

Struktura strojů pro zpracování informace

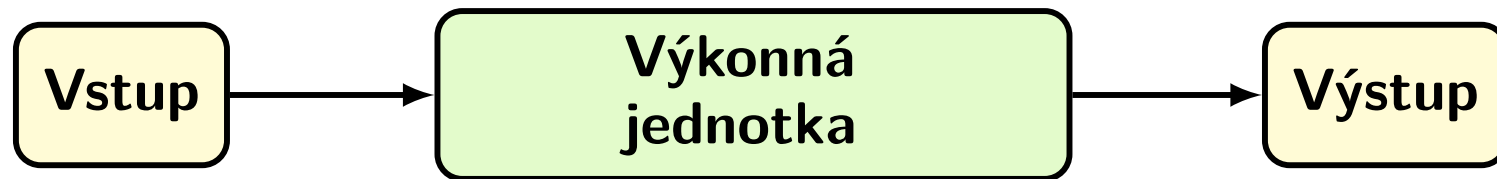
Chceme-li jednoduše popsat skladbu počítače, vyjdeme z nejhrubší struktury, která rozlišuje jen

- *vstup*,
- *výkonnou jednotku* zařízení
- a *výstup*.

Poznámka: Teoretické (abstraktní) stroje, které slouží k formalizaci pojmu *algoritmus*, dokonce ani zvlášť nevyčleňují vstupní a výstupní část. Mají totiž *paměťový podsystém*, který slouží i pro zadání vstupu a přečtení výstupu.

Příkladem takového abstraktního stroje je Turingův stroj.

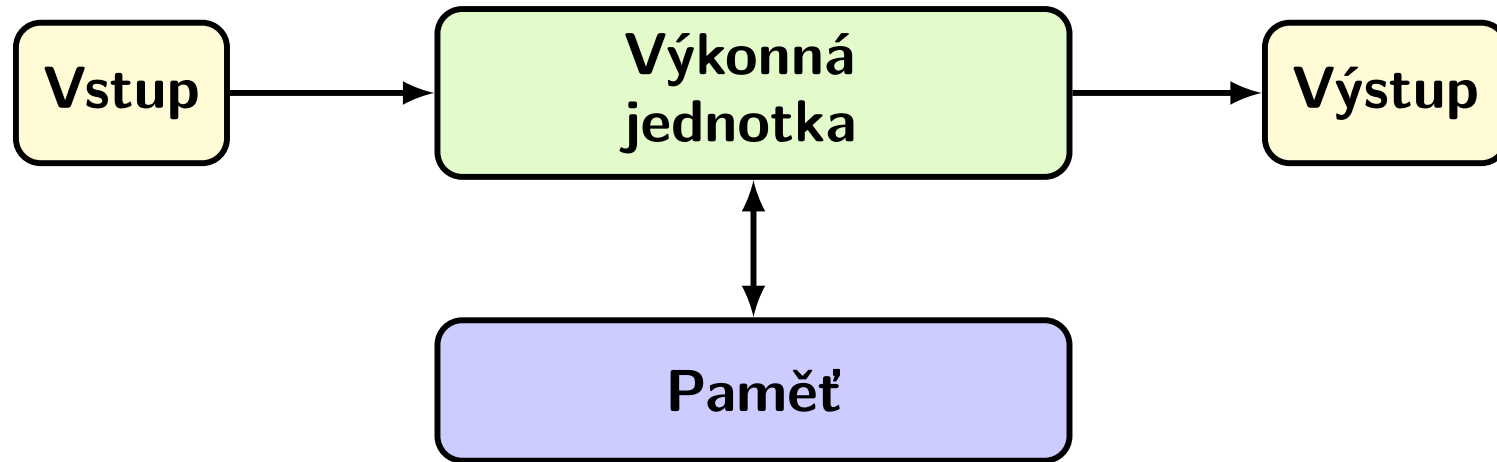
Jednouúčelový přístroj bez paměti



Výkonná jednotka provádí jednoduchou funkci, jejíž výsledek (výstup) závisí jen na vstupní hodnotě a lze ho spočítat přímo, bez mezivýpočtů.

