



## dr hab. Michał Kracik

Projektant wzornictwa, adiunkt na Wydziale Form Przemysłowych Akademii Sztuk Pięknych w Krakowie, współzałożyciel firmy projektowej EXEON. Jest pasjonatem eksploracji kosmosu.

# 4 Poza horyzont zdarzeń

eksploracja kosmosu

środowiska ekstremalne

kosmos

nowe obszary w projektowaniu

W naszym doświadczeniu, opartym na wiedzy, że Ziemia jest okrągła – horyzont pozostaje obietnicą. Nie możemy dostrzec, co za nim się znajduje, ale wystarczy udać się w jego kierunku, by to, co przed chwilą było niewidoczne, się ujawniło. Mimo swojej aury tajemniczości horyzont jest dostępny, bliski, niemal znajomy. W fizyce horyzont zdarzeń przez lata był postrzegany jako ostateczna granica, spoza której nie ma powrotu. Promieniowanie Hawkinga i paradoks związany z utratą informacji<sup>1</sup> rzucają nowe światło na interpretację tego zjawiska. Mimo nieustannych prób opisanie matematycznego horyzont zdarzeń i to, co za nim, na razie pozostają w fizyce absolutną tajemnicą.

## Względność czasu

W szczególnej teorii względności Einstein wprowadził pojęcie dylatacji czasu<sup>2</sup> – czyli zjawiska różnic w pomiarze czasu dokonywanym w dwóch różnych układach odniesienia. Z punktu widzenia naszej percepcji czasu ciekawsze wydaje się zjawisko grawitacyjnej dylatacji czasu opisane w ogólnej teorii względności. Jest ono o tyle interesujące, że dla żyjących na planecie orbitującej wokół silnego pola grawitacyjnego, na przykład czarnej dziury, czas będzie płynął znacznie wolniej od naszego ziemskiego. Mimo że jesteśmy w stanie od strony teorii wyjaśnić to zjawisko, trudno nam je przyswoić na poziomie doświadczenia. Ciekawie te zagadnienia ilustruje film *Interstellar* (reż. Christopher Nolan, 2014), prezentując efekty grawitacyjnej dylatacji czasu z perspektywy bezpośredniego obserwatora. Skoro wspomniałem o kinowej próbie pokazania natury czasu, warto wspomnieć też film – *Nowy początek* (reż. Denis Villeneuve, 2016). To nietypowa odmiana science fiction – zamiast skupiać się na historii fabularnej i przedstawianiu kolejnej wizji istot pozaziemskich, próbuje tłumaczyć nieliniowe doświadczenie czasu obcych, wynikające z możliwości kontrolowania pola grawitacyjnego

i wyrażające się w nielinearności języka, którym się porozumiewają. Logika tej zależności wydaje się fascynująca.

Przyszłość powinna być nam, dizajnerom, szczególnie bliska, bo z założenia w niej się poruszamy, w każdym działaniu odnosimy się do niej, każdy proces projektowy zaczyna się od niewiadomej, w koncepcji pojawia się obietnica, a w realizacji przyszłość staje się teraźniejszością. Relacja projektanta z przyszłością powinna mieć wręcz intymny charakter.

Tym, co fascynuje mnie w relacjach nauki i projektowania, jest doświadczenie otaczającej rzeczywistości, trójwymiarowej przestrzeni oraz czasu, warunków fizycznych, przebiegu procesów ewolucji. To, jak ten zbiór stałych i zmiennych wpływa na naszą kreatywność, jak wyznacza sposób myślenia projektantów. Konsekwencją tych refleksji może być wiele pytań: czy jesteśmy w stanie projektować przyszłość w warunkach innych niż te, które znamy, które są w nas biologicznie zakodowane? Czy w ogóle jesteśmy w stanie projektować przyszłość?

Patrząc wstecz, można odnieść wrażenie, że rozwój technologii, ze wszystkimi jego współczesnymi zdobyczami i potencjałem dalszego postępu, jest realizacją wizjonerskiej narracji z przeszłości. Niedawno natknąłem się na krótki artykuł o Stanisławie Lemie w „New Scientist”<sup>3</sup>. Simon Ings w kilku akapitach wskazuje na wyjątkowość przewidywań polskiego pisarza na tle innych gigantów literatury science fiction. Źródło skuteczność widzi w głębokim zrozumieniu ścisłego związku rozwoju społecznego i technologicznego. W przeciwieństwie do mainstreamu całą uwagę skupiającego na technologii i do jej wyolbrzymionych możliwości dopasowującego użytkownika.

Ciekawe wydaje się w tym kontekście pytanie, na ile przyszłość jest inspirowana lub projektowana w przeszłości. Czy pomysł opracowania Warp Drive (Laboratorium NASA Eagleworks pod kierunkiem dr. Harolda „Sonny’ego” White’a)<sup>4</sup> został zainspirowany przez scenarzystów serialu *Star Trek*? W jakim stopniu są to projekty przyszłości, które w odpowiednim czasie ktoś opracował, skonstruował, przetestował, by stały się teraźniejszością. Gdyby udało nam się znaleźć związek między wizją i późniejszą cudzą realizacją, nasza praca jako projektantów miałaby szansę zyskać zupełnie inny wymiar, ale też wiązałaby się z większą odpowiedzialnością. Jeżeli istnieje taka relacja, pojawia się pytanie, czy możemy świadomie wykorzystywać ją w projektowaniu, łącznie z uwzględnieniem skutków tego, co proponujemy. Można by próbować badać to zjawisko, szukać źródeł inspiracji, zależności itp. Może nawet wypracować narzędzia wspomagające taki proces. Jako kontrargument do moich przypuszczeń nadaje się niezliczona ilość przykładów wizjonerów, którzy nie doczekali się realizacji swoich pomysłów. Przynajmniej na razie.

