

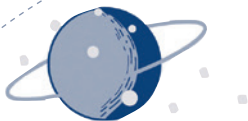
Artur B. Chmielewski inżynier NASA
Ewelina Zambrzycka-Kościelnicka

KOSMICZNE WYZWANIA

Jak budować statki
kosmiczne, dogonić
kometę i rozwiązywać
galaktyczne problemy



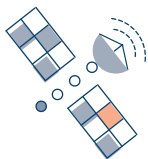
KOSMICZNE WYZWANIA



KOSMICZNE WYZWANIA

Jak budować statki kosmiczne, dogonić kometę
i rozwiązywać galaktyczne problemy

Artur B. Chmielewski
Ewelina Zambrzycka-Kościelnicka



znak emotikon

Kraków 2021

Projekt okładki i ilustracje

Dagmara Jagodzińska, <https://rzeczowki.com/>

Zdjęcie Autora na czwartej stronie okładki

Prywatne archiwum Autora

Projekt graficzny i skład

Izabela Krużlak

Redaktor inicjujący

Elżbieta Kot

Redaktor prowadzący

Magdalena Kilian-Antoine

Redakcja

Joanna Mika

Adiustacja

Anastazja Oleśkiewicz

Korekta

Magdalena Wołoszyn, Małgorzata Kuśnierz

Copyright © by Artur B. Chmielewski & Ewelina Zambrzycka-Kościelnicka

Copyright © for the Polish editions by SIW Znak sp. z o.o., 2021

Przeczytaj, co o książce sądzą inni czytelnicy, i oceń ją na lubimyczytac.pl

Książki z dobrej strony: www.znak.com.pl

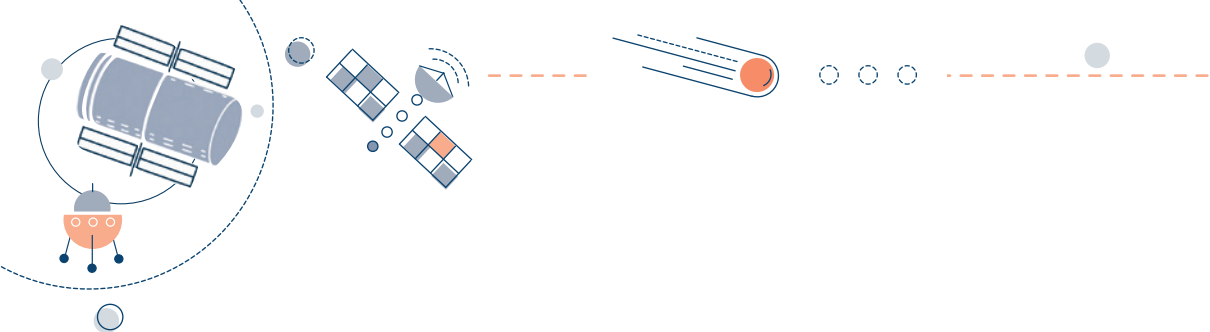
Więcej o naszych autorach i książkach: www.wydawnictwoznak.pl

Spółeczny Instytut Wydawniczy Znak, 30-105 Kraków, ul. Kościuszki 37

Dział sprzedaży: tel. 12 61 99 569, e-mail: czytelnicy@znak.com.pl

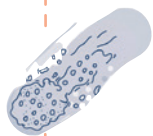
ISBN 978-83-240-5230-1

Wydanie I, Kraków 2021. Druk: Colonel



Co sądzisz o pomysle wylądowania na poruszającym się z prędkością 100 tysięcy kilometrów na godzinę, nieustannie kręcącym się wokół własnej osi maleńkim ciele niebieskim, jakim jest kometa? Trudno to sobie wyobrazić, prawda?