Příklady: Hradlová pole – obvody počítající jednu logickou funkci.

Přístroj s pamětí pro ukládání dočasných mezivýsledků

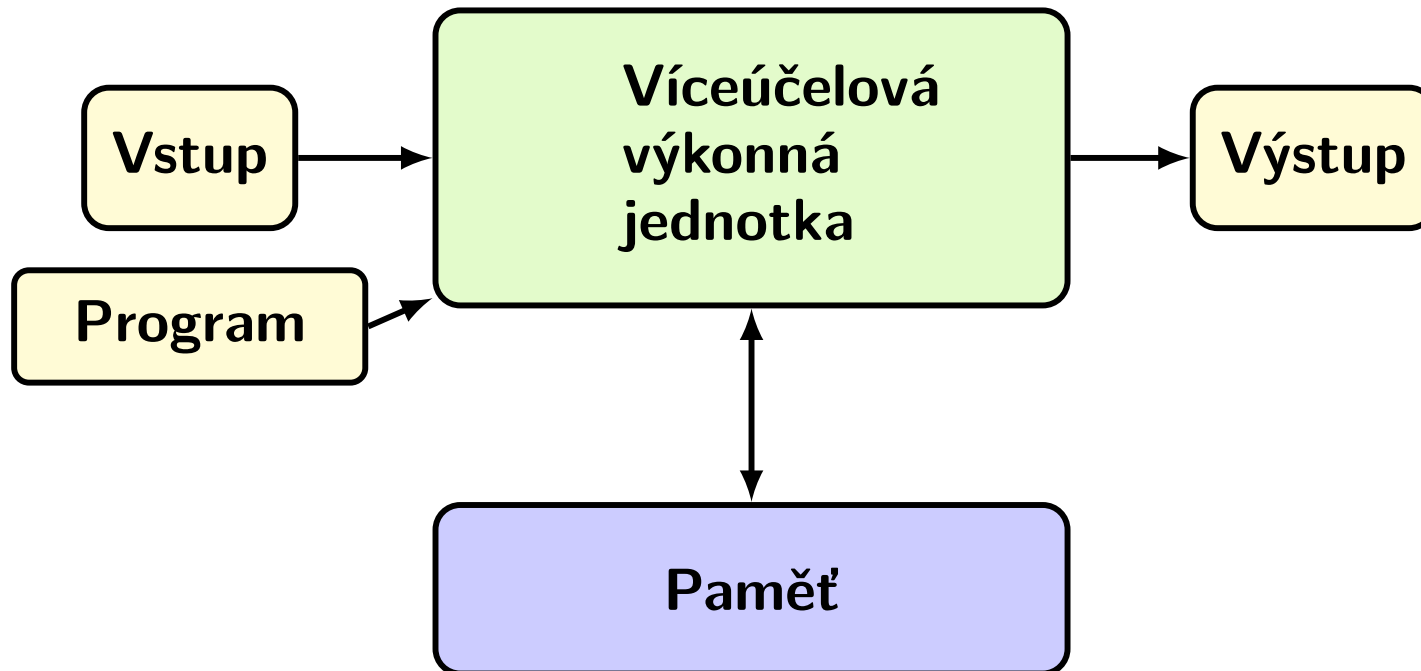


Výkonná jednotka si ukládá dočasné mezivýsledky do paměti. Výsledek výpočtu obvykle závisí nejen na okamžité hodnotě na vstupu, ale i na *historii* vstupu.

Příklad: Sériová sčítačka, násobička.

Přístroj řízený dodaným programem

Program se skládá z více *instrukcí* (kroků) a výkonná jednotka musí rozumět a umět provést každou z nich. Program je součástí (jedenkrát přečteného) vstupu, a proto se každá jeho instrukce provede jen jednou.

