji, Pallas dużo podróżował i pisał o geografii kraju, geologii, zoologii, botaniki i etnografii. W tym czasie Katarzyna Wielka, zainteresowana była poznaniem swojego imperium, jego geografii, historii naturalnej, ludów i zasobów. Organizowała wyprawy grup naukowców w celu zbadania wszystkich ziem, którymi rządziła. Przez następne sześć lat, w latach 1768–1774, Pallas kierował ekspedycją, która najpierw podróżowała wzdłuż Wołgi do Samary, a następnie przez Ural na Syberię. Odkrył i opisał dziesiątki nowych gatunków roślin i zwierząt, wśród nich gatunki, które wkrótce wyginą w wyniku inwazji człowieka na syberyjską dzicz. W 1772 roku Pallasowi pokazano 680-kilogramową bryłę metalu znalezioną w pobliżu Krasnojarska. Pallas zorganizował transport tej skały do Petersburga. Późniejsza analiza metalu wykazała, że jest to nowy rodzaj meteorytu kamienno-żelaznego. Ten nowy typ meteorytu nazwano po nim Pallasytem, sam meteoryt nosi nazwę Krasnojarsk lub czasami Pallas Iron. Nazwa nadana mu została przez Ernsta Chladniego w 1794 roku (Kotowiecki 2021) Drugim bohaterem w historii meteorytu Pallas Iron był niemiecki górnik miedzi Johann Kaspar Mettich. Mettich przyjechał do pracy w Rosji. W 1771 lub 1772 Mettich napisał raport do Piotra S. Pallasa, mówiąc, że zauważył leżący żelazny głaz na otwartej przestrzeni. Napisał też, że wcześniej zauważył go i odkrył kozak Jakow Miedwiediew. Na podstawie tego raportu, uznano Metticha jako odkrywcę meteorytu Pallas. Rosyjskie środowisko naukowe było sceptyczne do pomysłów Chladniego. Idea spadających kamieni z nieba przyciągnęła uwagę i wzmogła rosnąca debatę naukową. W 1807 roku książka autorstwa A. Stoikowicza „O kamieniach powietrznych i ich pochodzeniu", została opublikowana w Charkowie w 1807 roku (Stoikovich 1807). Była to pierwsza szcze-

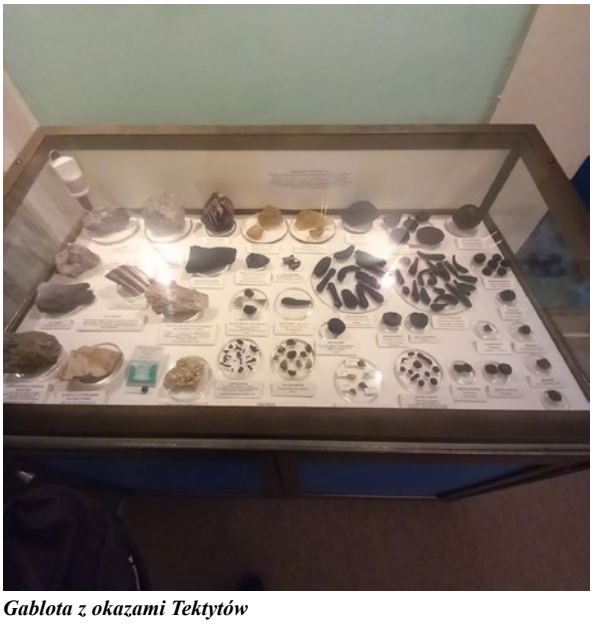


Dar dla Komitetu Meteorytowego

Ekspozycja obrazująca rodzaje aparatury zabieranej na Księżyc przez sondy kosmiczne

gółowa monografia po rosyjsku o meteorytach. W 1819 roku Mukhin opublikował kolejną fundamentalną pracę o meteorytach w Petersburgu. Obie książki przedstawiały krytyczny pogląd na idee Chladniego. Rosyjska Akademia Nauk w tym okresie nie wykazywała zainteresowania meteorytami, chociaż Akademia nie odrzucała przysyłanych na jej adres próbek meteorytów. W 1811 roku Akademia posiadała kolekcję zawierającą siedem meteorytów (Severgin 1811), a do 1846 było ich łącznie dziewiętnaście. W kolekcji znalazł się chondryt Żigailowka, który jest pierwszym spadkiem meteorytu odnalezionym w Rosji. Duże zmiany nastąpiły po opublikowaniu książki przez A.F. Gobela — „O aerolitach w Rosji" (Gobel 1868) wydanej w Petersburgu w 1868 roku. Gobel był kuratorem Wydziału Mineralogicznego Akademii Nauk i pasjonował się meteorytami. Był pierwszym w Rosji, który w pełni zaakceptował koncepcję Chladniego o kosmicznym pochodzeniu meteorytów. Zwrócił on uwagę na to, że świadkami upadków meteorytów na ogromnym terenie jaki zajmuje Rosja są głównie autochtoni i mieszkańcy małych osiedli. Dlatego też postulował on poszukiwanie bezpośrednio w terenie meteorytów jak również informowanie społeczeństwa o cechach ułatwiających ich rozpoznanie. Aby poszerzyć kolekcję meteorytów, mówił: — „należy iść do ludzi i aktywnie pracować z nimi". Na szczęście dalsza historia pokazała, że Rosjanie bardzo zainteresowali się kamieniami spadającymi z nieba i zaczęli pomagać naukowcom w ich kolekcjonowaniu. Jednak jeszcze w 1868 roku rosyjska kolekcja meteorytów liczyła 45 okazów, podczas gdy Muzeum Wiedeńskie miało ich już 200 (Ivanova i in. 2003). W tym m.in. okazy polskiego meteorytu Białystok a później wiele okazów z deszczu meteorytów Pułtusk z dnia 30 stycznia 1868, które spadły na północny wschód od miasta Pułtuska. Meteoryty te miałem możliwość widzieć w dniu 9 czerwca 2021 roku w Muzeum Mineralogicznym Fersmana w Moskwie oraz w dniu 25 października 2021 roku w zbiorach w siedzibie Komitetu Meteorytowego przy Instytucie Geochemicznym im. W.I. Wiernadskiego Rosyjskiej Akademii Nauk (Kotowiecki 2021). W tym miejscu warto wspomnieć, że pomysły i postulaty Gobela wykorzystał m.in. Julian Iwanowicz Siemaszko (1821–1893), który jest uważany