Komety mają wielkość od kilkunastu metrów do kilkunastu kilometrów, mogą więc być tak duże jak dom albo jak spore miasto. Składają się głównie z pyłu i różnych lodów. Zaraz, co to znaczy „różnych lodów”? Przecież lód to lód. Gdy temperatura spada poniżej zera, woda zamarza i staje się lodem. To oczywiście racja. Tak dzieje się na Ziemi. Ale komety są bardzo zimne, mają temperaturę nawet 130 stopni Celsjusza poniżej zera. W takich warunkach zamarza nie tylko woda, ale również wiele gazów. Dlatego na kometach oprócz wody (H_2O) jest bardzo dużo zamrożonego dwutlenku węgla (CO_2). Lód gromadzi się w szczelinach, ponieważ komety są porowate, trochę jak gąbka. Obliczono, że kometa może aż w 70 procentach składać się z dziur. Jest jak kosmiczny ser szwajcarski. Właśnie przez te dziury

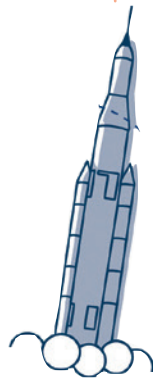
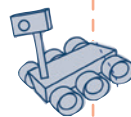


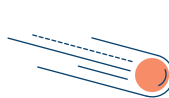
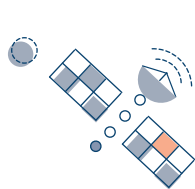
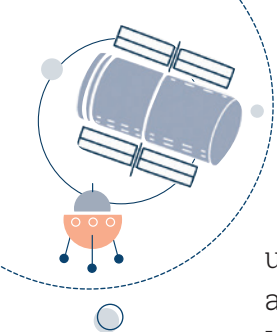
komety mają małą masę i małą grawitację.

Kometa bliska memu sercu nosi nazwę 67P. Liczba oznacza, że jest to 67. kometa dostrzeżona i opisana przez ludzi, a litera P to skrót od angielskiego słowa *periodic*, czyli „okresowa”. Dlaczego? Bo przemieszcza się po eliptycznej orbicie (eliptycznej, czyli przypominającej wydłużone lub spłaszczone koło. Kopernik



Stoję pod modelem lądownika Philae zaprojektowanym przez Niemiecką Agencję Kosmiczną DLR. Jak widzisz, lądownik był wielkości malej lodówki. Miał trzy nogi i właśnie trzymam jedną z nich. A dlaczego lądowniki mają zawsze trzy nogi, a nie na przykład cztery lub pięć? Jak może pamiętać z lekcji geometrii, płaszczyzna (wyobraź sobie płaską kartkę rozciągającą się w każdym kierunku w nieskończoność) przechodzi przez trzy punkty. Nawet jeżeli jedna noga wyląduje na kamieniu, to i tak lądownik będzie stabilny. Jeżeli masz cztery nogi i nie wylądujesz perfekcyjnie na płaskim asfaltowym parkingu – których na Marsie lub kometach nie ma tak wiele – to jedna noga najprawdopodobniej będzie bezużytecznie wisiła w powietrzu. Po co więc tracić na nią miejsce?





uważał, że planety poruszają się po orbitach kołowych, ale to nie pokrywało się z obserwacjami. Dopiero Jan Kepler odkrył, że poruszają się po orbitach przypominających kształtem jajka, czyli właśnie eliptycznych) i powraca okresowo w to samo miejsce.

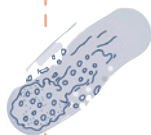
Na kometach

oprócz wody (H_2O) jest bardzo dużo zamrożonego dwutlenku węgla (CO_2). Lód gromadzi się w szczelinach, ponieważ komety są porowate, trochę jak gąbka. Obliczono, że kometą może aż w 70 procentach składać się z dziur. Jest jak kosmiczny ser szwajcarski. Właśnie przez te dziury komety mają małą masę i małą grawitację.

Ponieważ kometom nadaje się nazwy pochodzące od nazwisk ich odkrywców, tę nazywa się kometą Czuriumow–Gierasimienko, od nazwisk astronomów z Ukrainy, którzy zaobserwowali ją jako pierwsi.

