

Historia maszyn liczących

Krzysztof Grąbczewski

Za początek rozwoju maszyn liczących uznaje się powszechnie XVII wiek. Jednak historia samego liczenia sięga zdecydowanie dawniejszych czasów.

Pierwsze potrzeby liczenia dały się odczuć człowiekowi już w czasach, kiedy mieszkał w jaskiniach i lasach. Aby regularnie (lub o odpowiedniej porze) składać bogom ofiary należało wykazać się zdolnością odliczania dni. Trafnego przewidywania terminów zmian pór roku wymagało od człowieka dążenie do zebrania jak najobfitszych plonów. W tamtych czasach sposoby liczenia były jednak bardzo inne od dzisiejszych. Zaczęło się od wykonywania nacięć na drewnie i rysowania znaków na kamiennych ścianach.

Okolo 2800 lat pne człowiek stworzył konstrukcję, która jest dzisiaj uznawana za pierwszy kalendarz. Nosi on miano *Stonehenge* i znajduje się w Anglii 13 km na północ od Salisbury. Jest to konstrukcja kamienna, która po dziś dzień zastanawia archeologów i antropologów, jako że wymagała podjęcia wspólnego wysiłku przez grupę ludzi. Budowla została tak skonstruowana, aby można było ze światła słonecznego odczytać kiedy zaczyna się dzień na północnym biegunie, czyli wskazywała pierwszy dzień lata.

Rozwój cywilizacji przynosił coraz to więcej powodów do liczenia. Pasterz chciał mieć możliwość sprawdzenia, czy przypadkiem nie ubyło mu owieczki. Starożytni Rzymianie zauważyli, że można tego typu potrzebę zaspokoić przygotowując sobie zbiór kamieni równoliczny ze zbiorem owiec i stosowne sprawdzenie można było wówczas wykonać przez porównanie ilości elementów tych dwóch zbiorów. Te kamyczki do liczenia nosiły nazwę *calculi*, co stało się podstawą do powstania takich słów jak *kalkulować* czy *kalkulator*.

Trochę później (ok. 600-500 pne) pojawiły się pierwsze liczydła. Ich kolebkami były Egipt i Chiny. Jak fenomenalny był to wynalazek może świadczyć fakt, że używane były przez około 2000 lat. Dzisiaj szansa zaistnienia urządzenia, które mogłoby służyć ludzkości przez podobnie długi czas jest praktycznie zerowa.

W pierwszym tysiącleciu naszej ery główne zasługi dla rozwoju matematyki miały kraje Wschodu. Działo się tak za sprawą używanych notacji. Cyfry zwane dzisiaj arabskimi (wynalezione co prawda w Indiach, ale przywiezione do Europy, wraz z innymi osiągnięciami Wschodu, przez Arabów) pozwalają na dużo łatwiejsze wykonywanie obliczeń aniżeli notacja rzymska. Jeszcze w średniowieczu aby nabyć zdolność wykonywania podstawowych operacji arytmetycznych na dużych liczbach rzymskich należało ukończyć studia uniwersyteckie. Niektórzy upatrują nawet w problemach związanych z rzymskimi cyframi jedną z istotnych przyczyn upadku Cesarstwa Rzymskiego.

W połowie VII wieku wynalezienie symbolu zera przez Hindusów dało początek obliczeniom na piśmie, a około 830 roku Pers o nazwisku Mohammed Ibn Musa Abu Djefar znany dzisiaj jako Al Khwarismi napisał pierwszą matematyczną książkę pod tytułem "Al Gebr We'l Mukabala" (w łacińskiej wersji "Algebra"), która zapoczątkowała rozwój algebry jako dziedziny matematyki. Od nazwiska autora tej książki (po pewnej deformacji) pochodzi dzisiejsze słowo *algorytm*, które jest jednym z podstawowych pojęć informatyki i oznacza przepis postępowania, metodę rozwiązywania problemu.

Począwszy od roku 1100 zaczęły się pojawiać tabliczki mnożenia na piśmie. Były używane przede wszystkim przez księgowych wykonujących na co dzień skomplikowane obliczenia.

