

# 1 Skąd się to wzięło?

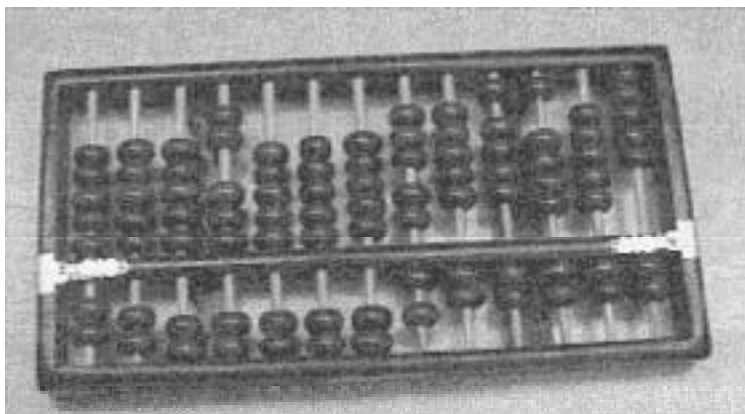
Komputery zmieniły ogromnie naszą cywilizację, wpływają bezpośrednio na wiele aspektów naszego życia, a jednak, prawie nikt z zapytanych: „Kto wynalazł komputer?” nie potrafi podać żadnego nazwiska związanego z historią powstania i rozwoju tych urządzeń. Co innego nazwiska graczy piłki nożnej czy aktorów, tu każdy potrafi wymienić wiele gwiazd. Komputery nie zamierzają jednak zniknąć z naszego życia wraz ze zmianą sezonu. Chociaż więc wiadomości zawarte w tej części książki nie są niezbędne do posługiwania się komputerem warto zapytać: skąd wziął się ten nowy, wspaniały świat?

Komputerami, to jest samym sprzętem jak i oprogramowaniem potrzebnym do jego wykorzystania, zajmuje się dziedzina nauki, zwana **informatyką**. Nazwa „informatyka” powstała dopiero w 1968 roku i przyjęła się w RFN, Francji i reszcie Europy. W USA stosowana jest nazwa **computer science**, czyli „nauki komputerowe”, w Kanadzie spotyka się **computational science**, a więc bardziej „nauki obliczeniowe” niż komputerowe. Informatyka zajmuje się całokształtem przechowywania, przesyłania, przetwarzania i interpretowania informacji. Nauka ta ma liczne źródła. Można do nich zaliczyć nie tylko praktyczne idee dotyczące budowy maszyn liczących i przetwarzających dane, lecz również czysto teoretyczne prace matematyczne, dotyczące algorytmów (już wyjaśniam), języków formalnych, rachunku logicznego i symbolicznego oraz teorii informacji. W rozwoju historycznym trudno jest oddzielić od siebie te dwa aspekty informatyki: rozwój teorii i budowę maszyn liczących. W ostatnich latach ogromnie rozwinęły się zastosowania metod komputerowych, wykraczając znacznie poza pierwotnie ustalone ramy informatyki. Zanim więc podam parę informacji dotyczących twórców pierwszych komputerów spróbuję „z lotu ptaka” popatrzeć na źródła informatyki.

## 1.1 Źródła informatyki.

### 1.1.1 Początki: arytmetyka

W świecie starożytnych cywilizacji matematyka pełniła ważną rolę. Trzeba było liczyć żołnierzy, zbierać podatki, mierzyć, ważyć, dzielić... Pierwsze tablice matematyczne pochodzą sprzed ponad 4 tysięcy lat. Arytmetyka wydaje się nam teraz dziecinnie prosta, jednak cyfry arabskie pojawiły się dopiero w wieku XVI-tym. Spróbujcie pomnożyć dwie



*Liczydło: przykład urządzenia cyfrowego.*

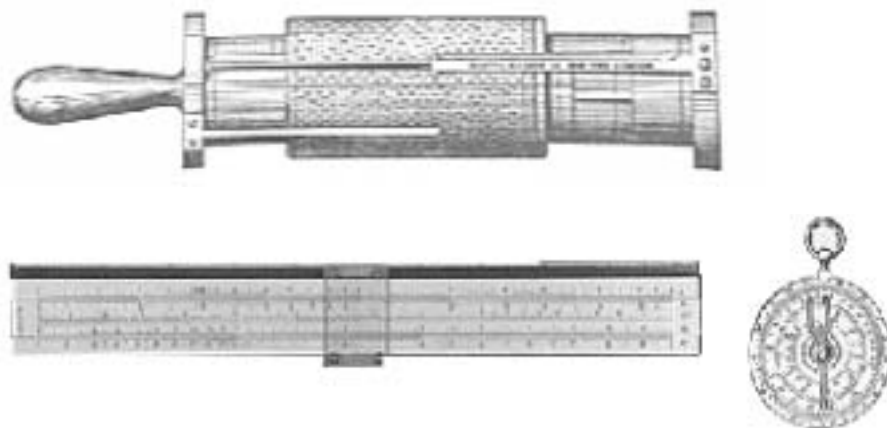
liczby używając rzymskich cyfr! By się nauczyć „długiego dzielenia”, czyli dzielenia kilkucyfrowych liczb przez siebie, trzeba było w wiekach średnich odbyć studia na Uniwersytecie Jagiellońskim. Księgowi nie mieli w tym czasie łatwego zadania (nawet teraz nie mają, ale to już z innych powodów).

**Calculi** oznaczało pierwotnie u starożytnych Rzymian kamyczki służące do zliczania. Słowo to stanowi rdzeń takich polskich słów jak „kalkulacja, kalkulator”. Rzymianie do obliczeń używali też liczydeł, zwanych „abacus”. Wszystkie rozwinięte kultury starożytne posługiwały się jakąś formą liczydeł. Liczydła zrobiły ogromną karierę i używane były przez około 2000 lat. W niektórych krajach, takich jak Chiny, Filipiny czy Brazylia, liczydła do tej pory są popularne. Starsi chińczycy po dziś dzień wolą wprowadzać dane do komputera przesuając kulki liczydła na ekranie komputera zamiast naciskać klawisze cyfr! W Europie liczydła były w powszechnym użyciu jeszcze w latach sześćdziesiątych. Żadne urządzenia liczące nie mają już szans na zrobienie tak wielkiej kariery jak liczydła, na utrzymanie się na rynku przez tysiące lat - postęp w tej dziedzinie jest zbyt szybki. Nawet nazwa „komputer” może nie przetrwać tak długo, gdyż obecnie używane komputery przypominają swoje pierwowzory sprzed lat kilkudziesięciu jedynie pod względem teoretycznym a nowe urządzenia, takie jak „cyfrowi asystenci” (digital assistants), mogą zupełnie zmienić nasze wyobrażenia o urządzeniach komputerowych.



*Kostki Napiera*

W okresie Renesansu bardziej zaawansowane obliczenia wykonywano przy pomocy tablic matematycznych i suwaka logarytmicznego, będącego udoskonaleniem tabliczek Napiera (zwanych również kostkami Napiera). John Napier, szkocki



*Suwaki logarytmiczne to urządzenie analogowe. Po ożenie okienka i wysuniętej części określa wielkości odczytywanych liczb. Mniej dok adne ale za to mniejsze by y suwaki w kształ cie zegarków. Suwaki logarytmiczne stosowane by y jeszcze w latach 80-tych. Starszy model, pokazany na górze, to jeden z pierwszych suwaków logaritmicznych.*

teolog, matematyk, projektant broni (wslawił się między innymi projektem luster skupiających promienie i mających wysłać promienie śmierci), odkrył w 1614 roku logarytmy. Zamieniając liczby na ich logarytmy można zastąpić mnożenie znacznie łatwiejszym dodawaniem i do tego celu właśnie służyły tabliczki Napiera. Tablice logarytmiczne oraz suwaki logarytmiczne używano do obliczeń jeszcze w pierwszej połowie lat siedemdziesiątych, w końcu wyparły je jednak kalkulatory.

Istnieje ogromna różnica pomiędzy liczydłem a suwakiem logarytmicznym. Liczydło jest urządzeniem dającym odpowiedzi dokładne w wyniku zliczania kulek, jest więc przykładem urządzenia nazywanego dyskretnym lub cyfrowym. Suwak daje odpowiedzi przybliżone, jego elementy (okienko i linijkę) przesuwa się w sposób ciągły a wyniki określa się za pomocą pomiarów długości. Urządzenia, w których liczby zastępowane są jakimiś wielkościami fizycznymi, takimi jak długość czy napięcie elektryczne, nazywa się **urządzeniami analogowymi**. Suwak logarytmiczny jest przykładem urządzenia analogowego.

Technika cyfrowa, kojarzona zwykle z kalkulatorami, nie jest więc niczym nowym. Nowością, która rozpowszechniła się po II wojnie światowej była jedynie jej elektroniczna realizacja. Wykonywanie obliczeń na liczydłe wymagało wymyślenia sposobu liczenia, czyli algorytmu. Wymaga tego wykonywanie wszelkich działań arytmetycznych na dłuższych liczbach, np. mnożenie czy dzielenie.

### 1.1.2 Algorytmy i androidy

Słowo „algorytm” powstało w wyniku zniekształcenia nazwiska arabskiego matematyka Al Chwarazmi (820 r) w czasie tłumaczenia jego dzieł na język łaciński. Chociaż wyraz „algorytm” brzmi bardzo uczenie oznacza po prostu przepis postępowania, np. książka kucharska jest dobrym przykładem zbioru algorytmów. Oto przykład algorytmu, który większość z nas stosuje:

#### Algorytm sadzonego jaja

1. Przygotować patelnię
2. Przygotować 2 jajka
3. Przygotować łyżkę masła
4. Podgrzewać patelnię aż do stopienia masła
5. Rozbić jajka i wrzucić na patelnię
6. Odczekać do ścięcia białka i żółtka.

#### Koniec

Jest to algorytm mało precyzyjny, gdyż nie określa dokładnie tego, co to znaczy „przygotować” ani nie podaje, że masło należy położyć na patelni itd. Czytający przepis kucharski człowiek domyśla się wielu rzeczy, nie możemy jednak liczyć na domyślność urządzenia mechanicznego lub elektronicznego. Zwykle przepisy postępowania w życiu codziennym nie są bardzo precyzyjne. Dla urządzeń mechanicznych lub elektronicznych reguły postępowania muszą być ściśle określone, można posługiwać się tylko ograniczonym zestawem symboli opisujących możliwe zachowanie się danego urządzenia, stąd potrzeba „formalizacji”, precyzyjnego ustalenia reguł i sposobów



Bertrand Russel

wnioskowania. Matematycy dokonali tego w pierwszej połowie XX wieku. Zbadanie podstaw teorii matematycznych, „*Principia mathematica*”, słynne dzieło dotyczące zasad matematyki napisane przez Bertranda Russella i Alfreda Whiteheada (1910), twierdzenie Gödela (1930) rozważające problemy rozstrzygalności pytań matematycznych oraz odpowiedniki tego twierdzenia dotyczące możliwości rozstrzygania pewnych pytań przy pomocy komputerów, znane jako twierdzenia Turinga i Churcha, wszystko to rezultaty pracy teoretyków z tego okresu. Prace Bertranda Russella wpłynęły zarówno na rozwój podstaw matematyki, filozofię (pozytywizm logiczny, koło Wiedeńskie) jak i podejście do zagadnień sztucznej inteligencji oraz nauk o poznaniu.

Algorytmy stosowano w urządzeniach mechanicznych już w starożytności, np. w automatach konstruowanych przez Herona około 100 roku n.e., w mechanizmach zegarów i zabawek. Ludzkość wydaje się zafascynowana możliwością stworzenia

automatu podobnego człowiekowi. W XVIII i XIX wieku dużą popularnością cieszyły się **marionetki** i **androidy** (słowo to pochodzi od greckich słów oznaczających „człeko-kształtny”), prawdziwe cuda mechaniki, piszące, rysujące i grające na pianinie lalki, automaty do gry w szachy i warcaby. Wszystkie te urządzenia sterowane były bardzo skomplikowanymi mechanizmami zegarowymi. Wymienne metalowe płytki, podobnie jak w pianoli wymienne wałki z zapisaną sekwencją naciskania klawiszy, pozwalały na wykonywanie różnych czynności. Płytki te zawierają algorytm ruchów androida. Szczególnie piękne androidy, działające do dzisiejszych czasów, budowali szwajcarscy rzemieślnicy, bracia Jaquet-Droz. Stworzony przez nich „Skryba” potrafi pisać (gęsim piórem) krótkie zdania, „Rysownik” robi portrety kilku postaci a „Muzyk” gra na instrumencie poruszając przy tym głową i zmieniając wyraz twarzy.