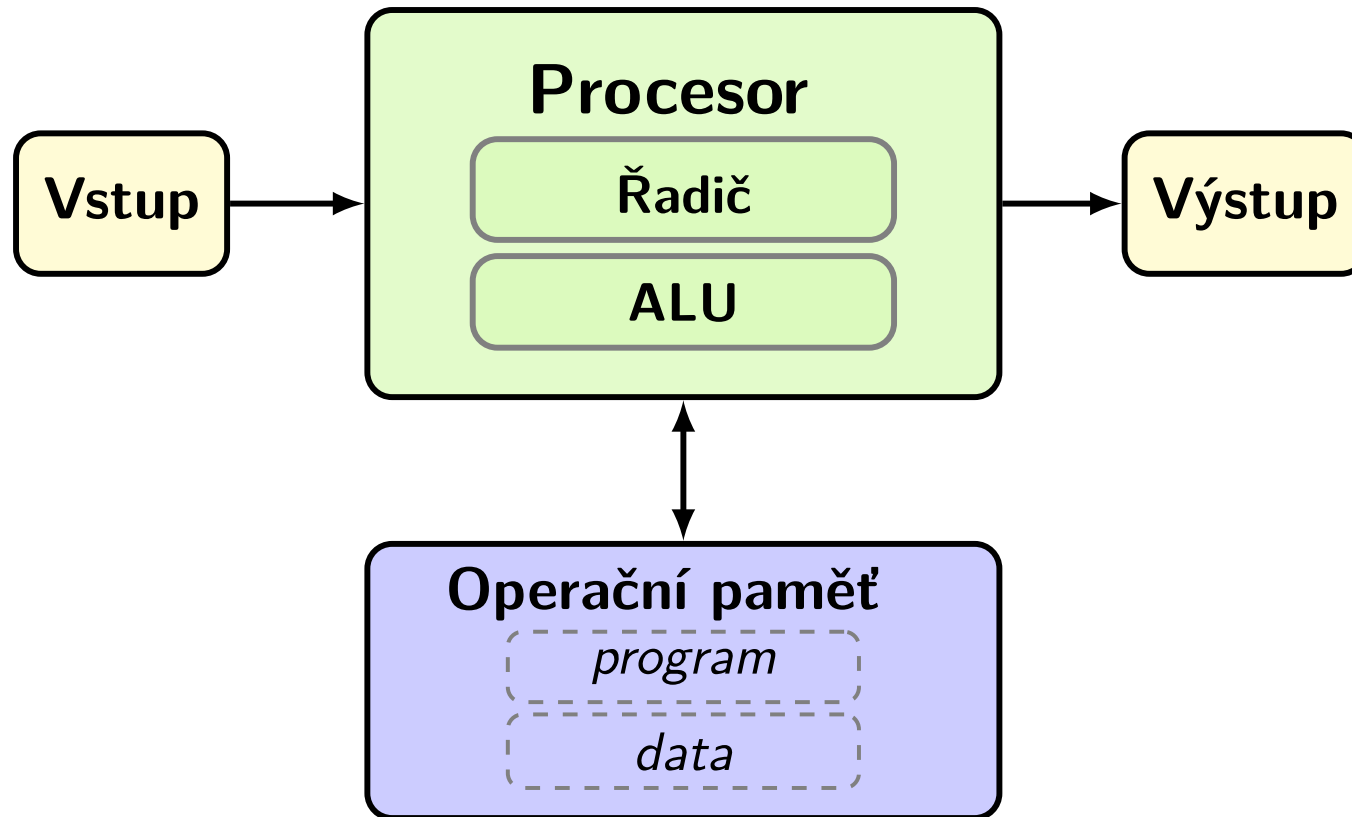


Příklady:

- *Difference engine* Charlese Babbage pro výpočet hodnot polynomů (1820).
- Historické tkalcovské stavy a pletací stroje řízené děrnými štítky.

Počítač s programem uloženým v paměti

Tzv. *von Neumannova architektura* neboli *von Neumannův model*.



Příklady:

- *Analytical engine* Charlese Babbage, navržený v r. 1837.
- Většina dnešních počítačů je založena na von Neumannově architektuře, i když značně rozšířené.