Pojawieniu się cyfr arabskich w Europie (XVI wiek) przyczyniło się do bardzo dynamicznego rozwoju urządzeń wspomagających liczenie i samodzielnie liczących.

- 1612** Szkot John Napier (1550-1617) odkrył logarytmy. Zauważył, że zamieniając liczby na logarytmy można sprowadzić operację mnożenia do dużo prostszej operacji dodawania. Napier był też pierwszą osobą, która użyła (na piśmie) kropki dziesiętnej (wynalezionej w Holandii).
- 1617** Napier skonstruował narzędzie pomagające w wykonywaniu mnożenia, nazwane później *kostkami Napiera*.
- 1622** William Oughtred (1574-1660) korzystając z osiągnięć Napiera stworzył suwak logarytmiczny. Pierwsze suwaki różniły się istotnie od ich wersji do niedawna bardzo popularnych. W roku 1880 stworzono suwak, który liczył z dokładnością do czterech cyfr dziesiętnych - miał on 200 cali długości.
- 1623** Wilhelm Schickard (1592-1635) konstruował w Heidelbergu czterodziałaniowy kalkulator-zegar. Miał on wykonywać operacje na sześciocyfrowych liczbach i sygnalizować błędy przepełnienia za pomocą dzwonka. Niestety Schickard nie zdołał ukończyć pracy nad swoją maszyną, która spłonęła w czasie toczącej się wówczas wojny, a jej plany zaginęły. Odnaleziono je dopiero w 1935 roku, po czym znowu zaginęły i ponownie się odnalazły w 1956 roku. Cztery lata później zbudowano maszynę zgodnie z odnalezionymi planami i rzeczywiście działała poprawnie.
- 1642** Paryżanin Blaise Pascal (1623-1662) tworzy swoją *Pascalinę* pięciocyfrową maszynę do dodawania. Mimo, że była to dużo prymitywniejsza maszyna, niż kalkulator-zegar Schickarda, to właśnie ona została uznana za pierwszą maszynę liczącą i przyniosła tym samym Pascalowi olbrzymią sławę. Pascal posiadał również wiele innych zasług dla nauki, czego dowodem jest obecność jego nazwiska w dzisiejszej nauce - przede wszystkim w matematyce, fizyce i informatyce. Pascal jest np. jednostką ciśnienia, mamy też bardzo popularny język programowania Pascal.
- 1674** Gottfried Wilhelm von Leibniz (1646-1716) skonstruował czterodziałaniową maszynę liczącą. Potrafiła mnożyć liczby 5- przez 12-cyfrowe dając rezultaty długości do 16 znaków. Leibniz wsławił się jednak bardziej swoimi osiągnięciami w teorii

matematyki. Zapoczątkował on rozwój rachunku różniczkowego oraz jako pierwszy pisał o systemie dwójkowym i rachunku logicznym, które czekały potem ok. 200 lat na zastosowanie do konstrukcji komputera. Po tym okresie stały się podstawą konstrukcji wszelkich maszyn liczących.

