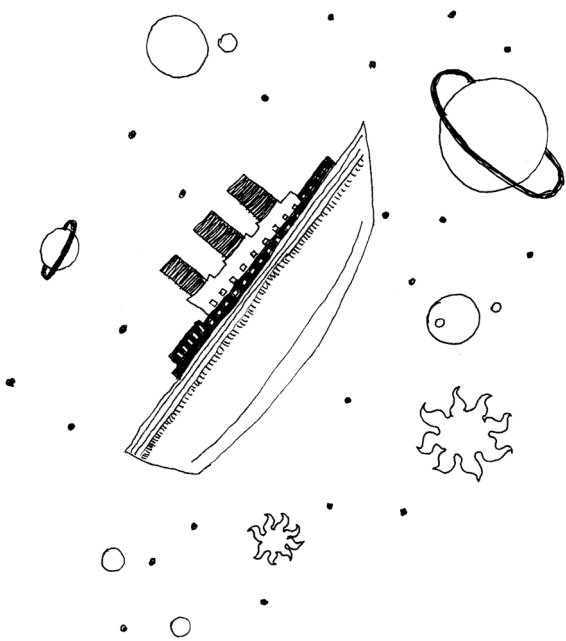


# 5

# mała delta

## Opowieści o podróżach w Kosmos

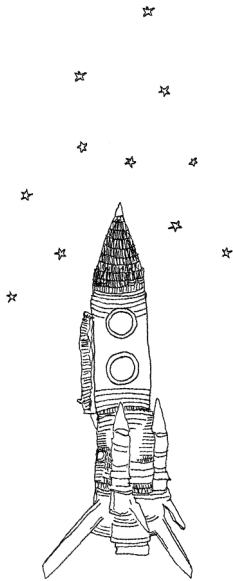


(...) W ciągu następnych dni pochłonęła Pirxa matematyka. Za każdym nowym włączeniem stos grzał się coraz bardziej, zarazem jego wydajność malała. Świadczył o tym wzrastający wolno, lecz nieubłaganie przeciek radioaktywny. Skomplikowanym rachunkiem starał się wydozować czasy napędu i chłodzenia, podczas przestojów reaktora przerzucał cyrkulację mroźnego płynu z burtowych ładowni w głąb rufowych, gdzie panowała iście tropikalna temperatura. To lawirowanie między sprzecznymi wielkościami wymagało cierpliwości – przesiadywał przy Kalkulatorze, szukając metodą prób i błędów najlepszego rozwiązania. W rezultacie przebyli czterdzieści trzy miliony kilometrów ze znikomym opóźnieniem. Wylączając reaktor, który miał stygnąć aż do lądowania, Pirx odetchnął skrycie. Jedną z osobliwości dowodzenia starym frachtowcem było to, że widywał gwiazdy daleko rzadziej aniżeli na Ziemi. Nie był ich zresztą ciekaw – nawet czerwonej jak miedziak tarczki Marsa; wystarczyły mu kursowe wykresy. (...)

Stanisław Lem, „Terminus”

Pirx, w przeciwieństwie do dominującego w świecie science fiction osiłka, zmagającego się przeważnie ze zwykłymi problemami dnia codziennego: złośliwym egzaminem, nudnym stażem w bazie księżycowej, niekompetentną załogą, rozlatującym się statkiem, niedotrzymującymi terminów armatorami. W trakcie kariery los daje mu szansę otarcia się o Nieznane części, niżby sobie tego zapewne życzył; z opresji zwykle ratuje go refleks („Test”), zdrowy rozsądek („Patrol”), łut szczęścia („Polowanie”), nieszablonowe myślenie („Rozprawa”), bądź wszystkie powyższe.

Któż nie chciałby być jak Pirx? Osadzona w bliskiej przyszłości (XXI, XXII wiek?) opowieść w stylu retro o przygodach pilota statków międzyplanetarnych rozwija wyobraźnię kolejnego pokolenia. Szczególnie interesujący jest opis technologii, z której korzysta Pirx. Wielotonowe, przepastne, poruszane tradycyjną technologią odrzutową statki przywodzą na myśl żaglowce opisywane przez Josepha Conrada, i taki jest też klimat trwającej tygodniami międzyplanetarnej żeglugi (obecnie wysłanie sondy na Marsa zajmuje 150–250 dni, w zależności od położenia planet). Czy podobnie będzie wyglądał nasz świat, w którym niezbędne surowce będą wydobywane z krążących wokół Słońca asteroid, a wczasy będą spędzane na luksusowych kosmicznych liniowcach bądź na Marsie?



Voyager I niesie na swym pokładzie przesłanie do innych cywilizacji – płytę z nagraniami ziemskich dźwięków i obrazów (sonda nie została wycelowana w kierunku konkretnej gwiazdy, jednak najbliższej jakiejś gwiazdy – nie licząc Słońca – znajdzie się za około 40 tys. lat, gdy będzie w odległości 1,5 roku świetlnego od czerwonego karła Gliese 445).



