



# PV109: Historie a vývojové trendy ve VT

## Výpočetní pomůcky a stroje

**Eva Hladká a Luděk Matyska**

podzim 2019





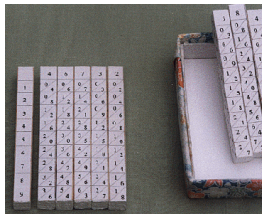
## John Napier (1550 – 1617)

- Skotský matematik, fyzik, astronom a astrolog.
- 1614: v knize *Mirifici Logarithmorum Canonis Descriptio* představil **přirozený logaritmus**.
- Byl také propagátor využití desetinné čárky.
- Univerzita v Edinburghu nese jeho jméno.



## Napierovy kostky

- Představeny v roce 1617, umožňovaly efektivní násobení.
- Každé číslo od 1 do 9 má svou vlastní kostku, lépe řečeno hranol, na kterém je vyznačen dvou-, tří- až devítinásobek.
- Příklad: Spočítejte  $7385 \times 568$ .
  - Položíme vedle sebe kostky sedmičkovou, trojkovou, osmičkovou a pětkovou a vyhledáme čísla páté, šesté a osmé řady. Tato čísla sečteme od pravé strany a získáme výsledný součin. Z každého součtu zapíšeme do výsledku jen jednotky, vyšší řády přičteme jako přenos k dalšímu součtu.

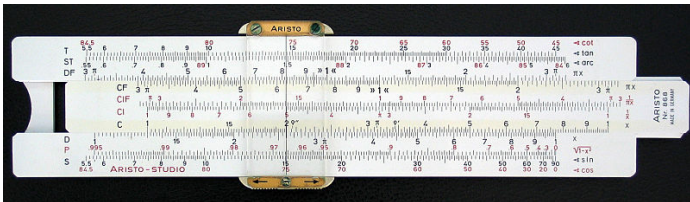


|             |   |   |   |   |   |   |
|-------------|---|---|---|---|---|---|
|             |   | 7 | 3 | 8 | 5 |   |
| 3 + 1 = 4   | ↖ | 3 | 1 | 4 | 2 | 5 |
|             |   | 5 | 5 | 0 | 5 |   |
| 10 + 1 = 11 | ↖ | 4 | 1 | 4 | 3 | 6 |
|             |   | 2 | 8 | 8 | 0 |   |
| 17 + 2 = 19 | ↖ | 5 | 2 | 6 | 4 | 8 |
|             |   | 6 | 4 | 4 | 0 |   |
| 22 + 2 = 24 | ↖ |   |   |   |   | 0 |

Výsledek = 4 194 680

## Logaritmické pravítko

- Mechanická pomůcka pro násobení a dělení čísel, používaná až do 2. pol. 20. stol.
- Na myšlenke náhrady násobení sčítáním logaritmů je založeno i logaritmické pravítko. Sčítají se na něm úsečky reprezentující čísla na úsecích logaritmické stupnice.
- Moderní logaritmické pravítko obsahuje i řadu dalších stupnic - kvadratickou, kubickou, reciprokou, exponenciální, stupnice pro trigonometrické funkce apod.



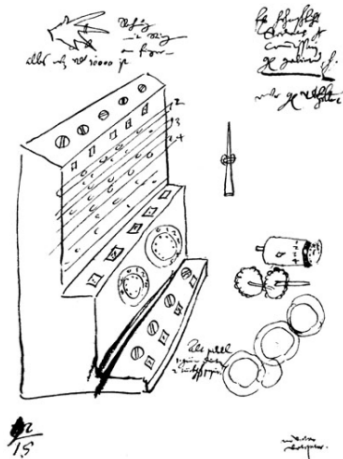
## Schickardův kalkulátor I.

- Wilhelm Schickard (1592 – 1635), univerzitní profesor, konstruktér prvního mechanického kalkulátoru
- 1623: Schickardův kalkulátor – umožňoval operace +, -, \*, /
- Sestrojil asi tři stroje, žádný z nich se nezachoval.
- Konstrukční podrobnosti jsou zaznamenány v dopisu J. Keplerovi
- Dle dostupných informací byl stroj vybavený šestipolohovým sčítacím strojkem s přenosem desítek a násobícím strojkem. Mimo nich byly použité také Napierovy počítací válečky.
- Replika byla zkonstruována v roce 1960 a je umístěna v muzeu v Mnichově.

