

# Struktura počítačů

Jan Outrata



KATEDRA INFORMATIKY  
UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

přednášky



- Null L.: *Essentials of Computer Organization and Architecture*, 5th Edition. Jones & Bartlett Learning, 2018.
- Stallings W.: *Computer Organization and Architecture*, Global Edition, 11th Edition. Pearson, 2021.
- Brookshear J. G.: *Informatika*. Computer Press, 2013.
- Zelený J., Mannová B.: *Historie výpočetní techniky*. Scientia, 2006.
- Dembowski K.: *Mistrovství v hardware*. Computer Press, 2009.



# Úvod

## Co je to počítač?





## Co je to počítač?

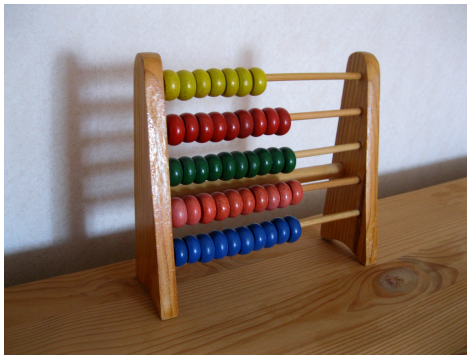


Počítač je **stroj**, který zpracovává data podle **dodaného programu**.

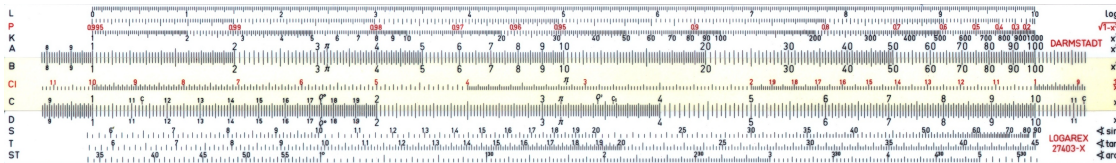
– dříve česká Wikipedie, zjednodušeno

- do konce 19. st. počítací **pomůcky** a mechanické stroje ~ počítačový „pravěk“
- od počátku 20. st. elektromechanické a elektronické počítací stroje ~ historie **počítačů**:
  - nultá generace: WW2, unikátní (účelové) stroje, relé a elektronky, jednotky operací/s
  - první generace: 1946 až 1953, unikátní prototypy **mainframe (sálový počítač)**, elektronky, stovky až desítky tisíc operací/s
  - druhá generace: 1954 až 1963, (nekompatibilní) komerční univerzální mainframe sériové výroby, tranzistory, desítky až stovky tisíc operací/s
  - třetí generace: 1964 až 1972, univerzální terminálové **minipočítače** a **superpočítače** (TOP 500), integrované obvody, miliony operací/s
  - čtvrtá generace: od 1973 dodnes, všeobecné **mikropočítače** masové výroby, mikroprocesor, čipy, miliony až miliardy operací/s
    - od pol. 80 let („klasické“) **osobní počítače (personal computer, PC)**, počítačové sítě, klastry, Internet, přenosné, mobily, vestavěné, ...
- další generace: od 20xx kvantové počítače?

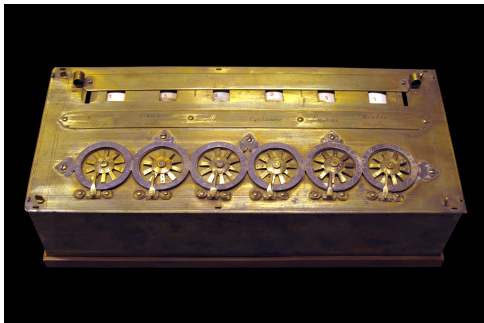
- do konce 19. st. počítací **pomůcky** a mechanické stroje ~ počítačový „pravěk“
- od počátku 20. st. elektromechanické a elektronické počítací stroje ~ historie **počítačů**:
  - nultá generace: WW2, unikátní (účelové) stroje, relé a elektronky, jednotky operací/s
  - první generace: 1946 až 1953, unikátní prototypy **mainframe (sálový počítač)**, elektronky, stovky až desítky tisíc operací/s
  - druhá generace: 1954 až 1963, (nekompatibilní) komerční univerzální mainframe sériové výroby, tranzistory, desítky až stovky tisíc operací/s
  - třetí generace: 1964 až 1972, univerzální terminálové **minipočítače** a **superpočítače** (TOP 500), integrované obvody, miliony operací/s
  - čtvrtá generace: od 1973 dodnes, všeobecné **mikropočítače** masové výroby, mikroprocesor, čipy, miliony až miliardy operací/s
    - od pol. 80 let („klasické“) **osobní počítače (personal computer, PC)**, počítačové sítě, klastry, Internet, přenosné, mobily, vestavěné, ...
- další generace: od 20xx kvantové počítače?



