PREMIUM

Obiekty warte kwadryliony dolarów. Czy zapoczątkują nową gorączkę złota?

Zdjęcie: Shutterstock

Agnieszka Stradecka

15 października 2023

Przestrzeń kosmiczna skrywa wiele niebezpieczeństw i chociaż nasze systemy obrony przed nimi stały się ostatnimi laty dokładniejsze, nie są niezawodne. Czasami zagrożenie można przeoczyć, tak jak stało się to 10 lat temu w rosyjskim Czelabińsku. Czy w związku z tym asteroid należy się wyłącznie bać? Niektórzy upatrują w nich szansy na wzbogacenie się, gdyż po Układzie Słonecznym krążą skały warte więcej niż fortuny najbogatszych ludzi na świecie.

W 2013 roku nad Czelabińskiem w Rosji wybuchł meteoroid. Jego eksplozja spowodowała ogromne straty materialne, a rannych zostało ponad 1500 osób, jednak obiekt pozostał niewidoczny aż do ostatnich chwil. Jakim cudem wymknął się uwadze dziesiątek teleskopów wycelowanych w niebo? Po pierwsze, był malutki i w momencie rozpadu miał średnicę około 20 metrów. Po drugie, wpadł w atmosferę Ziemi około 9 rano - po prostu było za jasno na obserwacje.

nieboskłonie jest pozorny, te ciała niebieskie potrafią dość aktywnie "śmigać" po nocnym niebie. Jak wyjaśniła w rozmowie z tvnmeteo.pl dr Amy Mainzer z Uniwersytetu w Arizonie, dyrektor programu śledzenia i badania asteroid NEOWISE, obiekt musi zostać uwieczniony w ruchu, aby upewnić się, że nie mylimy go z czymś zupełnie innym.

- Kiedy po raz pierwszy zauważymy coś, co może być nową asteroidą, nie mamy pojęcia, jaka jest jej orbita ani jak daleko się znajduje. Musimy zebrać wystarczającą liczbę danych, by zmierzyć te wartości - tłumaczyła. - Jeśli nie będziemy kontynuować śledzenia obiektu, możemy go zgubić i już nigdy nie znaleźć.

Taki proces wiąże się z koniecznością monitorowania planetoidy przez kilka nocy, co pozwala ustalić sposób, w jaki porusza się ona po Układzie Słonecznym. Mając wiedzę na temat orbity, potencjalny odkrywca musi następnie sprawdzić, czy przez przypadek nie trafił na ślad jednego spośród ponad 1,3 miliona znanych nauce tego typu obiektów. Katalogowanie nowo odkrytych ciał niebieskich jest zadaniem Minor Planet Center (MPC) przy Międzynarodowej Unii Astronomicznej. Jeśli w jej bazie danych nie znajduje się ciało niebieskie o identycznej orbicie, prawdopodobnie mamy do czynienia z nowym odkryciem. Potwierdzona asteroida otrzymuje oznaczenie w postaci roku jej pierwszego zauważenia oraz kombinacji liter i cyfr, opisujących kolejność jej odkrycia.

Tysiące nieproszonych gości

Nie wszystkie asteroidy stanowią oczywiście zagrożenie - większość z nich nigdy nawet się do nas nie zbliży. Prawdziwe wyzwanie dla agencji kosmicznych i naukowców stanowią te, których orbity przebiegają blisko naszego domu. Zgodnie z definicją Centrum Badań Obiektów Bliskich Ziemi NASA (CNEOS), do kategorii obiektów bliskich Ziemi (ang. near-Earth objects, NEO) zaliczają się ciała niebieskie, których orbity zbliżają się do Słońca na odległość mniejszą niż 1,3 jednostek astronomicznych (w przybliżeniu 195 milionów kilometrów). Chociaż część spośród nich stanowią komety, znacząca większość to asteroidy.

Doktor Peter Vereš z MPC opowiedział w rozmowie z tvnmeteo.pl, że spośród 1,3 miliona planetoid nieco ponad 32 tysiące obiektów zalicza się do kategorii NEO. W rzeczywistości jest ich na pewno wiele więcej - tylko w ubiegłym roku odnaleziono 3200 nieznanych dotąd NEO, a nowe ciała oznaczane są właściwie codziennie. Raz znaleziony obiekt jest następnie śledzony, a jego orbita wyliczana na wiele lat wprzód, by sprawdzić, czy na pewno nie znajdzie się na kursie kolizyjnym z Ziemią.

- Ponieważ znamy orbity NEO, możemy przewidzieć ich ruch w przyszłości. W ten sposób sprawdzamy, czy istnieje ryzyko uderzenia w Ziemię, powiedzmy, w następnym stuleciu lub tysiącleciu - wytłumaczył.