## Schickardův kalkulátor II.



Replika Schickardova kalkulátoru



Originální náčrt z dopisu J. Keplerovi

## Blaise Pascal (1623 – 1662)

- Francouzský matematik, spisovatel, filosof, teolog a fyzik.
  - Pocházel ze zámožné a vzdělané rodiny.
  - Otec byl správce královských daní.
  - Dostalo se mu dobrého vzdělání.
  - Vedl nákladný život na francouzském dvoře.
- Významně přispěl k rozvoji kombinatoriky (Pascalův trojúhelník) a položil základy teorie pravděpodobnosti (byl vášnivý hráč).
- Po nehodě kočáru roku 1654, při které málem zahynul, se obrátil k Bohu a dále se věnoval jen filosofii a náboženství.





## Pascaline

- 8místný mechanický kalkulátor schopný sčítat a odčítat
- Pascal jej vyrobil v 19 letech (1642) pro svého otce.
- Bylo vyrobeno na 50 různě zdokonalených modelů.
- Zařízení bylo na svou dobu revoluční, např. mechanismus přenosu do vyššího řádu byl využíván ještě dalších 100 let.

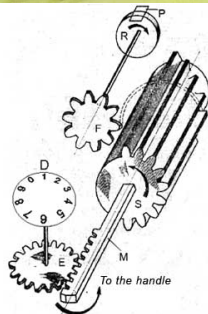
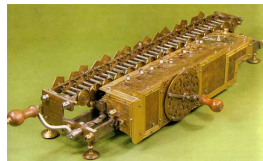


Dvě místa byla určena na tehdejší drobné peníze, zbývajících šest míst bylo určeno na plnohodnotné zlaté peníze, začínající zprava jednotkami a končící vlevo statisíci. Každé jednotlivé ozubené kolečko stroje se pootočilo podle příslušné řádové hodnoty čísla, které se má přičíst, o tolik zubů kolečka, kolik udává číslice na příslušném místě. Kolečka otáčejí číslicovým válcem, který je uvnitř stroje. Výsledek bylo možné odečíst v okénku.

## Leibnitzův krokový kalkulátor

- Gottfried Wilhelm Leibniz (1646 1716), filosof, vědec a matematik
- 1694: zdokonalil *Pascaline* – rozšířil ji o operace násobení, dělení a výpočet druhé mocniny

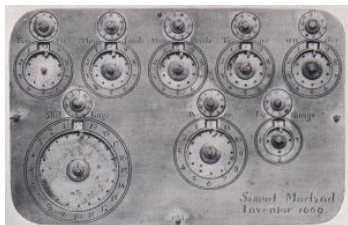
Základem byly stupňovité válce, které tvořily přenosný prvek. Každý válec byl spojený s jedním ozubeným kolečkem osmipolohového nastavovacího zařízení. Při nastavení určité číslice se ozubené kolečko posunulo po hřídeli až na místo, kde měl válec příslušný počet zubů. Výsledky byly odečítány na šestipolohovém počítadle. Ruční klika umožňovala otáčet ozubenými kolečky nastavovacího zařízení.



Zdroj: [http: // history-computer.com](http://history-computer.com)

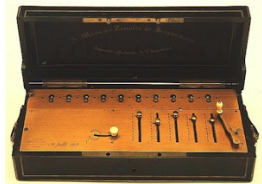
## Morlandova kalkulačka

- Na Pascala a Leibnize navázala svými kalkulačkami řada následovníků.
- Zajímavá byla Morlandova kalkulačka z roku 1666, která počítala ve starých britských měnových jednotkách.
- Libra se dělila na 20 šilinků po 12 pencích a pence dále na 4 farthingy.



## Arithmometer

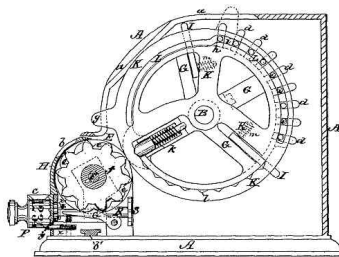
- Charles Xavier Thomas de Colmar (1785 – 1870), francouzský vynálezce, působil v pojišťovnictví
- 1820: Patentoval **Arithmometer** – první sériově vyráběný mechanický kalkulátor.
- Využíval stupňovitých válců, známých již z Leibnizova kalkulátoru.
- Čtyři základní matematické operace – sčítání, odčítání, násobení a dělení.
- Vyráběl se v několika variantách a až do roku 1887 neměl konkurenta.