W 1923 roku Karol Čapek w sztuce „R.U.R. - Uniwersalne Roboty Rossuma” wprowadził słowo **robot** na określenie podobnego do człowieka automatu, mającego uwolnić ludzkość od pracy. Obecnie za robota uważa się każde kontrolowane przez komputer urządzenie mechaniczne, niekonieczne przypominające człowieka. Dzięki pracom matematyków mogły powstać **języki algorytmiczne**, używane do wydawania poleceń komputerom i robotom. Języki algorytmiczne składają się z bardzo ograniczonego zasobu słów (kilkudziesięciu do kilkuset) i ściśle określonych reguł składni. Języki te definiują notację, pozwalającą na zapis algorytmów w precyzyjny, jednoznacznie interpretowany sposób. **Programy komputerowe** to algorytmy zapisane właśnie przy pomocy takiej notacji. Algorytmy dla matematyka to coś ogólniejszego od praw matematycznych czy fizycznych, dających się ująć w zależności funkcyjne.

Języki algorytmiczne wyrastają również z nauki o sposobach szyfrowania informacji, czyli z **kryptologii**. □ W 1663 roku Athanasius Kircher stworzył uniwersalne pismo i napisał książkę o kryptologii. Dla zmilitaryzowanych społeczeństw ówczesnego okresu była to bardzo ważna nauka, rozwijająca się zresztą do dzisiaj. Wyrosła z niej między innymi teoria informacji. Kryptologia jest obecnie niezwykle ważną dziedziną nie tylko dla wojska, np. wszystkie systemy zabezpieczeń bankowych opierają się na wiedzy kryptologicznej. Jest to szybko rozwijająca się gałąź matematyki. Opracowanie w latach siedemdziesiątych algorytmu szyfrowania z publicznym kluczem otworzyło drogę do wielu nowych zastosowań komputerów. W tym algorytmie szyfrowanie informacji przeznaczonej dla danej osoby wymaga znajomości tzw. publicznego klucza tej osoby. Znając ten klucz publiczny każdy może więc zaszyfrować i wysłać wiadomość do danej osoby, jednakże odczytanie tej wiadomości wymaga posiadania prywatnego klucza, znanego tylko odbiorcy. Wysyłając polecenie do banku przez sieć komputerową mogę więc zaszyfrować je korzystając z publicznego klucza banku tak, że tylko upoważniony pracownik danego banku ją odczyta.

Warto również wspomnieć o pięknej idei Ramona Lull z XIII wieku. Ten kataloński franciszkanin, filozof i teolog, podjął próbę stworzenia systemu logicznego, obejmującego wszystkie gałęzie wiedzy, wydając znakomite na owe czasy dzieło *Ars magna generalis et ultimata*. Już wtedy marzył on o języku, który byłby na tyle

precyzyjny i jednoznaczny, by wszelkie zagadnienia w nim rozstrzygać. Początków informatyki nie należy więc upatrywać tylko w arytmetyce i chęci zautomatyzowanego wykonywania obliczeń, lecz również w chęci przetwarzania informacji.

Pojawienie się komputerów spowodowało szybki rozwój języków algorytmicznych potrzebnych do zapisu programów. Prace nad tymi językami prowadzono od początku lat 50-tych tego wieku. Matematyczna teoria języków algorytmicznych rozwinięta została w pracach wielu informatyków. W praktyce dopiero nowsze języki algorytmiczne oparte są na dobrze zdefiniowanych podstawach teoretycznych. Starsze języki programowania, takie jak Fortran czy Cobol, powstawały w sposób niemal spontaniczny, bez oparcia w metodach teoretycznych, w odpowiedzi na wielkie zapotrzebowanie programistów komputerów. Najnowsze wersje tych języków mają już odpowiednie podstawy teoretyczne.

### **1.1.3 Rachunek logiczny**

Kolejnym źródłem informatyki była logika matematyczna. Leibniz w 1680 roku pisał o rozstrzygnięciu dysput naukowych za pomocą rachunku - wyobrażał sobie, że filozofowie sprawy sporne zamiast drogą dyskusji rozstrzygać powinni prowadząc obliczenia. Jego główną ideą było stworzenie języka, w którym wszystkie stwierdzenia zredukowane będą do stwierdzeń ściśle prawdziwych lub fałszywych, pozwalając na rozumowanie w oparciu o logikę formalną, a więc języka podobnego do *ars magna* Ramona Lulla.



*George Boole*

Rachunek logiczny, zapoczątkowany przez młodego Leibniza, rozwinął się dopiero w połowie XIX wieku dzięki pracom Leonarda Eulera, Augusta de Morgana, George'a Boole'a (czasami mówi się nawet o „rachunku Boolowskim” zamiast o rachunku logicznym) i innych matematyków. George Boole, dyrektor prowincjonalnej szkoły w Irlandii, nie posiadał wykształcenia matematycznego, był samoukiem, autorem wielu prac matematycznych. W pewnym sensie w swoich pracach urzeczywistnił zamysł Leibniza stworzenia symbolicznego języka opisującego pojęcia, których prawdziwość lub fałsz rozstrzygnąć można przy pomocy rachunku. Jego podstawowe dzieło (z 1854 roku) nosi tytuł „Badanie praw myślenia”.

Niestety, dzisiaj nie pokładamy już tak wielkich nadziei w logice jak czynił to Leibniz, chociaż pewne spory, przynajmniej na gruncie nauk ścisłych, rozstrzygnąć można za pomocą obliczeń. Marzy się nam, by również i w sporach nad kształtem gospodarki zamiast obietnic ekonomicznych cudów przedstawiać wyniki komputerowych symulacji... Rachunek logiczny odnosi się do pojęć jednoznacznie określonych, a z takimi w codziennym życiu mamy rzadko do czynienia. Próba reprezentacji wiedzy przy pomocy

formuł logicznych nie zakończyła się pełnym sukcesem. Logika formalna nie jest naturalnym sposobem rozumowania człowieka, chociaż tam, gdzie daje się zastosować, może być sposobem najlepszym (badania antropologiczne wykazują, że logiką posługują się jedynie społeczeństwa korzystające z pisma; logika jest więc artefaktem kulturowym, związanym z umiejętnością czytania i pisania, a nie wrodzonym sposobem rozumowania człowieka). Rachunek logiczny jest bardzo przydatny przy projektowaniu układów cyfrowych realizujących skomplikowane funkcje logiczne. Jest również podstawą niektórych technik programowania. Rozwój rachunku logicznego związany był blisko z teorią zbiorów.

W latach 60-tych naszego stulecia logikę i teorię zbiorów rozszerzono na pojęcia **logiki rozmytej** (fuzzy logic) i **zbiorów rozmytych** oraz **zbiorów przybliżonych** (rough sets). W obu przypadkach chodzi o opis wiedzy niepewnej, nieprecyzyjnej. W klasycznej teorii zbiorów obiekty należą do zbioru lub nie. W teorii zbiorów rozmytych, stworzonej przez Lotfi Zadeha z Uniwersytetu w Berkeley, możliwa jest częściowa przynależność do zbioru, np. zbiór osób określanych jako „wysokie” nie jest precyzyjnie określony i można o kimś powiedzieć, że jest „w pewnym stopniu wysoki”. Wnioski wyciągane w oparciu o logikę rozmytą nie mają takiego stopnia pewności jak wnioski oparte o logikę klasyczną, możliwe jest jednakże rozumowanie w warunkach niepewnej czy nieprecyzyjnie określonej informacji. W oparciu o logikę rozmytą działa coraz więcej urządzeń technicznych. Sposób „rozumowania” tych urządzeń i sposób komunikacji z nimi jest z punktu widzenia człowieka bardziej naturalny, gdyż logika rozmyta oprócz stwierdzeń „tak” i „nie” pozwala na używanie takich określeń, jak „być może”, „chyba tak”, „prawie na pewno”. Teoria zbiorów przybliżonych stworzona została przez profesora Politechniki Warszawskiej, Zdzisława Pawłaka. Różne obiekty mogą być w przybliżeniu uznane za jednakowe jeśli mają większą część cech wspólnych. Zbiory przybliżone znajdują coraz szersze zastosowanie w zagadnieniach klasyfikacji. Więcej informacji na ten temat zawarłem w rozdziale o sztucznej inteligencji.

Mechaniczne kalkulatory logiczne budowano już od 1800 roku. W 1885 powstała pierwsza elektromechaniczna maszyna logiczna. W 1950 roku H. Augstl zbudował



*Claude Shannon i  
Norbert Wiener*

kalkulator formuł dla wyrażeń logicznych. Współczesne komputery radzą sobie równie dobrze z obliczeniami numerycznymi jak i logicznymi.

### **1.1.4 Teoria informacji**

W 1949 roku pojawiły się trzy niezwykle ważne dla rozwoju informatyki prace. Norbert Wiener wydał książkę „Cybernetyka, czyli sterowanie i komunikacja w zwierzęciu i maszynie”, rozpoczynając tym samym szeroki nurt nauk cybernetycznych. Dwóch amerykańskich uczonych, McCulloch i Pitts, opisało pierwszy model sieci nerwowej traktowanej jako układ elementów logicznych. Claude Shannon prowadził rozważania nad przesyłaniem informacji w telekomunikacji i napisał książkę, w której po raz pierwszy zdefiniował, jak zmierzyć ilość informacji. Shannon studiował u Vannevara Busha, budowniczego analogowych maszyn liczących i wizjonera, na słynnej MIT (Massachusetts Institute of Technology), studiował też matematykę. Miał więc odpowiednie przygotowanie by dostrzec, że idee algebry Boole'a dają się w prosty sposób realizować przy pomocy przełączników elektrycznych i odwrotnie, analiza skomplikowanych obwodów elektrycznych, np. central telefonicznych, jest znacznie prostsza jeśli zastosować rachunek logiczny.

Pojęcie informacji zrobiło wielką karierę w wielu dziedzinach nauki i techniki. W fizyce okazało się np. że informacja zdefiniowana przez Shannona sprowadza się do znanego pojęcia entropii, miary uporządkowania układów. Informacja zdefiniowana ilościowo przez Shannona, zwana również informacją probabilistyczną, nie ma tych własności, które intuicyjnie kojarzymy z pojęciem informacji. Ilościowa miara informacji przydatna jest przede wszystkim przy określaniu minimalnej liczby znaków potrzebnych do przekazania komunikatu. Chociaż, formalnie rzecz biorąc, informatyka jest nauką o przetwarzaniu informacji, klasyczne metody teorii informacji znajdują obecnie większe zastosowanie w telekomunikacji i naukach przyrodniczych niż przy projektowaniu komputerów. Z metod tych wyrósł natomiast jeden z ciekawszych działów informatyki teoretycznej, jakim jest teoria złożoności obliczeniowej. Pojęcie złożoności i miary złożoności są - w porównaniu z miarą ilości informacji Shannona - bliższe intuicyjnemu pojęciu informacji.

## **1.2 Zanim zbudowano komputer: Pascal, Leibniz, Babbage, Hollerith, Zuse**

Do zbudowania pierwszych urządzeń liczących i przetwarzających informacje przyczyniło się bardzo wiele osób. Warto tu wspomnieć o kilku najbardziej znaczących.



