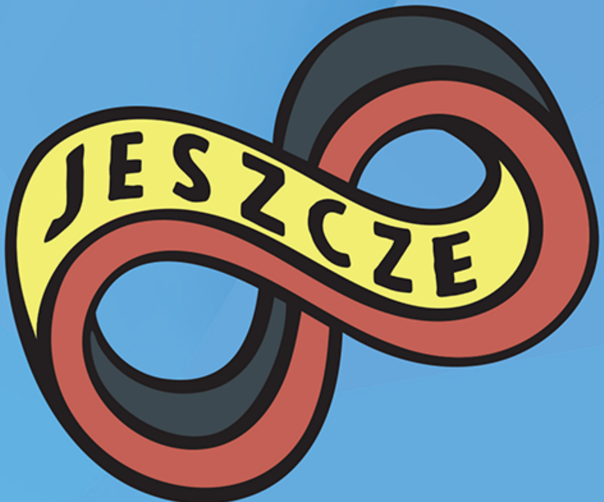
DAVID DARLING, AGNIJO BANERJEE



# JESZCZE DZIWNIEJSZA MATEMATYKA

## NA GRANICY POZNANIA

Helion

Tytuł oryginału: Weirder Maths: At the Edge of the Possible

Tłumaczenie: Marcin Machnik

ISBN: 978-83-283-8793-5



Illustrations: Chartres-style labyrinth © Luca Galuzzi; Jubilee maze © NotFromUtrecht (Wikimedia); Mammoth Cave © United States Geological Survey; Clay tablet © BabelStone (Wikimedia); Torricelli experimenting and Niccolò Tartaglia © Wellcome Collection; Quartz crystals © JJ Harrison; Cosmic background radiation map © NASA/WMAP Science Team; The Doryphoros © Ricardo André Frantz; Florence cathedral dome © Florian Hirzinger; Semi-regular tiling © R. A. Nonenmacher; Alhambra tiling © Kolforn (Wikimedia); Ramanujan bust © AshLin (Wikimedia); Giant soap bubble © Kazbeki (Wikimedia); T-Puzzle © Voorlandt (Wikimedia); Reuleaux triangle © Frédéric Michel; Lovell telescope © Mike Peel (Jodrell Bank Centre for Astrophysics, University of Manchester)



Helion S.A.
ul. Kościuszki 1c, 44-100 Gliwice
tel. 32 231 22 19, 32 230 98 63
e-mail: *helion@helion.pl*
WWW: *https://helion.pl* (księgarnia internetowa, katalog książek)

Drogi Czytelniku!
Jeżeli chcesz ocenić tę książkę, zajrzyj pod adres
*https://helion.pl/user/opinie/jedzma*
Możesz tam wpisać swoje uwagi, spostrzeżenia, recenzję.

Printed in Poland.

# Spis treści

ROZDZIAŁ 1

# Jak stąd wyjść?

Ts'ui Pên rzekł raz: *Wycofuję się, by napisać książkę*. Innym razem rzekł zaś: *Wycofuję się, by skonstruować labirynt*. Każdy wyobrażał sobie dwa zadania; nikomu nie przyszło na myśl, że książka i labirynt to jedno i to samo.

— Jorge Luis Borges

NAJBARDZIEJ ZNANY labirynt prawdopodobnie nigdy nie istniał, a nawet gdyby istniał, przypuszczalnie byłby łatwy do przejścia — o ile możemy uznać jego przedstawienie na kreteńskich monetach za jakkolwiek wiarygodne. Zgodnie z mitem architekt Dedal zbudował kręte i zawiłe korytarze, zwane labiryntem króla Minosa, aby okiełznać Minotaura. Ów potwór o byczej głowie, ludzkim ciele i zrozumiale agresywnym nastawieniu był potomkiem żony Minosa i białego byka zesłanego przez Posejdona, boga mórz. Minos w ramach kary dla Ateńczyków po przegranej przez nich bitwie zażądał regularnych dostaw określonej liczby młodych mężczyzn i kobiet na ofiarę dla ukrytej w samym sercu labiryntu kreatury. Któregoś roku Tezeusz zajął miejsce jednego z przeznaczonych do poświęcenia młodych ludzi, wszedł do napawającej lękiem sieci komnat i znacząc sobie drogę nicią daną mu przez córkę Minosa Ariadnę, znalazł, a potem zabił Minotaura, po czym wrócił do wejścia, podążając tropem rozwiniętej nitki.

