Włodzimierz Wójcicki[1], **Robert Tomaszewski**[2]
Akademia Bialska im. Jana Pawła II

Matematyka w gospodarce i wokół nas

Streszczenie

W otaczającym nas świecie trudno wskazać element całkowicie obcy matematyce. Liczby porządkowe i liczby obrazujące wielkości są powszechnie znane. Matematyczny świat liczb jest znacznie bogatszy i bardziej skomplikowany. Spotkać go można pośrednio w różnych urządzeniach, od telefonów po teleskopy, oraz bezpośrednio w teoriach różnych nauk, takich jak fizyka, astronomia, biologia i ekonomia. Pełni również służebną rolę w architekturze, informacji, muzyce i sztuce. Matematyka, w odróżnieniu od innych nauk, wyłącznie kumuluje wyprowadzone prawdy, nie zastępując „starych" nowymi.

Słowa kluczowe: matematyka, rozwój liczb, matematyka w gospodarce, matematyka w społeczeństwie, specyfika matematyki

Abstract

In the world around us, it is hard to point out an element entirely foreign to mathematics. Ordinal numbers and quantities are commonly known. The mathematical world of numbers is significantly richer and more complicated. It can be encountered indirectly in various devices, from telephones to telescopes, and directly in the theories of various sciences, such as physics, astronomy, biology, and economics. It also serves a fundamental role in architecture, information, music, and the arts. Mathematics, unlike other sciences, exclusively accumulates derived truths without replacing the „old ones" with new ones.

Keywords: Mathematics, development of numbers, mathematics in the economy, mathematics in the society, specifity of mathematics

Wstęp

„Filozofia zrodziła wiele różnych nauk. Jak wiemy jest matką fizyki, która kiedyś była znana jako filozofia przyrody. Nie można także pominąć faktu, że ekonomia została zapoczątkowana przez moralistę Adama Smitha". (...) Zarówno naukowiec jak i filozof zajmują się analizą idei. Obaj przeprowadzają także obserwacje. Ludzie nazywani filozofami zazwyczaj rozpoczynają analizę idei i są autorami najbardziej ogólnych wniosków. Inni zaczynają tam, gdzie filozofowie skończyli – ich możemy nazywać naukowcami. Kontynuują oni pracę rozpoczętą przez filozofa, zostawiając mu zadanie znalezienia kolejnych obszarów badań, które z kolei zostaną przekazane przyszłym naukowcom do dalszego udoskonalenia. (...) W Matematycznych zasadach filozofii przyrody Newtona znajdziemy równie potężne ilości metafizyki co nauki w arystotelesowskiej Fizyce" (Sadowsky, 2013).

Z pewnym sceptycyzmem przyjąć można rozróżnienie między naukowcami a filozofami. Wszak filozofia z greckiego oznacza umiłowanie mądrości, która jest

[1] dr hab., prof. uczelni, ORCID: 0000-0002-4607-3972, e-mail: w.wojcicki@dyd.akademiabialska.pl
[2] dr, ORCID: 0000-0002-4564-0832, e-mail: r.tomaszewski@dyd.akademiabialska.pl

conditio sine qua non wszystkich badań, te zaś z kolei wykraczają poza idee, obejmując byty, naturę, społeczeństwo, kulturę, historię, organizacje, gospodarkę etc. Za cel opracowania przyjęto zobrazowanie spektrum przedmiotów badań i zastosowań matematyki.