## Studiowanie przyszłości

Futurologia stara się opisać prawdopodobne scenariusze przyszłości, bazując na analizie historii i teraźniejszości. Próbuje szukać obserwowalnych prawidłowości, relacji przyczynowo-skutkowych, aby na ich podstawie budować prawdopodobne wizje przyszłości, określać trendy i możliwe scenariusze wydarzeń. Najczęściej traktowana jest jako część działu nauk społecznych. Niektórzy nazywają ją socjologią przyszłości, a czasem nawet historią przyszłości. Wspomniany wcześniej Stanisław Lem był wybitnym futurologiem. Wbrew panującemu przekonaniu dziedzina ta nie jest wróżeniem z fusów i ma własną metodologię<sup>5</sup>, niemniej jednak nawet w środowisku naukowym spotyka się ze sporym krytycyzmem, gdyż podstawy, na jakich bazuje, są znacznie mniej solidne niż w naukach ścisłych czy nawet innych naukach społecznych.

Możemy odnaleźć pewne podobieństwa dizajnu do futurologii. Projektanci analizują zjawiska społeczne, istniejące rozwiązania, użytkowników i ich nawyki, wyciągają wnioski, tworzą przyszłe scenariusze, rozpoznają trendy, przedstawiają alternatywne koncepcje. Dodatkowo, jako dziedziny interdyscyplinarne, futurologia i projektowanie mają sporo przenikających się obszarów. Szczególnie w zakresie metodologii nastąpiło wiele zapożyczeń w obu kierunkach. Projektanci chętnie wykorzystują metody scenariuszowe, przewidywanie trendów czy zbiór metod zwany futures research. Z kolei futurologia chętnie korzysta z myślenia projektowego, szybkiego prototypowania czy metod etnograficznych.

Wybitnymi przedstawicielami działającymi na pograniczu dizajnu i futurologii byli między innymi Buckminster Fuller i utopista Jacque Fresco.

W naukach ścisłych występuje pojęcie educated guess – odnoszące się do przewidywań opartych na wiedzy i doświadczeniu.

Powszechny stosunek do przyszłości wydaje się paradoksalnie krótkowzroczny. W książce *Człowiek i błędy ewolucji* Nathan Lents stwierdza, że ewolucja ukształtowała nas w sposób umożliwiający planowanie na jedno, ewentualnie dwa pokolenia do przodu. Jako gatunek społeczny jesteśmy w stanie szerzej rozumieć kontekst naszej egzystencji, jednak tylko do pewnych znajomych nam granic. Najczęściej w obrębie rodziny, czasem szerzej, z uwzględnieniem narodu czy rasy. Ewolucja sprawiła, że jesteśmy zdolni do miłości rodzicielskiej, ale też do nienawiści do tego, co obce<sup>6</sup>. Według Lentsa wszystko wskazuje na to, że „produkty” doboru naturalnego nie planują długoterminowo.

## Kosmiczna przyszłość

Na pewno skupienie się na konkretnych obszarach, dziedzinach nauki, czy technologii sprawia, że można przewidywać ich rozwój i przyszłość z większym prawdopodobieństwem. Niestety, nic nie funkcjonuje w próżni. Wzajemne interakcje i zależności, kontekst polityczny, społeczny, ekonomiczny mogą te wszystkie prognozy przewrócić do góry nogami. Teoretycznie podbój kosmosu – wypełnionego, nomen omen, próżnią i niemal dziewiczego – powinien być łatwiejszy do przewidzenia. Czy jednak jest tak na pewno?

### **Pytania natury filozoficznej**

Jednym z pierwszych adwokatów konieczności opuszczenia Ziemi przez ludzi w celu budowania cywilizacji multiplanetarnej był wybitny naukowiec i pionier technologii raketowych Konstantin Ciołkowski, który już w liście z 1911 roku pisał: „Ziemia jest kolebką ludzkości, ale nie da się bez końca żyć w kołysce”<sup>7</sup>.

Odkąd ludzie wylądowali na Księżycu, a eksploracja kosmosu – czasem zbyt odważnie zwana kolonizacją – zaczęła coraz częściej pojawiać się w debacie publicznej, powstało wiele opracowań, analiz dotyczących celowości podejmowania takich działań.

Od początku oprócz rozważań praktycznych towarzyszą tym analizom refleksje natury filozoficznej – czy mamy jako gatunek obowiązek dążyć do zagwarantowania swojego przetrwania?<sup>8</sup> A jeżeli tak, to kto ma o tym decydować (rządy, filozofowie, przywódcy religijni)? Czy powinno się takie decyzje podejmować w sposób demokratyczny, bazując na badaniu opinii publicznej? Toczący się spór nie wyłonił jednoznacznej odpowiedzi, a spektrum argumentacji jest bardzo szerokie<sup>9</sup>.

### **Pytania natury praktycznej**

Bardzo upraszczając, mamy kilka możliwych scenariuszy. Pierwszy: liczymy, że sprawy niekorzystnych zjawisk globalnych same jakoś kiedyś się uregulują. To scenariusz, dla którego trudno znaleźć sensowne uzasadnienie. Odpowiada on jednostkom dążącym do dobrobytu w krótkim okresie ich życia, bez myślenia o przyszłych pokoleniach (patrz polityka Donalda Trumpa). Drugi scenariusz zakłada skupienie się na ratowaniu Ziemi i budowie zrównoważonego globalnego społeczeństwa. Nastąpić miałyby rezygnacja z drogich i ryzykownych działań związanych z eksploracją kosmosu, a kiedy naprawa ekologiczna się powiedzie, to nastąpi czas, by rozejrzeć się za potencjalnymi kierunkami ekspansji. Trzeci scenariusz przewiduje podjęcie wysiłku rozwoju technologii, która pozwoli stopniowo oddalać się od Ziemi.