Nie znamy układu tego labiryntu. Najprawdopodobniej jest to tylko legenda i więcej w niej straszenia niż realnych produktów ludzkiej pomysłowości. Dysponujemy natomiast monetami z Krety z różnych okresów od 300 do 100 lat p.n.e., na których widnieje wzór uważany za reprezentację słynnej siedziby Minotaura. W większości przypadków jest on dość prosty, aczkolwiek zawiły, i zazwyczaj przyjmuje postać labiryntu siedmio- lub ośmiokierunkowego i unikursalnego. Liczba kierunków wskazuje, ile razy przetniesz prostą linię wiodącą od wejścia do mety. Z kolei unikursalność oznacza, że jest tylko jedno wejście i jedno wyjście.

Niektóre języki mają tylko jedno słowo na określenie labiryntu — np. polski lub hiszpański (*laberinto*). W języku angielskim istnieją dwa słowa: *maze* oraz *labyrinth*. *Maze* w staroangielskim oznaczało „mylić" lub „zbijać z tropu", natomiast *labyrinth* (podobnie jak polski „labirynt") pochodzi od greckiego słowa *labyrinthos*, którego etymologia jest kontrowersyjna. Niektórzy badacze wiążą je z lidyjskim *labrys* oznaczającym obosieczny topór, symbol królewskiej potęgi. Zgodnie z tą teorią labirynt był częścią pałacu obosiecznego topora — domu królów minojskich. To kuszący, ale wątpliwy trop. Tak czy inaczej pozostaje kwestia wyboru definicji labiryntu i zdecydowania, czy chcemy rozróżniać jego rodzaje.

Z matematycznego punktu widzenia możemy założyć, że *labyrinth* to labirynt unikursalny, a *maze* oznacza zarówno labirynt unikursalny, jak i każdy inny. Labirynt unikursalny to po prostu kręte korytarze niedające możliwości wyboru (możemy jedynie wejść i wyjść tą samą trasą). Z kolei labirynt nieunikursalny to ogólny system ścieżek, które mogą mieć wiele węzłów i tak mylący i zawiły układ, jak tylko wymarzy sobie projektant. Taki labirynt może mieć wiele wejść oraz ślepe uliczki, podczas gdy labirynt unikursalny, jakkolwiek pomysłowo rozplanowany na dostępnej powierzchni, zawiera wyłącznie jedno wejście/wyjście oraz jedną nieprzerwaną ścieżkę, która prowadzi do środka i którą należy wrócić, by się z labiryntu wydostać.

Dlatego labirynty unikursalne są nie tyle wyzwaniem intelektualnym, ile sposobem na spędzenie czasu w nietypowym otoczeniu. Jako takie pełnią funkcję medytacyjną, co świetnie ilustruje powiedzenie: „Do zawiłego labiryntu wchodzi się, żeby się zgubić, a do unikursalnego — żeby się odnaleźć". Nie dziwi więc, że znajdujemy labirynty w miejscach sprzyjających duchowej zadumie. Jednym z bardziej znanych jest ten z posadzki katedry w Chartres, którego obrzeża są ułożone z niebieskoczarnego marmuru, a sama trasa składa się z 276 wapiennych płytek. Ze średnicą liczącą niewiele poniżej 13 m jest wystarczająco duży, żeby można było przejść jego krętą ścieżką, czego podejmują się pielgrzymi od czasu jego ułożenia na początku XIII w. Krążą plotki, że niegdyś w środku 11 koncentrycznych kręgów labiryntu znajdował się wizerunek Minotaura, ale główna symbolika jest z oczywistych względów chrześcijańska — cztery ramiona na podobieństwo krzyża oraz kręta ścieżka, która ma symbolizować drogę do Jerozolimy. Ci, którzy nie byli w stanie lub nie chcieli odbyć pielgrzymki do świętego miasta, mogli ją sobie zasymulować w przyjaźniejszy sposób, wędrując po tej wygodnej reprezentacji owej trasy, a jeśli byli naprawdę pobożni, mogli ją pokonać na kolanach. Spośród labiryntów unikursalnych ulokowanych w miejscach kultu na całym świecie nie jest on ani najbardziej ozdobny, ani najbardziej imponujący, ale uważa się go za archetypiczny i o innych tego rodzaju mówi się, że są „jak w Chartres".