Bogactwo różnorodności liczb

Matematyka zaczęła się od liczenia przez łączenie w pary (dobieranie par) – najpierw z użyciem palców, później z użyciem kamyków – tyle zwierząt w stadzie ile kamyków w woreczku (to prawzór znanego skądinąd tokena), potem pojawiło się liczydło (abak) i inne urządzenia liczące. Wcześniej pojawiły się cyfry eliminujące niedogodności łączenia par – wśród nich jako ostatnie pojawiło się zero, które nie podlegało łączeniu w pary. Stało się niezbędne kiedy cyfry ewoluowały w liczby, gdy powstały systemy liczbowe i trzeba było oznaczyć rząd wielkości. „Zero stanowi składnik niezbędny, conditio sine qua non, kodu binarnego, który jest podstawą wszechobecnej cyfryzacji. Cyfryzacja jest oparta o kodowanie, bez którego nie byłoby e-bankowości, e-administracji, e-handlu i handlu „zwykłego" (kody kreskowe i kasy fiskalne), e-komunikacji, podpisu elektronicznego, telewizji cyfrowej, lokalizacji GPS, e-informacji, wreszcie różnego rodzaju programowania (komputerów, komórek, inteligentnych robotów), badań kosmosu, systemów energetycznych, systemów kierowania ruchem) – trudno byłoby wskazać dziedzinę ludzkiej aktywności, w której kodowanie nie występuje" (Wójcicki, 2018, s. 11). Spośród dziesięciu cyfr zero ma najwięcej atrybutów, najbardziej złożoną istotę i historię. Symbolizuje początek skali, nie ma roku zerowego, występuje w systemie dziesiętnym i binarnym, samo nie może być w mianowniku ułamka zwykłego.

Cyfry wynaleziono na pewno dawniej niż litery (Ifrah, 1990). Chrześcijanie znają frazę: Na początku było słowo, a słowo ciałem się stało. W ujęciach mistycznych i religijnych cyfry/liczby spełniają jednak nie mniejszą rolę niż litery/słowa. Chińczycy uważają cyfrę 8 za szczęśliwą i dlatego wyznaczono rozpoczęcie Igrzysk Olimpijskich w Pekinie w 2008 roku na dzień 8 sierpnia o godzinie 8 minut 8. Bóg powiedział do Mojżesza: „{Pan} zachowujący swą łaskę w tysiączne pokolenia, przebaczający niegodziwość, niewierność, grzech, lecz nie pozostawiający go bez ukarania, ale zsyłający kary za niegodziwość ojców na synów i wnuków, aż do trzeciego i czwartego[3] pokolenia" (Ravasi, 2017, s. 41). Trzy i cztery składają się na siedem: „Siedem – liczba symboliczna, oznaczająca pełnię i doskonałość, przypomina nam, że całe stworzenie jest *tob* (...) a ten przymiotnik po hebrajsku znaczy zarazem „dobry" i „piękny" (Ravasi, 2017, s. 17-18). W kanonie stworzenia to właśnie dzień siódmy jest poświęcony Bogu. Istnieje również dekalog, dziesięć plag egipskich, muzułmański różaniec składający się z 99 paciorków – pochwał Allaha plus jeden paciorek dla „prawdziwego imienia Boga". Istnieje pechowa 13 pomijana w numeracji pięter i pokoi hotelowych, oraz ezoteryczna liczba 666 (szerokość banknotu jednodolarowego wynosi 66,6 mm i podobno stąd prymat tej waluty).

[3] Tysiączne pokolenia to przedsmak nieskończoności.

Cyfry ewoluujące w liczby wymagały określonego sposobu agregacji – funkcjonują tuziny, mendle, kopy, grosy, 60 sekund ma minuta, a 60 minut tworzy godzinę, kąt pełny może mieć 360 stopni albo 2π radianów, różne są skale do pomiaru temperatury. Do zapisu stworzono różne systemy. Cieśliński (2016) wymienia system binarny, trójkowy, ósemkowy, dwunastkowy, szesnastkowy – o różnym przeznaczeniu. Liczby mogą wskazywać porządek jak w spisie inwentarza lub wielkość jak w sprawozdaniu finansowym. Liczby dotyczące bogactwa (pieniądz lubi ciszę) wykreowały nowe zagadnienia. W średniowieczu Karol Wielki nakazał w końcu roku sumować przychody i koszty gospodarstwa rolnego i osobno gospodarstwa domowego. Dla zachowania tajemnicy przychody liczyła jedna osoba, koszty druga osoba a wynik osoba trzecia, zwykle właściciel (Wójcicki, 2018). Tajemnica to jedna, a ochrona przed nadużyciami to druga sprawa. W Hiszpanii dla bezpieczeństwa pieniądze przechowywano w kufrze o trzech zamkach, klucze do których miały trzy różne zaufane osoby (Rogozina, 2016).