Jeśli orbita danego NEO zbliża się do Ziemi na szczególnie niepokojącą odległość, trafia on na listę potencjalnie niebezpiecznych obiektów (ang. potentially hazardous object, PHO). Zgodnie z wytycznymi CNEOS, zaliczają się do nich asteroidy o średnicy powyżej

"Najgroźniejsze z najgroźniejszych" asteroid znajdują się na tak zwanej liście Sentry, liczącej obecnie 25 pozycji, a ryzyko, jakie ze sobą niosą, jest na bieżąco monitorowane - chociaż na razie jest ono bardzo niskie.

Czy którekolwiek spośród znanych PHO stanowią obecnie szczególne zagrożenie? Doktor Tim Spahr, dyrektor Międzynarodowej Sieci Ostrzegania o Asteroidach (International Asteroid Warning Network, IAWN) i odkrywca prawie 60 ciał niebieskich w Układzie Słonecznym, przekazał w rozmowie z tvnmeteo.pl, że nie ma takiego ryzyka.

- Istnieją obiekty o niewielkim ryzyku uderzenia w Ziemię w przyszłości, ale są one rutynowo obserwowane w ramach normalnych operacji - tłumaczył. - Większość asteroid, w tym asteroidy bliskie Ziemi, jest obserwowana co kilka lat, a niektóre co roku - i w takich przypadkach orbity są aktualizowane w celu odzwierciedlenia dodatkowych danych.

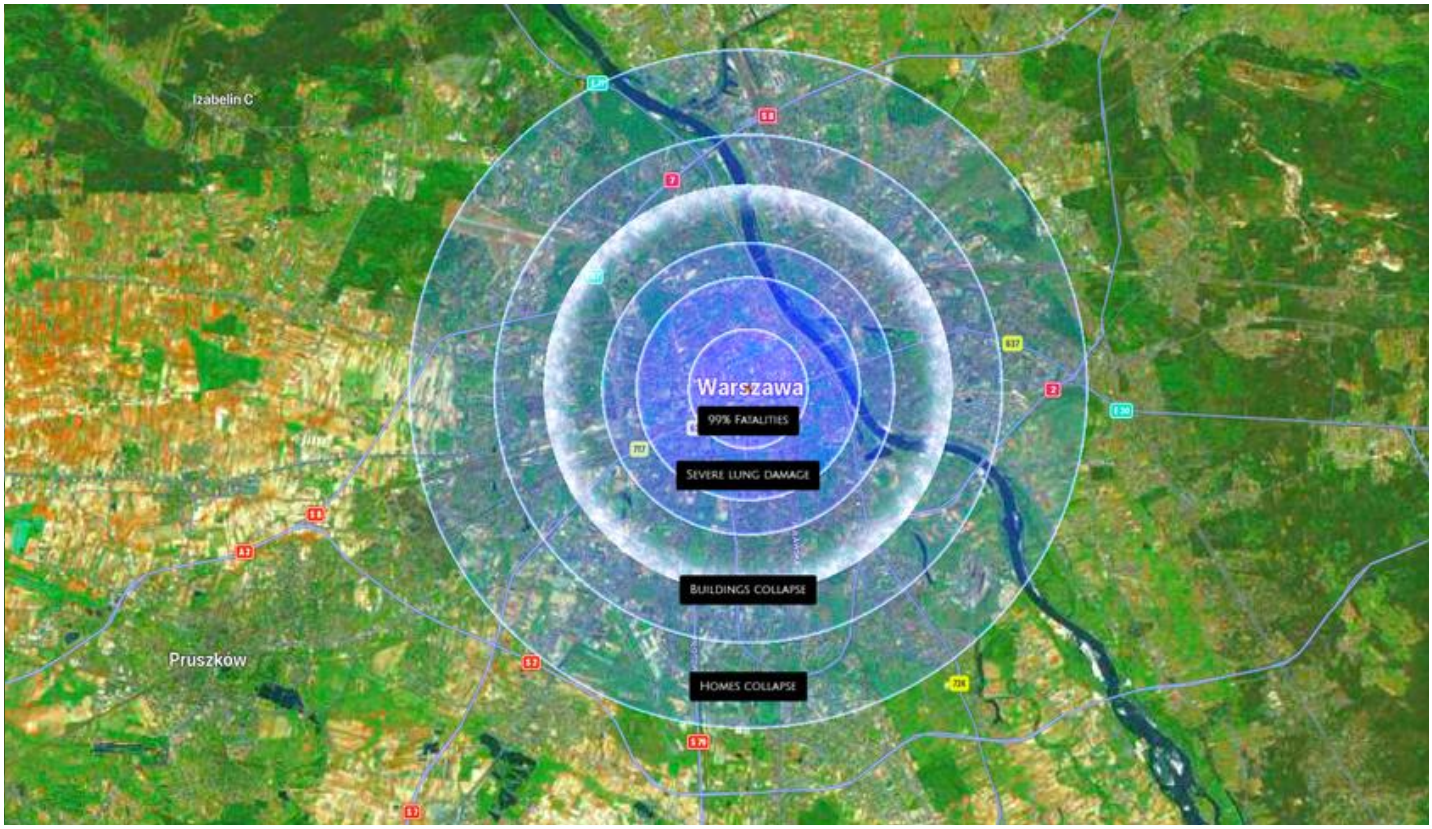
Trasa upadku asteroidy 2023 CX1, jednego z nielicznych małych ciał niebieskich, które udało nam się wykryć przed uderzeniem. To za jego sprawą 13 lutego 2023 nad Europą Zachodnią widoczna była kula ognia NASA CNEOS