W różnych zakątkach świata znajdziemy wiele labiryntów unikursalnych z rozmaitych okresów historycznych, począwszy od neolitu i epoki brązu, skończywszy na współczesności. Jak już wiemy, nie są one w zamierzeniu zagadką do rozwiązania, lecz środkiem do realizowania praktyk religijnych, duchowych, rytualnych lub ceremonialnych. Uważa się, że dawno, dawno temu nordyccy rybacy pokonywali takie labirynty unikursalne przed wypłynięciem na morze, aby zapewnić sobie obfity połów i bezpieczny powrót. Na terenie obecnych Niemiec młodzi mężczyźni robili to samo w ramach rytuału przejścia do dorosłości. Te motywacje konstruktorów i projektantów nie sprawiają jednak, że labirynt unikursalny przestaje być interesujący z matematycznego punktu widzenia. Fascynująca jest już zawiłość i różnorodność technik służących do upchnięcia tak długich tras na względnie małej powierzchni.

**Labirynt w stylu Chartres ulokowany w opactwie Notre-Dame de Saint-Rémy w Rochefort w Belgii**

Przeprowadzono nawet badania dotyczące możliwych sposobów uzyskania unikursalnych tras, czyli powtarzanych symetrycznie schematów odcinków składowych, które determinują trasę labiryntu unikursalnego od środka do zewnątrz. W zależności od pierwszego skrętu po wejściu labirynty są lewoskrętne lub prawoskrętne. Mogą mieć różną liczbę kręgów i przybierać dowolną z kilkudziesięciu możliwych form (determinowanych w dużej mierze wybranym schematem składowym) znanych specjalistom z tej dziedziny.

Pierwszym matematykiem, który podjął się dogłębnej analizy labiryntów unikursalnych, był wybitny szwajcarski teoretyk Leonhard Euler, a dokonał tego w połowie XVIII w. Jego zainteresowanie tematem wynikło z problemu przedstawionego w Petersburskiej Akademii Nauk w 1736 r., dotyczącego mostów królewieckich. Pytanie brzmiało: czy można wyruszyć z dowolnego miejsca w pruskim mieście Królewiec (obecnie Kaliningrad w Rosji), przejść przez wszystkie mosty dokładnie jeden raz i wrócić do punktu startowego? Sześć mostów łączyło brzegi rzeki z dwiema wyspami w środku (po trzy mosty po każdej stronie), a siedem łączyło ze sobą wyspy. Znalezienie rozwiązania w znacznym stopniu ułatwiło to, że Euler zredukował problem do matematycznej esencji. Uświadomił sobie, że jedynymi istotnymi informacjami są połączenia i że każdy ląd można uznać za punkt, a każdy most za linię łączącą dwa punkty. Dzięki temu mógł dowieść, że dla *dowolnego* układu punktów i linii łączących da się przejść przez wszystkie linie tylko raz i wrócić do punktu wyjścia, gdy spełniony jest jeden określony warunek. Otóż liczba punktów, w których spotyka się nieparzysta liczba linii, musi wynosić zero lub dwa. Ponieważ układ mostów królewieckich nie spełnia tego warunku, nie sposób przejść wszystkich mostów tylko jeden raz i wrócić do punktu, z którego rozpoczęliśmy wędrówkę.

Piękno podejścia Eulera do słynnego problemu polega na tym, że można je uogólnić. Analiza mostów okazała się pierwszą matematyczną definicją figury unikursalnej, czyli takiej, która spełnia wspomniany wyżej warunek dotyczący połączeń. Co istotniejsze jednak, jego praca nad tą zagadką dała początek nowej dziedzinie matematyki, zwanej teorią grafów, oraz doprowadziła do narodzin innej młodej dziedziny — topologii.

Zarówno teoria grafów, jak i topologia są narzędziami pomagającymi matematykom w uporaniu się także z trudniejszymi rodzajami labiryntów o wielu trasach. Takie labirynty z zasady mają stanowić wyzwanie dla intelektu, więc mogą być szalenie trudne, o dwóch, trzech lub większej liczbie wymiarów, i mogą przyjmować formy, które na pierwszy rzut oka w ogóle nie kojarzą się z labiryntem.