Postęp ujawniał nowe zagadnienia. Nie ma największej liczby, bo po każdej liczbie N zawsze może nastąpić N+1; to oznacza nieskończoność, jej symbol znany jako lemniskata Z tego zaś wynika, że nie ma też najmniejszej liczby, która byłaby odwrotnością największej. Oprócz nieskończoności ciągu liczb występuje też nieskończoność danej liczby, kiedy ciąg cyfr po przecinku rośnie bez ograniczenia, nigdy się nie kończy ani nie powtarza. Takie liczby noszą miano niewymiernych, nie mogą one być wyrażone przy pomocy zwykłego ułamka. Bardzo znanym przykładem liczby niewymiernej jest liczba dla której przy pomocy specjalnego programu obliczono trudną do wyobrażenia ilość cyfr początkowych – wynosi ona 31 415 926 535 897; obliczenia ukończono w dniu 21.01.2019 r., kierując się przy wyznaczaniu kresu obliczeń kolejnymi miejscami po przecinku liczby π, które są następujące: (Schiff, 2023)[4]. Ciekawostką jest to, że odkryto wiele metod obliczania tej liczby, wśród nich najbardziej intrygująca i niezwykła jest oparta na symulowanym zderzaniu dwóch kul bilardowych o różnej masie (ruch mniejszej ogranicza ściana), których kolizje są idealnie sprężyste, nie tracących energii na ciepło, dźwięk itp., co odzwierciedla sposób zderzania atomów. Pierwsze omówienie tej metody spotkało się z niedowierzaniem, ale po przedstawieniu dowodu wyniki zaakceptowano (Schiff, 2023).

Matematyka jest transcendentnym[5] idealnym światem. „Jeśli ktoś stosuje się do podstawowych zasad dedukcji matematycznej, wyprowadzenie jednego kroku z drugiego, otrzymywane są prawdy matematyczne (twierdzenia), stając się dodatkowymi elementami panteonu tego wyidealizowanego świata. Zostają wiecznymi, niepodważalnymi prawdami" (Schiff, 2023, s. 47). Przy tym w wypro-

[4] Symbol ten jest używany od 1737 roku, ale określanie wartości liczby rozpoczęli starożytni Babilończycy i Egipcjanie 2000 lat p.n.e. W dniu 21 stycznia 2019 roku ukończono obliczanie rekordowej ilości pierwszych cyfr tej liczby: 31 415 926 535 897. Liczba ma nawet swoje święto w marcu. Pierwsze cyfry 3-14 skojarzono z datą urodzin Alberta Einsteina (14.3.1879). (Schiff, 2023, s. 57-59). Oprócz faktu, że nie ma największej liczby (bo zawsze może być następna N+1), mamy więc liczbę, którą nie sposób obliczyć.

[5] Transendencja filoz.> istnienie poza granicami bytu lub poza granicami ludzkiego poznania.

wadzaniu prawd matematycznych możliwe jest korzystanie z praw ustalonych przez inne dyscypliny naukowe, najczęściej przez fizykę. Zauważyć trzeba, że w innych naukach, jak chemia, biologia czy fizyka często jedna teoria zastępuje drugą w miarę doskonalenia narzędzi badawczych, przykładem takiego doskonalenia jest Wielki Zderzacz Hadronów czy Kosmiczny Teleskop Webba[6] do obserwacji w podczerwieni, jako continuum badań Kosmicznego Teleskopu Hubble'a. Dlatego w naukach przyrodniczych wyniki są odkrywane, w matematyce – udowadniane. „Gałąź fizyki, gdy stanie się przestarzała albo nieproduktywna, okazuje się zawsze częścią przeszłości. (...) Matematyka przeciwnie – jest pełna kanałów i bocznych ścieżek, które wydają się prowadzić donikąd w jednej epoce i stają się przedmiotem badań w innej" (Gleick, 2018, s. 149-150).

Kolejnym przykładem liczby niewymiernej jest jako efekt znanego twierdzenia Pitagorasa o długości przeciwprostokątnej w trójkącie prostokątnym; w tym przypadku chodzi o trójkąt prostokątny równoramienny, powstający po nakreśleniu przekątnej w kwadracie. „Prawdopodobnie jest to pierwsza znana liczba niewymierna (...), jej rozwinięcie dziesiętne z dokładnością do 65[7] miejsca po przecinku wynosi: 1,414213 562373 095048 801688 724209 698078 569671 875376 948073 176679 737990...". W praktyce znane zastosowanie tej liczby, przy niewielkich zaokrągleniach i w połączeniu z innymi działaniami, służy do określania formatów papieru od A0 do A4.