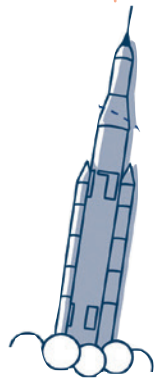
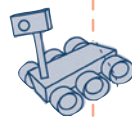
Przyciąganie na 67P jest 20 tysięcy razy mniejsze niż ziemskie. Pamiętasz nasze wyliczenia z wagą na Księżycu? (Jeśli nie,

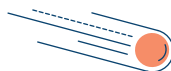
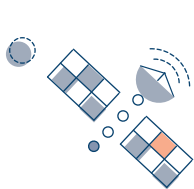
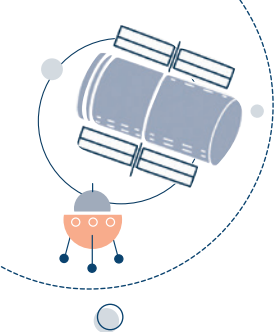
zerknij na stronę 26). Na 67P ważylibyście tyle, ile jedna złotówka. I na tej właśnie niewielkiej komecie osiadł lądownik międzynarodowej misji kosmicznej Rosetta, w której brałem udział z ramienia NASA. Kret, czyli składający się z wiertła i młotka penetrator do wkręcania się pod powierzchnię, został zbudowany przez polską firmę kosmiczną Astronika. Taka to właśnie była międzynarodowa kosmiczna współpraca – nie



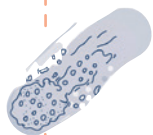
tylko między inżynierami z różnych krajów, ale także naukowcami, a nawet artystami!

Pewnego dnia w trakcie przygotowywania misji obserwowałem naukowców Rosetty dyskutujących o tym, jak będzie wyglądało miejsce lądowania. Czy będzie piaszczyste, a może najeżone ostrymi skałami lub głazami? A może nasz lądownik trafi na pęknięcie, z którego wystrzeli gaz, wyrzucając Philae, nasz lądownik, daleko w kosmos? Przekrzykiwali się przy tym i gwałtownie gestykulowali, co miało pomóc im bardziej wyraziście przedstawić swoje wyobrażenia. Dotarło do mnie, że bez dobrych wizualizacji nie posuniemy się naprzód. To nie były czasy, gdy po wpisaniu kilku słów w wyszukiwarce internetowej można znaleźć odpowiedź na większość pytań. Wówczas, na przełomie stuleci, zasoby internetowe nie były tak bogate jak dziś, ale to mnie nie powstrzymało. W Pasadenie, gdzie mieszkam i gdzie znajduje się Laboratorium Napędu Odrzutowego, mieści się ArtCenter College of Design. Jest to ceniona uczelnia artystyczna, której studenci projektują karoserie nowych samochodów, tworzą bohaterów gier komputerowych, a nawet wiedzą, jakie buty sportowe będziemy chcieli sobie kupić za pięć lat. To oni tworzyli wyjątkowy design takich aut jak Corvette, Mustang, Audi TT, BMW Z8, Mini, Lamborghini Murciélago i Ferrari F430.





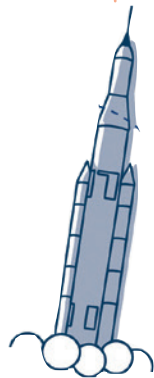
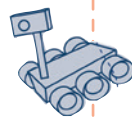
Mój syn Marcus ogląda wystawę najnowszych projektów aut stworzonych przez studentów ArtCenter. My te samochody zobaczymy na drogach za dziesięć lat.

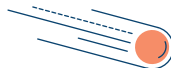
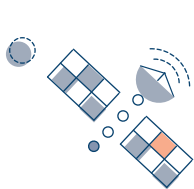
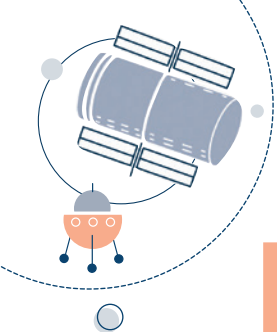


meksykańskiego pochodzenia, którą zobaczyłem w chwili, gdy rozmawiała z producentem samochodów i jedną ręką trzymała otwartego laptopa, a drugą nanosiła poprawki na przygotowywany projekt. Podeszedłem i zapytałem, czy nie chciałaby pracować dla NASA.