Gdy wykroczymy poza legendy, pierwszym zawiłym labiryntem, na temat którego istnieją historyczne wzmianki, jest ten wspomniany przez greckiego historyka Herodota, żyjącego w V w. p.n.e. Chodzi o labirynt egipski, o którym Herodot napisał, że jest tak wielki, że „wszystkie budowle i budynki Greków wzięte razem z pewnością by mu nie dorównały pod względem kosztowności i nakładów pracy". Czy był to labirynt unikursalny, czy wielotrasowy, tego nie wiemy. Jeśli jednak wierzyć Herodotowi, byłby on z całą pewnością imponujący ze swoimi 12 podwórcami, 3000 komnat oraz przylegającą do niego 40-sążniową piramidą (czyli o wysokości ok. 74 m).

Wśród bardziej współczesnych przykładów takich zagwozdek znajdują się labirynty budowane przez europejskich władców w celu zapewnienia gościom rozrywki lub miejsca na sekretne zebrania i schadzki. Oddany w latach 90. XVII w. labirynt w Hampton Court nad brzegiem Tamizy jest z nich wszystkich najbardziej znany i stanowi popularny cel wycieczek turystycznych. Jest to najstarszy labirynt z żywopłotu w Anglii o ścianach na tyle wysokich, żeby uniemożliwić spojrzenie z góry, i zajmuje powierzchnię ok. 1300 m$^2$, ale nie stanowi większego wyzwania. Nie jest unikursalny, ale ma tylko kilka rozgałęzień, więc trudno się w nim zgubić na dłużej. Daniel Defoe wspomina ten labirynt we *From London to Land's End*, a Jerome K. Jerome w *Trzech panów w łódce*:

> Wejdziemy na chwilę, żebyś mógł opowiadać, że go zaliczyłeś, ale to banalnie proste. Nie wiem, jak to w ogóle można nazwać labiryntem. Trzeba tylko zawsze skręcać w pierwszą w prawo. Pochodzimy sobie z dziesięć minut, a potem pójdziemy na lunch[1].

Znacznie bardziej zawiły jest Il Labirinto Stra (labirynt w Stra). Ulokowany na obrzeżach Wenecji przy Villa Pisani i stworzony w 1720 r. jest uważany za jeden z najtrudniejszych do przejścia publicznie dostępnych labiryntów na świecie.

**Ośmiokątny labirynt w Symonds Yat niedaleko Herefordshire**

Nawet Napoleon, człowiek inteligentny o niezaprzeczalnym zacięciu matematycznym, podobno się w nim zgubił. Tak czy siak każdy, komu uda się pokonać dziewięć koncentrycznych okręgów tego

[1] Cytat w tłumaczeniu Tomasza Biedronia — *przyp. tłum.*

labiryntu o wielu wyjściach i rozgałęzieniach, może wejść krętymi schodami na wieżyczkę w środku i spojrzeć na to dzieło z góry.

W USA znajdują się dwa rekordowe labirynty. Gigantyczny Pineapple Garden Maze na Dole Plantation na Hawajach składający się z 14 tys. roślin tropikalnych wyznaczających ścieżki o łącznej długości 4 km został w 2008 r. uznany za najdłuższy na świecie. Z kolei kukurydziany labirynt Cool Patch Pumpkins w Dixon w Kalifornii wpisano do *Księgi rekordów Guinnesa* jako największy tymczasowy labirynt. Niektórzy zwiedzający gubili się w nim do tego stopnia, że dzwonili po pomoc na 911!

Załóżmy teraz, że wchodzisz do labiryntu, o którym nic nie wiesz. Nie masz pojęcia, jak bardzo jest duży i skomplikowany, ściany są zbyt wysokie, żeby spojrzeć z góry, i nie ma w pobliżu nikogo, z kim mógłbyś wymienić się obserwacjami. Wiesz tylko, że w środku znajduje się cel, do którego należy dotrzeć, aby rozwiązać tę łamigłówkę, oraz że prowadzi do niego przynajmniej jedna trasa. Klasyczna i prosta metoda polega na śledzeniu ściany — wystarczy iść, wodząc dłonią wzdłuż wybranej ściany. W wielu przypadkach będzie to skuteczne w takim znaczeniu, że doprowadzi nas do celu. Ma jednak dwie wady. Po pierwsze, przejście może zająć sporo czasu, a po drugie, dojście może okazać się niemożliwe, jeśli labirynt zawiera pętle lub ślepe zaułki nieprowadzące do ściany zewnętrznej. Kluczem do rozpracowywania labiryntów w systematyczny i niezawodny sposób jest matematyka.