Najczęściej można zetknąć się, jednak rzadko to uświadamiając, z liczbą niewymierną, według której określana jest idealna, boska proporcja. Chodzi o liczbę (https://sjp.pwn.pl). Taki rodowód liczby i termin boska proporcja świadczy jednoznacznie o jej powiązaniu z pięknem w sztuce. Tomasz z Akwinu napisał: „Zmysły radują się na widok rzeczy o właściwych proporcjach" (Corbala'n, 2012, s. 9). Rodowód liczby wywodzi się z *nieskończonego* ciągu Fibonacciego, w którym każda kolejna liczba jest sumą dwóch liczb ją poprzedzających. [0], 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, ... W tym ciągu dochodząc do czternastej relacji między sąsiednimi liczbami, jest iloraz: 1,618 033 988 749 894... – dokładność piętnastu miejsc po przecinku w zupełności wystarcza dla celów praktycznych. „Liczba , nazywana złotą liczbą, stosunkiem transcendentalnym, boską liczbą, boskim stosunkiem, zafascynowała więcej błyskotliwych umysłów niż liczby π i *e* razem wzięte" (Wójcicki, 2018, s. 12). Liczbę niewymierną można określić jako „(...) nieskończone wyrażenie dziesiętne, które nigdy się nie kończy ani nie powtarza w nieskończoność, może więc istnieje jedynie w rzeczywistości matematycznej. Podobnie nigdy nie kończy się nieskończony szereg, więc i on musi istnieć w podziemnym świecie matematyki" (Schiff, 2023, s. 93-94).

Z kolei liczba *e* to liczba Eulera (Schiff, 2023) „obecna" w logarytmach, które wymyślono aby mnożenie zastąpić dodawaniem, co wykorzystano w konstrukcji

---

[6] Budowany przez 14 lat (2007-2021) pozwolił odkryć galaktyki, które według teorii Wielkiego Wybuchu nie powinny istnieć, co implikuje rewizję poglądu na funkcjonowanie czarnych dziur i zakres Wszechświata.

[7] Miejsce 66 to wynik zaokrąglenia.

suwaka logarytmicznego, jaki dawno temu został wypchnięty w przeszłość przez wygodniejsze urządzenia obliczeniowe. Liczbę wyprowadzono z nieskończonego szeregu: $e = 1 + \frac{1}{1!} + \frac{1}{2!} + \frac{1}{3!} + \cdots . + \frac{1}{n!} + \ldots$ (https://www.matemaks.pl). Potęgi liczby *e* graficznie obrazuje wykres funkcji wykładniczej. W 2016 roku obliczono pierwszych pięć bilionów cyfr liczby *e,* zajęło to 48 dni czasu komputerowego.

Matematyka ustala następujące warunki brzegowe przy tworzeniu liczb: „Jeśli jednak będziecie tworzyć nową klasę liczb, to musicie wyjaśnić, jak je dodawać, odejmować, mnożyć i dzielić, gdyż to właśnie robimy z liczbami" (Schiff, 2023, s. 122). Są, oczywiście, pewne niuanse. Liczby naturalne, które mają dwa dzielniki (dzielą się przez siebie i przez 1) to liczby pierwsze a mające więcej dzielników to liczby złożone; liczba 1 nie jest ani pierwszą ani złożoną. Dwie liczby naturalne, które nie mają wspólnego dzielnika większego niż 1 (np. 7 i 9) nazywa się względnie pierwszymi – jeżeli występują w liczniku i mianowniku wyznaczają kres skracania ułamka (https://zpe.gov.pl). Największa odkryta liczba pierwsza ma postać -1, ma ona 24862048 cyfr. „Wielkie liczby pierwsze służą do testowania mocy obliczeniowej superkomputerów. Bez nich również nie można skutecznie szyfrować informacji, bo klucze najlepszych szyfrów oparte są na liczbach pierwszych. Są także bardzo użyteczne przy konstruowaniu kodów korekcyjnych do wyszukiwania błędów w przekazie obrazów i danych (satelity, sondy kosmiczne...) oraz w czytnikach CD wysokiej jakości. Do ciekawszych liczb pierwszych należy liczba składająca się z 23 jedynek 11 111 111 111 111 111 111 111 oraz liczba składająca się z kolejnych cyfr 1234567891 (www.eioba.pl).