Zdroj:  
<http://en.wikipedia.org>

## Odhnerovo kolo I.

- Willgodt Theophil Odhner (1845 – 1905), švédský vynálezce působící v Rusku.
- Od roku 1890 začal vyrábět počítačí stroje s **Odhnerovým kolem** s výsuvnými zuby.
- Různé klony byly vyráběny až do 80. let 20. stol (u nás např. Nisa Proseč).
- Odhner zdokonalil princip ozubeného kola s proměnným počtem zubů od Leibnize.



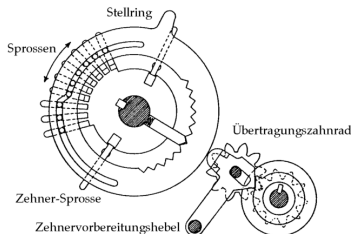
Odhnerova stroje z patentové přihlášky

Zdroj: <http://goo.gl/pk8fo>



## Odhnerovo kolo II.

V těle kola je 9 radiálních drážek, v nichž se mohou pohybovat posuvné zuby (Sprossen). Ty mají na sobě výstupky, které zapadají do drážky ve stavěcím prstenci (Stellring). Pohybem prstence vůči kolu se zuby vysouvají a zasouvají, čímž se nastavuje číslice. Při otáčce celého kola zaberou vysunutá zuby do čítače (vpravo dole) a číslici tak přičtou.



Kromě 9 zubů jsou v kole ještě dva odpružené zuby, které může vysunout páčka (Zehner Vorbereitungshebel) sousedního kola, pokud je třeba udělat přenos do vyššího řádu. Jeden z těchto zubů funguje při sečítání, druhý při odečítání, podstatné ale je, že přenosová jednička se přičte až po přičtení sousední číslice, takže se mechanismus nemůže zaseknout.

## Mechanické stroje – shrnutí

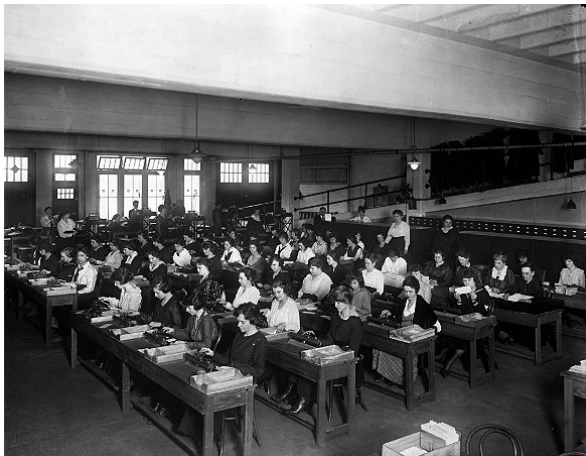
- Vznikly z potřeb a požadavků účetních, výběrčích daní, finančníků či astronomů.
- Byly využívány téměř 4 století, prakticky do doby příchodu digitálních kalkulátorů.
- Nevýhoda: nutnost přepisu výsledků  $\Rightarrow$  zdržování, možnost vzniku chyb při přepisu.
- Další vývoj tak vedl k vývoji kombinovaných zařízení založených na psacích strojích rozšířených o sčítací komponenty.
  - Konec 19. stol. – firma Burroughs představila první *účetovací stroj*, který umožňoval sčítat pouze ve sloupcích.
  - V 1. pol. 20. stol. firma Remington (mj. výrobce zbraní) uvedla účetovací stroje, které byly schopny sčítat i v řádcích.
  - *Fakturační stroje* – kombinace psacího stroje a počítačky

# Lidské počítače I.

- *Počítač* – v 17. století pojem pro osobu, která počítá (podobně, jako prodavač)
- Poprvé využito pro výpočet návratu Halleyovy komety v roce 1759
- Princip rozděl a panuj – vedoucí rozdělil úkol na jednodušší podúkoly, které byly zadány skupině počtářů.
- Tento princip byl využíván až do 1. pol. 20. stol