- 1801** Joseph-Marie Jacquard nie brał bezpośredniego udziału w rozwoju komputerów, ale jego pomysł został później zaadaptowany do komputerów. Skonstruował on automatyczną maszynę tkacką sterowaną kartami perforowanymi. W ten sposób można było tworzyć bardzo precyzyjne wzory. Portret samego Jacquarda utkany w ten sposób był równie wierny jak portrety olejne. Użyto do niego 24 tysięcy dziurkowanych kart.
- 1822** Charles Babbage (1792-1871) rozpoczął budowę *maszyny różnicowej*. Miała ona znaleźć zastosowanie do obliczeń nawigacyjnych i tablic matematycznych. Warto tutaj również wspomnieć, że był to pierwszy projekt naukowy finansowany przez rząd.
- 1833** Babbage porzucił budowę maszyny różnicowej na rzecz potężniejszej od niej *maszyny analitycznej*. Zdążył stworzyć zaledwie bardzo ograniczony prototyp maszyny różnicowej, po czym zajął się nowym projektem. Maszyna różnicowa była bardzo złożonym urządzeniem mechanicznym i wymagała bardzo dużego nakładu finansowego. Mimo to z braku jakiegokolwiek postępu w jej rozwoju w roku 1842 oficjalnie anulowano projekt. Nowa maszyna analityczna miała być napędzana silnikiem parowym i wykorzystywać miała karty dziurkowane dla celów wprowadzania danych.
- 1842** Ada Augusta King, księżna Lovelace, córka Lorda Byrona zyskała miano pierwszej programistki. Była ona przyjaciółką Babbage'a i często pomagała mu w pracy. Sam Babbage stwierdził, że znała ona maszynę różnicową lepiej niż on sam, i była o wiele lepsza w tłumaczeniu zasad jej działania. Ona to jako pierwsza użyła maszyny Babbage'a do wykonania pewnych, dość złożonych obliczeń. Jej imieniem nazwano później język programowania *Ada*, który jest wykorzystywany przede wszystkim przez Armię Stanów Zjednoczonych.
- 1853** Szwedzcy naukowcy George i Edward Scheutz ukończyli budowę *maszyny tabulacyjnej* opartej o projekt maszyny różnicowej Babbage'a. Jednak nie było to urządzenie do końca zgodne z projektem. Oryginalny projekt udało się zrealizować dopiero kilka lat temu.
- 1854** George Bool opracował rachunek logiczny (zapoczątkowany wcześniej przez Leibniza), oparty na systemie dwójkowym. Rachunek ten rozwinął się później w całą gałąź matematyki - *algebrę Boole'a*, która jest dzisiaj podstawą wszystkich systemów komputerowych.
- 1858** Maszyna skonstruowana w 1853 roku przez Scheutz'ów wykonała swoje jedyne poważne obliczenia. Były to zadania astronomiczne liczone dla obserwatorium w Albany w stanie New York.

- 1871** Babbage zmarł na dżumę. Zdążył stworzyć tylko prototyp maszyny analitycznej, a po jego śmierci nie znalazł się nikt, kto mógłby kontynuować jego pracę. Projekt maszyny analitycznej jest tak złożony, że do dzisiaj nie skonstruowano egzemplarza w pełni wiernego projektowi. Natomiast pomysł wykorzystania kart perforowanych w komputerach zyskał zwolenników i wykonawców już 20 lat po śmierci Babbage'a.
- 1890** Herman Hollerith (1860-1929) wygrał konkurs na dostarczenie urządzeń liczących dla spisu powszechnego w USA. Taki spis zgodnie z Konstytucją Stanów Zjednoczonych jest przeprowadzany co 10 lat. W związku ze stale rosnącą liczbą ludności kolejne spisy stawały się coraz trudniejsze i zabierały coraz więcej czasu. W roku 1885 spis rozpoczęty w 1880 roku był jeszcze bardzo daleki od zakończenia - istniały poważne obawy, że nie uda się go zamknąć przed terminem następnego spisu. Dlatego też rozpisano konkurs, który wygrała **maszyna tabulacyjna** Holleritha. Dane do niej były wprowadzane przy użyciu kart perforowanych, do odczytu których wykorzystano energię elektryczną. Koszty spisu z użyciem maszyn wzrosły w stosunku do poprzedniego spisu o 98%. Po części ten wzrost spowodowany był pokusą wykorzystania w pełni mocy maszyn - istotnie zwiększono ilość zestawianych danych.
- 1896** Hollerith zakończył spis powszechny. Wielki sukces spowodował, że założył własną firmę Tabulating Machine Company, która w roku 1914 połączyła się z dwiema innymi w Calculating-Tabulating-Recording, a ta z kolei w 1924 roku przerodziła się w IBM (International Business Machines).
- 1903** Nicola Tesla opatentował elektryczne bramki logiczne. Komputery budowane w oparciu o nie szybko wyparły dużo wolniejsze i większe urządzenia mechaniczne.
- 1935-1938** Konrad Zuse (1910-1995) zbudował Z1 - pierwszy komputer na przełącznikach, czyli oparty na systemie dwójkowym. Na początku wojny zwrócił się do rządu Niemiec o wsparcie, prezentując dwuletni program budowy nowego komputera. Rząd w przekonaniu, że wojna skończy się wcześniej odmówił mu pomocy. I całe szczęście, bo któż wie jak potoczyłyby się losy, gdyby Zuse skonstruował Niemcom komputer, który wykorzystanoby w niemieckim programie budowy bomby atomowej.
- 1936-1939** John V. Atanasoff i jego doktorant Clifford Berry z Iowa State University zbudowali maszynę do rozwiązywania układów równań liniowych w Fizyce. Ten komputer nazwano później ABC (od nazwisk jego autorów - *Atanasoff Berry Computer*). Komputer taktowany był 60 Hz zegarem i na wykonanie dodawania potrzebował 1 sekundę.
- 1937** Alan Turing (1912-1954) opublikował swoją teorię maszyny uniwersalnej zwanej dzisiaj maszyną Turinga. Maszyna składała się z potencjalnie nieskończonej taśmy z komórkami pamięci i ruchomej głowicy wykonującej kilka podstawowych instrukcji takich jak przesunięcie w prawo lub w lewo o jedną komórkę, zmiana stanu bieżącej komórki, wpisanie 0 bądź 1 w bieżącą komórkę. Tak skonstruowana maszyna może realizować całkiem złożone algorytmy.