Abacus (počítadlo, před 5 tis. lety), zdroj



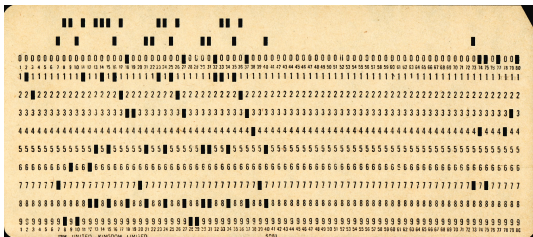
Logaritmické pravítko (17. st.), zdroj



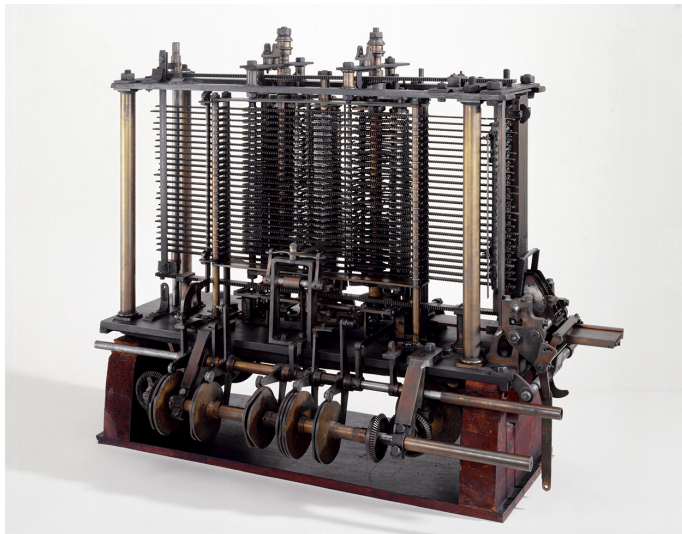
Pascaline (B. Pascal, 17. st.), zdroj



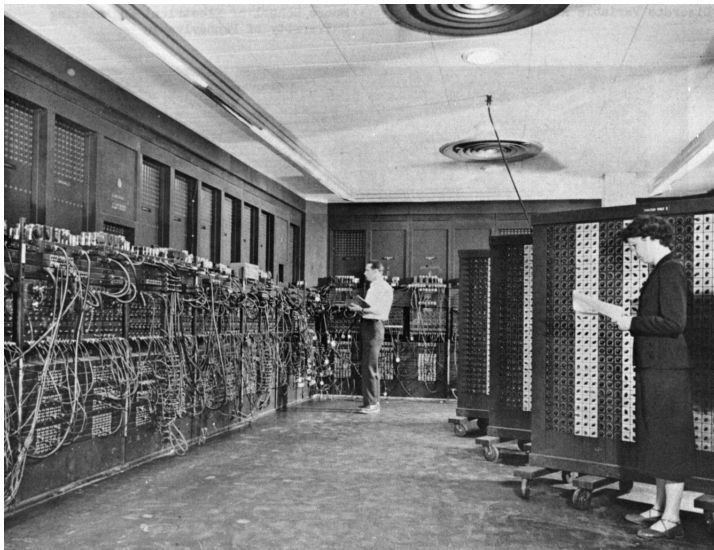
Děrná páska (18. st.), zdroj



Děrný štítek (18. st.), zdroj



Analytical Engine (výkonná část „mlýnek“, Ch. Babbage, 1833), zdroj



ENIAC (U Pennsylvania, 1946), [zdroj](#)