W dyskusjach naukowych często pojawia się jeszcze jeden dylemat – czy jako ludzie, nieprzystosowani do warunków pozaziemskich, nie powinniśmy wysłać robotów? To popularny argument w kontekście błyskawicznego rozwoju technologii. Obecność Robonauta na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej jest przykładem podejścia zakładającego współpracę ludzi i robotów w eksploracji. Adwokaci ludzkiej obecności w kosmosie odwołują się do naszej unikalnej wrażliwości w percepcji świata i kreatywności w obliczu nieprzewidywalnych sytuacji towarzyszących odkrywaniu nieznanymi światów. Równocześnie podkreślają potencjalną wartość wspólnoty społecznego odbioru dokonań w tym obszarze, odwołując się do nastrojów towarzyszących pierwszemu lądowaniu na Księżycu.

### **Percepcja społeczna**

Cały wysiłek włożony w program Apollo motywowany był politycznie – chęć ocalenia cywilizacji wydaje się trochę ważniejsza, ale jakoś trudniej nam za nią podążać, być może ze względu na konieczność współpracy międzynarodowej. Może też dlatego, że te zagrożenia są słabo widoczne w skali globalnej, bo nie umiemy sięgać dalej niż poza własne środowisko, rodzinę, bliskich. Losy anonimowych ludzi, szczególnie tych z przyszłości, często są nam obojętne. Niestety, również decydenci na ogół myślą o kosmosie jedynie w kontekście oszałamiających wizji przydatnych w kampaniach wyborczych.

### **Ekonomia kosmiczna**

Jak pokazało ostatnie 60 lat, trudno finansować tak ambitne przedsięwzięcia z budżetów instytucji naukowych. Rządy płacą, ale coraz mniej i przy każdej ich zmianie za co innego. Trudno w takich warunkach o długofalowe, konsekwentnie realizowane działania. Szczególnie międzynarodowe. Na szczęście nie jest aż tak źle. Rysuje się przed nami perspektywa ponownego kosmicznego wyścigu. W ostatnich dwóch latach odżyła idea powrotu na Księżyc, tym razem również z pobudek ekonomicznych<sup>10</sup>. Ważną rolę chcą odegrać Chińczycy (bezzałogowy Chang'e 4 wylądowała już na Srebrnym Globie). Izraelska organizacja non profit SpaceIL zaliczyła w tym roku nieudane lądowanie, Indie planują pod koniec 2019 roku lot lądownika Chandrayaan 2. Japonia zakłada lądowanie w przyszłym roku, Europejska Agencja Kosmiczna planuje zacząć wydobywać surowce księżycowe do 2025 roku, a Amerykanie w tym samym czasie chcą wrócić na Księżyc załogowo. Po pół wieku od ostatniego lądowania, którego 50. rocznicę będziemy obchodzić w lipcu tego roku, Księżyc znowu znajduje się w centrum zainteresowania.

Dzieje się tak również dlatego, że pojawiła się perspektywa ekonomii księżycowej<sup>11</sup>. Branża prywatna i agencje krajowe w nieodległej przyszłości planują wydobyć wodę i cenne surowce. Jest też turystyka kosmiczna,

choć istnieje cichy konsensus między naukowcami, że pomysł ten jest głupi i niepraktyczny.

NASA chciałaby ustanowić stałą obecność ludzi na Księżycu, używając raket wielokrotnego użytku i lądowników. W 2018 roku wybrała osiem firm jako partnerów do programu komercyjnego transportu księżycowego. Oprócz takich gigantów jak Lockheed Martin są wśród nich małe firmy dysponujące atrakcyjnymi z punktu widzenia NASA technologiami, takie jak Masten Space Systems. Sporo przedsiębiorstw rozwija systemy łązików do poruszania się po powierzchni Srebrnego Globu – na przykład Honeybee Robotics zajmuje się zbieraniem i analizą regolitu. Po co konkretnie tak bardzo chcemy wrócić na Księżyc? Okazuje się, że głównie po wodę. „Woda to ropa kosmosu” – twierdzi George Sowers, specjalista od zasobów kosmicznych z Colorado School of Mines.

Innym celem potencjalnej kosmicznej eksploracji jest pozyskiwanie szlachetnych metali z asteroidów. Od 2015 roku już kilka firm nimi zainteresowanych zdążyło powstać i upaść, gdyż jest to dużo trudniejsze wyzwanie niż pozyskiwanie wody i cennych surowców z Księżyca. Są też inne pomysły na komercjalizację obecności w przestrzeni kosmicznej (firma pogrzebowa Celestis czy Japońska marka napojów sportowych Pocari Sweat).

W kontekście działalności komercyjnej wątpliwości mogą budzić regulacje prawne. Ostatnie wiążące to Outer Space Treaty<sup>12</sup> z 1967 roku. Ale kosmiczne prawo to temat na odrębny artykuł.

Skoro przestrzeń kosmiczna roi się od wszelkich dóbr i tajemnic do odkrycia, czemu jest nas tam tak mało? Obecnie to tylko sześćosobowa załoga w Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. Częściowo przez problemy związane z fizjologią, grawitacją i promieniowaniem kosmicznym, które są poważnym zagrożeniem dla naszych organizmów<sup>13</sup>. Wiele instytucji naukowych, na czele z NASA, od lat pracuje nad sposobami łagodzenia skutków niekorzystnych zjawisk czy zapobiegania im. Biorąc jednak pod uwagę, że nasze ciało wcale nie jest ewolucyjnie idealnie przystosowane do życia na Ziemi, choćby ze względu na obecność niepotrzebnych kości czy mięśni<sup>14</sup>, a także na przykład choroby autoimmunologiczne, może okazać się, że życie na innych planetach nie będzie dużo bardziej uciążliwe.