Walentynki i piątek trzynastego

Jak pokazuje jednak przypadek z Czelabińska, czujne obiektywy teleskopów nie zawsze wyłapią potencjalne zagrożenie. Agencje kosmiczne monitorują przede wszystkim duże, szybko poruszające się obiekty, które w wypadku uderzenia miałyby dramatyczny wpływ

Co mogłaby zrobić z Warszawą kosmiczna skała o średnicy 100 m? Jej nadejście zwiastowałaby przecinająca niebo świetlista smuga, rozległby się ogłuszający huk. Asteroida rozpadłaby się na kawałki, a jej kamienny rdzeń, gdyby wbił się w okolice Pałacu Kultury i Nauki, pozostawiłby gigantyczny krater. To jednak nie byłby koniec. Fala uderzeniowa przeorałaby centrum stolicy. W promieniu trzech kilometrów od miejsca impaktu ludziom pękałyby płuca, a prawie cztery kilometry dalej - bębenki. Uderzenie wyzwoliłoby porywy wiatru sięgające 1500 kilometrów na godzinę, rozbijające szyby i wyrywające drzewa w całym mieście. Łącznie asteroida pozbawiłaby życia ponad 225 tysięcy ludzi.

W tym scenariuszu, wygenerowanym za pomocą symulatora stworzonego przez Neala Agarwala, nacierająca na Warszawę skała miała średnicę 100 m, ale nawet o połowę mniejszy obiekt wyrządziłby ogromne szkody w stolicy - ciało eksplodowałoby nad miastem, a kula ognia spowodowałaby oparzenia trzeciego stopnia u ludzi przebywających na obszarze od Marek po Piaseczno. Blisko miejsca wybuchu uwolnione zostałyby ogromne ilości energii, wystarczające, by ubrania przechodniów stanęły w ogniu.



Symulacja rozchodzenia się fali uderzeniowej po uderzeniu kamiennej asteroidy o średnicy 100 m w centrum Warszawy Neal Agarwal@neal.fun/asteroid-launcher/

To, jak poważne mogą być skutki uderzenia asteroidy, zależy nie tylko od wielkości kosmicznej skały, lecz także od innych czynników, w tym jej składu czy prędkości wejścia w atmosferę. Nie bez znaczenia jest także miejsce, w którym dojdzie do impaktu. Na lądzie fala uderzeniowa rozeszłaby się przez podłoże w postaci potężnych, rozległych