Ekspozycja okazów meteorytów



Gablota z okazami Tektytów

Główna sala ekspozycyjna

Instytut Geochemii i Chemi Analitycznej RAN

za Rosjanina ponieważ mieszkał w St. Petersburgu a który stał się największym w XIX-wiecznej Europie właścicielem prywatnej kolekcji meteorytów. Jest on również autorem katalogów popularyzujących wiedzę o meteorytach. Większość swoich publikacji naukowych pisał po rosyjsku, jednak na etykietkach dołączonych do okazów meteorytów w swojej kolekcji, nazwisko Siemaszko pisał po polsku (Wiki. Meteoritica). Na przełomie XX wieku, kolekcja Siemaszki zawierała więcej meteorytów niż w Rosyjskiej Akademii Nauk. Po śmierci właściciela kolekcja została sprzedana amerykańskiemu kolekcjonerowi Henry`emu A. Ward z Chicago. Okazy z tej kolekcji są w różnych muzeach na świecie, ale główny ich trzon znajduje się w Field Museum w Chicago w USA. Rezultatem poszukiwań a przede wszystkim badań w XIX wieku było pełne zrozumienie kosmicznego pochodzenia meteorytów i opracowanie strategii na ich pozyskiwanie. Pod koniec XIX wieku zainteresowanie meteorytami w Rosji rosło, tak iż, zaczęły powstawać kolekcje rządowe w Odessie, Kijowie, Charkowie i innych miastach (Ivanova i in, 2016). Wreszcie w 1898 roku Carska Rosja uchwaliła prawo, które uczyniło wszystkie meteoryty własnością państwa. Zgodnie z tym prawem: „… meteoryty muszą być przeniesione do muzeów rządowych. Każda osoba znajdująca meteoryt ma obowiązek przekazać go do Muzeum osobiście, lub przedłożyć go urzędnikowi ministerstwa edukacji lub samorządowi lokalnemu, albo wskazać lokalizację meteorytu do przeniesienia do Muzeum".

Pozyskiwanie meteorytów poprzez eksplorację oraz profesjonalne wyprawy badawczo-poszukiwawcze w XX wieku

Po uchwaleniu prawa do znalezionych meteorytów Akademia Nauk oferowała również nagrodę dla każdego znalazcy meteorytu. Pierwszą nagrodę wypłacono za odkrycie upadku meteorytu Bogusławka w 1916 roku. Jest na to odpowiedni zapis w protokole z posiedzenia Wydziału Fizyki i Matematyki Akademii Nauk z 3 grudnia 1916 roku (PAH, 2002). Warto zauważyć, że w całym okresie obowiązywania przepisów dotyczących nagród tylko trzy osoby odmówiły tej nagrody. Byli to naukowcy jak: A.Z. Fiodorow, geograf, który zorganizował