## Lidské počítače II.



Počtáři používají Odhnerův kalkulačtor

Zdroj: <http://www.computerhistory.org>

## Děrné štítky

- Basile Bouchon (1725) ve Francii pro řízení tkalcovských stavů použil děrované role papíru.
  - Tento krok je považován za první využití poloautomatických strojů v průmyslové výrobě.
- Joseph Marie Jacquard (1752 – 1834), francouzský tkadlec a obchodník
  - Vylepšil Bouchonův přístup
  - Je považován za vynálezce **děrných štítků**
  - Ty použil ve svém mechanickém stavu pro zjednodušení výroby složitých vzorů výšivky (brokát, damašek, matelassé)



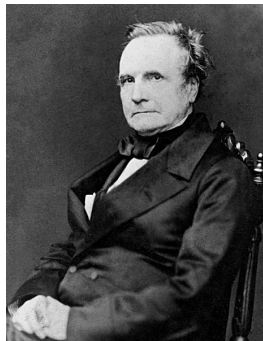
Děrné štítky použité v Jacquardově stavu.

Zdroj:

<http://en.wikipedia.org>

## Charles Babbage (1792 – 1871)

- Britský matematik, filosof a vynálezce, absolvent univerzity v Cambridge.
- Je autorem konceptu programovatelných počítačů → *Otec počítačů*
- Založil nebo spoluzaložil několik společností – např. Astronomickou společnost, Analytickou společnost a působil i ve Statistické společnosti.
- Proslavil se v kryptografii, kdy prolomil údajně „neprolomitelnou“ Vigenèrovu šifru.
- Další Babbageovy vynálezy: „cow-catcher“ – železná radlice na čelní straně parních lokomotiv, oftalmoskop.

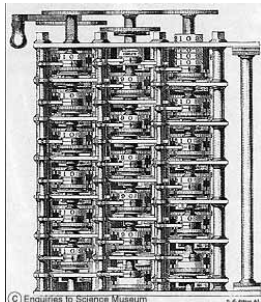


## Difference Engine I.

- Počátkem 18. století bylo publikováno mnoho druhů matematických tabulek, které byly využívány v navigaci či vědě.
- Koeficienty byly počítány ručně, to bylo zdlouhavé a mnoho z nich bylo chybných.
- Již v roce 1786 J. H. Müller, inženýr hessenské armády (Německo), publikoval návrh diferenčního stroje. K jeho sestavení však nedošlo.
- 1822: Babbage sestrojil model, který byl schopen počítat jakoukoli polynomickou funkci s konstantní druhou derivací do hodnoty 999 999 metodou rozdílů funkčních hodnot.
- Jedná se o způsob, jak interpolovat funkce pomocí malé množiny polynomiálních koeficientů.
- Diferenční stroje mohly být slibný způsob k urychlení a zpřesnění tvorby tabulek funkcí.

## Difference Engine II.

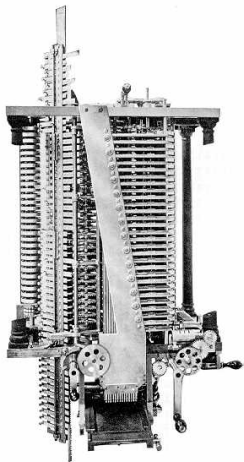
- Britská vláda začala financovat projekt stavby Babbageova stroje.
- Celkem do něj investovala 17000 liber, dalších 20000 investoval sám Babbage. I přesto stroj nebyl nikdy dokončen.
- Důvody byly dva:
  - Konstrukční složitost součástí, které pomocí tehdejších technologií bylo velmi obtížné (a tím pádem i nákladné) vyrobit.
  - Babbage se zaměřil na návrh a výrobu Analytical Engine.
- Otec a syn Scheutzovi ze Švédska, na základě původních plánů, sestavili diferenční stroj.
- 1843: difference 3. řádu; 1853: difference 4. řádu



© Enquiries to Science Museum

# Analytical Engine

- Návrh obecně použitelného mechanického počítače.
- Hlavní části:
  - aritmetická jednotka (mill)
  - řadič (control barrel)
  - integrovaná paměť o kapacitě 1000 40místných čísel (store)
- Program byl čten z děrných štítků a ihned prováděn.
- Několik snímačů dovolovalo vytvářet programy s cykly a větvením. Výstup byl na číslicovou tiskárnu.