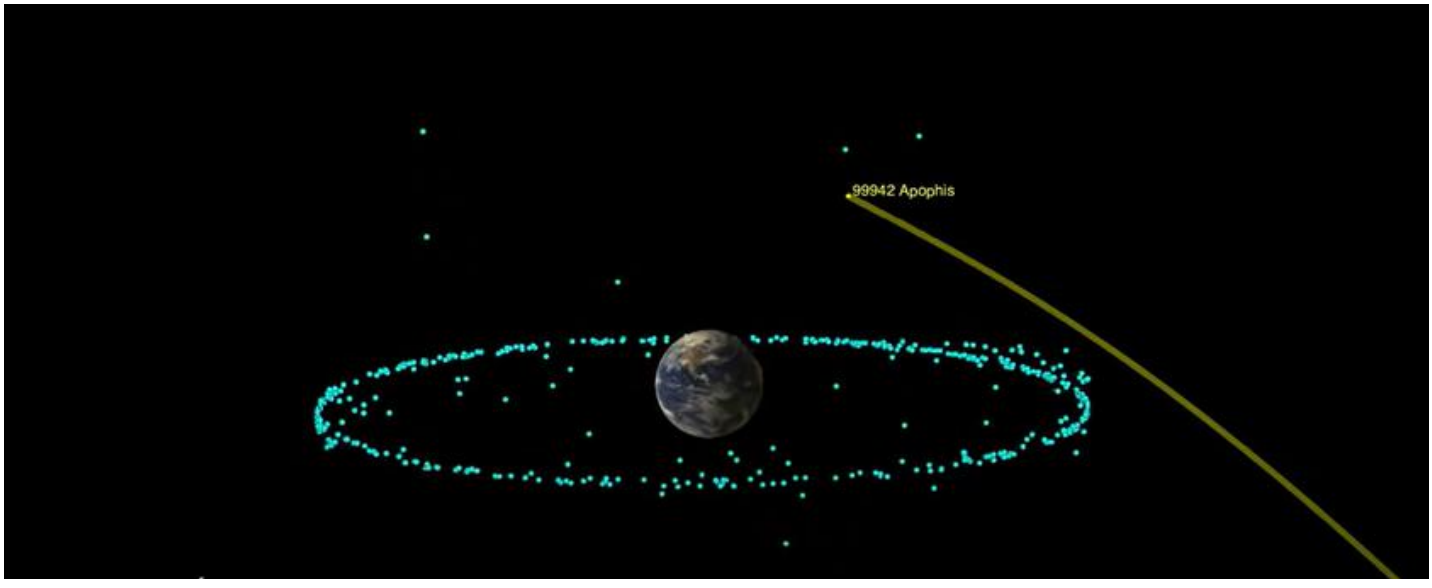
rozładowania dochodzi poprzez gwałtowną falę uderzeniową, powodującą poważne uszkodzenia tkanek miękkich, oraz porywy wiatru silniejsze niż podczas burzy na Jowiszu. W miejscu uderzenia dochodzi również do nagromadzenia energii termicznej, wystarczającej do spalenia żywcem nieszczęśników, którzy znajdą się w miejscu uderzenia.

- Znamy około 40 procent bliskich Ziemi asteroid o średnicy większej niż 140 metrów, wystarczająco dużych, by spowodować znaczące regionalne zniszczenia. Obiektów o rozmiarze "niszczyciela miast", czyli mających powiedzmy 50 metrów średnicy, znamy znacznie mniej - wyjaśniła dr Mainzer.

Pomimo coraz większej wiedzy na temat przemykających obok kosmicznych skał asteroidy potrafią napędzić nam stracha. W marcu 2023 roku świat obiegły doniesienia o asteroidzie 2023 DW - według obliczeń ciało mogło znajdować się na kursie kolizyjnym z Ziemią. Do uderzenia miało dojść 14 lutego 2046 roku, a prawdopodobieństwo impaktu określane było przez Europejską Agencję Kosmiczną (ESA) na około 1:625. Dalsze badania pokazały jednak, że obiekt raczej nie zepsuje nam walentynek - wystarczyło kilka dni, by dokładniejsze wyliczenia oddaliły widmo niebezpieczeństwa.

Podobne emocje wzbudziła planetoida (99942) Apophis, która w piątek 13 kwietnia 2029 roku zbliży się do Ziemi na odległość dziesięciokrotnie mniejszą niż Księżyc. Początkowo naukowcy obawiali się, że spotkanie to zakończy się nieprzyjemnie, jednak po raz kolejny dokładne obliczenia pozwoliły tymczasowo odwołać zagładę cywilizacji. Jak wyjaśnił dr Spahr, sam przelot asteroidy w naszym sąsiedztwie nie jest powodem do niepokoju.

- Bez bezpośredniego uderzenia, asteroidy przechodzące w pobliżu Ziemi nie spowodują żadnych szkód. W najgorszym przypadku obiekty mogą uderzyć w sztuczne satelity orbitujące wokół Ziemi, ale to coś naprawdę mało prawdopodobnego - przekazał.



Bliskie spotkanie asteroidy Apophis z Ziemią, do którego dojdzie w piątek 13 kwietnia 2029 NASA/JPL-Caltech