Von Neumannův model je založen na modelu univerzálního Turingova stroje, ale abstrahuje od podrobností výkonné jednotky a rozšiřuje ho o samostatné podsystémy vstupu a výstupu.

John von Neumann byl maďarsko-americký matematik první poloviny 20. století. Mimo publikace dlouhé řady matematických děl také popsal strukturu počítače, která se vyznačuje *programem uloženým v operační paměti*.



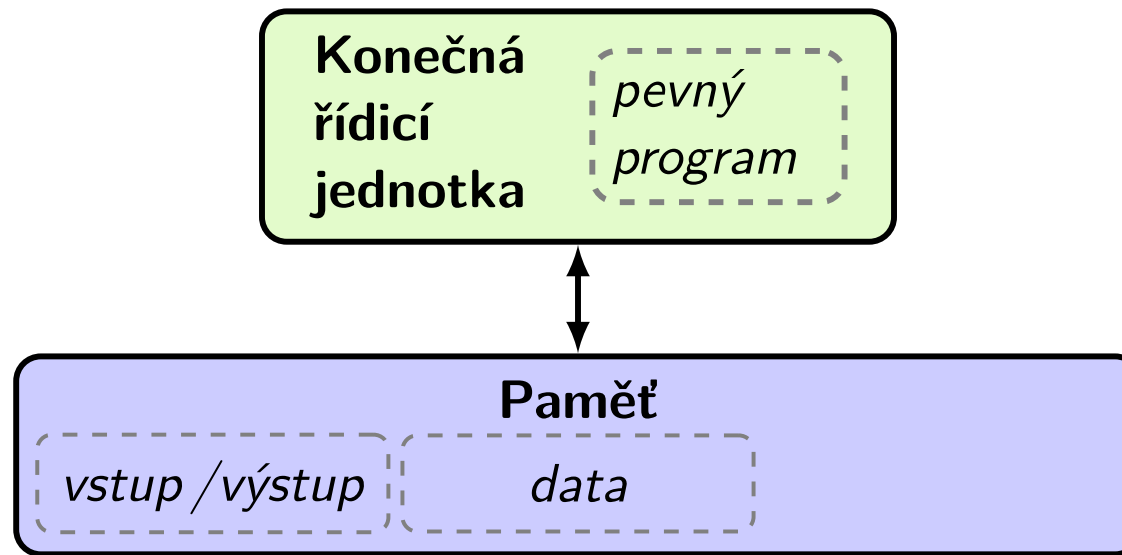
John von Neumann

Cvičení: Co byl a čím se vyznačoval *von Neumannův koutek* v Princetonu, kde tento matematik působil jako profesor?

Turingův stroj

Zařízení, které má program své činnosti zabudovaný v řídicí jednotce. Má potenciálně nekonečnou (neomezeně velkou) paměť, v níž má na začátku své činnosti vstupní data, zapisuje do ní výstupní data a používá ji pro dočasná data z mezivýpočtů.