## **Dizajn kosmiczny**

Ze względu na brak konkretów, jasnych oczekiwań, planów i wymagań trudno szukać wyraźnie określonego, specyficznego obszaru w projektowaniu, który odpowiadałby przyszłym potrzebom przemysłu kosmicznego i społeczności kosmicznej. Obecnie na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej ślady dizajnu są marginalne, powodem były między innymi oszczędności, ale też sam charakter pracy – naukowcy

na sześciomiesięcznych zmianach, z konkretną misją i celem. Surowe warunki bytowania są w ich sytuacji akceptowalne. Im dalej i dłużej, tym większe znaczenie dla funkcjonowania astronautów będzie miał charakter ich otoczenia.

Właściwie wszystko będzie do zaprojektowania. Zmiana jednego składnika środowiska pociąga łańcuch konsekwencji. Weźmy ten najbardziej spektakularny, który towarzyszy nam w ewolucyjnym rozwoju od samego początku – grawitację. Jej brak wiąże się z dużym ryzykiem. Przyjmijmy dwa realne scenariusze na najbliższą dekadę – naszą obecność na Księżycu i na Marsie. Te ciała niebieskie mają odpowiednio 16% i 38% odczuwalnego przyciągania ziemskiego. Niby abstrakcyjne wartości, ale może się okazać, że będą miały wpływ na każdy aspekt naszego codziennego życia.

Wiemy, że na Księżycu przy tak niskim poziomie grawitacji mamy problem z zachowaniem równowagi i musimy uczyć się chodzić, ale przecież percepcja przedmiotów i ich wagi także będzie przynajmniej na początku znacznie utrudniać nam funkcjonowanie w tej nowej rzeczywistości. Widząc kubek z kawą, nasz mózg jest w stanie ocenić, z jaką siłą i z jaką dynamiką unieść go do ust. Jeżeli okaże się, że waży sześć razy mniej, połowę kawy będziemy mieli na twarzy, a resztę na suficie. Ale to tylko jeden z wielu aspektów, które będziemy musieli rozwiązać projektowo – spanie, jedzenie, mycie, przemieszczanie się, do tego cały szereg psychospołecznych problemów życia w zamkniętej przestrzeni.

Do tej pory stosunkowo prężnie rozwija się dział architektury kosmicznej (są nawet studia o tej specjalności). Liczne konkursy pokazują zainteresowanie środowiska – coraz częściej powstają prototypy z wykorzystaniem technologii druku 3D, w której upatrujemy szansy na produkcję z surowców dostępnych na miejscu<sup>15</sup>.

Wzornictwo, choć obecne w kosmosie (Skylab oraz założenia i koncepcje Międzynarodowej Stacji Kosmicznej), nie dorobiło się jak na razie specyficznych metod działania i weryfikacji, procedur testowych itp. dla tego środowiska.

Stała baza na Księżycu lub Marsie wykreuje nowe potrzeby. Załogi będą wymagały innych specjalistów niż tylko naukowcy. To spowoduje, że życie w tych miejscach będzie coraz bardziej ludzkie, społeczne, wieloaspektowe. Ten proces da potencjał dla pracy projektantów. Ich obecność na miejscu stanie się w pewnym momencie niezbędna, aby mogli rozumieć warunki i potrzeby oraz móc projektować doświadczenia, zarówno osób pracujących poza Ziemią, jak i dla turystów.

Kiedy to nastąpi? Czy jest jeszcze za wcześnie na projektowanie, czy może już za późno? Jestem przekonany, że odpowiedź poznamy w nadchodzącym

dziesięcioleciu. A nawet jeśli się nie uda i zostaniemy w „ziemskiej kolebce”, jestem pewien, że projektując, wiele się nauczymy nie tylko o technologii, ale też o sobie, własnych doświadczeniach, o tym, jak ukształtowały nas miliony lat ewolucji. Przecież nie chodzi o to, aby odgadnąć przyszłość, by być pierwszym i zarobić najwięcej pieniędzy. Nawet nie o to, aby tę przyszłość zaprojektować, chodzi o to, abyśmy byli na nią lepiej przygotowani.

Lem kiedyś powiedział, że naszą gotowość do podboju przestrzeni pozaziemskiej można porównać do sytuacji człowieka pierwotnego, który odkrywając katapultę, uznał, że zaraz wyruszy w kosmos. W swojej niezwyklej mądrości doradzał cierpliwość, pokorę i abyśmy nieustannie się uczyli i rozwijali. Wszecławiat jest ogromny, a my dopiero zaczęliśmy go poznawać. Polecam gorąco lekturę książki *Okamgnienie*, w której pisarz niedługo przed śmiercią przygląda się swoim przewidywaniom przyszłości z początków kariery literackiej.

### **Powrót na Ziemię**

Warunki życia w kosmosie są ekstremalne. Niestety, te na Ziemi zaczynają się również robić coraz gorsze. Patrząc w przeszłość, wiemy, że wysiłek podjęty podczas programów Mercury, Gemini i wreszcie Apollo największą korzyść przyniósł nam tu na błękitnej planecie<sup>16</sup>, poprzez błyskawiczny rozwój wielu technologii, z których teraz korzystamy. To samo może dotyczyć kolonizacji Księżyca lub Marsa – potrzeby przewyciężenia ekstremalnych warunków motywują naukowców do pracy nad technologiami, które mogą istotnie przyczynić się do poprawy sytuacji na Ziemi, i to w każdej dziedzinie (na przykład globalne ocieplenie, smog, przemysł spożywczy, energetyka itp.). Może przy okazji podboju kosmosu, patrząc na nasz bezbronny, przepiękny glob, zrozumiemy, jakim jest skarbem i co nam daje oraz jaka odpowiedzialność na nas spoczywa niezależnie od tego, czy zostaniemy tu na zawsze, czy uda nam się zamieszkać trochę dalej.