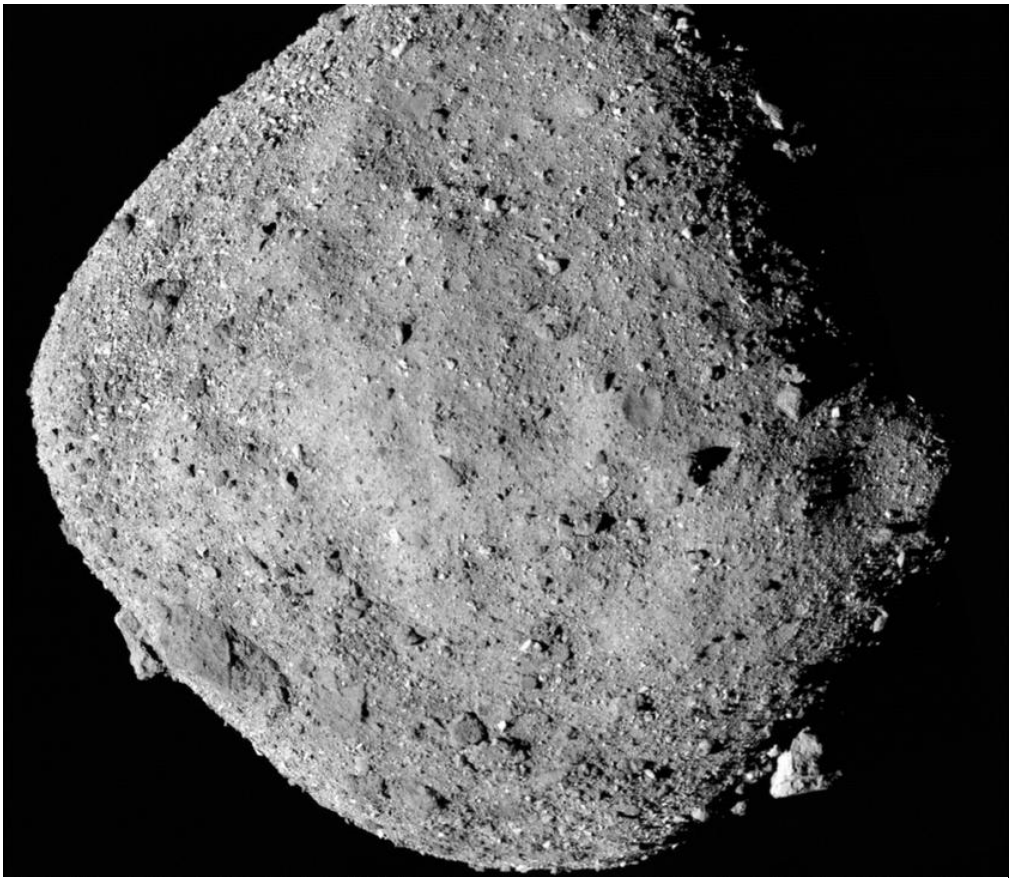
Nie powinniśmy jednak patrzeć na asteroidy tylko jako na potencjalne zagrożenie. Kosmiczne skały są skarbnicą wiedzy o wczesnym Układzie Słonecznym - powstały około 4,6 miliarda lat temu i od tej pory prawie się nie zmieniły. W przestrzeni kosmicznej nie zachodzą procesy erozji, które utrudniają badanie geologicznej przeszłości Ziemi, a woda występuje głównie w postaci lodu. Badania nad nimi mogą nam zatem pomóc znaleźć odpowiedzi na wiele pytań o "okres niemowlęcy" naszego sąsiedztwa we Wszechświecie.

Główną przeszkodę stanowi jednak odległość między Ziemią a planetoidami. Obserwacja ruchu ciała niebieskiego pozwala nam określić jego trajektorię, odległość od Ziemi i prędkość, jednak określenie fizycznej charakterystyki to trudniejsza sprawa. Jak wyjaśnił dr Vereš, obserwacje w podczerwieni są niezbędne, aby wyznaczyć prawidłową średnicę i rozmiar, do badania składu i chropowatości powierzchni wykorzystywana jest polarymetria, zaś analiza krzywych świetlnych pozwala poznać trójwymiarowy kształt, okres rotacji i orientację osi obiektu. "Wszystkie te działania wymagają dużo czasu spędzonego przy teleskopach, dlatego zdecydowana większość asteroid ma nieznany skład" - dodał.

Czasami zbieranie danych jest odrobinę prostsze - jeśli obiekt znajduje się blisko Ziemi, możemy określić jego trójwymiarowy model za pomocą radaru - jednak wciąż wymaga ono sporych nakładów pracy, a w rezultacie otrzymujemy stosunkowo niewiele informacji. Możemy określić, czy asteroida zbudowana jest z materiału skalnego, metalicznego czy lodu, ale bez dostępu do fizycznych próbek trudno jest zbadać jej charakterystykę fizykochemiczną. Więcej informacji dostarczają nam odnalezione meteoryty, jednak często dysponujemy zaledwie ich niewielkimi odłamkami. Właśnie dlatego niektóre agencje kosmiczne zdecydowały się na ambitny plan obejrzenia asteroid z bliska, a nawet "przywiezienia" próbek na Ziemię.

Sztuka ta po raz pierwszy udała się japońskiej misji Hayabusa. Jej celem była asteroida (25143) Itokawa - wydłużona skała należąca do kategorii PHA. W 2005 roku sonda weszła na orbitę ciała niebieskiego, dokładnie skanując jego powierzchnię i przygotowując się do wylądowania. Chociaż nie wszystkie etapy poszły zgodnie z planem, urządzeniu ostatecznie udało się zebrać niewielką próbkę, która pięć lat później trafiła na Ziemię. Jej następca, Hayabusa2, w 2020 roku sprowadził próbki materii z asteroidy (162173) Ryugu.