Jak pokazał nam Euler, aby uporać się z zawiłym labiryntem, należy najpierw przekształcić go w abstrakcyjny plan. Dokonamy tego, posiłkując się ideami z dziedziny zwanej topologią sieci. W rozważaniach nad labiryntem istotne jest tylko to, co zrobimy w punktach umożliwiających wybór — tzw. punktach decyzyjnych. Pierwszym takim punktem jest wejście, gdyż mamy wybór, czy wejść, czy nie! Ślepe zaułki także są takimi punktami, chociaż oferują tylko dwie opcje: zatrzymać się lub zawrócić. Bardziej interesujące są punkty, w których droga się rozwidla i możemy wybrać jedno z dwóch lub więcej rozgałęzień. Jeśli labirynt przedstawimy jako sieć, czyli punkty połączone liniami, łatwo dostrzec rozwiązanie — najlepszą drogę prowadzącą od wejścia do środka. Skomplikowane sieci metra, takie jak London Underground, przypominają labirynt i są trudne do ogarnięcia dla niezaznajomionych z nimi osób, ale mapy w postaci diagramów połączeń na stacjach i w każdym wagonie pozwalają szybko ustalić, jak przedostać się z danej stacji do pożądanego miejsca.

Założyliśmy jednak, że wchodzisz do labiryntu bez takiego diagramu. Tu przydaje się torba popcornu i torba orzeszków ziemnych, ale bynajmniej nie jako prowiant na wypadek zabłądzenia! Te produkty służą do oznaczania tras, żebyśmy mogli skorzystać z tego, co Euler odkrył, rozwiązując problem królewieckich mostów. Rzecz w tym, że musimy mieć pewność, że niezależnie od wyborów w punktach decyzyjnych nigdy nie przejdziemy żadną ścieżką więcej niż dwa razy. Oto metoda: zostawiamy za sobą popcornowy ślad i oznaczamy popcornem każdy mijany punkt decyzyjny. Dzięki temu dowiemy się, że byliśmy już na danej ścieżce lub w danym punkcie decyzyjnym. Jeśli postanowimy iść daną ścieżką po raz drugi, oznaczamy ją orzeszkami ziemnymi. Zasada jest taka, że jeśli natrafimy na ścieżkę z orzeszkami, nie możemy już nią pójść. A teraz odrobina nomenklatury. Gdy przybywamy do punktu decyzyjnego, na którym nie ma popcornu, jest to *nowy węzeł*. Oznaczamy go popcornem, przekształcając w *stary węzeł*. Na tej samej zasadzie ścieżka bez popcornu to *nowa ścieżka*. Idąc nią, rzucamy popcorn i tym samym staje się ona *starą ścieżką*.

Pamiętając o tym wszystkim, sposób na rozgryzienie labiryntu jest następujący: wybierz dowolną ścieżkę po wejściu. Gdy dotrzesz do nowego węzła, idź dalej dowolną nową ścieżką. Gdy jesteś na nowej ścieżce i dojdziesz do starego węzła lub ślepego zaułka, zawróć tą samą drogą. Gdy jesteś na starej ścieżce i dotrzesz do starego węzła, wybierz nową ścieżkę, a jeśli takiej nie ma, wybierz starą. Nie chodź tą samą ścieżką dwa razy. Stosując te zalecenia i dysponując odpowiednią ilością popcornu i orzeszków ziemnych, na pewno trafisz do środka. Gdy tak się stanie, możesz wrócić do wejścia drogą oznaczoną wyłącznie popcornem.