**Blaise Pascal**



W 1642 roku Pascal, francuski filozof, matematyk i fizyk, mając zaledwie 19 lat skonstruował pierwszy sumator mechaniczny. Pascal był synem urzędnika podatkowego i do pracy nad sumatorem zainspirowała go żmudna praca ojca. Dopiero teraz sumatory, stanowiące podstawowe narzędzie pracy w księgowości, powoli ustępują bardziej wyrafinowanym programom komputerowym. Czy kalkulator Pascala był naprawdę pierwszym mechanicznym urządzeniem liczącym w historii? Już starożytni Grecy posługiwali się prawdopodobnie mechanicznymi urządzeniami do obliczania położenia słońca i księżyca, świadczy o tym analiza mechanizmu znalezionej w pobliżu greckiej wysepki Antikythera. Było to jednak urządzenie podobne raczej do zegara, w którym zastosowano kilka kółek zębatach. Ochrzczono je nazwą „starożytny komputer”. Układ zębatek pozwala z pewną dokładnością symulować wyniki pomiarów położenia ciał niebieskich, nie ma jednak podstaw by sądzić, że urządzenie to pozwalało na wykonywanie działań arytmetycznych.

Prawdopodobnie pierwsze mechaniczne urządzenie wykonujące działania arytmetyczne zbudował Wilhelm **Schickard** (1592-1635) w oparciu o tabliczki Napiera. Inspiracją do budowy tego czterodziałaniowego arytmetrometru były astronomiczne obliczenia Keplera (dzięki którym sformułował on swoje słynne trzy prawa ruchu planet). Jedyne informacje jakie przetrwały do naszych czasów pochodzą właśnie z listu Schickarda do Keplera. List ten zawiera tak szczegółowy opis urządzenia, że możliwe było jego odtworzenie. Czy Pascal znał plany maszyny Schickarda? Chyba nie, gdyż jego konstrukcja była całkiem inna. Pascal zbudował ponad 50 wersji mechanicznych sumatorów w przeciągu

*Pascalina, pierwszy mechaniczny sumator*



dziesięciu lat. „Pascaliny”, jak nazywano jego sumatory, miały prostą konstrukcję, podobną do liczników kilometrów w dzisiejszych samochodach. Osiem par kół zębatach pozwalało na dodawanie stosunkowo dużych liczb. Koła były sprzężone ze sobą realizując przeniesienie rezultatu dodawania do następnego koła jeśli cyfra przekraczała 9. Sumator pracował więc w oparciu o dziesiętny system liczenia. Podstawowe zasady konstrukcji w oparciu o koła zębatach wykorzystywane były w urządzeniach liczących przez 300 lat. Największą wadą Pascaliny był skomplikowany sposób wykonywania odejmowania, mnożenia czy dzielenia.

Nazwisko Pascala zostało uwiecznione między innymi przez:

matematyków - mamy „**trójkąt Pascala**” i krzywą zwaną „**ślimakiem Pascala**”;

fizyków - mamy „**prawo Pascala**” w hydrostatyce, oraz jednostkę ciśnienia o nazwie **pascal** (najczęściej słyszymy o „hektopascalach” w czasie prognozy pogody);

informatyków - **Pascal** jest jednym z najbardziej popularnych języków programowania.



## Gottfried Leibniz

Gottfried Wilhelm Leibniz, urodzony 21.06.1646 w Lipsku, zmarły 14.11.1716 w Hannoverze i pochowany w zbiorowym, bezimiennym grobie, mógłby być patronem informatyków. Leibniz był cudownym dzieckiem i rozpoczynając w wieku 15 lat studia w Lipsku posiadał wiedzę dorównującą wiedzy niektórych profesorów. W czasie późniejszych studiów w Moguncji porządkował prawo rzymskie, tam też sporządził pierwsze plany maszyny liczącej. W Paryżu, gdzie studiował u słynnego astronoma i matematyka, Christiana Huygensa, pisał rozprawy z filozofii, teologii, alchemii, matematyki, dyplomacji i polityki. Do pracy nad modelem mechanicznego kalkulatora natchnęły go żmudne obliczenia astronomiczne dokonywane przez Huygensa. Jego spostrzeżenia są tu nadal aktualne:

*Nie jest bowiem rzeczą godną wykształconego człowieka, by tracić godziny pracując jak niewolnik nad obliczeniami, które wykonać mógłby każdy, gdyby użyto w tym celu maszyny.*

Nadzieje na uwolnienie człowieka od owej „niewolniczej” pracy spełniają się dopiero teraz. Jeszcze całkiem niedawno wykonanie poważniejszych obliczeń przy pomocy komputera było technicznie bardzo trudne: spędzało się całe noce w ośrodku obliczeniowym i człowiek miał wrażenie, iż to on jest niewolnikiem maszyny a nie odwrotnie!

W swoich planach budowy maszyny liczącej (określanej jako „żywa ława do liczenia”) Leibniz wprowadził ruchomą część pozwalającą na automatyzację wielokrotnego dodawania, koniecznego do wykonania mnożenia lub dzielenia - wystarczyło pociągnąć za rączkę, by uruchomić zębate kółka. Choć kalkulator Leibniza zdobył znaczny rozgłos, demonstrowany był między innymi na spotkaniu Królewskiego Towarzystwa Naukowego w Londynie i Francuskiej Akademii Nauk, jego twórca nie zdołał znaleźć nikogo chętnego do jego budowy.

W 1675 Leibniz odkrywa rachunek różniczkowy, system dwójkowy, rachunek logiczny, rozważa również uniwersalny język do jednoznacznego opisu pojęć (*characteristica universalis*). Niestety, przez ponad 100 lat odkrycie rachunku dwójkowego nie miało wpływu na rozwój nauki, gdyż rachunek ten nie jest przydatny do obliczeń wykonywanych „na papierze” przez człowieka a Leibniz nie powiązał go ze swoją wcześniejszą ideą dotyczącą rachunków logicznych. Odkrywając rachunek binarny Leibniz ulegał wpływom mistycznym: liczba 1 reprezentowała Boga, a 0 pustkę przed stworzeniem. Był też pod dużym wpływem popularnej wówczas idei dualizmu, wyrażonej najpełniej przez Kartezjusza. Bezpośredni wpływ wywarły na niego również wiadomości o chińskiej filozofii zawartej w Księdze Zmian (I Ching), opisującej świat w dualistyczny sposób, jako pary przeciwstawnych pojęć **jing-jang**, które dotarły w owym czasie do Europy.

Od 1676 roku Leibniz przebywa w służbie księcia Hanoweru, tam też wyjaśnia podstawowe dla fizyki pojęcie energii kinetycznej. Prowadzi liczne projekty techniczne w kopalniach, związane z wypompowywaniem wody. Z jego inicjatywy powstała Pruska Akademia Nauk. W 1694 roku za ogromną na ówczesne czasy sumę 24000 talarów buduje niezbyt doskonałą (z przyczyn mechanicznych) czterodziałaniową maszynę liczącą. W maszynie tej wprowadził zasady wykorzystywane później przez setki lat w mechanicznych kalkulatorach. Od 1679 roku Leibniz rozważał projekt maszyny działającej w systemie dwójkowym. W 1712 roku próbuje zrobić dla cara Piotra Wielkiego, na którego dworze przebywa przez parę lat, kolejną wielodziałaniową maszynę liczącą. Ta próba również skończyła się niepowodzeniem. Model kalkulatora Leibniza podarowany został przez Piotra Wielkiego cesarzowi Chin jako przykład zachodniej technologii.



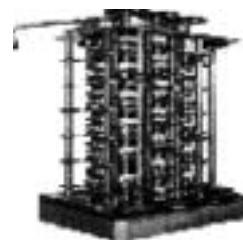
*Kalkulator Leibniza*

W czasach Leibniza znany był już rachunek na symbolach, chociaż jeszcze w 1570 roku Hieronimus Cardanus udowadniał, że chociaż dla liczb jest to prawdą to dla symboli  $(-a) \times (-b)$  nie równa się  $a \times b$ . Inny znany uczyony, Ch. Clavius, pisał w 1600 roku: *umysł ludzki nie jest w stanie uchwycić powodów, dla których niewiadome i ich znaki zachowują się w taki sposób*. Litery na oznaczanie niewiadomych, jak również niezwykle ważne pojęcie zera, wprowadzili matematycy z terenów dzisiejszych Indii. Hinduskie odkrycia matematyczne dotarły do Europy razem z odkryciami arabskimi. Chociaż cyfry arabskie pojawiły się w XVI wieku, Leibniz posługiwał się jeszcze cyframi rzymskimi. Różne systemy liczenia - niektóre przetrwały w szczątkowej formie do dzisiaj, np. używane do niedawna tuziny, kopy, grosy, podział jardów na stopy i cale czy podział godziny na 60 minut - sprawiały trudności przy próbie mechanicznych obliczeń.



Umożliwił je dopiero system dziesiętny, a więc system pozycyjny z zerem.

Polski zegarmistrz Abraham **Stern** (1769-1842) skonstruował około 1810 roku kilka skomplikowanych maszyn napędzanych mechanizmami zegarowymi, wykonujących cztery działania arytmetyczne oraz pierwiastkowanie. Były to pierwsze urządzenia liczące nie wymagające ręcznego kręcenia korbką. Jego godne podziwu dzieło nie wywarło jednak większego wpływu na rozwój maszyn liczących na świecie. Mechanizmy zegarowe były zbyt delikatne i zbyt cenne by mogły znaleźć praktyczne zastosowanie na szeroką skalę.



## Charles Babbage

Spośród wszystkich myślicieli żyjących w minionych wiekach najbliższym wynalezieniu komputera, we współczesnym nam sensie, był angielski matematyk i wynalazca, profesor Uniwersytetu w Cambridge, Charles Babbage. Na początku XIX wieku obliczenia dla potrzeb nawigacji i astronomii wymagały coraz większych dokładności. Wykonywano je przy pomocy tablic logarytmicznych. Obliczanie wartości logarytmów było żmudne a tablice zawierały błędy.

*Maszyna różnicowa Babbage'a.*

Maszyna projektu Babbage'a miała być pierwszą prawdziwie automatyczną maszyną obliczającą tablice logarytmów. Niewielki prototyp „maszyny różnicowej”, bo taką jej nadano nazwę, ukończony został w 1822 roku. Przez następnych 11 lat rząd brytyjski wydał na projekt Babbage'a ogromną sumę, pomimo tego zrealizowano tylko niewielką część tego coraz bardziej ambitnego projektu. Wymagania dotyczące precyzji części mechanicznych były jak na owe czasy zbyt duże. Dwadzieścia lat po zarzuceniu tego projektu szwedzki wynalazca Pehr Scheutz, korzystając z rad Babbage'a, zbudował zmodyfikowaną wersję maszyny różnicowej. Pokazana na wystawach w Londynie i Paryżu została nagrodzona złotym medalem. Po wstępnym ustawieniu maszyna produkowała kolejne wyniki szeregów różnicowych automatycznie, wymagając od człowieka jedynie kręcenia korbą. Oryginalny projekt maszyny różnicowej udało się zrealizować dopiero w 1992 roku a jej działający model ustawiono w muzeum techniki w Londynie!

Niezrażony tym niepowodzeniem Babbage przystąpił do jeszcze bardziej ambitnego projektu: „maszyny analitycznej”, wykonującej nie tylko działania arytmetyczne jednego typu, lecz pozwalającej na wykonywanie działań zgodnie z określoną przez operatora instrukcją. Maszyna ta miała być napędzana ... energią pary, jak na wiek XIX przystało. W założeniu miał to być cud mechaniki, zbudowany głównie w oparciu o zębate kółka. Urządzenie składało się z trzech części, nazywanych przez Babbage'a „składem”, „młynem” i „mechanizmem sekwencyjnym”. „Skład” miał przechowywać rezultaty pośrednich obliczeń, pełnił więc rolę pamięci. Zgodnie z planem powinien przechowywać 100 liczb 40-cyfrowych do czasu, aż będą potrzebne do dalszych obliczeń. „Młyn” spełniał rolę arytmetometru, wprowadzając dane ze składu i wykonując na nich operacje arytmetyczne. „Mechanizm sekwencyjny”, który można by nazwać programem, miał decydować o tym, które dane pobierać ze składu i jakie wykonywać na nich operacje. Pierwsze komputery cyfrowe złożone były dokładnie z takich trzech części. Ponieważ sterowanie maszyny analitycznej miało być zależne od wyników obliczeń („pożera własny ogon”, jak to obrazowo określił jej twórca), była to w założeniach pierwsza programowalna uniwersalna maszyna licząca.