Aritmetická jednotka s tiskárnou

## Babbageovy stroje

- Ač se Babbage snažil získat finanční prostředky, ani jeden ze svých strojů nedokončil.
- Ke 200. výročí Babbageova narození byl, dle dochovaných nákresů, sestrojen Differential Machine, který je umístěn v londýnském Muzeu vědy. Byl dokončen v roce 1991.
- Analytical Engine byl první obecně použitý turing-kompletní počítačový návrh.
- Projekt **Plan 28** – výroba repliky analytického stroje (viz <http://plan28.org/>).

## Augusta Ada Lovelace (1815 – 1852)

- Celým jménem Augusta Ada King, Countess of Lovelace, dcera spisovatele Lorda George Byrona.
- V roce 1834 se seznámila s Babbagem a pomáhala mu vytvářet programy pro jeho Analytical Engine.
- V jednom ze svých spisů (asi 1843) popsala algoritmus pro výpočet Bernoulliho čísel.
- Lze ji tak označit za první programátorku.
- Programovací jazyk Ada je pojmenován na její počest.



Zdroj:  
<http://en.wikipedia.org>



## Sčítání lidu v USA v roce 1890

- Herman Hollerith (1860 – 1929) – americký statistik, autor mnoha vynálezů
- **Tabulating machine** (vpravo) – zařízení vyvinuté pro zpracování údajů ze sčítání lidu v USA v roce 1890
- Hollerith využil děrných štítků pro značení údajů o věku, státu trvalého pobytu, pohlaví, atd.
- Nasazení děrných štítků významně urychlilo následné zpracování výsledků, tím pádem snížení nákladů.

|    |   |   |   |   |   |   |   |    |   |   |    |    |    |    |   |    |   |   |   |   |   |   |   |
|----|---|---|---|---|---|---|---|----|---|---|----|----|----|----|---|----|---|---|---|---|---|---|---|
| LA | A | B | C | A | B | C | L | Ch | N | G | Ac | C  | Ch | SM | H | HR | W | A | G | E | F | G | A |
| CA | D | B | F | D | B | F | L | Ch | M | W | L  | FO | DN | Ca | N | T  | D | G | A | B | C | D | E |
| LA | G | H | I | G | H | I | 0 | 0  | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ch | K | L | M | K | L | M | 1 | 1  | 1 | 1 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1 | 1  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |   |
| CC | N | O | P | N | O | P | 2 | 2  | 2 | 2 | 2  | 2  | 2  | 2  | 2 | 2  | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |   |
| LS | Q | R | S | Q | R | S | 3 | 3  | 3 | 3 | 3  | 3  | 3  | 3  | 3 | 3  | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |   |
| KA | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4  | 4 | 4 | 4  | 4  | 4  | 4  | 4 | 4  | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |   |
| RM | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5  | 5 | 5 | 5  | 5  | 5  | 5  | 5 | 5  | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |   |
| QC | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6  | 6 | 6 | 6  | 6  | 6  | 6  | 6 | 6  | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |   |
| AV | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7  | 7 | 7 | 7  | 7  | 7  | 7  | 7 | 7  | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |   |
| SO | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8  | 8 | 8 | 8  | 8  | 8  | 8  | 8 | 8  | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |   |
| 9  | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9  | 9 | 9 | 9  | 9  | 9  | 9  | 9 | 9  | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |   |

3994



Zdroj: <http://en.wikipedia.org>

## Další využití děrných štítků

- V 1. pol. 20. stol. děrné štítky používány ve **strojně-početních stanicích** s řadou specializovaných strojů:
  - děrovače
  - přezkoušeče
  - třídíče
  - tabelátory (sčítačka + tiskárna)
  - násobičky
  - ...
- Zhruba od 50. let se děrné štítky stávají hlavním vstupním médiem pro počítače.

## Shrnutí

- Od původně jednoduchých početních pomůcek se s rozvojem vědy a techniky začaly vytvářet složitější mechanické přístroje.
- Velký rozmach mechanických počítačích strojů přišel s průmyslovou revolucí.
- Mnoho principů bylo natolik převratných, že byly využívány ještě mnoho následujících desetiletí.
- Není překvapivé, že prakticky všechny pomůcky sloužily k usnadnění a urychlení opakovaně prováděných činností.