- 1940** Samuel Wiliams i George Stibitz w Bell Labs rozwiązali problemy obliczeniowe firmy budując *Complex Number Calculator* - komputer posługujący się liczbami zespolonymi zbudowany na 450 przekaźnikach. Zademonstrowali jego działanie zdalnie przy pomocy teleksu.
- 1941** Zuse stworzył swój kolejny komputer (Z3). Tym razem pionierskim ruchem było wykorzystanie arytmetyki zmiennoprzecinkowej, czyli reprezentowanie liczb jako pary liczb: mantysy i potęgi dziesiątki określającej rząd liczby. Z3 stosował 14-bitową mantysę i 7-bitowy wykładnik. Maszyna pamiętała dane przy użyciu 1400 przekaźników i używała dodatkowych 1200 do obliczeń i sterowania. Potrafiła wykonać 3-4 dodawania na sekundę, a na mnożenie potrzebowała 3-5 sekund.
- 1943** Grupa naukowców z Bletchley Park (mniej więcej w połowie drogi pomiędzy Cambridge a Oxfordem) buduje komputer deszyfrujący *Colossus*. Był to wynik pracy wielu wielkich ludzi (m.in. Turinga, jego nauczyciela Newmana, Flowersa) nad sposobem szyfrowania Enigmy. W czasie wojny tego typu zadania były oczywiście stawiane na pierwszym planie. Jeden ze współpracowników Turinga powiedział później: “Nie powiem, że dzięki Turingowi wygraliśmy wojnę, ale śmiem powiedzieć, że bez niego moglibyśmy ją przegrać”.
- 1944** Howard Aiken (1900-1973) i inżynierowie z IBM zbudowali pierwszy w pełni automatyczny komputer *Harvard Mark I*. Ważył on 5 ton i składał się z 750000 części łączonych przez 800 km przewodów. Była to konstrukcja 16-metrowej długości i 2.5-metrowej wysokości.
- 1945** John von Neumann opublikował ideę maszyny z *Princeton*, która zakładała jednolitą reprezentację danych i kodu programu. We wcześniejszych komputerach program zaszyty był w konstrukcji maszyny, w związku z czym zmiana programu wymagała zmiany połączeń sprzętowych.
W tym samym 1945 roku Grace Murray Hopper znalazła w komputerze pierwszą *pluskwę* (ang. *bug*) komputerową - była to ćma, która dostała się pomiędzy zworki przekaźnika. Wydarzenie o tym zabawniejsze, że już wcześniej używano słowa “bug” do określania błędów w algorytmach.
- 1943-1946** John Mauchly i J. Presper Eckert z Uniwersytetu w Pensylwanii zbudowali *ENIACa* (*Electronic Numerator, Integrator, Analyzer and Computer*) - pierwszy komputer na lampach. Ważył 30 ton zajmując około 100 m² powierzchni i potrzebował 175 kilowatów mocy. ENIAC był wyposażony w zegar 100 kHz.
- 1947** Wiliam Shockley, John Bardeen i Walter Brattain odkryli tranzystor, za który otrzymali nagrodę Nobla. Był to bardzo istotny zwrot w kierunku miniaturyzacji i przyspieszenia działania komputerów.
- 1948** Maurice Wilkes z Cambridge zbudował komputer *EDSAC* (*Electronic Delay Storage Automatic Computer*) oparty na idei von Neumanna i raportach jego grupy