Do wprowadzania danych Babbage planował użyć kart dziurkowanych, stosowanych w tym czasie przez J. Jacquarda w napędzanych silnikiem parowym maszynach tkackich. Stosowano je do wykonywania bardzo precyzyjnych prac. Portret samego Jacquarda, utkany z jedwabiu, wymagał 24 tysięcy takich kart sterujących i był równie wierny jak portrety olejne.

Warsztaty tkackie w dalszym ciągu pracują w oparciu o zasady podobne do wymyślonych przez Jacquarda na początku XIX wieku. Karty dziurkowane jeszcze w latach 80-tych, przed rozpowszechnieniem bezpośredniej komunikacji z komputerami przy pomocy klawiatur, stosowane były powszechnie do sterowania pracą komputerów, przechowywania danych i programów. W niektórych pracowniach naukowych jeszcze i dzisiaj można znaleźć pudełka pełne dziurkowanych kart, których nie ma już nawet na czym odczytać.

Augusta Ada, księżna Lovelace, córka Lorda Byrona i przyjaciółka Babbage'a, tak opisała maszynę analityczną w swoich pamiętnikach: „Przewyższa ona swoje poprzedniczki zarówno możliwościami obliczeń, które może wykonać, w ich pewności i dokładności, i w braku konieczności podejmowania przez człowieka inteligentnych decyzji w czasie wykonywania obliczeń.” Wspominając o możliwości użycia kart dziurkowanych napisała tak: „Można słusznie powiedzieć, że maszyna analityczna tka algebraiczne wzory podobnie jak krosna Jacquarda tkają materiały w kwiaty i liście.” Księżna Lovelace wymyślała dla Babbage'a teoretyczne problemy do testowania maszyny analitycznej i dlatego uważa się ją za pierwszą programistkę. Na jej cześć nazwano jeden z języków programowania ADA (jest to oficjalny język do zastosowań wojskowych w USA). Babbage napisał o swojej przyjaciółce: „...wydaje się ona rozumieć działanie maszyny analitycznej lepiej ode mnie i jest znacznie, znacznie lepsza w objaśnianiu jej zasad”.

Maszyna analityczna nigdy nie została ukończona, gdyż nawet w dzisiejszych czasach bardzo trudno jest zrobić tak złożone urządzenie mechaniczne. Wyobraźmy sobie urządzenie wielkości lokomotywy, napędzane parą, wypełnione całkowicie małymi trybikami i kółkami zębatymi. Kto wie, może podobnie jak zbudowano maszynę różnicową uda się dzięki zastosowaniu dzisiejszej techniki zbudować również maszynę analityczną? W każdym razie można ją uznać za prototyp współczesnych maszyn cyfrowych. Wielka przyszłość czekała natomiast karty dziurkowane - użyte zostały do obliczeń już 20 lat po śmierci Babbage'a.

## Herman Hollerith

Zgodnie z konstytucją USA co 10 lat należy sporządzać spis powszechny. W 1885 roku podliczanie danych ze spisu powszechnego z 1880 roku było dalekie od zakończenia. Szukano jakichś sposobów zautomatyzowania przetwarzania danych gdyż z powodu szybkiego wzrostu liczby ludności w USA zachodziła obawa, że nie uda się opracować wyników danego spisu przed początkiem następnego! Amerykański statystyk, Hermann Hollerith, opracował elektryczną maszynę do wprowadzania, sortowania i podliczania danych wykorzystującą dziurkowane karty. Wyniki spisu z 1890 roku udało się dzięki temu opracować w niecałe 3 lata. Podobne urządzenie wykorzystywane było w czasie spisów powszechnych jeszcze w 1950 roku.

Wynalazek maszyny tabulacyjnej dał Hollerithowi sławę i bogactwo. Na jego cześć nazywano między innymi pewne typy danych we wczesnych językach programowania. Hollerith stosował swoją maszynę do statystycznej obróbki danych nie tylko dla potrzeb rządowych, lecz również biznesu, zakładając w 1896 roku Tabulating Machine Company. Firma ta połączyła się później z kilkoma innymi firmami tworząc International Business Machines, czyli IBM, giganta przemysłu komputerowego. Maszyny do przetwarzania danych w okresie międzywojennym przeszły znaczną



Leonard Euler

ewolucję przyczyniając się do powstania maszyn do księgowości, zwanych również tabulatorami.

Chociaż to właśnie rynek zastosowań administracyjno-biznesowych jest w znacznej mierze siłą napędową masowej komputeryzacji do powstania komputerów w ogromnej mierze przyczyniła się również ... astronomia!

## Leslie Comrie, almanach nautyczny i obliczenia astronomiczne

Jak znaleźć położenie statku na morzu? Stanowiło to wielki problem aż do czasów, gdy po niebie zaczęły krążyć satelity nawigacyjne. W 1675 roku rząd brytyjski powołał Królewskie Obserwatorium w Greenwich w celu „doskonalenia nawigacji i astronomii.” Po katastrofie floty brytyjskiej w 1714 roku, będącej wynikiem błędów w nawigacji, ustanowiono nagrodę w zawrotnej wysokości 20.000 funtów dla każdego, kto poda sposób określania położenia na morzu. W czterdzieści lat później część nagrody, w wysokości 3.000 funtów na osobę, otrzymał kartograf Tobias Mayer i matematyk Leonard Euler za opracowanie tablic położenia księżyca. W oparciu o te wyniki Królewskie Obserwatorium rozpoczęło wydawanie *Almanachu Nautycznego*, tablic położenia wielu obiektów astronomicznych przydatnych w nawigacji.

Niestety, przewidywanie ruchów planet i księżyca wymaga złożonych obliczeń o dużej dokładności. Almanach nautyczny pełen był błędów aż do 1926 roku. Wtedy to odpowiedzialnym za jego wydawanie został nowozelandczyk, Leslie Comrie. Przekonany, że tylko mechaniczne obliczenia mogą poprawić wiarygodność almanachu, Comrie wypożyczył tabulatory Holleritha i zorganizował obliczenia położenia księżyca aż do roku 2000. Sukces „zmechanizowanego liczenia” był tak wielki, że podobne centrum obliczeniowe dla celów astronomicznych powstało wkrótce później na Uniwersytecie Columbia. Elektromechaniczne kalkulatory wykorzystujące dziurkowane karty Holleritha dostarczała im firma IBM.

W czasie wojny nastąpił wielki wzrost zapotrzebowania na szybkie urządzenia liczące. Armia potrzebowała tablic balistycznych - danych, pozwalających na ocenę dokładności strzałów artyleryjskich zależnie od kąta wystrzału i kierunku wiatru. Sporządzenie takich tablic powierzono w Anglii grupie specjalistów pod kierownictwem Lesliego Comrie. Wzrosło również zapotrzebowanie na dokładne dane nawigacyjne: poprzednio położenia ciał niebieskich podawano tylko dla jednej, czasami dwóch pór dnia. Przeliczenie tych położenia dla innych pór dnia zajmowało dużo czasu. Skuteczna ochrona pływających przez Atlantyk konwojów aliantów przed atakami łodzi podwodnych wymagała precyzyjnego określenia położenia by wezwać pomocy lotnictwa. Zaczęto więc układać znacznie dokładniejsze tablice, pozwalające na określenie pozycji statku w ciągu jednej minuty - wymagało to obliczeń na wielką skalę.

Trudno jest przecenić wpływ wojny na rozwój badań nad maszynami liczącymi. Samolotom, wracającym po nocnych nalotach Niemiec, wcale nie było łatwo odnaleźć drogę na Wyspy Brytyjskie i wiele z nich stracono na skutek wyczerpania się paliwa nad Morzem Północnym. Szczególną rolę w rozwoju technik obliczeniowych odegrał „projekt Manhattan” - projekt stworzenia bomby jądrowej. Do tej pory najwięcej superkomputerów znajduje się w posiadaniu armii, a na zakup sprzętu komputerowego o dużej wydajności obliczeniowej potrzebna jest specjalna licencja eksportowa, udzielana przez agencje powiązane z Ministerstwem Obrony USA. Wróćmy jednak do historii komputerów.



**Konrad Zuse**

Pierwszy krok w kierunku czysto elektrycznych maszyn liczących zrobił w 1933 roku niemiecki inżynier Konrad Zuse. Zbudował on komputer oparty na przekaźnikach. Komputery zbudowane na przekaźnikach określa się czasem mianem **komputerów zerowej generacji**. Przez prawie 200 lat idee dwójkowej reprezentacji liczb wysunięte przez Leibniza nie były wykorzystywane. Budowano kalkulatory działające w systemie dziesiętnym, zbudowano arytмомetr działający w systemie ósemkowym, a system dwójkowy, w którym posługujemy się tylko dwoma cyframi, 0 i 1, pojawił się dopiero w maszynach na przekaźnikach. Dla przekaźników dwójkowa reprezentacja jest naturalna, gdyż przekaźniki to po prostu sterowane wyłączniki: są albo włączone i przepuszczają prąd, albo wyłączone i prądu nie przepuszczają.

Zuse w maszynie Z3 wprowadził zmiennoprzecinkową arytmetykę, to znaczy posługiwał się nie tylko liczbami całkowitymi, ale mógł wykonywać działania na dowolnie dużych liczbach posługując się wykładnikami dziesiętnymi (np. 234,1 biliona, czyli  $234,1 \times 10^{12}$ , łatwo jest zapisać w postaci zmiennoprzecinkowej, w przeciwnym razie potrzebujemy 15 cyfr 234 100 000 000 000). Z3 był to już w pełni funkcjonalny automat liczący sterowany programem. Rekonstrukcję maszyny Z3 można obecnie obejrzeć w Deutsches Museum, w Monachium.

W pierwszych latach wojny Zuse wysłał projekt budowy komputera opartego na lampach, oceniając czas jego realizacji na około 2 lat. Projekt ten na szczęście odrzucono. Początkowe szybkie sukcesy niemieckie nie sprzyjały długofalowemu planowaniu, a w drugiej fazie wojny było już za późno, by taki projekt ukończyć. Kto wie, jak potoczyłyby



się losy świata gdyby Niemcy mieli do dyspozycji odpowiednią maszynę obliczeniową i zastosowali ją w swoim programie budowy bomby atomowej ...

Konrad Zuse w 1993 roku, w wieku 83 lat, otrzymał doktorat *honoris causa* Uniwersytetu w Szczecinie. Na starość zajął się pasjami swojej młodości - malarstwem i architekturą.

### **1.3 Pierwsze komputery: Mark I, ABC, ENIAC, EDVAC, EDSAC, UNIVAC**

#### **Howard Aiken i Mark I Computer**

Pracujący na Uniwersytecie Harvarda na zlecenie marynarki wojennej Howard Aiken zaprojektował pierwszą, w pełni automatyczną maszynę liczącą, **Mark I Computer**. Była to konstrukcja 16-metrowej długości i 2.5 metrowej wysokości, w której 800 km przewodów elektrycznych łączyło jej 750 tysięcy części. Ukończono ją w 1943 r. Dane wprowadzano do tej maszyny przy pomocy papierowej taśmy dziurkowanej (do dzisiaj rolki takiej taśmy, używanej do programowania komputerów jeszcze w latach 70-tych, zalegają magazyny niektórych instytucji), wywodzącej się z telegrafii. Nie była to w pełni maszyna elektroniczna, raczej udoskonalona konstrukcja elektromechaniczna, nie miała również pamięci, w której można by przechowywać dane. Zmiana programu obliczeń wymagała stworzenia odpowiedniej sieci połączeń przy pomocy kabli łączących gniazda na specjalnej tablicy.

Mark I pracował w systemie dziesiętnym, a nie dwójkowym. W ciągu sekundy dodawał zaledwie 3 liczby, dla wykonania dzielenia zaś potrzebował aż 12 sekund, za to wykonywał je z dokładnością do 23 cyfr. Maszyna ta pracowała przez 16 lat i wykonano przy jej pomocy szereg użytecznych obliczeń.