### **Konkluzje**

Co z tego wynika, dla nas, dla projektantów? Czy powinniśmy poważnie rozważyć wyjazd na Księżyc, bo tam będą najciekawsze oferty pracy? Na pewno przewidywanie skutków naszych działań, skutków nie tylko dla środowiska, ale też społecznych. Mark Zuckerberg, zakładając Facebooka, nie był w stanie przewidzieć, że 10 lat później będzie miał wpływ na kilka miliardów ludzi<sup>17</sup> ani że jego platforma pozwoli na manipulowanie wynikami wyborów, zagrozi demokracji, a może nawet porządkowi świata. Nie oznacza to, że ze względu na ryzyko nie należy nic robić.

Pisząc o kosmosie, myśląc o kosmosie, często wracamy na Ziemię, patrząc na nią z innej perspektywy. Może to właśnie jest nam potrzebne, może to trudne doświadczenie rozsiewania naszej cywilizacji jest niezbędne, aby

uratować naszą planetę. Rozumiejąc technologię, naukę, zjawiska społeczne – zamiast tworzyć koncepcyjną fikcję, ewentualnie science fiction – mamy szansę budować science future, a może nawet science present.

Często jako projektanci usprawiedliwiamy się, że to nie my, że nic nie możemy zrobić, że my tylko wykonujemy rozkazy rynku. Może zmiany, jakie nadchodzą, pozwolą nam przyjmować nowe role, bardziej świadome, odpowiedzialne, wykorzystujące logikę procesu jako narzędzie projektowania przyszłego świata, a wizualizację danych i procesów jako narzędzie komunikacji, uświadamiania i edukacji społeczeństwa.

Myśląc o eksploracji kosmosu, warto mieć w pamięci przestrożę Stanisława Lema: „Jesteśmy ludźmi, kojarzymy i rozumujemy po ziemsku i wskutek tego możemy popełnić ciężkie błędy, przyjmując obce pozory za naszą prawdę, to znaczy układając pewne fakty w schematy przywiezione z Ziemi”<sup>18</sup>.

Stephen Hawking w swojej ostatniej książce *Krótkie odpowiedzi na wielkie pytania* jeden rozdział poświęcił pytaniu, czy możemy odgadnąć przyszłość. Zwraca tam uwagę, że z punktu widzenia kosmologicznego procesy zachodzące w makroskali są przewidywalne – na przykład możemy oszacować, kiedy Słońce spuchnie do rozmiarów niepozwalających na istnienie życia na Ziemi. Determinizm naukowy XIX wieku był przesiąknięty przekonaniem o przewidywalnym charakterze świata naturalnego. W mikroskali oddziaływań kwantowych nadal kryje się tajemnica. Zgodnie z zasadą nieoznaczoności Heisenberga<sup>19</sup> nie jesteśmy w stanie jednocześnie określić położenia cząstki i jej pędu. I choć może się wydawać, że nie ma to związku z naszym codziennym życiem, to gdzieś na poziomie idei to fascynujące zjawisko można traktować jako inspirację dla twórczego odkrywania tajemnic nauki, a jej lepsze poznanie i szacunek do praw natury dają nadzieję na lepszą przyszłość ludzkości i wyższą jakość naszego projektowania.

## Przypisy

1. Zob. S.W. Hawking, M.J. Perry, A. Strominger, *Soft Hair on Black Holes*, „Physical Review Letters” 6.6.2016, vol. 116, [google.com/url?sa=t&rot=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&ved=2ahUKEwig5PyYi\\_HiAhUMx4sKHc8FDooQFjADegQIABAC&url=https%3A%2F%2Fphysics.aps.org%2Ffeatured-article-pdf%2F10.1103%2FPhysRevLett.116.231301&usq=AQvVaw0pBAWLtiYbGDCab2N\\_E-5d](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.116.231301)
2. Zob. S. Adams, *Relativity: An Introduction to Spacetime Physics*, chapter 2.6: *The Time Dilation Formula*, Taylor & Francis, London 1997.
3. Zob. S. Ings, *The Man with the Future inside Him*, „New Scientist” 19.11.2016, vol. 232, issue 3100, s. 48–50.