Na odkrycie czekają kolejne *liczby doskonałe*. Liczba doskonała jest liczbą naturalną, która stanowi sumę swoich dzielników właściwych np. 6 = 1+2 +3; 28 = 1+2+4+7+14;. już dawno temu zauważono, iż stworzenie świata trwało 6 dni, a w ciągu 28 nocy Księżyc obiega Ziemię. Dotychczas odkryto tylko 39 liczb doskonałych, przy czym piątą w XV wieku, a ostatnią w 2001 roku; przyśpieszenie odkryć nastąpiło w 1952 roku gdy użyto maszyny liczącej.

Jeszcze większym ewenementem są liczby zaprzyjaźnione. „Dwie liczby naturalne nazywamy zaprzyjaźnionymi, gdy każda z nich jest równa sumie dzielników właściwych drugiej liczby; dzielnik właściwy liczby to każdy dzielnik mniejszy od tej liczby. (...) Starożytni Grecy wierzyli, że amulety z wygrawerowanymi liczbami zaprzyjaźnionymi zapewniają szczęście w miłości". Przykładem pary najmniejszych liczb zaprzyjaźnionych są liczby 220 i 284. Dzielniki właściwe liczby 220 to: (1, 2, 4, 5, 10, 11, 20, 22, 44, 55, 110) ich suma stanowi 284. Dzielniki właściwe liczby 284 to: (1, 2, 4, 71, 142) ich suma stanowi 220. Znanych jest blisko 8000 par liczb zaprzyjaźnionych, nie wiadomo jednak ile ich istnieje.

Wiele liczb nosi nazwę utworzoną od nazwiska ich odkrywców, wspomniano już o liczbie Eulera; wśród bardziej znanych można wymienić liczby Fermata i liczby Mersenne'a. Swoistym ewenementem są liczby trójkątne. Nazwa liczby trójkątne pochodzi stąd, że jest liczbą monet jednakowej wielkości, z których można utworzyć trójkąt równoboczny o boku zbudowanym z *k* monet.

Odrębnym, aczkolwiek nie stroniącym od liczb, działem matematyki, jest geometria. Punkty, odcinki, proste, kąty, figury i bryły geometryczne – to dome-

na geometrii euklidesowej, jeżeli są umieszczone na powierzchni płaskiej, kiedy zaś na powierzchni falistej w kształcie, np. siodła lub na powierzchni, której część leży na stole a część z tego stołu zwisa, lub mają kształt powierzchni kuli, to nimi zajmuje się geometria nieeuklidesowa. W geometrii linie nie mają szerokości, ale z symbiozy geometrii z algebrą powstała jedna z najbardziej znanych liczb, o ile nie najbardziej znana, liczba π. Wizualizację kształtów geometrycznych ułatwia technologia komputerowa.

„Bóg dał nam liczby całkowite, a wszystko inne jest dziełem człowieka..." (Schiff, 2023, s. 33). Pomimo to algebra jak i samo pojęcie liczby jest abstrakcją – nie występują w naturze. „A jednak matematyka jest najbardziej potężnym narzędziem, które pozwala nam na opisanie świata" (Schiff, 2023, s. 35).

Świat jest matematyczny

Przed wynalezieniem precyzyjnych urządzeń mierniczych/geodezyjnych do wytyczania (wynoszenia na grunt) kątów prostych używano trzech odcinków zwykłego sznurka oznaczonych węzłami; odcinki o długości 3 m, 4 m i 5 m należało zamknąć w trójkąt, którego przeciwprostokątną był odcinek najdłuższy a naciąg zapewnić przy pomocy zwykłych szpilek do namiotu. Bardziej wyrafinowane zastosowania matematyki przedstawia Shiff (2023), niektóre z nich przedstawione zostały w poniższej tabeli 1.