**John Atanasoff i komputer ABC**

Profesor matematyki i fizyki Uniwersytetu Stanowego Iowa, USA, John Atanasoff, i jego doktorant Clifford Berry, skonstruowali w latach 1937-42 komputer znany pod nazwą **ABC**, czyli **Atanasoff-Berry Computer**. Była to w pełni elektroniczna maszyna, zawierająca kilka rewolucyjnych na owe czasy pomysłów. Jej prototyp działał już w 1939 roku. Pracowała w oparciu o arytmetykę binarną (por. następny rozdział) i miała pamięć

### Lampy próżniowe

*zwane też lampami radiowymi, były to urządzenia wielkości niewielkiej żarówki, wynalezione w 1904 roku przez Sir Johna Fleminga. Jeszcze w latach siedemdziesiątych wiele telewizorów i odbiorników radiowych zawierało lampy próżniowe. Z punktu widzenia komputerów istotną była tylko ich jedna własność: lampy mogły działać podobnie jak przełączniki, przerywając lub wyłączając dopływ prądu. Nie posiadając elementów mechanicznych działały jednak znacznie szybciej.*

działającą w oparciu o lampy próżniowe i kondensatory. Nie był to jednak układ programowalny.

Atanasoff był chyba lepszym uczonym niż organizatorem, gdyż nie udało mu się przekonać ani rządu USA, ani wielkich firm produkujących sprzęt biurowy, o potrzebie budowy takiej maszyny. Oceny zapotrzebowania na komputery były więcej niż skromne: uznano, że w całych Stanach Zjednoczonych nie trzeba więcej niż kilku sztuk takich maszyn! Atanasoff nie zdołał również opatentować swoich pomysłów, gdyż zrobili to przed nim twórcy ENIACa, John Mauchly i Presper Eckert Jr. Do dzisiaj toczą się spory, na ile zapożyczyli oni kluczowe pomysły od Atanasoffa - prawdopodobnie w znacznym stopniu, skoro sąd federalny USA unieważnił ich patenty w 1967 roku, a w 1973 roku uznał, że główne zasługi należą się właśnie Johnowi Atanasoff. Sędziemu zarzuca się jednakże niekompetencje w kwestiach technicznych, sprawa nie jest więc do końca wyjaśniona.

### Pierwsze elektroniczne maszyny obliczeniowe

W 1940 roku Atanasoff pokazał prototyp swojego komputera Johnowi Mauchly, który pracował wówczas w szkole inżynierii Uniwersytetu Pensylwanii. W ciągu 6 lat Mauchly i doktorant szkoły inżynierii, Presper Eckert, zbudowali przy znacznym finansowym wsparciu wojska maszynę liczącą o nazwie ENIAC (jest to akronim od „Electronic Numerical Integrator and Computer”, czyli elektroniczna maszyna do całkowania numerycznego i obliczeń). Była to elektroniczna maszyna zbudowana w oparciu o lampy próżniowe. W odróżnieniu od komputera ABC posłużono się jednak nie binarnym, lecz dziesiętnym systemem liczenia.

Ukończony w 1946 roku ENIAC był ogromną maszyną: ważył 30 ton i wymagał 175 kilowatów mocy, wypełniając prostokąt 7 na 13 metrów. Zawierał prawie 18 tysięcy lamp i tysiące przełączników. Głównym zadaniem ENIAC-a miało być obliczanie tablic



*ENIAC, pierwsza maszyna cyfrowa na lampach.*

zasięgu pocisków dla artylerii oraz praca nad programem budowy bomby wodorowej. W ciągu sekundy komputer potrafił wykonać 5000 dodawań, 350 mnożeń lub 40 dzielen. Jak pisali dziennikarze, było to „szybciej niż myśl”. Ta imponująca maszyna zastosowana została nie tylko dla potrzeb wojskowych, lecz również do obliczeń naukowych i

inżynierskich.

W dwa lata później uruchomiono pierwszą maszynę liczącą firmy IBM. Była to elektroniczna maszyna **SSEC** (Selective Sequence Electronic Calculator, czyli kalkulator elektroniczny pozwalający wybierać sekwencje obliczeń), przeznaczona do obliczeń naukowych. Wyprodukowane przy jej pomocy tablice ruchu księżyca używane były w czasie pierwszego lotu na księżyc w 20 lat później! Firma IBM rozpoczęła więc produkcję komputerów nie od maszyn do zastosowań biurowych lecz naukowych.

**George Stibitz**, inżynier-matematyk pracujący w laboratorium Bella, ukończył w 1940 roku kalkulator o nazwie „The Complex Number Calculator”. Pracował on w systemie dwójkowym i mógł wykonywać cztery podstawowe działania arytmetyczne. Do tego kalkulatora dołączono kilka dalekopisów umożliwiających zdalne wprowadzanie danych i odbieranie wyników obliczeń. Stibitz zademonstrował działanie swojego wynalazku na posiedzeniu Amerykańskiego Towarzystwa Matematycznego w miejscowości odległej o 400 km od jego laboratorium.

Zmiana programu - poleceń, które ma wykonać maszyna - we wszystkich dotychczas opisywanych komputerach wymagała zmian jego połączeń. Kluczową ideą w budowie „uniwersalnego” komputera, a więc takiego, który bez zmiany konfiguracji sprzętu może wykonać dowolne obliczenia, było przechowywanie danych jak i samego programu w tej samej postaci: w pamięci. Wielu ludzi przyczyniło się do rozwinięcia tej idei, jednak decydujący wpływ w jej upowszechnieniu miał jeden człowiek, którego nazwisko najczęściej podaje się jako wynalazcę komputera.



**John von Neumann i „maszyna z Princeton”**

### Komputery hybrydowe

*EDSAC to akronim, który można przetumaczyć jako „elektroniczny automatyczny komputer używający cyfrowych danych.” W owym czasie wcale nie było rzeczą jasną, czy urządzenia cyfrowe okażą się bardziej przydatne od komputerów analogowych - suwaki logarytmiczne (urządzenia analogowe) w porównaniu z liczydami (urządzenia cyfrowe) miały znacznie większe możliwości rozwiązywania złożonych zagadnień i były popularne jeszcze w latach siedemdziesiątych. Pierwsze komputery analogowe, budowane od początku lat trzydziestych, mogły rozwiązywać złożone zagadnienia znacznie szybciej niż maszyny cyfrowe. W zastosowaniach inżynierskich i naukowych komputery analogowe przetrwały bardzo długo, w latach siedemdziesiątych już głównie w symbiozie z urządzeniami cyfrowymi pod postacią komputerów hybrydowych, czyli analogowo-cyfrowych. Choć nadawały się one do obliczeń naukowych w mniejszym stopniu przydatne były w administracji czy przetwarzaniu informacji, a takie zastosowania stanowią znacznie większy rynek dla producentów komputerów. Zdecydowało o to o ich stopniowym zaniku - urządzenia cyfrowe rozwijały się znacznie szybciej.*

John von Neumann, genialny węgierski matematyk pracujący w USA, opisał projekt uniwersalnego komputera, znanego pod nazwą „maszyna z Princeton” w raporcie rozpowszechnianym w 1945 roku. Von Neumann pracował w słynnym Instytucie Studiów Zaawansowanych w Princeton (jego gabinet mieścił się niedaleko gabinetu Einsteina). Był człowiekiem o bardzo szerokich horyzontach - nie tylko dokonał wielu odkryć czysto matematycznych, był również jednym z pierwszych fizyków matematycznych, rozwinął podstawy modeli meteorologicznych i teorii gier, był również bardzo zaangażowany w budowę (szczególnie zbieranie funduszy) i zastosowania praktyczne komputerów. Szczególnie interesowała go meteorologia, stąd jednym z pierwszych zastosowań zbudowanego przy jego pomocy komputera była próba przewidywania pogody.

W 1949 roku powstały, prawie w tym samym czasie, dwa projekty maszyn wykorzystujące kluczową ideę von Neumanna: program i dane dla programu powinny być przechowywane w pamięci komputera w tej samej, binarnej postaci. Do tej pory prawie wszystkie używane komputery (oprócz eksperymentalnych układów wieloprocessorowych i komputerów neuronalnych) nazywa się „maszynami von Neumanna”. W Anglii, na Uniwersytecie w Cambridge, pod kierownictwem Maurice Wilkesa, zbudowano maszynę o nazwie **EDSAC** (Electronic Delay Storage Automatic

Computer, czyli elektroniczny automatyczny komputer z opóźnionym przechowywaniem danych - odnosiło się to do pamięci komputera). Praca ta zainspirowana została przez projekt J. Mauchly i P. Eckerta.

Spory o prawa patentowe z władzami Uniwersytetu w Pensylwanii spowodowały, iż autorzy projektu wycofali się z pracy nad uniwersalnym komputerem według projektu von Neumanna, komputerem nazwanym **EDVAC** (Electronic Discrete Variable Automatic Computer, czyli elektroniczny komputer posługujący się dyskretnymi zmiennymi). Obaj wynalazcy odeszli do własnej, prywatnej firmy a EDVACa ukończono z dużym opóźnieniem dopiero w 1951 roku. Od tego czasu dokonano wielu udoskonaleń konstrukcji komputerów, jednakże podstawowe zasady nie uległy zmianie.



**Alan Turing**

Jednym z głównych inspiratorów rozwoju komputerów w Anglii był **Alan Turing** (1912-1954), twórca teorii automatów, dziedziny stanowiącej matematyczne podstawy teorii obliczeń. Choć największe znaczenie dla rozwoju informatyki miały jego prace teoretyczne, w szczególności praca z 1936 roku podająca teoretyczny model komputera („automatu Turinga”) oraz rozważania nad obliczalnością, czyli możliwościami rozwiązania problemów przez prowadzenie obliczeń, niezwykle ważne było jego zaangażowanie się w plany budowy maszyn liczących. W czasie wojny Turing należał do grupy ekspertów zaangażowanych w odcyfrowywanie niemieckich szyfrów. Niemalą rolę w tej pracy grał polski wywiad, który dostarczył Anglikom kopię niemieckiej maszyny szyfrującej o nazwie Enigma. Dla potrzeb deszyfracji zbudowano imponującą maszynę liczącą o nazwie **Colossus**. Analizowała ona tysiące wiadomości dziennie poszukując właściwego klucza (zmienianego trzy razy dziennie), dzięki któremu Enigma mogła odcyfrować wiadomości. Jeden ze współpracowników Turinga tak powiedział komentując jego rolę w programie łamania niemieckich szyfrów: „Nie powiem, że dzięki Turingowi wygraliśmy wojnę ale śmiem powiedzieć, że bez niego moglibyśmy ją przegrać”.



Po wojnie Turing nadal zaangażowany był w program budowy komputerów. W 1950 roku ukończono budowę komputera **ACE** zbudowanego w oparciu o jego idee. Pisał też na temat możliwości budowy inteligentnych maszyn, przewidując ich powstanie przed końcem tego wieku. Interesowały go również eksperymenty chemiczne i w tej dziedzinie dokonał kilku ciekawych odkryć. Turing wielokrotnie startował jako zawodnik w maratonie. Aresztowany w 1952 roku za homoseksualizm i skazany na leczenie psychiatryczne oraz kurację hormonalną Turing w dwa lata później prawdopodobnie popełnił samobójstwo (okoliczności jego śmierci do dzisiaj nie są w pełni wyjaśnione).

Mauchly i Eckert przegrali wyścig z grupą angielską Wilkesa, gdyż pracowali jednocześnie w swojej własnej firmie nad nowszą, doskonalszą konstrukcją. Był to komputer **UNIVAC**, pierwsza maszyna cyfrowa sprzedawana komercyjnie. Nabywcą pierwszego egzemplarza wyprodukowanego w 1951 roku było amerykańskie biuro rządowe zajmujące się opracowaniem wyników spisu powszechnego. Głównym programistą UNIVACa była pani doktor Grace Hooper, późniejszy komandor marynarki wojennej USA. Była ona też jednym z głównych inspiratorów powstania popularnego języka komputerowego o nazwie **COBOL**. Rok później, w 1952 roku, pojawił się **Model 701** firmy IBM. W czasie wyborów prezydenckich w 1952 roku UNIVAC użyty został przed kamerami telewizyjnymi do analizy i przewidywania wyników wyborów. Era komercyjnych komputerów rozpoczęła się na dobre.