4. Zob. H.G. White, *A Discussion of Space-Time Metric Engineering*, „General Relativity and Gravitation” 2003, vol. 35, issue 11, s. 2025–2033.
5. Zob. *Futures Research Methodology*, ed. J.C. Glenn, Th.J. Gordon, ver. 3.0.
6. Zob. N.H. Lents, *Człowiek i błędy ewolucji. Niepotrzebne kości, zepsute geny i inne niedoskonałości ludzkiego ciała*, przeł. M. Zawisłak, J. Środa, Dom Wydawniczy Rebis, Poznań 2018.
7. Zob.  
[https://www.esa.int/Our\\_Activities/Human\\_and\\_Robotic\\_Exploration/Exploration/Konstantin\\_Tsiolkovsky](https://www.esa.int/Our_Activities/Human_and_Robotic_Exploration/Exploration/Konstantin_Tsiolkovsky)
8. Zob. N. Bostrom, *Existential Risk Prevention as Global Priority*, „Global Policy” 2013, vol. 4, issue 1, s. 15–31.
9. Zob. Z. Bharmal, *The Case Against Mars Colonization*, „The Guardian” 28.8.2018, [theguardian.com/science/blog/2018/aug/28/the-case-against-mars-colonisation](http://theguardian.com/science/blog/2018/aug/28/the-case-against-mars-colonisation); J.W. Traphagan, *Which Humanity Would Space Colonization Save?*, „Futures” June 2019, vol. 110, s. 47–49; M.M. Ćirković, *Space Colonization Remains the Only Long-Term Option for Humanity: A reply to Torres*, „Futures” January 2019, vol. 105, s. 166–173, [google.com/url?sa=t&rc=1&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=2ahUKEwiZ3enljPHiAhWIAhAIHTwOA30QFjABeQQAxAC&url=http%3A%2F%2Fphilsci-archive.pitt.edu%2F15207%2F1%2FSpaceColonization\\_v4.pdf&usg=A0vVaw2SMCoBUY34JC2WMRpDe0Np](http://google.com/url?sa=t&rc=1&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=2ahUKEwiZ3enljPHiAhWIAhAIHTwOA30QFjABeQQAxAC&url=http%3A%2F%2Fphilsci-archive.pitt.edu%2F15207%2F1%2FSpaceColonization_v4.pdf&usg=A0vVaw2SMCoBUY34JC2WMRpDe0Np); L. Billings, *Colonizing Other Planets Is a Bad Idea*, „Futures” June 2019, vol. 110, s. 44–46, [researchgate.net/publication/329715109\\_Billingscolonizing\\_MarsFutures2018](http://researchgate.net/publication/329715109_Billingscolonizing_MarsFutures2018); K.C. Smith, K. Abney, G. Anderson, L. Billings, C.L. Devito, B.P. Green, A.R. Johnson, L. Marino, G. Munevar, M.P. Oman-Reagan, A. Potthast, J.S.J. Schwartz, K. Tachibana, J.W. Traphagan, S. Wells-Jensen, *The Great Colonization Debate*, „Futures” June 2019, vol. 110, s. 4–14; K. Abney, *Ethics of Colonization: Arguments from Existential Risk*, „Futures” June 2019, vol. 110, s. 60–63; R.E. Slobodian, *Selling Space Colonization and Immortality: A Psychosocial, Anthropological Critique of the Rush to Colonize Mars*, „Acta Astronautica” August – September 2015, vol. 113, s. 89–104.
10. Zob. R. Galchen, *The Race to Develop the Moon*, „The New Yorker” 29.4.2019, [newyorker.com/magazine/2019/05/06/the-race-to-develop-the-moon](http://newyorker.com/magazine/2019/05/06/the-race-to-develop-the-moon)
11. Zob. G. Genta, *Private Space Exploration: A New Way for Starting a Spacefaring Society?*, „Acta Astronautica” November – December 2014, vol. 104, issue 2, s. 1–7.
12. Zob. Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies; United Nations Office for Outer Space Affairs, London, Moscow and Washington, 27 January 1967.
13. Zob. M. Braddock, *Ergonomic Challenges for Astronauts during Space Travel and the Need for Space Medicine*, „Journal of Ergonomics” 2017, vol. 7, issue 6, [google.com/url?sa=t&rc=1&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwidvMikiPHiAhW6kcMKHf7KCngQFjAAegQIBBAC&url=https%3A%2F%2Fwww.longdom.org%2Fopen-access%2Fergonomic-](http://google.com/url?sa=t&rc=1&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwidvMikiPHiAhW6kcMKHf7KCngQFjAAegQIBBAC&url=https%3A%2F%2Fwww.longdom.org%2Fopen-access%2Fergonomic-)

[challenges-for-astronauts-during-space-travel-andthe-need-forspace-medicine-2165-7556-1000221.pdf&usg=AOvVaw23JLI0FOaLMLa0AROT84I2](https://www.longdom.org/?file=AJGQIBBAC&url=https%3A%2F%2Fwww.longdom.org%2Fopen-access%2Fergonomic-challenges-for-astronauts-during-space-travel-andthe-need-forspace-medicine-2165-7556-1000221.pdf&usg=AOvVaw23JLI0FOaLMLa0AROT84I2)

14. Zob. N.H. Lents, *Człowiek i błędy ewolucji*, dz. cyt.
15. The 3D-Printed Habitat Challenge, NASA's Centennial Challenges, zob. [nasa.gov/directorates/spacetech/centennial\\_challenges/3DPHab/index.html](https://nasa.gov/directorates/spacetech/centennial_challenges/3DPHab/index.html)
16. Zob. Ch. Riley, *Apollo 40 Years on: How the Moon Missions Changed the World for Ever*, „The Guardian” 16.12.2012, [theguardian.com/science/2012/dec/16/apollo-legacy-moon-space-riley](https://theguardian.com/science/2012/dec/16/apollo-legacy-moon-space-riley)
17. Zob. Ch. Hughes, *It's Time to Break Up Facebook*, „The New York Times”, 9.5.2019, [nytimes.com/2019/05/09/opinion/sunday/chris-hughes-facebook-zuckerberg.html](https://nytimes.com/2019/05/09/opinion/sunday/chris-hughes-facebook-zuckerberg.html)
18. S. Lem, *Eden*, Wydawnictwo Literackie, Kraków 2017, s. 145.
19. Zob. R. Feynman, *The Feynman Lectures on Physics*, vol. 3: *Quantum Mechanics*, chapter 1: *Quantum Behavior*, 1–8: *The Uncertainty Principle*, chapter 17: *Space-Time*, 2015.