budującej *EDVACa* (*Electronic Discrete Variable Automatic Computer*). EDSAC miał 500 kHz zegar i wykonywał większość instrukcji w czasie 1500 ms.

- 1950** Alan Turing zrealizował swój wcześniejszy projekt budując *ACE* (*Automatic Computing Engine*).
- 1949** Mauchly i Eckert po sporach z Uniwersytetem w Princeton co do praw do budowy EDVACa odeszli do własnej firmy, gdzie skonstruowali *BINACa* (*Binary Automatic Computer*). Wykonywał on 3500 dodawań lub 1000 mnożeń na sekundę.
- 1951** Twórcy ENIACa tworzą *UNIVAC* (*Universal Automatic Computer*) - pierwszy komercyjnie sprzedawany komputer.
- 1951** Zakończono prace nad EDVACiem. W nim testowano pierwsze dyski magnetyczne.
- 1952** Grace Murray Hopper zaimplementowała pierwszy kompilator (A-0), dość różny od kompilatorów używanych dzisiaj.
- 1954** Pojawił się pierwszy komputer z systemem operacyjnym (IBM 704).
- 1958** Frank Rosenblatt zbudował *perceptron* - jedną z pierwszych sieci neuronowych. Tę datę można uważać za narodziny *sztucznej inteligencji* jako dziedziny nauki.
- 1959** Jack Kilby (Texas Instruments) i Robert Noyce (FairChild Semiconductors) skonstruowali pierwszy obw/od scalony.
- 1961** Pojawiły się pierwsze wielozadaniowe systemy komputerowe (IBM 709 i Stretch).
- 1963** Firma DEC (Digital Equipment Corporation) stworzyła pierwszy minikomputer (PDP-5).
- 1964** Pojawiły się komputery trzeciej generacji (na obwodach scalonych).
- 1965** Na Uniwersytecie w Pensylwanii nadano pierwszy tytuł doktora w dziedzinie informatyki.
- 1966** Firma Texas Instruments wyprodukowała pierwszy przenośny kalkulator.
- 1968** Powstała firma Intel.
- 1969** Pojawiły się pierwsze pamięci półprzewodnikowe.
- 1971** Intel stworzył pierwszy mikroprocesor (Intel 4004).
- 1972** Powstała firma Cray Research dając początek erze superkomputerów.
- 1973** IBM wprowadził twarde dyski magnetyczne "Winchester".
- 1974** Intel wyprodukował procesor 8080, który dał początek komputerom osobistym.

- 1975** Wyprodukowano pierwszy komputer osobisty *Altair*. Był on wyposażony w 256 bajtów pamięci, a programowanie polegało na manipulowaniu szeregiem przełączników.
- 1981** Pierwszy *IBM PC* rozpoczął szybki rozwój komputerów osobistych.
- 1986** Hewlett-Packard wprowadził pierwsze komputery z procesorami *RISC* (*Reduced Instruction Set Computer*).
- 1995** Zaczęto produkować pierwsze superkomputery o szybkości biliona operacji na sekundę.