Obraz olejny — Spadek meteorytu Sikhote Alin

Obraz olejny chatki Kulikowa na Syberii

Okaz Meteorytu Białystok

Spotkanie z Cwietkowem

poszukiwania meteorytu Bogusławka, P.L. Drawert, profesor Uniwersytetu w Omsku, który znalazł pięć nowych meteorytów na Syberii w latach 30-tych oraz V.A. Petrosjan, inżynier, który dostarczył meteoryt Erewań (howardite) do kolekcji w 1975 roku. Głównym rezultatem XIX wieku było pełne zrozumienie kosmicznego pochodzenia meteorytów i opracowanie strategii ich kolekcjonowania. W okresie powstania państwa sowieckiego Akademik Władimir I. Wernadski (1863–1945) znany naukowiec, filozof i polityk, był jednym z założycieli Instytutu Geochemii i Biogeochemii, był również głównym liderem badań meteorytów w ZSRR (Kotowiecki 2021). Uważał on, że badanie meteorytów otwiera drzwi do badania głębiny wszechświata. To rozszerzone zrozumienie zwiększyło pilność budowania pokaźnej kolekcji meteorytów do celów naukowych (Vernadsky 1941). Pod jego przywództwem rozpoczęto badania meteorytów. Zorganizowano specjalne wyprawy w 1921 roku a także utworzono Komitet ds. Meteorytów przy Akademii Nauk ZSRR z jego inicjatywy. W 1921 roku zorganizował on specjalną Wyprawę Meteorytową, która zebrała informacje o znaleziskach meteorytów na terenie kraju. Szefem wyprawy był L.A. Kulik (później — sekretarz naukowy Komitetu). W dniu 5 września 1921 roku rozpoczęła się też pierwsza ekspedycja naukowa badająca wydarzenie „Tunguska" z 30 czerwca 1908 roku. Kulik badając to wydarzenie jednocześnie jeździł po Syberii i kolekcjonował meteoryty. W 1922 roku na bazie kolekcji meteorytów Muzeum Mineralogicznego utworzono Dział Meteorytów. W 1935 roku powstała Komisja Meteorytowa przy Instytucie Łomonosowa Akademii Nauk ZSRR. W 1939 roku Komisja została zreorganizowana i przemianowana na Komitet ds. Meteorytów (KMET) Akademii Nauk ZSRR (Kotowiecki 2021). Trzecia Ogólnozwiązkowa konferencja na temat meteorów, komet i asteroid została zwołana w Moskwie w dniach 24–27 listopada 1939 roku. Wzięło w niej udział 25 naukowców z 16 organizacji i instytucji. Należy podkreślić, że po śmierci Wernadskiego w 1945 roku akademik Wasilij G. Fesenkow (1889–1972) został Przewodniczący Komisji Meteorytów. Fesenkov był jednym z czołowych astronomów ZSRR. Eugeny L. Krinov (1906–1984) został sekretarzem naukowym Komitetu ds. Meteorytów po rozpoczęciu kariery naukowej w Zakładzie Meteorytów. Następnie Krinow kontynuował pracę kolekcjonerską Kulika, opartą na tej samej metodzie aktywnej pracy z ludźmi. W dniu 12 lutego 1947 roku nastąpił gigantyczny upadek meteoryt Sikhote-Alin (Цветков В.И 1972, 1973) Miejsce uderzenia i upadku fragmentów tego meteorytu z licznymi kraterami 2 dni później zostało odkryte przez pilota linii lotniczych lecącego do Chabarowska. Już jesienią Dr Krinow zorganizował wiele wypraw w rejon Sikhote-Alin. Wraz z naukowcami pracowały zespoły żołnierzy i wyciągnęły z ziemi kilka jednotonowych meteorytów. Liczne małe i średnie meteoryty były porozrzucane po całej tajdze, a w sumie więcej jak 20 ton materiału meteorytowego zostało odzyskane. Sikhote-Alin przyniósł wspaniałą nowość próbek i spowodował powódź zainteresowania meteorytami w ZSRR (Цветков В.И. 1978,1979,1983). Badania te były silnie wspierane przez akademika Aleksandra P. Winogradowa (1895–1975), ucznia i kolegę W.I. Wernadskiego. Winogradow został pierwszym dyrektorem Instytutu Geochemii i Chemii Analitycznej im. Wernadskiego, który powstał w Moskwie w 1947 roku krótko po upadku meteorytu Sikhote-Alin. Pod przewodnictwem Winogradowa Wernadski Instytut przeprowadził szeroko zakrojoną działalność badania składu chemicznego meteorytów, ich wiek i historię promieniowania. Ten Instytut aktywnie współpracował z Komitetem ds. Meteorytów i innymi organizacjami (Цветков В.И i in. 1979). Od 1949 roku organizowano coroczne ogólnoradzieckie konferencje meteorytowe (Kotowiecki 2021 b). Przyszłość wydawała się obiecująca. W latach 1960–1970 Komitet ds. Meteorytów był uznawany za lidera na całym świecie lecz potem wszystko zaczęło podupadać. W latach 70. zaszły ogromne zmiany w metodzie zbierania meteorytów i pojawiły się szerokie nowe horyzonty ich poszukiwań. Osiągnięciem technicznym było sprowadzenie na Ziemię próbek gruntu księżycowego w programie kosmicznym Łuna. Wykazano również, że meteoryty mogą być skutecznie zbierane na Antarktydzie (Kojima 2006, Kotowiecki 2021 b) oraz na pustyniach (Bevan 2006), gdzie są zwykle bardzo

Z Anną Jakowlewną Skrypnik, wieloletnim pracownikiem laboratorium

Z Dyr. Instytutu dr Dmitrij Dmitriewicz Badiukow

dobrze zachowane. Zostały zorganizowane profesjonalne wyprawy zbierające meteoryty. Rozpoczęło się również ogromne pozyskiwanie do kolekcji Komitetu Meteorytowego meteorytów z całego świata. Wśród nich zupełnie nowe rodzaje meteorytów. Niestety źródła meteorytów na Antarktydzie były nieosiągalne dla rosyjskich badaczy. Kilka rosyjskich prób do zbierania meteorytów na Antarktydzie, niestety zakończyło się niepowodzeniem (Kotowiecki 2021 b). Od 1992 roku liczba meteorytów przybywających do kolekcji z terytorium Rosji gwałtownie spadła. Przyczyną tego kryzysu był upadek Związku Radzieckiego (Kotowiecki 2021).