Do wyścigu dołączyły także Stany Zjednoczone - 24 września 2023 roku na Ziemię wrócił lądownik OSIRIS-REx, który wyruszył na spotkanie planetoidy (101955) Bennu. Już wstępne obserwacje pozwoliły nam lepiej poznać ciało, które od lat znajduje się na liście "najgroźniejszych z najgroźniejszych". Jak się okazało, asteroida kryje w sobie wodę, głównie w postaci uwodnionych minerałów, a niegdyś była częścią większego obiektu. Na tym badania się nie kończą, ponieważ 13 października 2023 roku wystartowała misja Psyche, która podróżuje w stronę planetoidy o tej samej nazwie.



Asteroida Bennu na zdjęciu z 2018 roku NASA/Goddard/University of Arizona

Fortuny uwięzione w skałach

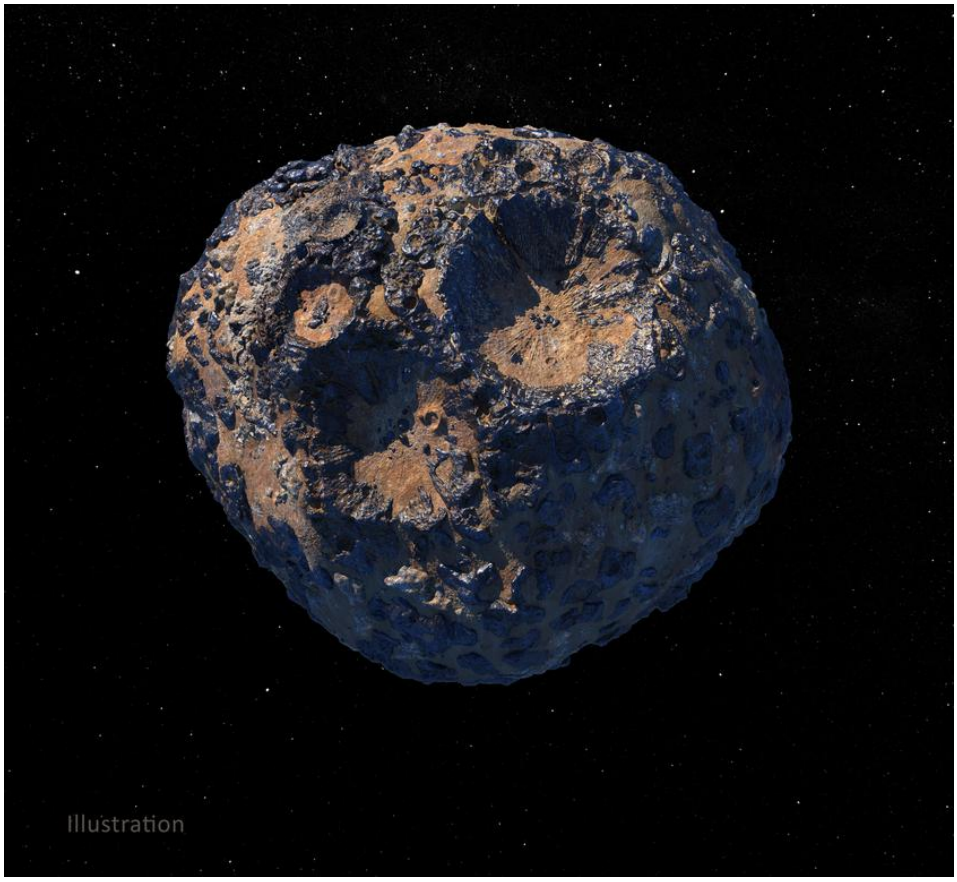
Wodny lód, cenne minerały, metale - asteroidy charakteryzują się prawdziwym bogactwem zasobów, które mogą okazać się kluczowe w eksploracji Układu Słonecznego. Nietrudno zatem domyślić się, że coraz częściej zerkamy w ich stronę nie tylko w celach badawczych, lecz także w biznesowych. Jak stwierdził Neil deGrasse Tyson, amerykański astrofizyk i autor książek popularnonaukowych, pierwszym bilionerem będzie "osoba, która wykorzysta kosmiczne zasoby. Astrogórnictwo, znane do tej pory głównie z literatury science fiction, powoli przenika do realnego świata.