UNIVAC (Remington Rand, 1951), zdroj

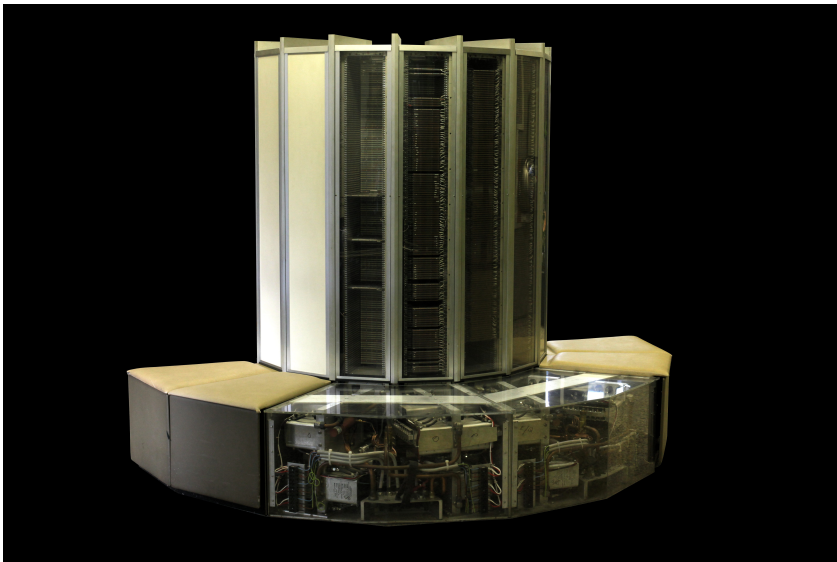




IBM System/360 (1964), zdroj



DEC PDP-11 (1970), zdroj



Cray 1 (S. Cray, 1975), zdroj



Didaktik M (ČSSR, 1990), zdroj



IBM PC 5150 (1981), zdroj

Přečíst stránky Wikipedie k **historii vývoje počítačů** a souvisejícímu:

- **Dějiny počítačů,**

  - [https://cs.wikipedia.org/wiki/D%C4%9Bjiny\\_po%C4%8D%C3%ADta%C4%8D%C5%AF](https://cs.wikipedia.org/wiki/D%C4%9Bjiny_po%C4%8D%C3%ADta%C4%8D%C5%AF)

- **History of computing hardware,**

  - [https://en.wikipedia.org/wiki/History\\_of\\_computing\\_hardware](https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_computing_hardware)

- **History of computing hardware (1960s--present),**

  - [https://en.wikipedia.org/wiki/History\\_of\\_computing\\_hardware\\_\(1960s-present\)](https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_computing_hardware_(1960s-present))

- **History of personal computers,**

  - [https://en.wikipedia.org/wiki/History\\_of\\_personal\\_computers](https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_personal_computers)

- **History of computer science,**

  - [https://en.wikipedia.org/wiki/History\\_of\\_computer\\_science](https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_computer_science)

- **History of operating systems,**

  - [https://en.wikipedia.org/wiki/History\\_of\\_operating\\_systems](https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_operating_systems)

- **History of programming languages,**

  - [https://en.wikipedia.org/wiki/History\\_of\\_programming\\_languages](https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_programming_languages)

- **History of software,**

  - [https://en.wikipedia.org/wiki/History\\_of\\_software](https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_software)

- John von Neumann, 1945, Princeton Institute for Advanced Studies, USA
- koncepce **řízení počítače programem uloženým v (operační) paměti**
- v principiálním základu dle ní i současné počítače (až na paralelizace, integrace aj.)

Součásti počítače:

- **procesor (CPU): řadič (řídící jednotka) (CU) + aritmeticko-logická jednotka (ALU)**
- **operační paměť:** lineárně rozdělená na stejně velké buňky s dynamickým přístupem pomocí adres
- **vstupní a výstupní (I/O) zařízení**
- propojené **sběrnici** (soustavy vodičů, původně jedna systémová)
- stejné už od pol. 19. st. (Analytical Engine, Babbage, 1833) – až na řešení paměti
- prototypový počítač EDVAC (1949) a další

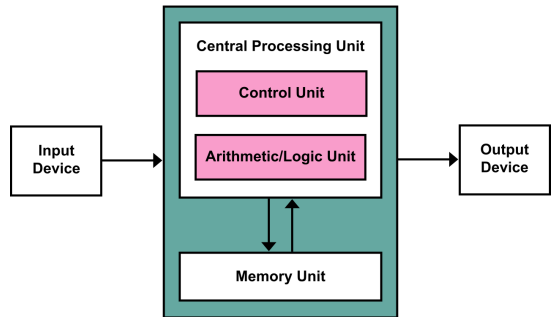
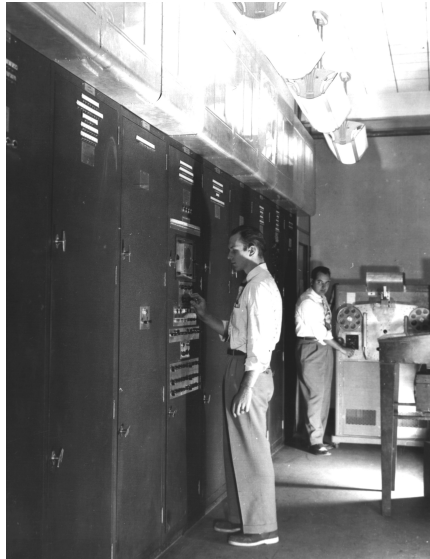


