

HISTORIA KOMPUTERÓW

Wyciąg z początkowych fragmentów książki W. Ducha „Fascynujący świat komputerów”
(<http://www.fizyka.umk.pl/~duch/book-fsk.html>)

0. Uwagi wstępne

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, wspinały 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.

1. 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 pożytecznych 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 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 przekaźników. Głównym zadaniem ENIAC-a miało być obliczanie tablic zasięgu pocisków dla artylerii oraz praca nad programem budowy bomby wodorowej. W ciągu sekundy komputer potrafił wykonać 5000 dodawań, 350 mnożeń lub 40 dzieleni. 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”

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 wieloprocesorowych 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 i maszyny deszyfrujące

Jednym z głównych inspiratorów rozwoju komputerów w Anglii był **Alan Turing** (1912-1954), twórca teorii automatów, dziedziny stanowiącej matematyczne podstawy teorii obliczeń.

Chociaż 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 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 **Collossus**. 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).

Pierwsze komputery komercyjne

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.

2. 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.

Komputery pierwszej generacji

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 udroźnienia wadliwie pracujących styków.

Komputery drugiej generacji

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 ferrytowej wydawały wysokie dźwięki. Na komputery wyposażone w pamięci ferrytowe opracowano nawet specjalne programy demonstracyjne odtwarzające w czasie pracy skomplikowane utwory muzyczne, np. *Taniec z szabrami*. 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.

Komputery trzeciej generacji

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 płytce. 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.

Komputery czwartej generacji

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.

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.

Komputery piątej i szóstej generacji?

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”. 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.

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).