Powróćmy na chwilę do wspomnianej już (16) Psyche, kolejnego celu NASA. Ten jajowaty obiekt o szerokości 280 km krąży w pasie asteroid między Marsem a Jowiszem. Obserwacje prowadzone z Ziemi potwierdziły, że częściowo zbudowany jest ze związków żelaza i niklu. Skład ten może wskazywać, że asteroida była kiedyś planetozymalem, prastarym zarodkiem, który nie zgromadził wystarczającej ilości materiału, by przekształcić się w planetę. Jej badania mogą przynieść odpowiedzi na pytania dotyczące wczesnego Układu Słonecznego, lecz opinię publiczną zaciekawiła zgoła inna kwestia. Wartość budujących Psyche metali początkowo szacowana była na 10 tysięcy kwadrylionów dolarów - więcej niż wynosi wartość całej światowej gospodarki. Przeprowadzone od tamtej pory badania zmniejszyły tę wartość (asteroida nie jest litą metaliczną rudą, więc obecnie wyceniana jest zaledwie na biliony dolarów), nie zmienia

Przy obecnym poziomie technologicznym rozpoczęcie eksploracji asteroid jest wyzwaniem. Podobnie jak w przypadku badań kosmicznych skał, ogromną barierę stanowi odległość od Ziemi. Jak ocenił portal The Planetary Society, łączny koszt misji OSIRIS-REx wyniósł około 1,16 miliarda dolarów, a w efekcie na Ziemię trafiło zaledwie około 250 gramów planetoidy Bennu. Pozyskiwanie większych ilości materiału będzie niepomiernie droższe, a co dopiero, jeśli uwzględnimy koszt badań naukowych poprzedzających eksploatację (w końcu żaden inwestor nie zdecyduje się na sfinansowanie misji na potencjalnie bezwartościową asteroidę), projektowania kosmicznego sprzętu górniczego i monitorowania całego procesu.

- Koszt podróży do zasobów kosmicznych pozostaje zaporowo wysoki - tłumaczył dr Vereš. - Spore nadzieje wiążemy z prywatnymi przedsiębiorstwami, które mogą pomóc w obniżeniu kosztów startu.

Gdy uda nam się znaleźć odpowiednią asteroidę i na nią dotrzeć, będziemy musieli zmierzyć się z kolejnym problemem. Jak wyjaśnił ekspert, wykonalność astrogórnictwa w dużej mierze zależy od rodzaju pozyskiwanego zasobu. Woda, którą można przekształcić w paliwo rakietowe, często miesza się z pyłem lub uwięziona jest w postaci minerałów, jak chociażby na Bennu. Metale szlachetne również stanowią trudność - na Ziemi wydobywane są z rudy lub określonych minerałów, podczas gdy na asteroidach istnieją głównie na poziomie atomowym lub molekularnym. Rozbicie asteroidy na atomy oraz oddzielenie metali takich jak złoto, platyna, kobalt, molibden, pallad, osm i rod wymagałoby zastosowania innowacyjnych technik. Na dodatek przeciwko nam działa niska grawitacja, przez którą wszystkie pozyskane na powierzchni cząsteczki uciekłyby w przestrzeń kosmiczną.



Wizualizacja asteroidy (16) Psyche, metalicznego (i prawdopodobnie niezwykle bogatego w zasoby) celu misji
NASA NASA/JPL-Caltech/ASU

Z fantastyki do rzeczywistości

Mimo problemów technologicznych, jakie przed nami stoją, nie brakuje przedsiębiorstw gotowych podjąć to ryzyko. Matt Gialich, dyrektor i współzałożyciel firmy AstroForge zajmującej się rozwijaniem technologii kosmicznego górnictwa, przekazał w rozmowie z tvnmeteo.pl, że wiele osób postrzega astrogórnictwo jako coś z filmów science fiction, ale misja OSIRIS-REx pokazała, że to rzeczywistość.

- Głównym wyzwaniem było przekonanie opinii publicznej o wartości astrogórnictwa - wyjaśnił. - Kiedy zakładaliśmy AstroForge, technologia, której używamy, już istniała. Teraz zajmujemy się optymalizacją kosztów.

Według Gialicha, asteroidy zapewniają szeroką gamę zasobów, ale AstroForge koncentruje się na pozyskiwaniu metali z grupy platynowców. W pobliżu Ziemi znajduje się ponad milion obiektów, z których najmniejszy może kryć w sobie platynę wartą 24 miliardy dolarów. Jak wyjaśnił przedsiębiorca, podkreślając ogromny potencjał biznesowy leżący w astrogórnictwie, "wraz ze wzrostem ludzkiej zależności od tych metali technologia ich wydobycia z asteroid staje się coraz ważniejsza".

Koncepcja astrogórnictwa rozbudziła wyobraźnię. Do tej pory zaproponowano wiele sposobów pozyskiwania zasobów - od wykorzystania luster do skupienia energii

pola elektromagnetycznego do oddzielenia cennych metali. Alternatywnie do wyizolowania poszczególnych atomów można zastosować techniki podobne do spektroskopii masowej. Wbrew wizjom, które znamy z filmów science fiction, prace na asteroidach będą wykonywane raczej przez roboty niż ludzi.