Schéma von Neumannovy architektury počítače, zdroj



John von Neumann, zdroj

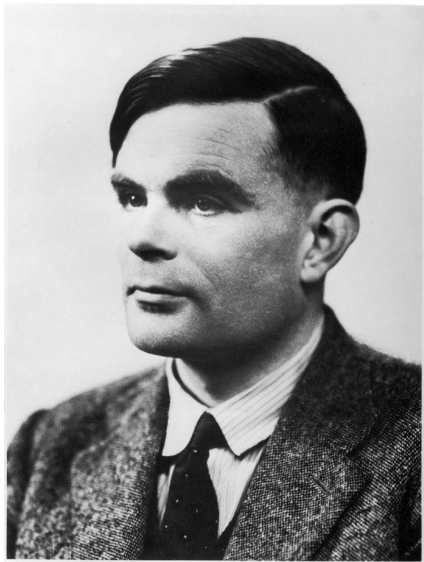




EDVAC (1949, USA), zdroj

## Charakteristiky:

- **program** = zápis (logicky správně definovaného) předpisu – algoritmu – pro řešení úlohy, posloupnost elementárních kroků, tzv. instrukcí
- **instrukce** = interpretovaná (**binární**) **data** – mezi programem a zpracovávanými daty není z technického hlediska rozdíl
- **program a data** načtené do **jedné společné operační paměti** – nelze číst současně (von Neumann bottleneck)
- **činnost počítače**: řadič s využitím ALU vykonává instrukce programu nad vstupními daty, obojí čtené z paměti (příp. vstupního zařízení), výsledná data zapisována do paměti (příp. výstupního zařízení)
- **instrukce programu vykonávány postupně (sekvenčně)** v pořadí uložení v programu/paměti – výjimky instrukce skoků, jednodušší řízení
- CU: operace pro vykonávání programu, ALU: základní výpočetní operace, I/O zařízení: od/pro uživatele i úložná
- **programovatelnost a univerzálnost počítače** (simulace tzv. Turingova stroje, A. Turing, 1936), efektivita výpočtu



Alan Turing, zdroj

Postupná vylepšení:

- **řadiče I/O zařízení a přerušení** – souběžná funkce zařízení nezávisle na CPU a přerušení činnosti CPU, více programů „současně“ (multitasking)
- **kanály** – přenosy dat mezi operační pamětí a I/O zařízením (jeho řadičem) nezávisle na CPU, dnes tzv. DMA kanály
- více sběrnic – paměťová, I/O
- **virtuální paměť** – postupné načítání programu a dat do paměti podle potřeby
- **paralelizace** vykonávání instrukcí – více následujících instrukcí souběžně
- mikroprogramový řadič CPU – instrukce jako (dynamické) „mikroprogramy“ z mikroinstrukcí
- mezipaměť (cache) – kompenzace různé rychlosti CPU, operační paměti a I/O zařízení
- více procesorů (jader) – vykonávání více programů (skutečně) současně
- **integrace** cache a některých I/O zařízení do CPU – řadiče sběrnic, grafické, síťové, ...

- stejná jako von Neumannova, až na:
- **oddělené paměti pro program a pro data** – lze číst současně
- i více pamětí s **paralelním přístupem**, paměť programu často jen pro čtení

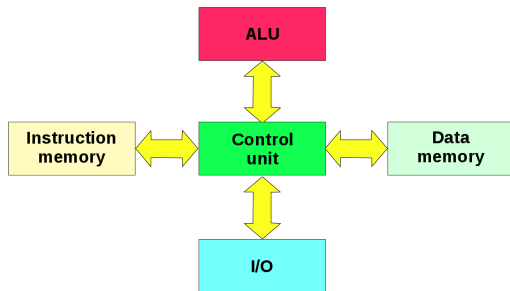


Schéma harvardské architektury počítače, zdroj

- modifikovaná (interně) v současných CPU – zvlášt instrukční a datová cache
- specializovaná použití: (programovatelné) mikrokontroléry (např. Atmel), kalkulátory, DSP audio/video procesory apod.