Miesiąc później Liz regularnie brała udział w zebraniach, które odbywaliśmy w JPL, i słuchając wyobrażeń naukowców, a także zadając im masę precyzyjnych pytań, przygotowywała świetne i bardzo pomocne wizualizacje lądowania na komecie. Jak więc widzisz, nawet bez dyplomu uczelni technicznej czy doktoratu z nauk ścisłych można tworzyć prawdziwą naukę i przyczyniać się do lepszego poznania świata.

Ilustracje Liz były tak dobre, że zacząłem się obawiać, czy nie wpłyną na wyobraźnię zgromadzonych wokół projektu naukowców, tak jak na nasze wyobrażenie o dinozaurach wpłynęły rysunki Charlesa Knighta. Bo Charles Knight, urodzony w drugiej połowie XIX wieku utalentowany ilustrator i paleontolog badający odkopane kości dinozaurów, bazując na odnalezionych szkieletach, stworzył tak świetne przedstawienia dinozaurów, że po dziś dzień, mówiąc o tych potężnych stworzeniach, wyobrażamy sobie ogromne jaszczurki, choć prawdę powiedziawszy, dinozaury bardziej przypominały olbrzymie kury...





Tak **Charles Knight** malował dinozaury na podstawie kilku znalezionych kości. Nikt nie widział wtedy skóry dinozaura. Knight założył, że dinozaury wyglądały jak duże jaszczurki, i już tak zostało. Dopiero teraz naukowcy starają się to odwrócić i dowieść, że większość dinozaurów była pokryta piórami i wyglądała bardziej jak koguty.



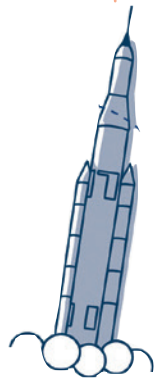
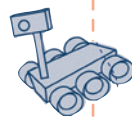
Jakieś pół roku po tym, jak Liz dołączyła do naszej ekipy, do mojego biura wpadł doktor W., wybitny znawca komet, i poirytowanym głosem powiedział:

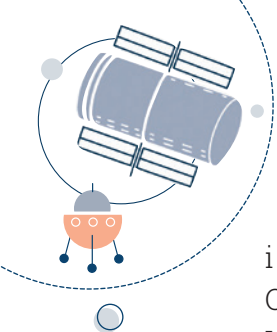
– Art, wiem, że chciałbyś, żeby kometa wyglądała ekscytująco i żeby wszyscy, którzy zobaczą rysunki, cieszyli się na finał misji tak jak my, ale ty i Liz wprowadzacie ludzi w błąd! Przecież ta kometa będzie wyglądała po prostu jak pomalowana na czarno piłka do koszykówki!

Przyszan, że nieco się wystraszyłem. Co, jeśli doktor W. miał rację i zanadto puściliśmy wodze wyobraźni? Jeśli tak bardzo chcieliśmy dzielić radość z lądowania na komecie z innymi, że troszkę zapomnieliśmy, że najważniejsza jest prawda naukowa? Długo nie dawało mi to spokoju. Aż do dnia, gdy sonda Rosetta zbliżyła się do komety



Liz Barrios de la Torre na balkonie przy swoim studiu w JPL. Liz, zatrudniona do misji Rosetta jako ilustratorka, po jakimś czasie zdecydowała, że do swoich studiów artystycznych doda magisterium techniczne w Massachusetts Institute of Technology (MIT) koło Bostonu. W 2020 roku skończyła studia i wróciła do JPL. Bardzo chciałbym znów z nią pracować, bo ma niesamowite pomysły.