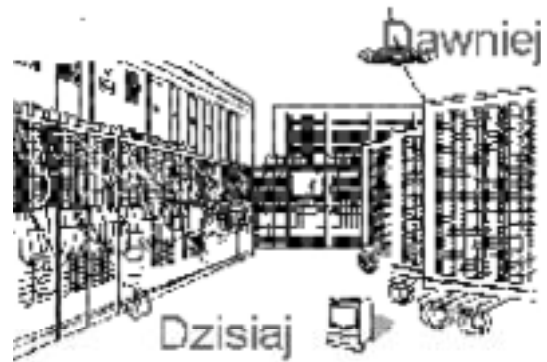


*Grace Hooper i UNIVAC, pierwszy komercyjnie sprzedawany komputer.*

## **1.4    Generacje komputerów**

Często spotykanym pojęciem przy omawianiu historii komputerów jest „generacja komputerów”. Zerowa generacja to komputery budowane na przekaźnikach. Nie były to komputery „uniwersalne” w dzisiejszym rozumieniu, gdyż ich programowanie wymagało bezpośrednich zmian połączeń obwodów maszyny. Budowano je od początku lat trzydziestych do połowy lat czterdziestych.

**Pierwsza generacja** to komputery budowane przy wykorzystaniu lamp radiowych od połowy lat czterdziestych do końca lat pięćdziesiątych. Utrzymanie w sprawnym stanie urządzeń, zawierających tysiące lamp nie było rzeczą prostą. Lampy są duże i zużywają bardzo dużo energii elektrycznej. Odrębną sprawą był brak języków programowania, które pozwoliłyby w prosty sposób na określenie zadania, które komputer miał wykonać. Komputery pierwszej generacji wykorzystywane były głównie do przetwarzania informacji, tabulacji danych i do obliczeń naukowych. Ich rozmiary i możliwości wywierały w tym okresie wielkie wrażenie - prasa określała je mianem „gigantycznych mózgów”.



Dane przechowywano w maszynach pierwszej generacji głównie na bębnach magnetycznych a programy wprowadzano do pamięci przy pomocy dziurkowanej (perforowanej, jak to się fachowo mówiło) taśmy lub dziurkowanych kart. Nie było to zadanie łatwe, gdyż taśmy i karty były skutecznie niszczone przez niezbyt sprawnie działające czytniki. Od czasu do czasu maszyny te wymagały opukania gumowym młotkiem w celu udrożnienia wadliwie pracujących styków.

**Druga generacja** to komputery budowane w latach 1959-1964 z wykorzystaniem tranzystorów. Wynalazek tranzystora, za który J. Bardeen, W.H. Brattain i W. Shockley otrzymali nagrodę Nobla, zrewolucjonizował wiele dziedzin życia, od elektroniki użytkowej po komputery. Tworzenie bardziej złożonych urządzeń w oparciu o lampy próżniowe nie jest po prostu możliwe ze względu na ich zawodność i duży pobór mocy. W książkach z nurtu fantastyki naukowej z tego okresu pisano o całych miastach, będących ogromnymi komputerami, ale nawet pisarze science-fiction nie przewidzieli urządzeń półprzewodnikowych. Komputery na tranzystorach były mniejsze, tańsze, zużywały znacznie mniej prądu i były bardziej niezawodne, dzięki czemu można było je stosować do zagadnień, wymagających dłuższych obliczeń.

W komputerach drugiej generacji pojawiły się pamięci ferrytowe, złożone z malutkich magnesików w kształcie pierścieni, nanizanych na siatkę drutów. Prąd, przepływający przez druty, mógł zmienić namagnesowanie pierścienia, zapisując w ten sposób dwie możliwości: namagnesowany lub nie. Dostęp do tak przechowywanych danych możliwy jest w ciągu milionowych części sekundy, podczas gdy dostęp do danych zapisanych na bębnie magnetycznym wymaga tysięcznych części sekundy. Wprowadzenie pamięci ferrytowych oznaczało więc ogromne przyspieszenie obliczeń. Zmieniając stan

namagnesowania pamięci ferrytowe wydawały wysokie dźwięki. Na komputery wyposażone w pamięci ferrytowe opracowano nawet specjalne programy demonstracyjne odtwarzające w czasie pracy skomplikowane utwory muzyczne, np. *Taniec z szablami*. Do przechowywania dużej ilości danych na dłuższy okres czasu stosowano taśmy magnetyczne.

Typowe zastosowania tych komputerów to przetwarzanie informacji, księgowość i obliczenia naukowo-inżynierskie. Programy uruchamiano wczytując informację z dziurkowanych kart a wyniki odbierano w postaci wydruków.

**Trzecia generacja** to komputery budowane w latach 1965-1970, działające w oparciu o układy scalone (nazywane w skrócie IC, od angielskiej nazwy „Integrated Circuits”). Rozpoczęła ją „seria 360” komputerów firmy IBM. Pierwsze urządzenie półprzewodnikowe, spełniające funkcję kilku tranzystorów, zbudował w 1958 i opatentował w rok później Jack Kilby. Pracował on wówczas w firmie Texas Instrument, która jest znanym producentem układów półprzewodnikowych. Te pierwsze obwody scalone określa się mianem SSI (Small Scale of Integration), czyli obwodów o małej skali integracji, gdyż zawierały one tylko kilka do kilkunastu struktur półprzewodnikowych na jednej płycie.

W tym okresie nastąpił nie tylko znaczny postęp w konstrukcji i niezawodności komputerów, lecz również w sposobie ich programowania oraz uniezależnieniu programów od konstrukcji komputera, na którym programy te były uruchamiane. W 1965 roku firma DEC (Digital Electronic Company) wprowadziła minikomputer, urządzenie wielkości szafy. Wielkim postępem była możliwość uruchamiania programów z terminali - przyłączonych do komputera prostych urządzeń, zawierających klawiaturę i ekran. Terminale umożliwiały wielu użytkownikom jednoczesne wykonywanie pracy na tym samym komputerze. Pomimo rozpowszechnienia się terminali przechowywanie danych i programów na dyskach magnetycznych było drogie i karty dziurkowane stosowano jeszcze na początku lat 80-tych. Istniał nawet zawód „przepisywacza programów na karty dziurkowane”. Dopiero z chwilą pojawienia się kolejnej generacji komputerów dziurkowanie kart odeszło do lamusa.

Przy końcu tego okresu liczba zainstalowanych komputerów na świecie sięgnęła kilkudziesięciu tysięcy.

Czwarta generacja to komputery budowane na układach scalonych o bardzo dużym stopniu integracji. Umownie uważa się, że zapoczątkowała ją w 1971 roku „seria 370” komputerów firmy IBM. Mogło by się wydawać, że nie nastąpił żaden skok jakościowy pomiędzy trzecią i czwartą generacją, pojawiły się jedynie obwody LSI (Large Scale of Integration), wielkiej skali integracji, o znacznie większej liczbie struktur półprzewodnikowych w jednej kostce. Dla technologii budowy komputerów tysiące obwodów w jednej kostce, a potem dziesiątki tysięcy w obwodach VLSI, to duża różnica. Przede wszystkim pozwoliło to wyeliminować względnie wolne i zawodne pamięci



ferrytowe. Ceny komputerów mocno się obniżyły, dzięki zwiększonej niezawodności elementów konstrukcje komputerów mogły być znacznie bardziej złożone, co pociągnęło za sobą wyraźny wzrost szybkości i poprawę innych parametrów. Komputery zaczęto budować w sposób modułowy. Jednocześnie postępy w oprogramowaniu doprowadziły do tego, że te same programy można było używać na komputerach produkowanych przez różne firmy.<sup>1</sup>

Czwarta generacja komputerów obejmuje również specjalne obwody scalone, zwane mikroprocesorami. Wynalazł je w 1969 roku Ted Hoff, pracujący w firmie Intel. Prawie równocześnie mikroprocesor skonstruował również Victor Poor, pracujący dla Datapoint Corporation. Szef Intela, Robert Noyce, który sam ma wielkie zasługi w rozwoju obwodów scalonych, postawił na rozwój mikroprocesorów, dzięki czemu firma Intel jest obecnie jedną z najbogatszych i najważniejszych w tej dziedzinie na świecie.

Prawie wszystkie używane do tej pory komputery to urządzenia czwartej generacji. Pojawienie się w końcu lat 70-tych komputerów osobistych stworzyło nową jakość, zasługującą na nadanie im dumnej nazwy nowej generacji. Tak się jednak nie stało. Komputery osobiste, wyposażone w przyjazne, graficznie zorientowane oprogramowanie okienkowe, dysponujące dużą mocą obliczeniową i sprzężone ze sobą poprzez sieci komputerowe stanowią istotnie urządzenia nowej generacji, chociaż budowane są w oparciu o technologię VLSI. Za początek ery komputerów osobistych uważa się wprowadzenie przez firmę IBM w 1981 roku ich modelu IBM PC, chociaż już wcześniej Apple Computers i inne firmy wprowadziły na rynek bardzo udane modele mikrokomputerów.

**Piąta generacja** to pojęcie zupełnie innego rodzaju, gdyż nie jest związane z technologią, lecz z samym sposobem funkcjonowania komputera - nie chodzi tu o szybkość, lecz inteligencję. Zagadnienia te omówimy dokładniej w rozdziale o sztucznej inteligencji. Na początku lat 80-tych wysunięto projekty budowy komputerów przetwarzających symbole i formuły logiczne a nie dane tekstowe i numeryczne. Program ten dał interesujące rezultaty ale do tej pory komputery piątej generacji nie pojawiły się poza naukowymi laboratoriami.

---

<sup>1</sup> Przy końcu lat 70-tych miałem okazję pracować na komputerze R20 trzeciej generacji, mając jednocześnie za ścianą sprzęt generacji czwartej, do którego trudno się było dopchać. Stare R20 grzało się, warczało, ale jeśli ktoś nauczył się trudnej sztuki operatora systemu (czynności związane z rozpoczęciem pracy po awarii systemu, która zdrażała się dość często, zabierały godzinę) mógł, a nawet musiał, jeśli chciał coś policzyć, z tą maszyną spędzać całe noce. Czytnik kart co dziesiątą kartę darł na strzępy i trzeba było mieć zapasowe kopie lub szybko dziurkować nowe karty. Elektryczna maszyna do pisania, służąca za konsolę, rozgrzewała się pisząc nieprzerwanie komunikaty o błędach czytnika kart; zapach parującej z niej oliwy przyprawiał o mdłości a warkot dysków, wentylacji i drukarek wierszowych ogłuszał. Dzisiejsi użytkownicy komputerów nie mają pojęcia o tych „romantycznych” czasach. Przejście do komputerów czwartej generacji było prawdziwym skokiem jakościowym.

**Szósta generacja** to pojęcie używane czasami do określenia komputerów o nowej architekturze, odbiegającej od klasycznego pomysłu „maszyny z Princeton” von Neumanna. Należą do niej komputery wektorowe, komputery o bardzo wielu jednocześnie pracujących procesorach, specjalne układy eksperymentalne. Dlatego za pierwszy komputer tej generacji uznać należy wyprodukowany w 1976 roku superkomputer wektorowy Cray 1. Mianem szóstej generacji niektórzy specjaliści określają również **neurokomputery** oraz odległe jeszcze projekty budowy **biokomputerów**, czyli komputerów opartych na związkach biologicznych (węglowych) a nie półprzewodnikowych (krzemowych). Więcej informacji o superkomputerach i innych urządzeniach szóstej generacji znajduje się w końcowych rozdziałach tej książki.

## 1.5 Najważniejsze daty w historii rozwoju sprzętu komputerowego

Poniżej podałem dość szczegółową chronologię rozwoju komputerów, urządzeń peryferyjnych i najważniejszych programów. Chociaż niektóre terminy dotyczące nazw urządzeń komputerowych i typów oprogramowania mogą się wydawać na razie niezrozumiałe zawsze będzie można do przedstawionej tu historii powrócić po przeczytaniu dalszych rozdziałów.