#### Rozwiązanie zadania F 831.

Jeżeli na ciało działa siła, która nie jest równoległa do jego prędkości, ciało skręca w stronę wskazywaną przez zwrot siłowej siły prostopadłej do kierunku ruchu. Jeżeli rozważany w zadaniu „trójkąt” miałby nie być wypukły, byłoby to spowodowane silniejszym przyciągnięciem Księżyca przez Ziemię (siłą  $F_{ZK}$ ) niż przez Słońce (siłą  $F_{SK}$ ) w punktach, dla których Księżyc znajduje się między Ziemią a Słońcem. Tymczasem w punktach, w których Księżyc znajduje się najbliżej Słońca, stosunek tych sił przyciągania wynosi

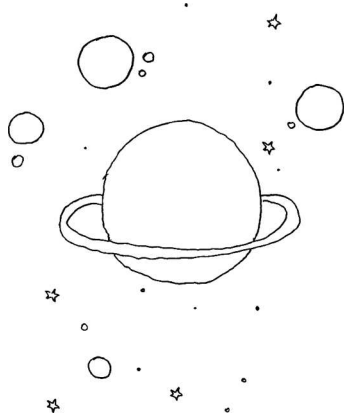
$$\frac{F_{SK}}{F_{ZK}} = \frac{M_S R_{ZK}^2}{M_Z (R_{ZS} - R_{ZK})^2} = 2,205.$$

Czynnik  $R_{ZK}$  w mianowniku jest zaniębny w porównaniu z  $R_{ZS}$ , toteż wypadkowa sił działających na Księżyc jest stale skierowana w stronę Słońca. Oznacza to, że Księżyc stale skręca w stronę Słońca i rozważany w zadaniu „trójkąt” jest zawsze wypukły.

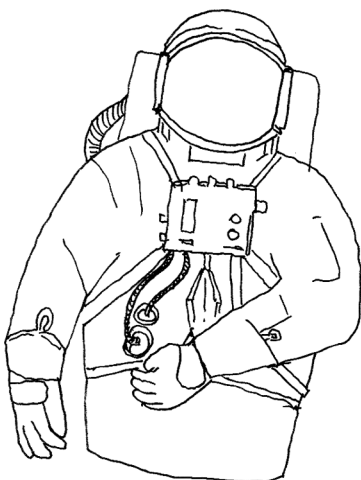
Obecnie, praktycznie na naszych oczach, dokonuje się ekonomiczna rewolucja przejścia przestrzeni kosmicznej z rąk państw przez sektor prywatnych inwestorów. Firma SpaceX (*Space Exploration Technologies Corporation*) wysłała w poprzednim roku kapsułę Dragon do Międzynarodowej Stacji Kosmicznej, używając własnej rakiety nośnej Falcon 9, a na rok 2013 zapowiada umieszczenie w przestrzeni kosmicznej pierwszego prywatnego geostacjonarnego satelity. Kolejna firma, Planetary Resources, ogłasza swoje plany dotyczące eksploracji przelatujących blisko Ziemi asteroidów; celem jest poszukiwanie i wydobywanie cennych surowców. W tym samym czasie NASA przeżywa ciężkie chwile; po wycofaniu z lotów ostatniego wysłużonego wahadłowca Amerykanie muszą korzystać z pomocy Rosji w zaopatrywaniu Międzynarodowej Stacji Kosmicznej, a budżet agencji jest z roku na rok zmniejszany. Dodatkowo, dynamicznie rozwijające się Chiny i Indie planują swoje własne misje kosmiczne (pierwszy taikonauta osiągnął granice Kosmosu w 2003 r.), stację orbitalną, a nawet stację badawczą na Księżycu! Czy data wyznaczona na 2025 rok jest realistyczna, czy nie – trudno powiedzieć, natomiast wiele wskazuje na to, że USA tracą pozycję lidera w kosmicznym wyścigu, a na erę powszechnych, *załogowych* lotów kosmicznych musimy jeszcze poczekać. Symbolicznie, w 2012 r., po trwającym 35 lat locie sonda Voyager I stała się pierwszym wykonanym ludzką ręką przedmiotem na granicy Układu Słonecznego (bardzo daleko, a jednocześnie bardzo blisko w kosmicznej skali odległości – 5 godzin świetlnych). Za Voyagerem podąża próbnik New Horizons, którego celem jest zbadanie w 2015 r. karłowatej planety – Plutona, obiektów z pasa Kuipera, a później obszarów poza Układem Słonecznym.