Podsumowanie

Pod względem liczby meteorytów kolekcja Akademii Nauk Rosyjskie Federacji jest mniejsza niż kilka innych na świecie m.in. takich jak: Japonii, USA, Austrii, Wielkiej Brytanii, Niemiec i Francji, ale jest znacznie większa niż kolekcje takich krajów jak Kanada czy Włochy. Jednak według liczby zebranych meteorytów na terytorium swojego kraju rosyjska kolekcja meteorytów zajmuje drugie miejsce w świecie po Stanach Zjednoczonych. To jest doskonały wynik biorąc pod uwagę niską gęstość zaludnienia Rosji, ogromne obszary tajgi i tundry oraz długą zimę. Czynniki te znacznie komplikują poszukiwanie meteorytów na terytorium Rosji. Słabym punktem Akademii Rosyjskiej jest brak licznych znalezisk z Antarktydy. Jednak co roku 50–100 próbek meteorytów jest dostarczane do Rosji przez międzynarodowe laboratoria naukowe (Kotowiecki 2021a). W 2013 roku Komitet ds. Meteorytów Rosyjskiej Akademii Nauk zaapelował do obywateli Rosji, w szczególności mieszkańców Czelabińska i okolicznych osiedli, w których zaobserwowano lot bolidu czelabińskiego i upadek jego fragmentów z prośbą: „jeśli to możliwe zwróćcie uwagę na nietypowe kamienie, czarne przedmioty w śniegu, magnetyczne, zagłębienia w pokrywie śnieżnej na polach i ogródkach warzywnych, dziury w dachach budynków gospodarczych, a jeśli znajdziecie kawałki meteorytów, zachowajcie je dla nauki". Apel ten pomógł rozwiązać ważne problemy naukowe, gdyż wiele osób przekazało znaleziska do zbiorów Komitetu (Apel 2013, Kotowiecki 2021). Należy podkreślić, że duża część kolekcji jest udostępniona zwiedzającym w Muzeum Mineralogicznym im Fersmana w Moskwie jak również w osobnym muzeum w siedzibie Komitetu Meteorytowego. Bardzo ważnym elementem tej ostatniej wystawy jest m.in. grunt księżycowy przywieziony na Ziemię przez sondę kosmiczną Łuna 16. Była to pierwsza bezzałogowa sonda kosmiczna, która powróciła z Księżyca na Ziemię przywożąc ze sobą łączne 101 gramów księżycowego gruntu. Lądowała na Księżycu w dniu 20 września 1970 i powróciła na Ziemię 24 września 1970 roku. Łącznie Łuna 16, 20 i 24 powróciły z ponad 300 gramami pyłu księżycowego. Można tam również zobaczyć aparaturę laboratoryjną jaką zabierały ze sobą sondy kosmiczne na Księżyc czy też na Marsa (Kotowiecki 2021a). W dniu 9 października 2021, spotkałem się w Moskwie ze znanym naukowcem Walentynem Iwanowiczem Cwietkowem, oraz z jego żoną Lilią Cwietkow, astronomem, byłym członkiem zespołu Komitetu Meteorytowego Rosyjskiej Akademii Nauk, autorem wielu publikacji, ostatnio autorem Encyklopedii Kosmosu, uczestnikiem wielu ekspedycji naukowych w czasach ZSRR, m.in. Ekspedycji w Góry Sikhote-Alin w poszukiwaniu meteorytów ze spadku deszczu meteorytów w 1947 roku, dwukrotnego uczestnika Wypraw na Antarktydę i innych. Walentyn Cwietkow przez całą swoją karierę był jednym z nielicznych naukowców bezpartyjnych. Odwiedzał on wielokrotnie Polskę. W dniu 20 października obchodził 83 urodziny. Solenizantowi wraz z moją żoną Valentiną, temu przyjacielowi Polski, od siebie i naszych wspólnych przyjaciół z Polskiego Towarzystwa Meteorytowego m.in. Andrzeja Pilskiego, Kazimierza Mazurka, dr Jadwigi Białej i Jacka Drążkowskiego złożyliśmy serdecznie życzenia 120 lat życia w zdrowiu i szczęściu. Po ekspozycji zbiorów Komisji Meteorytowej oprowadzała mnie Anna Jakowlewna Skrypnik, wieloletni pracownik laboratorium Instytutu Geochemii i Chemi Analitycznej Rosyjskiej Akademii Nauk im. W.I. Wernadskiego. Komitet Meteorytowy pomimo dalekosiężnych planów ma teraz mniejsze możliwości finansowe z uwagi na pandemię. Obecnie

Dyrektorem Instytutu w którym mieści się Komisja Meteorytowa jest dr Dmitrij Dmitriewicz Badiukow, z którym przeprowadziłem bardzo interesującą rozmowę a który pozytywnie ocenił dotychczasowe dokonania Komisji jak i prognozy na przyszłość.

Ze swojej strony przekazałem w darze do zbiorów Komisji Meteorytowej małe okazy meteorytu Sołtmany co zostało przyjęte bardzo pozytywnie.

Składam podziękowania Andrzejowi Pilskiemu za wskazówki dot. odnalezienia Walentina Cwietkowa oraz Kazimierzowi Mazurkowi za udostępnienie kontaktu telefonicznego, co prawda sprzed ponad 20 lat, ale bardzo pomocnego w odnalezieniu tego wspaniałego człowieka i naukowca.

Literatura:

Цветков В.И., 1972, Распределение по массам индивидуальных экземпляров, Сихотэ-Алинского метеоритного дождя, Строномический Вестник 1972, p.49-51.