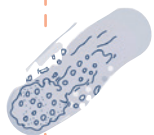




i przesłała nam pierwsze zbliżenia 67P. I wiecie co? Okazało się, że ilustracje były trafione w dziesiątkę! Liz świetnie sobie poradziła z zadaniem i jedynie na podstawie przemyśleń naukowców stworzyła rysunki, dzięki którym mogliśmy zobaczyć, jak wygląda kometą oddalona od Słońca nawet 850 milionów kilometrów! Od tamtej pory artyści i projektanci na stałe goszczą w naszych zespołach. Dali nam zastrzyk kreatywności i nowy, niesłychanie cenny punkt widzenia, a przede wszystkim nauczyli nas, że aby dobrze wykonać powierzone zadanie, należy sięgać do najróżniejszych źródeł i korzystać z wiedzy i umiejętności ludzi, którzy na pozór nie mają niczego wspólnego z badaniami kosmosu.

Liz nadal pracuje dla NASA. Właśnie projektuje wygodniejsze od obecnych skafandry kosmiczne oraz buduje łazik marsjański, który nie ma kół, a porusza się poprzez składanie i rozkładanie, zupełnie jak papierowa figurka origami.

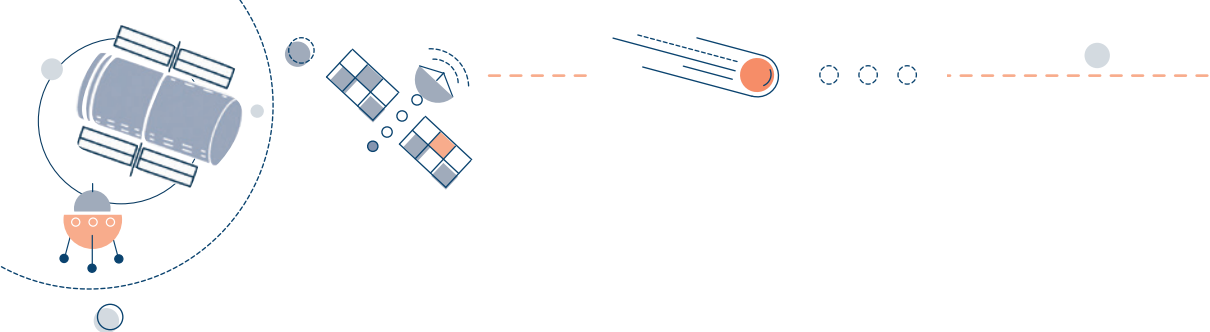
Dlatego jeśli fizyka i matematyka nie są twoimi najmocniejszymi stronami, nie ma powodów do obaw. Bo może się okazać, że przysłużysz się nauce i badaniu kosmosu, zajmując się dyscypliną z pozoru niemającą z kosmosem nic wspólnego. Wystarczy pokombinować!





Oto ilustracja lądowania Philae na kometcie 67P autorstwa Liz.

Gdy powstawała, sonda Rosetta była oddalona od komety o miliony kilometrów i nikt nie wiedział, jak naprawdę wygląda powierzchnia 67P. Gdybyśmy wtedy poszukali rysunku powierzchni komety w Google, znaleźlibyśmy ilustracje przedstawiające gładkie lodowe połacie. Po rozmowach z naukowcami Liz zdecydowała, że powierzchnia nie będzie lodowata, ale bardzo ciemna, pokryta czymś w rodzaju pyłu węglowego, z wieloma skarpami i kraterami. Była to wizja niezwykle kontrowersyjna i niektórym naukowcom nie podobała się ta ilustracja.

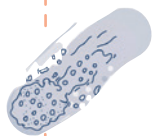


Zanim zaczniemy się zastanawiać, jak wygląda kosmita, musimy odpowiedzieć na podstawowe pytanie: czy w ogóle istnieją jacyś kosmici? Czy w tym ogromnym, niezmierzonym kosmosie jest jeszcze jakieś życie poza tym, które narodziło się na Ziemi?

Nawet sobie nie wyobrażasz, jak często muszę rozmawiać o kosmitach. Gdy tylko ktoś, z kim się spotykam, słyszy, że pracuję w NASA, od razu chce się dowiedzieć, czy w kosmosie rozwinęło się życie, czy gdzieś ukształtowała się obca cywilizacja.