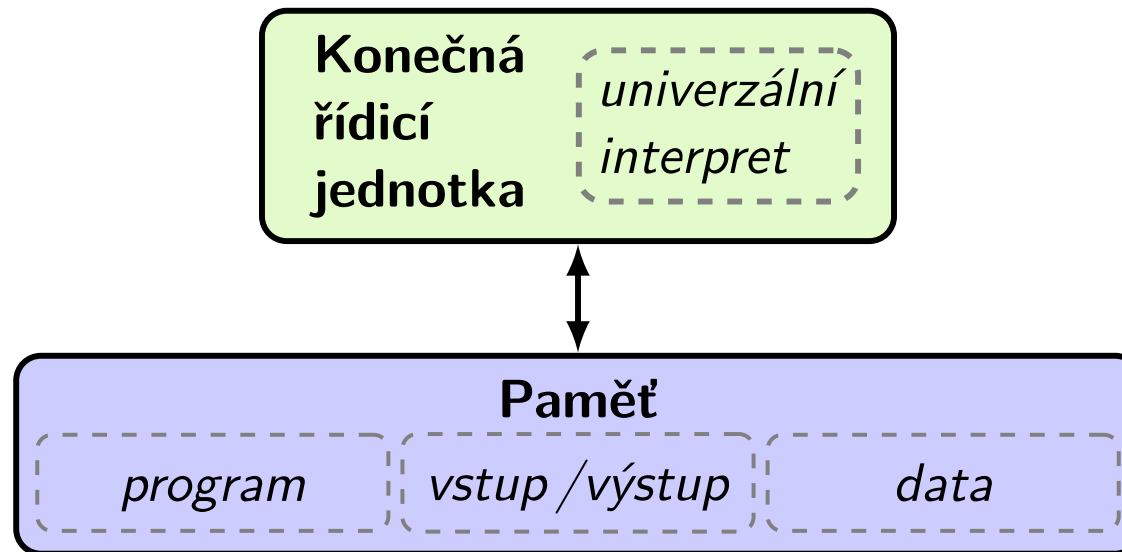
Churchova-Turingova teze říká, že pro *každý algoritmus* můžeme sestrojit Turingův stroj, který podle tohoto algoritmu pracuje. Sestrojit Turingův stroj pro daný algoritmus znamená zabudovat jeho program do řídicí jednotky.



Univerzální Turingův stroj

Má ve své řídicí jednotce program, který umí číst jiný program z paměti a provádět ho. Do paměti můžeme na začátku uložit libovolný program.

Na rozdíl od jednoúčelových Turingových strojů, které sestrojujeme zvlášť pro každý algoritmus, univerzální Turingův stroj umí provádět (interpretovat) *libovolný* program uložený v paměti. Proto je tento stroj turingovsky úplný.



Turingův stroj a von Neumannův model

Turingův stroj je abstraktní matematický model počítače, který byl navržen pro popis algoritmů. Proto neřeší technické podrobnosti vstupu a výstupu.

Vstup resp. výstup se odehrává zápisem do paměti před výpočtem, resp. přečtením z paměti po dokončení výpočtu.

Von Neumannův model počítače má pro vstup a výstup samostatné podsystémy.

Dalším rozdílem mezi Turingovým strojem a von Neumannovým modelem je potenciálně nekonečná paměť Turingova stroje.

Reálné počítače jsou založeny na von Neumannově architektuře a mají paměť konečnou.

Paměť Turingova stroje je tvořena posloupností paměťových buněk – políček nekonečné pásky. Každým krokem výpočtu lze přejít na sousední políčko, takže na vzdálenější políčka se Turingův stroj přesunuje více kroky.

Naproti tomu von Neumannův model způsob přístupu do paměti nedefinuje, a tím umožňuje svým technickým realizacím (počítačům), aby do paměti přistupovaly rychleji.

Turingovská úplnost

Jestliže je instrukční sada dostatečně bohatá na to, aby bylo možno programem v paměti zapsat *libovolný algoritmus*, a operační paměť není omezená, říkáme, že počítač je *turingovsky úplný*.

Odhlédneme-li od konečné velikosti paměti, jsou všechny běžné počítače turingovsky úplné. Lze jimi tedy provádět libovolný program (napsaný podle libovolného algoritmu).

Poznámka:

Takzvaná *Churchova-Turingova teze* říká, že univerzální Turingův stroj umí provádět program podle libovolného algoritmu. Není to matematická věta, ale filosofická teze říkající, že naše intuitivní chápání pojmu *algoritmus* splývá s matematicky přesně definovaným Turingovým strojem.

Přesná definice turingovské úplnosti požaduje ekvivalentnost s univerzálním Turingovým strojem.

Vstupní a výstupní zařízení

Pomocí vstupních zařízení lze načítat data z okolního světa a pomocí výstupních zařízení ukazovat výsledky výpočtů.

Reálné počítače mají celou řadu různých vstupních a výstupních zařízení. Ta jsou k počítači připojena pomocí různých rozhraní. V klasické von Neumannově architektuře jsou data přenášena ze vstupních zařízení do registrů procesoru a z registrů na výstupní zařízení.