## Bibliografia

1. K. Abney, *Ethics of Colonization: Arguments from Existential Risk*, „Futures” June 2019, vol. 110, s. 60–63.
2. S. Adams, *Relativity: An Introduction to Spacetime Physics*, chapter 2.6: *The Time Dilatation Formula*, Taylor & Francis, London 1997.
3. W. Bell, *Foundations of Futures Studies: Human Science for a New Era*, Transaction Publishers, New Brunswick 1997.
4. Z. Bharmal, *The Case Against Mars Colonization*, „The Guardian” 28.8.2018, [theguardian.com/science/blog/2018/aug/28/the-case-against-mars-colonisation](https://theguardian.com/science/blog/2018/aug/28/the-case-against-mars-colonisation)
5. J.W. Traphagan, *Which Humanity Would Space Colonization Save?*, „Futures” June 2019, vol. 110, s. 47–49.
6. L. Billings, *Colonizing Other Planets Is a Bad Idea*, „Futures” June 2019, vol. 110, s. 44–46, [researchgate.net/publication/329715109\\_Billingscolonizing\\_MarsFutures2018](https://researchgate.net/publication/329715109_Billingscolonizing_MarsFutures2018)
7. N. Bostrom, *Existential Risk Prevention as Global Priority*, „Global Policy” 2013, vol. 4, issue 1, s. 15–31.
8. M. Braddock, *Ergonomic Challenges for Astronauts during Space Travel and the Need for Space Medicine*, „Journal of Ergonomics” 2017, vol. 7, issue 6, [google.com/url?sa=t&rc=1&q=&src=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwidvMikiPHiAhW6kcMKHf7KCngQFjAAegQIBBAC&url=https%3A%2F%2Fwww.longdom.org%2Fopen-access%2Fergonomic-challenges-for-astronauts-during-space-travel-andthe-need-forspace-medicine-2165-7556-1000221.pdf&usg=AOvVaw23JLI0FOaLMLa0AROT84I2](https://www.google.com/url?sa=t&rc=1&q=&src=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwidvMikiPHiAhW6kcMKHf7KCngQFjAAegQIBBAC&url=https%3A%2F%2Fwww.longdom.org%2Fopen-access%2Fergonomic-challenges-for-astronauts-during-space-travel-andthe-need-forspace-medicine-2165-7556-1000221.pdf&usg=AOvVaw23JLI0FOaLMLa0AROT84I2)

9. R. Campa, K. Szocik, M. Braddock, *Why Space Colonization Will Be Fully Automated*, „Technological Forecasting and Social Change” June 2019, vol. 143, s. 162–171.
10. D.C. Cassidy, *Uncertainty: The Life and Science of Werner Heisenberg*, W.H. Freeman and Co, New York 1992.
11. M.M. Ćirković, *Space Colonization Remains the Only Long-Term Option for Humanity: A reply to Torres*, „Futures” January 2019, vol. 105, s. 166–173, [google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=2ahUKEwiZ3enlPHiAhWIAhAIHTwOA30QFjABegQIAxAC&url=http%3A%2F%2Fphilsci-archive.pitt.edu%2F15207%2F1%2FspaceColonization\\_v4.pdf&usq=A0vVaw2SMCoBUY34JC2WMRpDe0Np](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=2ahUKEwiZ3enlPHiAhWIAhAIHTwOA30QFjABegQIAxAC&url=http%3A%2F%2Fphilsci-archive.pitt.edu%2F15207%2F1%2FspaceColonization_v4.pdf&usq=A0vVaw2SMCoBUY34JC2WMRpDe0Np)
12. R. Feynman, *The Feynman Lectures on Physics*, vol. 3: *Quantum Mechanics*, chapter 1: *Quantum Behavior*, 1–8: *The Uncertainty Principle*, chapter 17: *Space-Time*, 2015.
13. *Futures Research Methodology*, ed. J.C. Glenn, Th.J. Gordon, ver. 3.0
14. R. Galchen, *The Race to Develop the Moon*, „The New Yorker” 29.4.2019, [newyorker.com/magazine/2019/05/06/the-race-to-develop-the-moon](https://www.newyorker.com/magazine/2019/05/06/the-race-to-develop-the-moon)
15. G. Genta, *Private Space Exploration: A New Way for Starting a Spacefaring Society?*, „Acta Astronautica” November – December 2014, vol. 104, issue 2, s. 1–7.
16. S. Hawking, *Krótką historia czasu. Od wielkiego wybuchu do czarnych dziur*, przekł. P. Amsterdamski, Żysk i S-ka, Poznań 2018.
17. S. Hawking, *Krótkie odpowiedzi na wielkie pytania*, przeł. M. Krośniak, foreword E. Redmayne, introduction K.S. Thorne, afterword L. Hawking, Żysk i S-ka, Poznań 2018.
18. S.W. Hawking, *Particle Creation by Black Holes*, w: *Proceedings of the Oxford Symposium, Harwell, Berks., England, February 15, 16, 1974*, Clarendon Press, Oxford 1975, s. 219–267.
19. S.W. Hawking, M.J. Perry, A. Strominger, *Soft Hair on Black Holes*, „Physical Review Letters” 6.6.2016, vol. 116, [google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&ved=2ahUKEwig5PyYiHiAhUMx4sKHc8FDooQFjADegQIABAC&url=https%3A%2F%2Fphysics.aps.org%2Ffeatured-article-pdf%2F10.1103%2FPhysRevLett.116.231301&usq=A0vVaw0pBAWLtiYbGDCab2N\\_E-5d](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&ved=2ahUKEwig5PyYiHiAhUMx4sKHc8FDooQFjADegQIABAC&url=https%3A%2F%2Fphysics.aps.org%2Ffeatured-article-pdf%2F10.1103%2FPhysRevLett.116.231301&usq=A0vVaw0pBAWLtiYbGDCab2N_E-5d)
20. Ch. Impey, *Beyond: Our Future in Space*, W.W. Norton & Company, New York 2015.
21. S. Ings, *The Man with the Future inside Him*, „New Scientist” 19.11.2016, vol. 232, issue 3100, s. 48–50.
22. E. Kolbert, *Project Exodus: What’s Behind the Dream of Colonizing Mars?*, „The New Yorker” 25.5.2015, [newyorker.com/magazine/2015/06/01/project-exodus-critic-at-large-kolbert](https://www.newyorker.com/magazine/2015/06/01/project-exodus-critic-at-large-kolbert)
23. N.H. Lents, *Człowiek i błędy ewolucji. Niepotrzebne kości, zepsute geny i inne niedoskonałości ludzkiego ciała*, przeł. M. Zawiślak, J. Środa, Dom Wydawniczy Rebis, Poznań 2018.