- 500 - Pierwsze liczydła w Egipcie
- 200 - Liczydła sau-pan w Chinach i soro-ban w Japonii
- 1617 - Kostki Napiera pozwalające dodawać i odejmować zamiast mnożyć i dzielić
- 1622 - Suwak logarytmiczny opracowany w Anglii przez Williama Oughtreda
- 1624 - Czterodziałaniowy kalkulator-zegar skonstruowany w Heidelbergu przez Wilhelma Schickarda
- 1642 - B. Pascal buduje maszynę do dodawania
- 1666 - S. Morland buduje sumator mechaniczny
- 1673 - G. Leibniz buduje czterodziałaniową maszynę liczącą
- 1726 - A. Braun, ulepszenie sumatory Morlanda, używane jeszcze do niedawna
- 1805 - Józef-Maria Jacquard stosuje karty perforowane do sterowania warsztatem tkackim
- 1822 - Początek projektu „maszyny różnicowej”, do obliczeń tablic matematycznych, Charles Babbage, Cambridge
- 1833 do 1871 roku - projekty „maszyny analitycznej” Charlesa Babbage

- 1855 - Mechaniczny komputer zbudowany w oparciu o projekt Babbage'a przez Georga i Edwarda Scheutz w Sztokholmie
- 1884 - Karty perforowane Hermanna Hollerith
- 1886 - William Burroughs buduje pierwszy powszechnie sprzedawany mechaniczny sumator
- 1889 - Patent Holleritha na maszynę do tabulacji; rok później Hollerith buduje elektro-mechaniczną maszynę do tabulacji użytej do opracowania danych ze spisu powszechnego
  
- 1903 - Nicola Tesla patentuje elektryczne bramki logiczne
- 1924 - Z przekształcenia działającej od 1911 roku firmy „Computer Tabulating Company” powstaje IBM, International Business Machines
- 1925 - Vannevar Bush buduje na MIT kalkulator analogowy
- 1928 - Vladimir Zworkin, rosyjski imigrant w USA, wynalazł kineskop
- 1931 - Budowa arytmometru ósemkowego. i początek projektu Z1 komputera na przekaźnikach zbudowanego przez Konrada Zuse.
- 1936 - Alan Turing opisał teoretyczne podstawy procesu obliczania (maszynę Turinga)
- 1937 - Pierwszy kalkulator działający w systemie dwójkowym zbudowany został przez Georga Stibitza w Bell Laboratories
- 1937 do 1942 roku - powstaje ABC czyli Atanasoff-Berry-Computer
- 1939 - Powstaje firma Hewlett-Packard
  
- 1940 - Stibitz w Bell Labs demonstruje Complex Number Calculator i używa go zdalnie przy pomocy teleksu
- 1941 - A. Turing i M. Newman budują w Anglii deszyfrujący komputer Colossus; Konrad Zuse konstruuje Z3, pierwszy programowalny komputer na przekaźnikach
- 1944 - W Anglii zbudowano komputer deszyfrujący Colossus Mark II pod kierownictwem H. Aikena (Harvard University) zbudowano komputer na przekaźnikach Mark I Computer, programowany przez zmianę połączeń kabli. Grace Hooper zostaje pierwszą programistką.
- 1945 - J. von Neumann opisuje ideę „maszyny z Princeton” czyli uniwersalnej konstrukcji komputera używanej do dnia dzisiejszego.
- 1946 - Rozpoczęto pracę nad komputerem działającym w czasie rzeczywistym o nazwie Binac (Binary Automatic Computer), który ukończono w 1949 roku. Powstał ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer), pierwszy komputer na lampach (zawierał ich 18000). Główni konstruktorzy J. Mauchly i

- J. Eckert z University of Pennsylvania tworzą firmę Univac (od: Universal Automatic Computer).
- 1948 - W oparciu o ideę von Neumanna powstaje EDSAC (Electronic Delay Storage Automatic Calculator), pod kierownictwem Maurice Wilkesa w Cambridge w Anglii.  
IBM 604 jest pierwszym komercyjnie sprzedawanym kalkulatorem elektronicznym; IBM buduje lampowy komputer SSEC (Selective Sequence Electronic Calculator);  
powstaje tranzystor ostrzowy, wynalazcami są J. Bardeen i W.H. Brattain.
- 1949 - EDVAC (Electronic Discrete Variable Automatic Computer), komputer uniwersalny oparty o pomysł von Neumanna, współpracuje z pierwszymi dyskami magnetycznymi;  
W. Shockley wynalazł tranzystor warstwowy (współcześnie stosowany).  
J. Forrester wynalazł pamięć ferrytową stosowaną w komputerach do lat 70-tych.  
Claude Shannon publikuje podstawy teorii informacji i buduje komputer szachowy.
- 1950 - Uniwersalny komputer ACE zbudowany według projektu A. Turinga.  
Maurice Wilkes wprowadza język programowania (assembler) dla komputera EDSAC
- 1951 - UNIVAC, pierwszy komercyjnie sprzedawany komputer, używający taśm magnetycznych, zainstalowano w Biurze Spisu Powszechnego w USA;  
pierwsza konferencja na temat komputerów;  
powstaje Texas Instruments.
- 1952 - IBM Model 701, pierwszy komercyjnie sprzedawany (od 1953 roku) komputer IBM, przewiduje zwycięstwo Eidenhowera w wyborach prezydenckich. Prasa zachwyca się możliwościami komputerów.  
W Niemczech powstaje Nixdorf Computer.
- 1953 - Burroughs Corp. instaluje swój komputer UDEC na uniwersytecie;  
IBM wprowadza taśmy magnetyczne jako standardowe nośniki pamięci.
- 1954 - IBM 704, pierwszy komputer z systemem operacyjnym;  
powstaje FORTRAN, jeden z pierwszych języków programowania wysokiego rzędu.
- 1956 - Pierwsza konferencja na temat sztucznej inteligencji.
- 1957 - Powstaje DEC, Digital Equipment Corporation i CDC, Control Data Corporation; IBM wprowadza tranzystorowy kalkulator IBM 608.

- 1958 - Atlas, angielski komputer zbudowany na Uniwersytecie Manchesteru, wyposażony został w pamięć wirtualną;  
powstaje druga generacja komputerów: CDC 1604, konstrukcji Seymura Craya, w pełni na tranzystorach;  
japońska firma NEC buduje pierwsze komputery, NEC-1101 i 1102;  
F. Rosenblatt buduje perceptron (jedną z pierwszych sieci neuronowych).
- 1959 - Jack Kilby z Texas Instruments oraz Robert Noyce z Fairchild Semiconductors konstruują pierwsze obwody scalone;  
powstaje COBOL, język programowania dla potrzeb biznesu;  
sprzedano pierwszy program komputerowy.
- 1960 - Minikomputer PDP-1 firmy DEC opracowany został przez B. Curleya;  
wprowadzono CDC 1604, komercyjny komputer firmy CDC dla obliczeń naukowych.
- 1961 - Pierwsze wielozadaniowe systemy komputerowe, IBM 709 i Stretch, używające 8-bitowych jednostek zwanych bajtami.
- 1962 - IBM sprzedaje napędy dysków magnetycznych pozwalających na wymianę nośnika; zyski ze sprzedaży komputerów IBM przekraczają miliard dolarów.
- 1963 - PDP-5, pierwszy minikomputer;  
powstają pierwsze graficzne terminale i pióra świetlne do projektowania graficznego.
- 1964 - Zapowiedziano komputery trzeciej generacji na obwodach scalonych - rodzinę IBM 360 (pierwsze komputery tej rodziny zaczęto sprzedawać w 1965 roku);  
S. Cray opracowuje CDC-6000 i CDC-6600, przez kilka lat najpotężniejszy komputer używający 60-bitowych słów i wykonujący kilka operacji jednocześnie;  
pierwsze tabliczki graficzne opracowano w Rand Corporation;  
powstał BASIC, prosty język komputerowy ogólnego użytku.
- 1965 - Udana minikomputery PDP-8 firmy DEC;  
na Uniwersytecie w Pensylwanii obroniono pierwszy doktorat z informatyki.
- 1966 - Texas Instruments opracowuje pierwszy przenośny kalkulator na tranzystorach.
- 1967 - DEC PDP-10, kolejny udany minikomputer firmy DEC.
- 1968 - Powstał Intel (**I**ntegrated **e**lectronics), największy producent mikroprocesorów.
- 1969 - Powstają pierwsze półprzewodnikowe pamięci RAM - kości 1 KB Intela - powoli wypierające pamięci ferrytowe;  
zbudowano pierwszy 16-bitowy minikomputer (Data General Corporation).

- 1970 - Popularny 16-bitowy minikomputer DEC PDP-11/20;  
Intel wprowadza pamięci DRAM;  
odbył się pierwszy turniej szachów komputerowych.
- 1971 - Powstała czwarta generacja komputerów na LSI i VLSI - rodzina komputerów IBM 370; do ładowania systemu operacyjnego w komputerach IBM zastosowano 8-calowe dyskietki;  
powstał mikroprocesor Intel 4004, wynaleziony przez Teda Hoffa z firmy Intel (około 2300 tranzystorów, częstość zegara 0,1 MHz);  
opracowano pierwszy procesor tekstów (firma Wang);  
powstał Pascal, jeden z najpopularniejszych języków programowania.
- 1972 - Powstaje Cray Research, firma opracowująca pierwsze superkomputery;  
zbudowano mikroprocesor 8-bitowy Intel 8008;  
powstały pierwsze kalkulatory kieszonkowe firmy Hewlett-Packard.
- 1973 - Twarde dyski magnetyczne IBM 3340 „Winchester”, podobne do używanych obecnie, wprowadzone przez firmę IBM;  
powstaje standard sieci komputerowych Ethernet.
- 1974 - Popularne mikroprocesory Intel 8080 i Motorola 6800 pojawiają się w sprzedaży; powstają pierwsze mikrokomputery do składania, Mark-8 i Altair 8800;  
powstaje CP/M, pierwszy system operacyjny dla procesorów Intela oraz język programowania C.
- 1975 - Pierwszy klub użytkowników komputerów domowych i pierwszy sklep komputerowy powstaje w USA, rozpoczyna się sprzedaż komputerów Altair, powstają nowe bardzo tanie mikroprocesory firmy MOS Technology;  
Bill Gates i Paul Allen zakładają Microsoft.
- 1976 - Cray rozpoczyna budowę superkomputera wektorowego Cray-1;  
Steve Jobs i Steve Wozniak zakładają Apple Computers, powstaje Apple I;  
powstaje mikrokomputer Altair 680 na procesorze Motorola 6800;  
firmy Gould i Perkin-Elmer wprowadzają superminikomputery;  
udany mikroprocesor Zilog Z80; firma iCOM sprzedaje napęd do 8-calowych dyskietek a Shugart napęd 5.25 cala.
- 1977 - Apple buduje pierwszy udany mikrokomputer Apple II;  
Apple, Commodore i Tandy rozpoczynają masową sprzedaż mikrokomputerów;  
DEC VAX 11/780 jest pierwszym superminikomputerem 32-bitowym.
- 1978 - Intel wprowadza bardzo popularny 16-bitowy mikroprocesor Intel 8086;

- Atari reklamuje komputery domowe Atari 400 i Atari 800; powstają pierwsze drukarki mozaikowe; Texas Instruments sprzedaje zabawki z syntezą głosu.
- w USA jest już ponad pół miliona komputerów, powstaje pierwsza sieć informacyjna SPRINT i sieć amatorska BBS; obroty Microsoft osiągają milion \$;
- 1979 - Powstają sieci komputerowych usług informacyjnych CompuServe i The Source; programy VisiCalc (arkusz kalkulacyjny) i WordStar (redakcja tekstu) rozpoczynają erę oprogramowania użytkowego; IBM wprowadza wierszową drukarkę laserową IBM 3800.
- 1980 - Apollo buduje stacje robocze na procesorach Motoroli 68000; komputer przenośny firmy Panasonic waży tylko 400 gramów; Microsoft wprowadza system operacyjny Xenix OS (wersja Unixa) na komputery z procesorami Intela, Motoroli, Z80, oraz minikomputery PDP-11. Liczba komputerów w USA przekracza milion;
- 1981 - Rozpoczęła się era komputerów osobistych dzięki wprowadzeniu IBM PC na procesorach Intel 8088 oraz komputerów osobistych Osborne 1 Personal Business Computers na procesorach Z80; powstaje Silicon Graphics Incorporated; powstaje standard modemów Hayesa do komunikacji łącami telefonicznymi; Microsoft wprowadza system operacyjny MS-DOS.
- 1982 - Powstaje Sun Microsystems i Compaq Computers; Commodore wprowadza komputer domowy C64; Toshiba pokazuje pierwszy komputer z ekranem LCD; Epson demonstruje HX-20, komputer rozmiarów notebooka, z pełną klawiaturą, wbudowaną drukarką i ekranem LCD; Sharp wprowadza notes-komputer PC-1500; Compaq pokazuje przenośny komputer klasy IBM-PC; Intel wprowadza mikroprocesor 80286; Sony wprowadza dyskietki 3.5 cala; Microsoft udziela 50 wytwórcom licencji na system operacyjny MS-DOS dla komputerów typu IBM-PC; Lotus demonstruje arkusz kalkulacyjny 1-2-3; obroty Apple Computers przekraczają miliard dolarów.
- 1983 - Superkomputery Cray 2 i NEC SX-2 osiągają szybkość miliarda operacji na sekundę; IBM produkuje PC-XT z dyskietką, twardego dyskiem 10 MB i 128 KB RAM; sprzedaż mikrokomputerów Commodore VIC-20 oraz Apple II przekracza milion sztuk; jest już ponad 10 milionów komputerów w USA; wstępna wersja Microsoft Windows nie robi większej kariery (wersja 1.0 z 1985 roku również); powstaje język programowania C++.