Seria wyczerpująco zdefiniowanych instrukcji, które gwarantują znalezienie rozwiązania określonej klasy problemów, to algorytm. Ten służący do rozszyfrowywania labiryntów to algorytm Trémaux od nazwiska XIX-wiecznego francuskiego pisarza Charles'a Trémaux, który jako pierwszy go opisał. Jest to przykład metody określanej dziś jako DFS (ang. *deepth-first search*) i służącej do przeszukiwania danych o strukturze drzewa lub grafu. Obie te matematyczne struktury składają się z punktów (węzłów), które są połączone siecią linii (krawędzi). Źródłem wielu algorytmów przydatnych w rozszyfrowywaniu labiryntów jest zwłaszcza teoria grafów, która, jak wspomnieliśmy wcześniej, wyrosła z pracy Eulera nad problemem mostów w Królewcu. Stanowi ona także przydatne narzędzie w odniesieniu do labiryntów, które z pozoru w ogóle nie wyglądają na labirynty — np. do kostki Rubika.

Standardowa kostka Rubika o wymiarach 3×3×3 pola ma 43 252 003 274 489 856 000 możliwych układów pól. Każdy z układów to punkt decyzyjny w niesłychanie skomplikowanym labiryncie. Obracanie kostką na chybił trafił daje podobne szanse na sukces, co pijackie zataczanie się w labiryncie o rozmiarze całej planety z nadzieją na dotarcie do środka. Kluczem do rozwiązania zadania w rozsądnym czasie jest wykorzystanie takich algorytmów, dzięki którym kolejne pola będą trafiały na właściwe pozycje bez naruszania tych już ułożonych.

W teorii grafów funkcjonuje pojęcie średnicy grafu. Jest to największa liczba węzłów (wierzchołków), jakie należy minąć, aby przejść między dowolnymi węzłami, gdy zignorujemy ścieżki wymuszające zawrócenie, ścieżki okrężne i pętle. W przypadku kostki Rubika oznacza to maksymalną liczbę ruchów potrzebną do ułożenia kostki z *dowolnego* układu wyjściowego (w tym najbardziej wymieszanego, najgorszego z możliwych). Kostka została wymyślona w 1974 r., ale dopiero w 2010 r. obliczono dla niej średnicę grafu, zwaną czasem boską liczbą. W końcu zespół matematyków wykorzystując serwery Google'a, znalazł rozwiązanie, którego obliczenie przeciętnemu komputerowi zajęłoby 35 lat: 20 ruchów. Ta zaskakująco mała liczba wyjaśnia, dlaczego czołowi „speedcubingowcy" są w stanie ułożyć kostkę w mniej niż 5 s (rekord świata z losowego układu to 4,22 s, ustanowiony przez 22-letniego Australijczyka w 2018 r.[2]). A przynajmniej wyjaśnia, że jest to *fizycznie* możliwe. Tak wyjątkowa szybkość w układaniu wymaga niezliczonych godzin treningów oraz opanowania kroków różnych skutecznych strategii algorytmicznych. Do tych wymogów trzeba jeszcze dołożyć wyjątkową pamięć, gdy weźmiemy pod uwagę mistrzów układających kostkę z zawiązanymi oczami.

Skomplikowane labirynty pojawiają się czasem naturalnie, oferując ludziom mnóstwo okazji do zgubienia się. W południowej Florydzie duże formacje namorzynu tworzącego nieprzejrzyste ściany i osiągającego 20 m wysokości układają się w krawędzie krętych kanałów. Takie kanały nie są zbyt długie, ale kajakarz bez przewodnika lub mapy ryzykuje, że będzie krążył wśród nich całymi godzinami. Formacje geologiczne także mogą tworzyć naturalne labirynty, które często stają się atrakcjami turystycznymi. Rock Maze niedaleko Rapid City w paśmie Black Hills w Dakocie Południowej to obszar pokryty olbrzymimi granitowymi głazami, które rozpadły się i popękały, tworząc sieć wąskich i krętych korytarzy.

---

2 Ten rekord został w tym samym 2018 r. poprawiony przez Chińczyka Yusheng Du i obecnie wynosi 3,47 s — *przyp. tłum.*

Gdy labirynt uformuje się pod ziemią w postaci zawiłych sieci jaskiń, często zawiera dodatkową komplikację w postaci trzeciego wymiaru. Najbardziej niezwykłym przykładem jest jaskinia Optymistyczna w pobliżu ukraińskiej wsi Korolówka. Odkryta niedawno, bo w 1966 r., znajduje się w warstwie gipsu o grubości poniżej 30 m i zawiera głównie korytarze o szerokości poniżej 3 m i wysokości poniżej 1,5 m, chociaż na skrzyżowaniach bywają wyższe. Do dziś zmapowano ponad 256 km jaskini, co czyni ją piątą najdłuższą znaną jaskinią na świecie. Pierwsza na liście jest znacznie dłuższa — to jaskinia Mamucia w stanie Kentucky, która ma 663 km korytarzy w wapieniu liczącym sobie ponad 300 mln lat.