Цветков В.И., 1973, Комитет по Метеоритам АН СССР *К 25-летию падения Сихотэ- Алинского метеорита,* Академия Наук СССР Вып.32 метеоритика 1973, p.167-169.

Цветков В.И., 1978, Комитет по Метеоритам АН СССР Рассеяние сихотэ-алинскооо метеоритного дождя (по материалам экспедиций 1967-1975гг.), Академия Наук СССР, Вып.32 метеоритика 1978, p.25-36.

Цветков В.И., Кринов Е.Л,, 1979, Комитет по Метеоритам АН СССР, Академия Наук СССР , Вып.38 метеоритика 1979, p.19-26.

Цветков В.И., 1983, Связь дробления и раскаяния Сихотэ-Алинского метеоритного дождя со структурой метеорита, Астрономический Вестник 1983,Т. XVII, p.122-126.

Гобель, А.Ф., 1868, Об аэролитах в России. Издательство Императорской Академии Наук, Санкт-Петербург, 136, (Gobel, A.F. 1868, *On Aerolithes in Russia. Imperial Academy of Sciences Press, St Petersburg*, 136).

Kotowiecki A., *Peter Simon Pallas*, Meteoryt 1/2021 wyd. Olsztyńskie Planetarium i Obserwatorium Astronomiczne, s.26-28.

Kotowiecki A., 2021, *Muzeum Mineralogiczne w Moskwie*, Meteoryt Nr. 1/2021 wyd. Olsztyńskie Planetarium i Obserwatorium Astronomiczne, s.22-26.

Севергин, В., 1811, Отчет о воздушных камнях или аэролитах, хранящихся в Музее Императорской Академии наук, Технологический журнал, VIII, 129-132.,(Sewergin, V., 1811, *A report on air stones or airolithes preserved in the Museum of the Imperial Academy of Sciences*, Technological Journal, VIII, 129-132.

Стойкович А., 1807, О авиамонтажах и их происхождении, Харьковский университет, г. Харьков, с. 271., (Stoikowicz A., 1807, *O kamieniach powietrznych i ich pochodzeniu*, Uniwersytet w Charkowie, Charków, s.271.

Вернадский В., 1941, Некоторые мысли по проблемам метеоритики, Метеоритика, 1, 3-22. (Vernadsky V.I., 1941), *Some thoughts on problems of meteoritics*, Meteoritika, 1, 3-22).

Źródła internetowe:

Асмахова І.И., и др. 2019, Минералогия вчера, сегодня, завтра Материаловеды, посвященные *200*-летию минералогического факультета Санкт-Петербургского государственного университета, Музей минерологии — 2019 17-19 сентября 2019 года, Acmaxowa I.C., Collective work, 2019, *Mineralogy yesterday, today, tomorrow Material experts, dedicated to the 200th anniversary of the Mineralogy Department of the Saint Petersburg State University*, Museums of Mineralogy — 2019, September 17-19, 2019.https://events.spbu.ru/eventsContent/events/2019/mineral/sbornik.pdf — (dostęp 16-0902021)

Обращение КМЕТ РАН к гражданам России- жителям Челябинской области,*2013,* Apel Komitetu Meteorytowego Rosyjskiej Akademii Nauk 2013.

http://www.meteorites.ru/menu/press/obraschenie2013.php — (dostęp 11-11-2021)

Ivanova M. A., Nazarov M.A., 2003, *Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of Russian Academy of Sciences*, Kosygin St, 19, Moscow 119991, Russia, https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.887.4822&rep=rep1&type=pdf — (dostęp 27-10-2021)

Кулик Л.А., 1939, Данные по Тунгусскому метеориту к *1939* году, Доклады АН СССР, Новая серия, т. 22, № 8, 1939, с. 520—524. (Kulik L.A., *Data on the Tunguska meteorite by 1939*, Reports of the USSR Academy of Sciences, New series, v. 22, No. 8, 1939, p. 520-524. http://tunguska.tsc.ru/ru/science/bib/1930-39/1939/1939-01/ (dostęp 27-10-2021)

Назаров М.А., 2000, Метеоритный сборник РАН, Научный мир, 2000, с. 338. (Nazarov M.A., 2000. *Meteorite Collection of the Russian Academy of Sciences*, Scientific World, 2000, p. 338). http://www.meteorites.ru/menu/collection/coll_history.html — (dostęp 16-09-2021)

Назаров М.А., 2002, *Метеоритная коллекция Российской Академии* Наук, (Nazarov M.A., *Meteorite Collection of The Russian Academy of Sciences*) http://www.meteorites.ru/menu/collection/coll_history.html — (dostęp 16-09-2021)

РАН, 2002, Премии за находки метеоритов, Российская Академия Наук РАН 2002, Метеоритный комитет (RAS, 2002. Russian Academy of Sciences PAH 2002, Meteorite Committee, PRIZES FOR FINDING METEORITES) http://www.meteorites.ru/menu/collection/premiya.html (dostęp 17-09-2021)

Sytin A.C., 1998, *Peter Simon Pallas`s (1741-1811) Botanical and Zoological Collections and Drawingas, Legumes of Northern Eurasia*, St. Petersburg: SPCPA Publishing House, 1998, http://herba.msu.ru/journalsplus/Herba/12/pallas.htm