Przyznam, że nie widzę żadnego, nawet najmniejszego powodu, dla którego życie miałoby się rozwinąć tylko na Ziemi. Wcale nie jesteśmy wyjątkowi i idę o zakład, że kiedyś natrafimy zarówno na proste formy życia, takie jak bakterie, jak i te złożone, jak rozumne istoty.

A dlaczego do tej pory nie zetknęliśmy się z żadną cywilizacją, nie widzieliśmy latających nad naszymi głowami statków kosmicznych, a na Ziemi nie wylądowała żadna sonda przysłana przez mieszkańców obcej planety? Ponieważ kosmos jest olbrzymi, a nam udało się

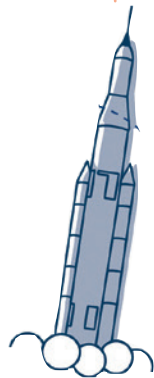
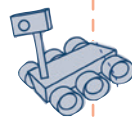


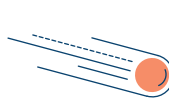
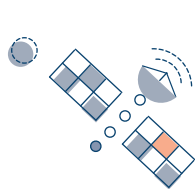
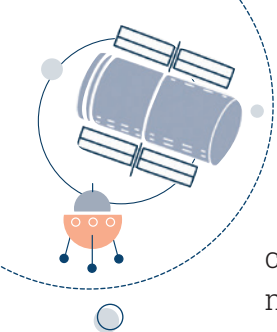
zbadać ledwie jego małą, wręcz tycią część. Gdyby porównać kosmos do oceanu, to zdołaliśmy zaledwie zaczerpnąć z niego szklanę wody. Twierdzenie, że nie ma obcych cywilizacji, jest jak patrzenie na tę szklanę wody i mówienie: nie wierzę w istnienie wielorybów, przecież żadnego tu nie ma!

Tymczasem kosmos jest naprawdę olbrzymi. Tylko w naszej Galaktyce istnieje ponad 100 miliardów gwiazd, a planet orbitujących wokół tych gwiazd może być kilkadziesiąt razy więcej. Pamiętajmy przy tym, że nasza Galaktyka jest jedną spośród miliardów galaktyk w całym niezmiernym wszechświecie. Kiedyś do JPL często przyjeżdżał z odczytami pewien mądry astronom Carl Sagan. Pewnego razu powiedział, że w kosmosie jest więcej gwiazd niż ziaren piasku na wszystkich plażach na Ziemi.

Kiedy będziesz na plaży, weź do ręki garść piasku. Ile ziaren może tam być? Tysiąc? Pięć tysięcy? Więcej? A teraz rozejrzyj się wokół, zauważ, jak ogromna jest plaża, i pomyśl, ile takich plaż musi być na świecie i ile tworzy je ziaren piasku. Kosmos jest właśnie taki wielki. A nawet jeszcze większy.

Ludzie zawsze chcieli uważać, że odgrywają szczególną rolę w kosmicznej układance, że jesteśmy wyjątkowi i jedyni. Kiedyś nawet sądzono, że Ziemia jest samym





centrum wszechświata, a kto tak nie uważał, musiał się mylić. Ale 500 lat temu pojawił się pewien astronom z Torunia – pewnie wiesz, jak się nazywał. Stwierdził, że to Słońce, nasza gwiazda, mieści się pośrodku, a pla-

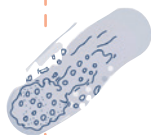
Tylko w naszej Galaktyce

istnieje ponad 100 miliardów gwiazd, a planet orbitujących wokół tych gwiazd może być kilkadziesiąt razy więcej. Pamiętajmy przy tym, że nasza Galaktyka jest jedną spośród miliardów galaktyk w całym niezmiernym wszechświecie.

nety, w tym Ziemia, krążą po jego orbitach. Później pojawili się kolejni astronomowie, którzy nie tylko potwierdzili, że Ziemia nie leży w centrum świata, ale w dodatku zaobserwowali i wyliczyli, że nasz Układ Słoneczny jest zaledwie jednym z milionów takich układów w naszej Galaktyce, czyli Drodze Mlecznej. Jeszcze później okazało

się, że nasza Galaktyka wcale nie jest jedyna, bo takich skupisk są kolejne miliardy. I spośród tych miliardów miejsc tylko tutaj miałyby narodzić się życie?