Jednym z amatorów jaskiń, który na początku lat 70. ubiegłego wieku pomógł stworzyć mapę tej jaskini, był Will Crowther, programista w firmie badawczo-rozwojowej Bolt, Beranek and Newman. Crowther należał do niewielkiego zespołu, który stworzył ARPANET (protoplastę internetu). Jako fan stołowej wersji Dungeons & Dragons wpadł na pomysł połączenia symulacji komputerowych swoich wypraw do jaskiń z elementami fantasy i role-playing.

W latach 1975 i 1976 powstała gra tekstowa Colossal Cave Adventure, która stała się znana jako Adventure lub po prostu Advent (od nazwy pliku wykonywalnego gry). Siedemset linii kodu w języku FORTRAN napisanych przez Crowthera rozbudował Don Woods, absolwent Stanford University, który dodał kolejne elementy fantasy i lokacje, bazując na uwielbianej przez siebie twórczości Tolkiena. W 1977 r. kanoniczna wersja była już gotowa i krótko potem rozpowszechniła się wśród programistów w USA i innych częściach świata. Tutaj 3000 linii kodu i 1800 linii danych zawierało 140 lokacji, 293 słowa kluczowe, 53 obiekty (w tym 15 skarbów), tabele podróżnicze i różne komunikaty, z których najsłynniejszym stał się ten: „You are in a maze of twisty little passages, all alike” („Jesteś w labiryncie pełnym krętych korytarzy, wyglądających podobnie”). Częścią zabawy było znalezienie sposobu na zmapowanie labiryntu na papierze. Można to było zrobić np., zostawiając w mijanych lokacjach przedmioty, które służyły jako znaki rozpoznawcze.

**Rotunda Room, jaskinia Mamucia, Kentucky, fotografia United States Geological Survey**

Nasz przegląd jaskiń nie byłby kompletny, gdybyśmy nie wspomnieli o jaskini Labyrinthos znajdującej się pod kamieniołomem w Gortynie na południu Krety, jakieś 30 km od pałacu Minosa w Knossos. Część badaczy twierdzi, że ta sieć komnat i tuneli może być prawdziwym źródłem legendy o Minotaurze. Odwiedzający mogą eksplorować ponad 4 km przeplatających się tuneli, które od czasu do czasu rozszerzają się w spore pomieszczenia, takie jak Altar Chamber. Pewnie nigdy się nie dowiemy, czy ten naturalny labirynt faktycznie był inspiracją dla słynnej legendy, ma jednak bogatą historyczną przeszłość — szpiegom Ludwika XVI służył jako baza tajnych operacji, a nazistom w II wojnie światowej jako sekretny skład amunicji.

Psychologowie wykorzystują labirynty w eksperymentach nad funkcjami poznawczymi zwierząt, a badacze sztucznej inteligencji każą swoim robotycznym wynalazkom szukać najefektywniejszych sposobów nawigowania w plątaninie połączeń. Najbardziej skomplikowanym tworem ludzkiego umysłu jest internet, który odzwierciedla labirynt połączeń neuronowych tworzących nasz umysł. Co ciekawe, James Knierim ze swoimi współpracownikami z John Hopkins University wykazał, że w pewnych sytuacjach, np. gdy próbujemy sobie przypomnieć, czy widzieliśmy już twarz jakiejś osoby, nasz mózg pracuje w podobny sposób do szczura który szuka wyjścia z labiryntu. Różne obszary hipokampu dochodzą do dwóch różnych konkluzji — że twarz jest znajoma oraz że twarz jest nieznajoma — a następnie inne części mózgu głosują w celu ustalenia decyzji. Badacze odkryli, że podobny proces odbywa się w mózgu szczura, który poznał wcześniej jakiś labirynt, ale pewne jego elementy zostały zmienione.