Тумилович И., 2013, Метеорит в законе: грибы, клад или памятник, (Tumilovich I., Meteorite in the law: mushrooms, treasure or monument), http://rapsinews.ru/legislation_publication/20130221/266483305.html

Tumilovich I., 2013, *Possible risks of eBay sales of Chelyabinsk meteorite fragments*, http://rapsinews.com/legislation_publication/20130227/266535875.html

Wiki. Meteoritica, *Siemaszko Julian Iwanowicz*, — Bibliografia. http://wiki.meteoritica.pl/index.php5/Bibliografia/Siemaszko_Julian_Iwanowicz

Pozostałe źródła:

Kotowiecki A., 2021a, Rozmowa w siedzibie Wernadskiego Instytutu Geochemii i Chemii Analitycznej Rosyjskiej Akademii Nauk w Moskwie odbyta w dniu 25-10-2021 roku z jego Dyrektorem dr Dmitrijem Dmitriewiczem Badiukowem oraz z Anną Jakowlewną Skrypnik.

Kotowiecki A., 2021b, Rozmowa z długoletnim członkiem zespołu pracowników Wernadskiego Instytutu Geochemii i Chemii Analitycznej Rosyjskiej Akademii Nauk w Moskwie odbyta w dniu 9-10-2021 roku z naukowcem Walentynem Iwanowiczem Cwietkow, astronomem, autorem wielu publikacji, uczestnikiem kilku ekspedycji naukowych w czasach ZSRR, m.in. Ekspedycji w Góry Sikhote-Alin w poszukiwaniu meteorytów ze spadku deszczu meteorytów w 1947 roku, dwukrotnego uczestnika Wypraw na Antarktydę i szeregu innych.

Kolory meteorów

Jarosław Morys

Meteoroid wchodząc w atmosferę zwykle pozostawia po sobie ślad. Jest to smuga utrzymująca się zazwyczaj od ułamków sekund do kilku sekund na drodze przelotu ciała kosmicznego. Smuga ta może posiadać jedną z barw widma optycznego: od ciemnej purpury do czerwieni. Powstał pogląd, że skoro astronomowie za pomocą spektrum światła są w stanie określić np. skład gwiazd lub budowę asteroid, to również ślad meteoru powinien stanowić informację o składzie pierwiastkowym kosmicznej skały. Pogląd ten jest rozpowszechniany m. in. za pomocą grafiki przedstawiającej pięć meteorów w różnych kolorach, z których każdy jest przypisany do odpowiedniej nazwy pierwiastka. Warto zaznaczyć, że w różnych wersjach tej grafiki nazwy pierwiastków są poprzestawiane i przypisane do innych kolorów. Grafika ta jest często umieszczana na portalach społecznościowych oraz amatorskich stronach internetowych z zakresu astronomii, a nawet na stronach poważnych instytucji popularnonaukowych, również w Polsce.

Czy to prawda, że kolor śladu meteorowego informuje o składzie meteoroidu?

Z perspektywy osoby niewyposażonej w odpowiedni sprzęt — nie. Większość meteorów pozostawia po sobie ślad w odcieniach koloru zielonego i białego oraz rzadziej czerwonego lub żółtego. Oznaczałoby to, według wyżej wspomnianej grafiki, że u większości meteoroidów dominującym składnikiem jest np. nikiel. Natomiast meteoryty żelazne (gdzie niklu jest najwięcej) stanowią tylko około 5% spadków, a procentowy udział niklu w ich budowie rzadko przekracza kilkanaście procent. Wszystkie pierwiastki wymieniane w grafice występują w meteorytach, ale nie z takim udziałem, przewagą danego składnika, aby można było ocenić ich skład po barwie pozostawionego śladu.

Drugim argumentem, który przeczy tej teorii jest fakt, że większość okruchów skalnych jest bardzo niewielkich rozmiarów, od fragmentów wielkości ziarna piasku do kilku centymetrów. Trudno sobie wyobrazić, że człowiek byłby w stanie dostrzec kolor odparowywanego tak niewielkiego ciała z odległości 80–120 km. Również w przypadku dużych zjawisk bolidowych nie można określić składu, mimo wyższego udziału widma pierwiastków w śladzie meteoru. Ten sam pierwiastek może ujawniać swoją obecność na kilku długościach fal, a zatem posiadać różne barwy, a dodatkowo meteoroidy zwykle nie są jednorodne. Obiekty kamienne i żelazno-kamienne (ok 95% spadków meteorytów) mają bogaty skład pierwiastkowy, a barwa pochodząca od ich widm dla ludzkiego oka jest mieszaniną tych barw.

Przykładowa grafika, jakich wiele można spotkać na stronach internetowych

Na kolorystykę smugi ma również wpływ prędkość wejścia meteoroidu w atmosferę. Meteory szybkie i bardzo szybkie częściej mają barwy w odcieniach zielonego i niebieskiego, natomiast meteory wolne i bardzo wolne — czerwonego i pomarańczowego.

Czy zatem skład meteoroidu nie ma w tym kontekście znaczenia? Ma, ale udział gazowych składników skały w śladzie to około 5% całego powstającego śladu. Za wizualną charakterystykę smugi w największym stopniu odpowiadają substancje występujące w powietrzu. Około 95% materialnych składników smugi stanowią zjonizowane gazy atmosfery.