Głównym problemem trapiącym projektantów międzygwiazdnych podróży jest wydajne źródło napędu. Obecnie stosuje się kombinacje różnych metod, spalania mieszaniny gazów lub paliwa stałego. W latach 60. i 70., a więc w czasie, gdy powstawały „Opowieści o pilocie Pirxie”, napędem przyszłości była energia jądrowa. Wśród proponowanych projektów pojazdów międzyplanetarnych i międzygwiazdnych wyróżnia się idea silnika statku kosmicznego Orion, zaproponowana przez Stanisława Ulama w 1946 r., a rozwijana w latach 60. przez m.in. Freemana Dysona. Pomysł polega na serii kontrolowanych wybuchów jądrowych zapewniających odrzut. Masa takiego statku byłaby ogromna: od kilku tysięcy ton w Układzie Słonecznym, do milionów ton w przypadku podróży między gwiazdami, kiedy to statek byłby jednocześnie autonomicznie funkcjonującym miastem (przypuszczalnie w kształcie obwarzanka, który obracając się wokół osi, zapewniałby sztuczną grawitację; zob. także „Opowiadanie Pirxa”). Nie wspominając już o problemach z finansowaniem takiego projektu, rozwój jądrowego napędu odrzutowego został zahamowany przez traktat o ograniczeniu (1963 r.) i całkowitym zakazie (1996 r.) prób z eksplozjami jądrowymi. Inne, powstałe w drugiej połowie XX w. pomysły nosiły nazwy Dedalus (termojądrowy napęd w bezałogowym próbniku, który według obliczeń powinien dotrzeć do gwiazdy Barnarda, znajdującej się w odległości 5,9 lat świetlnych, w około 50 lat) i Walkyria (energia dostarczana w procesie anihilacji antymaterii).

Energię jądrową zamierzano wykorzystać również w projekcie Prometheus (2003–2005 r.), w którym reaktor jądrowy służyłby do wytwarzania elektryczności potrzebnej do zasilania *silników jonowych*. Mini-reaktor służyłby do wytwarzania pola elektrostatycznego bądź elektromagnetycznego, które z kolei rozpędza jony (zwykle rtęci lub ksenonu), powodując odrzut.



[1] *Classical and Quantum Gravity* 11 (1994), no. 5, L73–L77.



Silnik jonowy może działać dłużej niż tradycyjne silniki na paliwo stałe i mimo mniejszego odrzutu może rozpędzić statek do większych prędkości. Elektrostatyczny silnik jonowy NSTAR wykorzystano w sondzie Deep Space I, wysłanej do badania asteroidy Braille’a i komety Borrellyego, natomiast z silników następnej generacji korzysta sonda Dawn, badająca planetoidy Vesta i Ceres.

Inną metodą, która ma szansę sprawdzić się głównie blisko gwiazd, jest *żagiel słoneczny*. Żagiel słoneczny działa podobnie do zwykłego żagla – siłą napędową jest ciśnienie promieniowania oraz energetycznych cząstek i gazu. Pierwszym satelitą stosującym tę technologię jest japoński żaglo-latawiec, nazwany – nomen-omen – IKAROS (*Interplanetary Kite-craft Accelerated by Radiation Of the Sun*). IKAROS przeleciał w 2010 r. obok Wenus, a obecnie żegluje po przeciwnej do Ziemi stronie Słońca.

Puszczając wodze fantazji, możemy zastanowić się, co byłoby, gdybyśmy dysponowali nieskończonym źródłem energii – praktycznym ograniczeniem byłyby wtedy jedynie prawa fizyki. Wymyślony przez Miguela Alcubierrego (1994 r.) sposób przemieszczania się [1], porównywany do znanego z serialu „Star Trek” napędu *warp*, polega na umiejętnym zakrzywianiu przestrzeni wokół statku. W teorii zakrzywienie czasoprzestrzeni umożliwiłoby podróż z prędkością większą od prędkości światła! Znajdujący się wewnątrz czasoprzestrzennego bąbla statek „kurczy” przestrzeń przed sobą, a „rozciąga” za sobą, przesuując się w ten sposób w kierunku celu i nie odczuwając w żaden sposób ogromnych przyspieszeń (przestrzeń wewnątrz bąbla jest płaska). Zasilanie tego typu statku wymaga niezwykle efektywnego źródła energii, być może pochodzącej z anihilacji egzotycznej materii. Wśród innych problemów rozważanych przez teoretyków jest zabójcze dla załogi promieniowanie Hawkinga, powstające na krawędzi bąbla, trudności w sterowaniu oraz niszczycielska dla wszystkiego wokół destrukcja po dotarciu na miejsce.

Pozostaje jednak mieć nadzieję, że gdy ludzkość osiągnie dostatecznie wysoki poziom rozwoju technologicznego, upora się z tymi wszystkimi problemami, a wielomiesięczne podróże między planetami (wielopokoleniowe między najbliższymi gwiazdami!) staną się atrakcyjną formą wypoczynku – o walce z nudą, brakiem grawitacji i promieniowaniem kosmicznym będziemy wtedy czytać już tylko w science fiction w stylu Lema.

*Małą Deltę przygotował Michał BEJGER*



Dwuwymiarowa wizualizacja skrzywionej czasoprzestrzeni napędu *warp*.