Gdy tworzymy labirynty wielotrasowe jako wyzwania dla umysłu lub unikursalne dla celów kontemplacyjnych, w pewnym sensie wydobywamy na zewnątrz sposób działania naszego umysłu. Argentyński pisarz Jorge Luis Borges często używał labiryntu jako metafory największych tajemnic świata, w tym czasu, umysłu i rzeczywistości fizycznej. Cytat z początku tego rozdziału pochodzi z opowiadania *Ogród o rozwidlających się ścieżkach* z 1941 r., a w opowiadaniu *Ibn Hakam al-Bokhari zabity w swym labiryncie* jedna z postaci, matematyk Unwin, stwierdza: „Nie ma potrzeby konstruować labiryntu, skoro jest nim cały wszechświat”.


PROGRAM
PARTNERSKI
GRUPY HELION
1. ZAREJESTRUJ SIĘ
2. PREZENTUJ KSIĄŻKI
3. ZBIERAJ PROWIZJĘ
Zmień swoją stronę WWW w działający bankomat!
Dowiedz się więcej i dołącz już dzisiaj!
http://program-partnerski.helion.pl
GRUPA
Helion

# MATEMATYKA: PRZEKONAJ SIĘ, JAK DALEKO UMIESZ SIĘ ZAPUŚCIĆ!

Zrozumienie matematyki wymaga wysiłku. Warto go jednak podjąć. Matematyka dała nie tylko podstawy wielu dziedzinom nauki i techniki, ale także sztuce i różnym aspektom otaczającego nas świata. Jest więc częścią naszej rzeczywistości. Niektóre elementy tej codziennej matematyki są proste i dobrze nam znane, inne można porównać do krętych zawiłości, które wymykają się umysłom większości ludzi. Są w tej dziedzinie również obszary, które mogą szokować, fascynować i przerażać, ale kiedy je poznasz i zrozumiesz, przekonasz się, że matematyka jest bardzo podobna do człowieka: bywa zabawna, ma swoje słabostki i bogactwo przedziwnych szczegółów.

Ta książka stanowi kontynuację *Dziwnej matematyki*. Także tutaj znajdziesz wiele niezwykłych, interesujących i istotnych idei matematycznych, przedstawionych w sposób przystępny i zrozumiały dla każdego czytelnika. Wybierzesz się na poszukiwanie idealnego labiryntu, zagłębisz się w „matematykę baniek", poznasz najdziwniejszych matematyków w historii i odnajdziesz matematykę w dziełach sztuki. Zrozumiesz, czym są kwanty, i dowiesz się, jak niesamowite figury można otrzymać dzięki królowej nauk. A kiedy już się przekonasz, że jesteś w stanie zrozumieć każde zagadnienie matematyczne, nauczysz się odnajdywać matematykę w swoim codziennym życiu i… powędrujesz ku krawędzi możliwości ludzkiego rozumienia!

**PRZEKONAJ SIĘ:**

- **jak fascynujące mogą być labirynty**
- **ile liczb rządzi wszechświatem**
- **jak wygląda świat po drugiej stronie lustra**
- **którzy matematycy byli naprawdę dziwnymi ludźmi**
- **ile zabawy można znaleźć w matematyce**

**DR DAVID DARLING** jest astronomem i autorem niemal pięćdziesięciu książek popularnonaukowych, wysoko cenionych za przystępny i budzący zainteresowanie sposób przekazywania wiedzy. Mieszka z rodziną w Dundee w Szkocji.

**AGNIJO BANERJEE** pochodzi z Indii, mieszka w Szkocji. Jest matematycznym geniuszem i uczniem Darlinga, w wieku trzynastu lat osiągnął najwyższy możliwy wynik w teście IQ Mensy. Obecnie studiuje w Trinity College w Cambridge.


Helion

helion.pl

HELION SA
ul. Kościuszki 1c
44-100 Gliwice
tel.: 32 230 98 63
helion@helion.pl

Sprawdź nasze szkolenia!
SZKOLENIA
AKADEMIA IT & BUSINESS
WWW.SZKOLENIA.HELION.PL

KOD KORZYŚCI
Sięgnij po więcej!

ISBN 978-83-283-8793-5

9 788328 387935

INFORMATYKA W NAJLEPSZYM WYDANIU

Cena: 44,90 zł