Za pomocą spektroskopii optycznej odseparowuje się widma pochodzące z atmosfery oraz wydziela i ustala rozmieszczenie i szerokości widm pochodzących z meteoroidu. Dzięki optycznym technikom astronomicznym jest możliwe ustalenie składu ciała kosmicznego. Przykładami są takie pierwiastki jak żelazo, magnez, sód, krzem oraz w mniejszym stopniu mangan, chrom, miedź, oraz trudnotopliwe glin, wapń i tytan, których wykrywany poziom jest zwykle zaniżony. Badanie to w mniejszym jednak stopniu określa ilość danego pierwiastka. Szybkość wzbudzania atomów poszczególnych pierwiastków przebiega różnie, w zależności od temperatury. Temperatura jaką osiąga ciało kosmiczne jest zmienna w zależności od prędkości meteoroidu względem prędkości Ziemi (prędkość wejścia), wysokości na jakiej rozpoczyna się i kończy jasna faza lotu, jego wielkości, kształtu i zwartości budulca. Spektroskopia optyczna bardziej bada emisję jakościową niż ilościową.

Jak wspomniano wcześniej, barwa śladu pozostawionego przez pędzący z kosmiczną prędkością obiekt pochodzi przede wszystkim od zjonizowanego powietrza, głównie azotu i tlenu. Barwy pochodzące od chemicznego składu atmosfery to głównie zieleń i czerwień, w mniejszym stopniu kolor fioletowy i żółty. Analogicznie, barwy takie możemy podziwiać przy zderzeniu wiatru słonecznego z ziemską atmosferą i powodowanych przez to zjawisko zórz polarnych. Podsumowując można stwierdzić, że bez odpowiedniego sprzętu nie jesteśmy w stanie oszacować, nawet w przybliżeniu, składu meteoroidu czy potencjalnego meteorytu za pomocą wizualnej oceny barwy zjawiska meteoru.

Giełda minerałów w Moskwie

Andrzej Kotowiecki

Przebywając w Moskwie w 2021 roku postanowiłem wybrać się na giełdę minerałów. Każdego roku takich giełd w stolicy Rosji jest kilkanaście, ale takich większych jest tylko kilka w różnych lokacjach. Z tych największych w Moskwie regularnie odbywają się trzy wystawy i sprzedaż kamieni w trzech różnych miejscach. We wrześniu br. były to giełdy o takich nazwach jak: „Symfonia klejnotów", „Klejnoty na Kuznetskim" oraz „Kamień szlachetny".

Przeglądając Internet natrafiałem na informację, iż w dniu 25 września 2021 roku odbędzie się duża giełda i wystawa minerałów „Kamień szlachetny" w Danilowskij Event Hall (Даниловский Event Hall) pod adresem ulica Dubininskaja nr 71/5. O giełdzie tej również dowiedziałem się w dniu 9 czerwca 2021 roku w trakcie zwiedzania Muzeum Mineralogicznego Fersmana Rosyjskiej Akademii Nauk o czym pisałem już w Meteorycie nr 101 z 2021 roku. Dlatego też wraz z moją małżonką Valentiną postanowiliśmy zobaczyć tę właśnie giełdę.

Należy podkreślić, że każda wystawa ma swoją charakterystykę i własne osiągnięcia, które pozostają w pamięci. Dla Moskwiczan odwiedzanie targów od dawna było i jest bardzo dobrą tradycją. Kraj ten jest największym państwem na świecie, jest to też jedno z najbogatszych państw pod względem geologicznym. Występują tutaj w zasadzie wszystkie możliwe minerały występujące na Ziemi. Dlatego też każda taka wizyta może mieć wiele niespodzianek dla kolekcjonerów. Może spełnić ich marzenia jak i dać możliwość dokonania dla siebie wielkich i małych odkryć. Każda jest też edukacyjna w szczególności dla młodych. Niektórzy Rosjanie mówią o tym, że takie wystawy spełniają poczucie zobaczenia „poezji kamieni". Na wystawach gromadzą się oprócz kolekcjonerów ludzie, którzy pasjonują się też tym samym biznesem. Rosjanie podkreślają też, że poprzez organizowanie targów udaje się połączyć zainteresowania artystów, kamieniarzy, jubilerów, geologów i kolekcjonerów odrodzeniem i rozwojem dziedzictwa rosyjskich mistrzów, aby stworzyć wszystkim komfortowe warunki niezbędne dla twórczych poszukiwań i pomysłów. Na wystawie którą odwiedziłem miałem możność zobaczyć biżuterię wykonaną z miedzioniklu, srebra, złota z wstawkami z kamieni półszlachetnych i szlachetnych, klejnotów, bursztynu i pereł. A także autorskie prace rosyjskich jubilerów, galanterię skórzaną, kryształy kolekcjonerskie, wkładki jubilerskie z kamieni naturalnych, pamiątki cięte w kamieniu. Stali wystawcy w zasadzie wszyscy się znają i uważają takie giełdy za rodzaj klubu, w którym można połączyć przyjemne z pożytecznym tj. poznają nowych przyjaciół, wymieniają się kreatywnymi pomysłami no i oczywiście zarabiają pieniądze. Na giełdzie tej pomimo bogactwa biżuterii oraz przeróżnych okazów geologicznych i paleontologicznych było bardzo mało meteorytów. Z przeprowadzonych rozmów z wystawcami dowiedziałem się, że ma to związek z niejasnymi przepisami dotyczącymi prawa do znalezionych meteorytów i obrotu handlowego tymi kosmicznymi skarbami. Tylko na trzech stoiskach napotkałem oferty sprzedaży meteorytów, dlatego więcej dilerów rosyjskich dokonuje sprzedaży meteorytów na giełdach w krajach Europy Zachodniej. Na giełdzie tej natrafiłem jednak na bardzo ładne okazy np. Campo del Cielo (okaz największy ok. 7 kg) Muonionalusta, Canyon Diablo, Gebel Kamil, Chinga, Vaca Muerta, Seicho i wielu innych ale już małych okazów. Była też gama tektytów, lecz bardzo słabych jak dla mnie. Rozmawiałem też z kolekcjonerami, jak również