24. M.P. Oman-Reagan, *Politics of Planetary Reproduction and the Children of Other Worlds*, „Futures” June 2019, vol. 110, s. 19–23.
25. G. O'Neill, *The High Frontier: Human Colonies in Space*, Space Studies Institute, 2013.
26. Ch. Riley, *Apollo 40 Years on: How the Moon Missions Changed the World for Ever*, „The Guardian” 16.12.2012, [theguardian.com/science/2012/dec/16/apollo-legacy-moon-space-riley](http://theguardian.com/science/2012/dec/16/apollo-legacy-moon-space-riley)
27. G. Rowe, G. Wright, *Expert Opinions in Forecasting: The Role of the Delphi Technique*, w: *Principles of Forecasting*, ed. J. Armstrong, Kluwer Academic, Boston 2001, s. 125–144.
28. A. Shaghghi, K. Antonakopoulos, *The Societal Impacts of a Mars Mission in the Future of Space Exploration*, „Physics Procedia” 2012, vol. 38, s. 176–185, [sciencedirect.com/science/article/pii/S1875389212025096/pdf?md5=ce1d7e5b98ffb4441d95bea86549b7c8&pid=1-s2.0-S1875389212025096-main.pdf](http://sciencedirect.com/science/article/pii/S1875389212025096/pdf?md5=ce1d7e5b98ffb4441d95bea86549b7c8&pid=1-s2.0-S1875389212025096-main.pdf)
29. R.E. Slobodian, *Selling Space Colonization and Immortality: A Psychosocial, Anthropological Critique of the Rush to Colonize Mars*, „Acta Astronautica” August – September 2015, vol. 113, s. 89–104.
30. K.C. Smith, *Homo Reductio: Eco-nihilism and Human Colonization of Other Worlds*, „Futures” June 2019, vol. 110, s. 31–34.
31. K.C. Smith, K. Abney, G. Anderson, L. Billings, C.L. Devito, B.P. Green, A.R. Johnson, L. Marino, G. Munevar, M.P. Oman-Reagan, A. Potthast, J.S.J. Schwartz, K. Tachibana, J.W. Traphagan, S. Wells-Jensen, *The Great Colonization Debate*, „Futures” June 2019, vol. 110, s. 4–14.
32. C.M. Smith, E.T. Davies, *Emigrating Beyond Earth: Human Adaptation and Space Colonization*, Springer Science & Business Media, New York 2012.
33. S. Wells-Jensen, J. A. Miele, B. Bohney, *An Alternate Vision for Colonization*, „Futures” June 2019, vol. 110, s. 50–53.
34. H.G. White, *A Discussion of Space-Time Metric Engineering*, „General Relativity and Gravitation” 2003, vol. 35, issue 11, s. 2025–2033.

## Abstrakt

W słowie „projektowanie” kryje się odniesienie do przyszłości. Ważnym elementem, który wpływa na charakter tej dziedziny, jest perspektywa czasu. Zajmując się zawodowo projektowaniem, często postrzegamy nasze działania jako nastawione na teraźniejszość. Dopiero przesunięcie „terminu” realizacji projektu na 10, 50 i więcej lat do przodu, wywołuje w nas niepokój i refleksję na temat tempa zmian i nieprzewidywalności tego, co nastąpi. Dodajmy do tego kosmos jako środowisko, dla którego się projektuje i nieuchronnie pojawi się widmo science fiction. Czy można w tych warunkach działać inaczej? Opierając się na wiedzy naukowej, świadomości zmian społecznych i rozwoju technologii oraz potencjalnych celach naszej obecności w kosmosie, musimy podejmować inne wyzwania. Uzbrojeni w umiejętność myślenia projektowego musimy przyjmować nowe role, bardziej świadome, odpowiedzialne, wykorzystujące logikę procesu jako narzędzie projektowania przyszłego świata, a umiejętność wizualizacji danych i procesów, jako narzędzie komunikacji, uświadamiania i edukacji społeczeństwa.

## Artykuł dostępny online:

<https://formy.xyz/artikul/poza-horyzont-zdarzen/>

dostęp: 10.04.2026

## 4 Beyond the event horizon

### Abstract EN

The word *projektowanie* (lit.: design) draws reference to the future. The perspective of time is an important element that affects the nature of this field. As professional designers, we often perceive our actions as being focused on the present. It is only the postponement of the deadline of the project for 10, 50 or more years, which makes us anxious and reflective about the pace of change and the unpredictability of what will happen. Add to this outer space as the environment for which the design is being prepared and the science fiction spectrum will inevitably appear. Is it possible to act differently in these conditions? Based on scientific knowledge, awareness of social changes, development of technologies, as well as potential goals of our presence in space, we must take up other challenges. Armed with the skill of design thinking, we must adopt new roles, more aware and responsible, using the logic of the process as a tool for designing the future world, and the ability to visualize data and processes as a tool for communication, awareness and education of the society.

**Keywords:** space exploration, extreme environments, space, new areas in design