Tabela 1. Praktyczne i teoretyczne zastosowania matematyki według Schiffa (2023)

Strona	Matematyczne teorie modele, metody, twierdzenia	Zastosowania
18, 22, 36	Czas zwalnia podczas ruchu na orbicie	System GPS, nawigacja na ziemi, wodzie i w powietrzu. Wszechświat połączony fragmentami matematyki.
26, 38	Metodologia	Rygorystyczne rozumowanie – logika symboliczna. Dedukowanie logiczne na podstawie zbioru założeń.
30	Punkt stały (oś obrotu dysku)	Równowaga Johna Nasha w teorii gier (zobacz film „Piękny umysł").
39, 38	N =	Siła sił elektrycznych utrzymujących atomy w całości, podzieloną przez siłę grawitacji między nimi. Gdyby protony były o 0,2% cięższe, nie istniałyby atomy.
59	„6" jako trylionowa cyfra liczby *π*	Testowanie dokładności nowych superkomputerów.
62	Technika symulacji (metoda Monte Carlo)	Projekt budowy bomby atomowej (Manhattan, w czasie II wojny światowej).
71	3 x (3 i 80 zer)	Liczba atomów w obserwowalnym wszechświecie (kula o promieniu 93 miliardów lat świetlnych).

71	3 x (3 i 74 zer)	Liczba nieukorzenionych drzew filogenetycznych generowanych przez 50 jednostek taksonomicznych.
72	Osobliwość $y = \frac{1}{x^2}$ (może być b. blisko zera, ale nie w nim)	Teoria względności – punkt w czasie, w którym temperatura, zakrzywienie i gęstość wszechświata są skończone; sytuacja matematycznej osobliwości.
75	Długość Plancka metra	Granica podzielności przestrzeni.
76, 77	Czas Plancka	Czas po Wielkim Wybuchu leżący poza zakresem naszej obecnej fizyki, nawiązuje do prędkości światła.
88, 180	Nieskończone szeregi liczb	Ciągły sygnał falowy, ujęty w momentach dyskretnych, przekształcony cyfrowo (telefon, telewizor, muzyka).
111	Strategia 1/*e* (ca 37%)	Wybierając spośród ogromnej liczby kandydata, wystarczy przesłuchać 37%, a potem wybrać następnego, który przewyższy przesłuchanych przed nim.
112	*A=P; A – odsetki,* r- stopa %, t- liczba lat	Wzór na odsetki składane z liczbą Eulera.
114, 115	Odchylenie standardowe	Pomiar masy supermasywnych czarnych dziur; złoty standard dla odkrycia czegoś nowego w fizyce to 5 odchyleń wg rozkładu normalnego (1 na 1,75 mln w jednej stronie rozkładu).
127	Liczby zespolone	Kwadrat modułu – b. istotny w fizyce kwantowej.
135, 137	Kwaterniony (składnik rzeczywisty + 3 urojone) oktoniony	Obrót w przestrzeni samolotu, rakiety, robota – grafika komputerowa, fizyka cząstek elementarnych, ujęcie przestrzeni w 64 wymiarach.
155	Modele błądzenia losowego	Wykorzystywane w fizyce, biologii, ekonomii, kasynie.
166	Prawa potęgowe	Obliczenie siły uderzenia asteroidy, badanie sieci podobnych do Internetu, opis rozkładu bogactwa.
171	Entropia	Miara matematyczna niepewności (teoria informacji).
191, 193	Algorytm	Metoda rozwiązywania problemu przez ciąg działań np. dla autonomicznych samochodów.
215	Liczba Φ (złoty podział)	Architektura – Le Corbusier, sztuka – Salvador Dali, muzyka – Mozart, rozwój liści w roślinie, połączenie magnetycznych atomów niobatu i kobaltu.

Źródło: opracowanie własne na podstawie Schiff, 2023[8].

[8] Dla ukazania fragmentu matematyki od liczb porządkowych (numery) i ukazujących wielkości do mechaniki kwantowej i nowoczesnej architektury komputerowej, robotyki, w fizyce, biologii, ekonomii, astronomii; cała książka liczy 400 stron.