- 1984 - Pojawia się Apple Macintosh i IBM AT, dwie linie komputerów kontynuowane przez wiele lat; IBM wprowadza komputer przenośny i IBM Jr, obydwa niezbyt udane; IBM wprowadza standard grafiki EGA;  
Silicon Graphics sprzedaje pierwsze graficzne stacje robocze;  
Seiko pokazuje komputer w zegarku.
- 1985 - IBM wprowadza nową rodzinę 3090 komputerów centralnych;  
powstają udane komputery Atari 520 ST i Commodore Amiga 1000;  
pierwsze 32-bitowe procesory Intel 80386 z zegarem 16 MHz;  
pierwsze programy typu DTP (komputerowego składu wydawnictw).
- 1986 - HP wprowadza pierwsze komputery z procesorami RISC;  
powstają komputery osobiste z procesorami 32-bitowymi (Intel 80386);  
nieudany start komputerów IBM-RT na 32-bitowych procesorach RISC;  
pojawiają się CD-ROMy; powstaje WordPerfect Corporation; jest już ponad 30 milionów komputerów w USA.
- 1987 - Seria komputerów osobistych IBM PS/2 (ponad milion sprzedano w pierwszym roku); najlepsze komputery tej serii dysponują architekturą MCA; powstają udane komputery Apple Macintosh II, Commodore Amiga 500 i Amiga 2000;  
IBM wprowadza standard grafiki VGA a wkrótce potem standard 8514, który rozwinął się w superVGA; IBM i Microsoft anonsują system operacyjny OS/2; Microsoft sprzedaje Windows 2.0;  
Apple dołącza do Macintoshy program hipertekstowy; Microsoft Bookshelf to pierwszy szeroko sprzedawany CD-ROM;  
AdLib sprzedaje karty muzyczne z syntezą FM do komputerów osobistych;  
Sun wprowadza pierwsze stacje robocze na procesorach SPARC; DEC wprowadza minikomputery microVAX 3500 i 3600; superkomputery serii ETA-10 i Cray-2S;  
obroty Compaq przekraczają miliard dolarów.
- 1988 - IBM wprowadza nową rodzinę minikomputerów AS/400 i wersje ES/3090 S komputerów centralnych;  
pierwsze graficzne stacje robocze produkują firmy Apollo, Ardent i Stellar;  
firma Next demonstruje rewolucyjną graficzną stację roboczą z wbudowanym dyskiem magnetoptycznym; przyjęto standard magistrali EISA;  
Motorola rozpoczyna produkcję nowej rodziny mikroprocesorów RISC 88000;  
obroty firmy Sun przekraczają miliard dolarów;  
ponad 20 milionów dolarów kosztują superkomputery Cray Y-MP.
- 1989 - Intel wprowadza mikroprocesory 80486 z częstotliwościami 25 MHz oraz RISC i860, każdy z nich ma ponad milion tranzystorów;



- DEC produkuje stacje robocze DECstation 3100 na procesorach firmy MIPS;  
Sun demonstruje popularne stacje robocze SPARCstation 1;  
Apple sprzedaje przenośne komputery typu Macintosh;  
liczba komputerów na świecie przekracza 100 milionów.
- 1990 - Rozpowszechniają się laptopy; drukarki laserowe Hewletta-Packarda LaserJet  
IiP kosztują poniżej 1000 \$;  
IBM sprzedaje udane stacje robocze rodziny RISC Station 6000; Sun sprzedaje  
stacje Sun SPARCstation 2; Toshiba pokazuje laptop SPARC LT na  
mikroprocesorze SPARC;  
Motorola wprowadza szybkie mikroprocesory 68040;  
IBM wprowadza rodzinę komputerów centralnych System 390; Intel robi  
superkomputer na 512 procesorach RISC i860;  
Microsoft wprowadza swoją pierwszą udaną wersję graficznego systemu  
operacyjnego, MS-Windows 3.0; obroty Microsoft przekraczają miliard  
dolarów;
- 1991 - Masowo pojawiają się komputery typu notebook; tanieją napędy CD-ROM;  
opracowano technologię „floptical” dyskietek 20 MB;  
Intel wprowadza tani procesor 80486SX;  
Apple sprzedaje doskonały system operacyjny (System 7) dla komputerów  
Macintosh; Microsoft wprowadza dużo gorszy system, MS-DOS 5, odnosząc  
wielki sukces; Apple i Microsoft podpisują porozumienie współpracy nad  
nowymi, graficznie i obiektowo zorientowanymi, systemami operacyjnymi;  
Microsoft ogłasza plany pracy nad Windows NT;  
pojawiają się pierwsze komputery bez klawiatur (rozpoznające pismo ręczne) z  
systemem operacyjnym PowerPoint;  
bardzo wydajne stacje robocze HP RISC 9000 Series 700 wprowadza  
Hewlett-Packard; DEC demonstruje szybki procesor Alpha;  
duże firmy komputerowe (IBM, DEC, Compaq, Lotus, Unisys) po raz pierwszy  
od swojego powstania przynoszą straty.
- 1992 - Sun wprowadza udaną rodzinę stacji SPARCstation 10; DEC wprowadza  
rodzinę stacji roboczych opartych na bardzo szybkich mikroprocesorach RISC  
Alpha;  
technologie multimedialne zapowiada standard wideo Apple QuickTime;  
16-bitowe karty muzyczne zdobywają popularność;  
Microsoft wprowadza Windows 3.1 a następnie Windows for Workgroups i  
sprzedaje 10 milionów egzemplarzy w ciągu roku; IBM wprowadza OS/2 v. 2.0  
i sprzedaje milion egzemplarzy;

- wojna cenowa na rynku komputerów osobistych doprowadza do znacznej obniżki cen; IBM odnotowuje straty 5 miliardów dolarów.
- 1993 - Pierwsze komputery z procesorami Intel Pentium 60 MHz; Motorola produkuje procesory PowerPC będące podstawą nowej generacji komputerów osobistych firm IBM i Apple; IBM znacznie rozszerza rodzinę stacji roboczych R/6000; komputery Newton klasy PDA (osobisty asystent cyfrowy) wprowadza firma Apple;
- Microsoft ogłasza plany standardów automatycznej konfiguracji sprzętu komputerowego (plug and play);
- powstają potężne sieciowe systemy operacyjne: Novell NetWare 4 oraz Windows NT; powstaje oprogramowanie umożliwiające integrację prac biurowych Lotus Notes; pierwsza multimedialna encyklopedia na CD-ROMie to Microsoft Encarta;
- Apple sprzedało już ponad 10 milionów komputerów Macintosh; IBM ogłasza straty 8 miliardów dolarów.
- 1994 - Procesory Intel OverDrive z podwojoną (DX2) i potrojoną (DX4) częstotnością oraz ich klony zdobywają rynek; Pentium osiąga 100 MHz; Apple oraz IBM mają nadzieję na przewyższenie dominacji Intela sprzedając komputery osobiste z procesorami PowerPC 601 i 604; pojawiają się też inne mikroprocesory z rodziny PowerPC; mikroprocesory DEC Alpha z częstotliwościami do 300 MHz pojawiają się w masowej produkcji;
- ceny CD-ROMów o począwornej szybkości spadają poniżej 1000 dolarów; pojawiają się ulepszone standardy odtwarzania cyfrowego wideo; Seagate demonstuje dysk i sprzęg przesyłający dane z szybkością 100 MB/sekundę;
- Iomega Corp. wprowadza napęd do 100 MB dyskietek 3.5 cala;
- Number Nine wprowadza 128-bitowe karty graficzne;
- Microsoft wprowadza Windows NT 3.5, zaś IBM system OS/2 Warp 3.
- 1995 - pierwsze superkomputery o szybkości biliona operacji na sekundę;
- mikroprocesory zwiększają częstotności zegarów: Pentium Intela do 133 MHz, zapowiadane są serwery na procesorach Pentium Pro do 200 MHz; Power PC 604 działa z częstotnością 133 MHz; procesory Alpha firmy DEC działają z częstotliwościami 333 MHz a Ultra Sparc z 200 MHz;
- zapowiadane są bardzo wydajne stacje Sun Ultra;
- pojawia się Windows 95, nowy, okropnie przereklamowany system firmy Microsoft.

## **1.6 Historia rozwoju komputerów w Polsce**

O sprzęcie komputerowym produkowanym w krajach bloku wschodniego niewiele można się było w naszym kraju dowiedzieć. Pokoje, w których stały urządzenia do przetwarzania danych, były plombowane po zakończeniu pracy a dostęp do nich był ściśle kontrolowany. Pracowaliśmy na sprzęcie, o którym nie było żadnych danych, nie można więc było porównywać efektywności naszych programów z programami opracowanymi w zachodnich ośrodkach. Jedyne informacje techniczne, jakie udało mi się zdobyć przy końcu lat 70-tych na temat komputerów R20 i R32 znajdujących się w Ośrodku Obliczeniowym naszego Uniwersytetu pochodziły ... z raportu CIA, czyli służb wywiadowczych Stanów Zjednoczonych, przedrukowanym w jednym z zachodnich pism komputerowych!

### **Najważniejsze daty dla historii rozwoju komputerów w Polsce:**

- 1962 - Odra 1002 opracowana w Elwro
- 1964 - Odra 1003, pierwszy seryjnie produkowany komputer w Polsce
- 1967 - Odra 1204, komputer na obwodach scalonych; komputery Odra korzystały z systemu operacyjnego brytyjskiej firmy ICL
- 1967 - udany minikomputer (K2) konstrukcji J. Karpińskiego; niestety, nigdy nie uruchomiono jego produkcji
- 1973 - komputery serii JS EMC (Jednolity System Maszyn Cyfrowych) RIAD pojawiły się na wystawie w Moskwie; w Polsce od 1974 r. produkowano model EC-1032 średniej mocy obliczeniowej. Komputery RIAD korzystały z oprogramowania systemowego IBM serii 360
- 1978 - minikomputery Mera
- 1986 - początek inwazji komputerów osobistych w Polsce
- 1990 - większość z najbardziej znanych firm komputerowych wkracza na nasz rynek
- 1993 - pojawiają się w Polsce pierwsze superkomputery światowej klasy.

### **Literatura:**

Wczesna historia rozwoju komputerów opisana jest szczegółowo w książce:

*R. Ligoniere, Prehistoria i historia komputerów, Ossolineum, Wrocław 1992*

Popularnie napisaną historię maszyn liczących można znaleźć w książkach:

*H. Kaufman, Dzieje komputerów, PWN Warszawa 1980*  
*B. Miś, Ku myślącym maszynom, Nasza Księgarnia 1981*

Warto też obejrzeć doskonałą serię 6 filmów dokumentalnych nakręconych przez stacje telewizyjne WGBH i BBC, pt: „The machine that changed the world”, czyli „Maszyna, która zmieniła świat”. Oprócz historii seria ta pokazuje również, w jaki sposób komputery zmieniły i będą nadal zmieniać świat.