Przygoda z kosmicznym górnictwem rozpoczyna się jednak na Ziemi. Doktor Vereš podkreślił, że pierwszym krokiem powinno być mapowanie Układu Słonecznego i określenie składu planetoid. Właściwie każde ciało niebieskie ma w sobie cenne zasoby - bogate w metal asteroidy typu M (jak Psyche) zawierają mnóstwo żelaza i niklu, kamienne asteroidy typu S mają znacznie więcej metali szlachetnych niż skorupa ziemska, a prymitywne ciała podobne do Bennu są bogate w węgiel i wodę. Odległe obiekty w zewnętrznym pasie asteroid i poza nim zawierają dużo lodu wodnego. Nie wszystkie ciała okażą się jednak warte uwagi w oczach inwestorów.

- Z ekonomicznego punktu widzenia istotne są obiekty, do których można dotrzeć z Ziemi przy minimalnym wykorzystaniu energii, a więc na jak najbliższych orbitach. Jeśli w niedalekiej przyszłości opracujemy jakąkolwiek technologię kosmicznego górnictwa, prawdopodobnie zostanie ona najpierw wykorzystana na Księżycu, np. do wydobywania wody w pobliżu jego bieguna południowego - przekazał.

Gorączka kosmicznego złota

Patrząc na możliwości, jakie niesie ze sobą astrogórnictwo, łatwo zapomnieć o jednej istotnej kwestii poruszonej w rozmowie przez dr. Vereša. Na chwilę obecną nie istnieją normy prawne określające, kto może rościć sobie prawa do planetoid i pozyskanych na nich zasobów. Czy materiał z danego ciała niebieskiego "należy" do jego odkrywcy, czy też do konkretnego państwa lub organizacji? Czy kraj lub osoba fizyczna może rościć sobie prawo własności do asteroidy lub wykorzystywać jej zasoby w celu osiągnięcia zysku? Te kwestie rodzą wizję nowej "gorączki złota" w przestrzeni kosmicznej, prowadzącej do zaciekłej konkurencji i sporów prawnych dotyczących wykorzystania kosmicznych surowców.

Według Gialicha, na obecnym etapie niezwykle ważna jest edukacja. Na Ziemię będą powracać kolejne misje naukowe, takie jak OSIRIS-REx. Przyszłość astrogórnictwa powiązana jest z tym, czy opinia publiczna będzie świadoma znaczenia tych projektów oraz innych praktycznych zastosowań tych technologii.

We wrześniu 2022 roku byliśmy świadkami pierwszego w historii testu systemów obrony planetarnej. Sonda DART z ogromną siłą uderzyła w malutką asteroidę Dimorphos, udowadniając, że można w ten sposób zmieniać trajektorię ciał niebieskich. Był to wyjątkowy moment dla nauki - po raz pierwszy dowiedziono, że człowiek może zmieniać orbitę ciał niebieskich. Rok później, dzięki misjom OSIRIS-REx i Psyche, stoimy u progu kolejnego przełomu w badaniach nad tymi składowymi Układu Słonecznego. Nowe odkrycia zachęcają kolejne firmy do opracowywania technologii, które być może staną się podstawą niewyobrażalnego bogactwa. Niezależnie od tego, czy przyszłość

Autor: *Agnieszka Stradecka*

PODZIEL SIĘ

PODZIEL SIĘ **TWEETNIJ** **WYŚLIJ ZNAJOMEMU**

INNE TREŚCI PREMIUM

PREMIUM

Kontakt. "Musimy wyjść poza nasze obecne rozumienie życia"

Agnieszka Stradecka
15 kwietnia 2023

PREMIUM

Palantir, czyli "widzący kamień", jest już w Polsce i jest za darmo. Na razie

Piotr Szostak
3 stycznia 2023

PREMIUM

"Mają prawo być przewrażliwieni na punkcie balonów". Ty bomb przeciwko US/

Rafał Lesiecki
19 lutego 2023

Zobacz więcej treści premium

USTAWIENIA COOKIE

INFORMACJE KONSUMENCKIE

INFORMACJE O NADAWCY

Copyright (C) 1997-2023 Korzystanie z materiałów redakcyjnych TVN S.A. / TVN Media Sp. z o.o. wymaga wcześniejszej zgody TVN S.A./ TVN Media Sp. z o.o. oraz zawarcia stosownej umowy licencyjnej. Na podstawie art. 25 ust. 1 pkt. 1 b) ustawy o prawie autorskim i prawach pokrewnych TVN S.A. / TVN Media Sp. z o.o. wyraźnie zastrzega, że dalsze rozpowszechnianie artykułów zamieszczonych w programach oraz na stronach internetowych TVN S.A. / TVN Media Sp. z o.o. jest zabronione.