Według National Geographic matematyka jest obecna we wszystkim, co nas otacza. W krystalicznej strukturze płatków śniegu, w śladzie jaki zostawia za sobą łódź na wodzie, w idealnym kształcie muszli ślimaka. Jest jedną z najstarszych nauk, która rozwija się od czasów starożytnych do współczesności i przez tysiące lat nieprzerwanie wpływa na nasze życie.

Podsumowanie

Matematyka jest nieodłącznym elementem naszego świata. Jest obecna zarówno w codziennych urządzeniach, takich jak telefony, komputery czy nawet teleskopy. Jest nierozerwalną częścią w teoriach naukowych w dziedzinach takich jak fizyka, astronomia, biologia, ekonomia. Pełni kluczową rolę w architekturze, informacji, muzyce i sztuce, kumulując wyprowadzone prawdy bez zastępowania starych nowymi.

Filozofia, będąca matką wielu nauk, w tym fizyki i ekonomii, zajmuje się analizą idei, które naukowcy rozwijają dalej. Filozofowie inicjują analizę idei i formułują ogólne wnioski, które następnie są rozwijane przez specjalistów różnych dziedzin nauki. Przykładem jest Newton, którego „Matematyczne zasady filozofii przyrody" łączą metafizykę z nauką.

Matematyka zaczęła się od prostego liczenia przez łączenie w pary, najpierw z użyciem palców, a później kamyków. Pojawienie się cyfr, w tym zera, było kluczowe dla rozwoju systemów liczbowych. Zero, będące podstawą kodu binarnego, jest niezbędne dla cyfryzacji, która obejmuje e-bankowość, e-administrację, e-handel, telewizję cyfrową, GPS i programowanie.

Cyfry wynaleziono wcześniej niż litery, a w mistycznych i religijnych kontekstach mają one równie duże znaczenie jak słowa. Przykładem jest chińska wiara w szczęśliwą cyfrę 8 czy biblijne odniesienia do liczb. Matematyka, poprzez swoje różnorodne zastosowania i głębokie znaczenie, odgrywa fundamentalną rolę w rozwoju ludzkiej cywilizacji.

Literatura

Artykuły i pozycje książkowe

1) Corbala'n, F. (2012). *Złota proporcja. Matematyczny język piękna.* RBA Barcelona (adaptacja wydawnicza BUKA Books, ISBN 978-84-473-7438-0).
2) Gleick, J. (2018). *Chaos. Narodziny nowej nauki.* Poznań: Wydawnictwo Zysk i S-ka.
3) Ifrah, G. (1990). *Dzieje liczby czyli historia wielkiego wynalazku.* Wrocław: Wydawnictwo Zakład Narodowy im. Ossolińskich.
4) Ravasi, G. (2017). *Biblia we fragmentach. 200 bram do Starego i Nowego Testamentu.* Kielce: Wydawnictwo Jedność.
5) Rogozina, S. (2016). *Niestandardowy podręcznik rachunkowości. Rachunkowość pół żartem i na serio.* Warszawa: CeDeWu.PL.
6) Schiff, J. L., (2023). *Matematyczny wszechświat. Od Pitagorasa do Plancka*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN SA.

7) Wójcicki, W. (2018). *Wielkości i proporcje w ekonomii.* Biała Podlaska: Wydawnictwo Państwowej Szkoły Wyższej im. Papieża Jana Pawła II w Białej Podlaskiej.

Źródła internetowe

1) https://sjp.pwn.pl>slowniki>transcendentny (dostęp: 29.08.2023).
2) https://www.matemaks.pl>liczba-e (dostęp: 31.08.2023).
3) pl.wikipedia.org/wiki/Pierwiastek_kwadratowy_z_2 (dostęp: 29.08.2023).
4) Sadowsky, J. A. (2013). Własność prywatna i kolektywna. Pobrane z: https://mises.pl/artykul/sadowsky-wlasnosc-prywatna-i-kolektywna (dostęp: 11.09.2023).
5) www.eioba.pl/a/3a/ciekawe-liczby (dostęp: 10.09.2023).
6) zpe.gov.pl/a/liczby-naturalne-calkowite-i-wymierne/D4b3NwntD (dostęp: 12.09.2023).