osobami które są też poszukiwaczami meteorytów. Miedzy innymi byli to Igor Pachomow i Wladimir Klaustow, którzy opowiedzieli mi ciekawe historie poszukiwań meteorytów w Argentynie i Chile, pokazując mi piękne okazy Imilaca i Campo del Cielo. Dowiedziałem się od nich również o ciekawym spotkaniu z naszym polskim poszukiwaczem kol. Łukaszem Smułą (członkiem PTM-etu) w trakcie swoich poszukiwań w Chile, któremu pomogli ofiarowując mu kabel do wykrywacza. Przekazali mu jednocześnie pozdrowienia z Moskwy. Oczywiście pozdrowienia przekazałem. A jak to spotkanie opisał kol. Smuła, otóż:

„Odnośnie spotkania Wladimira wraz z innymi przyjaciółmi w Chile to nie ma co się rozpisywać. Po prostu, spotkaliśmy się pewnego razu wysoko w górach podczas poszukiwań meteorytów Imilac. Pech chciał, że podczas moich poszukiwań mój kabel z dużego wykrywacza ramowego nie wytrzymał naporu sporych rozmiarów kamieni. Są to warunki dość trudne do poszukiwań z wykrywaczem ramowym, w szczególności jeśli ramę ciągnie się za samochodem. Całe szczęście w tym samym czasie spotkałem sporą grupę poszukiwaczy z Rosji. Był tam m.in. Wladimir, pracownik karetki pogotowia z Moskwy i wielu innych świetnych facetów, na których się nie zawiodłem. Jak tylko usłyszeli, że mam problemy z kablem do mojego wykrywacza, bez zastanowienia zaproponowali mi pożyczenie takiego kabla. To niesamowite z ich strony, że nie potraktowali mnie jako ich konkurencję. Jestem im za to bardzo wdzięczny. Oczywiście teraz jadąc w to miejsce

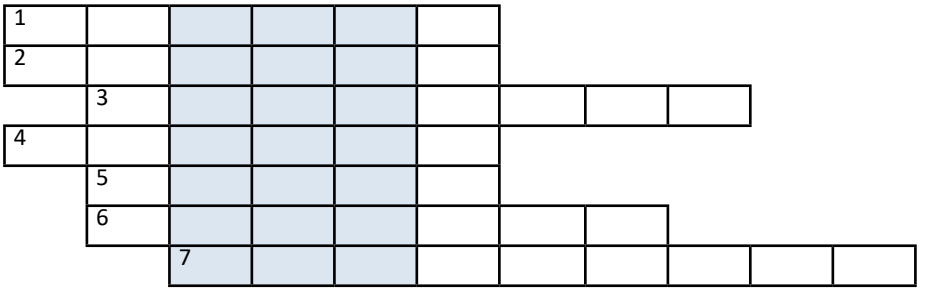
zabieram zawsze ze sobą trzy komplety przewodów, być może ktoś znajdzie się w podobnej sytuacji jak ja, wówczas to ja będę mógł pomóc w potrzebie”.

Cóż świat jest jednak bardzo mały o czym niejednokrotnie przekonałem się w swoich podróżach. Tutaj trzeba oddzielić politykę państwa od kontaktów międzyludzkich. O serdeczności Rosjan przekonałem się również niejednokrotnie podróżując po świecie i spotykając ich w różnych zakątkach naszego globu jak również podróżując po Rosji.

Jubileusz PTMet

Logogryf

Litery w kolorowych polach czytane rzędami utworzą 3 wyrazowe rozwiązanie.



1. Anna, założycielka PTMet.
2. Miasto cesarskiej kolekcji meteorytów.
3. Tytuł uczelniany Walentina Cwietkowa, przyjaciela PTMet (jak dom studencki).
4. Księżyc Neptuna.
5. Popularny skałotwórczy minerał na Ziemi i we Wszechświecie.
6. Sprawca zamieszania wokół Jankowa Dolnego, Krupe i in.
7. Potocznie, poszukiwacz meteorytu Pułtusk (jak HDD).

Wiesław Czajka, 16 maja 2022

Jubileusz PTMet w Guciowie

Fot. Jarosław Bandurowski

Fot. Jarosław Bandurowski

Fot. Jarosław Bandurowski

Fot. Jan Specht

Fot. Jarosław Bandurowski

Fot. Paweł Zaręba

Fot. Paweł Zaręba

Fot. Paweł Zaręba