Ostatnia szansa dowiedzenia naszej wyjątkowości: życie istnieje wyłącznie na Ziemi, bo tylko tutaj są oceany. W dodatku nasza planeta otoczona jest atmosferą, z której czerpiemy tlen i która sprawia, że temperatura na Ziemi utrzymuje się na poziomie sprzyjającym rozwojowi różnych form życia. Ziemia ma też pole magnetyczne, które chroni nas przed skutkami promieniowania kosmicznego. No i znajduje się w takiej

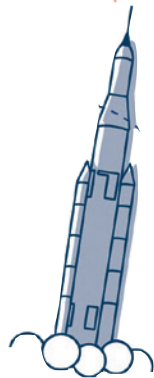
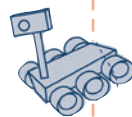


odległości od Słońca, że nie jest nam ani za ciepło, ani za zimno. Jak nic jesteśmy unikatowi!

A guzik, wcale nie jesteśmy. Niemal codziennie, dzięki zdjęciom wykonywanym przez kosmiczne i ziemskie teleskopy, odnajdujemy nowe planety spoza Układu Słonecznego. W JPL mamy specjalną tablicę elektroniczną pokazującą, ile takich planet udało się już odkryć. I wierz mi, cyfry przeskakują na niej naprawdę szybko. Pokazuje nawet liczbę planet mieszczących się w tak zwanej ekosferze, czyli mających właściwości podobne do ziemskich (ostatnio było ich 26). Nie ma powodów, dla których nie mogłoby tam powstać życie.



Na tę tablicę patrzę codziennie, gdy wjeżdżam windą do głównego budynku. Cyfry się zmieniają, w miarę jak zostają odkryte planety krążące wokół innych gwiazd niż Słońce. Widać, że to stare zdjęcie, bo **pokazuje 3774 planety**, a w momencie pisania tej książki, to jest w maju 2020 roku, jest tych planet już **4260**. Na 26 spośród nich panują warunki podobne do tych na Ziemi i tam potencjalnie może istnieć życie.



„Wystarczy pokombinować!”

– Artur B. Chmielewski, inżynier NASA



Czy w kosmosie można pompować balony? Jak wylądować na komecie, a jak przetrwać rok w temperaturze 460 stopni Celjusza? Czy pszczoły i pająki mogą pomóc w rozwiązywaniu problemów centrum dowodzenia lotami kosmicznymi NASA? I co Indianie mają z tym wspólnego?

Wybierz się w niezwykłą podróż z synem **Papcia Chmiela, Arturem B. Chmielewskim**, który zaprasza na podbój kosmosu. W dzieciństwie marzył o budowaniu statków kosmicznych, a teraz pracuje w jednym z centrów NASA jako kosmiczny inżynier!

W książce opowiada o najważniejszych kosmicznych projektach, o których nigdzie indziej nie przeczytasz! Zobacz, jak rozwiązuje się problemy **w stylu NASA**. Uwierz w siebie – ty też potrafisz! **Wystarczy pokombinować**, bo nauka jest megaciekawa.

Wyląduj z Arturem na Marsie, odszukajcie zagubiony lądownik i zastanówcie się, jak może wyglądać mieszkaniowiec planety Proxima Centauri b.

Kosmiczne wyzwania już na ciebie czekają!

Ewelina Zambrzycka-Kościelnicka – dziennikarka i redaktorka zajmująca się tematyką popularnonaukową. Związana m.in. z Centrum Badań Kosmicznych Polskiej Akademii Nauk. Współautorka książki *Człowiek. Istota kosmiczna*.

9+

E-book dostępny na
woblink.com

znak.com.pl
KSIĄŻKI Z DOBREJ STRONY

ISBN 978-83-240-5230-1



Cena 44,99 zł